

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL E PASTAGENS

SILAGEM DE SUBPRODUTOS DA MANDIOCA COMO  
FONTE ALIMENTAR DE RUMINANTES

Autora: Jucelane Salvino de Lima  
Orientador: Prof. Dr. Willian Gonçalves do Nascimento

GARANHUNS  
Estado de Pernambuco  
fevereiro – 2013

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL E PASTAGENS

SILAGEM DE SUBPRODUTOS DA MANDIOCA COMO  
FONTE ALIMENTAR DE RUMINANTES

Autora: Jucelane Salvino de Lima  
Orientador: Prof. Dr. Willian Gonçalves do Nascimento

Dissertação apresentada, como parte das exigências para obtenção do título de MESTRE EM CIÊNCIA ANIMAL E PASTAGENS, no programa de Pós-Graduação em Ciência Animal e Pastagens da Universidade Federal Rural de Pernambuco – Área de concentração: Produção de Ruminantes.

GARANHUNS  
Estado de Pernambuco  
fevereiro - 2013

Ficha Catalográfica  
Setor de Processos Técnicos da Biblioteca Setorial UFRPE/UAG

L732s Lima, Jucelane Salvino de  
Silagem de subprodutos da mandioca como  
alimentar de ruminantes/Jucelane Salvino de  
Lima.- Garanhuns, 2013

72f.

Orientador: Willian Gonçalves do Nascimento  
Dissertação ( Mestrado em ciência animal e  
pastagem) .-  
Universidade Federal Rural de Pernambuco - Unidade  
Acadêmica de Garanhuns, 2013.  
Inclui anexo e bibliografias

CDD: 633.2

1. Pastagens
  2. Silagem- mandioca
  3. Ruminantes- Carboidratos e proteínas
- I. Nascimento, Willian Gonçalves do  
II. Título

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL E PASTAGENS

SILAGEM DE SUBPRODUTOS DA MANDIOCA COMO  
FONTE ALIMENTAR DE RUMINANTES

Autora: Jucelane Salvino de Lima  
Orientador: Prof. Dr. Willian Gonçalves do Nascimento

TITULAÇÃO: Mestre em Ciência Animal e Pastagens  
Área de concentração: Produção de ruminantes

APROVADA em 25 de fevereiro 2013



Profa. D.Sc. Adriana Guim  
(PPGZ - UFRPE)



Profa. D.Sc. Geane Dias Gonçalves Ferreira  
(PPGCAP – UFRPE)



Prof. D.Sc. André Luiz Rodrigues Magalhães  
(PPGCAP – UFRPE)



Prof. D.Sc. Willian Gonçalves do Nascimento  
(PPGCAP – UFRPE)  
(Orientador)

## VIDA

“Já perdoei erros quase imperdoáveis,  
Tentei substituir pessoas insubstituíveis e  
Esquecer pessoas inesquecíveis.

Já abracei pra proteger, Já dei risada quando não podia,  
Já fiz amigos eternos, já amei e fui amado,

Mas também  
Já fui rejeitado, Já fui amado e não soube amar.

Já gritei e pulei  
de tanta felicidade,  
Já vivi de amor e fiz juras eternas , mas "quebrei a cara"  
Muitas vezes!

Já chorei ouvindo música e vendo fotos,  
Já liguei só pra escutar uma voz,  
Já me apaixonei por um sorriso,  
Já pensei que fosse morrer de tanta saudade e...

...tive medo de perder alguém especial (e acabei perdendo)!  
Mas sobrevivi! E ainda vivo!  
Não passo pela vida...

E você também não deveria passar. Viva!

Bom mesmo é ir à luta com determinação,  
Abraçar a vida e viver com paixão,  
Perder com classe e vencer com ousadia,  
Porque o mundo pertence a quem se atreve e  
A VIDA é MUITO  
para ser insignificante".

Charles Chaplin

A

Meu grande Deus  
Pela força e dom da vida

A

Meus irmãos Emanuel, José Mariano, Kele  
Jucilene, Laudicéia e Crécia  
Pelo amor e estímulo a mim dedicado

A

Meus sobrinhos Larissa Vitória, Júlia Grazielly  
Antônio Mário, Marcely e Shofia  
Por ser minha alegria sempre

A

Meus pais Antônio Vieira e Maria Clara  
Pelo incondicional amor e compreensão

A

Meus familiares

## AGRADECIMENTOS

A Deus primeiramente por ser minha fortaleza, me guiando em todos os caminhos da minha vida.

Aos meus pais, Maria Clara e Antônio Vieira, pelo incentivo, amor, por nunca me deixarem desanimar, pelo auxílio financeiro e por sempre estarem ao meu lado em todos os momentos da minha vida.

A meus irmãos Emanuel, José Mariano, Maria Kele, Jucilene, Laudicéia e Crécia pelo amor, pelo incentivo, conselhos e compreensão, que me fizeram superar todas as dificuldades.

Ao meu orientador Willian Gonçalves do Nascimento, pelo apoio, pela paciência, disposição, ensinamentos e orientação durante todo curso.

Ao meu querido Kedes (Fii), por todo amor, companheirismo e dedicação a mim oferecida.

A meus Co-orientadores Dr. Kedes Paulo Pereira e Dr<sup>a</sup> Geane Dias Gonçalves Ferreira pelo apoio, paciência, conhecimento transmitido, confiança a mim depositada, amizade e pela oportunidade a mim oferecida.

A FACEPE e a todos os brasileiros que têm contribuído para concessão da bolsa de estudos.

À turma de mestrado 2011.1 Erickson, Carolina e Fábiana por compartilharem comigo sonhos, medos, tristezas e momentos felizes durante todo o curso.

Aos mestrandos, Tibério, Liberato, Artur, Natália, Helton, Hélio, Leones, Luciana, Sthefany, Poliana, Jarbas Miguel, Messias, Ribamar, Janieire, Janiele, Ricardo, Eduardo e Rodrigo.

Aos doutorandos Janete Gomes, Carol de Recife e Tiago pela ajuda no laboratório.

Aos que estavam na graduação Wemerson, Aline Evanielly, Jaciely, Cláudia, Paulinho, Italvan, Paulo Roberto, Ana Gisele, Angélica, Géssica, Edmário pela ajuda nas análises de laboratório.

Em especial, a meus amigos Kelly Cristina, Daurivane (Pequenino) Fábiana, Carolina, Marla, Mariana, Patrícia Maia, por serem minha família e meus amigos durante esta jornada.

Aos professores Omer Cavalcante, Karla Andrade, Gustavo Duda, Gerson Mourão, Ivan Sampaio, Airon Aparecido, Carlos Ribeiro, Márcio Vieira, Mácio, Juliene, Marcelo Martins, Álvaro, Aluísio, Kleber Régis pela oportunidade, disposição, por acreditar e fazer a diferença em minha vida.

Em especial, ao professor André Luiz, pessoa de presença marcante, influente e sutil; de sabedoria inquestionável que levarei como exemplo de professor e pesquisador.

As PNPd, Marcia Mourão, pessoa doce e agradável, Maria Alice e Josilaine pelo auxílio sempre que precisei durante o curso.

Ao professor visitante Alberício pelas contribuições neste trabalho.

A todos os funcionários da Unidade Acadêmica de Garanhuns em especial ao senhor Cláudio sempre prestativo, Paulinho e senhor Ivan.

Enfim, a todos aqueles que contribuíram direta ou indiretamente para a realização deste trabalho.



## BIOGRAFIA

JUCELANE SALVINO DE LIMA, filha de Antônio Vieira de Lima e Maria Clara Salvino de Lima, nasceu no município de Correntes, Pernambuco, em 30 de Abril de 1986. Ingressou no curso de Zootecnia no ano de 2006, na Universidade Federal Rural de Pernambuco, Unidade Acadêmica de Garanhuns – UFRPE/UAG, em janeiro de 2010 a março de 2010 realizou estágio na Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA SUDESTE, obtendo o título de Bacharel em Zootecnia em 18 de fevereiro de 2011. Em Março de 2011, iniciou o curso de Mestrado em Ciência Animal e Pastagens pela Universidade Federal Rural de Pernambuco, Unidade Acadêmica de Garanhuns – UFRPE/UAG, concentrando seus estudos na área de produção de ruminantes, tendo, em 25 de fevereiro de 2013, submetida à defesa da presente dissertação.

## ÍNDICE

	Página
LISTA DE TABELAS.....	ix
TABELAS DE APÊNDICE.....	x
RESUMO GERAL.....	xi
ABSTRACT .....	xii
I INTRODUÇÃO GERAL.....	1
1.1 Panorama da produção e importância socioeconômica da mandioca.....	2
1.2 Subprodutos da cultura da mandioca na alimentação animal.....	4
1.3 Uso da parte aérea e subprodutos da mandioca na alimentação de ruminantes.....	5
1.4 Referências bibliográficas.....	8
CAPÍTULO I. Características fermentativas, composição química e digestibilidade <i>in vitro</i> da silagem de subprodutos da mandioca.....	12
Resumo.....	12
Abstract.....	13

Introdução.....	14
Material e Métodos.....	19
Resultados e Discussão.....	27
Conclusões.....	43
Referências Bibliográficas.....	44
Conclusões Gerais.....	51
Apêndice.....	52

## LISTA DE TABELAS

	Página
TABELA 1. Composição química e energética dos ingredientes <i>in natura</i> utilizados para confecção das silagens.....	24
TABELA 2. Valores médios de temperatura, pH e estabilidade aeróbia da silagem de folhas de mandioca acrescida de raspa.....	27
TABELA 3. Perdas por gases, índice de recuperação de matéria seca e composição mineral da silagem de folhas de mandioca acrescida de raspa.....	29
TABELA 4. Composição química da silagem de folhas da mandioca acrescida de raspa.....	34
TABELA 5. Composição energética (Mcal/kg) da silagem de folhas da mandioca acrescida de raspa.....	37
TABELA 6. Proteína bruta total e frações da proteína da silagem de folhas da mandioca acrescida de raspa.....	38
TABELA 7. Carboidratos totais e frações dos carboidratos da silagem de folhas da mandioca acrescida de raspa.....	39
TABELA 8. Digestibilidade <i>in vitro</i> (kg/kg MS) da silagem de folhas da mandioca acrescida de raspa.....	41

## TABELAS DO APÊNDICE

	Página
<b>Tabela 1A</b> - Valores de pH da silagem de folhas de mandioca acrescida com raspa...	52
<b>Tabela 2A</b> - Valores de temperatura (°C) ambiente e da silagem de folhas de mandioca acrescida com raspa.....	56
<b>Tabela 3A</b> – Perda por gases (PG), recuperação de matéria seca (RMS), estabilidade aeróbia (ESTB) e composição mineral da silagem de folhas de mandioca acrescida de raspa.....	65
<b>Tabela 4A</b> - Composição química* dos ingredientes <i>in natura</i> utilizados para confecção da silagem.....	66
<b>Tabela 5A</b> - Composição química* da silagem de folhas de mandioca acrescida de raspa.....	69
<b>Tabela 6A</b> - Carboidratos totais e frações dos carboidratos, proteína bruta total e frações da proteína* e digestibilidade <i>in vitro</i> da matéria seca, proteína bruta e fibra de detergente neutro da silagem de folhas de mandioca acrescida de raspa.....	71

## RESUMO GERAL

Objetivou-se com o presente trabalho determinar as características qualitativas da silagem de folhas da mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) acrescida ou não com a raspa da mandioca, por meio da avaliação da composição químico-bromatológica, digestibilidade *in vitro*, fracionamento dos carboidratos e das proteínas, a estabilidade aeróbia, a recuperação de matéria seca, o pH, a temperatura e a perda por gases. Foram utilizados minisilos experimentais em tubos de PVC constituídos de válvulas de *Bunsen*, com uma densidade de 685,0 kg/m<sup>3</sup>. Os silos foram abertos após 30 dias de armazenamento. O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado, com cinco níveis de inclusão de raspa (0, 10, 20, 30 e 40%) e três repetições. Foi utilizado o programa SAS<sup>®</sup> para análise estatística, e os resultados analisados por equações de regressão. Houve efeito dos níveis de inclusão de raspa sobre a estabilidade aeróbia, perda por gases, para os macronutrientes fósforo, potássio e nos valores de pH. Não houve efeito dos níveis de inclusão para a recuperação de matéria seca, sódio, cálcio e magnésio. As silagens com zero e 40% de inclusão da raspa de mandioca apresentaram maior estabilidade aeróbia (108 h), com valores de pH entre 4,22 e 4,51 para 96 h de exposição ao ar e todas apresentaram baixas perdas por gases. Observou-se efeito linear crescente para o teor de MS das silagens aumentando de 222,06 g/kg de MS para 460,76 g/kg de MS para nível 0 e 40%, respectivamente; os teores de PB obtiveram valores médios de 248,46 a 113,58 g/kg MS a medida que aumentou o nível de inclusão da raspa; os teores de FDA e lignina apresentaram efeito linear decrescente com menor teor para níveis a partir de 20%. Os valores de energia EB, EM, ED e NDT, apresentaram efeito quadrático em função dos níveis de inclusão da raspa. Houve efeito dos níveis de inclusão para DIVMS e DIVFDN com efeito linear crescente e para DIVPB observou-se efeito quadrático, no geral variaram de 0,74 a 0,85 kg/kg de MS.

Em relação às frações da PB, as silagens apresentaram no geral maior fração A, seguido de B1+B2, com efeito linear decrescente; não houve efeito significativo para a fração B3 da PB; para a fração C da PB houve efeito linear, decrescente, sendo as silagens com 20 e 30% de inclusão com menores valores dessa fração. Para as frações dos carboidratos houve efeito significativo para todas as frações A+B1, B2 e C, apresentando maior proporção de frações potencialmente digestíveis com menor valor de fração C para as silagens com 20 e 30% de inclusão. A silagem de folhas da mandioca acrescida de raspa destaca-se pela boa composição química, elevado NDT, alta digestibilidade *in vitro* e se destaca quanto às frações de carboidratos e proteínas. Recomendam-se níveis de 30% de inclusão da raspa, novas pesquisas devem ser realizadas quanto à digestibilidade *in vitro* visando melhorar o potencial de utilização silagem de folhas de mandioca acrescida de raspa como fonte alimentar de ruminantes.

**Palavras – chaves:** Composição química, digestibilidade *in vitro*, frações dos carboidratos e proteínas, subprodutos da mandioca

## ABSTRACT

The objective of this research was to determine the qualitative characteristics of cassava leaves (*Manihot esculenta* Crantz) silage, with and without the addition of cassava scrapings, through the evaluation of chemical composition, *in vitro* digestibility, breakdown of carbohydrates and proteins, aerobic stability, recovery of dry matter, pH values, temperature and gas loss. It was used experimental minisilos PVC tubes containing Bunsen valves, with density of 685.0 kg/m<sup>3</sup>. The silos were opened after 30 days after storage. The experimental design was completely randomized with five inclusion levels of scrapes (0, 10, 20, 30 and 40%) and three replications. It was used SAS ® for statistical analysis, and the results were analyzed by regression equations. No effect of inclusion of scrapes on the aerobic stability was found, loss of gases, for macronutrients phosphorus, potassium and pH values. No effect of inclusion levels for the recovery of dry matter, sodium, calcium and magnesium. The silages with zero and 40% inclusion of cassava had higher aerobic stability (108 h), with pH values between 4.22 and 4.51 in 96 h after air exposure and all gases exhibited low losses. It was observed increased linearly for the DM content of the silage increased 222.06 g / kg DM to 460.76 g / kg DM to level 0 and 40%, respectively, the CP had average values of 248 , 46 to 113.58 g /kg DM as increased the level scrapes inclusion; ADF and lignin levels showed a decreasing linear effect with less content for levels starting at 20%. Energy values as EB, DE and TDN, had quadratic effect depending on the levels of inclusion of scrapes. There was an effect of inclusion levels for IVDMD and IVNDFD with increasing linear effect, and for DIVPB, a quadratic effect was observed, in general ranged from 0.74 to 0.85 kg / kg DM. In relation to CP fractions, silages had higher overall fraction A, followed by B1 + B2, with a decreasing linear effect, there was no significant effect for the B3 of PC fraction; for CP fraction C were linearly decreasing in the silage with 20 and 30% inclusion, showing then lower values of this fraction. For the carbohydrate fractions were significant for all fractions A + B1, B2 and C, showing a higher proportion of potentially digestible fraction of less value C for silage with 20 and 30% inclusion. The cassava leaves silage plus shaving stands out for good chemistry, high TDN, high *in vitro* digestibility and stands out as the fractions of carbohydrates and proteins. The recommendations are levels of 30% inclusion of scrapes, further research should be conducted regarding *in vitro* to improve the potential use of cassava leaves silage plus scrapes as a food source for ruminants.

**Key - works:** Chemical composition, *in vitro* digestibility, protein and carbohydrate fractions, by-products of cassava





## INTRODUÇÃO GERAL

A globalização dos sistemas de produção e as altas demandas dos produtos de origem animal têm levado a transformações nos setores produtivos agropecuários e, com isso, novas tendências no mercado mundial para a alimentação animal surgiram, com o intuito de manter os sistemas mais competitivos e sustentáveis. Essas tendências exigem maior eficiência qualitativa na produção, buscando alimentos que supram as exigências nutricionais dos animais e com menor custo.

Neste contexto, no Brasil em que o sistema extensivo é predominante, as forragens constituem o principal alimento na dieta dos ruminantes. Contudo, em vista aos recentes acontecimentos climáticos, como as secas atípicas em algumas regiões do país, ocasionaram maior aumento do custo de produção, principalmente no que se refere à alimentação.

Uma das soluções viáveis para tantos entraves na alimentação de ruminantes em determinadas épocas do ano seria a utilização de alimentos alternativos disponíveis em cada região, uma vez que a utilização de resíduos do campo e da agroindústria da mandiocultura surge como fonte de energia e proteína, aproveitando além das raízes tuberosas, as folhas, as quais contêm elevado teor protéico.

Atualmente pesquisas têm demonstrado que a silagem de milho pode ser substituída por subprodutos da mandiocultura, sem alterar o consumo e o desempenho produtivo, com isso contribuindo para a redução do uso de concentrados na alimentação animal sem interferir no atendimento dos requisitos nutricionais de manutenção e de produção dos animais ruminantes de pequeno e grande porte (FERREIRA et al., 2007; MODESTO et al., 2008; DIAS, et al., 2008; PIRES, et al., 2009; FARIA et al., 2011).

A utilização da mandioca e dos seus subprodutos agroindustriais pode ser uma alternativa viável e de suma importância para os sistemas produtivos onde esses

alimentos são encontrados com alta disponibilidade, tendo melhor aproveitamento dos mesmos, além de eliminar esses resíduos do campo, que podem chegar a duas toneladas por hectare (SAGRILO et al., 2008), promovendo assim um destino ecologicamente correto do ponto de vista ambiental, de milhares de toneladas de subprodutos da agroindústria e do campo (NUNES et al., 2007).

O tema sustentabilidade o qual vem sendo discutido em conferências em todo mundo, retrata a influência da produção agropecuária sobre o ambiente e o homem. Assim a forma com que estão sendo destinados os subprodutos oriundos dos diversos sistemas de produção é bastante estudada, sendo uma delas, a transformação desses subprodutos como estratégias alimentares para serem utilizados para a alimentação animal (SOUZA et al., 2009; BOHNENBERGER et al., 2010).

Desta forma, há uma preocupação da comunidade científica atual em desenvolver técnicas ou estratégias nutricionais que possam melhorar a utilização dos subprodutos da agroindústria na alimentação animal, como por exemplo, o uso da conservação na forma de silagem (MODESTO et al., 2008).

Diante do exposto, a silagem de folhas de mandioca apresenta potencial para utilização na alimentação animal, tanto pelo valor nutricional como pela disponibilidade, sendo relevante principalmente nos períodos críticos do ano.

Desta forma, essas alternativas vêm causando transformações relevantes nos sistemas de produção, principalmente aqueles com pouca tecnologia, pois, o simples fato da confecção da silagem de subprodutos como as folhas da mandioca, pode ser uma boa alternativa para diminuir os custos produtivos, principalmente, para os pequenos e médios produtores.

## **1.1 Panorama da produção e importância socioeconômica da mandioca**

A mandioca é uma planta pertencente à família *Euphorbiaceae*, constituída por mais de 7.200 espécies. Classificada inicialmente por Crantz no ano de 1766 e posteriormente em 1910 foi reclassificada com o gênero *Manihot*, onde atualmente tem nome científico de *Manihot* Crantz (FAO, 2012). Dentre as variedades de mandioca existentes, duas têm grande importância econômica: a *M. esculenta* e a *M. glaziovii*, em

que a primeira é utilizada para a produção de farinha, amido, alimentação humana e animal e a segunda para produzir látex.

Apresenta-se como espécie autóctone, em que são adaptadas as várias condições tropicais desde regiões tropicais (úmidas e quentes) até subtropicais (invernos frios ou chuvas de verão), em paralelos de latitudes 20°-30° Norte e Sul, com altitudes de até 2300 m (PEQUENO et al., 2007), desenvolve-se em temperaturas entre 20 e 30°C com precipitação anual entre 600 e 3000 mm. Desta forma a vantagem comparativa em relação às outras culturas de importância agrônômica é a sua capacidade de tolerar solos com baixas fertilidades e ácidos, além de se desenvolver bem em solos com preparo convencional e sobreviver em condições de seca (FAO, 2012), fator de suma importância a ser considerado, uma vez que em regiões mais secas, essa cultura tem papel relevante no sistema de produção agrícola. (PRESTON et al., 1999; SILVA et al., 2009).

Na América Latina, o Brasil é responsável por produzir 25,74 milhões de toneladas, ficando atrás somente da produção da cana-de-açúcar, soja e milho com 690,8, 70,0 e 34,2 milhões de toneladas, respectivamente (CONAB, 2012). Possui área plantada de 2,1 milhões de hectares, com produtividade média de 13,6 ton/ha de mandioca, o que torna relevante cada vez mais os estudos na utilização desses subprodutos como a raspa e as folhas da mandioca na alimentação animal.

O estado de Pernambuco apresenta área plantada de 49.890 hectares, com produção de 520.330 toneladas e rendimento médio de 11.132 kg/ hectare (IBGE, 2011).

A planta da mandioca é formada pela parte aérea e raízes tuberosas, onde na parte aérea encontram-se as folhas, pecíolos e caule, sendo este último usado para a propagação vegetativa e, a parte inferior, onde se encontram as raízes, usadas para a alimentação animal ou humana, sendo seu cultivo de grande importância socioeconômica (OTSUBO, et al., 2008; SILVA et al., 2012), o que segundo DEMIATE & KOTOVICZ (2011) é o alimento básico dos produtores rurais.

No processamento da mandioca as folhas e as hastes podem ser usadas para a alimentação animal na forma *in natura* (triturada) ou conservada (silagem ou feno), a raiz pode ser usada crua na alimentação animal, cozida ou desidrata (farinhas, raspas e *pellets*), já na indústria se produz o amido, e as raspas, que são usadas para o consumo humano ou animal, em rações balanceadas (FARALDO et al., 2000; CONAB, 2012).

De acordo com MARQUES et al. (2000), a mandioca possui aporte energético e seus subprodutos conferem potencial para serem utilizados na alimentação animal, visando o uso de toda a planta. Diante do exposto, o aproveitamento desses subprodutos principalmente das folhas na forma de silagem, é uma estratégia nutricional viável, que promove a sustentabilidade no campo, evitando desperdícios e suprindo a demanda nutricional dos animais.

## **1.2 Subprodutos da cultura da mandioca na alimentação animal**

As folhas apresentam maior teor de proteína e vitaminas dentre os outros subprodutos da mandioca. Segundo ALETOR (2010) e PEQUENO et al. (2007) a concentração protéica, o teor de minerais e vitaminas dependem da variedade, idade da planta e manejo utilizado no cultivo e as folhas da mandioca em comparação aos grãos cereais apresentam baixo custo e alta disponibilidade, além de elevado teor protéico (SENG & RODRIGUEZ, 2001). Segundo RAVINDRAM (1991) pode variar de 167 a 399 g/kg de proteína bruta na matéria seca.

Segundo CALDAS NETO et al. (2000), a quantidade de subprodutos produzidos pela industrialização da farinha de mandioca gira em torno de 10% de raspa e cerca de 3 a 5% na forma de farinha de varredura. Ao se considerar a rama, observar-se que apenas 20% do total de ramos são utilizadas para o replantio, tendo-se, 80% da parte aérea (folhas e hastes) caracterizada como subproduto, sendo desperdiçada.

Estima-se que aproximadamente 14 a 16 milhões de toneladas da parte aérea são deixadas no campo e se perdem (CARVALHO & KATO, 1987) quando poderiam ser conservadas e utilizadas como alimento disponível para ruminantes durante o período de seca principalmente, visando à produtividade e a sustentabilidade dos sistemas de produção animal nos trópicos (WANAPAT, 2001).

Diante disso, os subprodutos da cultura como as folhas da mandioca podem ser aproveitadas devido a alto teor de proteína, o que acordo com KAVANA et al. (2005) a deficiência de proteína bruta inerente as gramíneas é fator limitante para a produção, principalmente em vacas leiteiras durante a estação seca.

Uma característica antinutricional da mandioca é que a planta, principalmente as folhas, apresentam teores de linamarina, glicosídeo complexo que pode gerar o cianeto livre e formar o ácido cianídrico. O cianeto é a única parte tóxica da linamarina

e lotaustralina, outro glicosídico cianogênico da mandioca. De acordo com KAVANA et al. (2005) uma maneira de reduzir drasticamente o teor do ácido cianídrico das folhas da mandioca é a partir do processo de ensilagem, esses autores concluíram que o teor de ácido cianídrico reduziu de 289 para 20 mg/kg após o processo de ensilagem das folhas da mandioca. Além disso, a silagem de folhas da mandioca apresenta boa palatabilidade quando utilizadas como fonte alimentar para ruminantes (MARJUKI, et al., 2008).

Os compostos antinutricionais das folhas e composição dos nutrientes variam em função das características qualiquantitativa da variedade, da fertilidade do solo, idade da planta e condições edafoclimáticas.

A raspa da mandioca, oriunda da industrialização é um fragmento ou pedaços de raízes de mandioca secas, contudo, alguns trabalhos salientam que as cascas secas e entrecasca do descascamento das raízes também são designadas raspas. O processo de obtenção das raspas consiste em lavagem, trituração e secagem ao sol (SILVA, 2008), podem ser utilizadas na alimentação animal ou usada nas silagens como aditivo absorvente.

Em relação ao valor nutritivo, a raspa, é um subproduto da mandioca rico em carboidratos não fibrosos, e relativamente deficiente em proteína e carboidratos fibrosos. Devido a essas características, as raspas são classificadas como alimentos ricos em energia e comumente são utilizadas como aditivos para silagens, uma vez que aumentam o teor de matéria seca e melhoram o perfil fermentativo, com menores perdas por gases, menor teor de ácido butírico e maior recuperação no teor de matéria seca (ZANINE et al., 2010).

Diante do exposto, o adequado estudo sobre formas de utilização, composição química e aspectos fermentativos da silagem de subprodutos da mandioca é de grande relevância, especialmente por ser uma alternativa viável, menos onerosa e de disponibilidade em regiões tropicais, podendo ser utilizada como fonte alimentar para os animais tanto para os sistemas de subsistência, evitando perdas na produção durante os períodos mais críticos do ano quanto para médios e grandes produtores.

### **1.3 Uso da parte aérea e subprodutos da mandioca na alimentação de ruminantes**

No âmbito da produção animal, o fator que mais onera o custo de produção é a alimentação, principalmente em sistemas mais intensivos de criação o que obriga aos

produtores adquirir produtos com elevada qualidade (LOPES et al., 2011). Entre as mais diversas fontes, os subprodutos da mandiocultura, podem ser uma boa alternativa para melhorar a eficiência econômica, para a redução dos custos (FARIA et al., 2011).

Para períodos com menor disponibilidade alimentos ou épocas mais secas, a conservação na forma de silagem é método eficiente, que visa manter os nutrientes semelhantes à forragem *in natura* devido à fermentação anaeróbica, por possuir maior estabilidade (McDONALD et al., 1991).

A silagem da parte aérea da mandioca é considerada como uma das melhores formas para a conservação desse produto (KAYOULI & LEE, 2000; LY & RODRÍGUEZ, 2001), uma vez que se encontra dentro dos requisitos importantes como a disponibilidade, facilidade do cultivo, boa qualidade e manutenção de suas características bromatológicas após o processo de ensilagem, além de minimizar os riscos de intoxicação dos animais pelo ácido cianídrico, colocando-a como uma das espécies propícias e promissoras para a utilização na alimentação animal (SOUZA & FIALHO, 2003; NUNES IRMÃO et al., 2008).

Para melhorar a qualidade da silagem e a fermentação varias técnicas são utilizadas, com destaque para o uso de aditivos, que têm objetivo de melhorar o padrão fermentativo, evitando perdas da matéria seca e fermentações aeróbicas, os aditivos podem ser classificados em: Estimulantes da fermentação (inoculantes microbianos), fontes de substrato como as enzimas celulasas e hemicelulasas, que degradam a parede celular, açúcares que corresponde ao melaço e sacarose e inibidores da fermentação que melhoram a estabilidade como ácido propiônico, sulfatos e ácido lático (VAN SOEST, 1994).

Segundo ZANINE et al., (2010) um aditivo deve apresentar boa capacidade de reter água, melhorar a palatabilidade e uma complementar os carboidratos para um adequado processo fermentativo. Neste contexto, a raspa da mandioca é considerada um aditivo absorvente, por aumentar o teor de matéria seca e podendo ser considerado também aditivo nutritivo pelo fornecimento de carboidratos á fermentação da forragem ensilada (Ferrari Jr. & Lavezzo, 2001).

ZANINE et al. (2010) avaliaram a silagem de capim-elefante com a raspa de mandioca como aditivo e concluíram que a silagem obteve boa fermentação, com valores mais baixos de pH, N-NH<sub>3</sub>, ácido acético, ácido butírico e valores maiores do ácido lático.

FARIA et al. (2011) analisaram diferentes formas de processamento da casca de mandioca na alimentação de ovinos Santa Inês e concluíram que a casca não alterou o desempenho, as características de carcaça, os rendimentos dos cortes e a morfologia ruminal dos ovinos. Segundo esses mesmos autores, silagem de boa qualidade, dentre outros fatores na nutrição animal, tem como principal objetivo fornecer nutrientes para o atendimento dos requerimentos nutricionais dos animais com sustentabilidade e rentabilidade o que torna o conhecimento da composição químico-bromatológica de grande relevância.

Segundo MODESTO et al. (2004), a parte aérea da mandioca, principalmente as folhas, têm elevados teores de proteína, no entanto apresentam baixos teores de fibra quando comparada a algumas forragens tropicais.

O valor nutricional de um alimento não está unicamente em sua composição química, mas, sobretudo, no quanto o alimento pode ser digestível e metabolizado pelos animais. Um exemplo é o que relata VAN SOEST et al. (1994), em que a energia utilizada pelos ruminantes para suprir suas exigências energéticas nas mais variadas fases fisiológicas, depende de vários fatores como a fermentação ruminal, as concentrações dos metabólitos e os tipos de metabólitos formados no ambiente ruminal, bem como a concentração em que esses metabólitos são absorvidos no trato digestivo, dependendo da eficiência da absorção.

ABRAHÃO et al. (2000) quando avaliaram quimicamente a qualidade do terço superior da parte aérea da mandioca, observaram que a concentração de proteína bruta foi de 200,0 g/kg de MS, quando avaliaram apenas as folhas, obtiveram concentração de 289,0 g/kg de MS, e concluíram que o material é excelente para a alimentação de vacas em lactação .

Avaliando a substituição da silagem de milho pela silagem da rama de mandioca nos níveis de 20, 40 e 60%, MODESTO et al. (2008) não observaram diferenças significativas na digestibilidade dos nutrientes nem no consumo de MS, com médias de 263 g de FDN/kg de MS e 2,35 kg/dia de PB e concluíram que a substituição da silagem de milho pela silagem do terço superior da rama de mandioca até 60%, é uma prática que pode ser adotada conforme a disponibilidade do material na região ou propriedade.

MARQUES et al. (2000), tendo como objetivo estudar o efeito da substituição do milho pela casca de mandioca, farinha de varredura ou raspa de mandioca sobre o ganho em peso, consumo e conversão alimentar e rendimento de carcaça de novilhas



mestiças terminadas em confinamento, concluíram que a substituição do milho pela mandioca e seus resíduos, embora tenha causado redução do consumo do alimento, sobretudo a farinha de varredura, não alterou o ganho em peso, à conversão alimentar da MS e o rendimento de carcaça dos animais. Assim, a mandioca e seus subprodutos podem ser utilizados em substituição ao milho para animais confinados.

Esses mesmos autores recomendaram que os níveis de substituição do milho pela farinha de varredura e raspa de mandioca sejam melhores estudados evitando problemas de acidose e consumo. Salientando que devido aos diversos subprodutos da mandiocultura e milhares de variedades de mandioca existentes, o estudo do valor nutricional e formas de utilização na alimentação animal é de suma importância.

Diante do exposto, objetivou-se com o presente trabalho avaliar silagens de folhas da mandioca acrescidas de raspa como aditivo absorvente.

## Referências Bibliográficas

ABRAHÃO, J.J.S. **Diferentes subprodutos da mandioca na alimentação de bovinos visando à produção de carne e leite.** 2000. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Estadual de Maringá, Maringá.

ALETOR, O. Comparative, nutritive and physicochemical evaluation of cassava (*Manihot esculenta*) leaf protein concentrate and fish meal. **Journal of Food Agriculture and Environment**, v. 8, n.2, p.39-43, 2010.

BOHNENBERGER, L.; GOMES, S.D; COELHO, S.R.M. et al. Concentrado protéico de folhas de mandioca na alimentação de tilápias-do-nilo na fase de reversão sexual. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.6, p.1169-1174, 2010.

CALDAS NETO, S.F.; ZEOULA, L.M.; BRANCO A.F. et al. Mandioca e resíduos das farinhas na alimentação de ruminantes: digestibilidade total e parcial. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.6, p.2099-2108, 2000.

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

CONAB. COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO – Prospecção para safra 2012/13. Disponível em <[http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/12\\_06\\_27\\_09\\_38\\_55\\_mandioca\\_e\\_derivados\\_junho\\_2012.pdf](http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/12_06_27_09_38_55_mandioca_e_derivados_junho_2012.pdf)>. Acessado em: 18/01/2013.

DEMIATE, I.V. & KOTOVICZ, V. Amido de mandioca na indústria brasileira de alimentos. **Ciência Tecnologia de Alimentos**, v.31, n.2, p.388-397. 2011.

DIAS, A.M., SILVA F.F., VELOSO, C.M. et al. Digestibilidade dos nutrientes do bagaço de mandioca em dietas de novilhas leiteiras. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.60, n.4, p.996-1003, 2008.

FAO. FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION. [2012]: La yucca. Disponível em: <<http://ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/010/a1028s/a1028s01.pdf>>. Acessado em: 16/01/2013.

FARALDO, M.I.F.; SILVA, R.M.; ANDO, A. et al. Variabilidade genética de etnovarietades de mandioca em regiões geográficas do Brasil. **Scientia Agrícola**, v.57, n.3, p.499-505. 2000.

FARIA, P.B.; SILVA, J.N.; RODRIGUES, A.Q. et al. Processamento da casca de mandioca na alimentação de ovinos: desempenho, características de carcaça, morfologia ruminal e eficiência econômica. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.12, p.2929-2937, 2011.

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

FERREIRA, G.D.G.; OLIVEIRA, R.L.; CARDOSO, E.C. et al. Valor Nutritivo de co-produtos da mandioca. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.8, n.4, p.364-374, 2007.

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. [2011]. **Produção por estado**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/estadosat/temas.php?sigla=pe&tema=lavouratemporaria2011>>. Acessado em: 10/01/2013.

KAYOULI, C.& LEE, S. **Silage from by-products for smallholders**. [2000]. Disponível em: <<http://www.fao.org/docrep/005/X8486E/x8486e01.htm>> Acessado em 12/02/2013.

KAVANA, P.Y.; MTUNDA K.; ABASS A. et al. [2005]. Promotion of cassava leaves silage utilization for smallholder dairy production in Eastern coast of Tanzania. **Livestock Research for Rural Development**. v.17, n.43. Disponível em <<http://www.lrrd.org/lrrd17/4/kava17043.htm>>. Acessado em 03/02/2013.

LOPES, L.S.; LADEIRA, M.M.; NETO, O.R.M. et al. Viabilidade econômica da terminação de novilhos nelore e Red Norte em confinamento na região de Lavras-MG. **Ciência e agrotecnologia**, v.35, n.4, p.774-780, 2011.

LY J. & RODRÍGUEZ, L. **Studies on the nutritive value of ensiled cassava leaves for pigs in Cambodia** [2001]. Disponível em: <http://www.mekarn.org/procKK/ly.htm> Acessado em 12/02/2013.

McDONALD, P.; HENDERSON, A. R.; HERON, S. J. E. **Biochemistry of silage**. 2ª ed. Marlow, Bucks., U.K.: Chalcombe Publications. 1991. 340p.

MARJUKI, S. H.E, RINI D.W, ARTHARINI I. et al. [2008]: **The use of cassava leaf silage as a feed supplement in diets for ruminants and its introduction to**

**smallholder farmers.** n.93, v.20, Disponível em <http://www.lrrd.org/lrrd20/6/marj20093.htm> Acessado em 02/02/2012.

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**, v.29, n.5, p.1528-1536, 2000.

MODESTO, E.C.; ANTOS, G.T.; ZAMBOM, M.A. et al. Consumo, digestibilidade e parâmetros ruminais em vacas gestantes alimentadas com silagem de rama de mandioca. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.5, p.944-950, 2008.

MODESTO, E.C.; SANTOS, G.T.; VILELA, D. et al. Caracterização químico-bromatológica da silagem do terço superior da rama de mandioca. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v.26, n.1, p.137-146, 2004.

NUNES IRMÃO, J.; FIGUEIREDO, M.P.; PEREIRA, L.G.R. et al. Composição química do feno da parte aérea da mandioca em diferentes idades de corte. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.9, n.1, p.158-169, 2008.

NUNES, H.; ZANINE, A.M.; MACHADO, T.M.M. et al. Alimentos alternativos na dieta dos ovinos. Uma revisão. **Archivos Latinoamericanos de Producción Animal**, v.15, n.4, p.141-151, 2007.

OTSUBO, A.A.; MERCANTE, F.M.; SILVA, R.F. et al. Sistemas de preparo do solo, plantas de cobertura e produtividade da cultura da mandioca. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.43, n.3, p.327-332. 2008.

PEQUENO, M.; VIDIGAL FILHO, P.S.; TORMENA, C. et al. Efeito do sistema de preparo do solo sobre características agrônômicas da mandioca (*Manihot Esculenta Crantz*). **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.11, n.3, p.476-481, 2007.

PIRES, A.J.V.; CARVALHO, G.G.P.; GARCIA, R. et al. Fracionamento de carboidratos e proteínas de silagens de capim-elefante com casca de café, farelo de cacau ou farelo de mandioca. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.3, p.422-427, 2009.

PRESTON T R, RODRÍGUEZ L, NGUYEN V L, et al. [1999]. Follaje de yuca (*Manihot esculenta*) como fuente proteica para la producción animal en sistemas agroforestales. **Agroforestería para la producción animal en América Latina**. Disponível em: <http://www.fao.org/ag/aga/agap/frg/AGROFOR1/presto24.PDF> Acessado em: 30/01/2013.

RAVINDRAN, V. [1991]. Preparation of cassava leaf products and their use as animal feed. In: Roots, tubers, plantains and bananas in animal feeding. **FAO Animal Production and Health**. n.95, p.111-125. Disponível em: <http://www.fao.org/ag/aga/agap/frg/AHPP95/95-111.pdf>. Acessado em: 02/02/2013.

SAGRILO, E.; VIDIGAL FILHO, P.S.; PEQUENO, M.G. et al. Dry matter production and distribution in three cassava (*Manihot esculenta Crantz*) cultivars during the second

vegetative plant cycle. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v.51, n.6, p.1079-1087, 2008.

SENG S. & ROGRIGUEZ L. [2001]. Foliage from cassava, *Flemingia macrophylla* and bananas compared with grasses as forage sources for goats: effects on growth rate and intestinal nematodes. **Livestock Research for Rural Development**. n.13,v.2. Disponível em: <<http://www.lrrd.org/lrrd13/2/soke132.htm>>. Acessado em: 20/01/2013.

SILVA, A.D.A. **Raspa de mandioca** [2008]. Disponível em: <http://www.ipa.br/resp15.php>. Acessado em: 12/02/2013.

SILVA, A.L.; GOMES, S.D.; COELHO, S.R.M. et al. Obtenção de concentrado protéico de folhas e parte aérea da mandioca (*Manihot esculenta* Crantz). **Semina: Ciências Agrárias**, v.33, n.6, p.2279-2288, 2012.

SILVA, A.F.; SANTANA, L.M.; FRANÇA, C.R.R.S.; MAGALHÃES, C.A.S.; ARAÚJO, C.R.; AZEVEDO, S.G. Produção de diferentes variedades de mandioca em sistema agroecológico. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.13, n.1, p.33-38, 2009.

SOUZA, J.M.L. NEGREIROS, J.R.S.; ÁLVARES, V.S. et al. Physicochemical variability of cassava flour . **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.28, n.4, p.907-912, 2009.

SOUZA, L.S. & FIALHO, J.F. **Sistema de produção de mandioca para a região do cerrado**. Cruz das Almas: CNPMF, 2003. p.61.

VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2<sup>a</sup>. ed. Ithaca: Cornell University Press, 1994, p.476.

WANAPAT M. [2001]. Role of cassava hay as animal feed in the tropics. International workshop on current research and development on use of cassava as animal feed. **Khon Kaen University**. p.5-12. Disponível em: <<http://www.mekarn.org/procKK/wana3.htm>>. Acessado em: 28/01/2013.

ZANINE, A.M.; SANTOS, A.M.; JOÃO, R.R.D. et al. Evaluation of elephant grass silage with the addition of cassava scrapings. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.12, p.2611-2616, 2010.

## CAPÍTULO I

### **Características fermentativas, composição química e digestibilidade *in vitro* da silagem de subprodutos da mandioca**

### **Fermentation characteristics, chemical composition and *in vitro* digestibility of silage byproducts of cassava**

#### **RESUMO**

Objetivou-se avaliar a composição química, digestibilidade *in vitro* e frações dos carboidratos e proteínas, perdas por gases, pH, temperatura, recuperação da matéria seca e estabilidade aeróbia da silagem de folhas da mandioca com raspa como aditivo. Utilizou-se minisilos experimentais em tubos de PVC com densidade de 685,0 kg/m<sup>3</sup> para silagens, abertas após 30 dias. O delineamento foi o inteiramente casualizado, com cinco níveis de inclusão da raspa na matéria natural (0%, 10%, 20%, 30% e 40%) com três repetições. Houve efeito ( $P < 0,05$ ) dos níveis de inclusão de raspa para estabilidade aeróbia, perda por gases, fósforo, potássio e pH. Não houve efeito para a recuperação de matéria seca, Na, Ca e Mg. Houve efeito linear crescente ( $P < 0,05$ ) para do teor de MS das silagens aumentando de 222,06 g/kg de MS para 460,76 g/kg de MS para nível de 0 e 40%, respectivamente, os teores de PB apresentaram valores médios de 248,46 a 113,58 g/kg MS, os de FDA e lignina apresentaram efeito linear decrescente com menor teor para os níveis de 30 e 40%. Os valores de energia EB e EM apresentaram efeito linear decrescente, para ED e NDT, apresentaram efeito quadrático. Houve efeito linear crescente ( $P < 0,05$ ) para DIVMS e DIVFDN e DIVPB efeito quadrático, no geral variaram de 0,74 a 0,85 kg/kg de MS. As frações da PB das silagens apresentaram maior fração A, seguido de B1+B2, com efeito linear decrescente, não houve efeito ( $P > 0,05$ ) para a fração B3 da PB; a fração C teve efeito linear decrescente ( $P > 0,05$ ), as silagens com 20 e 30% de inclusão com menores valores dessa fração. Para as frações

dos carboidratos houve efeito ( $P < 0,05$ ) para todas as frações A+B1, B2 e C, houve maior proporção de frações A+B1, com menor valor de fração C para as silagens com 30% de inclusão.

**Palavras-chaves:** Frações dos carboidratos e proteínas, perdas fermentativas, pH, silagem, raspa de mandioca, temperatura

### ABSTRACT

The objective was to evaluate the chemical composition, in vitro digestibility of carbohydrates and protein fractions, losses gases, pH values, temperature, dry matter recovery and aerobic stability of silage from cassava leaves with zest as an additive. It used experimental minisilos PVC tubes with a density of 685.0 kg/m<sup>3</sup> for silages opened after 30 days. The design was completely randomized with five inclusion levels of scrapes as fed (0%, 10%, 20%, 30% and 40%) with three replications. A significant effect ( $P < 0.05$ ) in levels of scrapes inclusion for aerobic stability, loss gases, phosphorus, potassium and pH. There was no effect for the recovery of dry, Na, Ca and Mg. Increased linearly ( $P < 0.05$ ) for the DM content of silages increasing from 222.06 g / kg DM to 460.76 g / kg DM to level 0 and 40%, respectively, CP levels showed average values from 248.46 to 113.58 g / kg DM, the ADF and lignin showed a decreasing linear effect with less content for levels 30 and 40%. The values of energy EB and EM showed a decreasing linear effect for ED and TDN a quadratic effect. Increased linearly ( $P < 0.05$ ) for DIVMD and DIVFDN and DIVPB quadratic effect, overall varied from 0.74 to 0.85 kg / kg DM. The fractions of the silage had higher CP fraction A, followed by B1 + B2, with a decreasing linear effect, no effect ( $P > 0.05$ ) for the B3 fraction of PB; fraction C had a negative linear effect ( $P > 0, 05$ ), silages with 20 and 30% inclusion with lower values of this fraction. For the carbohydrate fractions was done ( $P < 0.05$ ) for all fractions A + B1, B2 and C, there was a higher proportion of fractions A + B1, with lower value of C fraction for silage between 30% inclusion.

**Key words:** Cassava scrapes, fractions of carbohydrates and proteins, fermentation losses, pH, silage, temperature

## **Introdução**

A mandioca é uma planta de raiz tuberosa, considerada a terceira maior cultura mundial por ser importante fonte de energia nas regiões tropicais, superada apenas pelo milho e arroz (FAO, 2008). Do cultivo da mandioca, diversos subprodutos são gerados e muitos são subutilizados, como exemplo as folhas (MARJUKI, et al., 2008) uma importante fonte protéica, com valores de proteína bruta que variam entre 150 a 400 g/kg na matéria seca (AZEVEDO et al., 2006; SILVA et al., 2009; ALETOR, 2010) que poderia ser utilizada como suplementação na alimentação animal (MELO et al., 2007; BOHNENBERG et al., 2010).

Devido à rusticidade da mandioca e seus altos teores em proteína e vitaminas nas folhas (MODESTI et al., 2007), vários pesquisadores vêm estudando as folhas da mandioca como alimento alternativo de baixo custo e alta disponibilidade em substituição aos alimentos convencionais, mais onerosos. Neste contexto, as folhas da mandioca podem ser conservadas para os períodos com menor disponibilidade de alimentos, sendo um método adequado para essa conservação na forma de silagem (MODESTO et al., 2008, HANG, 1998).

Além das folhas, a raspa da mandioca que é um subproduto da mandiocultura pode ser utilizada como aditivo em silagens, por aumentar o teor de matéria seca diminuindo perdas e melhorar o perfil fermentativo, fazendo-se necessário estudos para determinar os níveis ideais da inclusão da raspa da mandioca para se obter melhoria no valor nutritivo da silagem, de forma a diminuir as perdas por gases e promover melhores padrões de fermentação (ZANINE et al., 2010).

A confecção da silagem de folhas evita perdas das mesmas e reduz o teor de ácido cianídrico, visando melhor qualidade, o corte das folhas deve ser realizado quando a planta estiver com menor idade e maior enfolhamento, as folhas devem ser picadas, compactadas e o silo bem fechado evitando ao máximo a entrada de oxigênio. (SOUZA et al., 2005).

Devido ao teor de umidade das folhas da mandioca para ensilagem, as raspas contribuem para aumentar teor de matéria seca e carboidratos solúveis, que têm papel importante para fornecer substratos para as bactérias ácidos lácticas, resultando em rápido declínio de pH e melhores características nutricionais do material ensilado. Segundo OLIVEIRA et al. (2009), um dos grandes problemas no processo de ensilagem de alimentos com alto teor de umidade são as perdas por gases oriundos do processo fermentativo.

AZEVEDO et al. (2006) avaliaram a silagem da parte aérea de três cultivares de mandioca (S 60-10, Fepagro RS 13 e Frita) em relação à qualidade fermentativa e nutricional, constataram que as variedades apresentaram adequadas características fermentativas com valores ideais de pH, demonstrando a eficiência de conservação na forma de silagem.

CARVALHO et al. (2010) estudaram a influência de diferentes tamanhos de partículas (sem cortes e com cortes: 1,5; 2,5 e 3,5cm) e diferentes tempos de armazenamento (3, 15,30 e 45 dias) sobre a composição química da silagem da parte aérea da mandioca (*Manihot esculenta* Crantz, 1766), verificaram que o melhor tempo de armazenamento para as variáveis estudadas foram de 30 dias, independente do tamanho da partícula da forragem.

Apesar dos diversos trabalhos existentes, pouco se conhece sobre os processos fermentativos, das características microbiológicas, da qualidade nutricional da silagem com subprodutos da mandioca, isso se deve principalmente, a diversidade de produtos gerados e analisados após o processamento da cadeia da mandiocultura (MOTA et al., 2011).

Desta forma, novas pesquisas podem ao menos, garantir o cultivo e o aproveitamento desses alimentos alternativos em regiões com potencial de produção de mandioca, o que seria uma solução para os problemas gerados durante as sazonalidades estacionais ou períodos críticos do ano, podendo assim melhorar a produção pecuária (CARVALHO JÚNIOR. et al., 2009; PIRES et al., 2009), pois é uma cultura altamente adaptável as mais diversas condições edafo climáticas das regiões semiáridas até as regiões de clima temperado.

Desta forma, o Brasil apresenta ótimas condições para a exploração da pecuária em pastagens, no entanto, durante os períodos críticos do ano, a produção de forrageiras diminui consideravelmente (MODESTO et al., 2008; PRESTON et al., 1998), sendo



necessário o uso da suplementação alimentar ou buscar estratégias alimentares para atender as exigências nutricionais e manter o desempenho dos animais.

Neste contexto, o uso dos subprodutos da agroindústria, como o da mandiocultura, apresenta potencial para a alimentação animal (ARAÚJO et al., 2009; PIRES et al., 2009). Contudo, embora seja muito cultivado pelos produtores, seus subprodutos como a parte aérea (folhas) são descartadas pela falta de conhecimento quanto as formas de utilização e seus aspectos nutricionais (BOHNENBERGER et al., 2010).

A produção nacional de mandioca é em média de 25 milhões de ton/ha, (IBGE, 2012) no campo a parte aérea representa 20 milhões de ton/ha, desse total se 5 milhões de ton/ha é utilizado para replantio e 15 milhões de ton/ha é remanescente, ou seja, 75% da parte aérea é desperdiçada na colheita, o que poderia ser conservada e utilizada como alimento para os animais na forma de silagem.

A planta da mandioca é formada por parte aérea e raízes, da colheita até o processamento para obtenção dos produtos oriundos da mandioca, são gerados diversos subprodutos e caso não destinados adequadamente causam grande impacto ambiental.

Neste contexto, estudos do valor nutritivo dos diversos subprodutos principalmente das folhas é relevante, visando suas características favoráveis, como disponibilidade em regiões tropicais e baixo custo, além do alto valor protéico.

A parte aérea caracteriza-se por apresentar maiores teores de FDN e proteína, enquanto as raízes são mais ricas em outros nutrientes apresentando elevados teores de carboidratos não estruturais e menor concentração de proteínas, portanto a parte aérea segundo MODESTO et al. (2004) pode ser considerada um volumoso relativamente rico em proteínas até 300 g/kg MS e de boa qualidade nutricional.

FAUSTINO et al. (2003), avaliaram a composição químico-bromatológica da silagem do terço superior da rama (STSRM ) da mandioca inteira (sem trituração) encontraram valores com médias de 236,6 g de MS /kg de matéria natural, 930,7 g de MO, 32,3 g de EE, 401,4 g de FDN e 305,1 g de FDA /kg de MS e 217,7 g/kg MS de PB.

Esses mesmos pesquisadores quando analisaram a silagem do terço superior triturada com tempo de armazenamento diferentes; obtiveram valores para a silagem do terço superior da parte aérea da mandioca de 255,1 g de MS/ kg de matéria natural e 191,0 g/kg de MS de PB; e concluíram que pode-se recomendar a utilização da STSRM ensilada inteira, mas no momento de ensilagem, deve ser realizada uma boa

compactação para favorecer uma fermentação adequada e a partir de 20 dias de armazenamento pode-se realizar a abertura dos silos.

Além dos nutrientes dos alimentos, avaliar o potencial energético dos subprodutos da mandiocultura também é importante haja vista que dados sobre essas variáveis são quase inexistentes, sendo as estimativas de NDT a forma mais comum e prática de estimar do conteúdo energético de um alimento. (FERREIRA et al., 2007).

Desta forma, estudar a viabilidade da utilização da mandioca e seus subprodutos é de suma importância e novos estudos sobre formas de utilização, bem como a composição química e energética, onde são incentivadas nos diversos sistemas de produção de modo a aumentar a eficiência alimentar dos animais, principalmente dos ruminantes.

A avaliação da digestibilidade dos nutrientes é importante por auxiliar nas recomendações de balanceamento das rações e quando há a necessidade de suplementação dos animais. A digestibilidade consiste na percentagem dos alimentos que foram ingeridos e digeridos pelos animais (VAN SOEST et al., 1994).

A digestibilidade pode ser medida por métodos como *in vivo* em que o uso de gaiolas metabólicas ou bolsas para a coleta de fezes faz-se necessário, sendo este método mais preciso, porém é mais oneroso e há ainda a técnica *in situ* determinada pela digestão de alimentos colocados em sacos de náilon introduzidos no rúmen e medidos em diferentes tempos de permanência, e finalmente a técnica *in vitro* válido para ruminantes, sendo a porção de alimento que não é transformada pelos microrganismos do rúmen cultivados em laboratório, essa técnica requer líquido ruminal conservado a 39°C e enzimas digestivas sintéticas (BERCHIELLI et al., 2011).

A técnica *in vitro* apresenta algumas vantagens na avaliação do valor nutritivo dos alimentos para animais ruminantes como a rapidez, a uniformidade do local de fermentação e menor custo (VELASQUEZ et al., 2010). Desta forma a determinação da digestibilidade pode ser mais facilmente adquirida com métodos *in vitro*, devido às vantagens existentes e sua importância, uma vez que o consumo de forragem pode ser determinado pela digestibilidade e disponibilidade de energia, em que dietas com baixa digestibilidade e baixa energia limitam o consumo por fatores físicos (BERCHIELLI et al., 2011).

Além da digestibilidade, visando à influência dos nutrientes no desempenho animal estimativas de frações dos carboidratos e proteínas são de suma importância, por afetar negativamente a digestibilidade dos alimentos e são correlacionados com a

qualidade do alimento (ALVES DE BRITO, 2003), salientando que os carboidratos são a principal fonte de energia para os microrganismos do rúmen e as proteínas são os principais compostos nitrogenados das forragens e deficiências desse nutriente podem limitar a produção animal (VAN SOEST et al., 1994).

Segundo SNIFFEN et al. (1992) o fracionamento dos carboidratos e proteínas proporcionam uma ferramenta adequada para caracterizar os alimentos, de acordo com a proporção em que aparecem na composição total do nutriente avaliado. Assim as proteínas são subdivididas em cinco frações: fração A, formada pelo nitrogênio não protéico, B1 constituída de proteínas solúveis (peptídeos e polipeptídeos), B2 formada por proteína verdadeira, B3 proteína associada à fibra em detergente neutro e C proteína indisponível em detergente ácido, ligada a compostos fenólicos. Os carboidratos são subdivididos em quatro frações: fração A, formada por açúcares simples como glicose e sacarose, B1 formada por amido, frutanas, galactanas e pectina, B2 constituída por polissacarídeos que formam a parede celular como celulose e hemicelulose e a fração C representa a fibra indigestível ou indisponível, a lignina.

De acordo com DIAS et al. (2008), as frações fibrosas (celulose, hemicelulose e lignina) e não fibrosas (amido, pectina) dos carboidratos são as principais fontes de energia para adequado funcionamento e desenvolvimento dos microrganismos do rúmen, pois a taxa de produção de massa microbiana pode ser alterada, sensivelmente, ao utilizar diversas fontes de energia, havendo necessidade de sincronização entre carboidratos não estruturais (CNE) e proteína bruta (PB) na dieta. Assim estudos para quantificar as frações dos alimentos são de grande relevância visando a melhor caracterização e potencial de utilização na alimentação animal.

Desta forma, é primordial a realização de estudos que elucidam de forma mais acurada as características nutricionais e níveis de inclusão de aditivos na silagem de folhas da mandioca para viabilizar a eficiência e o uso na alimentação animal.

Objetivou-se com o presente trabalho determinar as características qualitativas da silagem de folhas da mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) acrescida ou não com a raspa da mandioca, através da avaliação dos aspectos qualitativos da silagem da composição químico-bromatológica, a estabilidade aeróbia, a recuperação de matéria seca, o pH, a temperatura, perda por gases, fracionamento dos carboidratos e da proteína e da digestibilidade *in vitro*.

## **Material e métodos**

O experimento foi conduzido na área do Sítio Terra Rica, localizado no município de Garanhuns, (Longitude: 08°56'38.87"S; Latitude: 36°32'51.94"O), com solo classificado como Argissolo Amarelo de textura média (EMBRAPA SOLOS, 2006), situado na mesorregião do Agreste Meridional de Pernambuco e nos Laboratórios de Nutrição Animal (LANA) da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE) na Unidade Acadêmica de Garanhuns (UAG) e no Laboratório de Análises de Alimentos do Departamento de Zootecnia da Universidade Estadual de Maringá, PR.

Os tratamentos avaliados consistiram na inclusão da raspa de mandioca na silagem de folhas da mandioca, sendo: 0, 10, 20, 30 e 40% da matéria natural por um período de armazenamento de 30 dias.

Para a produção da silagem da mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) a coleta das folhas do terço superior da parte aérea da mandioca foi realizada manualmente, colocadas em sacos plásticos e transportadas para a Clínica de Bovinos/UFRPE. Em seguida, todo material foi processado em picadora de forragem convencional regulada de forma a obter partículas de tamanho médio de 5,0 cm. Esse procedimento foi importante para uma melhor compactação no momento da ensilagem.

A raspa da mandioca foi obtida em indústria de farinha no município de Jupi-PE, localizado na microrregião de Garanhuns e com posterior desidratação ao sol ao ponto de giz e moagem em picadora para que resultassem partículas de 5 cm para homogeneização do material, ficando estocada até o momento da ensilagem.

Para a produção da silagem, as raspas foram misturadas manualmente com as folhas da mandioca nos níveis anteriormente definidos. Em seguida, todo material foi ensilado em minisilos confeccionados em material de PVC, com 50 cm de altura por 10 cm de diâmetro, devidamente identificados. Após a compactação, foram fechados com tampas equipadas com válvulas de *Bunsen*, para escape dos gases oriundos da fermentação. No interior de cada minisilo, na base inferior, foi colocado um quilo de areia separado da forragem. Os materiais foram compactados de forma a atingirem densidade de 685,0 kg/m<sup>3</sup>. Após a confecção das silagens, os minisilos foram armazenados em local coberto e arejado durante 30 dias.

Os minisilos foram pesados no início e no final do período experimental, para a determinação das perdas por gases do processo de fermentação da silagem. Foram

realizadas no momento da abertura dos minisilos, mensurações de temperatura, inserindo o termômetro no centro de cada minisilo e os valores obtidos foram anotados.

Para a avaliação da estabilidade aeróbia da silagem, todo o material foi retirado, homogeneizado e uma amostra de aproximadamente 400g de silagem foi separada e colocada em potes plásticos com capacidade de um quilo. Os potes foram acondicionados em uma sala com ar condicionado regulado para 25°C, para evitar oscilações bruscas de temperatura. As temperaturas das silagens foram obtidas a cada 12 horas durante 144 horas, usando-se termômetro inserido no centro da massa da silagem.

A estabilidade aeróbia foi calculada como o número de horas observado para que a silagem, após a abertura do silo, apresentasse elevação em 2°C em relação à temperatura ambiente. No momento da abertura dos minisilos, obtiveram-se ainda os valores de pH, considerado como o tempo zero, repetindo-se as medidas a cada dois dias até o final do período experimental da estabilidade aeróbia, para cada silo experimental, utilizando o método do potenciômetro (SILVA E QUEIROZ, 2002).

O teor de minerais foi realizado conforme SAPP & DAVIDSON (1991).

As perdas por gases e a recuperação de matéria seca (MS) foram quantificadas de acordo com as equações abaixo:

① Perdas por gases (MARI, 2003).

$$G = \frac{(PCf - PCa)}{(MFf \times MSf)} \times 100$$

Em que:

G = perdas por gases;

PCf = peso do silo no momento da vedação (kg);

PCa = peso do silo no momento de abertura (kg);

MFf = massa da forragem no momento da vedação (kg);

MSf = concentração de MS da forragem no fechamento do silo.

② Recuperação da matéria seca (JOBIM et al., 2007).

$$RMS = 100 \times \left[ \frac{(MFf \times MSf)}{(MFi \times MSi)} \right]$$

Em que:

RMS = recuperação da MS;

MFs = massa de forragem na vedação (kg);

MSf = concentração de MS da forragem na vedação;

MFi = massa de forragem na abertura (kg);

MSi = teor de MS da forragem na abertura.

Para realização das análises químico-bromatológica, da digestibilidade *in vitro*, do fracionamento da proteína bruta e para as estimativas das frações de carboidratos, as amostras (*in natura* e das silagens) foram descongeladas e pré-seca, parte das amostras foram moídas em moinho tipo *Willey* com peneira com 1,0 mm de crivo para as análises laboratoriais de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), matéria mineral (MM), proteína bruta (PB), nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NIDN), nitrogênio insolúvel em detergente ácido (NIDA), extrato etéreo (EE), energia bruta (EB), lignina (LIG), celulose, que foram feitas seguindo as recomendações de (SILVA & QUEIROZ, 2002), fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) foram realizadas conforme (VAN SOEST et al., 1991). Os valores de FDN corrigida para nitrogênio (FDNn), FDN corrigida para cinzas, para proteína e cinzas e proteína (respectivamente FDNc, FDNp e FDNcp) e MO foram estimados pela seguintes formulas:

Em que:

$$MO = 100 - MM;$$

$$FDN_n = FDN - NIDN$$

$$FDN_c = FDN - CFDN$$

$$FDN_p = FDN - PIDN$$

$$FDN_{cp} = FDN - (CFDN + PIDN)$$

$$CFDN = \text{Cinzas da FDN}$$

No laboratório de Nutrição Animal da Universidade Estadual de Maringá, em Maringá-PR, foram realizadas as mensurações da energia bruta (EB) por bomba calorimétrica Parr® 6200 Calorimeter. As estimativas de energia digestível (ED), Energia metabolizável (EM), Nutrientes digestíveis totais (NDT), carboidratos não

fibrosos verdadeiramente digestível (CNFvd), fibra em detergente neutro verdadeiramente digestível (FDNvd), proteína bruta verdadeiramente digestível (PBvd) foram determinadas empregando-se as equações descritas no NRC (2001).

$$ED = \left[ \left( \frac{CNFvd}{100} \right) \times 4,2 \right] + \left[ \left( \frac{FDNvd}{100} \right) \times 4,2 \right] + \left[ \left( \frac{PBvd}{100} \right) \times 5,6 \right] + \left[ \left( \frac{AG}{100} \right) \times 9,4 \right] - 0,3$$

$$CNFdv = 0,98 \times \{100 - [(FDN - PIDN) + PB + EE + MM]\} \times PAF$$

$$FDNvd = 0,75 \times (FDNn - LIG) \times \left[ 1 - \left( \frac{LIG}{FDNn} \right)^{0,667} \right]$$

$$PBvd = PB \times \exp [-1,2 \times (PIDA/PB)]$$

$$EM = [1,01 \times (ED) - 0,45] + 0,0046$$

$$NDT = CNFvd + PBvd + (AGdv \times 2,25) + FDNvd - 7$$

Onde:

PAF = Fator de ajuste de CNF, o qual para as amostras avaliadas é igual a 1

AG = Ácidos graxos, onde AG = EE-1

AGvd = AG.

Os procedimentos empregados para o fracionamento da PB seguiram as recomendações de LICITRA et al. (1996).

A fração A foi obtida pelo tratamento com ácido tricloroacético (TCA) a 10%. Em seguida, determinou-se o nitrogênio do material residual pelo método macro *Kjeldahl*. A diferença entre o nitrogênio total e o nitrogênio residual resultou na fração A, conforme segue:

$$\text{Fração A} = NT - NR$$

Onde:

NT = Nitrogênio total das amostras

NR = Nitrogênio Residual, após tratamento com TCA

A fração B1 e B2 foram consideradas como fração única e foi determinada pela diferença entre o N total e as frações A, B3 e C.

$$\text{Fração B1+B2} = NT - (A+B3+C)$$

A fração B3 foi determinada pela diferença entre o nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NIDN) e o nitrogênio insolúvel em detergente ácido (NIDA), sendo esta considerada como a fração nitrogenada indisponível (C) (VAN SOEST et al., 1991).

$$\text{Fração B3} = \text{NIDN} - \text{NIDA}$$

Onde:

O NIDN e NIDA, respectivamente, são as frações de nitrogênio determinado no resíduo do FDN e da FDA.

A fração C é representada pelo NIDA e a fração B2 foi obtida pela diferença entre o nitrogênio total e as frações A, B1, B3 e C.

Os teores e as frações dos carboidratos foram determinados segundo as equações de (SNIFFEN et al., 1992).

Os Carboidratos totais (CT) foram calculados pela equação:

$$\text{CT} = 100 - (\text{PB} + \text{EE} + \text{MM})$$

Os carboidratos não fibrosos (considerados equivalentes às frações A e B1), foram determinados pela equação:

$$\text{CNF} = 100 - [(\text{FDN} - \text{NFDN}) + \text{PB} + \text{EE} + \text{MM}]$$

Onde:

NFDN = FDN corrigido para nitrogênio

PB = Proteína bruta

EE = Extrato etéreo

MM = Matéria mineral

Já as frações dos carboidratos foram determinadas pelas equações abaixo em que a fração C é obtida pela seguinte fórmula:

$$C = 100 \times \text{FDN}(\% \text{MS}) \times 0,01 \times \left( \frac{\text{LIG}(\% \text{FDN}) \times 2,4}{\text{CT}(\% \text{MS})} \right)$$

A Fração B<sub>2</sub> foi obtida pela seguinte equação:

$$\text{B2} = 100 \times (\text{FDN}(\% \text{MS}) - \text{PIDN}(\% \text{PB}) \times 0,01 \times \text{PB}(\% \text{MS})) - \text{FDN}(\% \text{MS}) \times 0,01 \times \left( \frac{\text{LIG}(\% \text{FDN}) \times 2,4}{\text{CHT}(\% \text{MS})} \right)$$

Em que:

LIG = lignina em porcentagem da FDN

PIDN = Nitrogênio insolúvel em detergente neutro em porcentagem da PB



As frações com maiores taxas de degradação ruminal foram determinadas pela seguinte equação:

$$\text{Fração A + B1} = 100 - (\text{fração C} + \text{B2})$$

Tabela 1. Composição química\* e energética dos ingredientes *in natura* utilizados para confecção das silagens

Variável	Nível de inclusão (%)					Raspa
	0	10	20	30	40	
MS**	224,20	283,47	345,35	404,96	468,11	834,01
MO	929,39	933,86	939,59	939,08	938,93	943,10
MM	70,61	66,14	60,41	60,92	61,07	56,90
PB	237,27	195,81	162,62	138,43	122,17	43,25
EE	58,44	51,76	37,44	39,42	31,44	13,04
FDN	402,96	511,01	330,94	446,66	421,85	310,71
FDNcp	365,13	471,25	284,41	416,41	391,57	295,26
PIDN	37,62	39,58	46,26	29,97	30,01	15,25
FDA	350,13	241,46	247,48	207,67	182,10	145,07
PIDA	33,17	26,55	34,84	28,59	28,85	9,20
CEL	316,66	216,17	225,28	188,58	166,54	136,44
HEMI	52,83	269,54	83,46	238,99	239,75	165,64
LIG	33,47	25,30	22,20	19,10	15,55	8,62
LIG (gFDN)	83,07	49,52	67,09	42,80	36,86	27,75
EB***	4,67	4,55	4,43	4,24	4,18	3,75
ED** *	3,34	3,27	3,36	3,22	3,21	3,24
EM***	2,93	2,86	2,95	2,81	2,80	2,83
NDT	730,41	725,43	759,36	732,27	735,11	762,36

MS = Matéria seca (\*g/kg MN); (\*\*g/kg MS); MO = Matéria orgânica; MM = Matéria mineral; PB = Proteína bruta; EE = Extrato etéreo; FDN = Fibra em detergente neutro; FDNcp = Fibra em detergente neutro corrigido para cinzas e proteína; PIDN = Proteína insolúvel em detergente neutro; FDA = Fibra em detergente ácido; PIDA = Proteína insolúvel em detergente ácido; CEL = Celulose; HEMI = Hemicelulose; LIG = Lignina; LIG (g FDN) = Lignina em g da FDN; EB = Energia bruta; ED = Energia digestível; EM = Energia metabolizável (\*\*\*) Mcal/kg; NDT = Nutrientes digestíveis totais.

Para a digestibilidade *in vitro* da MS (DIVMS) e da proteína bruta seguiu-se a metodologia descrita por TILLEY & TERRY (1963), seguindo as modificações descritas por HOLDEN (1999), com o uso do rúmen artificial (modelo TE-150®)

Para aquisição do líquido ruminal foi usado um bovino fistulado no rúmen, pertencente à Clínica de Bovinos da UFRPE em Garanhuns - PE.

Após o período de digestão foi retirado todo líquido dos jarros e as amostras colocadas em bandejas e foram submetidas ao processo de lavagem durante 3 horas, sempre mexendo com bastante cuidado e quando a água passou a sair limpa, foram lavadas por mais 2 horas e em seguida lavadas mais duas vezes por mais 30 minutos, em máquina e colocadas em uma bandeja lado a lado e colocadas em freezer por 24 horas, após as amostras foram deixadas de molho numa bandeja por 20 minutos e lavadas mais duas vezes em máquina, e finalmente foram colocadas em estufa de ventilação forçada a 55°C por 48 horas.

A DIVMS foi obtida através da seguinte equação:

$$\text{DIVMS (\%)} = \left[ 100 - \left( \frac{W_3 - (W_1 * W_4)}{W_2} \right) \right] * 100$$

Onde:

$W_1$  = peso da tara da bolsa de filtro de náilon

$W_2$  = peso das amostras

$W_3$  = peso da bolsa de filtro final depois das 24 h de digestão com Pepsina + HCL

$W_4$  = correção da bolsa em branco (peso da bolsa em branco depois das 24 h de digestão com Pepsina + HCL / peso da bolsa origina)

Para a determinação da Digestibilidade *in vitro* da proteína bruta (DIVPB), depois de 48 horas de fermentação, as amostras foram retiradas do jarro e encaminhadas para refluxo a quente por 60 min em uma solução com detergente neutro em um determinador de fibra TE-149<sup>®</sup> conforme SILVA & QUEIROZ (2002) em seguida secos em estufa, e finalmente foi determinado o N residual, posteriormente corrigido para PB residual das amostras, usou-se a seguinte equação para determinar a digestibilidade *in vitro* da PB:

$$\text{DIVPB} = \left( \frac{\text{PB total} - \text{PB residual}}{\text{PB total}} \right) * 100$$

Em que:

DIVPB = digestibilidade *in vitro* da proteína bruta

PBtotal = proteína bruta total antes da incubação

PBresidual = proteína bruta residual depois da incubação

Para avaliar a digestibilidade *in vitro* da FDN (DIVFDN) se procedeu da mesma forma que a DIVMS e DIVPB, no entanto as amostras foram incubadas apenas por um período de 48 horas, em seguida drenou os fluidos e procedeu-se a lavagem como descrita acima, depois as amostras foram lavadas dentro do aparelho determinador de fibra e na sequencia realizou-se os procedimentos padrões para determinar a FDN. A seguinte equação foi usada para determinar a digestibilidade *in vitro* das mesmas:

$$\text{DIVFDN} = [100 - (W_3 - (W_1 - W_4 / W_2))] \times 100$$

Em que:

DIVFDN = Digestibilidade *in vitro* da FDN

$W_1$  = peso da tara da bolsa de filtro de náilon

$W_2$  = peso das amostras

$W_3$  = peso da bolsa de filtro final depois da determinação da FDN

$W_4$  = correção da bolsa em branco (peso da bolsa em branco depois do ensaio de FDN/ peso da bolsa origina)

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado sendo cinco níveis de inclusão da raspa de mandioca (0, 10, 20, 30 e 40% na matéria natural) com três repetições por tratamento.

O modelo estatístico utilizado foi:

$$Y_{ij} = \mu + A_i + e_{ij}$$

Em que:

$Y_{ij}$  = valor observado das variáveis, recebendo o nível de inclusão;

$\mu$  = constante geral;

$A_i$  = efeito do nível de inclusão i, onde i = 1 a 5;

$e_{ij}$  = erro aleatório associado a cada observação ij.

Os dados obtidos foram analisados utilizando o programa SAS<sup>®</sup>. Para a análise estatística, procedeu-se à análise de variância e regressão. A significância dos

coeficientes de regressão foi observada por meio do teste F, em nível de 5% de probabilidade.

## Resultados e discussão

Houve efeito significativo ( $P < 0,05$ ), quadrático, entre os níveis de inclusão da raspa de mandioca na silagem de folhas sobre os valores da temperatura do material ensilado, observou-se que o nível com zero e 40% obtiveram os menores picos de temperatura com média de  $27,96^{\circ}\text{C}$ , em maior tempo (108 h), enquanto os demais níveis de inclusão (10, 20 e 30%) tiveram temperaturas mais altas em menor tempo (Tabela 2).

Após o desdobramento da equação, foi encontrado valor máximo de pico de temperatura ( $29,6^{\circ}\text{C}$ ) com nível de 23,7% de inclusão da raspa de mandioca, pode-se inferir que essas silagens foram as que se apresentaram menos estáveis durante os seis dias em que foram avaliadas de acordo com a metodologia usada para avaliar a estabilidade aeróbia da silagem, ultrapassando dois graus acima da temperatura ambiente.

Tabela 2. Valores médios de temperatura, pH e estabilidade aeróbia da silagem de folhas de mandioca acrescida de raspa

Variável	Níveis de inclusão da raspa (%)					Equação	$r^2$
	0	10	20	30	40		
TA* ( $^{\circ}\text{C}$ )	25,50	25,50	25,50	25,50	25,50	-	-
Temperatura do silo ( $^{\circ}\text{C}$ )	27,07	29,47	29,07	29,60	28,85	$Y = 27,303 + 0,190x - 0,004x^2$	0,82
Tempo pico de Temperatura (h)	108	72	84	84	108	-	-
Estabilidade (h)	100,00	68,00	72,00	76,00	80,00	$Y = 95,886 - 0,377x + 0,051x^2$	0,76
pH Abertura	3,90	3,90	3,90	3,90	3,90	-	-
pH (48h)	3,95	4,05	4,03	4,04	4,04	$Y = 3,961 + 0,007x - 0,0001x^2$	0,74
pH (96h)	4,22	4,79	5,02	4,96	4,51	$Y = 4,213 + 0,074x - 0,002x^2$	1,00
pH (144h)	5,15	6,09	6,97	6,91	6,21	$Y = 5,078 + 0,150x - 0,003x^2$	0,98

TA = Temperatura média ambiente.

A menor estabilidade para os níveis de 10, 20 e 30 % pode ter ocorrido devido à ação dos fungos e leveduras que iniciam suas ações metabólicas após a abertura do silo, consumindo os carboidratos solúveis residuais, assim as concentrações dos ácidos orgânicos como do ácido lático são reduzidas, resultando em uma maior formação de

etanol, ocasionando maiores perdas de energia na forma de calor (ANDRADE et al., 2012; McDONALD et al., 1991; VAN SOEST, 1994).

A silagem com 0% de adição de raspa resultou em maior estabilidade aeróbia (100 horas), seguida pela silagem com 40% de inclusão, com maiores tempos para alcançar a temperatura máxima provavelmente pela maior ação microbiológica, gerando maiores substratos (carboidratos solúveis e ácido lático residuais), com menores perdas por calor culminando com melhor processo fermentativo (AMARAL et al., 2008), com isso as silagens 10, 20, 30% de raspa de mandioca obtiveram deterioração mais rápida, isso explica o fato de apresentarem maiores valores de pH e de temperatura.

Observando os valores de pH, no geral foi constatado que à medida que aumentou o nível de inclusão da raspa houve aumento do pH após exposição ao ar. Segundo McDONALD et al. (1991), os valores de pH ideal para silagem estão entre a faixa de 3,8 e 4,2, valor encontrado no presente trabalho somente até 48 horas de exposição ao ar para todos os níveis de inclusão da raspa.

Observou-se que após 96 horas de exposição ao ar, apenas a silagem com 0% de inclusão ainda se manteve dentro da faixa de pH ideal, possivelmente devido a menores penetração e concentrações de oxigênio dessa silagem, boa compactação, por outro lado com a inclusão da raspa (10, 20, 30 e 40%) o pH dessas silagens aumentou.

O etanol gerado pelas leveduras produz grandes perdas energéticas nas silagens por ser produzido a partir da fermentação da glicose. Esta reação produz duas moléculas de dióxido de carbono, duas de etanol e duas de água (MENDES et al. 2008), resultando em aumento do pH.

No tempo de 144 horas todas as silagens obtiveram alto pH variou de 5,15; 6,09; 6,97; 6,91 e 6,21 para os níveis de 0, 10, 20, 30 e 40%, respectivamente. Após o desdobramento da equação foi observado que o pH máximo obtido para o nível de inclusão da raspa de 25 % foi de 6,96. (SIQUEIRA et al., 2007) salientaram que para ensilagem, é desejável que a forragem apresente baixa capacidade tampão para a adequada fermentação, produzindo ácidos orgânicos que facilitem a redução do pH, além disso a quantidade de moles de ácido lático para diminuir o pH em uma unidade é muito maior em relação a silagens com alta capacidade tampão.

Segundo FERREIRA et al. (2010), os baixos teores de MS da forragem contribuem para uma inadequada fermentação, pois o baixo teor de MS favorece o desenvolvimento das bactérias do gênero *Clostridium* o que aumenta o pH final das silagens, onde o ideal de acordo com SILVA et al. (2010), seria favorecer as bactérias

produtoras de ácido lático, que contribuem para o rápido declínio do pH em anaerobiose.

Segundo JOBIM et al. (2007), as variáveis pH e temperatura são usados como indicativos da estabilidade aeróbia das silagens. Embora seja melhor avaliada analisando o crescimento dos microrganismos presentes. Contudo, o aumento da temperatura da silagem em 2°C acima da temperatura ambiente determina a resistência da silagem após abertura à deterioração devido à exposição ao ar, sendo assim uma boa maneira de analisar a qualidade das silagens, além disso, outros fatores contribuem para a conservação adequada da silagem como o tamanho das partículas, a intensidade da compactação, o armazenamento, o teor dos carboidratos solúveis, a população de fungos e leveduras.

Em relação às perdas por gases houve efeito significativo ( $p < 0,05$ ) dos níveis de inclusão da raspa de mandioca (Tabela 3). Observou-se influencia quadrática com a inclusão da raspa, e após o desdobramento estimou-se o valor máximo de perda por gases (27 g/kg MS) para o nível de 5,67% de inclusão da raspa; as menores perdas por gases foram encontradas para os níveis de 30 e 40% de inclusão da raspa.

Tabela 3. Perdas por gases, índice de recuperação de matéria seca e composição mineral da silagem de folhas de mandioca acrescida de raspa

Variável	Níveis de inclusão da raspa (%)					Equação	r <sup>2</sup>
	0	10	20	30	40		
PG	26,48	26,70	26,65	20,30	21,84	$Y = 27,268 - 0,034x - 0,003x^2$	0,68
RMS	965,07	963,00	944,00	950,93	966,40	$Y = 957,88$	-
Fósforo (P) *	3320,78	3438,56	2785,87	2487,07	2192,14	$Y = 3486,639 - 32,088x$	0,91
Potássio (K) *	3149,99	2751,99	2884,57	2951,40	2553,53	$Y = 3057,005 - 9,935x$	0,50
Sódio (Na) *	491,02	491,11	491,05	491,11	491,24	$Y = 491,11$	-
Cálcio (Ca) *	8,08	10,13	7,51	8,64	6,47	$Y = 8,17$	-
Magnésio (Mg)*	2,43	3,24	2,16	2,45	1,99	$Y = 2,45$	-

PG= perda por gases (g/kg de MS); RMS = recuperação de matéria seca (g/kg MS); \* (mg/kg MS).

As maiores perdas por gases ocorreram nas silagens com 0, 10 e 20% de inclusão da raspa, o que de acordo com OLIVEIRA et al. (2009), as perdas na silagem ocorrem devido ao aumento da produção de gases, causados pela fermentação por microrganismos produtores de gás carbônico.

Silagem com baixo teor de MS como a silagem com 0% de raspa possui maior teor de umidade em relação aos demais níveis de inclusão, o que provavelmente resulta em maior presença de bactérias produtoras de gás com maiores perdas (PIRES et al., 2009, PEREIRA & SANTOS, 2006).

Segundo MOTA et al. (2011), um acréscimo na taxa da perda por gases na fase inicial da ensilagem é causado pela elevada atividade respiratória inicial da forragem ensilada, concomitantemente com o desenvolvimento inicial dos microrganismos fermentadores, o que com o passar dos dias, acontece à diminuição da perda por gases, pela estabilização da atividade microbiológica e pela redução da atividade respiratória no interior da massa ensilada (JOBIM et al., 2007).

Vale salientar que essas perdas gasosas segundo PUPO (2002) são consideradas baixas, esse autor relata que as perdas gasosas nas silagens podem atingir valores entre 20 a 50 g/kg de matéria seca; desta forma, as perdas apresentadas pelo presente experimento encontram-se dentro da faixa ideal, evidenciando que a silagem de folhas acrescida com raspa apresentou menores perdas por gases.

Para a recuperação de matéria seca (RMS) das silagens pesquisadas não houve efeito significativo entre níveis de inclusão da raspa ( $P > 0,05$ ). De acordo com SANTOS et al. (2010), o excesso de perdas na matéria seca após a abertura do silo são intensificadas quanto maior for o aspecto qualitativo da silagem, umidade da massa ensilada, da temperatura ambiente, da umidade do ar, como também o tempo de exposição ao ar, além disso, técnicas e equipamentos inadequados podem gerar maiores perdas durante o processo de ensilagem como a compactação, por exemplo, (QUARESMA et al., 2010).

Analisando a composição mineral da silagem de folhas para o fósforo (P), sódio (Na), cálcio (Ca), potássio (K) e magnésio (Mg) observou-se que só houve efeito ( $P < 0,05$ ) dos níveis de inclusão de raspa apenas para o P e K, entretanto não houve ( $P > 0,05$ ) influência dos níveis para Na, Ca e Mg.

FERREIRA et al. (2007) avaliaram a composição química de subprodutos da mandiocultura (casca de mandioca, farinha de varredura, massa de mandioca e silagem do terço superior da rama da mandioca) e encontraram teores de fósforo para a casca e a silagem do terço superior de 1113 mg/kg de MS e 2860 mg/kg MS, respectivamente; dessa forma os tratamentos com 0% e 10% encontrados no presente estudo apresentaram maiores teores de P com 3.320 e 3.438 mg/kg MS, respectivamente, isso

pode ter ocorrido por apresentarem esse elemento em maior proporção na composição mineral das folhas em relação a raspa, que possui baixo teor de fósforo.

SARAN NETTO et al. (2009) relataram que várias fontes minerais usadas para a alimentação animal tornam-se indisponíveis quando misturada com alguma ração, ou ainda, ficam complexadas dificultando a digestão ou absorção causando deficiências minerais, por isso o estudo dos teores de minerais nos alimentos tornam-se de suma importância devido a relevante função que desempenham nos processos metabólicos vitais.

FERREIRA et al. (2009) avaliaram os teores médios de macronutrientes da parte aérea da mandioca em diferentes podas e encontraram valores de 2.400 mg/kg de MS para o P e para K encontraram valores entre 5.500- 8.700 mg/kg MS, resultados estes de K bem acima do encontrado pelo presente trabalho.

Na Tabela 4 estão apresentados os teores médios da composição química da silagem de folhas da mandioca acrescida com raspa em função dos diferentes níveis inclusão.

Houve efeito significativo ( $P < 0,05$ ) para todas as variáveis estudadas. Para os valores de MS, apresentaram efeito linear crescente, em que foi observado aumento do teor de matéria seca à medida que aumentou o nível de inclusão da raspa. Houve aumento da produção de matéria seca para nível mínimo desejado (300 g/kg de MN) segundo McDonald et al. (1991) para o nível de 20, 30% e 40% com 334,64, 401,96 e 460,76 g/kg de MN, respectivamente.

Observou-se uma elevação de aproximadamente 7,1 g/kg MN a cada 2 % de adição da raspa da mandioca entre os níveis de 10 e 20%, isso contribuiu muito para elevar o teor de matéria seca da silagem, evitando perdas durante a fermentação.

A raspa que possui elevado teor de matéria seca (Tabela 1) contribuiu para aumento da produção MS das silagens e como aditivo absorvente é bastante eficiente na redução da umidade das silagens com folhas de mandioca, o que propicia adequada fermentação pelas bactérias ácidas lácticas, que aumentam o aspecto qualitativo das silagens.

Verificou-se que o nível de 40% elevou o teor de matéria seca para 460,76 g MS/kg de MN contra 222,06 g/kg de MN para o tratamento com 0% de raspa, podendo a raspa ser usada nas silagens de folhas de mandioca, pois o subproduto da mandioca, como a estudada pelo presente trabalho, reduziu a umidade da silagem, corroborando MACIEL et al. (2008) concluíram que a adição de raspa de mandioca diminuiu o teor a



umidade da silagem de capim elefante e que o subproduto da mandioca pode ser utilizada na silagem por melhorar a composição química e o perfil fermentativo.

FERRARI JÚNIOR (2001) trabalhou com silagem de capim elefante acrescida de farelo de mandioca e observaram médias de 334,9 g/kg de MN, valores próximos ao encontrado no presente trabalho para o nível de 20% de inclusão da raspa, ratificando a eficiência da raspa de mandioca em aumentar do teor de MS da silagem com folhas de mandioca estudada pelo presente trabalho. CONCEIÇÃO et al., (2009) encontraram valores para MS, PB, FDN, FDA e CNF para a raspa de mandioca de 904,0g/kg MN; 36,0; 135,0; 68,0 e 772,7 g/kg de matéria seca.

Houve efeito quadrático ( $P < 0,05$ ) para MO e MM, o valor médio mínimo encontrado com o desdobramento para a MO foi de 929,96 g/kg MS com nível de 15,65% de inclusão de raspa de mandioca, observou-se que com 20% de inclusão em valores absolutos foram maiores 933,06 g/kg MS.

Resultados semelhantes foram encontrados por FAUSTINO et al., (2003) ao avaliarem a silagem do terço superior da mandioca, relataram valores entre 920 a 937 g/kg MS, para MM foi encontrado valor mínimo de 59,60g/kg de MS para o nível de 15,6% de inclusão da raspa após o desdobramento, os valores do presente trabalho ficaram bem acima, porém, com oscilações, os maiores valores foram para silagem com nível de 10 e 30% de inclusão.

SILVA et al. (2010) ao analisarem a silagem da parte aérea da mandioca com e sem emuchercimento e com adição de raízes, observaram para a teor de MM efeito somente dos tratamentos sem inclusão de raízes, onde encontraram valores de 73 e 79 g/kg de MS.

Houve efeito ( $P < 0,05$ ) dos níveis de inclusão de raspa na silagem de folhas da mandioca para PB, sendo observado comportamento linear decrescente, à medida que aumentou o nível de inclusão houve menor teor de PB na silagem. Para cada 1% de inclusão da raspa na silagem de folhas da mandioca houve uma diminuição de 3,37 g/kg de MS de PB nas silagens. O maior teor de PB foi observado para o nível de 0%, devido maior teor de PB presente nas folhas.

Decréscimos nos teores de PB à medida que aumentou a proporção de raspa foram encontrados por MACIEL et al., (2008) ao utilizar subproduto da mandioca na silagem de capim elefante. Devido à raspa ser mais rica em carboidratos não fibrosos, como o amido e possuir menor teor de PB no momento da ensilagem.

O nível de 0% de raspa, ou seja, só folha apresentou valores de PB de 248,46 g/kg MS, valores semelhantes foram encontrados por TY & PRESTON, (2005) de 240,0 g/kg de MS. NASSAR & MARQUES (2006) avaliaram as folhas de diversos cultivares de mandioca e relataram que os valores de PB variaram de 210 a 320 g/kg de MS, isso evidencia a grande variação existente em relação ao teor de PB das folhas de mandioca, e que as variações existentes para o material *in natura* na literatura podem estar relacionados com idade do corte, idade da planta e fatores climáticos.

Devido a PB ser considerada como um dos fatores que mais onera a produção, os teores menores encontrados no presente trabalho (113,58 g/kg MS), mostra a qualidade da silagem independente do nível de raspa, apresentando bons níveis de PB, uma vez que os valores obtidos para a PB apresentaram-se acima dos recomendados para suprir as exigências de manutença de ruminantes que é de 70 g /kg de MS (NRC, 2001) e requeridos para um determinado nível de ganho produtivo.

Os valores de PB do presente trabalho foram bem superiores aos de outras forrageiras usadas na dieta dos ruminantes (FERREIRA et al., 2007) e a silagem de folhas da mandioca com raspa com aditivo apresentam bons teores de PB, acima do relatado para bom funcionamento do rúmen ( 60 g/kg de MS de PB) na dieta dos animais ruminantes segundo VAN SOEST (1994).

Também foi observado efeito ( $P<0,05$ ) entre os níveis para os teores de EE, apresentaram comportamento linear decrescente e mostrando maiores médias de 74 g/kg de MS para nível de 0 e 10% de inclusão, os menores valores foram observados para o nível de 40% com 26,51 g/kg de MS. MARQUES et al. (2000) avaliaram a parte aérea da mandioca e encontraram valores de EE de 26 g/kg MS valores abaixo do encontrado pelo presente experimento.

De acordo com SOUZA et al. (2009) a parte do terço superior apresentaram maior teor de EE que a planta inteira, devido ao menor teor de EE na raspa de mandioca, por isso para o presente trabalho houve um decréscimo linear a medida que aumentou o nível de inclusão. FAUSTINO et al. (2003) analisaram a silagem do terço superior de mandioca e relataram valores de 38,1 g/kg MS de EE. Os valores para o presente trabalho foram maiores, devido maior teor de EE que possuem as folhas em relação à raspa de mandioca.

Tabela 4. Composição química da silagem de folhas da mandioca acrescida de raspa

Variável	Níveis de inclusão de raspa (%)					Equação	r <sup>2</sup>
	0	10	20	30	40		
MS*	222,06	299,33	334,64	401,42	460,76	Y= 227,739+5,795x	0,99
MO	930,70	929,52	933,06	928,11	931,90	Y= 930,695-0,0313x+0,001x <sup>2</sup>	0,17
MM	69,31	70,48	66,94	71,89	68,10	Y= 60,338+0,0313x- 0,001x <sup>2</sup>	0,17
PB	248,46	248,13	175,74	137,87	113,58	Y= 260,758-3,800x	0,94
EE	74,53	74,06	44,50	32,31	26,51	Y=77,939-1,378x	0,92
FDN	375,76	375,38	332,02	371,83	355,66	Y=378,252-1,912x+0,037x <sup>2</sup>	0,27
FDNcp	337,60	331,08	299,61	343,52	327,95	Y=337,509-1,705x+0,041x <sup>2</sup>	0,21
PIDN	37,97	44,04	32,17	28,03	27,37	Y=40,534 -0,208x-0, 004 x <sup>2</sup>	0,71
FDA	316,15	315,02	281,99	235,79	222,65	Y=327,565-2,662x	0,93
PIDA	27,04	35,89	22,41	16,53	22,52	Y=30,825-0,337x+0, 001 x <sup>2</sup>	0,40
CEL	282,33	290,72	260,81	218,60	207,97	Y=289,059-0,077x-0, 036x <sup>2</sup>	0,91
HEMI	59,61	60,36	50,03	136,04	144,45	Y=56,981-0,737x+0,079x <sup>2</sup>	0,81
LIG	33,82	24,29	21,18	17,20	14,68	Y=31,309-0,453x	0,93
LIG (gFDN)	90,07	64,73	63,83	46,41	41,37	Y=84,425-1,157x	0,91

MS = Matéria seca (g/kg MN); MO = Matéria orgânica; MM= Matéria mineral; PB = Proteína bruta; EE = Extrato etéreo; FDN = Fibra em detergente neutro; FDNcp = Fibra em detergente neutro corrigido para cinzas e proteína; ; PIDN = Proteína insolúvel em detergente neutro; FDA = Fibra em detergente ácido; PIDA = Proteína insolúvel em detergente ácido; CEL = Celulose; HEMI = Hemicelulose; LIG =Lignina; LIG (%FDN) = Lignina em % da FDN. \*g/kg M

O PIDN e PIDA mostrou comportamento quadrático ( $P < 0,05$ ) à medida que foi incluída a raspa de mandioca. Segundo SNIFFEN et al. (1992) a proteína insolúvel em detergente ácido é a proteína associada a lignina, é afetada negativamente pelo teor de MS e presença de oxigênio, porém observou-se que níveis de 20% e 30% de inclusão da raspa houve maior diminuição da PIDA, devido as folhas têm maior teor de PIDA (MODESTO et al., 2008) uma redução na sua proporção na ensilagem demonstra o efeito da inclusão da raspa na redução de constituintes indisponíveis da silagem, diminuindo a complexação da proteína com FDA.

Para os teores de FDN e FDNcp, foi constatado que houve efeito ( $P < 0,05$ ) dos níveis de raspa com comportamento quadrático. Os valores encontrados pelo presente experimento foram baixos 337,60, 331,08; 299,61; 343,52; 327,95 g/kg de MS para os níveis 0, 10, 20, 30 e 40% de inclusão da raspa, respectivamente.

O ponto mínimo encontrado para FDN foi de 301,47 g/kg de MS para o nível de inclusão de 25,84% após o desdobramento, os maiores resultados foram para as silagens com 0 e 10% de inclusão da raspa (375,78 g/kg MS), seguido pelo nível de 30% de inclusão (371,83 g/kg MS).

Os baixos  $r^2$  para FDN, MO e MM, são indicativos de que as equações quadráticas não se ajustaram aos dados obtidos, não podendo, portanto ser confundidas com erros das análises experimentais.

Os valores encontrados no presente trabalho estão bem abaixo do encontrado por CARVALHO et al. (2010), que avaliaram a silagem da parte aérea de três cultivares, e observaram que os resultados encontrados de FDN para 15, 30 e 50 dias de abertura dos silos foram 546,6, 517,6 e 523,2 g/kg de MS, embora esses valores não diferissem entre si. MICHELAN et al. (2007) os valores de FDN e FDA (194,3 e 85,1 g/kg MS) foram bem menores que o encontrado pelo presente trabalho.

A determinação da FDN é importante, pois altos níveis de celulose, hemicelulose e lignina diminuem a digestibilidade e limitam o consumo de MS pelos animais por mecanismos físicos (VAN SOEST et al., 1994 e AZEVEDO et al., 2006), forragem com mais de 600g/kg de MS de FDN e menos de 60 g/kg de PB, são consideradas de baixa qualidade, segundo FORBES (1995). Diante disto, a silagem de folhas da mandioca apresentou baixos teores de FDN e valores de PB bem acima de 60 g/kg de MS, o que a caracteriza de boa qualidade.

Foi constatada para FDA que houve influência ( $P < 0,05$ ) dos níveis de inclusão da raspa, apresentando comportamento linear decrescente a partir do nível de 20% de inclusão da raspa, a raspa foi efetiva em diminuir os teores de FDA, uma vez que diminuiu o teor de umidade da silagem, pode ter inibido a atividade de enzimas que durante a fermentação degradam carboidratos. Além disso, a raspa apresenta baixos teores FDA que as folhas da mandioca, o que acarreta em menores valores de FDA na silagem avaliada pelo presente experimento.

A silagem com níveis de 30% e 40% apresentaram em valores absolutos menores teores de FDA, o que de acordo com MACIEL et al. (2008), a diminuição nos teores de FDA é um bom indicativo de melhoria no valor nutricional das silagens.

Para CEL e LIG foi constatado efeito ( $P < 0,05$ ) dos níveis de inclusão da raspa na silagem de folhas da mandioca, onde foi observado comportamento linear decrescente; contudo, observou-se comportamento quadrático ( $P < 0,05$ ) para hemicelulose. Os maiores teores de celulose foram para as silagens de 0, 10, e 20% de inclusão, para lignina os menores valores foram para as silagens com 30 e 40% de inclusão de raspa.

Alguns autores já relataram o efeito de aditivos, como a raspa na diminuição de constituintes da parede celular (SIQUEIRA et al., 2007 e BALIEIRO NETO et al., 2007), em que um aumento de compostos fenólicos, como a lignina, provocam limitações na degradação da fração fibrosa de forrageiras. (RIBEIRO et al., 2010).

Em relação à EB, ED, EM e NDT houve efeito ( $P < 0,05$ ) dos níveis de inclusão da raspa de mandioca na silagem de folhas de mandioca aberta com 30 dias (Tabela 5). Para EB observou-se efeito linear decrescente em que com o aumento da raspa, a energia foi diminuindo. A EB é considerada a energia de combustão total do alimento, e é relacionada com a composição química, no entanto, para fins nutricionais, pouco se pode inferir desses valores sobre os componentes nutricionais utilizados pelos animais (VAN SOEST, 1994).

Em relação aos valores de ED, EM e NDT houve efeito ( $P < 0,05$ ) da inclusão da raspa na silagem de mandioca, que apresentaram comportamento quadrático, os maiores valores de NDT foram para as silagens com 0, 10 e 20% de inclusão, sendo o máximo valor encontrado após o desdobramento foi de 778,95 para nível de 4,12% de inclusão. Esse melhor desempenho demonstra à boa qualidade na composição química da

silagem de folhas da mandioca acrescida com raspa, que obtiveram maiores teores de NDT comparado com outras fontes energéticas como o trigo 715 g/kg MS (NRC, 2001).

Tabela 5. Composição energética (Mcal/kg) da silagem de folhas da mandioca acrescida de raspa

Variável	Níveis de inclusão da raspa					Equação	r <sup>2</sup>
	0	10	20	30	40		
EB	5,06	4,85	4,48	4,30	4,19	Y= 5,032-0,023x	0,96
ED	3,51	3,55	3,41	3,29	3,24	Y= 3,538-0,003x-0,0001x <sup>2</sup>	0,90
EM	3,10	3,14	3,00	2,87	2,83	Y= 3,128-0,003-0,0001x <sup>2</sup>	0,90
NDT*	764,76	778,08	763,65	744,11	742,92	Y= 779,360+0,198x-0,024x <sup>2</sup>	0,76

EB = Energia bruta; ED = Energia digestível; EM = Energia metabolizável; NDT = Nutrientes digestíveis totais \* (g/kg de MS).

A ED foi calculada com base nas equações do NRC (2001), que considera os teores de PBvd (proteína bruta verdadeiramente digestível) e AG (ácidos graxos), estes por sua vez consideram os teores de proteína e EE, respectivamente, logo uma redução linear observada nesses compostos podem ter diminuído a energia digestível nas silagens a partir da inclusão de raspa de mandioca.

Segundo VAN SOEST (1994) o requerimento energético estimado para mudar a condição corporal de vacas em uma escala de 1 a 5 estão entre 2,57 a 7,57 Mcal/kg. Diante disto, SILVA et al. (2010), relataram que a silagem da parte aérea da mandioca apresenta aporte energético a outras fontes energéticas como milho, ratificando a importância energética desses subprodutos da mandioca para a alimentação animal, principalmente nas regiões com maior disponibilidade dos mesmos.

Para a PB e os fracionamentos foi constatado efeito significativo (P<0,05) (Tabela 6), sendo observado um comportamento linear decrescente para PB.

SOUZA et al. (2011), trabalhando com diferentes frações da parte aérea de quatro variedades de mandioca cultivadas no Norte de Minas Gerais, observaram valores médios de 147,3g/kg de MS de PB, valor mais aproximado ao do nível de 30% de inclusão da raspa em relação aos demais. GUEDES et al. (2007) encontraram valores médios de 191,8g/kg de MS de PB quando avaliaram a composição química da parte aérea de diferentes variedades da mandioca.

Tabela 6. Proteína bruta total e frações da proteína\* da silagem de folhas da mandioca acrescida de raspa

Variáveis	Nível de inclusão da raspa (%)					Equação	r <sup>2</sup>
	0	10	20	30	40		
PB	248,46	248,13	175,74	137,87	113,58	Y= 260,758-3,800x	0,94
A	117,95	119,05	89,50	68,14	56,89	Y= 124,912-1,730x	0,94
B1+B2	92,54	85,04	54,07	41,70	29,32	Y= 94,49-1,698x	0,96
B3	10,92	8,15	9,76	11,50	4,85	Y= 9,04	-
C	27,04	35,89	22,41	16,53	22,52	Y= 30,560-0,284x	0,39

PBtotal = Proteína bruta total (g/kg de MS); A = Nitrogênio não proteico ; B1 = fração rapidamente degradada no rúmen; B2= fração de degradação intermediária; B3 = Fração lentamente degradável no rúmen; C = Fração indisponível;\* (g da proteína bruta total).

Esse comportamento também foi observado por PIRES et al. (2009), avaliando o farelo de mandioca como aditivo na silagem de capim elefante, e observaram redução linear nos valores da PB.

Para a fração A (nitrogênio não protéico) foi constatado efeito ( $P < 0,05$ ) dos níveis de inclusão da raspa, com comportamento linear decrescente. No geral, essa fração obteve maior proporção do total de PB, isso pode ter ocorrido devido à ação das bactérias anaeróbicas durante o processo fermentativo, onde parte da proteína, oligopeptídeos e peptídeos, são transformados em compostos mais simples, como NNP, em virtude da proteólise (GERON et al., 2007, PIRES, et al., 2009).

Efeito semelhante foi observado por MODESTO, et al (2004) ao avaliarem silagem da rama da mandioca quanto ao perfil dos compostos nitrogenados e encontraram elevada participação da fração A.

Para as frações B1 + B2 neste experimento foram consideradas fração única e representam, respectivamente, as frações solúveis e insolúveis (PIRES, et al., 2009), sendo proteínas verdadeiras potencialmente digestíveis, isso porque segundo MELLO & NÖRNBERG (2004), a fração B1 é altamente degradada e não é possível determiná-la.

Foi observado efeito significativo ( $P < 0,05$ ) com efeito linear decrescente para frações B1+B2, isso, provavelmente ocorreu devido à menor quantidade de proteína bruta para os maiores níveis de raspa de mandioca, onde a proporção de folhas, mais rica em proteína, foi diminuída à medida que se aumentou o nível de inclusão da raspa.

Em relação à fração B3 da PB, a qual tem lenta degradação e parte escapa da ação dos microrganismos ruminais (GERON et al., 2007), e fornece aminoácidos no

intestino delgado, não foi observado efeito ( $P>0,05$ ) dos níveis de inclusão da raspa na silagem de folhas de mandioca.

A fração C é quantificada pelo teor de NIDA da silagem e é a fração não degradada no rúmen, pois se encontra ligada a lignina, tornando-a resistente a digestão pelos microrganismos do rúmen, sendo indigestível (WATERS et al, 1992; LICITRA et al., 1996), essa fração foi maior nas silagens com maior teor de PB (0% e 10% de raspa) o que isso explica os menores valores de digestibilidade *in vitro* observados para esse nível de inclusão da raspa.

MODESTO et al. (2004) encontraram valores de 49,6 g/kg MS para a fração C da silagem do terço superior da rama da mandioca, acima do encontrado pelo presente trabalho, que foi de 27,04 e 35,89 g/kg MS para o nível de 0 e 10%, respectivamente.

Os níveis com 20, 30 e 40% de raspa apresentaram menores valores da fração C (indisponível), o que de certa forma maximiza a eficiência de utilização de N pelos microrganismos, isso pode ser importante nas formulações de ração para os animais, reduzindo perdas (RUSSELL et al.,1992).

Em relação ao fracionamento dos carboidratos houve efeito ( $P<0,05$ ) para os diferentes níveis de inclusão da raspa estudados (Tabela 7).

Tabela7. Carboidratos totais e frações dos carboidratos da silagem de folhas da mandioca acrescida de raspa

Variáveis	Nível de inclusão da raspa (%)					Equação	r <sup>2</sup>
	0	10	20	30	40		
CT	607,70	607,33	712,83	757,93	791,81	Y= 591,758+5,189x	0,93
CNF	238,02	239,00	385,96	390,59	440,54	Y= 227,495+5,566x	0,86
A+B1	247,57	226,52	381,38	360,17	318,77	Y= 220,71+8,95x-0,154x <sup>2</sup>	0,60
B2	290,34	323,72	283,51	355,06	427,22	Y= 302,000-2,358x+0,135x <sup>2</sup>	0,87
C	69,78	57,08	47,93	42,69	45,81	Y= 70,204-1,639x+0,025x <sup>2</sup>	0,99

CHOTS = Carboidratos totais, g/kg MS; CNF= Carboidratos não fibrosos; A= Açúcares solúveis; B1 = amido e pectina; B2= porção digestível da parede celular; C = Fração indigestível da parede celular \* (g dos carboidratos totais).

Para os CT e CNF houve efeito ( $P<0,05$ ) em função dos níveis de inclusão de raspa de mandioca na silagem de folhas, observou-se comportamento linear crescente para CNF; os maiores teores foram para as silagens com 30 e 40% de inclusão, com 390,59 e 440,54 g/kg MS, respectivamente.



AZEVEDO et al. (2006) encontraram para silagem de parte aérea de mandioca valor médio de CNF (fração altamente digestível) de 314 g/kg de MS valores abaixo do encontrado para silagem acima de 30% do presente trabalho. O aumento no CNF ratifica a eficiência na fermentação da silagem de folhas de mandioca com adição da raspa.

Foi observado acréscimo linear nos resultados de CT, o que foi esperado, por conter maior teor de carboidratos nos tratamentos com maior nível de raspa de mandioca, rica em fibra.

Segundo o NRC (2001), para se estimar a disponibilidade das frações dos carboidratos que escapam da fermentação no ambiente ruminal é recomendado valores de 100, 75 e 20%, respectivamente para as frações A, B1 e B2. Os valores para B2 foram altos, provavelmente devido ao teor de FDN das silagens com maior nível de inclusão da raspa.

Observou-se comportamento quadrático ( $P < 0,05$ ) para as frações A+B1, B2 e C. As frações A+B1, são as frações solúveis dos carboidratos constituídas de açúcares simples, como amido e pectina, rapidamente degradadas no rúmen, essas frações apresentaram maiores valores para os níveis acima de 20% de inclusão da raspa (381,38 g/kg MS), sendo que à medida que aumentou o nível de inclusão aumentou a quantidade dessas frações, isso explica os maiores valores de digestibilidade da MS e da FDN para os níveis de inclusão de acima 20%. Essas frações foram bem superiores às encontrados por MODESTO et al. (2004) que relataram valores de 181,6 g/kg MS.

A fração B2 corresponde a fração dos carboidratos potencialmente digestível, e no geral essa fração foi maior para os níveis de 30 e 40% com 355,06 e 427,22 g/kg de MS, respectivamente, segundo MALAFAIA et al. (1998), está relacionada com o teor de FDN, e como na composição *in natura* a FDN foi maior para esses níveis, isso fez com que houvessem maior fração B2 nessas silagens (Tabela 1).

A fração C representa a fração indigestível, que é indisponível e apresenta taxa de degradação zero (BERCHIALLY et al., 2011), essa fração foi maior para os níveis 0% e 10% com valores absolutos de 69,78 e 57,08g/kg MS. É possível que o maior teor de lignina nas folhas da mandioca, podem ter contribuído para maior fração C.

Segundo VAN SOEST (1994) menores valores da fração C pode apresentar maior digestibilidade dos carboidratos que constituem a parede celular do alimento e, conseqüentemente, podem ocasionar maior consumo de matéria seca pelos animais.

As silagens com nível de 20 e 30% apresentaram menor teor da fração C que as demais e destacou-se com as porções de carboidratos e proteínas potencialmente digestíveis. Segundo VIANA et al. (2012), estudos de fracionamentos são importantes por promover melhor entendimento dos mesmos e por auxiliar no balanceamento de dieta de acordo com as exigências de cada categoria animal.

Os resultados obtidos para a DIVMS apresentaram diferença significativa ( $P < 0,05$ ) com comportamento linear crescente em relação aos níveis de inclusão da raspa (Tabela 8).

Tabela 8. Digestibilidade *in vitro* (kg/kg MS) da silagem de folhas da mandioca acrescida de raspa

Variável	Nível de inclusão da raspa (%)					Equação	r <sup>2</sup>
	0	10	20	30	40		
DIVMS	0,76	0,78	0,79	0,81	0,89	Y= 0,752+0,0028x	0,84
DIVPB	0,74	0,73	0,77	0,75	0,82	Y= 0,735-0,0004x+0,00005x <sup>2</sup>	0,80
DIVFDN	0,72	0,79	0,78	0,88	0,85	Y= 0,7333+0,0036x	0,80

DIVMS = Digestibilidade *in vitro* da MS; DIVPB = Digestibilidade *in vitro* da PB; DIVFDN= Digestibilidade *in vitro* da FDN.

O comportamento encontrado para DIVMS corrobora com McDONALD et al. (1988) quando afirmam que existem vários fatores que influenciam a digestibilidade, como por exemplo a composição do alimento, em que no presente trabalho quando se incluiu a raspa em níveis crescentes na silagem a combinação de fonte protéica com energética e uma fonte de fibra, ocasionou melhor digestibilidade *in vitro*. Outra consideração importante que vem ratificar os resultados do presente trabalho é o que afirma VAN SOEST et al. (1994) em que dependendo da qualidade do alimento, a digestibilidade é considerada alta quando se apresenta acima de 0,66 kg/kg MS..

Quando se observa os resultados para DIVMS, pode-se inferir sobre sua qualidade, mostrando que houve melhor digestibilidade à medida que aumentou a inclusão da raspa da mandioca.

Outro fato que pode ter contribuído para os altos resultados apresentados, provavelmente, pode ser devido a combinação da folha da mandioca com a raspa, rica em proteína e carboidratos não fibrosos, prontamente disponíveis, ter oferecido

condições mais favoráveis para ação dos microrganismos ruminais, tendo um substrato com maior qualidade e promovendo maior potencial no aproveitamento da silagem.

Foi observado efeito significativo ( $P < 0,05$ ) para a DIVPB apresentando comportamento quadrático em relação aos níveis de inclusão da raspa de mandioca, obtendo-se a menor digestibilidade no nível de 10% de inclusão da raspa com valor médio de 0,73 kg/kg de MS. Este comportamento, provavelmente, pode ter ocorrido em virtude do maior valor de PIDN e PIDA onde apresentaram valores de 44,04 e 35,89g/kg de MS em valores absolutos, respectivamente, encontrado para mesmo nível, 10% de inclusão da raspa.

O NRC (2001) relata que a digestibilidade pode se diferenciar dependendo da composição química do alimento analisado, o que também, pode ser alterado pelo ambiente ruminal, o que pode ser observado no presente trabalho quando se apresenta, por exemplo, os conteúdos de nitrogênio insolúvel em detergente neutro e ácido influenciando diretamente na digestibilidade da proteína, fato este, constatado no presente trabalho.

MODESTO et al. (2008) avaliaram a digestibilidade *in situ* da proteína (DIPB) do terço superior da rama da mandioca e observaram valores da ordem de 0,59; 0,57 e 0,54 kg/kg de MS para os níveis de substituição da silagem de milho pela rama de mandioca de 20; 40 e 60%. Valores bem abaixo do encontrado com a silagem de folhas de mandioca com raspa como aditivo, com isso, demonstrando a qualidade superior da silagem para todos os níveis de inclusão da raspa.

Para a DIVPB foi constatado efeito significativo ( $P < 0,05$ ) em que apresentou comportamento linear crescente à medida que aumentou a inclusão da raspa de mandioca. Esse comportamento, provavelmente, está relacionado à disponibilidade de proteína bruta que mesmo apresentando linear decrescente (Tabela 2) esteve, em todos os níveis, acima do recomendado pelo NRC (2001) que relata níveis mínimos de 70 g/kg MS, como também, com a disponibilidade de energia, o que provavelmente pode ter contribuído para uma melhor eficiência da sincronização desta com os compostos nitrogenados, melhorando a eficiência de síntese de proteína microbiana e a ação desses microrganismos na fração fibrosa da silagem.

Independente do comportamento observado para a DIVFDN foi observado, em valores absolutos, médias elevadas, sendo um dos entraves comentados por DUQUE et

al. (2011) quando relata que devido a metodologia utilizada, na digestibilidade *in vitro* há uma superestimação dos resultados, onde sistemas automatizados tem superestimados os valores de digestibilidade dos alimentos, sendo assim necessários mais estudos que possam corrigir essas divergências.

Não foram encontrados, na literatura consultada, resultados usando a técnica da digestibilidade *in vitro* para a FDN, no entanto, resultados encontrados por outros autores utilizando técnica *in situ* como MODESTO et al. (2008), encontraram valores médios de 0,32; 0,25 e 0,34 kg/kg de MS para digestibilidade da FDN para os níveis de substituição da silagem de milho pela rama de mandioca de 20, 40 e 60%, valores bem abaixo dos encontrados no presente trabalho, justificando os prováveis resultados superestimados dessa variável analisada.

CASALI et al. (2008) relataram que estudos da digestibilidade são relevantes para a avaliação do valor nutritivo de alimentos utilizados na dieta dos animais ruminantes, sendo importante buscar métodos que minimizem as divergências da técnica *in vitro*, sendo no caso do presente trabalho sobre a DIVFDN.

## **Conclusões**

A silagem de folhas de mandioca acrescida com raspa de mandioca apresenta valores de pH e temperatura ideais para melhor qualidade da silagem, boa composição química, com alto teor de PB, redução de FDA e aumento das frações da proteína bruta A e B, redução das frações C dos carboidratos, elevada digestibilidade *in vitro*, portanto recomenda-se que as de folhas de mandioca para confecção da silagem com adição de raspa no nível de 30%, com potencial para uso na alimentação de ruminantes.

### Referências Bibliográficas

ALETOR, O. Comparative nutritive and physicochemical evaluation of cassava (*Manihot Esculenta*) leaf protein concentrate and fish meal. **Journal of Food Agriculture and Environment**, Finland, v.8, n.2, p.39- 43, 2010.

ALVES DE BRITO, C.J.F.; RODELLA, R.A.; DESCHAMPS, F.C. Perfil químico da parede celular e suas implicações na digestibilidade de *Brachiaria Brizantha* e *Brachiaria Humidicola*. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.8, p.1835-1844, 2003.

AMARAL, R.C.; BERNARDES, T.F.; SIQUEIRA, G.R. et al. Estabilidade aeróbia de silagens do capim-marandu submetidas a diferentes intensidades de compactação na ensilagem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.6, p.977-983, 2008.

ANDRADE, A.P.; QUADROS, D.G.; BEZERRA, A.R.G. et al. Aspectos qualitativos da silagem de capim-elefante com fubá de milho e casca de soja. **Semina: Ciências Agrárias**, v.33, n.3, p.1209-1218, 2012.

ARAÚJO, M.J.; MEDEIROS, A.N.; CARVALHO, F.F.R.; SILVA, D.S.; CHAGAS, E.C.O. Consumo e digestibilidade dos nutrientes em cabras Moxotó recebendo dietas com diferentes níveis de maniçoba. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.6, p.1088-1095, 2009.

AZEVEDO, E.B.; NORNBORG, J.L.; KERSSLER, J.D. et al. Silagem da parte aérea de cultivares de mandioca. **Ciência Rural**, v.36, n.6, p.1902-1908. 2006.

BALIEIRO NETO, G.; SIQUEIRA, G.R.; REIS, R.A. et al. Óxido de cálcio como aditivo na ensilagem de cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.5, p.1231-1239, 2007.

BERCHIELLY, T.T.; PIRES, A.V.; OLIVEIRA, S.G. **Nutrição de ruminantes**. 2ª edição. 2011. p.616.

BOHNENBERGER, L.; GOMES, S. D; COELHO, S. R. M. et al. Concentrado protéico de folhas de mandioca na alimentação de tilápias-do-nilo na fase de reversão sexual. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.6, p.1169-1174, 2010.

CARVALHO JÚNIOR, J.N.; PIRES, A.J.V.P.; SILVA, F.F. et al. Desempenho de ovinos mantidos com dietas com capim-elefante ensilado com diferentes aditivos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.6, p.994 - 1000 2009.

CARVALHO, C. M.; SILVA, J.M.; MENEZES, M. E. S. et al. Diferentes tamanhos de partículas e tempos de armazenamento em silagem da parte aérea da mandioca. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.11, n.4, p.932-940. 2010.

CASALI, A.O.; DETMAN, E. ; VALADARES FILHO, S.C. et al. Influência do tempo de incubação e do tamanho de partículas sobre os teores de compostos indigestíveis em alimentos e fezes bovinas obtidos por procedimentos *in situ*. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.2, p.335-342, 2008.

CONCEIÇÃO, W.L.F.; FIGUEREDO, A.V.; NASCIMENTO, H.T.S. et al. valor nutritivo de dietas contendo raspa integral da mandioca para ovinos confinados. **Acta Scientiarum Animal Sciences**, v.31, n.4, p.397-402, 2009.

DIAS, A.M., SILVA F.F., VELOSO, C.M., ÍTAVO, L.C.V. et al. Digestibilidade dos nutrientes do bagaço de mandioca em dietas de novilhas leiteiras. **Arquivos Brasileiros de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.60, n.4, p.996-1003, 2008.

DUQUE, A.C. A.; LOPES, F.C. F.; DORNELLAS, R.A.C.; et al. Digestibilidade da matéria seca de alimentos volumosos e concentrados, determinada por diferentes procedimentos in vitro. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.12, n.3, p.680-690. 2011.

EMBRAPA SOLOS, EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA SOLOS. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2ª ed. Rio de Janeiro. 2006. p.306.

FAO. FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION. [2008] **WHY CASSACA?** Disponível em: <[http://www.fao.org/ag/agp/agpc/gcds/index\\_en.html](http://www.fao.org/ag/agp/agpc/gcds/index_en.html)>. Acessado em: 15/10/2013.

FAUSTINO, J.O.; SANTOS, G.T.; MODESTO, E.C.; et al. Efeito da ensilagem do terço superior da rama de mandioca triturada ou inteira e dos tempos de armazenamento. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v.25, n.2, p.403-410, 2003.

FEREIRA, A.C.H.; NEIVA, J.N.M.; RODRIGUEZ, N.M. et al. Consumo e digestibilidade de silagens de capim-elefante com diferentes níveis de subproduto da agroindústria da acerola. **Revista Ciência Agronômica**, v. 41, n.4, p. 693-701. 2010.

FERRARI JUNIOR, E.; VELOSO, W. Qualidade da silagem de capim elefante (*pennisetum purpureum* schum) emurchecido ou acrescido de farelo de mandioca. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.30, n.5.p.1424 – 1431, 2001.

FERREIRA, A. L.; SILVA, A. F.; PEREIRA, L. G. R. et al. Produção e valor nutritivo da parte aérea da mandioca, maniçoba e pornunça . **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**. v.10, n.1, p.129-136, 2009.

FERREIRA, G.D.G.; OLIVEIRA, R.L.; CARDOSO, E.C. et al. Valor Nutritivo de Coprodutos da Mandioca. **Revista Brasileira Saúde Produção Animal**, v.8, n.4, p.364-374, 2007.

FORBES, J.M. Food preferences in farm animals: why don't they always choose wisely? **Proceedings of the Nutrition Society**, v.54, p.429-440 429,1995.

GERON, L. J. V.; ZEOULA, L. M.; VIDOTTI, R. M.; et al. Chemical characterization, dry matter and crude protein ruminal degradability and in vitro intestinal digestion of acid and fermented silage from tilapia filleting residue. **Animal Feed Science and Technology**, n.136, p.226-239. 2007.

GUEDES, P. L. C.; LEMOS, P. F. B. A.; ALBUQUERQUE, R. P. F. et al. Produção de forragem de mandioca para alimentação de bovinos leiteiros no agreste paraibano. **Tecnologia & Ciência Agropecuária**, v.1, n.2, p.53-59, 2007.

HANG, D.T. [1998]. Digestibility and nitrogen retention in fattening pigs fed different levels of ensiled cassava leaf as a protein source and ensiled cassava root as energy source. **Livestock Research for Rural Development**. v.10, n.3. Disponível em: <<http://www.lrrd.org/lrrd10/3/hang1.htm>>. Acessado em 12/02/2013.

HOLDEN, L.A. Comparison of methods of *in vitro* dry matter digestibility for ten feeds. **Journal Dairy Science**, v.82, n.8, p.1791-1794, 1999.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – **IBGE**. [2012] Produção agrícola Nacional. Disponível em: <[http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/lspa/lspa\\_201212\\_9.stm](http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/lspa/lspa_201212_9.stm)> Acessado em: 15/01/2013.

JOBIM, C.C.; NUSSIO, L.G.; REIS, R.A. et al. Avanços metodológicos na avaliação da qualidade da forragem conservada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, p.101-119, 2007.

LICITRA, G.; HERNANDEZ, T.M.; VAN SOEST, P.J. Standardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminant feed. **Animal Feed Science Technology**, v.57, n.4, p.347-358, 1996.

MACIEL, R.P.; NEIVA, J.N.M.; OLIVEIRA, R.C. et al. Características fermentativas e químicas de silagens de capim-elefante contendo subproduto da mandioca. **Revista Ciência Agrônômica**, v.39, n.1, p.142-147, 2008.

MALAFAIA, P.A.M.; VALADARES FILHO, S.C.; VIEIRA, R.A.M. et al. Determinação das frações que constituem os carboidratos totais e da cinética ruminal da fibra em detergente neutro de alguns alimentos para ruminantes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.27, n.4, p.790-796, 1998.

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

MARJUKI, S. H.E, RINI D.W, ARTHARINI I. et al. [2008]: The use of cassava leaf silage as a feed supplement in diets for ruminants and its introduction to smallholder farmers. **Livestock Research for Rural Development**, v.20 n.6. Disponível em: <<http://www.lrrd.org/lrrd20/6/marj20093.htm>>. Acessado em:02/02/2012.

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**, v.29, n.5, p.1528 – 1536, 2000.

McDONALD, P.; EDWARDS, R.; GREENHALGH, J.F.D. **Animal Nutrition**. 4.ed. New York. 1988. p.543.

McDONALD, P.; HENDERSON, A. R.; HERON, S. J. E. **Biochemistry of silage**. 2ª ed. Marlow, Bucks., U.K.: Chalcombe Publications. 1991. p.340.

MELLO, R. & NÖRNBERG, J.L. Fracionamento dos carboidratos e proteínas de silagens de milho, sorgo e girassol. **Ciência Rural**, v.34, n.5, p.1537-1542, 2004.

MELO, D.S.; CORRÊA, A.D. ; MARCOS, F.C.A. et al. Efeitos da farinha de folhas de mandioca sobre a peroxidação lipídica, o perfil lipídico sanguíneo e o peso do fígado de ratos. **Ciência Agrotecnologia**, v.31, n.2, p. 420-428, 2007.

MENDES, C.Q.; SUSIN, I.; NUSSIO, L.G. et al. Efeito do *Lactobacillus buchneri* na fermentação, estabilidade aeróbia e no valor nutritivo de silagem de cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.12, p.2191-2198, 2008.

MICHELAN, A.C.; SCAPINELLO C.; FURLAN, A.C. et al. Utilização da raspa integral de mandioca na alimentação de coelhos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.5, p.1347-1353, 2007.

MODESTI, C.F.; CORREIA, A.D.; OLIVEIRA, E.D. et al. Caracterização de concentrado protéico de folhas de mandioca obtido por precipitação com calor e ácido. **Ciência Tecnologia de Alimentos**, v.27, n.3, 464-469. 2007.

MODESTO, E.C.; SANTOS, G.T.; ZAMBOM, M.A. et al. Consumo, digestibilidade e parâmetros ruminais em vacas gestantes alimentadas com silagem de rama de mandioca. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.5, p.944-950, 2008.

MODESTO, E.C.; SANTOS, G.T.; VILELA, D. et al. Caracterização químico-bromatológica da silagem do terço superior da rama de mandioca. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v.26, n.1, p.137- 146, 2004.

MOTA, A.D.S.; ROCHA JUNIOR, V.R.; SOUZA, A.S. et al. Perfil de fermentação e perdas na ensilagem de diferentes frações da parte aérea de quatro variedades de mandioca. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.7, p.1466-1473, 2011.

NASSAR M.N.A. & MARQUES A.O. Cassava leaves as a source of protein. **Journal International of Food, Agriculture & Environment**, v.4, n.1, p.187-188. 2006.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. Nutrient requeriments of dairy cattle. 7ª ed. Washinton, D.C. **National Academy of Science**, 2001. p.381.

OLIVEIRA, H. C. A.J.V.; PIRES, A.C.; OLIVEIRA, A.L. et al. Perdas e valor nutritivo da silagem de capim-tanzânia amonizado com uréia. **Archivos de Zootecnia**, v.58, n.222, 195-202. 2009.



PEREIRA, O.G. & SANTOS, E.M. Microbiologia e o processo de fermentação em silagens. in: simpósio sobre manejo estratégico da pastagem, 3., 2006, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa, MG: UFV, p.393-430. 2006.

PIRES, A.J.V.; CARVALHO, G.G.P.; GARCIA, R. et al. Fracionamento de carboidratos e proteínas de silagens de capim-elefante com casca de café, farelo de cacau ou farelo de mandioca. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.3, p.422-427, 2009.

PRESTON, T R.; RODRÍGUEZ, L.; VAN LAI N. et al. El follaje de la yuca (*Manihot esculenta* Cranz) como fuente de proteína para la producción animal em sistemas agroforestales. **Agroforestería para la Producción Animal en Latinoamérica** , p.395-406, [1998]. Disponível em: <<http://www.fao.org/ag/aga/agap/FRG/AGROFOR1/presto24.htm>>. Acessado em: 03/02/2013.

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

QUARESMA, J.P.S.; ABREU, J.G.; ALMEIDA, R.G. et al. Recuperação de matéria seca e composição química de silagens de gramíneas do gênero *Cynodon* submetidas a períodos de pré-emurchecimento. **Ciência Agrotecnológica**, v.34, n.5, p.1232-1237, 2010.

RIBEIRO, L.S.O.; PIRES, A.J.V.; CARVALHO, P.G.G. et al. Composição química e perdas fermentativas de silagem de cana-de-açúcar tratada com ureia ou hidróxido de sódio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.9, p.1911-1918, 2010.

RUSSELL, J. B. O'CONNOR, J.D.; FOX, D.G. et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: I. Ruminant fermentation. **Journal of Animal Science**, v.70, n.12, p.3551-3561, 1992.

SANTOS, M.V.F.; GÓMEZ CASTRO, A.G.; PEREA, J.M. et al. Fatores que afetam o valor nutritivo da silagens de forrageiras tropicais. **Archivos de Zootecnia**, v.59 p.25-43. 2010.

SAPP, R.E. & DAVIDSON, S.D. Microwave Digestion of Multicomponent Foods for Sodium Analysis by Atomic-Absorption Spectrometry. **Journal of Food Science**, n.56, v.5, p.1412-1414, 1991.

SARAN NETTO, A.; ZANETTI, M.A., PAIVA, F.A. et al. Efeitos da fonte de enxofre sobre a população de protozoários e degradabilidade no rúmen. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.61, n.4, p.910-917, 2009.

SAS INSTITUTE INC. SAS/STAT. **User's Guide: stat**. Release 8.1 Edition. Cary, 2001. p.1292.

SILVA, A.F.; SANTANA, L.M.; FRANÇA, C.R.R.S. et al. Produção de diferentes variedades de mandioca em sistema agroecológico. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.13, n.1, p.33-38, 2009.

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

SILVA, D. J. & QUEIROZ, A. C. **Análises de Alimentos: métodos químicos e biológicos**. 2ª ed. Viçosa: MG, UFV, 2002. p.165.

SIQUEIRA, G.R.; REIS, R.A.; SCHOCKEN-ITURRINO, R.P. et al. Perdas de silagens de cana-de-açúcar tratadas com aditivos químicos e bacterianos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.6, p.2000-2009, 2007.

SNIFFEN, C. J.; O'CONNOR, J. D.; VAN SOEST, P. J. et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II Carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, v.70, n.11, p.3562-3577, 1992.

SOUZA, A.S.; ROCHA JÚNIOR, V.R.; MOTA, A.D.S.; PALMA, M.N.N.; FRANCO, M.O.; DUTRA, E.S.; SANTOS, C.C.R.; AGUIAR, A.C.R.; OLIVEIRA, C.R.; ROCHA, W.J.B. Valor nutricional de frações da parte aérea de quatro variedades de mandioca. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.12, n.2, p.441-455, 2011.

SOUZA, J.M.L. NEGREIROS, J.R.S.; ÁLVARES, V.S. et al. Physicochemical variability of cassava flour. **Ciência e Tecnologia de alimentos**, v.28, n.4, p.907-912, 2009.

SOUZA, L.S.; FARIAS, A.R.N.; MATTOS, P.L.P.; FUKUDA, W.M.G. Processamento e utilização da mandioca. Cruz das Almas: **Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical**, 2005.p.547.

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

TY, C. & PRESTON, T.R. Effect of water spinach and fresh cassava leaves on intake, digestibility and N retention in growing pigs. **Livestock Research for Rural Development**. V.17, n.23. [2005]. Disponível em: <<http://www.cipav.org.co/lrrd/lrrd17/2/chha17023.htm>> Acessado em 09/02/2013.

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

VAN SOEST, P.J.; ROBERTSON, J.B.; LEWIS, B.A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. In: Symposium Carbohydrate Methodology, Metabolism, and Nutritional Implications in Dairy Cattle. **Journal of Dairy Science**, v.74, n.10, p. 3583- 3597, 1991.

VELASQUEZ, P.A.T.; BERCIELLI, T.T.; REIS, R.A. et al. Composição química, fracionamento de carboidratos e proteínas e digestibilidade in vitro de forrageiras tropicais em diferentes idades de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.6, p.1206-1213, 2010.

VIANA, P.T.; PIRES, A.J.V.; OLIVEIRA, L.B. et al. Fracionamento de carboidratos e de proteína das silagens de diferentes forrageiras. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.41, n.2, p.292-297, 2012.

WATERS, C. J.; KITCHERSIDE, M.A. WEBSTER, A.J.F. Problems associated with estimating the digestibility of undergrated dietary nitrogen from acid detergent insoluble nitrogen. **Animal Feed Science and Technology**, v.39, n.3-4, p.279-291, 1992.

ZANINE, A.M.; SANTOS, A.M.; JOÃO, R.R.D. et al. Evaluation of elephant grass silage with the addition of cassava scrapings. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.12, p.2611-2616, 2010.

## CONCLUSÕES GERAIS

A silagem de folhas da mandioca acrescida com raspa de mandioca apresenta potencial para ser utilizada na alimentação animal, com poucas perdas e boa característica nutritiva, novas pesquisas devem ser realizadas para resultados mais acurados quando a digestibilidade *in vitro* e formas de utilização desses subprodutos como fonte alimentar de ruminantes, visando melhor aproveitamento dos mesmos, principalmente para regiões com maior potencialidade de produção.

**Tabela 1A** - Valores de pH da silagem de folhas de mandioca acrescida com raspa

Nível	Repetição	Tempo	Horas	pH
0	1	30	0	3,90
0	2	30	0	3,90
0	3	30	0	3,90
0	4	30	0	3,90
0	5	30	0	3,87
0	6	30	0	3,87
10	1	30	0	3,97
10	2	30	0	3,97
10	3	30	0	3,97
10	4	30	0	3,97
10	5	30	0	3,98
10	6	30	0	3,98
20	1	30	0	3,94
20	2	30	0	3,94
20	3	30	0	3,90
20	4	30	0	3,90
20	5	30	0	3,95
20	6	30	0	3,95
30	1	30	0	3,94
30	2	30	0	3,94
30	3	30	0	3,95
30	4	30	0	3,95
30	5	30	0	3,96
30	6	30	0	3,96
40	1	30	0	4,02
40	2	30	0	4,02
40	3	30	0	3,94
40	4	30	0	3,94
40	5	30	0	3,96
40	6	30	0	3,96
0	1	30	48	3,90
0	2	30	48	3,94
0	3	30	48	3,96
0	4	30	48	3,95
0	5	30	48	3,97
0	6	30	48	3,96
10	1	30	48	4,04
10	2	30	48	4,04
10	3	30	48	4,05
10	4	30	48	4,05
10	5	30	48	4,06
10	6	30	48	4,05
20	1	30	48	4,05
20	2	30	48	4,00

**Tabela 1A - Continuação**

Nível	Repetição	Tempo	Horas	pH
20	3	30	48	4,04
20	4	30	48	4,01
20	5	30	48	4,04
20	6	30	48	4,03
30	1	30	48	4,04
30	2	30	48	4,06
30	3	30	48	4,03
30	4	30	48	4,02
30	5	30	48	4,03
30	6	30	48	4,05
40	1	30	48	4,06
40	2	30	48	4,07
40	3	30	48	4,04
40	4	30	48	4,03
40	5	30	48	4,03
40	6	30	48	4,03
0	1	30	48	3,90
0	2	30	48	3,94
0	3	30	48	3,96
0	4	30	48	3,95
0	5	30	48	3,97
0	6	30	48	3,96
10	1	30	48	4,04
10	2	30	48	4,04
10	3	30	48	4,05
10	4	30	48	4,05
10	5	30	48	4,06
10	6	30	48	4,05
20	1	30	48	4,05
20	2	30	48	4,00
20	3	30	48	4,04
20	4	30	48	4,01
20	5	30	48	4,04
20	6	30	48	4,03
30	1	30	48	4,04
30	2	30	48	4,06
30	3	30	48	4,03
30	4	30	48	4,02
30	5	30	48	4,03
30	6	30	48	4,05
40	1	30	48	4,06
40	2	30	48	4,07
40	3	30	48	4,04
40	4	30	48	4,03

**Tabela 1A - Continuação**

Nível	Repetição	Tempo	Horas	pH
40	5	30	48	4,03
40	6	30	48	4,03
0	1	30	96	4,12
0	2	30	96	4,21
0	3	30	96	4,18
0	4	30	96	4,65
0	5	30	96	4,08
0	6	30	96	4,06
10	1	30	96	4,56
10	2	30	96	4,40
10	3	30	96	5,42
10	4	30	96	5,10
10	5	30	96	4,65
10	6	30	96	4,58
20	1	30	96	5,74
20	2	30	96	5,33
20	3	30	96	4,56
20	4	30	96	4,93
20	5	30	96	4,97
20	6	30	96	4,59
30	1	30	96	5,59
30	2	30	96	5,08
30	3	30	96	5,29
30	4	30	96	4,77
30	5	30	96	4,38
30	6	30	96	4,62
40	1	30	96	4,80
40	2	30	96	4,88
40	3	30	96	4,30
40	4	30	96	4,29
40	5	30	96	4,46
40	6	30	96	4,31
0	1	30	96	4,12
0	2	30	96	4,21
0	3	30	96	4,18
0	4	30	96	4,65
0	5	30	96	4,08
0	6	30	96	4,06
10	1	30	96	4,56
10	2	30	96	4,40
10	3	30	96	5,42
10	4	30	96	5,10
10	5	30	96	4,65
10	6	30	96	4,58

**Tabela 1A** - Continuação

Nível	Repetição	Tempo	Horas	pH
20	1	30	96	5,74
20	2	30	96	5,33
20	3	30	96	4,56
20	4	30	96	4,93
20	5	30	96	4,97
20	6	30	96	4,59
30	1	30	96	5,59
30	2	30	96	5,08
30	3	30	96	5,29
30	4	30	96	4,77
30	5	30	96	4,38
30	6	30	96	4,62
40	1	30	96	4,80
40	2	30	96	4,88
40	3	30	96	4,30
40	4	30	96	4,29
40	5	30	96	4,46
40	6	30	96	4,31
0	1	30	144	4,57
0	2	30	144	5,23
0	3	30	144	4,98
0	4	30	144	6,16
0	5	30	144	4,75
0	6	30	144	5,23
10	1	30	144	5,23
10	2	30	144	5,07
10	3	30	144	7,00
10	4	30	144	7,73
10	5	30	144	5,87
10	6	30	144	5,63
20	1	30	144	7,80
20	2	30	144	7,64
20	3	30	144	6,42
20	4	30	144	6,65
20	5	30	144	6,53
20	6	30	144	6,77
30	1	30	144	7,54
30	2	30	144	7,46
30	3	30	144	6,51
30	4	30	144	6,34
30	5	30	144	6,31
30	6	30	144	7,32
40	1	30	144	6,81
40	2	30	144	6,98



**Tabela 1A** - Continuação

Nível	Repetição	Tempo	Horas	pH
40	3	30	144	4,95
40	4	30	144	5,98
40	5	30	144	6,35
40	6	30	144	6,21

**Tabela 2A** - Valores de temperatura (°C) ambiente e da silagem de folhas de mandioca acrescida com raspa

Nível	Repetição	Tempo	Hora	Ambiente	Silo
0	1	30	0	25,5	26,8
0	2	30	0	25,5	26,9
0	3	30	0	25,5	27,5
0	4	30	0	25,5	27,4
0	5	30	0	25,5	26,7
0	6	30	0	25,5	26,8
0	1	30	12	26,3	25,2
0	2	30	12	26,3	25,0
0	3	30	12	26,3	25,1
0	4	30	12	26,3	25,0
0	5	30	12	26,3	25,0
0	6	30	12	26,3	25,1
0	1	30	24	23,6	24,5
0	2	30	24	23,6	24,2
0	3	30	24	23,6	24,3
0	4	30	24	23,6	24,4
0	5	30	24	23,6	24,4
0	6	30	24	23,6	24,5
0	1	30	36	26,5	26,3
0	2	30	36	26,5	26,7
0	3	30	36	26,5	26,0
0	4	30	36	26,5	26,7
0	5	30	36	26,5	26,2
0	6	30	36	26,5	26,8
0	1	30	48	24,1	24,5
0	2	30	48	24,1	24,2
0	3	30	48	24,1	24,4
0	4	30	48	24,1	24,2
0	5	30	48	24,1	24,5
0	6	30	48	24,1	24,2
0	1	30	60	25,8	26,3
0	2	30	60	25,8	26,7
0	3	30	60	25,8	26,2
0	4	30	60	25,8	26,7

**Tabela 2A** - Continuação

Nível	Repetição	Tempo	Hora	Ambiente	Silo
0	5	30	60	25,8	26,2
0	6	30	60	25,8	26,7
0	1	30	72	23,4	24,3
0	2	30	72	23,4	24,4
0	3	30	72	23,4	24,6
0	4	30	72	23,4	24,4
0	5	30	72	23,4	24,4
0	6	30	72	23,4	24,1
0	1	30	84	24,5	25,7
0	2	30	84	24,5	26,2
0	3	30	84	24,5	26,7
0	4	30	84	24,5	27,0
0	5	30	84	24,5	25,9
0	6	30	84	24,5	26,2
0	1	30	96	23,4	24,3
0	2	30	96	23,4	24,5
0	3	30	96	23,4	24,9
0	4	30	96	23,4	24,8
0	5	30	96	23,4	24,5
0	6	30	96	23,4	24,5
0	1	30	108	24,1	26,5
0	2	30	108	24,1	27,2
0	3	30	108	24,1	27,4
0	4	30	108	24,1	27,3
0	5	30	108	24,1	26,3
0	6	30	108	24,1	26,3
0	1	30	120	23,3	25,2
0	2	30	120	23,3	25,2
0	3	30	120	23,3	24,9
0	4	30	120	23,3	24,6
0	5	30	120	23,3	24,5
0	6	30	120	23,3	24,3
0	1	30	132	24,4	26,8
0	2	30	132	24,4	26,9
0	3	30	132	24,4	27,0
0	4	30	132	24,4	27,3
0	5	30	132	24,4	26,4
0	6	30	132	24,4	26,5
0	1	30	144	23,6	25,3
0	2	30	144	23,6	25,0
0	3	30	144	23,6	24,8
0	4	30	144	23,6	24,7
0	5	30	144	23,6	25,1
0	6	30	144	23,6	25,0

**Tabela 2A** - Continuação

Nível	Repetição	Tempo	Hora	Ambiente	Silo
10	1	30	0	25,5	26,9
10	2	30	0	25,5	27,2
10	3	30	0	25,5	26,7
10	4	30	0	25,5	26,3
10	5	30	0	25,5	27,2
10	6	30	0	25,5	27,1
10	1	30	12	26,3	25,2
10	2	30	12	26,3	25,2
10	3	30	12	26,3	25,1
10	4	30	12	26,3	25,2
10	5	30	12	26,3	25,0
10	6	30	12	26,3	25,2
10	1	30	24	23,6	24,6
10	2	30	24	23,6	24,8
10	3	30	24	23,6	24,6
10	4	30	24	23,6	24,7
10	5	30	24	23,6	25,0
10	6	30	24	23,6	24,8
10	1	30	36	26,5	26,4
10	2	30	36	26,5	26,8
10	3	30	36	26,5	26,5
10	4	30	36	26,5	26,9
10	5	30	36	26,5	26,4
10	6	30	36	26,5	26,7
10	1	30	48	24,1	24,7
10	2	30	48	24,1	24,5
10	3	30	48	24,1	25,3
10	4	30	48	24,1	25,4
10	5	30	48	24,1	25,0
10	6	30	48	24,1	24,6
10	1	30	60	25,8	26,9
10	2	30	60	25,8	27,4
10	3	30	60	25,8	29,5
10	4	30	60	25,8	32,2
10	5	30	60	25,8	27,4
10	6	30	60	25,8	27,6
10	1	30	72	23,4	26,5
10	2	30	72	23,4	26,2
10	3	30	72	23,4	28,0
10	4	30	72	23,4	27,8
10	5	30	72	23,4	26,6
10	6	30	72	23,4	26,0
10	1	30	84	24,5	28,2
10	2	30	84	24,5	28,1

**Tabela 2A** - Continuação

Nível	Repetição	Tempo	Hora	Ambiente	Silo
10	3	30	84	24,5	28,4
10	4	30	84	24,5	28,5
10	5	30	84	24,5	29,2
10	6	30	84	24,5	29,1
10	1	30	96	23,4	27,0
10	2	30	96	23,4	26,0
10	3	30	96	23,4	26,4
10	4	30	96	23,4	26,4
10	5	30	96	23,4	26,9
10	6	30	96	23,4	26,5
10	1	30	108	24,1	27,7
10	2	30	108	24,1	28,6
10	3	30	108	24,1	28,0
10	4	30	108	24,1	28,5
10	5	30	108	24,1	27,7
10	6	30	108	24,1	27,7
10	1	30	120	23,3	24,7
10	2	30	120	23,3	24,9
10	3	30	120	23,3	26,6
10	4	30	120	23,3	26,7
10	5	30	120	23,3	25,0
10	6	30	120	23,3	24,5
10	1	30	132	24,4	26,9
10	2	30	132	24,4	27,2
10	3	30	132	24,4	29,2
10	4	30	132	24,4	29,8
10	5	30	132	24,4	27,4
10	6	30	132	24,4	27,2
10	1	30	144	23,6	25,3
10	2	30	144	23,6	24,8
10	3	30	144	23,6	27,9
10	4	30	144	23,6	28,0
10	5	30	144	23,6	25,5
10	6	30	144	23,6	24,9
20	1	30	0	25,5	26,8
20	2	30	0	25,5	26,8
20	3	30	0	25,5	27,0
20	4	30	0	25,5	26,9
20	5	30	0	25,5	26,9
20	6	30	0	25,5	27,0
20	1	30	12	26,3	25,1
20	2	30	12	26,3	25,1
20	3	30	12	26,3	24,9
20	4	30	12	26,3	24,9

**Tabela 2A** - Continuação

Nível	Repetição	Tempo	Hora	Ambiente	Silo
20	5	30	12	26,3	24,9
20	6	30	12	26,3	24,9
20	1	30	24	23,6	24,9
20	2	30	24	23,6	25,0
20	3	30	24	23,6	25,2
20	4	30	24	23,6	25,3
20	5	30	24	23,6	25,5
20	6	30	24	23,6	25,5
20	1	30	36	26,5	26,2
20	2	30	36	26,5	26,6
20	3	30	36	26,5	26,2
20	4	30	36	26,5	26,8
20	5	30	36	26,5	26,2
20	6	30	36	26,5	26,6
20	1	30	48	24,1	24,9
20	2	30	48	24,1	24,9
20	3	30	48	24,1	25,0
20	4	30	48	24,1	24,5
20	5	30	48	24,1	24,8
20	6	30	48	24,1	24,5
20	1	30	60	25,8	27,0
20	2	30	60	25,8	27,5
20	3	30	60	25,8	26,4
20	4	30	60	25,8	26,7
20	5	30	60	25,8	26,5
20	6	30	60	25,8	26,9
20	1	30	72	23,4	26,5
20	2	30	72	23,4	26,3
20	3	30	72	23,4	25,7
20	4	30	72	23,4	25,5
20	5	30	72	23,4	26,0
20	6	30	72	23,4	25,6
20	1	30	84	24,5	29,3
20	2	30	84	24,5	29,7
20	3	30	84	24,5	28,7
20	4	30	84	24,5	28,4
20	5	30	84	24,5	28,3
20	6	30	84	24,5	28,5
20	1	30	96	23,4	27,7
20	2	30	96	23,4	27,6
20	3	30	96	23,4	26,9
20	4	30	96	23,4	26,7
20	5	30	96	23,4	27,9
20	6	30	96	23,4	27,3

**Tabela 2A** - Continuação

Nível	Repetição	Tempo	Hora	Ambiente	Silo
20	1	30	108	24,1	27,6
20	2	30	108	24,1	28,2
20	3	30	108	24,1	28,8
20	4	30	108	24,1	29,4
20	5	30	108	24,1	28,3
20	6	30	108	24,1	28,9
20	1	30	120	23,3	25,6
20	2	30	120	23,3	25,9
20	3	30	120	23,3	25,6
20	4	30	120	23,3	25,5
20	5	30	120	23,3	25,8
20	6	30	120	23,3	25,9
20	1	30	132	24,4	28,1
20	2	30	132	24,4	29,0
20	3	30	132	24,4	28,1
20	4	30	132	24,4	28,0
20	5	30	132	24,4	27,5
20	6	30	132	24,4	28,2
20	1	30	144	23,6	28,3
20	2	30	144	23,6	28,4
20	3	30	144	23,6	26,7
20	4	30	144	23,6	25,8
20	5	30	144	23,6	27,0
20	6	30	144	23,6	27,2
30	1	30	0	25,5	26,9
30	2	30	0	25,5	26,8
30	3	30	0	25,5	27,3
30	4	30	0	25,5	27,6
30	5	30	0	25,5	26,5
30	6	30	0	25,5	26,5
30	1	30	12	26,3	25,0
30	2	30	12	26,3	25,2
30	3	30	12	26,3	25,0
30	4	30	12	26,3	25,1
30	5	30	12	26,3	25,2
30	6	30	12	26,3	25,3
30	1	30	24	23,6	25,9
30	2	30	24	23,6	25,9
30	3	30	24	23,6	25,7
30	4	30	24	23,6	25,9
30	5	30	24	23,6	26,1
30	6	30	24	23,6	25,9
30	1	30	36	26,5	26,1
30	2	30	36	26,5	26,6

**Tabela 2A** - Continuação

Nível	Repetição	Tempo	Hora	Ambiente	Silo
30	3	30	36	26,5	26,1
30	4	30	36	26,5	26,6
30	5	30	36	26,5	26,3
30	6	30	36	26,5	26,5
30	1	30	48	24,1	24,8
30	2	30	48	24,1	24,6
30	3	30	48	24,1	24,9
30	4	30	48	24,1	24,6
30	5	30	48	24,1	24,9
30	6	30	48	24,1	24,5
30	1	30	60	25,8	26,7
30	2	30	60	25,8	26,9
30	3	30	60	25,8	26,7
30	4	30	60	25,8	26,9
30	5	30	60	25,8	26,2
30	6	30	60	25,8	26,3
30	1	30	72	23,4	26,5
30	2	30	72	23,4	26,4
30	3	30	72	23,4	26,3
30	4	30	72	23,4	25,9
30	5	30	72	23,4	24,8
30	6	30	72	23,4	24,7
30	1	30	84	24,5	29,4
30	2	30	84	24,5	29,2
30	3	30	84	24,5	28,8
30	4	30	84	24,5	28,8
30	5	30	84	24,5	27,1
30	6	30	84	24,5	27,6
30	1	30	96	23,4	28,8
30	2	30	96	23,4	28,0
30	3	30	96	23,4	28,2
30	4	30	96	23,4	28,7
30	5	30	96	23,4	25,5
30	6	30	96	23,4	25,4
30	1	30	108	24,1	29,0
30	2	30	108	24,1	29,8
30	3	30	108	24,1	28,2
30	4	30	108	24,1	27,9
30	5	30	108	24,1	28,9
30	6	30	108	24,1	29,6
30	1	30	120	23,3	26,3
30	2	30	120	23,3	26,3
30	3	30	120	23,3	26,0
30	4	30	120	23,3	25,8

**Tabela 2A** - Continuação

Nível	Repetição	Tempo	Hora	Ambiente	Silo
30	5	30	120	23,3	26,7
30	6	30	120	23,3	27,0
30	1	30	132	24,4	29,9
30	2	30	132	24,4	29,8
30	3	30	132	24,4	29,1
30	4	30	132	24,4	29,0
30	5	30	132	24,4	29,2
30	6	30	132	24,4	29,7
30	1	30	144	23,6	29,3
30	2	30	144	23,6	28,3
30	3	30	144	23,6	29,5
30	4	30	144	23,6	29,5
30	5	30	144	23,6	27,5
30	6	30	144	23,6	27,4
40	1	30	0	25,5	27,4
40	2	30	0	25,5	27,2
40	3	30	0	25,5	26,4
40	4	30	0	25,5	27,0
40	5	30	0	25,5	27,3
40	6	30	0	25,5	27,0
40	1	30	12	26,3	25,2
40	2	30	12	26,3	25,1
40	3	30	12	26,3	25,0
40	4	30	12	26,3	25,1
40	5	30	12	26,3	25,1
40	6	30	12	26,3	25,2
40	1	30	24	23,6	25,0
40	2	30	24	23,6	25,2
40	3	30	24	23,6	25,4
40	4	30	24	23,6	25,6
40	5	30	24	23,6	26,1
40	6	30	24	23,6	26,0
40	1	30	36	26,5	26,3
40	2	30	36	26,5	26,2
40	3	30	36	26,5	26,0
40	4	30	36	26,5	26,1
40	5	30	36	26,5	26,1
40	6	30	36	26,5	26,1
40	1	30	48	24,1	25,3
40	2	30	48	24,1	25,2
40	3	30	48	24,1	25,1
40	4	30	48	24,1	25,0
40	5	30	48	24,1	25,0
40	6	30	48	24,1	25,1



**Tabela 2A** - Continuação

Nível	Repetição	Tempo	Hora	Ambiente	Silo
40	1	30	60	25,8	26,6
40	2	30	60	25,8	26,4
40	3	30	60	25,8	25,9
40	4	30	60	25,8	26,0
40	5	30	60	25,8	25,9
40	6	30	60	25,8	25,9
40	1	30	72	23,4	26,2
40	2	30	72	23,4	26,2
40	3	30	72	23,4	24,8
40	4	30	72	23,4	25,0
40	5	30	72	23,4	24,8
40	6	30	72	23,4	24,7
40	1	30	84	24,5	28,5
40	2	30	84	24,5	28,4
40	3	30	84	24,5	27,0
40	4	30	84	24,5	27,0
40	5	30	84	24,5	26,9
40	6	30	84	24,5	26,7
40	1	30	96	23,4	27,1
40	2	30	96	23,4	27,5
40	3	30	96	23,4	25,6
40	4	30	96	23,4	25,5
40	5	30	96	23,4	25,7
40	6	30	96	23,4	25,7
40	1	30	108	24,1	28,7
40	2	30	108	24,1	28,9
40	3	30	108	24,1	27,6
40	4	30	108	24,1	28,5
40	5	30	108	24,1	27,7
40	6	30	108	24,1	28,3
40	1	30	120	23,3	26,1
40	2	30	120	23,3	26,1
40	3	30	120	23,3	26,5
40	4	30	120	23,3	26,7
40	5	30	120	23,3	26,7
40	6	30	120	23,3	26,9
40	1	30	132	24,4	28,4
40	2	30	132	24,4	28,8
40	3	30	132	24,4	28,9
40	4	30	132	24,4	29,1
40	5	30	132	24,4	28,8
40	6	30	132	24,4	28,7
40	1	30	144	23,6	28,4
40	2	30	144	23,6	28,7

**Tabela 2A** - Continuação

Nível	Repetição	Tempo	Hora	Ambiente	Silo
40	3	30	144	23,6	27,2
40	4	30	144	23,6	26,5
40	5	30	144	23,6	26,5
40	6	30	144	23,6	26,3

**Tabela 3A** – Perda por gases (PG), recuperação de matéria seca (RMS), estabilidade aeróbia (ESTB) e composição mineral da silagem de folhas de mandioca acrescida de raspa

Nível	Tempo	Repetição	PG*	RMS*	ESTB	P**	Na**	K**	Ca**	Mg**
0	30	1	25,57	982,90	84	3267,77	491,15	3018,01	6,63	2,11
0	30	2	26,55	964,10	108	3412,05	491,05	3017,41	8,46	2,45
0	30	3	27,33	948,20	108	3282,53	490,85	3414,57	9,14	2,74
10	30	1	27,65	962,00	72	3563,99	491,25	2619,93	6,93	2,23
10	30	2	28,30	963,00	60	3343,16	490,75	3015,60	7,45	2,42
10	30	3	27,15	964,00	72	3408,52	491,34	2620,46	16,01	5,06
20	30	1	27,28	927,50	72	2759,86	491,05	3017,41	9,32	2,74
20	30	2	27,07	950,10	72	2999,55	491,05	2818,15	6,45	1,82
20	30	3	25,59	954,40	72	2598,20	491,05	2818,15	6,76	1,93
30	30	1	20,37	926,40	72	2469,50	490,95	3216,03	7,04	2,01
30	30	2	20,18	957,70	72	2436,06	490,95	2618,36	9,62	2,69
30	30	3	20,34	968,70	84	2555,65	491,44	3019,82	9,26	2,67
40	30	1	21,70	958,60	72	2201,98	490,95	2419,14	6,07	1,91
40	30	2	21,75	961,60	84	2126,08	491,44	2620,98	5,61	1,76
40	30	3	22,07	979,00	24	2248,36	491,34	2620,46	7,72	2,31

P = Fósforo; Na = Sódio; K = Potássio; Ca = Cálcio; Mg = Magnésio; \*\* (mg/kg de matéria seca) \*(g/kg de matéria seca).

**Tabela 4A** - Composição química\* dos ingredientes *in natura* utilizados para confecção da silagem

Nível	MS**	MM	MO	PB	Ntotal	PIDN	PIDA	PBvd	NIDN	PidnPB	NIDA	EE	FDA	FDN	CFDN	FDNc	FDNn	FDNp	FDNcp
0	224,86	69,79	930,21	239,84	38,37	38,25	33,80	202,52	6,12	159,47	5,41	57,86	342,39	404,63	0,21	404,42	398,51	366,38	366,17
0	223,54	71,42	928,58	234,71	37,55	37,00	32,53	198,75	5,92	157,64	5,20	59,01	357,87	401,29	0,21	401,08	395,37	364,29	364,08
0	224,86	69,79	930,21	239,84	38,37	38,25	33,80	202,52	6,12	159,47	5,41	57,86	342,39	404,63	0,21	404,42	398,51	366,38	366,17
0	223,54	71,42	928,58	234,71	37,55	37,00	32,53	198,75	5,92	157,64	5,20	59,01	357,87	401,29	0,21	401,08	395,37	364,29	364,08
0	224,86	69,79	930,21	239,84	38,37	38,25	33,80	202,52	6,12	159,47	5,41	57,86	342,39	404,63	0,21	404,42	398,51	366,38	366,17
0	223,54	71,42	928,58	234,71	37,55	37,00	32,53	198,75	5,92	157,64	5,20	59,01	357,87	401,29	0,21	401,08	395,37	364,29	364,08
10	283,90	66,86	933,14	195,98	31,36	39,31	31,53	161,57	6,29	200,59	5,04	50,78	243,96	507,11	0,18	506,94	500,82	467,80	467,62
10	283,04	65,42	934,58	195,64	31,30	39,86	21,58	171,39	6,38	203,73	3,45	52,75	238,97	514,90	0,18	514,72	508,53	475,05	474,87
10	283,90	66,86	933,14	195,98	31,36	39,31	31,53	161,57	6,29	200,59	5,04	50,78	243,96	507,11	0,18	506,94	500,82	467,80	467,62
10	283,04	65,42	934,58	195,64	31,30	39,86	21,58	171,39	6,38	203,73	3,45	52,75	238,97	514,90	0,18	514,72	508,53	475,05	474,87
10	283,90	66,86	933,14	195,98	31,36	39,31	31,53	161,57	6,29	200,59	5,04	50,78	243,96	507,11	0,18	506,94	500,82	467,80	467,62
10	283,04	65,42	934,58	195,64	31,30	39,86	21,58	171,39	6,38	203,73	3,45	52,75	238,97	514,90	0,18	514,72	508,53	475,05	474,87
20	345,61	60,63	939,37	161,09	25,77	46,42	24,72	134,00	7,43	288,14	3,96	37,35	244,85	331,33	0,26	331,07	323,90	284,91	284,65
20	345,09	60,18	939,82	164,15	26,26	46,11	44,97	118,16	7,38	280,92	7,20	37,54	250,11	330,55	0,26	330,29	323,17	284,44	284,17
20	345,61	60,63	939,37	161,09	25,77	46,42	24,72	134,00	7,43	288,14	3,96	37,35	244,85	331,33	0,26	331,07	323,90	284,91	284,65
20	345,09	60,18	939,82	164,15	26,26	46,11	44,97	118,16	7,38	280,92	7,20	37,54	250,11	330,55	0,26	330,29	323,17	284,44	284,17
20	345,61	60,63	939,37	161,09	25,77	46,42	24,72	134,00	7,43	288,14	3,96	37,35	244,85	331,33	0,26	331,07	323,90	284,91	284,65
20	345,09	60,18	939,82	164,15	26,26	46,11	44,97	118,16	7,38	280,92	7,20	37,54	250,11	330,55	0,26	330,29	323,17	284,44	284,17
30	405,53	60,83	939,17	135,90	21,74	29,73	28,28	105,87	4,76	218,78	4,52	38,93	208,38	440,05	0,29	439,76	435,29	410,32	410,03
30	404,38	61,00	939,00	140,95	22,55	30,21	28,90	110,21	4,83	214,31	4,62	39,91	206,97	453,28	0,29	452,99	448,44	423,07	422,78
30	405,53	60,83	939,17	135,90	21,74	29,73	28,28	105,87	4,76	218,78	4,52	38,93	208,38	440,05	0,29	439,76	435,29	410,32	410,03
30	404,38	61,00	939,00	140,95	22,55	30,21	28,90	110,21	4,83	214,31	4,62	39,91	206,97	453,28	0,29	452,99	448,44	423,07	422,78
30	405,53	60,83	939,17	135,90	21,74	29,73	28,28	105,87	4,76	218,78	4,52	38,93	208,38	440,05	0,29	439,76	435,29	410,32	410,03
30	404,38	61,00	939,00	140,95	22,55	30,21	28,90	110,21	4,83	214,31	4,62	39,91	206,97	453,28	0,29	452,99	448,44	423,07	422,78
40	468,01	61,61	938,39	123,13	19,70	29,81	28,70	93,09	4,77	242,09	4,59	30,86	183,89	416,89	0,27	416,62	412,12	387,08	386,81
40	468,20	60,53	939,47	121,22	19,39	30,20	29,00	90,97	4,83	249,18	4,64	32,02	180,30	426,81	0,27	426,54	421,98	396,60	396,33
40	468,01	61,61	938,39	123,13	19,70	29,81	28,70	93,09	4,77	242,09	4,59	30,86	183,89	416,89	0,27	416,62	412,12	387,08	386,81

40 468,20 60,53 939,47 121,22 19,39 30,20 29,00 90,97 4,83 249,18 4,64 32,02 180,30 426,81 0,27 426,54 421,98 396,60 396,33

**Tabela 4A - Continuação**

Nível	MS**	MM	MO	PB	Ntotal	PIDN	PIDA	PBvd	NIDN	PidnPB	NIDA	EE	FDA	FDN	CFDN	FDNc	FDNn	FDNp	FDNcp
40	468,01	61,61	938,39	123,13	19,70	29,81	28,70	93,09	4,77	242,09	4,59	30,86	183,89	416,89	0,27	416,62	412,12	387,08	386,81
40	468,20	60,53	939,47	121,22	19,39	30,20	29,00	90,97	4,83	249,18	4,64	32,02	180,30	426,81	0,27	426,54	421,98	396,60	396,33
Raspa	833,33	56,50	943,50	44,20	7,07	15,09	9,20	34,43	2,41	341,33	1,47	12,95	142,44	306,78	0,20	306,58	304,37	291,69	291,50
Raspa	834,68	57,30	942,70	42,29	6,77	15,42	9,19	32,58	2,47	364,56	1,47	13,13	147,70	314,64	0,20	314,44	312,17	299,22	299,03
Raspa	833,33	56,50	943,50	44,20	7,07	15,09	9,20	34,43	2,41	341,33	1,47	12,95	142,44	306,78	0,20	306,58	304,37	291,69	291,50
Raspa	834,68	57,30	942,70	42,29	6,77	15,42	9,19	32,58	2,47	364,56	1,47	13,13	147,70	314,64	0,20	314,44	312,17	299,22	299,03
Raspa	833,33	56,50	943,50	44,20	7,07	15,09	9,20	34,43	2,41	341,33	1,47	12,95	142,44	306,78	0,20	306,58	304,37	291,69	291,50
Raspa	834,68	57,30	942,70	42,29	6,77	15,42	9,19	32,58	2,47	364,56	1,47	13,13	147,70	314,64	0,20	314,44	312,17	299,22	299,03

MS = Matéria seca (\*\*g/kg MN); MM = Matéria mineral; MO = Matéria orgânica; PB = Proteína bruta; Ntotal = Nitrogênio total; PIDN = Proteína indisponível em detergente neutro; PIDA = Proteína insolúvel em detergente ácido; PBvd = Proteína bruta verdadeiramente digestível; NIDN = Nitrogênio indisponível em detergente neutro; PidnPB = Proteína indisponível em detergente neutro em gramas da proteína bruta; EE = Extrato etéreo; FDA = Fibra em detergente ácido; FDN = Fibra em detergente neutro; CFDN = Cinzas da fibra em detergente neutro; FDNc = Fibra em detergente neutro corrigido para cinzas; FDNn = Fibra em detergente neutro corrigido para nitrogênio; FDNcp = Fibra em detergente neutro corrigido para proteína; FDNcnp = Fibra em detergente neutro corrigido para cinzas e proteína; (\*g/kg MS).

**Tabela 4A- Composição química\* dos ingredientes *in natura* utilizados para confecção da silagem**

Nível	HEMI	LIG	CEL	LIG(gFDN)	CNFdv	AG	AGvd	FDNvd	NDT	ED**	EM**	EB**
0	62,24	32,53	309,85	80,40	260,80	47,86	47,86	230,83	731,84	3,35	2,94	4,67
0	43,42	34,41	323,46	85,75	265,15	49,01	49,01	224,82	728,99	3,33	2,92	4,67
0	62,24	32,53	309,85	80,40	260,80	47,86	47,86	230,83	731,84	3,35	2,94	4,67
0	43,42	34,41	323,46	85,75	265,15	49,01	49,01	224,82	728,99	3,33	2,92	4,67
0	62,24	32,53	309,85	80,40	260,80	47,86	47,86	230,83	731,84	3,35	2,94	4,67
0	43,42	34,41	323,46	85,75	265,15	49,01	49,01	224,82	728,99	3,33	2,92	4,67
10	263,15	26,15	217,82	51,56	214,21	40,78	40,78	319,80	717,32	3,23	2,82	4,55
10	275,94	24,45	214,51	47,49	206,92	42,75	42,75	329,04	733,54	3,31	2,90	4,55
10	263,15	26,15	217,82	51,56	214,21	40,78	40,78	319,80	717,32	3,23	2,82	4,55
10	275,94	24,45	214,51	47,49	206,92	42,75	42,75	329,04	733,54	3,31	2,90	4,55

**Tabela 4A - Continuação**

Nível	HEMI	LIG	CEL	LIG(gFDN)	CNFdv	AG	AGvd	FDNvd	NDT	ED**	EM**	EB**
10	263,15	26,15	217,82	51,56	214,21	40,78	40,78	319,80	717,32	3,23	2,82	4,55
10	275,94	24,45	214,51	47,49	206,92	42,75	42,75	329,04	733,54	3,31	2,90	4,55
20	86,48	21,99	222,86	66,36	446,90	27,35	27,35	196,49	768,91	3,41	3,00	4,43
20	80,43	22,42	227,69	67,83	444,62	27,54	27,54	195,07	749,81	3,31	2,89	4,43
20	86,48	21,99	222,86	66,36	446,90	27,35	27,35	196,49	768,91	3,41	3,00	4,43
20	80,43	22,42	227,69	67,83	444,62	27,54	27,54	195,07	749,81	3,31	2,89	4,43
20	86,48	21,99	222,86	66,36	446,90	27,35	27,35	196,49	768,91	3,41	3,00	4,43
20	80,43	22,42	227,69	67,83	444,62	27,54	27,54	195,07	749,81	3,31	2,89	4,43
30	231,67	20,22	188,16	45,95	346,94	28,93	28,93	283,13	731,04	3,21	2,80	4,24
30	246,31	17,97	188,99	39,65	328,36	29,91	29,91	297,64	733,51	3,23	2,81	4,24
30	231,67	20,22	188,16	45,95	346,94	28,93	28,93	283,13	731,04	3,21	2,80	4,24
30	246,31	17,97	188,99	39,65	328,36	29,91	29,91	297,64	733,51	3,23	2,81	4,24
30	231,67	20,22	188,16	45,95	346,94	28,93	28,93	283,13	731,04	3,21	2,80	4,24
30	246,31	17,97	188,99	39,65	328,36	29,91	29,91	297,64	733,51	3,23	2,81	4,24
40	233,00	15,00	168,89	35,98	389,37	20,86	20,86	276,72	736,10	3,21	2,80	4,18
40	246,51	16,11	164,20	37,74	381,84	22,02	22,02	281,76	734,12	3,20	2,79	4,18
40	233,00	15,00	168,89	35,98	389,37	20,86	20,86	276,72	736,10	3,21	2,80	4,18
40	246,51	16,11	164,20	37,74	381,84	22,02	22,02	281,76	734,12	3,20	2,79	4,18
40	233,00	15,00	168,89	35,98	389,37	20,86	20,86	276,72	736,10	3,21	2,80	4,18
40	246,51	16,11	164,20	37,74	381,84	22,02	22,02	281,76	734,12	3,20	2,79	4,18
Raspa	164,34	8,25	134,18	26,90	582,77	2,95	2,95	210,35	764,18	3,25	2,84	3,75
Raspa	166,94	9,00	138,70	28,59	576,30	3,13	3,13	214,61	760,54	3,23	2,82	3,75
Raspa	164,34	8,25	134,18	26,90	582,77	2,95	2,95	210,35	764,18	3,25	2,84	3,75
Raspa	166,94	9,00	138,70	28,59	576,30	3,13	3,13	214,61	760,54	3,23	2,82	3,75
Raspa	164,34	8,25	134,18	26,90	582,77	2,95	2,95	210,35	764,18	3,25	2,84	3,75
Raspa	166,94	9,00	138,70	28,59	576,30	3,13	3,13	214,61	760,54	3,23	2,82	3,75

HEMI = Hemicelulose; LIG =Lignina; CEL = Celulose; LIG(gFDN) = Lignina em gramas da FDN; CNFvd = Carboidratos não fibrosos verdadeiramente Ácidos graxos; AGvd = Ácidos graxos verdadeiramente digestíveis; FDNvd = Fibra em detergente neutro verdadeiramente digestível; NDT = Nutrientes digestíveis; ED = Energia digestível; EM = Energia metabolizável (\*\* Mcal/kg); (\* g/kg MS).

**Tabela 5A - Composição química\* da silagem de folhas de mandioca acrescida de raspa**

Nível	Repetição	MS**	MM	MO	PB	Ntotal	PIDN	PIDA	PBvd	NIDN	PIDNPB	NIDA	EE	FDA	FDN	CFDN	FDN	FDNn	FDNp	FDNcp
0	1	226,60	67,78	932,22	255,75	40,92	43,96	29,56	222,63	7,03	171,90	4,73	75,22	353,88	386,58	0,19	386,40	379,55	342,62	342,43
0	2	225,97	66,55	933,45	256,46	41,03	42,18	28,49	224,45	6,75	164,46	4,56	77,38	350,38	391,06	0,19	390,87	384,31	348,88	348,69
0	3	222,38	68,53	931,47	248,79	39,81	34,60	25,09	220,43	5,54	139,07	4,01	72,13	321,70	375,22	0,20	375,01	369,68	340,62	340,41
0	4	223,44	68,42	931,58	248,10	39,70	34,46	24,20	220,70	5,51	138,88	3,87	72,93	314,00	384,91	0,20	384,70	379,39	350,45	350,25
0	5	216,98	72,19	927,81	243,67	38,99	35,61	26,88	213,45	5,70	146,16	4,30	74,52	273,27	361,98	0,20	361,79	356,28	326,37	326,17
0	6	216,98	72,36	927,64	237,98	38,08	36,98	28,02	206,62	5,92	155,38	4,48	75,01	283,66	354,83	0,20	354,64	348,92	317,86	317,66
10	1	300,17	68,96	931,04	240,54	38,49	45,27	31,68	205,37	7,24	188,20	5,07	72,44	308,41	385,00	0,25	384,75	377,75	339,73	339,48
10	2	298,83	70,52	929,48	247,63	39,62	45,47	32,57	211,47	7,28	183,63	5,21	74,34	320,27	381,74	0,25	381,49	374,47	336,27	336,02
10	3	301,62	72,48	927,52	250,07	40,01	43,39	42,23	204,19	6,94	173,52	6,76	70,76	305,26	370,20	0,26	369,94	363,26	326,81	326,55
10	4	304,16	72,25	927,75	252,45	40,39	43,02	36,96	211,77	6,88	170,42	5,91	71,75	313,37	360,13	0,26	359,88	353,25	317,11	316,85
10	5	295,90	68,72	931,28	249,54	39,93	43,48	36,20	209,67	6,96	174,23	5,79	75,68	321,30	376,10	0,25	375,85	369,15	332,63	332,37
10	6	295,27	69,97	930,03	248,55	39,77	43,59	35,70	209,19	6,98	175,40	5,71	79,38	321,50	379,08	0,25	378,83	372,10	335,49	335,23
20	1	332,93	67,64	932,36	179,78	28,77	31,77	27,23	149,90	5,08	176,70	4,36	42,08	283,53	344,91	0,24	344,67	339,82	313,14	312,90
20	2	332,38	66,91	933,09	178,51	28,56	31,81	8,71	168,36	5,09	178,19	1,39	43,25	282,92	339,07	0,24	338,83	333,98	307,26	307,02
20	3	335,80	67,32	932,68	182,21	29,15	35,08	22,80	156,81	5,61	192,51	3,65	50,63	300,29	343,10	0,24	342,85	337,49	308,02	307,78
20	4	335,29	66,39	933,61	182,49	29,20	34,81	21,69	158,23	5,57	190,73	3,47	52,16	289,55	346,45	0,24	346,21	340,88	311,65	311,40
20	5	336,08	66,72	933,28	166,37	26,62	29,75	27,15	136,79	4,76	178,81	4,34	38,66	262,00	305,98	0,24	305,75	301,23	276,24	276,00
20	6	335,33	66,65	933,35	165,05	26,41	29,79	26,90	135,73	4,77	180,50	4,30	40,19	273,66	312,59	0,24	312,36	307,83	282,80	282,56
30	1	400,82	76,84	923,16	138,17	22,11	28,61	17,16	119,03	4,58	207,06	2,75	32,80	244,08	380,15	0,19	379,96	375,57	351,54	351,35
30	2	403,34	74,40	925,60	139,27	22,28	28,40	17,05	120,24	4,54	203,94	2,73	33,56	232,50	366,36	0,19	366,17	361,82	337,96	337,77
30	3	399,77	71,77	928,23	135,19	21,63	27,40	13,52	119,91	4,38	202,66	2,16	31,08	225,70	340,78	0,32	340,46	336,40	313,38	313,06
30	4	398,81	68,86	931,14	135,52	21,68	27,44	16,17	117,44	4,39	202,49	2,59	31,39	232,94	352,28	0,32	351,97	347,89	324,84	324,52
30	5	403,52	70,76	929,24	139,82	22,37	28,11	19,70	118,07	4,50	201,06	3,15	31,82	237,28	403,12	0,32	402,80	398,62	375,00	374,69
30	6	402,26	68,73	931,27	139,25	22,28	28,22	15,60	121,74	4,51	202,64	2,50	33,18	242,25	388,28	0,32	387,97	383,77	360,07	359,75
40	1	458,58	69,22	930,78	110,62	17,70	26,03	24,16	85,12	4,16	235,27	3,87	22,60	193,47	374,77	0,36	374,41	370,60	348,74	348,38
40	2	459,23	68,45	931,55	109,59	17,53	25,99	25,63	82,77	4,16	237,19	4,10	23,36	190,80	359,88	0,36	359,52	355,72	333,88	333,52
40	3	456,41	66,58	933,42	121,24	19,40	27,80	25,91	93,81	4,45	229,27	4,15	23,45	271,42	362,53	0,31	362,22	358,09	334,74	334,42
40	4	458,68	67,31	932,69	116,90	18,70	27,65	26,91	88,68	4,42	236,52	4,31	23,72	261,42	350,78	0,31	350,46	346,35	323,13	322,81
40	5	466,86	68,21	931,79	110,86	17,74	28,31	17,14	92,09	4,53	255,39	2,74	32,83	207,76	347,39	0,35	347,05	342,86	319,08	318,74

**Tabela 5A - Continuação**

40	6	464,81	68,82	931,18	112,28	17,96	28,41	15,34	95,30	4,55	253,06	2,45	33,12	211,02	338,60	0,35	338,26	334,06	310,19	309,84
----	---	--------	-------	--------	--------	-------	-------	-------	-------	------	--------	------	-------	--------	--------	------	--------	--------	--------	--------

MS = Matéria seca (\*\*g/kg MN); MM = Matéria mineral; MO = Matéria orgânica; PB = Proteína bruta; Ntotal = Nitrogênio total; PIDN = Proteína indisponível em detergente neutro; PIDA = Proteína insolúvel em detergente ácido; PBvd = Proteína bruta verdadeiramente digestível; NIDN = Nitrogênio indisponível em detergente neutro; PidnPB = Proteína indisponível em detergente neutro em gramas da proteína bruta; EE = Extrato etéreo; FDA = Fibra em detergente ácido; FDN = Fibra em detergente neutro; CFDN = Cinzas da fibra em detergente neutro; FDNc = Fibra em detergente neutro corrigido para cinzas; FDNn = Fibra em detergente neutro corrigido para nitrogênio; FDNcp = Fibra em detergente neutro corrigido para proteína; FDNcp = Fibra em detergente neutro corrigido para cinzas e proteína; (\*g/kg MS).

**Tabela 5A - Composição química\* da silagem de folhas de mandioca acrescida de raspa**

Nível	Repetição	HEMI	LIG	CEL	LIG(gFDN)	CNFdv	AG	AGVd	FDNvd	NDT	ED**	EM**	EB**
0	1	32,70	31,07	322,81	80,37	253,46	65,22	65,22	219,68	772,51	3,55	3,14	4,99
0	2	40,67	35,16	315,22	89,91	245,71	67,38	67,38	215,18	766,95	3,53	3,12	4,99
0	3	53,51	34,03	287,67	90,70	264,53	62,13	62,13	206,58	761,34	3,50	3,09	4,89
0	4	70,91	36,29	277,71	94,27	254,89	62,93	62,93	209,38	756,55	3,48	3,07	4,89
0	5	88,71	34,83	238,44	96,23	277,59	64,52	64,52	195,16	761,37	3,49	3,08	5,29
0	6	71,18	31,55	252,10	88,92	290,86	65,01	65,01	196,09	769,84	3,51	3,10	5,29
10	1	76,59	24,31	284,10	63,15	272,77	62,44	62,44	231,84	780,46	3,56	3,15	4,87
10	2	61,47	25,86	294,41	67,75	265,81	64,34	64,34	226,27	778,32	3,56	3,15	4,87
10	3	64,94	22,76	282,50	61,49	274,29	60,76	60,76	224,19	769,38	3,51	3,10	4,84
10	4	46,77	24,30	289,07	67,46	280,72	61,75	61,75	213,65	775,08	3,54	3,13	4,84
10	5	54,81	24,24	297,05	64,45	267,97	65,68	65,68	225,58	780,99	3,56	3,15	4,85
10	6	57,58	24,29	297,21	64,08	261,29	69,38	69,38	227,68	784,27	3,58	3,17	4,85
20	1	61,37	22,39	261,14	64,92	389,41	32,08	32,08	207,51	749,01	3,35	2,94	4,53
20	2	56,16	23,09	259,83	68,08	395,98	33,25	33,25	201,77	770,93	3,47	3,06	4,53
20	3	42,81	20,02	280,27	58,34	383,97	40,63	40,63	210,58	772,79	3,46	3,05	4,50
20	4	56,90	21,68	267,87	62,58	379,57	42,16	42,16	209,73	772,39	3,46	3,05	4,50
20	5	43,99	21,83	240,17	71,33	442,97	28,66	28,66	179,97	754,22	3,35	2,94	4,41
20	6	38,94	18,05	255,61	57,75	436,41	30,19	30,19	192,50	762,56	3,39	2,97	4,41
30	1	136,07	17,23	226,86	45,32	392,64	22,80	22,80	244,74	737,71	3,26	2,85	4,31
30	2	133,86	17,79	214,71	48,56	406,52	23,56	23,56	233,30	743,07	3,28	2,87	4,31
30	3	115,08	16,60	209,10	48,72	439,60	21,08	21,08	216,78	753,73	3,33	2,91	4,25

30	4	119,34	17,76	215,18	50,42	430,60	21,39	21,39	222,97	749,13	3,30	2,89	4,25
----	---	--------	-------	--------	-------	--------	-------	-------	--------	--------	------	------	------

**Tabela 5A** - Continuação

Nível	Repetição	HEMI	LIG	CEL	LIG(gFDN)	CNFdv	AG	AGvd	FDNvd	NDT	ED**	EM**	EB**
30	5	165,83	17,15	220,13	42,53	374,94	21,82	21,82	262,13	734,24	3,24	2,83	4,34
30	6	146,03	16,65	225,60	42,89	390,80	23,18	23,18	252,06	746,75	3,30	2,89	4,34
40	1	181,30	13,54	179,92	36,14	439,84	12,60	12,60	248,73	732,03	3,19	2,77	4,17
40	2	169,08	14,67	176,13	40,76	455,44	13,36	13,36	235,24	733,49	3,19	2,78	4,17
40	3	121,10	15,14	256,28	41,76	444,92	13,45	13,45	236,02	735,01	3,21	2,80	4,22
40	4	128,00	14,53	246,90	41,42	459,57	13,72	13,72	228,53	737,64	3,22	2,80	4,22
40	5	139,64	14,44	193,31	41,57	459,64	22,83	22,83	226,10	759,19	3,31	2,90	4,20
40	6	127,58	15,76	195,26	46,55	466,08	23,12	23,12	216,77	760,17	3,32	2,91	4,20

ose; LIG =Lignina; CEL = Celulose; LIG(gFDN) = Lignina em gramas da FDN; CNFvd = Carboidratos não fibrosos verdadeiramente digestíveis; AG = Ácidos graxos; AGvd = Ácidos graxos verdadeiramente digestíveis; FDNvd = Fibra em detergente neutro verdadeiramente digestível; NDT = Nutrientes digestíveis totais; EB = Energia bruta; ED = Energia digestível; EM = Energia metabolizável; (\* g/kg MS); (\*\* Mcal/kg).

**Tabela 6A** – Carboidratos totais e frações dos carboidratos, proteína bruta total e frações da proteína\* e digestibilidade *in vitro* da matéria seca, proteína bruta e fibra de detergente neutro da silagem de folhas de mandioca acrescida de raspa

Nível	Repetição	CT	CNE	C	B2	AB1	PB	A	B1B	B3	CPB	DIVMS**	DIVPB**	DIVFDN**
0	1	601,25	221,70	70,62	323,78	206,86	255,75	120,23	91,56	14,40	29,56	0,77	0,71	0,73
0	2	599,61	215,30	73,71	304,03	221,86	256,46	121,92	92,36	13,69	28,49	0,75	0,74	0,71
0	3	610,54	240,86	72,67	302,34	235,53	248,79	117,62	96,57	9,51	25,09	0,76	0,75	0,73
0	4	610,54	231,15	71,76	288,06	250,72	248,10	126,35	87,30	10,25	24,20	0,77	0,75	0,71
0	5	609,63	253,34	69,04	268,86	271,73	243,67	119,73	88,32	8,73	26,88	0,76	0,74	0,71
0	6	614,65	265,74	60,89	255,00	298,76	237,98	101,85	99,15	8,96	28,02	0,77	0,72	0,74
10	1	618,06	240,31	59,36	345,04	213,66	240,54	107,80	87,46	13,59	31,68	0,79	0,74	0,80
10	2	607,51	233,04	62,16	336,10	209,25	247,63	118,36	83,80	12,90	32,57	0,78	0,71	0,76
10	3	606,69	243,44	54,92	327,95	223,82	250,07	123,62	83,06	1,16	42,23	0,78	0,70	0,79
10	4	603,56	250,31	58,07	315,22	230,27	252,45	127,72	81,70	6,06	36,96	0,79	0,75	0,79
10	5	606,06	236,92	58,56	334,23	213,28	249,54	119,04	87,02	7,28	36,20	0,79	0,74	0,78
10	6	602,11	230,00	49,41	283,81	268,89	248,55	117,77	87,18	7,89	35,70	0,76	0,74	0,79



**Tabela 6A - Continuação**

Nível	Repetição	CT	CNE	C	B2	AB1	PB	A	B1B	B3	CPB	DIVMS**	DIVPB**	DIVFDN**
20	1	710,50	370,67	47,81	278,11	384,58	179,78	84,48	63,53	4,54	27,23	0,81	0,79	0,77
20	2	711,33	377,34	49,97	276,61	384,75	178,51	84,41	62,30	23,10	8,71	0,80	0,77	0,78
20	3	699,83	362,35	42,45	271,73	385,66	182,21	99,45	47,68	12,28	22,80	0,78	0,76	0,77
20	4	698,96	358,08	46,15	275,94	376,88	182,49	92,91	54,77	13,12	21,69	0,79	0,75	0,79
20	5	728,25	427,02	48,55	255,52	424,18	166,37	87,95	48,67	2,60	27,15	0,80	0,78	0,80
20	6	728,12	420,29	52,66	343,18	332,28	165,05	87,78	47,47	2,89	26,90	0,80	0,77	0,79
30	1	752,20	376,63	43,70	371,15	337,34	138,17	74,12	35,43	11,45	17,16	0,82	0,76	0,90
30	2	752,77	390,96	43,90	347,10	361,76	139,27	72,92	37,95	11,35	17,05	0,84	0,81	0,89
30	3	761,96	425,56	41,59	326,68	393,69	135,19	71,49	36,31	13,88	13,52	0,82	0,86	0,85
30	4	764,23	416,34	44,30	337,11	382,83	135,52	73,00	35,07	11,27	16,17	0,80	0,70	0,86
30	5	757,60	358,98	42,26	384,68	330,66	139,82	58,05	53,66	8,41	19,70	0,80	0,71	0,90
30	6	758,84	375,08	40,41	363,68	354,75	139,25	59,24	51,80	12,62	15,60	0,78	0,67	0,89
40	1	797,56	426,96	42,34	453,82	301,41	110,62	56,81	27,78	1,87	24,16	0,88	0,83	0,93
40	2	798,61	442,90	46,36	439,25	313,00	109,59	55,86	27,74	0,37	25,63	0,87	0,80	0,93
40	3	788,74	430,65	46,82	430,84	311,07	121,24	63,50	29,94	1,89	25,91	0,89	0,85	0,73
40	4	792,08	445,73	47,71	441,67	302,69	116,90	60,79	28,46	0,74	26,91	0,92	0,85	0,84
40	5	788,10	445,24	46,69	429,39	312,03	110,86	50,94	31,61	11,18	17,14	0,87	0,73	0,84
40	6	785,79	451,73	44,98	368,36	372,45	112,28	53,44	30,43	13,07	15,34	0,90	0,83	0,84

ratos totais, g/kg MS; CNF= Carboidratos não fibrosos; A= Açúcares solúveis; B1 = amido e pectina; B2= porção digestível da parede celular; C = Fração indigestível da parede celular; PBtotal = Proteína bruta total; A = Nitrogênio não proteico ; B1 = fração rapidamente degradada no rúmen; B2= fração de degradação intermediária; B3 = Fração lentamente degradável no rúmen; C = Fração indisponível; DIVMS = Digestibilidade *in vitro* da MS; DIVPB = Digestibilidade *in vitro* da PB; DIVFDN= Digestibilidade *in vitro* da FDN; (\* g/kg MS); (\*\* kg/kg MS).