

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS, AMBIENTAIS E BIOLÓGICAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL
CURSO DE MESTRADO**

**AVALIAÇÃO AGRONÔMICA E DO VALOR NUTRITIVO DO
TERÇO SUPERIOR DA RAMA EM DIFERENTES
VARIETADES DE MANDIOCA**

Fernanda Gazar Ferreira

**CRUZ DAS ALMAS – BA
2017**

AVALIAÇÃO AGRONÔMICA E DO VALOR NUTRITIVO DO TERÇO SUPERIOR DA RAMA EM DIFERENTES VARIEDADES DE MANDIOCA

Fernanda Gazar Ferreira

Zootecnia

Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, 2015

Dissertação apresentada ao Colegiado do Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal, da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, como requisito parcial para a obtenção do título de mestre em Ciência Animal (Nutrição e Alimentação de Ruminantes)

Orientador: Dr. Laudí Cunha Leite

Coorientadora: Prof(a). Dr(a). Meiby Carneiro de Paula Leite

**CRUZ DAS ALMAS – BA
2017**

FICHA CATALOGRÁFICA

F383a	<p>Ferreira, Fernanda Gazar. Avaliação agrônômica e do valor nutritivo do terço superior da rama em diferentes variedades de mandioca / Fernanda Gazar Ferreira._ Cruz das Almas, BA, 2017. 68f.; il.</p> <p>Orientador: Laudí Cunha Leite. Coorientadora: Meiby Carneiro de Paula Leite.</p> <p>Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas.</p> <p>1.Nutrição animal – Ruminantes. 2.Nutrição animal – Alimentação e rações. 3.Mandioca – Análise foliar. I.Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas. II.Título.</p> <p>CDD: 636.20852</p>
-------	--

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS, AMBIENTAIS E BIOLÓGICAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL
CURSO DE MESTRADO**

**AVALIAÇÃO AGRONÔMICA E DO VALOR NUTRITIVO DO TERÇO
SUPERIOR DA RAMA EM DIFERENTES VARIEDADES DE
MANDIOCA**

Comissão Examinadora da Defesa de Dissertação
Fernanda Gazar Ferreira

Aprovada em: 20 de Fevereiro de 2017

Prof. Dr. Laudí Cunha Leite
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Orientador

Prof. Dr. Gleidson Giordano Pinto de Carvalho
Universidade Federal da Bahia
Examinador Externo

Prof. Dr. Ossival Lolato Ribeiro
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Examinador Externo

DEDICATÓRIA

Aos meus pais, Maria Olivia e Newton César. Aos meus irmãos, Caio e Arthur Vinícius. Aos meus sobrinhos, Maria Eduarda e Heitor (*in memoriam*). Ao meu companheiro, Jean Cleber. Dedico esta dissertação com à esperança de que entendam, um dia, as minhas ausências.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus pelo dom da vida e pela oportunidade de realizar mais esta conquista, colocando em meu caminho todos os meios necessários para concretizar mais esta etapa.

Aos meus pais, Olivia e César, que também são meus melhores amigos, obrigada pelo amor incondicional, por me apoiarem em minhas decisões, me dando força para seguir em frente, tenho por vocês um enorme sentimento de amor e gratidão.

Ao meu companheiro Jean, ter você ao meu lado torna a jornada mais agradável. Obrigada por acreditar e me apoiar em minhas decisões, pelo amor, pela cumplicidade, por cuidar de mim e por me fazer tão feliz.

Aos meus irmãos, Caio e Arthuzinho, e aos meus sobrinhos, Dudinha e Heitorzinho, (*in memoriam*) pelo amor e carinho.

A tia Zi, minha mãedra, psicóloga, amiga, muito obrigada por cada palavra e gesto de carinho, sempre me encorajando e acreditando em mim. Obrigada também a tio Henrique que puxa minha orelha sempre que necessário, que me diz que não somos máquinas e que precisamos nos cuidar, meus pais não poderiam ter feito escolha melhor.

Agradeço a toda minha família, Gazar e Ferreira, pelo amor e carinho.

Ao meu orientador, Dr. Laudí Leite e a minha coorientadora, Dr^a. Meiby Leite, pela amizade, orientação, conselhos, ensinamentos e confiança. Meu agradecimento também aos professores Carlos Ramos, pela amizade, confiança, disponibilidade e pela paciência demonstrada sempre que eu aparecia com dúvidas e Ossival Lolato pelos ensinamentos e disponibilidade.

Aos meus amigos-irmãos, que estiveram comigo nesta trajetória compartilhando momentos de alegrias, conquistas e também de dificuldades, Eryzinha, Gilm's, Sandrinha, Luiz, Aline, Jaivaldo (Chico), Arielly, Judicael, Mauro, Valdir, Vinicius, Barbara, Laaina, seu Roberto, seu Roque, Pedro e Danilo (Girino), meu muitíssimo obrigada, amizades verdadeiras e sinceras que vou levar comigo para sempre.

Agradeço à melhor equipe de execução de experimento, porque trabalhar com o que gosta é muito bom, mas com essa equipe foi maravilhoso. Uma equipe responsável, esforçada, dedicada, inteligente, comprometida, entre outras mil qualidades, Arielly, Gracielle, Judicael, Mauro, Valdir e Vinicius. Agradeço também aos demais que ajudaram nas atividades do experimento.

Agradeço ao pesquisador da EMBRAPA Mandioca e Fruticultura Dr. Eder de Jorge Oliveira, por ter fornecido as variedades de mandioca para a condução do experimento e aos funcionários que participaram do plantio e da colheita.

À técnica Elisângela e a Dr^a. Rosani do Laboratório de bromatologia da UFRB pelo auxílio na execução das atividades laboratoriais.

Ao programa de pós-graduação em Ciência Animal e a CAPES pela oportunidade de cursar o mestrado.

E a todos que de uma forma contribuíram para a realização deste trabalho.

EPÍGRAFE

“Eu acredito demais na sorte. E tenho constatado que,
quanto mais duro eu trabalho, mais sorte eu tenho.”

Coleman Cox

AValiação Agronômica e do Valor Nutritivo do Terço Superior da Rama em Diferentes Variedades de Mandioca

RESUMO: A parte aérea da mandioca é um produto de qualidade superior a muitas das forrageiras tropicais utilizadas na alimentação animal. Diante disto, objetivou-se avaliar a produtividade e o valor nutritivo da parte aérea de 18 variedades de mandioca. As plantas foram colhidas com dezoito meses de idade. A estatística utilizada foi à análise fatorial múltipla. Observou-se que as 18 variedades estudadas foram agrupadas em três tipos, que foram discriminados principalmente pela variabilidade observada na característica de degradação ruminal da matéria seca (MS) e da fibra em detergente neutro (FDN). As variedades agrupadas no tipo 2 foram as que apresentaram maior teor proteico (20,70%), seguida das variedades presentes no tipo 3 (20,45%) e o menor valor foi encontrado nas daquelas do tipo 1 (19,09%). As variedades do tipo 2 apresentaram também o menor teor de fibra em detergente ácido corrigido pra cinza e proteína (FDAcp) e lignina (LIG) (34,15 e 15,30%, respectivamente), o tipo 1 apresentou maior teor de FDAcp (36,14%) e o tipo 3 apresentou maior teor de LIG (19,63%). No fracionamento de proteína, as variedades do tipo 2 apresentaram maior fração de nitrogênio não proteico e menor da fração indegradável, as do tipo 3 apresentaram maior fração de proteína verdadeira de degradação rápida e intermediária e menor da proteína de degradação lenta. As variedades agrupadas no tipo 3 apresentaram maior fração do carboidrato solúvel e de degradação rápida e valor intermediário da fração indegradável. A degradação potencial (DP) da MS foi maior nas variedades do tipo 3 (74,44%), seguida do tipo 2 (74,16%) e o menor valor no tipo 1 (69,43%). A degradabilidade efetiva (DE) da MS foi maior nas variedades do tipo 2 (52,87%), seguida das do tipo 3 (52,43%) e o menor valor foi encontrado nas do tipo 1 (49,61%). A DP da FDN foi maior nas variedades do tipo 2 (59,54%) e menor nas do tipo 1 (54,67%). O maior valor da DE da FDN foi obtido nas variedades do tipo 2 (22,18%) e o menor para as variedades agrupadas no tipo 3 (19,84%). As variedades agrupadas no tipo 2 foram àquelas com maior produção de raiz (10,01 t de MS.ha⁻¹) e maior produtividade do terço superior da rama da mandioca (1,41 t de MS.ha⁻¹). Com base nos aspectos de produtividade e nutricionais, as variedades agrupadas no tipo 2 são mais adequadas para uso na alimentação de ruminantes.

Palavras chave: Forragem; *Manihot esculenta* Crantz; Suplementação

AGRONOMIC EVALUATION AND NUTRITIVE VALUE OF THE UPPER THIRD OF THE BRANCH IN DIFFERENT VARIETIES OF CASSAVA

ABSTRACT: The aerial part of cassava is a product of superior quality to many tropical forages used in animal feed. The objective of this study was to evaluate the productivity and nutritive value of the aerial part of 18 cassava varieties. The plants were harvested at eighteen months of age. The statistic used was the multiple factorial analysis. It was observed that the 18 varieties studied were grouped into three types, which were mainly discriminated by the variability observed in the ruminal degradation characteristic of dry matter (DM) and neutral detergent fiber (NDF). The varieties grouped in type 2 showed the highest protein content (20.70%), followed by the varieties present in type 3 (20.45%) and the lowest value was found in type 1 (19.09%) varieties. Varieties present in type 2 varieties also had the lowest content of acid detergent fiber free of ash and protein (ADFap) and lignin (LIG) (34.15 and 15.30%, respectively), type 1 had a higher content of ADFap (36.14%) and type 3 had a higher LIG content (19.63%). In the protein fractionation, the type 2 varieties had a higher fraction of non-protein nitrogen and a lower fraction of the undegradable fraction, type 3 showed a higher fraction of true protein of rapid and intermediate degradation and lower of the slow degradation protein. The varieties grouped in type 3 presented a higher fraction of the soluble carbohydrate and of rapid and intermediate value of the undegradable fraction. The potential degradation (PD) of DM was higher in type 3 (74.44%), followed by type 2 (74.16%) and the lowest value in type 1 (69.43%). The effective degradability (ED) of DM was higher in type 2 (52.87%), followed by type 3 (52.43%) and the lowest value was found in type 1 (49.61%). PD of NDF was higher in type 2 (59.54%) and lower in type 1 (54.67%). The highest ED of NDF value was obtained in type 2 (22.18%) and the lowest in the varieties grouped in type 3 (19.84%). The varieties grouped in type 2 were those with the highest root yield (10.01 t of DM.ha⁻¹) and higher productivity of the upper third of the cassava branch (1.41 t of DM.ha⁻¹). Based on the productivity and nutritional aspects, the varieties grouped in type 2 are more proper for use in ruminant feeding.

Keywords: Forage; *Manihot esculenta* Crantz; supplementation

LISTA DE ABREVIATÓES

AFM – análise fatorial múltipla
A+B1 (CHO) – carboidratos solúveis e de degradação rápida
A (MS) – fração da matéria seca solúvel em água
A(PB) – nitrogênio não proteico
B1+B2(PB) – proteína de degradação rápida e intermediária
B2 (CHO) – carboidratos de degradação lenta
B(MS) – fração da matéria seca potencialmente degradável
B3 (PB) – proteína de degradação lenta
C(CHO) – carboidratos indegradáveis
CEL– celulose
c (FDN) – taxa de degradação da FDN
c (MS) – taxa de degradação da matéria seca
CNF – carboidratos não fibrosos
C(PB) – proteína indegradável
CT – carboidratos totais
EE – extrato etéreo
DE(FDN) – degradabilidade efetiva da fibra em detergente ácido
DE (MS) – degradabilidade efetiva da matéria seca
DP(FDN) – degradabilidade potencial da fibra em detergente ácido
DP (MS) – degradabilidade potencial da matéria seca
FDAcp – fibra em detergente ácido corrigida para cinza e proteína
FDNcp – fibra em detergente neutro corrigida para cinza e proteína
HEM – hemicelulose
LIG – lignina
MM – matéria mineral
MS – matéria seca
PB – proteína bruta

LISTA DE TABELAS

Tabela 01 Composição bromatológica da parte aérea de acessos de mandioca <i>in natura</i>	7
Tabela 02 Composição bromatológica da parte aérea de acessos de mandioca ensilada.....	9
Tabela 03. Composição bromatológica da parte aérea de acessos de mandioca fenada.....	10
Tabela 04 Fracionamento proteico e de carboidratos da parte aérea de acessos de mandioca.....	13
Tabela 05 Parâmetros da degradabilidade ruminal da matéria seca e da fibra em detergente neutro da parte aérea de acessos de mandioca.....	16

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	1
2	REVISÃO DE LITERATURA	2
2.1	Histórico e Melhoramento Genético da Mandioca.....	2
2.2	Características Fisiológicas, do Solo e Climáticas para Cultivo de Mandioca	3
2.3	Produtividade da Raiz e Terço Superior da Parte Aérea da Mandioca	3
2.4	Características Nutricionais da Parte Aérea da Mandioca <i>In Natura</i> , Ensilada e Fenada	5
2.5	Toxicidade.....	17
2.6	Utilização da Parte Aérea da Mandioca na Alimentação Animal	18
3	CAPÍTULO 1 – PRODUTIVIDADE E VALOR NUTRITIVO DA PARTE AÉREA DE DIFERENTES VARIEDADES DE MANDIOCA.....	21
4	CONSIDERAÇÕES FINAIS	50
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	51

1 INTRODUÇÃO

A ampla difusão da mandioca se deve a sua alta capacidade de adaptação a diferentes condições climáticas e de solo, a sua extensa utilização em várias formas e a facilidade de propagação.

A mandioca está entre as principais culturas produzidas no Brasil e, além da produção da raiz, que é o produto principal, há geração de subprodutos, dentre eles a parte aérea, que tem potencial para ser utilizada na alimentação animal. O grande destaque da parte aérea da mandioca está no alto teor proteico, em torno de 18% (FERNANDES *et al.*, 2008).

A parte aérea da mandioca pode contribuir na suplementação e no fornecimento de nutrientes na dieta animal, como feno, como silagem e *in natura*. Sendo uma alternativa que permite aumentar a viabilidade econômica e a produtividade da pecuária, visto que apenas 20% da parte aérea são utilizadas para replantio (SENA *et al.*, 2014).

Já se têm trabalhos que relatam o potencial da mandioca para utilização na alimentação animal. São muitas as variedades de mandioca produzidas e as características de produção e valor nutritivo podem ser utilizadas como fator de seleção.

Objetivou-se avaliar a produtividade, composição bromatológica, o fracionamento proteico e de carboidrato e a degradabilidade da matéria seca e fibra do terço superior da parte aérea de diferentes variedades de mandioca, com 18 meses de idade.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Histórico e melhoramento genético da mandioca

A mandioca tem pelo menos oito mil anos, sendo esta cultura de origem sul americana (FUKUDA e PORTO, 1991).

No processo de melhoramento genético, são selecionadas características definidas pela cadeia produtiva, que tem caráter regional e características gerais, como produtividade da raiz e da parte aérea e resistência à doenças e pragas (LARA *et al.*, 2008).

O gênero *Manihot* têm 98 espécies, porém a utilizada comercialmente para produção de raízes comestíveis é apenas a *Manihot esculenta* Crantz (LARA *et al.*, 2008). Costa e Morais (1994) relataram que aproximadamente 8.500 acessos de mandioca são preservados no mundo, e desses, 7.500 são mantidos na América do Sul. No Brasil já foram registrados em torno de 4.132 acessos.

O programa de melhoramento genético da mandioca teve início no Brasil em 1940, porém tinha-se o foco regional onde cada instituição de pesquisa preocupava-se apenas com as necessidades da própria região. Em 1952, o Instituto de Pesquisa Agropecuária do Leste (IPEAL) iniciou um estudo no nordeste com variedades do Recôncavo Baiano, onde as mais promissoras eram: Cigana Preta, Platina e Sutinga. Em 1960 foram produzidos os primeiros clones do SIPEAL 01 ao SIPEAL 08 e em 1969 foi implantada na escola de agronomia da Universidade Federal da Bahia, em Cruz das Almas, um programa de melhoramento genético para as condições edafoclimáticas do nordeste (FUKUDA e PORTO, 1991).

Por fim se deu a criação da EMBRAPA, com o centro de pesquisa agropecuária de mandioca e fruticultura, que promoveu uma integração, onde se estuda os acessos presentes em quase todos os territórios brasileiros (FUKUDA e PORTO, 1991).

2.2 Características fisiológicas, do solo e climáticas para cultivo de mandioca

A mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) é uma planta monóica, que pertence à classe Dicotyledoneae, família Euphorbiaceae. O seu ciclo de desenvolvimento é por volta de 12-24 meses (CURCELLI *et al.*, 2008).

A mandioca possui cinco fases fisiológicas sendo elas a fase de brotação das estacas, a de formação do sistema radicular, a fase do desenvolvimento dos ramos e das folhas, o engrossamento das raízes de reserva e a última fase é a de repouso (CONCEIÇÃO, 1979).

Para um bom desenvolvimento do cultivo da mandioca, o solo deve apresentar-se leve, solto, com boa capacidade de drenagem, para evitar o encharcamento da raiz, e ter boa fertilidade. O clima ideal deverá apresentar precipitação pluviométrica anual entre 1.000 e 1.200 mm, porém é sabido que a planta pode suportar condições menos satisfatórias como 500 e 3.000 mm, sendo que em precipitação elevada é necessário que o solo seja bem drenado (CONCEIÇÃO, 1979).

A umidade do ar elevada é bastante favorável para a mandioca, porém também se desenvolve bem em regiões mais secas. A temperatura deve estar acima de 20°C, sendo o ideal entre 24 e 25°C de temperatura média anual (ALVES, 2006).

A mandioca é encontrada entre as latitude 30°N e 30°S, sendo que é mais concentrada a 15°N e 15° S. A altitude ideal para a cultura é até 800 metros, visto que acima desta altitude é esperado baixas temperaturas e ventos o que podem prejudicar a produção (ALVES, 2006).

2.3 Produtividade da raiz e terço superior da parte aérea da mandioca

A mandioca encontra-se entre os nove principais produtos agrícolas do Brasil em função da extensão cultivada (CENI *et al.*, 2009). De acordo com o

IBGE (2016), a área total de mandioca colhida no país em 2015 foi de 1.494.498 hectares com produção de raízes de 22.756.807 toneladas, o que promoveu um rendimento de 15.227 kg de raiz de mandioca por hectare.

A raiz da mandioca é considerada a principal fonte de carboidrato para mais de 700 milhões de pessoas, sobretudo nos países em desenvolvimento, sendo o país maior produtor a Nigéria, com a produção de aproximadamente 39 milhões de toneladas, em segundo lugar está o Brasil, com a produção de mais de 23,3 milhões de toneladas, e em terceiro lugar a Tailândia, com aproximadamente 21,6 milhões de toneladas (FAO, 2014).

Dentre as regiões brasileiras, no ano de 2015, a região Norte foi a que mais produziu mandioca, aproximadamente 8 milhões de toneladas, o que correspondeu a 35,5% da produção nacional; seguida da região nordeste com a produção de 5,3 milhões de toneladas. O estado brasileiro de maior produção foi o Pará, com 4,8 milhões de toneladas, seguido do Paraná e da Bahia, com a produção de 3,9 e 1,8 milhões de toneladas respectivamente (IBGE, 2016).

Curcelli *et al.* (2009) em Botucatu-SP avaliaram o potencial de produção da parte aérea da mandioca cultivar IAC 14, seis meses após o plantio, na forma *in natura*, encontraram que o terço superior da planta foi o componente que apresentou maior produção, com 650,48 g por planta, o que corresponde a 2,13 t.ha⁻¹, seguido da haste desfolhada, com 497,15 g por planta, e os componentes folha, haste verde e pecíolo obtiveram, respectivamente, 455, 86,66 e 195 g por planta.

Foi conduzido em Vera Cruz-RS, um experimento com avaliação da parte aérea de três cultivares de mandioca, S 60-10, Frita e RS-13, todas colhidas aos dez meses de idade. Os autores encontraram que a cultivar Frita obteve maior produção de parte aérea por hectare (5,87 t.ha⁻¹), seguida da RS-13 (4,09 t.ha⁻¹) e da S60-10 (3,24 t.ha⁻¹) (AZEVEDO *et al.*, 2006).

Em um estudo com as variedades Amarelinha, Olho Roxo, Periquita e Sabará, plantadas em Janaúba-MG e colhidas aos oito meses de idade, os autores encontraram que a Amarelinha apresentou uma produtividade da parte aérea de 2,89 t.ha⁻¹, a Olho roxo de 3,01 t.ha⁻¹, Periquita de 4,91 t.ha⁻¹, e Sabará de 2,94 t.ha⁻¹, o que evidenciou superioridade da variedade Periquita (SOUZA *et al.*, 2012).

Ao se avaliar a produtividade da parte aérea de variedades de mandioca plantada em Planaltina-DF e colhida aos doze meses, do Banco de Germoplasma de Mandioca do Cerrado - BGMC (1304, 1299, 1297, 1262, 991, 923, 788 e 436), Fernandes *et al.* (2016) encontraram que o genótipo BGMC 1304 foi o que apresentou maior produtividade com base na matéria seca (8,5 t.h⁻¹) e os genótipos que apresentaram menor foram BGMC 1262 (3,7 t.h⁻¹) e BGMC 1299 (4,4 t.h⁻¹), o que indica que existe forte relação entre genótipo e produtividade e que a genética pode ser utilizada como um importante critério de escolha.

2.4 Características nutricionais da parte aérea da mandioca *in natura*, ensilada e fenada

A caracterização nutricional dos ingredientes é uma importante ferramenta que nos permite fornecer os nutrientes necessários para suprir as exigências nutricionais de forma eficiente, tanto em relação à eficiência de utilização pelo animal, quanto na busca de ingredientes regionais que possam substituir os ingredientes convencionais, visando retorno econômico e produtivo.

De acordo com os resultados obtidos em diferentes trabalhos apresentados na Tabela 01, pode-se observar que o teor de matéria seca da parte aérea *in natura* variou de 19,2 a 35,8%. É importante estudar a matéria seca porque nesta fração estão presentes os nutrientes disponíveis para os animais.

Foi encontrada na parte aérea da mandioca *in natura* uma variação de 3,5 a 6,7% no teor de matéria mineral, cujo menor valor foi obtido no acesso Osso Duro com 16 meses de idade e o maior na variedade Periquita aos 8 meses (Tabela 01).

O teor proteico variou de 8,1 a 18,7% quando estudada *in natura* (Tabela 01). De modo geral, a parte aérea da mandioca apresenta um teor proteico superior ao teor proteico encontrado em grande parte das plantas C4 utilizadas

na alimentação de ruminantes, como por exemplo, *Brachiaria decumbens* com 6,7%, *Pennisetum purpureum* com 7% e *Panicum maximum* com 8,2% de proteína bruta (VALADARES FILHO *et al.*, 2000).

O teor de fibra em detergente neutro (FDN) variou de 57,1 a 69,7% quando estudado *in natura* cujo menor valor foi encontrado aos 12 meses de idade no acesso BGMC 436 e o maior valor foi obtido no acesso Osso Duro colhido com 16 meses (Tabela 01).

Santos (2014) avaliou a composição bromatológica das gramíneas *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk e a *Panicum maximum* cv. Tanzânia, e encontrou os valores de FDN igual a 79,49%, 79,97 e 77,44% respectivamente, valores acima dos encontrado na parte aérea e terço superior da rama da mandioca. Segundo Mertens (1997) Quando a dieta tem alto teor de fibra a densidade energética é baixa, a ingestão é diminuída e conseqüentemente ocorre uma redução na produtividade.

Os teores de fibra em detergente ácido (FDA) na parte aérea *in natura* variaram de 43,7 a 52,1%, cujo menor valor foi obtido no acesso BGMC 1304, aos 12 meses de idade, e o maior foi obtido dezesseis meses no acesso manteiga (Tabela 01).

O teor de extrato etéreo variou de 0,3 a 1,3%, o menor valor foi obtido na variedade Monge e o maior na Cigana Preta (Tabela 01).

Tabela 01. Composição bromatológica da parte aérea de acessos de mandioca *in natura*.

Autores	Acessos	Idades	Regiões	MS*	MM*	PB*	FDN*	FDA*	EE*
Dantas <i>et al.</i> , 2010 ¹	Cigana preta			30,6	4,7	9,6	65,0	46,7	1,3
	Surrão			30,9	4,0	8,6	69,5	47,6	1,0
	Salangó			28,4	5,0	11,3	65,6	48,3	1,1
	Osso Duro			34,2	3,5	8,1	67,7	49,3	1,1
	Amazonas	16	São Gonçalo do Amante- RN	27,0	5,2	10,0	67,1	48,3	0,9
	Eucalipto			35,8	4,1	8,1	69,7	49,2	0,8
	Monge			35,2	3,9	8,6	60,5	44,6	0,3
	Bahia			29,6	4,2	8,3	69,5	49,0	1,1
	Bravo			26,5	4,9	12,9	65,7	47,8	1,2
Souza <i>et al.</i> , 2011 ²	Amarelinha			24,9	6,0	15,3	64,4	43,8	7,5
	Olho Roxo			25,2	6,0	16,4	66,9	45,5	7,6
	Periquita	8	Janaúba – MG	20,9	6,7	18,7	64,6	45,7	8,1
	Sabará			23,4	5,8	17,8	63,3	42,5	8,2
Fernandes <i>et al.</i> , 2016 ¹	BGMC 1304			20,8	4,7	12,6	59,0	43,7	
	BGMC 1299			21,6	4,5	10,3	59,3	45,4	
	BGMC 1297		Planaltina-DF	22,6	4,4	11,8	58,4	46,2	
	BGMC 1262	12		21,5	4,6	12,1	60,8	43,8	
	BGMC 991			19,2	4,7	11,1	63,5	49,4	
	BGMC 923			21,4	4,4	9,1	62,2	49,0	
	BGMC 788			24,5	4,4	11,0	59,1	46,5	
	BGMC 436			23,3	4,7	9,4	57,1	45,9	

Legenda: MS - matéria seca, MM - matéria mineral, PB - proteína bruta, FDN - fibra em detergente neutro, FDA - fibra em detergente ácido, EE- extrato etéreo. *Valores corrigidos para matéria seca. ¹parte aérea, ²terço superior.

Quando estudado na forma de silagem, o teor de matéria seca variou de 20,9 a 29,8%, cujo menor valor foi encontrado na variedade Periquita aos 8 meses de idade e o maior na Frita aos 10 meses. O teor de matéria mineral dos trabalhos com silagem de parte aérea da mandioca variou de 5,7 a 6,7% (Tabela 02).

O teor proteico das silagens da parte aérea da mandioca variou de 7,2 a 20,1%, cujo maior teor foi obtido na variedade Periquita, colhida aos 8 meses de idade. O teor de extrato etéreo da silagem da parte aérea da mandioca variou de 1,8 a 2,4% (Tabela 2).

Os dados presentes na Tabela 2 mostram que o teor de fibra em detergente neutro das silagens da parte aérea da mandioca variou de 44,9 a 61,9% e o teor de fibra em detergente ácido de 37,8 a 42,7%, cujos menores valores de FDN e FDA foram obtidos na variedade Sabará, e os maiores valores de FDN e FDA foram encontrados na variedade Olho Roxo.

O teor de lignina encontra-se entre 11,6 e 16,1%. (Tabela 02). Quanto menor o valor encontrado de lignina melhor, uma vez que é um componente indigestível e que limita a digestibilidade dos outros componentes da parede celular (BERCHIELLI *et al.*, 2011).

Tabela 02. Composição bromatológica da parte aérea de acessos de mandioca ensilada.

Autores	Acessos	Idades	Regiões	MS	MM*	PB*	FDN*	FDA*	LIG*	EE*
Azevedo <i>et al.</i> , 2006	S 60-10	10	Vera Cruz-RS	29,1	5,7	9,9	52,7			2,1
	RS 13			28,3	5,9	10,4	50,6		2,4	
	Frita			29,8	6,1	7,2	51,6		1,8	
Gonçalves <i>et al.</i> , 2007			Santa Izabel - PA	25,1	6,7	19,13	49,0		16,1	7,6
				25,7	6,3	16,3	59,3	41,6	14,5	
Sena <i>et al.</i> , 2014	Amarelinha	8	Janaúba- MG	27,3	6,5	17,5	61,9	42,7	15,4	
	Olho Roxo			20,9	6,5	20,1	56,8	38,9	13,4	
	Periquita			26,2	6,4	17,4	44,9	37,8	11,6	
	Sabará									

Legenda: MS - matéria seca, MM - matéria mineral, PB - proteína bruta, FDN - fibra em detergente neutro, FDA - fibra em detergente ácido, EE- extrato etéreo, LIG-lignina. *Valores corrigidos para matéria seca.

O feno da parte aérea da mandioca apresentou teor de matéria seca variando de 84,7 a 93,2% e o teor de matéria mineral variou de 8,5 a 10,3% (Tabela 03).

O teor de proteína bruta do feno da parte aérea da mandioca variou de 12,9 a 21,5%, cujo menor valor foi encontrado na variedade Cacau, colhida aos 10 meses de idade, e o maior na variedade Periquita, aos 8 meses. O teor de extrato etéreo variou de 6,7 a 8,3% dentre as variedades apresentadas na Tabela 03.

O teor de fibra em detergente neutro da parte aérea da mandioca fenada variou de 44,8 a 73,6% e o teor de fibra em detergente ácido variou de 32,8 a 52,9%. A variedade Gravetinho apresentou o menor teor de FDN e de FDA dentre as variedades apresentadas na Tabela 3, o maior teor de FDN foi encontrado na variedade Periquita e o maior teor de FDA foi encontrado na variedade Aipim Manteiga.

Tabela 03. Composição bromatológica da parte aérea de acessos de mandioca fenada.

Autores	Acessos	Idades	Regiões	MS	MM*	PB*	FDN*	FDA*
Marques <i>et al.</i> , 2014	Amarelinha	8	Janaúba-MG	92,0	8,5	20,1	72,9	44,9
	Olho Roxo			91,8	8,7	20,3	71,5	43,5
	Periquita			93,2	8,5	21,5	73,6	41,3
	Sabarará			91,8	8,6	20,7	71,8	45,8
Ferreira <i>et al.</i> , 2011	Gravetinho	10	Bambuí-MG	87,7	9,4	15,1	44,8	32,8
	Kiriris			84,7	9,6	18,1	64,2	41,5
	Aipim colombo			86,2	9,9	16,7	61,7	45,5
	Aipim Manteiga			85,8	10,2	15,3	72,5	52,9
	Cacau			87,6	10,2	12,9	53,0	40,7
	Aipim Paraguai			86,6	9,3	15,0	63,4	41,9
	Cigana			86,5	10,3	15,8	55,3	39,4
	São Paulo 01			88,3	9,9	14,2	62,4	44,3
Aipim prato cheio	86,2	8,6	15,0	54,9	41,4			

Legenda: MS - matéria seca, MM - matéria mineral, PB - proteína bruta, FDN - fibra em detergente neutro, FDA - fibra em detergente ácido, EE- extrato etéreo. *Valores corrigidos para matéria seca.

Em estudos com a avaliação do fracionamento proteico da parte aérea da mandioca com diferentes acessos, idades e formas de conservação, os pesquisadores encontraram a fração do nitrogênio não proteico (fração A) com variação de 24,1 a 45,9% (Tabela 04) em silagens, cujo menor valor foi

encontrado na silagem da variedade Frita e o maior foi encontrado na silagem do acesso S 60-10 com dez meses de idade. Para a parte aérea fenada encontrou-se uma variação de 6,6 a 10,5% da fração A com menor valor obtido no feno da parte aérea da Periquita e o maior no feno da variedade Amarelinha, ambas com 8 meses de idade. Nesta fração, o nitrogênio está na forma acessível aos microrganismos fermentadores de carboidratos estruturais, o que indica haver um suprimento do componente nitrogenado para esse grupo de bactérias presentes no rúmen (KOZLOSKI, 2011).

A fração da proteína solúvel de rápida degradação ruminal (fração B1) e a proteína verdadeira de degradação intermediária (fração B2) juntas variaram de 20,1 a 33,4% na parte aérea ensilada, e de 62,3 a 66,4 da parte aérea fenada, com o maior valor obtido no feno da Sabará e o menor na silagem de RS 13 (Tabela 04). As frações B1 e B2 são frações de degradações rápida e intermediária respectivamente, onde a fração B1 tem a tendência de ser degradada extensivamente no compartimento ruminal, contribuindo no fornecimento de compostos nitrogenados para os microrganismos do rúmen, e a fração B2 atua no fornecimento de aminoácidos e peptídeos tanto para os microrganismos ruminais quanto no intestino delgado (PEREIRA *et al.*, 2010).

Os valores da proteína de degradação ruminal lenta (fração B3) apresentaram resultados entre 18,8%, obtida na silagem do acesso S 60-10 aos 10 meses de idade, e 29,1%, encontrada na silagem do acesso R 13 (Tabela 04). A fração B3 é uma fração potencialmente degradável, porém de degradação lenta, por isso demonstra ter maior tendência a escapar do rúmen (PEREIRA *et al.*, 2010).

Os valores encontrados na fração indegradável da proteína (fração C) teve variação de 1,2 a 13,7%, com o menor valor obtido feno do acesso Olho Roxo, com oito meses de idade, e o maior na silagem da variedade Frita com 10 meses de idade (Tabela 04). Na fração C estão presentes as proteínas ligadas à lignina, complexos tânicos-proteicos e produtos de Maillard, que têm a característica de serem muito resistentes à degradação ruminal, desta forma, é considerada indisponível para os microrganismos ruminais (SNIFFEN *et al.*, 1992).

Na Tabela 04 está representado o fracionamento dos carboidratos da parte aérea da mandioca, cuja fração A+B1 variou de 34,7 a 37,9% quando

ensilado e de 15,8 a 20,7% quando fenada. A fração A corresponde aos carboidratos solúveis e a fração B1 ao amido, polissacarídeos, pectinas entre outros (SNIFFEN *et al.*, 1992). Uma maior fração solúvel dos carboidratos presente no alimento irá resultar em maior crescimento microbiano ruminal, caso haja também uma significativa fração nitrogenada solúvel (Kosloski, 2011).

Segundo Van Soest (1994), as forragens comumente utilizadas na alimentação animal devem apresentar em torno 60 a 80% de componentes da parede celular em relação aos carboidratos totais.

A fração B2 dos carboidratos são os carboidratos estruturais e dentre os estudos citados na Tabela 04, encontraram-se valores entre 51,3%, da silagem da variedade R 60-10, com dez meses de idade, e 60,4%, do feno do acesso Amarelinha, com oito meses de idade (Tabela 04). Alimentos com elevada fração B2 indica que têm grande proporção de celulose, hemicelulose e que por esta razão apresenta uma degradação ruminal mais lenta e, conseqüentemente, menor aporte energético, o que pode afetar a eficiência do crescimento microbiano e vir a comprometer o desempenho animal (PEREIRA *et al.*, 2010).

A fração C que é a fração indisponível variou de 11,3% a 27,2%, cujo menor valor foi obtido na silagem da variedade Frita e maior no feno da variedade Sabará (Tabela 04). Essa fração promove um efeito de repleção ruminal, o que promove além de menor disponibilidade de energia, menor consumo (VAN SOEST, 1994).

Tabela 04 Fracionamento proteico e de carboidratos da parte aérea de acessos de mandioca.

Autores	Acessos	Idades	Regiões	PB				CHO		
				A	B1+B2	B3	C	A+B1	B2	C
			Silagem							
Azevedo <i>et al.</i> , 2006	S 60-10	10		45,9	22,3	18,8	13,0	34,7	52,0	13,3
	RS 13	10	Vera Cruz-RS	39,7	20,1	29,1	11,2	35,9	51,3	12,8
	Frita	10		24,1	33,4	28,9	13,7	37,9	50,8	11,3
	Feno									
Souza <i>et al.</i> , 2012	Amarelinha	8		10,5	65,0	23,2	1,4	21,7	60,4	19,0
	Olho Roxo	8	Janaúba-MG	8,7	62,3	27,9	1,2	20,5	55,2	24,3
	Periquita	8		6,6	66,2	25,8	1,4	16,4	57,8	25,8
	Sabará	8		7,4	66,4	25,0	1,3	15,8	57,0	27,2

Fracionamento da proteína bruta, corrigido para 100% (PB*), fracionamento de carboidratos, corrigido para 100% (CHO*).

Os parâmetros cinéticos do alimento no rúmen são de fundamental importância na avaliação nutricional para ruminantes, visto que permite o conhecimento da forma com que os nutrientes presentes nos alimentos serão disponibilizados para os microrganismos e conseqüentemente possibilita otimizar a resposta do animal (Nocek, 1988).

Em trabalhos que avaliaram a cinética da degradação ruminal da parte aérea de diferentes acessos de mandioca pode-se observar (Tabela 05) que a maior fração solúvel da matéria seca foi obtida na silagem do terço superior da rama da mandioca do acesso periquita, colhida aos oito meses (26,33%), e a menor fração solúvel foi encontrada no feno do acesso Amarelinha, também colhido aos oito meses (11,41%). A fração potencialmente solúvel variou de 27,35 a 52,76%, com o maior valor encontrado no feno do acesso Amarelinha e o menor no feno do acesso Periquita (Tabela 05).

A taxa de degradação da matéria seca foi menor no feno da Periquita (0,03) e maior no feno da Amarelinha (0,12). A degradabilidade potencial apresentou uma variação de 45,75 a 64,17%, cuja maior degradabilidade potencial foi observada no feno do terço superior da Amarelinha e a menor no feno da Sabará, ambas com oito meses.

Segundo Carvalho *et al.* (2006), mensurar a degradabilidade ruminal sem considerar a taxa de passagem pode levar a uma superestimação da degradação, já que o alimento está sujeito a passagem para o próximo compartimento antes de ser degradado até seu máximo potencial. Quando se é considerado uma taxa de passagem temos a degradabilidade efetiva. Valores de degradabilidade efetiva da parte aérea da mandioca podem ser observados na Tabela 05, cujo menor valor, considerando a taxa de passagem de $5\% \cdot h^{-1}$, foi obtida no feno do acesso Olho Roxo (28,5%) e o maior no feno do acesso Amarelinha (Tabela 05).

Dados do estudo realizado por Sena *et al.* (2014), com degradabilidade da fibra em detergente neutro na silagem de diferentes variedades de mandioca (Tabela 05), indicam que há variação na cinética da degradação quando avalia-se diferentes variedades. Pode-se observar que a fração potencialmente degradável apresentou uma variação de 51,72 à 62,32%, cujo maior valor foi obtido na silagem do terço superior do acesso Periquita e o menor na silagem do acesso Olho Roxo. A taxa de degradação ruminal da fibra

em detergente neutro foi maior na silagem do acesso Sabará e menor na silagem do Periquita (Tabela 05).

Esses resultados indicam que existe efeito da variedade sobre a degradabilidade da parte aérea o que deve influenciar conseqüentemente o potencial de utilização na alimentação dos animais.

Tabela 05 Parâmetros da degradabilidade ruminal da matéria seca e da fibra em detergente neutro da parte aérea de acessos de mandioca.

Autores	Acessos	Idades	Regiões	Forma	Matéria seca				
					A	B	c	A+B	DE
Sena <i>et al.</i> , 2014	Amarelinha	8	Janaúba- MG	Silagem	22,96				45,34
	Olho Roxo				21,44				46,87
	Periquita				26,33				51,59
	Sabará				25,7				44,39
Marques <i>et al.</i> , 2014	Amarelinha	8	Janaúba- MG	Feno	11,41	52,76	0,12	64,17	55,65
	Olho Roxo				16,2	29,66	0,04	45,86	28,5
	Periquita				21,54	27,35	0,03	48,89	30,19
	Sabará				2,41	43,34	0,10	45,75	30,73
Sena <i>et al.</i> , 2014	Amarelinha	8	Janaúba- MG	Silagem	Fibra em detergente neutro				
	Olho Roxo				55,23	0,0668		41,08	
	Periquita				51,72	0,0799		39,89	
	Sabará				62,32	0,0394		38,08	
					56,76	0,0891		47,11	

A - fração solúvel em água; B - fração potencialmente degradável, que permanece após o tempo zero; c - taxa de degradação; A+B - degradabilidade potencial da matéria seca; DE - degradabilidade efetiva considerando a taxa de passagem de, 5%.h⁻¹

2.5 Toxicidade

De acordo com Oliveira (2008), as variedades de *M. esculenta* podem ser divididas em dois grupos, mandiocas bravas e mandiocas mansas, segundo as concentrações de glicosídeos cianogênicos em sua raiz. A mandioca mansa, também denominada mandioca de mesa, aipim ou macaxeira, se diferencia da brava ou industrial, principalmente, por apresentar teor de ácido cianídrico (HCN) abaixo de 100 mg/kg de raiz fresca (SANTOS *et al.*, 2008). É o HCN que promove à planta o sabor amargo e o efeito tóxico, sendo considerado um componente antinutricional (CURCELLI *et al.*, 2008)

A planta só se torna tóxica depois que se inicia a ação das hidroxilases sobre os glicosídeos cianogênicos, promovendo a liberação do HCN. Esta liberação é promovida em duas etapas: a primeira etapa é a quebra dos hidratos de carbono e a segunda etapa é a dissociação a ácido cianídrico, na presença de aldeídos ou cetonas. A liberação do HCN só ocorre caso a planta tenha sofrido alguma injúria, devido à separação espacial entre os glicosídeos cianogênicos, que estão localizados nos vacúolos, e as enzimas hidrolíticas localizadas no citosol (LIMA JÚNIOR *et al.*, 2010).

Essas enzimas que hidrolisam os glicosídeos cianogênicos são também produzidas por bactérias presentes no rúmen (CÂMARA *et al.*, 2014).

O cianeto atua inibindo enzimas que contêm metais, especialmente o ferro. A mais importante é a citocromo-oxidase, uma enzima chave na cadeia respiratória celular. A inibição desta enzima leva a interrupção da produção de ATP nas mitocôndrias (LIMA JÚNIOR *et al.*, 2010).

Quando são ingeridos níveis baixos deste fator antinutricional, o organismo é capaz de fazer um processo de detoxicação hepática, onde grande parte do cianeto absorvido é convertido em tiocianato, uma substância não tóxica. Esta reação é catalisada pela enzima rodanase e necessita do tiosulfato como uma fonte de enxofre. Porém, doses elevadas de HCN podem acarretar a morte do animal em alguns segundos, com convulsões e parada respiratória (CÂMARA *et al.*, 2014).

2.6 Utilização da parte aérea da mandioca na alimentação animal

Há bastante tempo já se tem relatos da importância da utilização da parte aérea da mandioca na alimentação animal. Toledo (1962) relatou que a mandioca produz uma forragem de elevado valor nutritivo e que não justifica os plantadores de mandioca não aproveitarem este material, principalmente porque em São Paulo, onde o estudo foi conduzido, a colheita ocorria no período de baixa disponibilidade do alimento para o gado.

A raiz é o principal produto obtido na exploração da cultura, mas pode contribuir com o aumento na suplementação e no fornecimento de nutrientes na ração dos ruminantes de várias maneiras, dentre elas o aproveitamento da parte aérea (NUNES IRMÃO et al., 2008).

Por apresentar alto valor nutritivo e boa aceitabilidade pelos animais, a parte aérea da mandioca pode ser uma alternativa para aumentar a viabilidade econômica e a produtividade da pecuária em regiões de clima quente, principalmente no período crítico. A rama da mandioca deve ser oferecida aos animais na forma de feno, silagem ou *in natura*, com um período de descanso de 12 a 24 horas, para evitar problemas de intoxicação com glicosídeos cianogênicos (FERREIRA et al., 2009).

Alguns trabalhos mostram o potencial da parte aérea da mandioca como fonte proteica na alimentação de ruminantes.

Novais *et al.* (2015) estudaram a utilização do feno da parte aérea da mandioca nos níveis 5, 10 e 15% com base na dieta total de cabras em lactação. Avaliaram o consumo, digestibilidade, produção e composição do leite. Apesar de terem encontrado uma menor digestibilidade aparente da FDN e da PB, o desempenho produtivo não foi alterado. Os autores justificaram que a diminuição da digestibilidade da FDN e PB podem ter ocorrido devido aumento nos teores de concentrado, para padronizar as dietas, o que promoveu um aumento na taxa de passagem e conseqüentemente a redução da digestibilidade aparente. Outra possível explicação foi que houve um aumento no teor de nitrogênio insolúvel em detergente ácido (NIDA), que é uma fração indegradável da proteína. Desta forma os autores concluíram que o

feno da parte aérea da mandioca pode ser utilizado em até 15 % com base na matéria seca, por não influenciar no consumo e na produção de leite.

Em um experimento com avaliação do consumo, desempenho produtivo e parâmetros sanguíneos de ovinos confinados recebendo silagem da parte aérea da mandioca com ou sem aditivos (10% de farinha de varredura, farelo de jaca ou bagaço de laranja), os autores encontraram que os animais apresentaram consumo e desempenho esperados e que nenhum dos parâmetros estudados foram influenciados pelos aditivos testados. Concluindo desta forma, que a silagem de mandioca com ou sem aditivos se constitui em uma boa alternativa alimentar para ovinos (OLIVEIRA *et al.*, 2014).

Modesto *et al.* (2008) avaliaram os efeitos da substituição da silagem de milho pela silagem da parte aérea da mandioca nos níveis de 20, 40 e 60% na dieta de vacas fistuladas no rúmen, no terço final da gestação e não-lactantes, sobre o consumo e digestibilidade dos nutrientes, assim como o pH ruminal e o nitrogênio amoniacal. Observaram que os parâmetros estudados não foram influenciados até os níveis de substituição testados, exceto a digestibilidade da PB e o N- amoniacal, 8 horas pós ingestão dos alimentos. Os autores explicaram que o efeito linear decrescente na digestibilidade da proteína bruta (PB) ocorreu pela diminuição do concentrado proteico (farelo de soja) na formulação da dieta com silagem de mandioca, assim como pelo aumento da fração NIDA (fração indegradável da PB), com a substituição da silagem de milho pela de mandioca. A menor concentração de nitrogênio amoniacal após 8 horas da ingestão ocorreu devido a menor fração de nitrogênio não proteico na silagem de mandioca. Desta forma os autores recomendam a substituição em até 60% da silagem de milho pela de mandioca para vacas gestantes não lactantes.

Um estudo que avaliou a utilização de resíduos da produção de mandioca foi conduzido em Llama que é uma cidade situada no sudoeste da Nigéria. Neste estudo Anaeto *et al.* (2013) estudaram a utilização de subprodutos do cultivo da mandioca na alimentação de ovelhas, sendo esses subprodutos a casca da raiz da mandioca e a silagem da folha da mandioca com 5% de melaço. Avaliaram o desempenho produtivo e os parâmetros sanguíneos e observaram que as ovelhas que pastejaram sem nenhum tipo de suplemento tiveram uma perda de peso diária (13,5 g), enquanto que as

suplementadas com casca de mandioca e com a silagem tiveram ganhos (47.6 e 40,8 g, respectivamente). Os resultados dos parâmetros sanguíneos mostraram que apesar de ter alterado algumas variáveis, os animais mantiveram-se saudáveis. Os autores recomendaram a utilização de subprodutos do cultivo da mandioca para suplementar ovinos em períodos de escassez de alimentos.

Santos *et al.* (2009) conduziram um experimento com vacas em lactação avaliando a substituição parcial da silagem de milho pela silagem da parte aérea da mandioca nos níveis de 20, 40 e 60%. Avaliaram a produção, composição e perfil de ácidos graxos do leite e a viabilidade econômica desta substituição. Os autores não encontraram diferenças estatísticas para a produção e composição do leite, obtendo diferenças apenas para alguns ácidos graxos. Todos os níveis de substituição tiveram melhor retorno econômico do que a dieta controle, sendo que o melhor retorno financeiro foi encontrado na substituição de 20%. Segundo os autores este, resíduo pode ser utilizado na alimentação de vacas em lactação até o nível testado, por ser economicamente viável.

3 CAPITULO 1 – PRODUTIVIDADE E VALOR NUTRITIVO DA PARTE AÉREA DE DIFERENTES VARIEDADES DE MANDIOCA

Resumo: Avaliou-se a produtividade e o valor nutricional do terço superior da rama de 18 variedades de mandioca, cedidas pela EMBRAPA Mandioca e Fruticultura, aos 18 meses de idade. Analisou-se a composição nutricional e as degradabilidades da matéria seca (MS) e da fibra em detergente neutro (FDN). A estatística utilizada foi à análise fatorial múltipla. As variedades estudadas foram agrupadas em três tipos, que foram formados principalmente pela variabilidade presente na característica de degradação ruminal. As variedades agrupadas no tipo 1 apresentaram menor valor de proteína bruta (PB) e extrato etéreo (EE) e maior de FDN. As variedades do tipo 2 apresentaram os maiores teores de PB e EE e menor de fibra em detergente ácido (FDA) e lignina (LIG). As variedades presentes no tipo 3 apresentaram menor teor de FDN e maior de LIG. Em relação ao fracionamento de proteína, as variedades presentes no tipo 1 apresentaram maior fração B3, as do tipo 2 maior valor da fração A, e menor da fração B1+B2 e C, e as do tipo 3 foram as que apresentaram menor fração A e B3 e maior B1+B2 e C. Já para o fracionamento carboidratos, as variedades agrupadas no tipo 1 apresentaram menor fração A+B1 e maior fração C. As variedades agrupadas no tipo 2 apresentaram maior fração B2 e as do tipo 3 maior fração A+B1 e menor B2 e C. No tipo 3 foram agrupadas as variedades com melhor degradabilidade potencial (DP) e as do tipo 2 apresentaram melhor degradabilidade efetiva (DE) da MS. Para a degradabilidade da FDN, os maiores valores de DP e DE foram obtidas no tipo 2. O tipo 2 foi o que apresentou maior produtividade de raiz e do terço superior da rama da mandioca. Com base nos aspectos nutricionais e de produtividade, o terço superior da rama das variedades de mandioca agrupadas no tipo 2 são mais adequadas para uso na alimentação de ruminantes.

Palavras chave: forragem; *Manihot esculenta* Crantz; suplementação

Chapter 1 - Agronomic evaluation and nutritional value of the upper third of the branch in different varieties of cassava

Abstract: It was aimed to evaluate the productivity and nutritional value of the upper third of the branch of 18 cassava varieties, ceded by EMBRAPA and harvested at 18 months of age. The nutritional composition and degradabilities of dry matter (DM) and neutral detergent fiber (NDF) were analyzed. The statistical analysis was performed using multiple factorial analysis. The studied varieties were grouped into three types, which were formed mainly by the variability present in the rumen degradation characteristic. The varieties grouped in type 1 presented lower crude protein (CP) and ethereal extract (EE) and higher NDF values. The varieties of type 2 presented the highest levels of CP and EE and less of fiber in acid detergent (FDA) and lignin (LIG). The varieties present in type 3 presented lower NDF content and higher LIG. In relation to protein fractions, the varieties of type 1 presented a larger B3 fraction, those of type 2 higher value of A fraction, and smaller of B1 + B2 and C fractions, and those of type 3 were those that presented smaller A and B3 fractions and higher B1 + B2 and C fractions. Already for carbohydrate fractions, the varieties grouped in type 1 presented smaller A + B1 fraction and greater C fraction. The varieties grouped in type 2 presented greater B2 fraction while those grouped in type 3 presented greater A + B1 fraction and smaller B2 and C fraction. In type 3 were grouped the varieties with better potential degradability (DP) and those of type 2 presented better effective degradability (DE) of the dry matter. For the degradability of the NDF, the highest values of DP and DE were obtained in type 2. Type 2 showed the highest yields of root and upper third of the cassava branch. Based on the nutritional and productivity aspects, the upper third of the branch of cassava varieties grouped in type 2 are more suitable for use in ruminant feeding.

Keywords: forage; *Manihot esculenta* Crantz; Supplementation

Introdução

O Brasil é o segundo maior produtor mundial de mandioca, com produção de aproximadamente 23,3 milhões de toneladas no ano de 2013, menor apenas que a Nigéria (39 milhões de toneladas) (FAO, 2014).

A parte aérea da mandioca é um subproduto obtido na cadeia produtiva da mandioca, com potencial nutricional para a alimentação de ruminantes.

Ao avaliarem o feno de diferentes variedades de mandioca, Ferreira et al. (2011) encontraram valores de 3,35 t.ha⁻¹ de feno, 158,1 g.kg⁻¹ de proteína bruta (PB), e 552,7 g.kg⁻¹ de fibra em detergente neutro (FDN) na variedade cigana, e valores de 2,92 t.ha⁻¹ de feno, com 150,9 g.kg⁻¹ de PB e 447,6 g.kg⁻¹ de FDN na variedade gravetinho.

O valor alimentício da parte aérea da mandioca foi analisado por Novais et al. (2015), para cabras em lactação, que recomendaram o uso de até 15% na dieta total sem interferência no consumo e produção de leite.

Apesar do acervo, estudos para avaliar o potencial produtivo e nutritivo de variedades de mandioca são necessários, pois possibilitam a escolha adequada das variedades mais promissoras para a produção animal.

No Brasil já foram catalogados cerca de 4.132 acessos de mandioca (Costa e Moraes, 1994), mas os estudos acerca da composição nutricional e utilização da parte aérea da mandioca como fonte de nutrientes são pontuais e com limitado número de variedades estudadas (Sena et al., 2014; Fernandes et al., 2016). Com isso, objetivou-se avaliar as características nutricionais e a produtividade do terço superior de 18 variedades de mandioca, que são as variedades indicadas pela Embrapa Mandioca e Fruticultura para uso na região Nordeste.

Material e Métodos

As variedades de mandioca foram fornecidas pela EMBRAPA Mandioca e Fruticultura. Foram plantadas na Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB), Campus de Cruz das Almas – BA, em agosto de 2014. A região apresenta solo do tipo Latossolo Amarelo Distrófico Álico Coeso, a 12,66°S de latitude e 39,10 °W de longitude. A altitude da cidade é de 200 m acima do nível do mar e o clima segundo a classificação de Köppen, é de transição entre as zonas Am e Aw, com precipitação média anual variando entre 800 e 1100 mm, sendo que a maior incidência de chuva ocorre entre abril e agosto. Dados da precipitação pluviométrica e temperatura média (INMET), coletadas pela estação meteorológica da Embrapa e Fruticultura no período do ensaio, agosto de 2014 a fevereiro de 2016 podem ser observados no Quadro 01.

Quadro 01 Temperatura média mensal (TM) e precipitação pluviométrica (PP) dos meses correspondentes ao período experimental.

Meses e Ano	Idade (meses)	TM (°C)	PP (mm)
Agosto de 2014	0	23	57
Setembro de 2014	1	24	80
Outubro de 2014	2	26	25
Novembro de 2014	3	26	34
Dezembro de 2014	4	27	58
Janeiro de 2015	5	27	40
Fevereiro de 2015	6	27	50
Março de 2015	7	28	21
Abril de 2015	8	26	62
Mai de 2015	9	25	126
Junho de 2015	10	23	197
Julho de 2015	11	22	100
Agosto de 2015	12	23	60
Setembro de 2015	13	24	24
Outubro de 2015	14	25	15
Novembro de 2015	15	28	1
Dezembro de 2015	16	29	7
Janeiro de 2016	17	28	160
Fevereiro de 2016	18	27	51

Tabela 01 Análise do solo da área experimental nas profundidades de 0-20 e de 20-40 centímetros.

	0-20 cm	20-40 cm
pH CaCl ₂	4,9	4,7
pH H ₂ O	5,1	4,9
MO (%)	0,7	0,8
P re (ppm)	6,4	6,1
K (meq/100 ml TFSA)	0,08	0,06
Ca (meq/100 ml TFSA)	1,5	1,1
Mg (meq/100 ml TFSA)	0,3	0,4
Al (meq/100 ml TFSA)	0,1	0,1
H (meq/100 ml TFSA)	2,1	2,4
CTC (meq/100 ml TFSA)	4,08	4,06
V (%)	46,08	88,42

pH CaCl₂ - pH em cloreto de cálcio; pH H₂O - pH em água; MO (%) - matéria orgânica; P re (ppm) - fósforo determinado pela extração utilizando resina ; K (meq/100 ml TFSA) - miliequilavente de potássio por 100 gramas de terra fina seca ao ar ; Ca (meq/100 ml TFSA) - miliequilavente de cálcio por 100 gramas de terra fina seca ao ar; Mg (meq/100 ml TFSA) - miliequilavente de magnésio por 100 gramas de terra fina seca ao ar; Al (meq/100 ml TFSA) - miliequilavente de alumínio por 100 gramas de terra fina seca ao ar ; H (meq/100 ml TFSA) - miliequilavente de hidrogênio por 100 gramas de terra fina seca ao ar; CTC – miliequilavente de capacidade de troca catiônica por 100 gramas de terra fina seca ao ar; V (%) – saturação por bases.

Utilizou-se no plantio espaçamento de 0,9 metros entre linhas e 0,8 metros entre plantas na linha, de forma a totalizar uma população final de 13.888 plantas por hectare.

Com base na análise de solo (Tabela 1) foi realizada a adubação de plantio com 30 g de superfosfato simples por cova e aos 45 e 90 dias pós-plantio foram realizadas adubações de cobertura com 24 g de cloreto de potássio (KCl) + 72 g de sulfato de amônio (SA).

O delineamento experimental foi em blocos casualizados e a adoção do delineamento foi dada em função da possível interferência de algum fator não controlado na área experimental. Foram quatro blocos e dezoito variedades: BGM 2020, BRS Amansa Burro, BRS Caipira, BRS Dourada, BRS Formosa, BRS Gema de Ovo, BRS Kiriris, BRS Mulatinha, BRS Poti Branca, BRS Tapioqueira, BRS Verdinha, Cigana Preta, Corrente, Eucalipto, Isabel Souza, Mani Branca, Sacai, Salango, totalizando 72 parcelas experimentais.

O material foi coletado aos 18 meses após o plantio e para avaliação da produtividade, foram coletadas 20 plantas por parcela sendo desprezada a bordadura. Realizaram-se separadamente as pesagens das raízes, hastes e terço superior. O cálculo da produtividade foi realizado através da

multiplicação da produção de matéria natural das 20 plantas multiplicada pelo teor de matéria seca e o resultado obtido desta multiplicação foi dividida pela área utilizada para o cultivo que foi de 14,4 m².

$$Produtividade = \frac{Prod. MN * \%MS}{\text{área}}$$

Sendo: Prod. MN – produção com base na matéria natural; %MS – teor de matéria seca; área – área utilizada para cultivo.

O terço superior da parte aérea, objeto de estudo nesta pesquisa, foi triturada em um desintegrador estacionário de forrageiras, onde obteve-se partículas entre 2 a 3 cm, e o conteúdo obtido foi homogeneizado e retirada amostras compostas das 20 plantas de cada parcela.

Em seguida as amostras foram levadas ao laboratório de Bromatologia da UFRB e imediatamente colocados em estufas segundo o método INCT-CA G-001/1, conforme técnicas descritas por (Detmann et al., 2012).

Posteriormente as amostras foram moídas em um moinho de facas tipo Wiley, em peneira de 2mm para avaliação da degradabilidade e a 1mm análise da composição bromatológica.

As análises realizadas foram: matéria seca (MS) - método INCT-CA G-003/1, matéria mineral (MM)-método INCT-CA M-001/1, extrato etéreo (EE)-método INCT-CA G-004/1 e nitrogênio total (N) – método INCT-CA N-001/1, conforme técnicas descritas por Detmann et al. (2012), e o teor de proteína bruta (PB) foi obtido multiplicando-se o teor de N pelo fator 6,25.

Para as análises da fibra insolúvel em detergente neutro (FDN) foi utilizado o método INCT-CA F-002/1, da fibra insolúvel em detergente ácido (FDA) método INCT-CA F-004/1 e da lignina (LIG) método INCT-CA F-005/1, conforme técnicas descritas por Detmann et al. (2012). As correções da FDN e FDA para cinzas e proteína (FDNcp) foram realizadas de acordo com Licitra et al. (1996), descrito por Detmann et al. (2012), (PIDN – método INCT-CA N-004/1; PIDA – método INCT-CA N 005/1; CIDN – método INCT-CA M-002/1; CIDA – método INCT- CA M-003/1).

Os teores percentuais dos carboidratos totais (CHOT) foram calculados pela fórmula conforme o CNCPS (Sniffen et al., 1992).

$$CHOT = 100 - (PB + EE + MM)$$

As frações proteicas foram obtidas conforme o método descrito por Licitra et al. (1996). A fração A foi determinada a partir do tratamento de 0,5 g de amostra com 50 mL de água, por 30 minutos, e, em seguida, foi adicionado 10 mL de ácido tricloroacético (TCA), deixando a amostra em descanso por mais 30 minutos. Posteriormente foi feita a filtração da amostra, utilizando-se papel filtro quantitativo. O resíduo foi lavado com 50 mL de solução TCA a 1% e em seguida o resíduo que ficou no papel filtro foi colocado em estufa de 55° C por 24 horas. Após este processo realizou-se a determinação do nitrogênio residual pelo método de micro Kjeldahl. Assim, obteve-se a Fração A pela diferença entre o teor de nitrogênio total e o nitrogênio insolúvel em TCA.

$$A(\%Nt) = \frac{Nt - N1}{Nt} * 100$$

Sendo – A - fração de nitrogênio não proteico, Nt - nitrogênio total e N1 - equivale ao teor de nitrogênio insolúvel em ácido tricloroacético

A fração B1 + B2 foi determinada pela subtração das demais frações de 100%.

$$B1 + B2 = 100 - (A + B3 + C)$$

A fração B3 foi obtida pela diferença entre o nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NIDN)- método INCT-CA N-004/1, e o detergente insolúvel em detergente ácido (NIDA)- método INCT-CA N 005/1, dosado a partir do resíduo da análise da fibra em detergente ácido. E, a fração C foi considerada como sendo NIDA.

O cálculo dos teores percentuais dos carboidratos não fibrosos (CNF) foi realizado seguindo metodologia recomendada por Hall (2003), correspondente a fração A+B1, e foi efetuado como segue:

$$A + B1 = 100 - (PB + FDN_{cp} + EE + MM)$$

A fração C, que é a fração indegradável, foi obtida seguindo a metodologia de FDNi método INCT-CA F 009/1, do resíduo da fração FDN após 312 horas de incubação *in situ* (Detmann et al., 2012) .

A fração B2 (carboidratos de degradação lenta) foi obtida pela equação:

$$B2 = 100 - (A + B1 + C)$$

As degradabilidades da matéria seca (MS) e fibra em detergente neutro (FDN) das variedades foram estimadas pela técnica *in situ* de saco de TNT, segundo Ørskov e Mc Donald (1979). Sacos de TNT, com dimensão de 5 x 5

cm, foram utilizados para incubação no rúmen. As amostras, com peso na matéria pré-seca de aproximadamente um grama, foram colocadas em cada um dos sacos, que foram lacrados à quente, colocados em sacos de tecido sintético poroso (filó) e presos em uma corrente de ferro, que por sua vez, permaneceram durante o período de incubação preso a fístula ruminal por um fio de náilon de 60 cm.

Foram utilizados para a incubação cinco bovinos mestiços, com idade média de 6 anos e 450 kg de peso vivo, com fístula no rúmen. Durante o período de incubação os animais foram mantidos em pastagem com *Brachiaria decumbens* no período da incubação e com água *ad libitum*.

Foram utilizados os seguintes tempos de incubação: 3, 6, 12, 18, 24, 48, 72, 96, 120, 144, 168, 192, 216, 240 e 312 horas segundo a metodologia proposta por Valente et al. (2011). Todos os sacos foram colocados simultaneamente e removidos de acordo com os tempos. Após a retirada dos sacos, estes foram lavados em água corrente até o desaparecimento da coloração turva. Após a lavagem, todos os sacos foram secos em estufa, com ventilação forçada de ar, a 55°C por 72 horas.

Após a pré-secagem os sacos foram secos em estufa a 105°C por 2 horas e depois pesados, para obtenção da MS não degradada. Para a determinação da FDN não degradada os sacos foram lavados em solução de detergente neutro em autoclave, segundo método INCT-CA F-002/1, descrito por Detmann et al. (2012). Os dados sobre o desaparecimento da MS e da FDN foram calculados baseando-se na diferença entre o peso incubado e os resíduos após a incubação, descontado a contaminação microbiana dos sacos brancos.

A percentagem de degradação da MS e FDN, em cada tempo, foram calculadas pela proporção de alimento que permaneceu nos sacos após a incubação no rúmen. A degradabilidade potencial da matéria seca foi calculada utilizando-se a equação descrita por Orskov e McDonald (1979).

$$DP = a + b * (1 - e^{-c*t})$$

Sendo, DP – degradação potencial no tempo t; a - fração de MS que é prontamente solúvel ; b - fração de MS potencialmente degradável; c - taxa constante de degradabilidade da fração b; e t = tempo de incubação.

A fração da fibra em detergente neutro degradada no tempo (R) e a fração digestível (DP) foram calculadas utilizando-se o modelo de Mertens e Loften (1980):

$$R = B * e^{-ct} + I$$

$$DP = R - I$$

Em que, I- fração indegradável, B – fração potencialmente degradável, c – taxa constante de degradabilidade da fração B, t – tempo de incubação.

Fez-se à padronização de frações, segundo a preposição de Waldo et al. (1972), seguindo as seguintes equações:

$$BP = \frac{B}{B + I} * 100$$

$$IP = 100 - (BP)$$

Em que, BP- fração potencialmente degradável padronizada; IP- fração indegradável padronizada; B – fração potencialmente degradável; I- fração indegradável.

A degradabilidade efetiva da matéria seca (DE) no rúmen foi calculada usando a seguinte equação de Orskov e McDonald (1979):

$$DE = a + \frac{b*c}{c+k}$$

Em que, a- fração solúvel da MS; b- fração potencialmente degradável; c- taxa constante de degradabilidade da fração b; k - taxa estimada de passagem dos sólidos no rúmen.

Para a degradabilidade efetiva da fibra em detergente neutro utilizou-se o modelo Waldo et al. (1972):

$$DE = BP * \frac{c}{c + k}$$

Em que BP – fração potencialmente degradável padronizada, c = taxa de degradação; k= taxa estimada de passagem dos sólidos no rúmen.

A degradabilidade efetiva da MS e FDN foram estimadas para cada tratamento levando-se em conta a taxa de passagem de sólidos no rúmen de 2, 5 e 8%/h (ARC, 1984).

A análise estatística foi utilizada o método de Análise Fatorial Múltipla (AFM), de acordo com as definições dadas por Abdi e Valentin (2007). Foram estudados os cinco conjuntos de variáveis: 1) composição química, 2) fracionamento proteico, 3) fracionamento de carboidratos, 4) degradabilidade

ruminal da matéria seca e 5) degradabilidade ruminal da fibra em detergente neutro. Estes conjuntos foram considerados como Variáveis Analíticas Sintéticas (VAS), significando um subconjunto de variáveis que têm coerência interna em termos de interpretação. Os conjuntos de variáveis detalhadas utilizados são apresentados no Quadro 02.

AFM e todas as análises de dados foram implementadas pelo pacote FactoMiner do Software R 2.12.0.

Os parâmetros da curva de degradação da MS e do FDN (a, b e c), foram submetidas ao ajuste pelos respectivos modelos utilizando-se o procedimento *nls* (*Nonlinear Least Squares*) pertencente pacote *stats* do Software R 2.12.0.

Quadro 02 Variáveis analíticas sintéticas com as respectivas variáveis originais, utilizadas na análise fatorial múltipla para obter os tipos por agrupamento

Variáveis sintéticas	Variáveis originais	Variáveis sintéticas	Variáveis originais	
Composição química	MS	Degradabilidade MS	A (MS)	
	MM		B (MS)	
	PB		c (MS)	
	EE		I (MS)	
	CT		DP (MS)	
	CNF		DE 2%/h (MS)	
	FDNcp		DE 5%/h (MS)	
	FDAcP		DE 8%/h (MS)	
	LIG		Fracionamento PB	A (PB)
	CEL			B1+B2 (PB)
HEM	B3 (PB)			
	C (PB)			
Degradabilidade FDN	c (FDN)	Fracionamento CHO	A+B1 (CHO)	
	I (FDN)		B2	
	DP (FDN)		C	
	DE 2%/h (FDN)			
	DE 5%/h (FDN)			
	DE 8%/h (FDN)			

Legenda: MS - matéria seca; MM - matéria mineral; PB - proteína bruta; EE - extrato etéreo; CT - carboidratos totais; CNF- carboidratos não fibrosos; FDNcp - fibra em detergente neutro corrigida pra cinza e proteína; FDAcp - fibra em detergente ácido corrigida pra cinza e proteína ; LIG – lignina; CEL – celulose; HEM – hemicelulose; c (FDN) – taxa de degradação da FDN; I (FDN) - fração indegradável da FDN; DP (FDN) degradabilidade potencial da FDN; DE (FDN) - degradabilidade efetiva da FDN em seus respectivos tempos considerando taxa de passagem igual a 2, 5 e 8%.h⁻¹; A (MS)- fração solúvel em água da MS; B (MS)- fração potencialmente degradável da MS; c (MS) – taxa de passagem da MS; I (MS) – fração indegradável da MS; DP (MS) - degradabilidade potencial da MS; DE (MS) - degradabilidade efetiva da MS em seus respectivos tempos considerando taxa de passagem igual a 2, 5 e 8%.h⁻¹; A (PB) - nitrogênio não proteico; B1+B2 (PB) - proteína solúvel de rápida degradação ruminal + de proteína

verdadeira de degradação intermediária; B3 (PB)- proteína de degradação ruminal lenta ; C (PB) - fração indegradável; A+B1 (CHO)- carboidratos solúveis + amido, polissacarídeos, pectinas, entre outros ; B2 (CHO)- carboidratos estruturais; C (CHO) -carboidrato indisponível.

O projeto foi submetido e aprovado pelo Comitê de Ética no Uso de Animais (CEUA), da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB), sob o processo 230007.01467/2016-88.

Resultados e Discussão

Por meio da Análise Fatorial Múltipla (AFM), discriminou-se as variedades de mandioca de acordo com suas características bromatológicas e de degradações da fibra e da matéria seca, principalmente. Nas duas primeiras dimensões, a AFM acumulou 20,73% da inércia e os eixos foram ortogonais ($p < 0,05$), tornando possível comparar os grupos formados (Lebart et al., 2000).

Com o auxílio da AFM, discriminou-se grupos de variedades homogêneas entre si, com relação às variáveis estudadas, mas distintos entre os grupos. Na Figura 01 é representada a importância, em termos de variância explicada (inércia) para as três primeiras dimensões da AFM, cuja dimensão um tem inércia igual a 12,89% e é representada no eixo x, a dimensão dois com inércia igual a 7,84% é representada no eixo y e a terceira dimensão com inércia igual a 7,25% é representada pelo tamanho das bolhas (Figura 01).

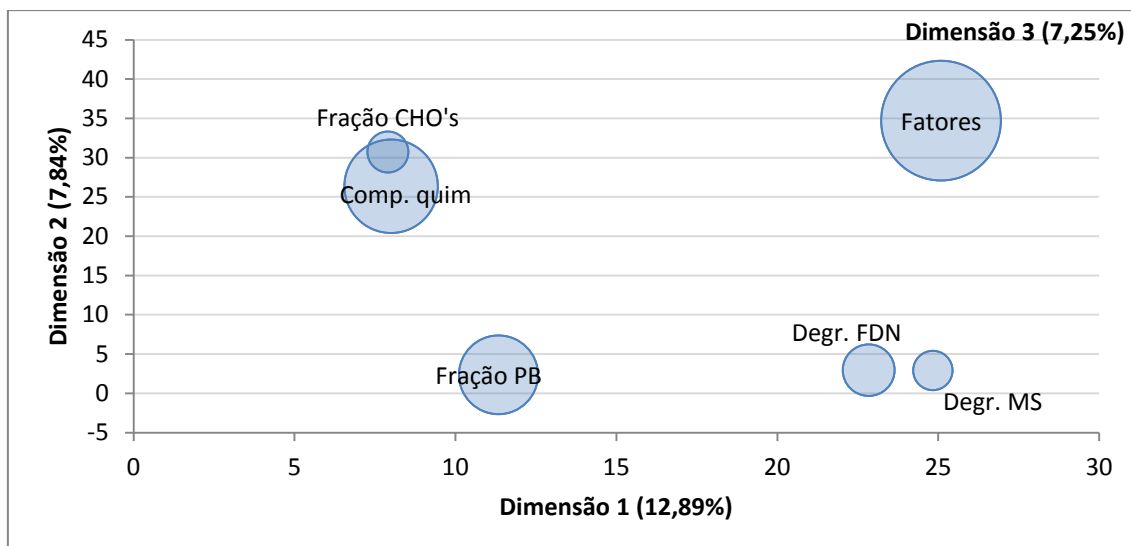


Figura 01 Bubbleplot representando as três primeiras dimensões da análise fatorial múltipla.

A primeira dimensão foi discriminada principalmente pelas variáveis analíticas sintéticas degradabilidade da matéria seca e degradabilidade da fibra em detergente neutro (FDN), o que indica que essas foram as que mais contribuíram para agrupar as variedades de mandioca ao longo desta dimensão. As variáveis que foram mais discriminatórias na dimensão dois foram o fracionamento de carboidratos e a composição química. A dimensão três teve maior contribuição da composição química e do fracionamento de proteína. Desta forma, a AFM dividiu as variedades em três tipos (Quadro 03).

Quadro 03 Variedades agrupadas através da análise fatorial múltipla.

Tipo um	Tipo dois	Tipo três
BGM 2020	BRS Mulatinha	BRS Caipira
BRS Amansa Burro	BRS Verdinha	BRS Kiriris
BRS Dourada	Cigana Preta	BRS Poti Branca
BRS Formosa	Corrente	Isabel Souza
BRS Gema de Ovo	Eucalipto	Salango
BRS Tapioqueira	Mani Branca	
	Sacai	

Encontram-se na Tabela 02 os valores médios de produtividade das raízes e do terço superior das variedades agrupadas nos tipos formados.

Tabela 02 Produtividade da raiz e do terço superior da rama da mandioca dos diferentes tipos formados pelo agrupamento das variedades

	Tipos		
	1	2	3
Prod. MS raiz (t.ha ⁻¹)	8,61±2,91	10,01±3,55	10,00±1,47
Prod. MS 1/3 sup. (t.ha ⁻¹)	1,31±0,42	1,41±0,39	1,18±0,25

Prod. MS raiz (t.ha⁻¹) – produtividade da raiz em toneladas por hectare com base na matéria seca; Prod. MS 1/3 sup. (t.h⁻¹)- produtividade do terço superior da rama em toneladas por hectare com base na matéria seca.

A maior produtividade média da raiz foi obtida pelas variedades agrupadas no tipo dois, assim como a produtividade do terço superior (Tabela 02).

As produtividades médias do terço superior da rama da mandioca encontradas no presente estudo estão abaixo dos valores obtidos por Souza et al. (2012) que estudaram a parte aérea das variedades Amarelinha, Olho Roxo, Periquita e Sabará, onde a menor produtividade foi encontrada na variedade Olho Roxo (2,98 t.ha⁻¹), e a maior na variedade Periquita (4,91 t. ha⁻¹) . A diferença encontrada pode ser justificada pelo fato de no presente trabalho ter-se utilizado apenas o terço superior da rama da mandioca e no trabalho de Souza et al. (2012) usou-se a rama inteira. Apesar dos trabalhos serem implantados em locais diferentes, Montes Claros – MG e Cruz das Almas –BA, os dois apresentam a mesma classificação climática segundo Koppen, tropical quente e úmido (AW), o que não deve ter influenciado na produtividade.

Na variável sintética composição bromatológica, observou-se que as variáveis que mais contribuíram para a explicação da variância foram os teores de carboidratos totais (15,11), proteína bruta (12,14), extrato etéreo (8,88) e Hemicelulose (8,45) (Tabela 03).

Tabela 03 Composição bromatológica dos diferentes tipos formados pelo agrupamento da parte aérea das variedades e as contribuições de cada variável original

Variável sintética	Variáveis originais	Tipos (g.kg ⁻¹)			Cont.
		1	2	3	
Composição química	MS	239,2	231,9	224,0	3,81
	PB	190,9	207,0	204,5	12,14
	MM	77,4	80,9	69,8	4,35
	CT	702,9	676,2	692,8	15,11
	CNF	202,7	197,9	24,18	
	FDNcp	500,2	478,3	450,9	4,16
	FDAcp	361,4	341,5	355,0	7,26
	LIG	178,0	153,0	191,4	5,24
	CEL	189,5	188,5	158,6	4,83
	HEM	138,8	136,8	96,0	8,45
	EE	28,8	35,9	32,9	8,88

MS - Matéria seca; PB- proteína bruta; MM - matéria mineral; FDN- fibra em detergente neutro; FDNcp - fibra em detergente neutro corrigida pra cinza e proteína; FDA - fibra em detergente ácido; FDA cp- fibra em detergente ácido corrigida pra cinza e proteína; LIG – lignina; CEL – celulose; HEM – hemicelulose; EE - extrato etéreo; Cont. - Contribuição de cada variável original dentro da variável sintética.

As variedades do tipo 1 foram as que apresentaram o maior teor de carboidratos totais e as variedades com menor teor de carboidratos totais foram as do tipo 2 (Tabela 03).

As variedades de mandioca que compõem o tipo 2 têm o maior teor proteico (PB) no terço superior da rama, seguido das variedades presentes no tipo 3 (Tabela 03). Mesmo as variedades presentes no tipo que apresentou menor teor proteico, ainda assim, são superiores as gramíneas tropicais que são a base da pecuária nacional, *Brachiaria brizantha* com 5,54%, *Brachiaria decumbens* com 6,63%, *Pennisetum purpureum* com 7,00%, *Panicum maximum* com 8,18%, *Cynodon dactylon* com 12,16% de PB (VALADARES *et al.*, 2000). Sendo este nutriente o grande diferencial deste alimento.

Todos os tipos formados com as variedades estudadas no presente trabalho apresentaram média de PB superior a 176,0 g.kg⁻¹, valor médio encontrado por Souza *et al.* (2011) quando avaliaram a composição bromatológica do feno de quatro variedades de mandioca colhidas aos oito meses: Amarelinha, Olho Roxo, Periquita e Sabará.

O teor de extrato etéreo (EE) foi maior nas variedades do tipo 2 e menor nas do tipo 1 (Tabela 03). Os teores de EE obtidos no presente trabalho foram superiores aos obtidos por Dantas et al. (2010), que variou de 3 a 12,4 g.kg⁻¹ em um estudo com a parte aérea *in natura* de onze variedades de mandioca colhida aos dezesseis meses de idade: Cigana Preta, Surrão, Pão de tarde, Manteiga, Salangó, Osso Duro, Amazonas, Eucalipto, Monge, Bahia e Bravo.

Quanto à fração fibrosa, pode-se observar que o tipo 1 apresentou o maior valor médio da fibra em detergente neutro corrigida pra cinza e proteína (FDNcp) e o menor valor desta fração foi obtido no tipo 3. O teor de fibra em detergente ácido corrigida para cinza e proteína (FDAcp) foi maior para as variedades agrupadas no tipo 1 e menor nas agrupadas no tipo 2 (Tabela 03). Segundo Mertens (1997) quanto maior o teor de fibra da dieta menor é a densidade energética o que pode levar as variedades do tipo 1 a uma redução no consumo e na produtividade.

O teor de lignina variou de 15,30 a 19,63% sendo maior nas variedades agrupadas no tipo 3 e menor nas variedades do tipo 2. Podemos observar que, apesar das variedades agrupadas no tipo 3 terem apresentado o menor teor de FDNcp, elas apresentaram em sua composição maior teor de LIG que segundo Berchielli et al. (2011), é o componente de maior limitação para a digestibilidade da fibra.

As variedades agrupadas no tipo 2 apresentaram média superior de matéria mineral (MM) e as do tipo 3 apresentaram média inferior às variedades dos outros dois tipos (Tabela 03).

Para as variáveis sintéticas, fracionamento de carboidratos e de proteína, a fração que mais contribuiu para a variância foi a fração C, tanto para carboidratos (15,13) como para proteína (9,87) (Tabela 04).

Tabela 04 Fracionamento proteico e de carboidratos dos diferentes tipos formados pelo agrupamento das variedades, e as contribuições de cada variável original.

Variáveis originais	Tipos (g.kg ⁻¹)			Cont.
	1	2	3	
Fracionamento de PB				
A	158,5	209,4	139,2	4,70
B1+ B2	404,7	382,4	475,5	8,31
B3	253,3	258,8	146,1	8,51
C (PB)	183,5	149,3	239,2	9,87
Fracionamento de CHO				
A+B1	287,7	291,9	348,5	8,27
B2	300,7	337,2	277,0	4,85
C (CHO)	411,5	370,8	374,4	15,13

A - nitrogênio não proteico; B1+B2 - proteína solúvel de rápida degradação ruminal + de proteína verdadeira de degradação intermediária; B3 - proteína de degradação ruminal lenta; C (PB) - fração indegradável; A+B1 - carboidratos solúveis + amido, polissacarídeos, pectinas, entre outros; B2 - carboidratos estruturais; C (CHO) - carboidrato indisponível; Cont. - Contribuição de cada variável original dentro da variável sintética.

A fração A (PB) corresponde ao nitrogênio não proteico (Sniffen et al., 1992). As variedades do tipo 2 foram as que apresentaram maior teor da fração A e as do tipo 3 o menor teor (Tabela 04). Quando incluído na dieta em maior proporção a fração A tende a melhorar a digestibilidade em virtude do fornecimento de amônia, principal fonte de nitrogênio para as bactérias fibrolíticas (Kozloski, 2011).

As frações B1 + B2 são onde se encontram as proteínas de degradação rápida e intermediária respectivamente (Sniffen et al., 1992). As variedades que formam o tipo 3 foram as que apresentaram maior fração B1+B2, seguida das variedades agrupadas no tipo 1 (Tabela 04). O crescimento de bactérias ruminais que utilizam carboidratos não estruturais tende a ser maior quando há um suprimento adequado da fração B1 no compartimento ruminal (Russel et al., 1992), e a fração B2 atua no fornecimento de aminoácidos e peptídeos tanto para os microrganismos do rúmen quanto do intestino delgado (Pereira et al., 2010).

A fração B3 é formada pelas proteínas de degradação lenta e as variedades do tipo 3 foram às que apresentaram menor teor desta fração, seguida das variedades do tipo um (Tabela 04). Segundo Pereira et al. (2000), a fração B3 apresenta menores taxas de degradação devido a associação à parede vegetal.

As variedades do tipo 2 foram as que apresentaram menor valor médio da fração indegradável da proteína C (PB) e as do tipo 3 apresentaram o maior valor (Tabela 04). Este resultado pode ser atribuído à composição bromatológica cujas variedades presentes no tipo 2 têm menor teor FDAcp e as do tipo 3 têm maior, visto que a fração C da proteína é determinada pelo nitrogênio insolúvel em detergente ácido.

Nesta fração estão presentes compostos resistentes à ação dos microrganismos e também indisponíveis aos ruminantes: proteínas ligadas à lignina, complexos tânicos-proteicos, produtos de Maillard, entre outros (Sniffen et al., 1992).

Em um estudo com o fracionamento proteico do feno da parte aérea da mandioca colhida aos oito meses, Souza et al. (2011) encontraram de 66,3 a 104,6 g.kg⁻¹ de fração A, 622,5 a 663,7 g.kg⁻¹ da fração B1+B2, 232,2 a 279,4 g.kg⁻¹ da fração B3 e 11,6 a 13,8 g.kg⁻¹ da fração C (PB). No presente trabalho, a fração A e C (PB) foram superiores aos valores obtidos por Souza et al. (2011), a fração B1+B2 (PB) foi menor, a fração B3 foi próximo. A maior fração C (PB) encontrada no presente estudo pode ser devido a idade mais avançada que segundo Wilson et al. (1991) com a maturidade das plantas parte dos metabólitos oriundos da fotossíntese são transformados em componentes da parede celular.

A fração metabolizável da proteína é a fração disponível da forrageira mais a fração sintetizada pelos microrganismos do rúmen. Segundo Russel et al. (1992) a proteína metabolizável corresponde a fração do nitrogênio solúvel (A, B1 e B2) somada ao nitrogênio retido no FDN que tem potencial de ser degradado (B3). Visto isto às variedades que apresentaram menor fração metabolizável da proteína foram as do tipo 3.

A fração A+B1 dos carboidratos é representada pelos carboidratos solúveis (sacarose, frutose, glicose, entre outros) e os de rápida degradação (amido, pectina, entre outros) (Sniffen et al., 1992). As variedades do tipo 3

foram as que apresentaram maior fração A+B1, seguidas das variedades do tipo 2. Quanto maior a fração solúvel dos carboidratos no alimento maior o crescimento microbiano no rúmen, desde que haja também uma significativa fração nitrogenada solúvel disponível (Kosloski, 2011).

As variedades agrupadas no tipo 2 apresentaram maior teor de carboidratos estruturais (B2) e às do tipo 1 apresentaram menor (Tabela 04). A fração B2 corresponde à fração disponível da parede celular, de degradação ruminal mais lenta, conseqüentemente, o fornecimento de energia é menor. Elevada fração B2 pode afetar a eficiência do crescimento microbiano e vir a comprometer o desempenho animal (Pereira et al., 2010).

As variedades que apresentaram maior fração indisponível dos carboidratos (C (CHO)) foram as pertencentes ao tipo 1 e as do tipo 2 foram as que tiveram o menor teor da fração C (CHO) (Tabela 04). Na fração C (CHO) são encontrados compostos resistentes à degradação ruminal, que são principalmente a lignina e produtos da reação de Maillard (Sniffen *et al.*, 1992).

Quanto maior a fração C (CHO) menor a densidade energética, visto que está fração não é aproveitada nem pelos microrganismos do rúmen e nem pelo hospedeiro, o que deverá promover um menor desempenho animal.

Os valores da fração C (CHO) para as variedades presentes nos três tipos estão acima dos valores médios Souza et al. (2011) que estudaram o feno da parte aérea de diferentes variedades colhidas aos oito meses de idade e encontraram valores entre 177,9 g.kg⁻¹ e 241,8 g.kg⁻¹. Os maiores valores obtidos para a fração C (CHO) no presente estudo pode ser atribuído ao aumento na fração da celulose e hemicelulose indigestível, assim como da lignina, com o avanço da idade (Van Soest 1994).

Na variável sintética degradabilidade da matéria seca, observou-se que as variáveis que mais contribuíram para a explicação da variância foram degradabilidade potencial (12,02), degradabilidade efetiva (10,19) e a fração potencialmente degradável da matéria seca que permanece após o tempo zero (6,31) (Tabela 05).

Tabela 05 Parâmetros da degradabilidade ruminal da matéria seca dos diferentes tipos formados pelo agrupamento das variedades, e as contribuições de cada variável original

Variáveis originais	Tipos			Cont.
	1	2	3	
	Parâmetros			
A (g.kg ⁻¹)	349,9	374,6	359,7	0,41
B (g.kg ⁻¹)	344,4	367,0	384,7	6,31
I (g.kg ⁻¹)	305,7	258,4	255,6	0,45
c (/h)	0,0369	0,0362	0,0374	0,98
DP (g.kg ⁻¹)	694,3	741,6	744,4	12,02
	Degradabilidade efetiva (g.kg ⁻¹)			
2 (%.h ⁻¹)	573,3	610,9	610,3	10,19
5 (%.h ⁻¹)	496,1	528,7	524,3	10,19
8 (%.h ⁻¹)	458,6	488,9	482,2	10,19

A- é a porcentagem máxima de degradação da matéria seca; B- fração potencialmente degradável da matéria seca que permanece após o tempo zero; I- é a fração indegradável; c- taxa de degradação da matéria seca que permanece após o tempo zero; DP - degradabilidade potencial; degradabilidades efetivas considerando a taxa de passagem de 2, 5 e 8%.h⁻¹ respectivamente; Cont. -Contribuição de cada variável original dentro da variável sintética.

As variedades agrupadas no tipo 3 apresentaram maiores valores médios de degradabilidade potencial (DP) da MS e as do tipo 1 foram as que apresentaram menores (Tabela 05). A menor DP da MS pode ter sido encontrada nas variedades do tipo 1 devido a maior fração de proteína indegradável C (PB) e devido também a maior soma da fração de degradação lenta e indegradável dos carboidratos (B3 + C (CHO)).

Entre as variedades que compuseram os diferentes tipos, às presentes no tipo 2 foram as que apresentaram maior degradabilidade efetiva (DE) da MS considerando as taxas de passagem de 2, 5 e 8%.h⁻¹. Valores de DE próximos aos encontrados para as variedades do tipo 2, foram encontrados nas do tipo 3, sendo desta forma as variedades agrupadas no tipo 1 as que apresentaram menores DE da MS para as três taxas de passagens utilizadas (Tabela 05).

As menores degradabilidade efetivas foram encontradas nas variedades agrupadas no tipo 1 devido possivelmente ao menor valor da fração solúvel e da fração potencialmente degradável da matéria seca (Tabela 05).

Os valores observados da DP (694,3 a 744,4 g.kg⁻¹) e DE (496,1 a 528,7 g.kg⁻¹), considerando taxa de passagem de 5%/h, corroboram com os resultados encontrados por Marques et al. (2014) que incubaram a parte aérea fenada do terço superior de diferentes variedades de mandioca e encontraram DP de 457,6 a 641,7 g.kg⁻¹ e DE de 285,9 a 556,5 g.kg⁻¹. A variedade com maior DE e DP foi a Amarelinha, os autores justificaram que pode ser pela influência da composição bromatológica visto que esta variedade foi a que apresentou menor teor de LIG.

Para a fração potencialmente degradável da MS (B (MS)), o maior valor foi obtido para as variedades agrupadas no tipo 3 e o menor nas do tipo 1 (Tabela 05). O fato da maior fração potencialmente degradável ter sido obtida nas variedades agrupadas no tipo 3 pode ter sido por ele ter apresentado menor média de FDNcp e no fracionamento de carboidrato ter apresentado a maior fração de carboidratos solúveis e de degradação intermediária.

A fração B (MS) encontrada nas variedades agrupadas nos 3 tipos do presente estudo, foi de 344,4 a 384,7 g.kg⁻¹, resultado que está entre os valores obtidos por Marques et al. (2014) (27,35 a 52,76%), que incubaram o feno do terço superior da rama da mandioca de diferentes variedades pela metodologia de degradabilidade *in vitro*.

A maior fração solúvel da matéria seca A (MS) foi encontrada nas variedades agrupadas no tipo 2 e a menor nas do tipo 1 (Tabela 05). O menor valor somado das frações da proteína prontamente disponível com as frações que disponibilizam o nitrogênio solúvel e peptídeos no rúmen (A+B1+B2 da proteína) foi encontrado nas variedades do tipo 1, assim como, a menor fração de carboidratos solúveis e de rápida degradação (A + B1 dos carboidratos), o que pode justificar a menor fração solúvel da matéria seca nas variedades agrupadas neste tipo.

A fração A (MS) para as variedades de mandioca estudadas (349,9 a 374,6 g.kg⁻¹) foi superior ao encontrado por Marques et al. (2014) (24,1 a 215,4 g.kg⁻¹) que fez a incubação *in vitro* por 96 horas do feno do terço superior da mandioca de quatro diferentes variedades (Amarelinha, Sabará, Olho roxo e Periquita) colhidas aos oito meses de idade. O maior valor desta fração deve ter sido obtido no presente estudo por ser avaliada na forma *in natura*, visto

que, no processo de fenação ocorre perdas de compostos solúveis (Reis et al., 2001).

As diferenças encontradas para as taxas de degradação da matéria seca c (MS), que permanece no rúmen após o tempo zero, foram discretas para as variedades presentes nos três tipos (Tabela 05). Os valores da taxa de degradação obtidos no presente estudo (0,0362 a 0,0374%.h⁻¹) corroboram com os valores encontrados por Marques et al. (2014) (0,03 a 0,12%.h⁻¹). Estes autores fizeram incubação *in vitro* por 96 horas dos fenos de diferentes frações da parte aérea colhidos aos 8 meses de idade e de diferentes variedades de mandioca.

A fração indegradável (I) variou de 255,6 a 305,7 g.kg⁻¹, cujo maior valor foi obtido nas variedades presentes no tipo 1 e o menor nas variedades do tipo 2. O maior teor da fração indegradável, pode ser justificada pelo fato de no tipo 1 ter maior conteúdo de carboidratos de degradação lenta ou indisponíveis (FDN_{cp} e FDA_{cp}), assim como, a maior fração indisponível da proteína (Tabela 05).

Marques et al. (2014) trabalharam com o feno do terço superior da mandioca de diferentes variedades, e encontraram valores com variação de 358,3 a 542,5 g.kg⁻¹. Nas variedades estudadas pelo autor citado foram obtidos valores mais elevados da fração indegradação possivelmente devido aos valores de FDN e FDA terem sido mais elevados com média igual a 728,5 e 439,1 g.kg⁻¹, respectivamente.

Nas Figuras 2.a, 2.b e 2.c estão apresentados graficamente as curvas de degradabilidade potencial da matéria seca ajustada utilizando o modelo de Ørskov & McDonald (1979), para os três tipos formados pela AFM.

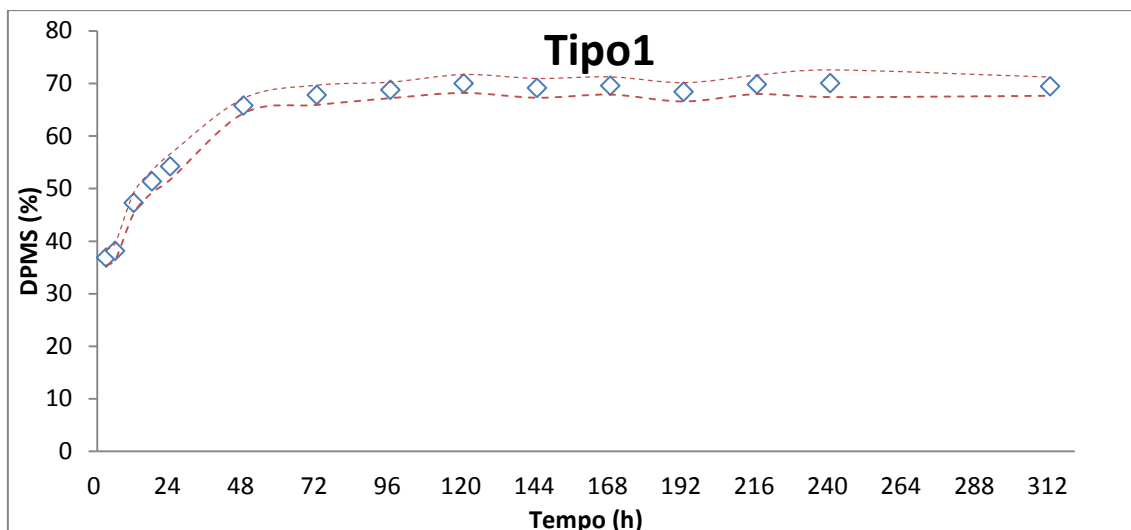


Figura 2.a Curva de degradabilidade potencial da MS das variedades agrupadas no tipo 1, em losango estão os valores coletados e as linhas tracejadas indicam o intervalo de confiança (0,95) superior e inferior.

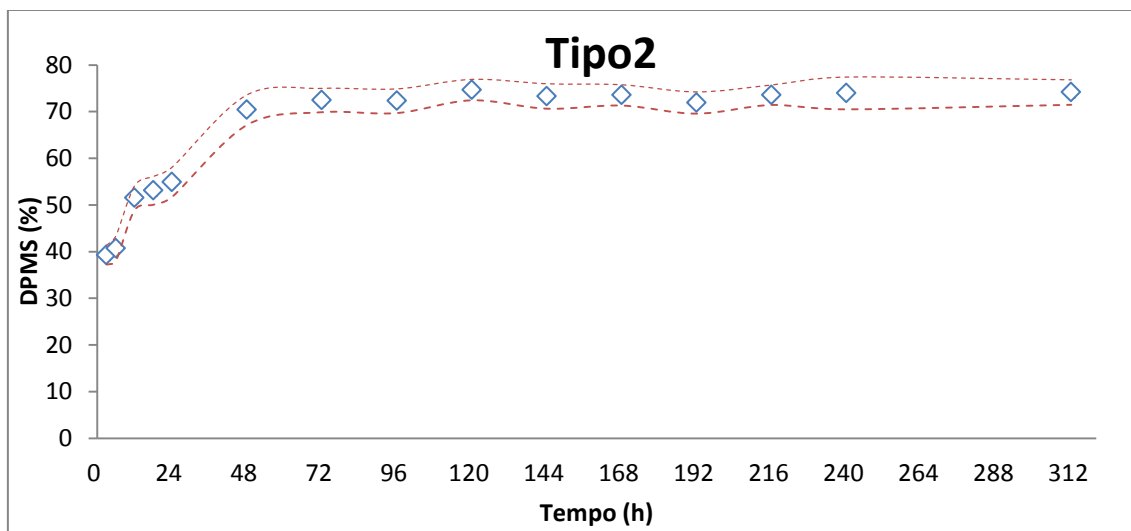
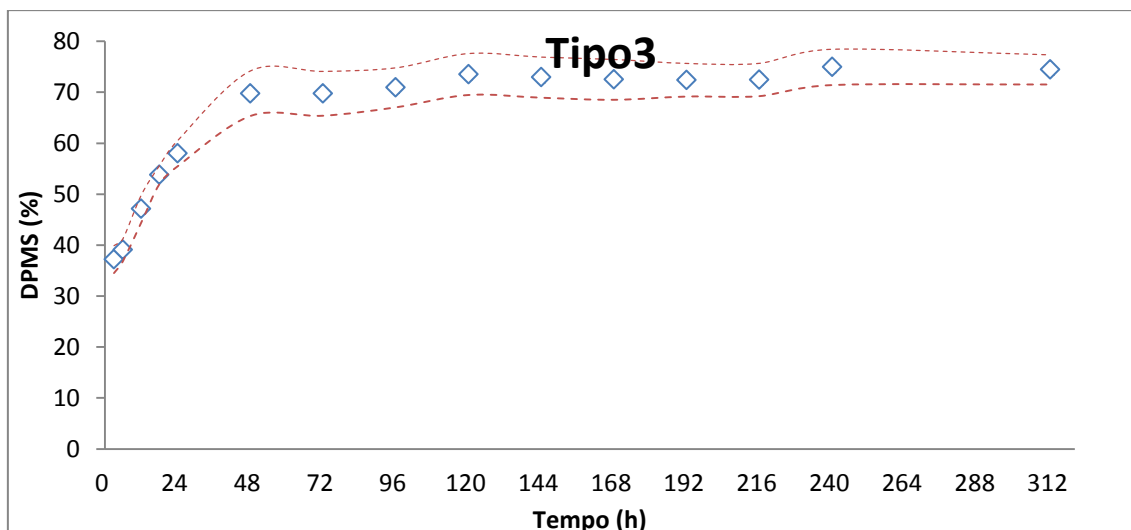


Figura 2.b Curva de degradabilidade potencial da MS das variedades agrupadas no tipo 2, em losango estão os valores coletados e as linhas tracejadas indicam o intervalo de confiança (0,95) superior e inferior.



2.c Curva de degradabilidade potencial da MS das variedades agrupadas no tipo 3, nos losangos estão os valores coletados e as linhas tracejadas indicam o intervalo de confiança (0,95) superior e inferior.

Ao longo dos tempos de incubação, foi observada que nas 12 primeiras horas as variedades do tipo 2 apresentaram maior desaparecimento, isso pode ser justificado pela maior presença da fração de nitrogênio não proteico e da fração de carboidratos solúveis e de rápida degradação intermediária. Entre as 18 e 24 horas as do tipo 3 passou a ter maior degradabilidade potencial. Das 24 até as 168 as variedades agrupadas no tipo 2 apresentaram maior desaparecimento, e após este tempo houve uma oscilação entre os tipos 2 e 3 quanto ao maior desaparecimento da MS.

Na variável sintética degradabilidade da fibra em detergente neutro, observou-se que as variáveis que mais contribuíram para a explicação da variância foram às degradabilidade efetiva (13,44) e a degradabilidade potencial (12,01) (Tabela 06).

Entre as variedades de compuseram os diferentes tipos, às presentes no tipo 2 foram as que apresentaram maior média de degradabilidade potencial (DP) da FDN, seguida das variedades do tipo 3 que apresentaram média próxima à obtida pelo tipo 2 (Tabela 06).

Tabela 06 Parâmetros da degradabilidade ruminal da fibra em detergente neutro dos diferentes tipos formados pelo agrupamento das variedades, e as contribuições de cada variável original.

Variáveis originais	Tipos			Cont.
	1	2	3	
	Parâmetros			
DP (g.kg ⁻¹)	546,7	595,4	592,3	12,01
I (g.kg ⁻¹)	453,3	404,6	407,7	3,04
c (/h)	0,0342	0,0297	0,0252	0,44
	Degradabilidade efetiva (g.kg ⁻¹)			
2 (%.h ⁻¹)	344,2	355,8	330,2	13,44
5 (%.h ⁻¹)	221,3	221,8	198,4	13,44
8 (%.h ⁻¹)	163,1	161,2	141,8	13,44

DP- degradabilidade potencial; I- é a fração indegradável; c- taxa de degradação da fibra em detergente neutro que permanece após o tempo zero; degradabilidades efetivas considerando a taxa de passagem de 2, 5 e 8%.h⁻¹ respectivamente; Contribuição de cada variável original dentro da variável sintética (Cont.).

O menor valor de DP deve ter sido encontrados nas variedades agrupadas no tipo 1, possivelmente por ter maior teor de FDNcp e ter apresentado no fracionamento de carboidratos a menor fração de carboidratos solúveis de degradação rápida (A+B1 (CHO)) e maior fração indegradável (C (CHO)). Outro fator que influencia na degradabilidade da fibra e que também pode justificar a menor degradação potencial ter sido encontrada no tipo 1 é a disponibilidade de compostos nitrogenados para crescimento microbiano. O tipo 1 foi o que apresentou menor fração A (PB) somada a fração B1+B2 (PB) , sendo a fração A, a principal fonte de nitrogênio para bactérias que degradam as fibras, e fração B1+B2, a fração que disponibiliza compostos nitrogenados para as bactérias que degradam os carboidratos não estruturais.

Quando se considerou as taxas de passagens iguais a 2%/h e a 5%/h as maiores degradabilidade efetivas da FDN foram obtidas nas variedades agrupadas no tipo 2, seguida das variedades do tipo 1. Quando utilizou-se a taxa de passagem igual a 8% a maior DE foi obtida nas variedades agrupadas no tipo 1 e a menor nas do tipo 3 (Tabela 06). Os maiores valores da DE da FDN foram observados nos tipos 1 e 2 porque foram os tipos que apresentaram maior taxa de degradação.

A menor taxa de degradação (c (FDN)) foi encontrada nas variedades do tipo 3 e a maior nas do tipo 1 (Tabela 06). A menor taxa de degradação da FDN nas variedades agrupadas no tipo 3 pode estar relacionado com o maior conteúdo de LIG .

Os valores obtidos no presente trabalho foram inferiores aos encontrados por Sena et al. (2014), que estudaram a degradabilidade ruminal da FDN das silagens do terço superior da rama de quatro variedades de mandioca e encontraram valores entre 0,0394 e 0,0891%.h⁻¹. Os valores da taxa de degradação encontrados por Sena et al. (2014) foram mais elevados possivelmente pelo menor teor de LIG.

Ao avaliar a fração insolúvel da FDN, observou que o maior valor foi encontrado para as variedades agrupadas no tipo 1, seguida das variedades agrupadas no tipo 3 e por último as do tipo 2, porém os valores dos tipos 2 e 3 foram próximos (Tabela 06). A maior fração insolúvel da fibra nas variedades que compõem o tipo 1 pode estar relacionada com a maior fração indegradável dos carboidratos ter sido encontrada neste tipo.

Nas Figuras 3.a, 3.b e 3.c estão apresentados graficamente as curvas de degradabilidade potencial da fibra em detergente neutro estimada utilizando o modelo de Mertens e Loften (1980), para os três tipos formados pela AFM.

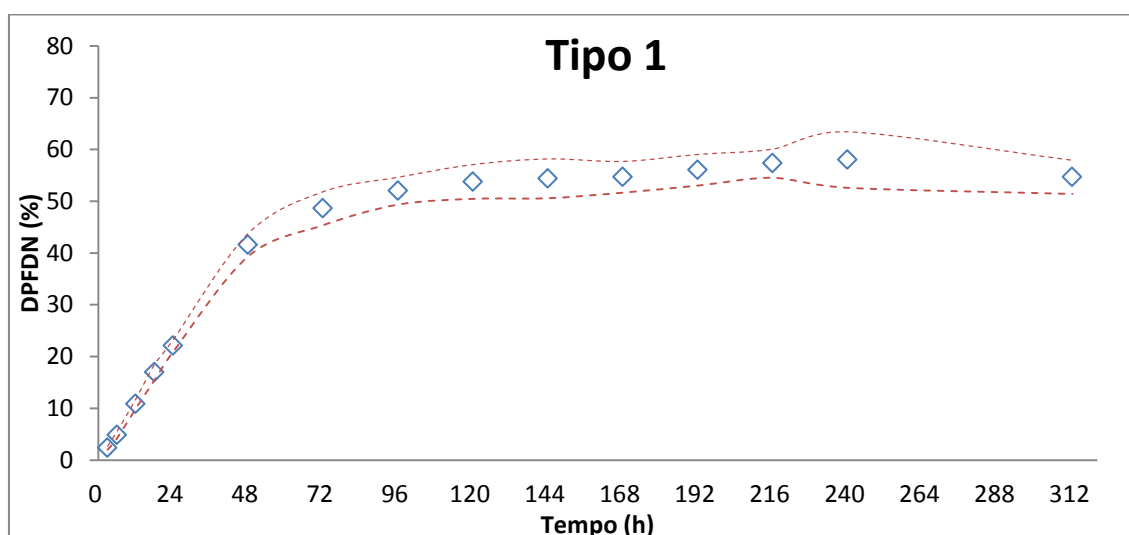


Figura 3.a Curva de degradabilidade ruminal potencial da FDN das variedades agrupadas no tipo 1. em losango estão os valores coletados e as linhas tracejadas indicam o intervalo de confiança (0,95) superior e inferior.

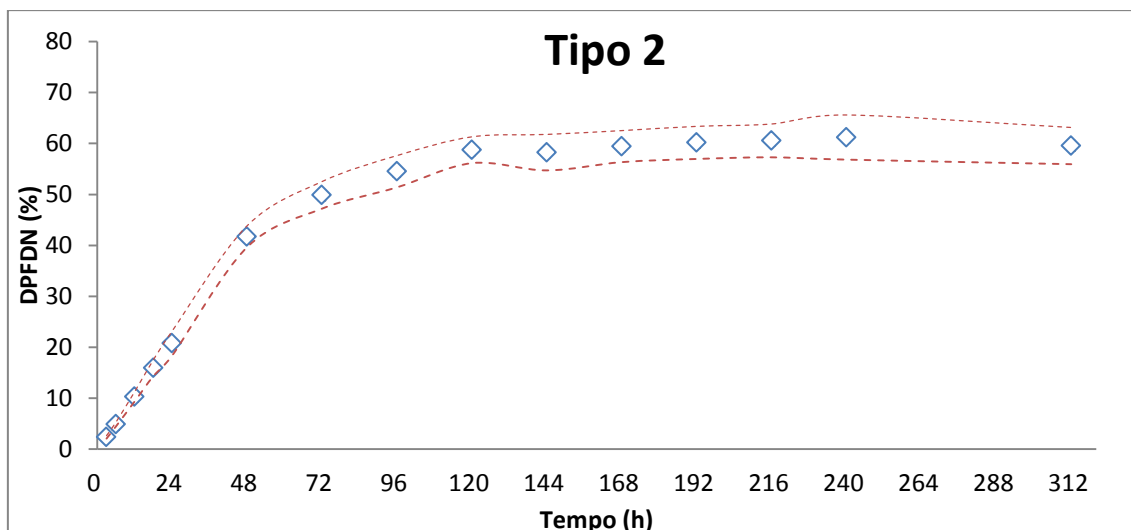


Figura 3.b Curva de degradabilidade ruminal potencial da FDN das variedades agrupadas no tipo 2. Em losango estão os valores coletados e as linhas tracejadas indicam o intervalo de confiança (0,95) superior e inferior.

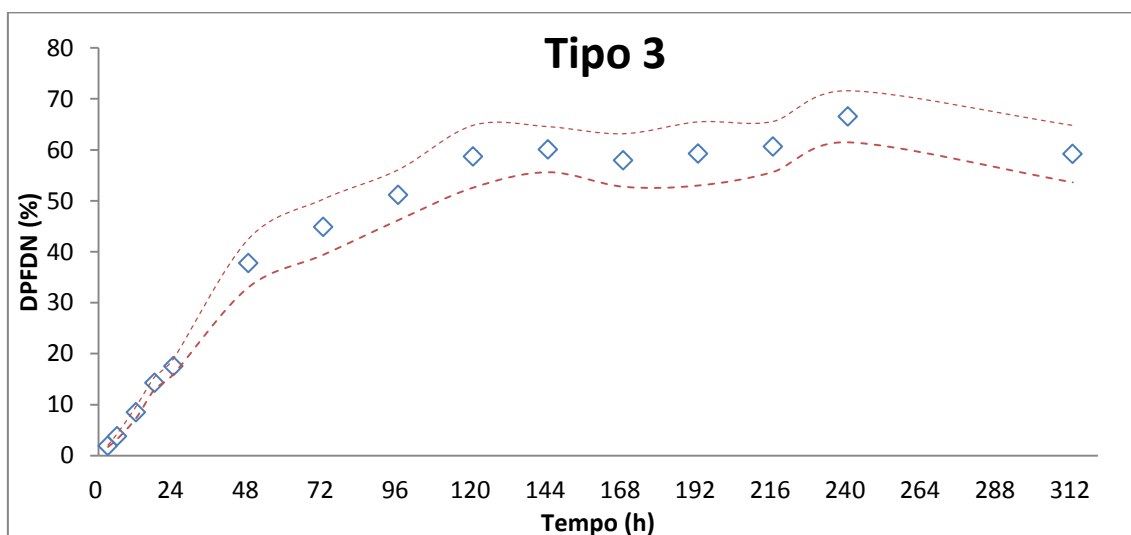


Figura 3.c Curva de degradabilidade ruminal potencial da FDN das variedades agrupadas no tipo 3. Em losango estão os valores coletados e as linhas tracejadas indicam o intervalo de confiança (0,95) superior e inferior.

Os intervalos de confiança da curva de degradação do tipo 3 foram maiores do que os intervalos dos tipos 1 e 2, o que indica que os grupos 1 e 2 tem a degradação mais homogêneas dentro dos tipos formados.

Ao longo do tempo de incubação, pode-se observar que as variedades agrupadas no tipo 3 apresentaram desaparecimento da FDN inferior aos outros dois tipos até às 96 horas, enquanto que as variedades que compõe os tipos 1 e 2 oscilaram entre si, sempre apresentando valores próximos. No tempo 120

horas as variedades agrupadas no tipo 3 passou a ter maior fração solúvel do que às presentes no tipo 1, sendo que o maior desaparecimento foi encontrado no tipo 2. A partir das 144 horas até a hora máxima estudada, as variedades presentes nos tipos 2 e 3 passaram a ter maior desaparecimento da FDN do que às do tipo 1 (Figuras 3.a, 3.b e 3.c).

Conclusão

Baseado nas características nutricionais, de degradabilidade e de produtividade, as variedades agrupadas no tipo 2 (BRS Mulatinha, BRS Verdinha, Cigana Preta, Corrente, Eucalipto, Mani Branca e Sacai) são mais adequadas para uso na alimentação ruminantes.

Referências

- Abdi, H. and Valentine, D. 2007. Multiple correspondence analyses. In: Salkind N. (ed.). Encyclopedia of Measurement and Statistics, pp. 651-657. Sage, Thousand Oaks, CA, USA.
- Al- Ahmad M.A., Mosli M.N., 1993. Verticillium wilt of olive in Syria. Bulletin OEPP/EPPO Bulletin 23: 521-529.
- ARC – Agricultural Research Council. The nutrient requirements of ruminant livestock. Suppl. 1. Commonw. Agric. Bur., Wallingford, England, 1984.
- Azevedo, E. B. D.; Nörnberg, J. L.; Kessler, J. D.; Brüning, G.; David, D. B. D.; Falkenberg, J. R. and Chielle, Z. G. 2006. Silagem da parte aérea de variedades de mandioca. Ciência rural, 36: 1902-1908.
- Berchielli, T. T., Pires. A. V. and Oliveira, S.G. Nutrição de ruminantes. Capa. . Funep, 2011 - 583 páginas.
- Conceição, A. J. 1979. **A mandioca**. UFBA/ EMBRAPA/ BNB/ BRASCAN NORDESTE, Cruz das Almas, Bahia, Brasil.382p.
- Costa, I. R. S. and Morales, E. A V. 1994. Cassava genetics in South America. In: Report of the first meeting of the International Network for Cassava Genetic Resources, held at CIAT, Cali, Colombia, 18-23 August, 1992. IPGRI, Rome, p . 16-20.
- Dantas, A. G. M.; De Albuquerque Paulo, J. L.; Guerra, M. G., and De Freitas, M. O. (2010). Análises bromatológicas de onze cultivares de mandioca. Revista Caatinga 3: 130-136.

- Detmann, E.; Souza, M. A.; Valadares Filho, S. C.; Queiroz, A. C.; Berchielli, T. T.; Saliba, E. O. E.; Cabral, L. S.; Pina, D. S.; Ladeira, M. M. and Azevedo, J. A. G. 2012. Métodos para análise de alimentos. (INCT – Ciência animal). Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 214p.
- Fernandes, F. D.; Guimarães Júnior, R.; Vieira, E. A.; Fialho, J. D. F. and Malaquias, J. V. 2016. Produtividade e valor nutricional da parte aérea e de raízes tuberosas de oito genótipos de mandioca de indústria. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, 17: 1-12.
- Ferreira, M.; Machado, L. C.; Ferreira, W. M. and Silva, J. 2011. Parte aérea de diferentes variedades de mandioca como fonte de fibra para utilização na alimentação animal. *Revista Raízes e Amidos Tropicais*, 7: 1-11.
- Figueiredo, M. P.; Souza, L. F. and Ferreira, J. Q. 2006. Cinética da degradação ruminal da matéria seca da haste, da raiz, do feno da parte aérea e da silagem de raiz de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) tratada com uréia. *Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science* 43: 11-17.
- Hall, M. B. 2003. Challenges with nonfiber carbohydrate methods. *Journal of Animal Science* 81:3226-3232.
- Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). Disponível em: http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=home/page&page=rede_estacoes_auto_graf. Acessado em 07.01.2017.
- Lebart, L.; Piron, A.; Lebart, M.; Morineau, A.; and Piron, M. 2000. *Statistique exploratoire multidimensionnelle*. Dunod.
- Licitra, G.; Hernandez, T. M. and Van Soest, P. J. 1996. Standardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminant feeds. *Animal Feed Science and Technology* 57:347-358.
- Mertens, D. R. 2002. Gravimetric determination of amylase-treated neutral detergent fiber in feeds with refluxing in beakers or crucibles. collaborative study. *Journal of AOAC International* 85:1217-1240.
- Köppen, W. 1931. *Grundriss der klimakunde*. Berlin: Walter de Gruyter, 390p.
- Kozloski, G. V. 2011 *Bioquímica dos Ruminantes*, 3ª Ed. Editora UFSM. Santa Maria-RS.
- Marques, K. M. D. S.; Rocha Júnior, V. R.; Reis, S. T. D.; Almeida Filho, S. H. C. D.; Oliveira, L. M.; Pires, D. A. D. A. and Antunes, C. R. 2014. Cinética de fermentação in vitro de fenos da parte aérea de mandioca. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, 15: 528 - 543.
- Mertens, D. R. and Loften, J. R. 1980. The effect of starch on forage fiber digestion kinetics in vitro. *Journal of Dairy Science* 63:1437-1446.
- Modesto, E. C.; Dos Santos, G. T.; Jobim, C. C.; Cecato, U.; Da Silva, D. C.; and Zambom, M. A. 2008. Inclusão de silagem de rama de mandioca na alimentação de vacas em lactação, mantidas em pasto de *Cynodon*: consumo e digestibilidade. *Acta Scientiarum. Animal Sciences* 28: 127-135.
- Novais, D. L.; Leite, L. C.; Eiras, C. E.; Leite, M. C. P. and Queiroz, M. A. A. 2015. Desempenho de cabras em lactação alimentadas com dietas com concentrado a base de feno da parte aérea da mandioca. *Archivos de zootecnia* 64: 311-315.

- Oliveira, J. Q.; Loures, D. R. S.; Bagaldo, A. R.; Araújo, F.L.; Sousa, S.L.G.; Andrade, M.A. and Almeida, B. J. 2014. Desempenho produtivo e concentrações de N-ureico em ovinos alimentados com parte aérea da mandioca ensilada com aditivos alternativos. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, 15: 570 – 583.
- Oliveira, A. F. G.; Scapinello, C.; Moraes, G. V.; Leite, M. C. P.; Motta, A. C. M.; Figueira, J. L. and ARAUJO, I. G. 2015. Avaliação de dieta formulada com subprodutos de mandioca na produção de sêmen de coelhos. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia* 67: 109-118.
- Ørskov, E. R. and McDonald, I. 1978. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. *The Journal of Agricultural Science*, 92: 499-503.
- Pereira, E. S.; Pimentel, P. G.; Duarte, L. S.; Mizubuti, I. Y.; De Araújo, G. G. L.; De Souza Carneiro, M. S.; Filho, J. G. L. R. and Maia, I. S. G. 2010. Determinação das frações proteicas e de carboidratos e estimativa do valor energético de forrageiras e subprodutos da agroindústria produzidos no Nordeste Brasileiro. *Semina Agrarias* 31: 1079–1094.
- Pereira, E. S.; Queiroz, A. C. D.; Paulino, M. F.; Cecon, P. R.; Valadares Filho, S. D. C.; Miranda, L. F. e Cabral, L. D. S. 2000. Determinação das frações protéicas e de carboidratos e taxas de degradação in vitro da cana-de-açúcar, da cama de frango e do farelo de algodão. *Revista Brasileira de Zootecnia* 29: 1887-1893.
- Reis, R. A.; Moreira, A. L. and Pedreira, M. D. S. 2001. Técnicas para produção e conservação de fenos de forrageiras de alta qualidade. *Simpósio sobre produção e utilização de forragens conservadas*, 1: 1-39.
- Russell, J. B.; O'connor, J. D.; Fox, D. G.; Van Soest, P. J. and Sniffen, C. J. 1992. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: I. Ruminant fermentation. *Journal of Animal Science*, 70: 3551-3561.
- Sniffen, C. J.; O'connor, J. D.; Van Soest, P. J.; Fox, D. G. and Russell, J. B. 1992. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability. *Journal of animal science*, 70: 3562-3577.
- Souza, A. S. D.; Rocha Júnior, V. R.; Mota, Á. D. S.; Palma, M. N. N.; Franco, M. D. O.; Dutra, E. S. and Rocha, W. J. B. 2011. Valor nutricional de frações da parte aérea de quatro variedades de mandioca. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal* 12: 441 – 455.
- Valente, T. N. P.; Detmann, E.; Queiroz, A. C.; Valadares Filho, S. C.; Gomes, D. I. and Figueiras, J. F. 2011. Evaluation of ruminal degradation profiles of forages using bags made from different textiles. *Revista Brasileira de Zootecnia* 40: 2565-2573.
- Van Soest, P. J. 1994. *Nutritional ecology of the ruminants*. 2 ed. Cornell University. Ithaca. 476 p.
- Waldo, D. R.; Smith, L. W. e Cox, E. L. 1972. Model of cellulose disappearance from the rumen. *Journal of Dairy Science* 55:125-129.
- Wilson, J. R.; Deinum, B. and Engels, F. M. 1991. Temperature effects on anatomy and digestibility of leaf and stem of tropical and temperate forage species. *Netherlands Journal of Agricultural Science*, 39: 31-48.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base no que foi apresentado na revisão de literatura e nos resultados obtidos do presente trabalho, as diversas frações da rama da mandioca de diferentes variedades constituem uma fonte alternativa para alimentação de ruminantes.

As diferentes variedades apresentam composição nutricional, degradabilidade e produtividade distintas, podendo desta forma se optar pelo uso de variedades que apresentem boa produção de raiz, aliada a uma produção e composição nutricional da parte aérea da mandioca adequada para uso na alimentação de ruminantes.

Esses resultados servem como base para novos trabalhos que avaliem o consumo e o desempenho de animais ruminantes com as diferentes variedades de mandioca.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVES, A. A. C. 2006. Fisiologia da mandioca. In: Aspectos socioeconômicos e agronômicos da mandioca. Cruz das Almas: **Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical**, capítulo 7: 138-169.
- ANAETO, M.; SAWYERR, A. F., ALLI, T. R.; TAYO, G. O.; ADEYEYE, J. A.; e OLARINMOYE, A. O. 2013. Cassava leaf silage and cassava peel as dry season feed for West African dwarf Sheep. **Global Journal of Science Frontier Research** 13: 1-4.
- AZEVEDO, E. B. D.; NÖRNBERG, J. L.; KESSLER, J. D.; BRÜNING, G.; DAVID, D. B. D.; FALKENBERG, J. R.; CHIELLE, Z. G. 2006. Silagem da parte aérea de variedades de mandioca. **Ciência rural** 36: 1902-1908.
- CÂMARA, A. C. L.; DALCIN, L.; SOTO-BLANCO, B. 2014. Patogênese, sinais clínicos e epidemiologia das intoxicações por plantas cianogênicas no nordeste brasileiro. **Semina: Ciências Agrárias** 35: 1961-1972.
- CARVALHO, M. S.; STRUCHINER, C. J. 1992. Correspondence analysis: an application of the method to the evaluation of vaccination services. **Cadernos de Saúde Pública** 8: 287-301.
- CARVALHO, G. G. P., PIRES, A. J. V., VELOSO, C. M., DA SILVA, F. F., E SILVA, R. R. 2014. Degradabilidade ruminal do feno de forrageiras tropicais. **Current Agricultural Science and Technology** 12: 81-85.
- CENI, G. C.; COLET, R.; PERUZZOLO, M.; WITSCHINSKI, F.; TOMICKI, L.; BARRIQUELLO, A. L.; E VALDUGA, E. 2009. Avaliação de componentes nutricionais de variedades de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz). **Alimentos e nutrição** 20: 107-111,
- CONCEIÇÃO, A.J. 1979. **A mandioca**. UFBA/ EMBRAPA/ BNB/ BRASCAN NORDESTE, Cruz das Almas, Bahia, Brasil.382p.
- COSTA, I..R.S.; MORALES,E. A V. 1994. Cassava genetics in South America. In: Report of the first meeting of the International Network for Cassava Genetic Resources, held at CIAT, Cali, Colombia, 18-23 August, 1992. IPGRI, Rome, p. 16-20.
- CURCELLI, F.; BICUDO, S. J.; DE ABREU, M. L.; AGUIAR, E. B.; BRACHTVOGEL, E. L. 2008. Uso da mandioca como fonte na dieta de ruminantes domésticos. **Revista Raízes e Amidos Tropicais** 4: 66-80.
- CURCELLI, F.; AGUIAR, E.B.; GOBATO, M.M.; ABREU, M.L.; BRACHTVOGEL, E.L.; MEIRELLES, P.R.L.; BICUDO, S.J. 2009. "Produção e Produtividade da Parte Aérea e do Feno da Mandioca (Variedade IAC 14)." **Revista Raízes e Amidos Tropicais** 5: 511-516.
- DANTAS, A. G. M.; DE ALBUQUERQUE PAULO, J. L.; GUERRA, M. G.; DE FREITAS, M. O. 2010. Análises bromatológicas de onze cultivares de mandioca. **Revista Caatinga** 23:130-136.
- FERNANDES, F. D. F.; JÚNIOR, R. G.; VIEIRA, E. A.; DE FREITAS FIALHO, J.; FALEIRO, F. G. 2008. Composição química de folhas e da parte aérea de acessos de mandioca de indústria aos seis meses de rebrotação. Embrapa Cerrados.ADRIGUETTO, J.M. et al. Nutrição animal. São Paulo: Nobel, 2002. 1, 395p
- FERNANDES, F. D.; GUIMARÃES JÚNIOR, R.; VIEIRA, E. A.; FIALHO, J. D. F.; MALAQUIAS, J. V. 2016. Produtividade e valor nutricional da parte aérea e de raízes tuberosas de oito genótipos de mandioca de indústria. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, 17:1 - 12.
- FERREIRA, A. L.; SILVA, A. F.; PEREIRA, L. G. R.; BRAGA, L. G. T.; MORAES, S. A. D.; ARAÚJO, G. G. L. D. 2009. Produção e valor nutritivo da parte aérea da mandioca, maniçoba e pornunça. **Revista brasileira de saúde e produção animal** 10:129 – 136.
- FERREIRA, G. D. G.. OLIVEIRA, R. L.; CARDOSO, E. D. C.; MAGALHÃES, A. L. R.; BRITO, E. L. 2007. Valor nutritivo de co-produtos da mandioca. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal** 8:364 – 374.

- FERREIRA, M.; MACHADO, L. C.; FERREIRA, W. M.; SILVA, J. 2011. Parte aérea de diferentes variedades de mandioca como fonte de fibra para utilização na alimentação animal. **Revista Raízes e Amidos Tropicais** 7:1, p. 1-11.
- FIGUEIREDO, A. V.; ALBUQUERQUE, D. M. N.; LOPES, J. B.; FARIAS, L. A.; MARQUES, C. M.; CARVALHO FILHO, D. U. 2012. Feno da rama de mandioca para suínos em terminação. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal Salvador** 13:791-803
- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION (FAO). Prognóstico agropecuário: análise da conjuntura agropecuária safra 2012/13: mandioca. 2013. Disponível em: <<http://faostat.fao.org/site/567/DesktopDefault.aspx?PageID=567#ancor>>. Acesso em 23 de janeiro de 2015.
- FUKUDA, W. M. G.; PORTO, M. C. M. 1991. A mandioca no Brasil. In: Hershey, C.H. (ed.). **Mejoramiento genético de la yuca en América Latina**, Cali, Colombia. CIAT. p. 15-42.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística Levantamento sistemático da produção agrícola. Disponível em: <ftp://ftp.ibge.gov.br/Producao_Agricola/Fasciculo_Indicadores_IBGE/estProdAgr_201601.pdf>, acessado em 23 de dezembro de 2016.
- KHATTREE, R., e NAIK, D. N. 2000. Multivariate data reduction and discrimination with SAS software. Sas Institute.
- KOZLOSKI, G.V. 2011. Bioquímica dos Ruminantes, 3ª Ed. Editora UFSM. Santa Maria-RS.
- LARA, A. C. C.; BICUDO, S. J.; BRACHTVOGEL, E. L.; DE ABREU, M. L.; CURCELLI, F. 2008. Melhoramento genético da cultura da mandioca (*Manihot esculenta* Crantz). **Revista Raízes e Amidos Tropicais** 4: 54-64.
- LIMA JÚNIOR, D. M., MONTEIRO, P. D. B. S., DO NASCIMENTO RANGEL, A. H., DO VALE MACIEL, M., OLIVEIRA, S. E. O., & FREIRE, D. A. 2010. Fatores anti-nutricionais para ruminantes. **Acta Veterinaria Brasilica** 4: 132-143.
- MARQUES, K. M. D. S.; ROCHA JÚNIOR, V. R., REIS, S. T. D.; ALMEIDA FILHO, S. H. C. D.; OLIVEIRA, L. M.; PIRES, D. A. D. A.; ANTUNES, C. R. 2014. Cinética de fermentação in vitro de fenos da parte aérea de mandioca. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal** 15:528 – 543.
- MERTENS, D. R. 1997. Creating a system for meeting the fiber requirements of dairy cows. **Journal of dairy science** 80: 1463-1481.
- MODESTO, E. C.; DOS SANTOS, G. T.; JOBIM, C. C.; CECATO, U.; DA SILVA, D. C.; ZAMBOM, M. A. 2008. Inclusão de silagem de rama de mandioca na alimentação de vacas em lactação, mantidas em pasto de *Cynodon*: consumo e digestibilidade. **Acta Scientiarum. Animal Science** 28: 127-135.
- MULAIK, S. A. 2009. Foundations of factor analysis. CRC press.
- NOVAIS, D. L.; LEITE, L. C.; EIRAS, C. E.; LEITE, M. C. P.; QUEIROZ, M. A. A. 2015. Desempenho de cabras em lactação alimentadas com dietas com concentrado a base de feno da parte aérea da mandioca. **Archivos de zootecnia** 64: 311-315.
- NOCEK, J. E. 1988. In situ and other methods to estimate ruminal protein and energy digestibility: a review. **Journal of Dairy Science** 71: 2051-2069.
- NUNES IRMÃO, J. I.; FIGUEIREDO, M. P. D., OLIVEIRA, B. M. D., RECH, J. L., FERREIRA, J. Q.; PEREIRA, L. G. R. 2008. Composição química do feno da parte aérea da mandioca em diferentes idades de corte. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal** 9: 158 – 169.
- OLIVEIRA, J. Q.; LOURES, D.R.S.; BAGALDO, A.R.; ARAÚJO, F.L.; SOUSA, S.L.G.; ANDRADE, M.A.; ALMEIDA, B. J. 2014. Desempenho produtivo e concentrações de N-ureico em ovinos alimentados com parte aérea da mandioca ensilada com aditivos alternativos. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal** 15:570 – 583.
- OLIVEIRA, A. F. G., SCAPINELLO, C., MORAES, G. V., LEITE, M. C. P., MOTTA, A. C. M., FIGUEIRA, J. L., E ARAUJO, I. G. 2015. Avaliação de dieta formulada com subprodutos de mandioca na produção de sêmen de coelhos. **Arquivo Brasileiro Medicina Veterinária e Zootecnia** 67: 109-118.

- OLIVEIRA, N. T.; UCHÔA, S. C. P.; ALVES, J. M. A.; SEDIYAMA, T.; ALBUQUERQUE, J. D. A. A.; SOUZA, E. D.; MELVILLE, C. C. 2012. Ácido cianídrico em tecidos de mandioca em função da idade da planta e adubação nitrogenada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira** 47: 1436-1442.
- PEREIRA, E.S.; PIMENTEL, P.G.; DUARTE, L.S.; MIZUBUTI, I.Y.; DE ARAÚJO, G.G.L.; DE SOUZA CARNEIRO, M.S.; FILHO, J.G.L.R.; MAIA, I.S.G. 2010. Determinação das frações proteicas e de carboidratos e estimativa do valor energético de forrageiras e subprodutos da agroindústria produzidos no Nordeste Brasileiro. **Semina Agrarias** 31: 1079–1094.
- SANTOS, C. G. 2014. Avaliação de gramíneas forrageiras tropicais em diferentes níveis de sombreamento. **Revista Científica de Produção Animal** 16: 68-78.
- SANTOS, G. T. D.; MODESTO, E. C.; SOUZA, N. E. D.; ÍTAVO, L. C. V.; JOBIM, C. C., KAZAMA, D. C. D. S.; e MASSUDA, E. M. 2009. Replacement of corn silage with cassava foliage silage in the diet of lactating dairy cows: milk composition and economic evaluation. **Brazilian Archives of Biology and Technology** 52: 259-267.
- SANTOS, H. R.; DE PAULA-MORAES, S. V.; VIEIRA, E. A. 2008. Teor de ácido cianídrico (hcn) como parâmetro para seleção de possíveis acessos de mandioca resistentes ao percevejo-de-renda. Trabalho apresentado no IX Simpósio Nacional Cerrados, 12 a 17 de outubro de 2008, Brasília, DF.
- SENA, L.S.; ROCHA JÚNIOR, V.R.; DOS REIS, S.T.; MATOS E OLIVEIRA, L.; MARQUES, K.M.S.; TOMICH, T.R.; 2014. Degradabilidade das silagens de diferentes frações da parte aérea de quatro variedades de mandioca. **Ciência Animal Brasileira** 15:249–258.
- SILVA, C. F. P. G.; PEDREIRA, M. S.; FIGUEIREDO, M. P.; BERNARDINO, F. S.; FARIAS, D. H. 2010. Qualidade fermentativa e caracterização químico-bromatológica de silagens da parte aérea e raízes de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz)- doi: 10.4025/actascianimsci 32:4:8930. **Acta Scientiarum. Animal Sciences** 32: 401-408.
- SILVA, G. D.; NUNES, C. G. F.; OLIVEIRA, E. M. M.; SANTOS, M. D. 2004. Toxicidade cianogênica em partes da planta de variedades de mandioca cultivados em Mossoró-RN. **Revista Ceres** 51: 57-66.
- SOUZA, A. D.; ROCHA JÚNIOR, V. R., MOTA, A., ROCHA, W. J. B., OLIVEIRA, C. R., AGUIAR, A. D.; SANTOS, C. C. R.; MENDES, G.A. 2011. Potencial forrageiro e valor nutricional do feno de diferentes frações da parte aérea de quatro variedades de mandioca. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal** 12: 441 – 455.
- SNIFFEN, C. J., O'CONNOR, J. D., VAN SOEST, P. J., FOX, D. G., & RUSSELL, J. B. 1992. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability. **Journal of animal science** 70: 3562-3577.
- TOLEDO, F. F. D. 1962. Estudo do aproveitamento integral da planta mandioca. **Anais da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz** 19: 151-176.
- VALADARES FILHO, S.C., MACHADO, P.A.S., CHIZZOTTI, M.L. et al. CQBAL 3.0. Tabelas Brasileiras de Composição de Alimentos para Bovinos. Disponível em www.ufv.br/cqbal. Acesso em 20 de março de 2017.
- VAN SOEST, P. J. 1994. Nutritional ecology of the ruminants. 2 ed. Cornell University. Ithaca. 476 p.