



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM**  
**ZOOTECNIA**



**DOUGLAS RODRIGUES MELO DE MENEZES**

**COMPOSIÇÃO E PARÂMETROS FERMENTATIVOS DA SILAGEM DA**  
**PARTE AÉREA DA MANDIOCA COM ADIÇÃO DE CASCA OU RAIZ**

Rio Largo – AL

2011

DOUGLAS RODRIGUES MELO DE MENEZES

**COMPOSIÇÃO E PARÂMETROS FERMENTATIVOS DA SILAGEM DA  
PARTE AÉREA DA MANDIOCA COM ADIÇÃO DE CASCA OU RAIZ**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia do Centro de Ciências Agrárias, da Universidade Federal de Alagoas, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Zootecnia.

**Orientadora:** Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Janaina Azevedo  
Martuscello

Rio Largo – AL

2011

**Catálogo na fonte**  
**Universidade Federal de Alagoas**  
**Biblioteca Central**  
**Divisão de Tratamento Técnico**  
**Bibliotecária Responsável: Helena Cristina Pimentel Do Vale**

M543c Menezes, Douglas Rodrigues Melo de.  
Composição e parâmetros fermentativos da silagem da parte aérea da  
mandioca com adição de casca ou raiz / Douglas Rodrigues Melo de Menezes.  
– 2011.  
32 f.

Orientadora: Janaina Azevedo Martuscello.  
Dissertação (mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Alagoas.  
Centro de Ciências Agrárias. Rio Largo, 2011.

Bibliografia: f. 26-32.

1. Silagem. 2. Silagem – Composição. 3. Mandioca. 4. Efluentes. 5. pH.  
6. Nitrogênio. 7. Amoniacal. I. Título.

CDU: 636.085.52

## TERMO DE APROVAÇÃO

DOUGLAS RODRIGUES MELO DE MENEZES

### COMPOSIÇÃO E PARÂMETROS FERMENTATIVOS DA SILAGEM DA PARTE AÉREA DA MANDIOCA COM ADIÇÃO DE CASCA E RAIZ

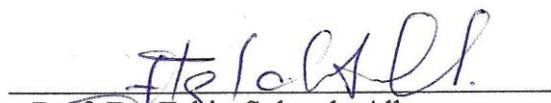
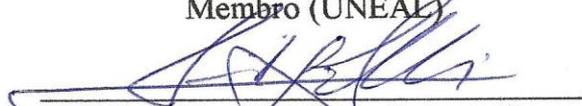
Esta dissertação foi submetida a julgamento como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Zootecnia, outorgado pela Universidade Federal de Alagoas.

A citação de qualquer trecho desta dissertação é permitida, desde que seja feita de conformidade com as normas da ética científica.

Aprovado em 31/08/2011



Prof.ª Dr.ª Janaina Azevedo Martuscello  
Orientadora (ARAPIRACA-UFAL)

  
Prof. Dr. Fabio Sales de Albuquerque  
Membro (UNEAL)  
Prof. Dr. Fábio Luiz Fregadolli  
Membro (CECA/UFAL)

Rio Largo – AL

2011

***Oferecimento***  
*Aos agricultores familiares*

***Dedicatória***

*Ao Senhor Jesus, meu melhor amigo*

*À minha mãe Esmeralda Rodrigues*

*Aos meus irmãos Eudócia, Ana Paula e Marcial*

*À Dayanna e*

*A todos que de forma direta ou indireta fizeram parte desse projeto*

## AGRADECIMENTOS

*Ao DEUS PAI, o DEUS FILHO e o DEUS ESPÍRITO SANTO, autor da minha vida, razão do meu viver, a Ele toda honra e toda glória, hoje e sempre.*

*Ao Professor Doutor Fábio Luiz Fregadolli, pela amizade, ensinamentos, confiança e empenho nesse projeto, mesmo nos momentos de dificuldades, estando sempre junto, até mesmo nas atividades de campo. Exemplo de profissional dedicado ao ensino e pesquisa. À ele minha admiração e gratidão. Muito obrigado meu orientador*

*À Professora Doutora Janaina Azevedo Martuscello, por me orientar nesses últimos meses, pela dedicação, conselhos e amizade, minha estima especial por ter sido minha orientadora.*

*À Professora Doutora Angela Cristina Dias, por fazer parte desse projeto e ter dado sua contribuição enquanto foi minha orientadora*

*À Universidade Federal de Alagoas e ao Centro de Ciências Agrárias que fazem parte da minha vida acadêmica.*

*Aos Professores da Universidade Estadual de Alagoas – UNEAL, Fábio Sales de Albuquerque Cunha e Dacio Rocha Brito, por ter contribuído pela realização desse projeto.*

*Ao sr. José Humberto da Silva do sítio Bela Vista, pela hospitalidade de ter aberto sua propriedade para nossa equipe, ofertando o material para realização do experimento, o meu muito obrigado.*

*Aos Professores do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia José Teodorico, Darcilene Figueiredo, Adriana Pereira, Roger Beelen, Patrícia Guimarães, Geraldo Quintão Lana, Sandra Roseli e Daniel de Noronha, o meu agradecimento na pessoa da coordenadora da pós-graduação em Zootecnia, minha querida professora e amiga Dr<sup>a</sup>. Angelina Bossi Fraga.*

*Ao Diretor do Centro de Ciências Agrárias, Professor Doutor Paulo Vanderlei, um incentivador da pesquisa, amigo e mestre.*

*Aos professores e amigos de graduação que sempre fizeram parte do meu crescimento acadêmico: Edmar Lira, Rosa Lira, Sharlinton Harryson, Elton Lima, João Albuquerque.*

*À FAPEAL, Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Alagoas, pela bolsa de Mestrado, fundamental para a realização deste trabalho.*

*Ao meu amigo, de graduação e pós-graduação Alessandro de Araújo Barros, apesar de tantas dificuldades que passamos, nunca desistimos, ainda temos muito que conquistar, nossa amizade é para sempre.*

*Aos amigos e companheiros de turma Laiza Sofia (Single Lady), Danielle Farias (Dani), Edivania Lima, Andreza Marinho, Mariah Tenório, Michel Lopes, Wilson Brito, Hugo Batista e Luiz Camelo, fizemos história sendo os primeiros e apesar das dificuldades superamos tudo.*

*Aos amigos e companheiros de pós Rafael (Rafinha), José Denisson (Deninho), Alexis, Victor, Thais, Camila, Moaceli (Moa), Philipe (The president), sr. Alberto, Ironaldo, Eraldo e Luciano.*

*Aos secretários da pós de Zootecnia e Agronomia, Marquinhos, Geraldo, Michele grandes amigos e sempre dispostos à ajudar,*

*À todos da equipe que participaram desse projeto: Hélio Arcanho, José Monteiro, Gian Carlos, às estudantes do curso de biologia da UNEAL: Camilla Karen, Aline Camilla, Cirlane Alves, Talita, Will, André, aos estudantes de Zootecnia da UFAL, Campus Arapiraca, Tatiana (mestranda em Agronomia) pelo domingo perdido.*

*Ao Professor Cícero Alexandre e ao meu amigo Alan, por ter aberto as portas do laboratório de solos para realização de boa parte de minhas análises.*

*Aos amigos do Ceca Mirian, Sandoval, Sueli, Agnésio, sr. Heleno, Adonias que compartilharam comigo, nesse período, momentos bons e difíceis.*

*Aos professores da Unesp Jaboticabal pelas disciplinas ofertadas, Tonhati, Jorge, Euclides, Ricardo Reis, Izabelle Molina, Matheus Paranhos, o meu muito obrigado pela amizade, mesmos tendo sido em um curto espaço de tempo.*

*À todos os agentes de ATER do instituto Naturagro, equipe de Traipu, aos amigos Alberto, Márcio, Jackson, Adriano, Claudenir, Edimilson, Páblío, Rafael, Romão, Jorge, Wellinton, Rafael, Vanessa e Carla, meu carinho pela compreensão nos instantes finais do meu mestrado.*

*À minha namorada Dayanna, pela sua compreensão, paciência, sabedoria e amor, muito obrigado querida. A mulher sábia edifica sua casa.*

*Enfim a todos que contribuíram de forma direta ou indireta, na realização deste trabalho.*

*Assim diz o SENHOR: Não se glorie o sábio na sua sabedoria, nem o forte, na sua força, nem o rico, nas suas riquezas; mas o que se gloriar, glorie-se nisto: em me conhecer e saber que eu sou o SENHOR e faço misericórdia, juízo e justiça na terra; porque destas cousas me agrado, diz o SENHOR.*

**JEREMIAS 9: 23-24**

## RESUMO

Objetivou-se com este experimento avaliar a composição e os efeitos fermentativos na ensilagem da parte aérea da mandioca com inclusão da casca ou raiz da mandioca sobre as perdas por gases e efluentes, o pH, os teores de N-NH<sub>3</sub> e a composição bromatológica das silagens. Utilizou-se um delineamento inteiramente casualizado, com quatro níveis de raspa de mandioca (0, 3, 6, 9 ou 12% de inclusão de casca ou raiz), cada um com quatro repetições. A adição de casca de mandioca aumentou linearmente as perdas por gases e redução linear nas perdas por efluente. O teor de matéria seca (MS) aumentou, enquanto os de proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) diminuíram linearmente com a adição de casca de mandioca. O valor de pH se mantiveram em níveis desejáveis para boa fermentação, com médias de 4,12 e 4,07 para os tratamentos com a adição de casca ou raiz de mandioca respectivamente. Os teores de N-NH<sub>3</sub> tiveram resultados abaixo do mínimo desejado, 7,84 e 7,69% com a adição de casca ou raiz de mandioca respectivamente, tendo a adição de raiz uma diminuição linear. As perdas por efluentes e gases, tanto para silagens com a inclusão de casca ou raiz de mandioca foram mínimas, sendo esses subprodutos da agricultura, uma alternativa como aditivo da silagem.

**Palavras-chave:** Efluentes, Mandioca, Nitrogênio Amoniacal, pH, Silagem.

## ABSTRACT

The objective of this experiment was to evaluate the composition and the fermentative effects of aerial part silage of cassava with inclusion of root or bark of cassava on losses of gases and effluent, the pH, the concentration of  $\text{NH}_3\text{-N}$  and the chemical composition of silages the aerial part of cassava. We used a completely randomized design with four levels of cassava (0, 3, 6, 9 or 12% inclusion of bark or root), each with four replicates. The addition of cassava peel caused a linear increase in the losses of gases and linear reduction in effluent losses. The dry matter (DM) content increased while crude protein (CP), neutral detergent fiber (NDF), acid detergent fiber (ADF) decreased linearly with the addition of cassava peel. The pH remained at levels desirable for a good fermentation, with averages of 4.12 and 4.07 for treatments with the addition of bark or cassava root respectively. The  $\text{N-NH}_3$  had results below the desired minimum, 7.84 and 7.69% with the addition of bark or root of cassava respectively, and the addition of a linear decrease root. The effluent and gases losses for both silages with the inclusion of root or bark of cassava were minimal, being these by-products of agriculture, an alternative to animal feed.

**Key words:** Effluent, Ammonia Nitrogen, Cassava, pH, Silage.

## SUMÁRIO

	Página
<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO ..... 02</b>
<b>2</b>	<b>REVISÃO DA LITERATURA ..... 04</b>
<b>2.1</b>	<b>Aspectos Gerais da Cultura da Mandioca ..... 04</b>
2.1.1	Importância Sócio-econômica e Nutricional ..... 05
2.1.2	Parte Aérea da Mandioca ..... 07
2.1.3	Silagem da Parte Aérea da Mandioca ..... 08
2.1.4	Raiz da Mandioca ..... 09
2.1.5	Casca da Mandioca ..... 10
<b>2.2</b>	<b>Parâmetros para Avaliação da Qualidade da Silagem ..... 10</b>
2.2.1	pH..... 12
2.2.2	Teor de N-NH <sub>3</sub> ..... 13
<b>3</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS..... 14</b>
<b>4</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO ..... 17</b>
<b>5</b>	<b>CONCLUSÕES ..... 25</b>
	<b>REFERÊNCIAS ..... 26</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A constante procura por alternativas de alimentos não competitivos com a alimentação humana, vem incentivando estudos de maneira a utilizar os recursos regionais que possam ser utilizados na alimentação animal, tornando as rações para bovinos menos onerosas. O conhecimento detalhado da composição química e o valor nutricional desses alimentos são imprescindíveis, para saber sua real aplicabilidade nos sistemas de produção. A cultura da mandioca (*Manihot esculenta* Crantz.) se destaca como recurso alimentar, por ser tradicionalmente cultivada em países de clima tropical. Nativa da América do Sul a mandioca foi utilizada como alimento e estimulantes pelos índios, e ainda hoje tem importante papel na alimentação dos brasileiros, principalmente nordestina. Sua produção é menos exigente em insumos do que a maioria das culturas, e por isso, menos dispendiosa.

O Brasil se destaca como segundo maior produtor de mandioca do mundo, com uma área plantada de 1,9 milhões ha, com produção anual de 26,4 milhões de toneladas e rendimento médio de 13,9 ton.ha<sup>-1</sup> na safra 2008/09 (MAPA, 2010). Existe a possibilidade que a área plantada tenha ligeira expansão nos próximos anos. Esse crescimento deve ocorrer, especialmente, nas regiões que lideram a produção nacional e esse aumento de área é bem inferior ao aumento da produção prevista. Pode haver, desse modo, aumentos de produtividade nesse produto à medida que aumenta sua demanda para a indústria (MAPA, 2010).

Segundo CARVALHO & KATO (1987) cerca de 80% da parte aérea são deixadas no campo e acabam se perdendo. Esse material, tido como resíduo é desperdiçado, podendo ser convertido em leite e carne pelos animais.

De acordo com a FAO (2007), a área plantada com mandioca no Brasil foi de aproximadamente 1,8 milhões de hectares em 2004, dando um equivalente a 36 bilhões de plantas (numa densidade de plantio de 20000/plantas/ha). CARVALHO e KATO (1987), consideraram um peso médio de 0,45 kg do terço superior por planta, isto forneceria aproximadamente, 14 milhões de toneladas de terço superior, que estão deixando de ser utilizados.

Mesmo havendo uma variação da quantidade destes resíduos de acordo com o nível tecnológico da indústria, as informações de TAKAHASHI & FAGIOTO (1990), pode estimar, para o Brasil, uma produção de mais de 1,4 milhões de toneladas de casca de mandioca, na safra 11/12 (GROXKO, 2010). Embora esta quantidade seja elevada, a

utilização destes resíduos de forma balanceada na alimentação de bovinos de corte em terminação ou de bovinos leiteiros em produção é relativamente pouco usada.

A conservação da parte aérea da mandioca na forma de silagem vem despertando o interesse de vários pesquisadores por apresentar boas características de fermentação. O processo de ensilagem vem atenuar o desperdício da parte aérea da mandioca, preservar os nutrientes existentes, principalmente a proteína que nas folhas encontra-se em maior proporção, entre tantas vantagens. Porém, esse processo apresenta também seus problemas, tais como: contaminação com microrganismos indesejáveis, devido o mau manuseio durante o processo de ensilagem e presença de substância tóxica, o ácido cianídrico (HCN).

Estudos efetuados com silagem da parte aérea da mandioca ainda são escassos e insuficientes, especialmente quando se leva em consideração os diferentes genótipos disponíveis, e a necessidade, cada vez maior, de avaliações mais detalhadas que possibilitem a utilização mais racional dos alimentos na formulação de dietas empregando-se os modelos atuais de exigências nutricionais (NRC, 1996; NRC, 2001), visto que o inadequado suprimento de nutrientes é um dos principais fatores relacionados com o baixo desempenho produtivo dos rebanhos.

A parte aérea corresponde a toda porção da planta, que se encontra acima do solo e corresponde a aproximadamente 50% do peso fresco da mesma, sendo composto por talos e pecíolos (40%) e folhas (10%) (BUITRAGO, 1990). A parte aérea caracteriza-se por apresentar maiores teores de fibra bruta e proteína, enquanto as raízes apresentam elevados teores de carboidratos. Desta forma, a parte aérea pode ser considerada um volumoso relativamente rico em proteínas (MARQUES e CALDAS NETO, 2002). A parte aérea da mandioca pode ser utilizada na forma fresca, ensilada ou na forma de feno, com composições variáveis em função da proporção de caules e folhas e da altura de colheita do material para a ensilagem.

Por ser um resíduo que apresenta potencial na utilização alimentar dos animais, torna-se importante a caracterização bromatológica da silagem da parte aérea da mandioca. Assim sendo, torna-se de fundamental importância avaliar resíduos com potencial para a alimentação dos animais.

Objetivou-se com este trabalho avaliar composição e parâmetros fermentativos da silagem da parte aérea da mandioca com adição de casca ou raiz.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 - Aspectos Gerais da Cultura da Mandioca

A mandioca é originária da América do Sul, provavelmente da região Norte e Central do Brasil, onde já era cultivada pelos índios. Segundo CARMAGO (2003) a mandioca foi descrita pela primeira vez no ano de 1573 por Magalhães Gandavo, porém o nome científico foi dado originalmente por Crantz em 1766 (CEBALLOS & CRUZ, 2002).

Esse vegetal é uma dicotiledônea pertencente à família Euphorbiaceae, do gênero *Manihot*. Este gênero possui diversas espécies, tendo em destaque a *M. utilissima* Pohl (sinonímia da espécie *M. esculenta* Crantz, 1766) e *M. dulci* Pax, onde a diferença botânica entre as duas provavelmente está no fruto, com aspecto alado, para a primeira, e liso, para a segunda (SUZIKI, 2006).

A mandioca é um arbusto perene, que possui folhas simples com coloração variando de púrpura até verde claro, de acordo com a idade da planta e o tamanho das folhas varia conforme a cultivar e depende muito das condições ambientais. O caule é de grande importância, sendo utilizado para a multiplicação vegetativa. A mandioca possui ainda flores femininas e masculinas, sendo as femininas ligeiramente maiores que as masculinas e fruto de forma ovóide e globular (CEBALLOS & CRUZ, 2002).

A temperatura ideal para o cultivo é em média de 20° C, todavia não há dificuldades em seu desenvolvimento em temperaturas entre 27 e 28° C (PEIXOTO, 1963). Possui grande resistência aos períodos de estiagem e a quedas de temperaturas abaixo de 15° C, quando paralisam a atividade (PRATA, 1983).

Esse vegetal tem cinco fases fisiológicas, sendo quatro ativas e uma de repouso vegetativo, a primeira fase trata-se da brotação da maniva que ocorre após o sétimo dia de plantio, quando as raízes alcançam cerca de 8 cm de comprimento, aparecendo a primeira brotação e aos 10-12 dias emergem as primeiras folhas; na segunda fase aborda há a formação de um sistema constituído de raízes fibrosas que são responsáveis pela absorção da solução do solo; na terceira fase ocorre o desenvolvimento da parte aérea da planta que tem duração de 90 dias e durante esse tempo cada cultivar desenvolve seu aspecto típico; a quarta fase corresponde ao engrossamento das raízes de reserva onde ocorre a migração das substâncias de reserva, sacarose e açúcar comum, para as raízes de armazenamento e também ocorre a lignificação das ramas; e na fase cinco, a planta

entra em repouso e perde suas folhas naturalmente, encerrando desta forma sua atividade vegetativa (TERNES, 2002).

Segundo TAFUR (2002), as folhas da mandioca nos três primeiros meses de idade têm prioridade sobre a formação das raízes e que a partir do terceiro ao sexto mês do cultivo há aumento no índice de área foliar e depois ocorre redução à medida que as folhas mais velhas caem por falta de luz solar em sua parte basal. A mandioca requer solo profundo, com boa drenagem e húmico. Os solos ideais para o plantio da mandioca devem apresentar uma textura fina, possuir elementos minerais básicos para planta, como: N, P, K, Ca. Porém não tolera terrenos encharcados, pois em períodos de chuva quando a água não é drenada a planta torna-se clorótica e os tubérculos acabam apodrecendo (PRATA, 1983).

A cultura da mandioca consegue produzir sob diversas condições edafoclimáticas, resiste muito bem à seca, porém não suportam temperaturas muito altas. As chuvas de primavera são favoráveis, pois ajudam na brotação da maniva e o desenvolvimento de nova haste (PEIXOTO, 1963), porém temperaturas abaixo de 15° C retardam a brotação da maniva, diminuindo ou paralisando sua atividade vegetativa.

No Brasil é cultivada em todo território nacional, devido à sua rusticidade, tendo destaque às regiões Norte e Nordeste, como as maiores produtoras e consumidoras (CARDOSO & SOUZA, 2002). Em 2009 o valor da produção de mandioca superou os 5 bilhões de reais, alcançando a 5ª posição no “ranking” da produção agropecuária brasileira, segundo os principais produtos das lavouras temporárias (IBGE, 2009).

O cultivo da mandioca abrange todo o Estado de Alagoas, tendo o município de Arapiraca destaque como maior produtor, seguido de Palmeira dos Índios, microrregião Serrana do Sertão Alagoano e de São Miguel dos Campos, representando estes três municípios 82% da produção total do Estado, no ano de 1995/96 (SAMPAIO *et al.*, 2003).

A produção no Estado em 2009 foi de 315 mil toneladas, sendo a região do agreste alagoano responsável por mais de 190.000 toneladas produzidas (ANUÁRIO ALAGOAS, 2010).

### 2.1.1 – Importância Sócio-econômica e Nutricional

A importância econômica da mandioca vem desde o período imperial, mais precisamente no final do século XVIII, onde D. Pedro I e os Irmãos Andrada

elaboraram um projeto de Constituição de interesse da elite agrária que se tornou conhecido como “Constituição da Mandioca”, onde o voto censitário tinha como parâmetro a quantidade de terra, baseada na quantidade de mandioca plantada e farinha produzida, pois a mandioca era alimento dos escravos, o que indiretamente baseava a quantidade de escravos (GOEBEL, 2005).

Esta cultura tem papel importante no Brasil, constituindo produto básico na alimentação humana; é utilizada também na alimentação animal; é fonte geradora de emprego e de renda, para agricultores de baixo poder aquisitivo, sobretudo, nas regiões mais pobres do País (TAFUR, 2002). A cultura da mandioca não só abrange a produção de farinha, como também o processamento de fécula e inúmeros produtos industriais, como tinta, polímeros para produção de embalagens biodegradáveis, entre outros. Estima-se que a atividade venha gerar no Brasil um milhão de empregos diretos (CARDOSO & SOUZA, 2002). Em Alagoas a raiz da mandioca é bastante utilizada na alimentação humana, na forma de farinha. Na região Agreste do Estado as raízes são comercializadas em maior proporção para atravessadores e em menor volume para as casas de farinha; no sertão alagoano, a produção está voltada para subsistência e as raízes são transformadas em sua maior parte em farinha; na zona da mata predomina o processamento de farinha e no litoral norte alagoano, como no município de Maragogi, cerca de 70% dos produtores abandonam as folhas no campo (SAMPAIO *et al.*, 2003).

Fonte de carboidrato a raiz da mandioca também é rica em minerais tendo em destaque os teores de fósforo e cálcio, entretanto os níveis de ferro são baixos, há também vitamina A e C, todavia a presença desta última é destruída durante o processo culinário ou industrial (CEREDA, 2002). Já a folha da mandioca é rica em proteína e em vitamina A, contém vitamina C, tiamina e niacina. Os minerais mais encontrados são: ferro, cálcio, manganês e zinco, porém apresenta baixo teor de carboidrato (PENTEADO & FLORES, 2001).

Utilizados na alimentação animal, os resíduos industriais da confecção da farinha de mandioca têm sido avaliados como um importante substituto ao milho, devido sua alta concentração de amido em sua composição (Tabela 1). Além disso, o amido proveniente da mandioca apresenta melhor degradabilidade efetiva da matéria seca (80 – 90%) comparado com o milho (55-80%). O amido da mandioca é muito eficiente na síntese de proteína microbiana, o que resulta no aumento da degradabilidade efetiva da proteína bruta (ZINN e De PETERS, 1991).

Tabela 1. Composição químico-bromatológica da mandioca, seus resíduos industriais e da parte aérea da mandioca.

	MS	PB	MM	FDN	Fonte
Raspa de mandioca	89,2	3,7	2,2	28,6	Marques et al. (2000)
Mandioca integral	87,6	2,5	3,6	11,7	Rostagno et al. (2011)
Casca de mandioca	89,2	3,7	2,2	28,6	Marques et al. (2000)
Caule da mandioca	89,9	5,4	3,7	65,2	Azevedo et al. (2011)
Silagem do terço Superior	24,5	26,9	7,2	54,4	Modesto et al. (2009b)
Folha de mandioca	89,1	37,6	-	43,7	Veloso et al. (2006)

(Adaptado de Marques e Maggioni, 2011)

### 2.1.2 – Parte Aérea da Mandioca

A parte aérea da mandioca é constituída pelas hastes principais, galhos e folhas em proporções variáveis. Considerada como resíduo gerado da colheita das raízes que possui ótimas características nutricionais (FERRI, 2006).

Constitui-se em excelente opção para a alimentação de animais, como substituto de parte dos cereais que compõem as rações. Adotando-se um manejo adequado da parte aérea, pode-se obter uma maior produção de massa verde. Em virtude da ampla variabilidade genética da mandioca há possibilidade de identificação, através de avaliação de genótipos em condições de campo, de tipos com melhores características para a produção de massa verde. Essa produção pode ser destinada para a alimentação de animais na forma de feno, silagem e ‘in natura’, ou como componente protéico e energético na formulação de rações.

O fator limitante do uso da parte aérea da mandioca na alimentação, seja humana ou animal é a presença do ácido cianídrico (HCN) ocorrendo em níveis mais altos nas folhas, ramos e casca da raiz, com acentuadas diferenças entre as variedades (CARDOSO JÚNIOR *et al.*, 2005). Essa concentração é maior nas folhas jovens do que nas maduras. O córtex de uma raiz de variedade mansa pode conter maior teor de cianeto do que a polpa de uma variedade brava (CONCEIÇÃO, 1981).

Segundo classificação de BOLHUIS (1954), citado por CARVALHO (2008), a mandioca é considerada: mansa, quando apresenta menos de 50 mg de HCN por Kg de polpa fresca; intermediária, de 50 a 100 mg de HCN por Kg de polpa fresca e brava, acima de 100 mg de HCN por Kg de polpa fresca. Já BORGES *et al.*, (2002) classificou

como mansa, variedades que apresentam 100 mg de HCN por Kg de polpa de raiz fresca e bravas, aquelas com concentrações acima de 100 mg de HCN por Kg de polpa de raiz fresca, sendo impróprias para o consumo *in natura*, sendo indicadas para a indústria, onde durante o processamento sua toxicidade é bastante reduzida.

MODESTO *et al.*, (2004a) encontraram valores bromatológicos para matéria seca (MS), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e lignina de 25,20%; 19,5%; 51,0%; 41,0% e 12,4%, respectivamente, dados que corroboram com CARVALHO *et al.*, (1993) que descrevem que a quantidade de proteína nas folhas da mandioca é maior do que o encontrado na maioria das forragens tropicais.

### 2.1.3 – Silagem da Parte Aérea da Mandioca

A silagem é o resultado de um processo de anaerobiose (ausência de oxigênio) por acidificação de material verde vegetal. Ensilagem é a denominação do processo que origina a silagem, o qual a planta é cortada em época adequada, sendo esse material picado e acondicionado de forma compactada e vedada em um silo (local destinado ao armazenamento da silagem).

Devem ser observadas todas as etapas do processo de ensilagem, como época ideal de colheita, tamanho adequado da partícula para correta compactação, tempo de enchimento do silo, boa compactação e vedação do silo, evitando problemas com infiltração de ar e água, visando ter um produto final de boa qualidade (PINTO, 2006).

Visto que a parte aérea da mandioca é rica em proteína, algumas vitaminas e minerais e que essa porção da planta é desperdiçada no campo algumas pesquisas vem sendo desenvolvidas para amenizar este desperdício, como também reduzir os custos onerosos na alimentação animal e melhorar sua conservação bromatológica (AZEVEDO *et al.*, 2006).

Segundo CARVALHO *et al.* (1983) para uma melhor conservação da silagem o corte da rama de mandioca deve ser de 5 cm acima do solo, pois possui maior porcentagem de carboidratos solúveis essenciais para a ocorrência de uma boa fermentação láctica.

NEUMANN *et al.* (2007) relata que o Brasil possui poucos trabalhos de pesquisa que visam as perdas ocorridas durante o processo de ensilagem, não dispondo

de dados sistemáticos produzidos sobre as perdas que ocorrem durante o processo de “ensilagem” e “desensilagem” do material.

#### 2.1.4 – Raiz da Mandioca

A parte economicamente mais importante são as raízes tuberosas, ricas em amido, utilizadas na alimentação humana e animal ou como matéria-prima para diversas indústrias.

A raiz da mandioca é rica em energia com elevado coeficiente de digestibilidade, possui baixa quantidade de fibras e pobre em proteína. Estudos indicam que a raiz de mandioca pode ser incluída na formulação de rações de todos os animais domésticos, graças a seu valor energético e à sua aceitabilidade, mas é necessário que a formulação contenha fonte protéica (CARVALHO, 1986).

Os valores da composição química da raiz de mandioca e seus resíduos não são homogêneos e padronizados, como para os alimentos clássicos usados na alimentação animal (De BEM, 1996 e MARTINS, 2000). Segundo CEREDA (1994), esta variação ocorre devido a diversos fatores, como nível tecnológico da indústria, qualidade da mão-de-obra, metodologia de análise, assim como as variedades de mandioca.

A raiz de mandioca é rica em amido e apresenta a seguinte composição química: 60 a 65% de umidade, 21 a 33% de amido, 1,0 a 1,5% de proteínas, 0,7 a 1,06% de fibras e 0,6 a 0,9% de cinzas (BUTOLO, 2002). Porém, a composição é variável de acordo com as condições ambientais em que a planta se desenvolveu, qual o cultivar utilizado no plantio e a idade da planta, esses valores energéticos estão próximos ao apresentados pelo milho, com a vantagem do amido da raiz de mandioca apresentar maior digestibilidade, por não possuir complexação com lipídios ou matriz protéica que venha a interferir em sua solubilização durante o processo de digestão pelos ruminantes (ZEOULA, 2001).

Uma importante característica da mandioca que a torna de grande interesse para pesquisadores, é o fato de que sua produtividade, em termos de calorias por unidade de área e por tempo, é mais alta que outras culturas. De acordo com JUSTE JR. (1979), a mandioca produz  $250 \times 10^3$  cal/ha./dia, comparada a  $110 \times 10^3$  cal/ha./dia para o trigo,  $114 \times 10^3$  cal/ha./dia para o sorgo,  $176 \times 10^3$  para o arroz e  $200 \times 10^3$  cal/ha./dia para o milho.

Em vista disso, essa cultura pode contribuir, em grande parte, para solucionar o problema da alimentação animal durante a estação seca e baixar os custos da produção durante todo o ano.

Como fonte energética, é um ingrediente interessante, principalmente a farinha integral, pois possui alta concentração de amido (65 a 75%), baixo em amilose, tornando-a de fácil digestão (BUTOLO, 2002).

#### 2.1.5 – Casca da Mandioca

A casca de mandioca é um resíduo da indústria de farinha, oriunda da pré-limpeza da mandioca. É constituído da ponta da raiz, casca e entre casca, é o principal resíduo da industrialização da mandioca para produção de farinha e representa 5,1% da raiz (TAKAHASHI e FAGIOTO, 1990).

No beneficiamento da mandioca nas indústrias farinheiras, é retirada a "casca da mandioca", subproduto com valor nutritivo semelhante ao do milho, que poderá ser aproveitado na alimentação animal (CALDAS NETO *et al.* 2000).

Na literatura, encontram-se vários trabalhos com o aproveitamento da mandioca e seus derivados na alimentação animal, porém na alimentação específica dos caprinos são escassos os resultados apresentados.

Estudando o efeito dos níveis de casca de mandioca seca ao sol, em substituição ao milho, em dietas para cabras gestantes, LAKPINI *et al.* (1997) verificaram que o milho moído pode ser substituído pela casca de mandioca na ração até 74%, sem causar efeitos adversos sobre a gestação e ganho em peso dos animais.

Usando o bagaço de mandioca, em substituição ao milho, no concentrado para bovinos em crescimento, RAMOS *et al.* (2000 b) observaram que, até o nível de 66% de substituição, não houve alteração no ganho de peso e na conversão alimentar dos animais.

## 2.2 - Parâmetros para Avaliação da Qualidade da Silagem

Segundo FANCELLI & DOURADO NETO (2000), o processo de fermentação se estabiliza entre 21 e 27 dias. A estabilidade ocorre quando o pH aproxima-se de 4,2 e a concentração de ácido lático fica em torno de um a dois por cento. Atingindo esse

ponto, a silagem apresenta temperatura normal (sem aquecimento) e cheiro característico, estando assim pronta para ser consumida.

Para se obter uma silagem de boa qualidade, o material que irá ser ensilado deve ter um teor de matéria seca entre 28 e 35%, pois o processo de ensilagem de plantas com alto teor de água propicia um ambiente favorável à proliferação de bactérias do gênero *Clostridium* e, uma das consequências, é a fermentação indesejável, pois estas bactérias são responsáveis pela produção de ácido butírico e de outras atividades prejudiciais como a degradação de proteínas (MORRISON, 1966; ANDRIGUETTO *et al.* 1990). ANDRIGUETTO *et al.* (1990), também relataram o processo de ensilagem com materiais com teores altos de matéria seca, valores acima de 40%, proporcionam o desenvolvimento de mofos, em virtude de uma má compactação, o que resulta em uma deficiente expulsão do ar da massa ensilada, criando condições favoráveis para os microrganismos aeróbicos.

Conforme SANTOS (1995), quando ocorre uma má conservação de silagens feitas a partir de plantas ricas em proteínas, verifica-se uma decomposição da proteína, dando como resultado, uma considerável perda da proteína total.

No decorrer do processo de fermentação do material ensilado, perdas, de elementos nutritivos, irão ocorrer, numa silagem bem feita, perdas entre 5 a 10% de matéria seca são considerados normais, se o material não estiver bem compactado, a perda será ainda maior (MORRISON, 1966).

Segundo LOPEZ (1975), uma silagem que obteve uma boa fermentação 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.

Ao se avaliar a composição química de uma silagem, devemos observar os seguintes parâmetros: teores de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), extrato etéreo (EE), matéria mineral ou cinzas (MM) e outros, que caracterizam a composição química.

OLIVEIRA *et al.* (1984), analisando a composição química da silagem da parte aérea total da mandioca, 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) descreve valores de proteína bruta na silagem da parte aérea total de mandioca e na silagem do terço superior da parte aérea da mandioca, correspondendo respectivamente a 10,29 e 12,15% da matéria seca.

Estudos realizados 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 valores de 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; contudo para silagem da parte aérea da mandioca emurhecida, os mesmos autores encontraram valores de 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 VALADARES FILHO *et al.* (2006) acharam, para a silagem do terço superior da parte aérea da mandioca, os seguintes valores 24,15% de MS, 12,15% de PB e 33,26% de FB.

Normalmente, na prática, a qualidade da silagem é estimada pelo seu cheiro e pela sua cor característica; entretanto, a única forma de conhecer a qualidade da silagem, de maneira precisa, é através da realização da análise bromatológica.

Uma dessas análises químico-bromatológicas utilizadas é a estimativa do conteúdo de parede celular (FDN – Fibras em Detergente Neutro), na qual são calculados os nutrientes digestíveis totais de uma amostra de material ensilado.

Entre os parâmetros importantes para análise, com base na matéria seca (MS), podem ser destacados a proteína bruta (PB), a fibra bruta (FB), a fibra em detergente ácido (FDA), a fibra em detergente neutro (FDN), o material mineral (MM) e os nutrientes digestíveis totais (NDT).

### 2.2.1 – pH

Através do valor do pH da silagem é demonstrado a acidez do material resultante do processo fermentativo, no qual, os açúcares existentes irão servir como substrato para as bactérias ácido lácticas, elevando assim a produção de ácidos orgânicos, principalmente o lático, o pH decresce e os microrganismos indesejáveis são inibidos garantindo uma boa qualidade da fermentação. Numa acidificação inadequada, o

desenvolvimento de bactérias que produzem ácido acético e butírico se faz presente e estimulam, nessas condições, as atividades proteolíticas, resultando numa silagem de qualidade inferior.

Os fatores que interferem no pH das silagens são a temperatura, o teor de umidade, o teor de carboidratos solúveis, enzimas da própria planta e o poder tampão da forrageira.

Segundo JONES *et al.*, (1971), com comportamento bastante irregular, o aumento do teor de matéria seca da silagem ocasiona um aumento no valor de pH. O pH está em faixa aceitável, onde irá garantir uma boa preservação quando varia entre 3,7 a 4,2 McDONALD (1981), já para ÍTAVO *et al.*, (1998) quando está entre 3,8 a 4,5 e para garantir a diminuição do pH da massa ensilada requer um ambiente anaeróbico, substrato adequado para ação das bactérias e número suficiente de bactérias lácticas (MUCK, 1998).

#### 2.2.2 – Teor de N-NH<sub>3</sub>

O teor de N-NH<sub>3</sub> é um indicador da atividade dos clostrídeos, uma vez que esse composto é produzido em quantidades pequenas por outros microrganismos presente na silagem e enzimas da planta (McDONALD, 1981; BERNARDINO *et al.*, 1997). Este é expresso como percentual do N amoniacal (N-NH<sub>3</sub>) em relação ao Nitrogênio Total (NT) e é largamente usado para avaliar a qualidade da silagem, junto com o pH. Conforme TAYAROL (1997), a amônia está associada ao teor de matéria seca da silagem, quanto maior a umidade do material, maior será o teor de N amoniacal, bem como o de ácido butírico.

O teor de amônia é importante na avaliação das silagens, pelo fato deste se associar ao desdobramento da fração protéica (desaminação dos aminoácidos). A desaminação das proteínas e dos aminoácidos por bactérias clostrídicas ocorre quando o pH ou os teores de ácidos orgânicos não são suficientes para inibir a fermentação secundária com consequente produção de ácido butírico (McDONALD, 1981; TAYAROL, 1997).

Segundo ÍTAVO *et al.*, (1998), preconizaram que uma silagem de boa qualidade deve apresentar o N-NH<sub>3</sub> / %NT inferior a 8,0%.

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Universidade Federal de Alagoas, no Departamento de Zootecnia (DZ) do Centro de Ciências Agrárias, *CAMPUS* Delza Gitaí, BR 104 Norte, Km 85 – Rio Largo/AL em parceria com a Universidade Estadual de Alagoas, *CAMPUS* II (UNEAL), localizado na BR – 316 km – 87,5, São Vicente – Santana do Ipanema/AL.

A parte aérea (hastes e folhas) da mandioca cultivar Campina com aproximadamente 14 meses de idade, foi coletada em uma plantação do sítio Bela Vista, região de Lagoa de Dentro, município de Arapiraca/AL, na mesorregião do agreste alagoano. O clima da região é Tropical Chuvoso com verão seco, tendo temperatura mínima 12°C e máxima 32°C. O índice pluviométrico é de 795,7 mm<sup>3</sup> (nos últimos 5 anos). A umidade relativa do ar anual é de 75% (GEOGRARIA DE ARAPIRACA, 2010). A silagem foi confeccionada no município de Arapiraca localizado nas coordenadas geográficas: 09°45'00" latitude e 36°38'40" longitude, a 248 m de altitude. O tipo mais comum de solo na região é o latossolo.

Utilizou-se um delineamento inteiramente casualizado com nove tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos avaliados foram constituídos de diferentes níveis de inclusão da casca ou raiz da mandioca na silagem da parte aérea, sendo os seguintes: Silagem da Parte Aérea (SPA), Silagem da Parte Aérea + de 3% de Casca (SPAC3%), Silagem da Parte Aérea + de 6% de Casca (SPAC6%), Silagem da Parte Aérea + de 9% de Casca (SPAC9%), Silagem da Parte Aérea + de 12% de Casca (SPAC12%), Silagem da Parte Aérea + de 3% de Raiz (SPAR3%), Silagem da Parte Aérea + de 6% de Raiz (SPAR6%), Silagem da Parte Aérea + de 9% de Raiz (SPAR12%), Silagem da Parte Aérea + de 12% de Raiz (SPAR12%).

A parte aérea da mandioca foi cortada manualmente no dia 21 de maio de 2010 e picada em máquina picadeira modelo Nogueira DPM-1 em partículas com tamanho predominante entre 2 a 5 cm de comprimento. A casca e a raiz da mandioca foram adicionadas a parte aérea recém picada com base na matéria natural nos níveis de 0, 3, 6, 9 e 12% misturada até homogeneização e em seguida ensiladas.

Foram utilizados, como silos experimentais, baldes plásticos, com volume aproximado de 20 litros. Previamente os baldes receberam aproximadamente seis quilos de areia, para reter os efluentes e posteriormente calcular as perdas. Para que o material ensilado não tivesse contato com a areia e se misturassem, no fundo do balde, foi

colocada uma tela de nylon. A massa ensilada foi predeterminada para obter densidade de  $550 \text{ kg/m}^3$ , resultando em valores médio de 16,2 e 19,5 kg de material ensilado, para os tratamentos com adição de casca ou raiz respectivamente. Desta forma os silos receberam 13 e 10,3 kg de parte aérea de mandioca para os tratamentos com inclusão de raiz e casca, respectivamente e 0,39, 0,78, 1,17 e 1,56 kg de raiz para os tratamentos 3, 6, 9 e 12%, respectivamente e 0,31, 0,62, 0,93 e 1,24 kg de casca para os tratamentos 3, 6, 9 e 12%, respectivamente. Durante a ensilagem foram coletadas amostras da parte aérea da mandioca, casca e da raiz e armazenadas em “freezer” para posterior análise.

Os silos experimentais foram armazenados no Centro de Ciências Agrárias por 65 dias e, no momento da abertura dos silos todo material foi retirado do silo, homogenizado e retirada uma amostra de aproximadamente 300 gramas. Essas foram secas em estufa com ventilação forçada ( $55^\circ \text{C}$ ) por um período de 72 horas, para a determinação de matéria seca (MS). Posteriormente, todas as amostras foram pesadas e moídas, utilizando moinho estacionário, passando por peneiras de malha 1 mm de diâmetro e guardadas em recipientes de polietileno para análises bromatológicas em laboratório. Foram analisadas as seguintes características: matéria mineral (MM); proteína bruta (PB); extrato etéreo (EE); fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) segundo metodologia descrita por SILVA e QUEIROZ (2002). O FDN e FDA foram determinados utilizando autoclave, no qual as amostras foram submetidas a uma pressão de 0,5 atm por 40 minutos. Em seguida, as amostras foram lavadas e secas em estufa a  $105^\circ \text{C}$ .

Foi retirada também, de cada silo, uma amostra fresca (9 g) para determinar o valor de pH, que foi obtido utilizando-se peagâmetro de bancada seguindo as recomendações de SILVA e QUEIROZ (2002). O pH foi determinado após a extração do suco das silagens com prensa hidráulica. Uma parte do material original picado foi congelada em potes plásticos para análise do nitrogênio amoniacal ( $\text{N-NH}_3$ ), segundo método descrito por TOSI (1973).

Os teores de matéria seca (MS), matéria mineral (MM), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e pH dos componentes da parte aérea, da casca, da raiz e do material a ser ensilado estão apresentados na Tabela 2. Os valores de MS, MM, PB e EE, da folha, caule, casca e raiz se assemelham aos valores encontrados por ALMEIDA e FERREIRA (2005) avaliando as partes da mandioca para alimentação animal.

Tabela 2. Teores de matéria seca (MS), matéria mineral (MM), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e pH da parte aérea (PA) da mandioca e seus tratamentos, folha, casca, caule e raiz no momento da ensilagem

	<b>MS</b> (%)	<b>MM</b> (%MS)	<b>PB</b> (%MS)	<b>EE</b> (%MS)	<b>FDN</b> (%MS)	<b>FDA</b> (%MS)	<b>pH</b>
<b>Folha</b>	27,20	6,87	22,77	3,26	58,82	48,75	-
<b>Caule</b>	32,46	3,40	3,25	1,03	75,99	52,08	-
<b>Casca</b>	34,61	9,12	3,42	0,78	33,62	25,32	-
<b>Raiz</b>	33,23	2,79	1,84	0,49	16,15	5,85	-
<b>SPA</b>	27,89	5,26	7,06	1,23	73,10	50,28	5,8
<b>SPAC3%</b>	26,82	6,06	6,75	1,09	73,93	48,99	5,6
<b>SPAC6%</b>	27,88	6,18	6,28	0,87	76,75	50,29	6,1
<b>SPAC9%</b>	27,73	6,13	6,36	1,29	76,01	47,43	5,4
<b>SPAC12%</b>	27,71	6,71	6,12	0,69	76,20	48,09	5,5
<b>SPAR3%</b>	28,37	5,06	6,52	1,09	74,24	46,27	5,8
<b>SPAR6%</b>	28,66	4,99	5,86	1,27	76,56	45,53	5,8
<b>SPAR9%</b>	28,39	4,39	5,78	1,29	78,97	43,03	5,6
<b>SPAR12%</b>	28,42	4,65	5,69	0,96	79,62	45,37	5,6

Fonte: (Autor, 2011)

A determinação da perda por efluente foi realizada mediante a diferença de peso do conjunto balde e areia, antes e depois da abertura e retirada da silagem. Após ser retirada toda silagem do silo experimental, pesou-se o conjunto (balde + areia úmida + tela) e, subtraindo-se deste o peso do mesmo (balde + areia seca + tela) antes da ensilagem, efetuou-se a estimativa da produção de efluente drenado para o fundo do silo.

A perda de matéria seca decorrente da produção de gases foi calculada pela diferença entre o peso bruto inicial e final dos silos experimentais, em relação à quantidade de material ensilado, descontados o peso do conjunto silo e areia seca.

Os dados foram submetidos a análise de regressão linear em função dos níveis de adição de casca ou raiz, pelo PROC REG SAS. (1996). O teste de Tukey foi utilizado para comparação das médias dos parâmetros fermentativos e composição bromatológica dos tratamentos com inclusão da casca e da raiz.

#### 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A composição bromatológica antes da ensilagem aponta que a adição de casca ou raiz à parte aérea da mandioca gerou tratamentos com diferentes composições bromatológicas. O material que recebeu como aditivo a casca da mandioca teve os maiores teores de MM e PB respectivamente, quando comparado com o material que recebeu como aditivo a raiz da mandioca. A redução nas porcentagens de PB, MM e EE, da parte aérea, a ser utilizada para ensilagem dos dois tratamentos (inclusão de casca e raiz), deve-se à uma maior proporção de caule em relação as folhas do material utilizado.

O valor de MS da parte aérea com inclusão de raiz no momento da ensilagem, encontrados no presente trabalho variaram de 28,37 a 28,66%, encontrando-se assim próximos à faixa considerada adequada para ocorrência de fermentação desejável, não limitando a produção de silagem de boa qualidade, conforme ANDRIGUETTO *et al.* (1990) onde concluíram que para se obter uma silagem de boa qualidade, o material que irá ser ensilado deve ter um teor de matéria seca entre 28 e 35%.

O baixo teor de PB da parte aérea da mandioca pode ser atribuído a combinação de fatores como baixa relação folha/colmo da parte aérea da mandioca e o teor de PB da casca (3,42%) e da raiz (1,84%), diluindo o teor das folhas da mandioca (22,77%). O resultado médio observado para parte aérea no momento da ensilagem (7,06% PB) foi inferior ao de MODESTO (2002), com média de 19,5% PB, o que pode ser explicado pelo uso do terço superior da rama de mandioca, alcançando assim maior relação colmo:folha.

Os valores de pH se mativeram numa faixa normal, que está entre 3,8 a 4,5 ÍTAVO *et al.*, (1998), para o material fresco que ainda seria ensilado, tanto para inclusão de casca como para raiz.

O aumento dos componentes fibrosos (FDN e FDA) observadas diante da inclusão da casca ou da raiz pode ser explicada, tendo em vista a composição destes, constituídas predominantemente por amido. Resultados diferentes foram relatados por FERRARI JR. & LAVEZZO (2001), BERNADINO *et al.* (2005), CARVALHO *et al.* (2007a), SILVA *et al.* (2007) e também verificaram redução do teor de FDN de silagens com inclusão de farelo de mandioca, casca de café e farelo de cacau, respectivamente.

Os valores de MS da parte aérea com inclusão de casca no momento da ensilagem, variaram de 26,82 a 27,88%, encontrando-se assim dentro da faixa de 25 a

35% MS, considerada adequada em forrageiras para garantir uma fermentação desejável da silagem (VELLOSO *et al.* 1973; TOSI, 1973; SILVEIRA; 1975).

Valores de matéria seca adequados inibem ou diminuem a atividade de clostrídios, aumentando assim a quantidade de bactérias produtoras do ácido láctico, que são importantes na estabilidade da silagem (SILVEIRA, 1988).

Os parâmetros de regressão linear da composição química como: (MS), matéria mineral (MM), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e material mineral (MM) e parâmetros fermentativos como: pH, N-NH<sub>3</sub>, Perda Total, Efluentes e Gases da silagem da parte aérea com inclusão de casca estão apresentados na Tabela 3.

Tabela 3. Parâmetros de regressão linear da composição química e parâmetros fermentativos da silagem da parte aérea da mandioca em função da inclusão de casca de mandioca

	a	B	r <sup>2</sup>	CV (%)
<b>MS (%)</b>	26,92	ns	-	2,09
<b>PB (%)</b>	5,80	ns	-	6,10
<b>EE (%)</b>	1,01	ns	-	25,86
<b>FDN (%)</b>	76,00	ns	-	1,52
<b>FDA (%)</b>	49,61	ns	-	2,75
<b>MM (%)</b>	7,11	ns	-	9,28
<b>pH</b>	4,12	-0,0107	0,49	1,19
<b>N-NH<sub>3</sub></b>	7,84	ns	-	5,05
<b>Perda Total (Kg)</b>	0,150	ns	-	25,23
<b>Efluentes (Kg)</b>	0,058	ns	-	27,51
<b>Gases (Kg)</b>	0,092	ns	-	36,04

ns- P>0,05

Fonte: (Autor, 2011)

O valor médio de PB na silagem com casca de mandioca no momento da ensilagem (Tabela 2) diminuíram para 5,8% (Tabela 3) após o período de ensilagem, talvez em razão do consumo de N pela população microbiana do silo.

Estudando a qualidade da silagem de capim-elefante aditivada com farelo de mandioca, FERRARI JR. & LAVEZZO (2001) também verificaram redução do teor de

PB das silagens, da ordem de 0,10 % para cada unidade de farelo de mandioca, decréscimo este superior aos observados no presente estudo.

Considerando que o nível mínimo para manter a atividade da microbiota ruminal é 7%, (MILFORD e MINSON, 1966) o percentual de proteína bruta, na casca ou raiz da mandioca, seria fator limitante para o uso da silagem da parte aérea da mandioca como alimentação de ruminantes.

O teor médio de 76% de FDN das silagens com a inclusão de casca de mandioca estão acima de 55 – 60% sugerido por VAN SOEST (1994) como o nível limitante do consumo e digestibilidade da forragem pelo animal. Os maiores teores de FDN em um determinado alimento servem de indicador para sua utilização, uma vez que menor quantidade ingerida deste alimento traz uma saciedade para o animal por efeito de enchimento do trato gastrointestinal.

Os teores de FDA das silagens deste estudo, para o tratamento com inclusão de casca, variaram de 37,24 a 49,32%. Esses valores estão acima do valor de 58,18% de FDA citado por VALADARES FILHO *et al.* (2006), os quais citaram um percentual de FDA de 38,18% para rama de mandioca, mais estão na faixa de teores encontrados por MOTA (2009), em avaliação de silagens de quatro cultivares de mandioca, obtendo uma variação para FDA de 42,35 a 45,82%.

Os teores de MM, com a inclusão de casca não apresentaram diferença significativa ( $P>0,05$ ), sendo sua média de 7,11% para silagens com inclusão de casca, (Tabela 3). Teores mais elevados de MM para silagens com inclusão de casca pode ser explicado pela maior concentração de minerais na casca da mandioca, devido a presença de terra.

Os valores de pH das silagens, em função dos níveis de adição da casca da mandioca, são apresentados na Tabela 2. Pode-se constatar que houve efeito linear decrescente, com uma diminuição de 0,01% no pH da silagem para cada 1% de acréscimo de casca na ensilagem. Provavelmente ocorreu, pelo incremento no conteúdo de MS proporcionado pela maior adição de casca ou raízes, que favorecem o desenvolvimento de bactérias lácticas e desfavorecem as bactérias do gênero *Clostridium sp.* contribuindo para o rápido declínio do pH e reduzindo o pH final das silagens.

Segundo SILVEIRA (1975); McDONALD (1981) e SILVEIRA (1988), uma silagem de boa qualidade deve apresentar pH com índices menor ou igual a 4,2. Nesse sentido, verifica-se que todos os tratamentos apresentaram pH dentro dos limites recomendados.

Segundo BARON *et al.* (1986) e MUCK (1998), a proteólise em silagens ocorre no primeiro dia de ensilagem, havendo um declínio para pequenas taxas após cinco dias de fermentação. Entretanto, a extensão da proteólise durante a ensilagem sofre influência de vários fatores, incluindo conteúdo de MS, pH e temperatura. Quando a queda do pH for lenta, então mais proteína será quebrada. Considerando que o nitrogênio amoniacal é o produto de fermentações clostrídicas, para BRITO *et al.* (1998), valores superiores a 10% são indicativos de proteólise intensa, já ITAVO *et al.* (1998) considera acentuada quebra de proteína a partir de 8% de N-NH<sub>3</sub>/NT. Pelos resultados encontrados (Tabela 3), fica comprovado que as silagens estudadas apresentaram fermentações desejáveis.

Os teores de N-NH<sub>3</sub>, para silagem da parte aérea da mandioca com adição de casca ficaram abaixo de 7,9% (Tabela 3). Considerando-se que o N-NH<sub>3</sub> é produto de fermentações clostrídicas e o teor de amônia normalmente não deve ultrapassar valores de 11 a 12% do nitrogênio total em silagens bem conservadas (SILVEIRA, 1975).

Segundo TAYAROL (1997), a amônia está associada ao teor de matéria seca da silagem, sendo que, quanto menor a umidade do material, menor será o teor de nitrogênio amoniacal.

O baixo valor de N-NH<sub>3</sub> 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 na faixa do ideal citados anteriormente podem ter contribuído na prevenção do desenvolvimento de bactérias *Clostridium* que estão entre os principais microrganismos deterioradores das silagens.

Não houve diferença significativa ( $P > 0,05$ ) para perda total (Tabela 3) das silagens, em função dos níveis de adição da casca da mandioca. A perda total das silagens avaliadas com a inclusão de casca de mandioca apresentaram valores em média de 0,159 Kg, valor esse considerado bem baixo.

Não houve diferença significativa ( $P > 0,05$ ) para perdas por efluentes (Tabela 3) das silagens em função dos níveis de adição da casca da mandioca. As perdas por efluentes das silagens da parte aérea da mandioca apresentaram valores em média de 0,058 Kg, para adição de casca, valor esse considerado bem baixo.

A caracterização do efluente de silagens tem sido pouco frequente no Brasil. No entanto, dado ao crescente uso de silagens de capins, as quais invariavelmente produzem quantidades significativas de efluentes (AGUIAR *et al.*, 2000;

BERNARDES, 2003; COAN, 2005), esta avaliação deve se tornar mais frequente. O volume de efluente produzido em um silo é influenciado por vários fatores, destacando-se o teor de MS, tamanho de partícula, processamento, tipo de silo e compactação. As perdas desses compostos por efluente afetam diretamente a concentração de nutrientes na silagem e por consequência, a qualidade da mesma.

Não houve diferença significativa ( $P>0,05$ ) para perdas por gases (Tabela 3) das silagens em função dos níveis de adição da casca da mandioca.

As perdas por gases das silagens da parte aérea da mandioca apresentaram valores médios de 0,092 Kg, para adição de casca da mandioca, valor esse considerado muito baixo. Não houve diferença significativa para a perda de matéria seca por gases nas silagens da parte aérea da mandioca com inclusão de casca em diferentes níveis. 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  $CO_2$ . Outro fato que também pode ter ocorrido, é a baixa proliferação de bactérias heteroláticas, que também liberam  $CO_2$  durante a fermentação dos açúcares. 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 microorganismos 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.

Os parâmetros de regressão linear da composição química como: (MS), matéria mineral (MM), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e material mineral (MM) e parâmetros fermentativos como: pH,  $N-NH_3$ , Perda Total, Efluentes e Gases da silagem da parte aérea com inclusão de raiz estão apresentados na Tabela 4.

Os tratamentos que receberam como aditivo a raiz, tiveram diferença significativa ( $P<0,05$ ) para o teor de MS. Foi observado aumento de 0,10% no teor de MS para cada 1% de adição da raiz de mandioca na silagem da parte aérea da mandioca, tendo os seguintes teores 27,40, 27,80, 27,77 e 28,00% para os níveis de inclusão da raiz de 3, 6, 9 e 12% respectivamente.

Tabela 4. Parâmetros de regressão linear da composição química e parâmetros fermentativos da silagem da parte aérea da mandioca em função da inclusão de raiz de mandioca

	a	B	r <sup>2</sup>	CV (%)
<b>MS (%)</b>	26,99	0,1020	0,55	1,59
<b>PB (%)</b>	5,64	ns	-	6,00
<b>EE (%)</b>	1,05	ns	-	21,54
<b>FDN (%)</b>	53,97	-0,9255	0,89	2,61
<b>FDA (%)</b>	40,19	-0,8380	0,66	6,51
<b>MM (%)</b>	5,89	ns	-	6,81
<b>pH</b>	4,07	-0,0164	0,87	0,75
<b>N-NH<sub>3</sub></b>	7,69	-0,0489	0,26	5,33
<b>Perda Total (Kg)</b>	0,159	0,0049	0,31	18,77
<b>Efluentes (Kg)</b>	0,058	ns	-	33,93
<b>Gases (Kg)</b>	0,136	ns	-	33,55

ns- P>0,05

Fonte: (Autor, 2011)

Avaliando fermentação e valor nutritivo da SPA com e sem pré-secagem, PINHO *et al.* (2004), encontraram teores de MS de 25 e 27,7%, respectivamente, valores aproximados aos observados neste estudo (26,92 e 26,99%), mostrando desta forma que, em termos de MS, as silagens da parte aérea da mandioca tanto com inclusão de casca ou raiz, são viáveis de se produzir.

Os teores de PB das silagens obtiveram efeito não significativo com adição de raiz, quando comparados com os resultados das análises dos tratamentos no momento da ensilagem (Tabela 2) que apresentaram teores de proteína bruta mais elevados. Essa queda está associada à diminuição dos níveis de PB com inclusão de raiz, aditivo esse que apresentava um teor de PB inferior (1,84%), comparado ao teor das folhas da mandioca (22,77%).

Os tratamentos com adição da raiz obtiveram média no teor de PB de 5,64%, tendo o nível de inclusão de 12% apresentado maior teor (5,88%).

Avaliando a composição e qualidade fermentativa de silagens da parte aérea da mandioca com inclusão de raiz, SILVA *et al.* (2010) constataram que com o incremento de raízes, houve efeito decrescente em ambas as silagens emurchecidas ou não,

estimando-se uma redução de 0,22 e 0,20% na concentração proteica, respectivamente, a cada unidade incrementada de raiz.

Estes resultados concordam com os encontrados por e SILVA *et al.* (2007) que também verificaram redução no conteúdo proteico em silagens de capim-elefante acrescidas com bagaço de mandioca.

Para silagens com inclusão de raiz os teores de EE, segundo a análise de variância, não diferiram significativamente ( $P>0,05$ ), encontrando valores que variam de 0,90 e 1,17%, provavelmente devido aos baixos teores de EE do aditivo utilizado, bem como os baixos valores deste constituinte na parte aérea da mandioca.

De acordo com os resultados, para as silagens com adição de raiz da mandioca, houve diferença significativa ( $P<0,05$ ) para FDN (Tabela 4) em função dos níveis de adição de raiz, observando efeito linear decrescente, com uma redução de 0,92% na concentração de FDN das silagens para cada unidade percentual de acréscimo do nível de raiz de mandioca, valores esses de 51,27; 47,84; 46,27 e 42,58% para os níveis 3, 6, 9 e 12% respectivamente. Isto se deve, provavelmente, ao menor teor de FDN do aditivo (raiz) em relação a parte aérea da mandioca.

Os teores de FDA das silagens para os tratamentos com inclusão de raiz, foram de 37,12, 35,67, 33,57 e 29,4% para os níveis de inclusão de 3, 6, 9 e 12% respectivamente. Esses valores estão acima do valor de FDA citado por VALADARES FILHO *et al.* (2006), os quais citaram um percentual de FDA de 38,18% para rama de mandioca. Quando comparada com o milho, a silagem da parte aérea da mandioca possui teor mais alto de FDA, o que não implica em dizer que a planta do milho tenha uma valor nutricional maior em relação a silagem, devendo, portanto, serem analisadas outras características. Todavia, sabe-se que um maior valor de FDA implica em uma menor digestibilidade da forragem.

Já os teores de MM, dentro de inclusão de raízes não tiveram diferença significativa ( $P>0,05$ ), tendo média de 5,89% para silagens com inclusão de raiz, (Tabela 4).

As silagens da parte aérea da mandioca com inclusão de raiz deste estudo apresentaram médias de pH próximas às encontradas por OLIVEIRA *et al.* (1984) que verificaram 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. Já CARVALHO *et al.* (1983), encontraram um valor de pH igual a 3,99 na silagem da parte aérea da mandioca.

Os teores de N-NH<sub>3</sub>, tanto para silagem da parte aérea da mandioca com adição de raiz, obteve média de 7,69% (Tabelas 4), obtendo uma redução de 0,05% para 1% de adição de raiz .

Pode-se assegurar que os níveis de nitrogênio amoniacal das silagens avaliadas foram bons, pois segundo ÍTAVO *et al.* (1998), uma silagem de boa qualidade deve apresentar um nível de nitrogênio amoniacal inferior a 8,0% do nitrogênio total. Os baixos valores de N amoniacais observados podem ser devidos aos silos experimentais, que por serem de paredes lisas e rígidas, permitiram melhor compactação quando comparados aos silos convencionais (LISSETE & RAMIREZ, 1989), evitando uma degradação excessiva da proteína em amônia.

Houve diferença significativa ( $P < 0,05$ ) nos teores das silagens com adição de raiz da mandioca, para perda total (Tabela 4) em função dos níveis de adição de raiz. Observou-se efeito linear crescente, a partir do nível de 6% de inclusão, com aumento de 4,9 g para cada unidade percentual de acréscimo do nível de raiz de mandioca. Mesmo com esse acréscimo, os valores de perdas total foram considerados mínimos, não acarretando perdas maiores de matéria seca na silagem.

Não houve diferença significativa ( $P > 0,05$ ) para perdas por efluentes (Tabela 4) das silagens, em função dos níveis de adição da raiz da mandioca.

Ao comparar as perdas por efluentes das silagens deste estudo com as silagens do capim-marandu elaboradas por RIBEIRO *et al.* (2009), que apresentaram perdas por efluentes variando de 11,5 a 25,3 kg/t de MV, pode-se notar que as perdas por efluentes registradas para as silagens deste estudo foram relativamente pequenas, ainda mais, tendo em vista que silagens de cana-de-açúcar elaboradas por SIQUEIRA *et al.* (2007) apresentaram em média perdas por efluente na ordem de 58,15 kg/t de MV.

Não houve diferença significativa ( $P > 0,05$ ) para perdas por gases (Tabela 4) das silagens, em função dos níveis de adição da raiz da mandioca. Foi observado efeito linear crescente para a perda de matéria seca por gases nas silagens da parte aérea da mandioca com inclusão de raiz em diferentes níveis.

## 5 CONCLUSÃO

O baixo teor de proteína bruta da casca e da raiz da mandioca é um fator limitante para o uso como aditivos na silagem da parte aérea da mandioca.

As perdas de matéria seca por efluente e gases das silagens são consideradas pequenas, levando em consideração as condições em que estas silagens foram confeccionadas.

A adição de casca ou raiz, nos níveis testados, não provocaram mudanças que comprometessem a composição e fermentação da silagem.

A adição de raízes de mandioca até o nível de 12% na ensilagem de parte aérea desta cultura melhora a qualidade fermentativa.

## REFERÊNCIAS

AGUIAR, E.B. **Produção e qualidade de mandioca de mesa (Manihot esculenta Crantz) em diferentes densidades populacionais e épocas de colheita**. Campinas-SP, Instituto Agronomico de Campinas, 90p., 2003. (Dissertacao de Mestrado Agricultura Tropical e Subtropical).

ALMEIDA, J.; FERREIRA FILHO, J.R. Mandioca uma boa alternativa para alimentação animal. **Bahia Agrícola**, Salvador, v.7, n.1, p.50 a 56, 2005.

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

ANUÁRIO ALAGOAS. Arquivo pdf, 75p. 2010.

AZEVEDO, E.B.; NÖRNBERG, J.L.; KESSLER, J.D.; BRÜNING, G.; DAVID, D.B.; FALKENBERG, J.R.; CHIELLE, Z.G. Silagem da parte aérea de cultivares de mandioca. **Ciência Rural**, vol.36, n.6, p. 1902-1908, 2006.

AZEVEDO, J.A.G.; VALADARES FILHO, S.C.; PINA, D.S.; *et al.* Consumo, digestibilidade total, produção de proteína microbiana e balanço de nitrogênio em dietas para ruminantes de subprodutos. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.63, n.1, p.114-123, 2011.

BARON, V.S.; STEVENSON, KR.; BUCHANAN-SMITH, J.C. Proteolysis and fermentation of grain-corn ensiled at several moisture levels and under several simulted storage methods. **Canadian Journal of Animal Science**, v.66, n.2, p.451-461, 1986.

BERNARDINO, M.L.A.; RODRIGUEZ, N.M.; SANTANA, A.A.C. *et al.* Silagem de sorgo de porte médio com diferentes teores de taninos e suculência no colmo. I. Nitrogênico amoniacal, pH e perdas de matéria seca. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.49, p.213-223, 1997.

BERNARDES, T. F. **Características fermentativas, microbiológicas e químicas do Capimmarandu (Brachiaria brizantha (Hochst ex. a. Rich) Stapf cv. Marandu) ensilado com polpa cítrica peletizada**. Dissertação de mestrado - FCAV/UNESP, 2003, 108p.

BERNARDINO, F.S.; GARCIA, R.; ROCHA, F.C. *et al.* Produção e características do efluente e composição bromatológica da silagem de capim-elefante contendo diferentes níveis de casca de café. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa-MG, v.34, n 6, p. 2185-2291, 2005.

BOLHUIS, G.G. The toxicity of cassava roots. **Netherlands J. Agric. Sci.**, Cambridge, v. 2, n. 3, p. 176-185, 1954.

BORGES, M.F.; FUKUDA, W.M.G. & ROSSETTI, A.G. Avaliação de variedades de mandioca para consume humano. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.37, n.11, p. 1559-1565, 2002.

BRITO, A.F.; GONÇALVES, L.C.; RODRIGUES, J.A.S. *et al.* Qualidade das silagens de sete genótipos de sorgo e seus padrões de fermentação. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 35., 1998, Botucatu. **Anais...** Botucatu: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1998. p.690-692.

BUITRAGO, A. J. A. **La yuca un la alimentación animal**. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT): Cali, 446p. 1990.

BUTOLO, J. E. **Qualidade de ingredientes na alimentação animal**. Campinas: Colégio Brasileiro de Nutrição Animal, 430p. 2002.

CALDAS NETO, S.F.; ZEOULA, L.M.; PRADO, I.N. do *et al.* Mandioca e resíduos das farinheiras na alimentação de ruminantes: digestibilidade total e parcial. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa-MG, v.29, n.6(Suplemento 1), p.2099- 2108, 2000a.

CARDOSO, C.E.L. & SOUZA, J.S. **Importância, potencialidades e perspectivas do cultivo da mandioca na América Latina**. In: Cultura de tuberosas amiláceas latino americanas, vol. 2, capítulo 2, São Paulo, Fundação Cargill: p. 29-47, 2002.

CARDOSO JÚNIOR, N.S.; VIANA, A.E.S.; MATSUMOTO, S. N.; SEDIYAMA, T.; AMARAL, C.L.F.; PIRES, A.J.V. E RAMOS, P.A.S. Efeito do nitrogênio sobre o teor de ácido cianídrico em plantas de mandioca. **Acta Scientiarum Agronomy**, vol.27, n.4, p. 603-610, 2005.

CARMARGO, M.T.L.A. Estudo etnobotânico da mandioca (*Manihot esculenta* Crantz – *Euphorbiaceae*) na diáspora africana. **Anais do Seminário Antropologia da Alimentação**, Fundação Gilberto Freyre, Recife-PE, p.22-30, 2003.

CARVALHO, J.L.H.; PEREIRA, E.A.; COSTA, I.R.S. **Parte aérea da mandioca na alimentação animal II**. O farelo de parte aérea da mandioca na silagem do capim-elefante Planaltina, EMBRAPA – CPAC (EMBRAPA CAPC, *Comunicado Técnico*, 30), 1983.

CARVALHO, J.L.H.. A mandioca: raiz, parte aérea e subprodutos da indústria na alimentação animal. In: CURSO INTENSIVO NACIONAL DE MANDIOCA, 6.,1986, Cruz das Almas. Cruz das Almas: CNPMF/ EMBRAPA, 1986. p.93.

CARVALHO, V.D. & KATO, M.S.A. **Potencial de utilização da parte aérea da mandioca**. *Informe Agropecuário*, 13 (145), 23-28, 1987.

CARVALHO, V.D.; CHAGAS, S.J.R.; BOTREL, N.; JUSTE JÚNIOR, E.S.G. **Teores de proteína na parte aérea de cultivares de mandioca em diferentes épocas de colheita**. *Revista Brasileira de Mandioca*, 12(1/2), p. 13-20, 1993.

CARVALHO, G.P. de; GARCIA, R.; PIRES, A.J.V. *et al.* Valor nutritivo de silagens de capim-elefante emurchecido ou com adição de farelo de cacau. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa-MG, vol.36, n.5, p. 1495-1501, 2007.

CARVALHO, C.M. de. **Efeito do tamanho da partícula e do tempo de armazenamento na qualidade bromatológica e na incidência de microrganismos de silagem da parte aérea da mandioca (*Manihot esculenta* Crantz, 1766)**. Rio Largo: AL, 2008. Dissertação (Mestrado em Agronomia: Produção Vegetal), Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Alagoas – Campus Rio Largo, 20p, 2008.

CEBALLOS, H. & CRUZ, G.A. **Taxonomia y morfología de la yuca**. In: La yuca en el tercer milênio. Sistema modernos de producción, procesamiento, utilización e comercialización. Bernardo Ospina, Hérrnan Ceballus. Cali, Colômbia, p. 16-32, 2002.

CEREDA, M.P. **Importância das tuberosas tropicais.** In: Cultura de tuberosas amiláceas latino americanas, vol. 2, capítulo 1, São Paulo, Fundação Cargill: p. 13-25, 2002.

CEREDA, M.P. **Caracterização dos resíduos da industrialização da mandioca.** In: CEREDA, M.P. (Ed.) Resíduos da industrialização da mandioca. Botucatu. p.11-50. 1994.

COAN, R.M.; VIEIRA, P.F.; SILVEIRA, R.N. *et al.* Inoculante enzimático bacteriano, composição química e parâmetros fermentativos das silagens dos capins Tanzânia e Mombaça. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa-MG, v.34, n.2, p.416-424, 2005.

CONCEIÇÃO, A.J. **A mandioca.** São Paulo: Nobel, 1981, 382p.

De BEM, I.A.B. A mandioca como componente de rações comerciais. In: CONGRESSO LATINO-AMERICANO DE RAÍZES TROPICAIS, 1, 1996, São Pedro. **Anais...** São Pedro, 1996. p.75-77.

FANCELLI, L. A. & DOURADO NETO, D. **Produção de milho.** Guaíba: Agropecuária, 2000. 360p.

FAO. Statistical Databases. Agriculture. Plant production and protection division. Disponível em: <<http://www.fao.org>>. Acesso em: 13 de dezembro de 2009.

FAO. Food and agriculture organization of the united nations. Disponível em: <[www.faostat.fao.org](http://www.faostat.fao.org)>. Acesso em: 11 de janeiro de 2010.

FAO. 2007. Partnership formed to promote cassava staple food of 600 million people. Disponível em: <<http://www.fao.org/english/newsroom/news/2002/10541-en.html>>. Acesso em: 28 de julho de 2009.

FERRARI JUNIOR, E.; LAVEZZO, W. Qualidade de silagens de capim elefante (*Pennisetum purpureum* Schum) emurhecido ou acrescido de farelo de mandioca. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa-MG, v.30, n.5, p. 1424-1431, 2001.

FERRI, P. **Extração de proteínas de folhas de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz.) para obtenção de concentrado protéico.** Cascavel: PR, 2006. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola), Centro de Ciências Exatas e Tecnológica, Universidade Estadual do Oeste do Paraná – Campus Cascavel, 112p, 2006.

GEOGRAFIA DE ARAPIRACA. Disponível em: <[www.achetudoeregiao.com.br/AL/arapiraca/localizacao.htm](http://www.achetudoeregiao.com.br/AL/arapiraca/localizacao.htm)>. Acesso em : 23 de novembro de 2010.

GOEBEL, M.A. **Organização e coordenação do sistema agroindustrial da mandioca na microrregião oeste do Paraná.** Toledo: PR, 2005. Dissertação (Mestrado em Gestão e Desenvolvimento Agroindustrial), Centro de Ciências Sociais Aplicadas, Universidade Estadual do Oeste do Paraná – Campus Toledo, 148p, 2005.

GROXKO, M. **Análise da conjuntura agropecuária Safra 2010/11: Mandioca.** SEAB/DERAL. 2010. 16p.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <[www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/pam/2009/tabelas\\_pdf/tabela01.pdf](http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/pam/2009/tabelas_pdf/tabela01.pdf)>. Acesso em: 26 de agosto de 2011.

ÍTAVO, L.C.V.; SANTOS, G.T. dos.; JOBIM, C.C. Efeito de aditivos nos parâmetros fermentativos da silagem de bagaço de laranja. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 35., 1998, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1998. p.385-387.

JONES, G.M.; DONEFER, E.; SAVED, A. et al. Intake digestibility by sheep of wilted alfafa timothy or corn silages ensiled at low and high dry matter levels. **Journal of Animal Science**, v.36, n.6, p.1315-1320, 1971.

JUSTE JR. E.S.G. Produtos e subprodutos da mandioca. **Informe Agropecuário**, v.5, n.59/60, p.89-93, 1979.

LAKPINI, C.A.M., BALOGUN, B.I., ALAWA, J.P. Effects of graded levels of sun-dried cassava peels in supplement diets fed to Red Sokoto goats in first trimester of pregnancy. **Animal Feed Science Technology**, v.67, p.197-204, 1997.

LISSETE, L.O.; RAMIREZ, M. Analisis de los cambios ocurridos en ensilages de King Grass a nível de laboratorio y silos pilotos. **Pastos e Forrages**, v.12, n.1, p.83-88, 1989.

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

MARQUES, J.A.; PRADO, I.N.; ZEOULA, L.M.; et al. Avaliação da Mandioca e Seus Resíduos Industriais em Substituição ao Milho no Desempenho de Novilhas Confinadas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa-MG, v.29, p.1528- 1536, 2000.

MARQUES, J.A.; CALDAS NETO, S.F. **Mandioca na alimentação Animal: Parte Aérea e Raiz**. Campo Mourão – PR. CIES, 28p. 2002.

MARTINS, A.S., PRADO, I.N., ZEOULA, L.M., BRANCO, A.F., NASCIMENTO, W.G. Digestibilidade aparente de dietas contendo milho ou casca de mandioca como fonte energética e farelo de algodão ou levedura como fonte protéica em novilhas. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**. Viçosa-MG, v.29, n.1, p.269, 2000.

McDONALD, P. **The biochemistry of silage**. Chichester: John Wiley & Sons, 1981. 228p.

MILFORD, R.; MINSON, D.J. The feeding value of tropical pastures. In: DAVIES, W.; SKIDMORE, C. L. (Ed.). **Tropical Pastures**. Londres: Faber and Faber. 1966, p. 106-114.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO (MAPA). **Projeções de agronegócio: Brasil – 2009/10 a 2019/20**. 48p. 2010.

MODESTO, E.C. **Silagem de rama de mandioca (*Manihot esculenta*, Crantz) para vacas leiteiras em lactação: avaliação nutricional e desempenho produtivo**. 2002. 237f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Estadual de Maringá.

MODESTO, E.C. *et al.* Efeito da substituição da silagem de milho pela silagem do terço superior da rama de mandioca na qualidade do leite de vacas da raça Holandesa. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE QUALIDADE DO LEITE, 2004, Passo Fundo, RS. **Anais...** Passo Fundo: CBQL, 2004a. CD-ROOM.

MODESTO, E.C.; SANTOS, G.T.; VILELA, D.; SILVA, D.C.; FAUSTINO, J.O.; J.C.C.; DETMANN, E.; ZAMBOM, M.A.; MARQUES, J.A. Caracterização químico-bromatológica da silagem do terço superior da rama de mandioca. *Acta Scientiarum* Maringá-PR, v.26, n.1, p. 137-146, 2004.

MODESTO, E. C.; SANTOS, G.T.; SILVA, D.C.; et al. Substituição da silagem de milho pela silagem do terço superior da rama de mandioca na alimentação de vacas leiteiras. Disponível em: [www.uem.br/publicacoes/stamaria/sta.maua-09pdf](http://www.uem.br/publicacoes/stamaria/sta.maua-09pdf). Acesso em 20/09/2009b.

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

MUCK, R.E. Factores influencing silage quality and their implications for management. *Journal of Dairy Science*, v.71, n.11, p.2992-3002, 1998.

NEUMANN, M.; MÜHLBACHI, P.R.F.; NÖRNBERG, J.L.; OST P.R.; RESTLE, J.; SANDINI, I.E.; ROMANO, M.A. Características da fermentação da silagem obtida em diferentes tipos de silos sob efeito do tamanho de partícula e da altura de colheita das plantas de milho. *Ciência Rural*, Santa Maria-RS, vol.37, n.3, p. 847-854, 2007

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of dairy cattle**. 7.ed. Washington: National Academy Press, 1996. 404p.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of dairy cattle**. 7.ed. Washington: National Academy Press, 2001. 381p.

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-MG. v.8, n.2, p. 203-213, 1984.

PEIXOTO, A.R. **Mandioca**. 2ª edição, Edições SAI, 36P., 1963.

PENTEADO, M.V.C. & FLORES, C.I.O. Folhas de mandioca como fonte de nutrientes. In: *Cultura de tuberosas amiláceas latino americanas. Manejo, uso e tratamento de subprodutos da industrialização da mandioca*, vol. 4, capítulo 3, São Paulo, Fundação Cargill: p. 48-67, 2001.

PINHO, E. Z.; COSTA, C.; ARRIGONI, M. B.; SILVEIRA, A. C.; PADOVANI, C. R.; PINHO, S. Z. Fermentation and nutritive value of silage and hay made from the aerial part of cassava (*Manihot esculenta* Crantz.). *Scientia Agricola*, v.61, n.4, p. 364-370, 2004.

PINTO, A.P. **Avaliações químicas, nutricionais e microbiológicas das silagens de bagaço de laranja e de milho**. Londrina: UEL, 2006. Tese (Doutorado em Ciência Animal), Centro de Ciências Agrárias, Universidade Estadual de Londrina, 2006.

PRATA, F.C. **Principais Culturas do Nordeste**. 2ª edição, vol. II, Coleção Mossoroense, Editerra, 215p., 1983.

RAMOS, P.R.; PRATES, E.R.; FONTANELLI, R.S. *et al.* Uso do bagaço de mandioca em substituição ao milho no concentrado para bovinos em crescimento. 2. Digestibilidade aparente, consumo de nutrientes digestíveis, ganho de peso e conversão alimentar. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa-MG, v.29, n.1, p.300-305, 2000.

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 campi-marandu. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa-MG, v.38, n.2 p. 230-239, 2009.

ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L.; *et al.* **Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos: Composição de Alimentos e Exigências Nutricionais**. Viçosa, UFV/DZO, 3ª. Ed, 2011, 256p.

SAMPAIO, Y.; COSTA, E.F.; SAMPAIO, L.M.B.; SANTIAGO, A.D. **Eficiência econômica e competitividade da cadeia produtiva da mandioca em Alagoas**. SEBRAE/AL, 2003, 84P.

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.

STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM - SAS. SAS user's guide: Stat, Version 6., 4.ed. Cary: SAS Institute, 1996. 955p.

SILVA, D.J. e QUEIROZ, A.C. **Análise de Alimentos: Métodos Químicos e Biológicos**. 3ª ed. Viçosa: UFV, 2002. 235 p.

SILVA, F. F.; AGUIAR, M. S. M. A.; VELOSO, C. M.; PIRES, A. J. V.; BONOMO, P.; DUTRA, G. S.; ALMEIDA, V. S.; CARVALHO, G. G. P.; SILVA, R. R.; DIAS, A. M.; ÍTAVO, L. C. V. Bagaço de mandioca na ensilagem de capim elefante: qualidade das silagens e digestibilidade dos nutrientes. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.59, n.3, p. 719-729, 2007.

SILVA, C.F.P.G.da; PEDREIRA, M.dos S.; FIGUEIREDO, M.P. de; BERNARDINO, F.S.; FARIAS, D.da H. Qualidade fermentativa e caracterização químico-bromatológica de silagens da parte aérea e raízes de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz). **Acta Scientiarum Animal Sciences**. Maringá-PR, v.32, n.4, p. 401-408, 2010.

SILVEIRA, A.C. Técnicas para produção de silagens. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DAS PASTAGENS, 2., 1975, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: ESALQ, 1975, p.156-186.

SILVEIRA, A.C. Produção e utilização de silagens. In: SEMANA DE ZOOTECNIA, 2., 1988, Campinas. **Anais...** Campinas: Fundação Cargill, 1988. p.119-134.

SIQUEIRA, G.R. et al. Perdas de silagens de cana-de-açúcar tratadas com aditivos químicos e bacterianos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa-MG, v.36. n.6, p. 2000-2009, 2007.

SUZUKI, M.T. **Isolamento, identificação e caracterização de linhagens endofíticas de *Bacillus thuringiensis* de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz)**. São Paulo: USP, 2006. Dissertação (Mestrado em Biotecnologia), Instituto de Ciências Biomédicas da Universidade de São Paulo, 2006.

TAFUR, M.S.M. **La yuca en la alimentación Animal**. En: Ospina, B y Ceballos (eds). La yuca em el tercer milênio: Sistemas modernos de produccion, procesamiento, utilización y comercialización, CIAT-CLAYUCA-MADR-FENAVI. Publicación CIAT# 327, Impreso en Colombia, p. 34-45, 2002.

TAKAHASHI, M.; FAGIOTTO, R. Balanço em Massa de Industria de Farinha de Mandioca em da Região de Paranaíba. In: Congresso Brasileiro de Mandioca, 4, 1990, Londrina-PR, **Anais...** Londrina, 1990.

TAYAROL MARTINS, L.C. **Bovinos – volumosos suplementares**. São Paulo: Nobel, 1997, 143p.

TERNES, M. **Fisiologia da Planta**. In: Culturas de tuberosas amiláceas latino americanas. Vol. 2, capítulo 4, São Paulo, Fundação Cargill: p. 66-83, 2002.

TIESENHAUSEN, I.M.E.V. Von. O feno e a silagem da rama de mandioca na alimentação de ruminantes. **Informe Agropecuário**, v.13, n.145, p.42-52, 1987.

TOSI, H. **Ensilagem de gramíneas tropicais sob diferentes tratamentos**. 1973. 107 f. Tese (Doutorado em Produção Animal) - Universidade Estadual Júlio Mesquita Filho, Botucatu, 1973.

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

VAN SOEST, P. J. **Nutrition ecology of the ruminant**. 2. ed. Ithaca: Cornell University Press, 1994.

VELLOSO, L.; ROCHA, G. L.; FARIA, V. P. Avaliação de silagens de milho com ou sem aditivo, pelo sistema Flieg. **Bol. Ind. Anim.**, v.30, p.245-251, 1973.

VELOSO, C.M.; RODRIGUEZ, N.M.; CARVALHO, G.G.P.; et al. Degradabilidade ruminal da matéria seca e da proteína bruta de folhas e folíolos de forrageiras tropicais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa-MG, v.35, n.2, p.613-617, 2006.

ZEOULA, L.M.; CALDAS NETO, S.F. Recentes avanços em amido na nutrição de vacas leiteiras. In: TEXEIRA, J.C.; SANTOS, R.A.; DAVID, F.M. e TEIXEIRA, L.F.A.C. **2º Simpósio internacional em bovinocultura de leite: Novos conceitos em nutrição**. Lavras: UFLA–FAEPE, P.199-228, 2001.

ZINN, R.A.; DEPETERS, E.J. Comparative feeding value of tapioca pellets for feedlot cattle. **Journal of Animal Science**, v.69, p.4726-4733, 1991.