

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ
CAMPUS DE MARECHAL CÂNDIDO RONDON
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

RODRIGO CESAR DOS REIS TININI

PARTE AÉREA DA MANDIOCA COMO UM ALIMENTO ALTERNATIVO NA
DIETA DE VACAS EM LACTAÇÃO

Marechal Cândido Rondon – PR
Dezembro de 2018

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ
CAMPUS DE MARECHAL CÂNDIDO RONDON
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

RODRIGO CESAR DOS REIS TININI

PARTE AÉREA DA MANDIOCA COMO UM ALIMENTO ALTERNATIVO NA
DIETA DE VACAS EM LACTAÇÃO

Tese de doutorado apresentada, como parte das exigências para a obtenção do título de DOUTOR EM ZOOTECNIA, no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Estadual do Oeste do Paraná - na Área de Concentração: Produção e Nutrição Animal.

Orientadora: Profa. Dra. Maximiliane Alavarse Zambom

Coorientadora: Profa. Dra. Daniele Cristina da Silva Kazama

Coorientador: Prof. Dr. André Fonseca de Brito

Marechal Cândido Rondon - PR

Dezembro de 2018

Ficha de identificação da obra elaborada através do Formulário de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da Unioeste.

Tinini, Rodrigo Cesar dos Reis Tinini

Parte aérea da mandioca como um alimento alternativo na dieta de vacas em lactação / Rodrigo Cesar dos Reis Tinini Tinini; orientador(a), Maximiliane Alavarse Zambom Zambom; coorientador(a), Daniele Cristina da Silva Kazama Kazama, coorientador(a)II, André Fonseca de Brito Brito, 2018.
132 f.

Tese (doutorado), Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Campus Marechal Cândido Rondon, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, 2018.

1. Alimento alternativo. 2. Manihot esculenta Crantz. 3. Silagem. 4. Leite. I. Zambom, Maximiliane Alavarse Zambom. II. Kazama, Daniele Cristina da Silva Kazama. III. Brito, André Fonseca de Brito. IV. Título.

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ

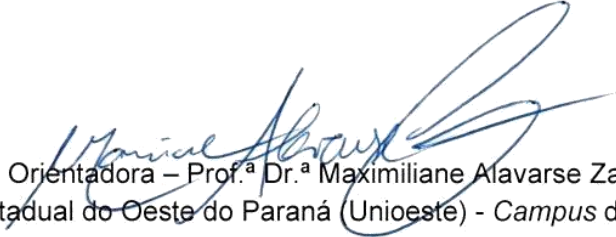
CAMPUS DE MARECHAL CÂNDIDO RONDON

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

RODRIGO CÉSAR DOS REIS TININI

**Parte aérea da mandioca como um alimento alternativo na dieta
de vacas em lactação**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia em cumprimento parcial aos requisitos para obtenção do título de “Doutor em Zootecnia”, Área de Concentração “Produção e Nutrição Animal”, Linha de Pesquisa “Produção e Nutrição de Ruminantes/Forragicultura”, APROVADO pela seguinte Banca Examinadora:



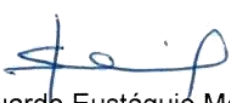
Orientadora – Prof.^a Dr.^a Maximiliane Alavarse Zambom

Universidade Estadual do Oeste do Paraná (Unioeste) - *Campus* de Mal. Cândido Rondon



Membro – Prof.^a Dr.^a Marcela Abbado Neres

Universidade Estadual do Oeste do Paraná (Unioeste) - *Campus* de Mal. Cândido Rondon



Membro – Prof. Dr. Eduardo Eustáquio Mesquita

Universidade Estadual do Oeste do Paraná (Unioeste) - *Campus* de Mal. Cândido Rondon



Membro – Prof.^a Dr.^a Elisa Cristina Modesto

Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)



Membro – Dr. Vanderlei J. Santos

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) / Mandioca e Fruticultura

Marechal Cândido Rondon, 4 de dezembro de 2018.

A Deus, por iluminar minha vida

*À minha Esposa, **Jéssica Gabi Dessbesell**, pela confiança, dedicação, ajuda, incentivo e principalmente Amor único, sincero e verdadeiro, e que sempre esteve ao meu lado em todas as etapas.*

*Aos meus pais, **Paulo Tinini e Onália Tinini**, a quem tanto amo e admiro.
Obrigada por todo amor, respeito, confiança e incentivo.*

*Ao meu irmão, **Rodolpho Tinini**, pela amizade e parceria que nos une.*

E a todos meus amigos, pela ajuda e por acreditarem em mim.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A Deus, por sempre se fazer presente e perseverante em minha vida, me iluminando e protegendo.

À Universidade Estadual do Oeste do Paraná, pela disponibilidade de realização deste trabalho e por ser fonte de conhecimento e difusora de pesquisa.

À Prof.^a Dr.^a Maximiliane Alavarse Zambom, pela amizade, orientação, paciência, ensinamentos, parceria profissional e principalmente por ter acreditado em mim e no meu trabalho. À professora Dr.^a Daniele Cristina da Silva Kazama, pela Coorientação e pelas contribuições no desenvolvimento deste trabalho.

Ao professor Dr. André Brito, pela dedicação, paciência, amizade, auxílio e oportunidade de ter trabalhado com seu grupo de pesquisa na University of New Hampshire, e a grande aprendizagem que tive nesses meses que passei na UNH, vou levar para a vida.

A CAPES pelo suporte financeiro e apoio pesquisa no Brasil e no exterior, código de Financiamento 001.

Ao Paulo Henrique Morsch, secretário do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da UNIOESTE, pela dedicação, disponibilidade e respeito sempre.

Aos responsáveis e produtores da ATIMOP que fazem a composição técnica das indústrias de mandioca, na pessoa do Senhor Sigmar Herpich, pela atenção e disponibilidade em contribuir diretamente com este trabalho, quando aceitaram abrir as portas da associação para realização do corte da parte área da Mandioca.

Ao Dr. Marco Rangel da Embrapa, pelo auxílio, paciência e colaboração para que possamos utilizar a área das cultivares da fazenda Professor Alcibíades Luiz Orlando em Entre Rios do Oeste.

Aos funcionários e colaboradores do setor do transporte e fazenda experimental da UNIOESTE que, de alguma forma, auxiliaram durante a pesquisa.

Ao amigo Tiago Venturini, que sempre auxiliou sem medir esforços durante a execução deste estudo, pela atenção, amizade e parceria.

Aos colegas e amigos do grupo QUALHADA (Maichel Lange, André Sanches de Ávila, Andressa Faccenda, Caroline Werle, Luana Muxfeldt, Cibele Regina Schneider, Pamela Schneider, Ana Carla de Souza, Maria Luiza Fischer, Angela Storti, Josias Fornari, Fernando Anschau, Thyelle Tomiazzi, Ana Luiza, Dieisson Grunewald) e da University of New Hampshire (Luiz Pereira e Yu Zang) que me auxiliaram e sempre concederam o prazer de trabalhar com amigos durante a caminhada.

E aos amigos Ricardo Dri, Fabio Corbari. Eduardo da Cruz, Gabriele Hoelscher, que sempre me apoiaram em busca do meu objetivo.

EPÍGRAFE

***“Educação gera conhecimento, conhecimento gera sabedoria, e, só um povo sábio pode mudar seu destino”
(Samuel Lima)***

PARTE AÉREA DA MANDIOCA COMO UM ALIMENTO ALTERNATIVO NA DIETA DE VACAS EM LACTAÇÃO

RESUMO

Avaliou-se a composição bromotalógica, o fracionamento de proteínas e a digestibilidade *in vitro* da folha de dezesseis cultivares de mandioca. Foram selecionadas as cultivares (Baianinha; Cascuda; Santa Helena; IAC-90; Paraguaia; 5501; 5502; 5506; 5509; 5603; 5618; 5721; 5803; 5925; 6057; 864/10) em uma área previamente estabelecida, então selecionadas três plantas aleatoriamente dentro de cada cultivar, casualizando três repetições, as quais foram colhidas às folhas de maneira manual. As folhas de mandioca apresentam grande potencial nutricional para serem utilizadas por ruminantes como fonte de forragem, as cultivares que mais se destacam para utilização na nutrição de ruminantes são Santa Helena, IAC 90, 5506, 5603, 6057, 5509, 5803 e 5502. Em outro estudo, objetivou-se avaliar o perfil fermentativo e qualidade microbiológica da silagem da parte aérea de seis cultivares de mandioca (IAC 90; 5721; 5803; 5929; 6057). As silagens foram avaliadas no momento da ensilagem e aos 1, 3, 7, 14, 28 e 56 dias de armazenamento. Foram avaliados os teores de matéria seca (MS), extrato etéreo (EE) matéria mineral (MM), proteína bruta (PB); fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA). A avaliação do pH foi realizada no momento da abertura do silo. As análises microbiológicas foram para enterobactérias, bactéria ácido lácticas e *Clostridium*, além de fungos e leveduras. A utilização de diferentes cultivares de mandioca para a obtenção de silagem pode ser considerada uma alternativa viável nutricionalmente, pois, além de não deteriorar o material ensilado, ainda mantém os teores de nutrientes da parte área da mandioca em níveis elevados sendo algo recomendado independente da cultivar utilizada. Em outro estudo, objetivou-se avaliar a produção cumulativa de gás *in vitro* e digestibilidade *in vitro* da matéria seca, matéria orgânica, proteína bruta e fibra em detergente neutro da parte aérea da mandioca de cultivares *in natura* e ensilada. Foram utilizadas a parte aérea das cultivares de mandioca 5721, 5803, IAC 90, 5925, 6057 e Paraguaia, as quais foram analisadas *in natura* e ensiladas com 28 e 56 dias para a avaliação do fracionamento de proteína, dividido em fração A, B1, B2, B3 e C, carboidratos totais (CT) e carboidratos não fibrosos (CNF). Foram realizados os fracionamentos de carboidratos nas frações A + B1, B2 e C. Foram realizadas análises de digestibilidade *in vitro* da matéria seca, matéria orgânica, proteína bruta e fibra em detergente neutro. Desta forma, o processo de ensilagem da parte aérea da mandioca melhora a digestibilidade *in vitro* da matéria seca e aumenta a produção de gás *in vitro* total de diferentes cultivares de mandioca,

sendo a IAC 90 e Paraguai as mais efetivas. Em um estudo com vacas, o objetivo do estudo foi avaliar a substituição da silagem de milho pela silagem da parte aérea da mandioca na dieta de vacas em lactação. Foram utilizadas cinco vacas da raça Holandesa, distribuídas em um quadrado latino 5x5, com períodos de 18 dias, sendo 12 para a adaptação e os demais para as coletas de dados. Os tratamentos avaliados foram substituições (0%, 15%, 30%, 45% e 60%) de silagem de milho pela silagem da parte aérea da mandioca. A silagem da parte aérea da mandioca pode alterar os teores dos sólidos do leite (gordura, proteína e lactose), mas não tem efeito sobre a produção de leite, além de isso a inclusão não altera a ingestão dos nutrientes, digestibilidade e a síntese microbiana e os metabolitos sanguíneos indicam que não há problemas hepáticos para os animais.

Palavras-chave: alimento alternativo, digestibilidade, *Manihot esculenta* Crantz, metabolitos sanguíneos, microbiologia, produção de gás, silagem

THE CASSAVA TOP AS AN ALTERNATIVE FOOD IN THE LACTATION COWS DIET

ABSTRACT

The composition, fractionation of proteins and the *in vitro* digestibility of the leaf of sixteen cassava cultivars were evaluated. Cultivars (Baianinha, Cascuda, IAC-90, Paraguaia, 5501; 5502; 5506; 5509; 5603; 5621; 5803; 5925; 6057; 864/10) were selected in a previously established area, then three plants were randomly selected within each variety, randomizing three replicates, which were harvested to the leaves manually. The cassava leaves present great nutritional potential to be used by ruminants as a source of forage, and the cultivars that stand out most for use in ruminant nutrition are Santa Helena, IAC 90, 5506, 5603, 6057, 5509, 5803 and 5502. In another the objective of this study was to evaluate the fermentation profile and microbiological quality of cassava top silage of six cassava cultivars (IAC 90, 5721, 5803, 5929, 6057). Silages were evaluated at 1, 3, 7, 14, 28 and 56 days of storage. The proportion of dry matter (DM), ethereal extract (EE) mineral matter (MM), and crude protein (CP) were evaluated; besides determination of neutral detergent fiber (NDF) and acid detergent fiber (ADF). pH evaluation was performed at the time of silo opening. Microbiological analyzes were done for enterobacteria, lactic acid bacteria and clostridium, as well as fungi and yeasts. The use of different cultivars of cassava to obtain silage can be considered a nutritionally viable alternative, since besides not deteriorating the ensiled material still maintains the contents of nutrients of the cassava area at high levels and it is recommended independently of the variety used. In another study, the objective was to evaluate the cumulative *in vitro* gas production and *in vitro* digestibility of dry matter, organic matter, crude protein and neutral detergent fiber of cassava top of fresh and ensiled cultivars. The cassava top of the cultivars of cassava: 5721, 5803, IAC 90, 5925, 6057 and Paraguaia were used, which were analyzed *in natura* and silage with 28 and 56 days for the evaluation of the fractionation of protein divided into fraction A, B1, B2, B3 and C, total carbohydrates (CT) and non-fibrous carbohydrates (CNF). Carbohydrate fractions were performed in fractions A + B1, B2 and C. Analyzes of *in vitro* digestibility of dry matter, organic matter, crude protein and neutral detergent fiber were performed. In this way the process of ensilage of cassava top improves the *in vitro* dry matter digestibility and increases the total *in vitro* gas production of different cultivars of cassava, with IAC 90 and Paraguay being the most effective. In a study with cows, the objective was to evaluate the substitution of corn silage for cassava top silage in the diet of lactating cows. Five Holstein cows were used, distributed

in a 5x5 Latin square, with periods of 18 days, 12 for adaptation and the other for data collection. The treatments evaluated were corn silage replacements (0%, 15%, 30%, 45% and 60%) by cassava top silage. Cassava top silage may alter the contents of milk solids (fat, protein and lactose) but have no effect on milk production, besides inclusion does not alter nutrient intake, digestibility and microbial synthesis and the blood metabolites indicate that there are no liver problems for the animals.

Keywords: alternative food, blood metabolites, digestibility, *Manihot esculenta* Crantz, microbial synthesis, silage

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO.....	15
2.	REVISÃO DE LITERATURA	16
2.1	Panorama da Produção de Mandioca	16
2.2	Cultivares de mandioca	18
2.3	Características do cultivo	19
2.4	Uso da Mandioca na Alimentação de Ruminantes	20
2.5	Processo de ensilagem da Parte aérea da Mandioca	22
2.6	Fatores Antinutricionais da Mandioca	23
2.7	Perfil nutricional dos constituintes alimentares	24
2.8	Perfil Metabólico sanguíneo de vacas.....	25
	Referências bibliográficas	26
3.	AVALIAÇÃO NUTRICIONAL DE FOLHAS DE DIFERENTES CULTIVARES DE MANDIOCA	33
3.1	Introdução	35
3.2	Material e métodos	36
3.3	Resultados.....	38
3.4	Discussão.....	42
3.5	Conclusão	48
	Referências bibliográficas	48
4.	PERFIL FERMENTATIVO E CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICAS DA SILAGEM DA PARTE AÉREA DA MANDIOCA DE DIFERENTES CULTIVARES.....	55
4.1	Introdução.....	56
4.2	Material e métodos	57
4.3	Resultados e Discussão.....	61
4.4	Conclusão	78
	Referências Bibliográficas	78
5.	CINÉTICA DE FERMENTAÇÃO <i>IN VITRO</i> DA PARTE AÉREA DE DIFERENTES CULTIVARES DE MANDIOCA E FRACIONAMENTO DA PARTE AÉREA DA MANDIOCA <i>IN NATURA</i> E ENSILADA.....	83
5.1	Introdução.....	85
5.2	Material e métodos	86
5.3	Resultados.....	90
5.4	Discussão.....	98

5.5	Conclusão	103
	Referências bibliográficas	103
6.	SILAGEM DA PARTE AEREA DA MANDIOCA NA DIETA DE VACAS EM LACTAÇÃO NOS TRÓPICOS	108
6.1	Introdução	109
6.2	Material e métodos	111
6.3	Resultados.....	116
6.4	Discussão	122
6.5	Conclusão	127
	Referências bibliográficas	127
	CONSIDERAÇÕES FINAIS	132

1. INTRODUÇÃO

A mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) é amplamente cultivada no mundo, principalmente para o uso de suas raízes, sendo considerada um alimento básico a alimentação humana, porém pode ser utilizada como alimento para alimentação animal em áreas tropicais e subtropicais (AN et al., 2012). Além disso, a mandioca é a terceira maior fonte de energia do mundo (FAO, 2014).

O Brasil contribui, segundo dados da FAO (2017), com a produção de 23.719 milhões de toneladas de raiz de mandioca. Muitas vezes, no processo de colheita da raiz, acaba se perdendo uma fração da planta da mandioca que é considerada como eficiente fonte de nutrientes para a nutrição animal, isto é, a parte aérea (rama e folhas). O mesmo ocorre com o terço superior, considerada a parte mais rica do ponto de vista nutricional (MODESTO et al., 2004).

As folhas de mandioca apresentam um elevado teor proteico, segundo Sudarman et al. (2016), variando de 23,2 a 35,9% dependendo das cultivares e a idade da planta (WOBETO et al., 2006). A parte aérea apresenta, em geral, um teor proteico entre 9% a 12% dependendo da cultivar (SOUZA et al., 2011).

Além de da composição nutricional, a mandioca é uma planta rústica, adaptada aos solos pobres e ao déficit hídrico (EL-SHARKAWY, 2007).

As folhas de mandioca também possuem um grande potencial na alimentação animal, em razão de conterem teores consideráveis de proteínas, em torno de 21% (RAVIDRAN, 1993), produtividade de até 4,64 t/ha⁻¹ (RAVIDRAN e RAJAGURU, 1988).

Entretanto, para ser fornecida ao animal, a parte aérea necessita ser processada em razão dos seus fatores antinutricionais. Nesse sentido, a ensilagem é uma das maneiras mais adequadas de preservação da parte aérea da mandioca para manter o alto teor de nitrogênio e baixo teor de hidratos de carbono solúveis em água (ONI et al., 2014).

A utilização da silagem da parte aérea da mandioca nas dietas de ruminantes é relatada em países asiáticos, africanos e na América do Sul (IITA, 2004; MARJUKI et al., 2008; MODESTO et al., 2008; ANAETO et al., 2013; WANAPAT et al., 2018).

Um dos objetivos da produção animal atual é a busca por fontes de alimentos mais baratos para a formulação das dietas dos animais. O conhecimento da composição química, valor nutricional, métodos de conservação e limites de substituição na dieta são imprescindíveis para saber a sua real aplicabilidade nos sistemas de produção (MARQUES et al., 2014).

Dessa maneira, a hipótese é que a parte aérea da mandioca pode ser utilizada na forma de silagem, em substituição a silagem de milho na dieta de vacas leiteiras. Assim, objetivou-se avaliar nutricionalmente a parte aérea da mandioca, na forma de silagem, em diferentes tempos, bem como a substituição de até 60% da silagem de milho pela silagem da parte aérea de mandioca na dieta de vacas em lactação.

2. REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Panorama da Produção de Mandioca

A mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) tornou-se uma cultura polivalente que responde às prioridades dos países em desenvolvimento, assim como às tendências da economia global e aos desafios das mudanças climáticas. Em razão desses fatores, a mandioca aumentou muito sua importância na agricultura mundial (FAO, 2014) em consequência da crescente produção nos últimos 50 anos (DELAQUIS et al., 2018).

A cultura é cultivada em torno de 25 milhões de hectares ao longo dos trópicos globais (FAO, 2016). Originada nos Neotrópicos, a mandioca é um alimento que faz parte da base da alimentação na África subsaariana e na América do Sul, enquanto no Sudeste Asiático continental é predominantemente uma cultura comercial produzida em grandes escalas (OLSEN e SCHAAAL, 1999).

A mandioca é altamente adaptável a condições variáveis, sendo cultivada em uma ampla gama de ambientes: do Sahel árido da África até as terras altas da Zâmbia, para as planícies andinas da Colômbia, às terras calcárias do Laos e do Vietnã (ZHOU e THOMSON, 2009). Cultivada principalmente pelo uso de suas raízes de amido usadas como alimento humano, alimentação animal, fonte de amido industrial e uma matéria-prima de energia de biomassa (KRISTENSENET al., 2014).

Segundo dados da FAO (2017), cerca de 57% da produção mundial atual de mandioca é cultivada no continente Africano. Além disso, vale frisar que a cultura é cultivada em diversos países que se estendem por meio de um cinturão largo de Madagascar no Sudeste até o Senegal e a Cabo Verde no Noroeste africano, cerca de 70% da produção da região é colhida na Nigéria (57,855 milhões de toneladas), na República Democrática do Congo (15,200 milhões de toneladas) e em Gana (17,798 milhões de toneladas).

A Ásia é outro continente que tem uma produção de mandioca muito expressiva, pois apresentou uma forte expansão da produção de mandioca entre os anos de 1974 e 1984. O

crescimento na região foi sustentado por fortes ganhos na Indonésia, nas Filipinas e especialmente na Tailândia, onde o setor foi estimulado por uma demanda muito dinâmica de exportação. A produção Asiática é em torno de 90 milhões de toneladas, representando cerca de 32% da produção global, Tailândia (31,161 milhões de toneladas) e a Indonésia (20,745 milhões de toneladas) classificam-se primeiro e segundo lugares entre os produtores asiáticos, respondendo juntos por 60% da produção da região, seguida de Vietnã, Índia, China, Camboja e Filipinas.

Assim, mesmo que a mandioca seja nativa da América Latina, mais especificamente do Brasil (ALLEM,1994), a região atualmente representa menos de 12% da produção global, as tendências de produção na região acompanham de perto os desenvolvimentos ocorridos no Brasil, já que este país, segundo a FAO (2017), contribuiu com a produção de 23,719 milhões de toneladas em 2016, sendo a maior produção na América do sul seguido por Paraguai (3,167 milhões de toneladas) e Colômbia (2,117 milhões de toneladas).

No Brasil, a produção tem maior volume, conforme o IBGE (2018), na região Norte do país (Pará e Acre), com uma produção de 4 milhões de toneladas e 1 milhão de toneladas, respectivamente.

O Nordeste é o segundo maior produtor do país com uma produção de cerca de 5,172 milhões de toneladas em 2017, sendo os estados da Bahia (2,078 milhões de toneladas) e Maranhão (1,315 milhões de toneladas) os maiores produtores. As demais regiões, Sudeste e Centro-Oeste apresentam uma produção de 2,25 e 1,18 milhões de toneladas, respectivamente, tendo destaque para o estado de São Paulo com uma produção de 1,14 milhões de toneladas, sendo este o 4º maior produtor do Brasil (IBGE, 2018).

A região Sul é a terceira maior produtora do país com o Paraná sendo o maior produtor e segundo a nível nacional, produzindo cerca de 3,046 milhões de toneladas, seguido pelo Rio Grande do Sul (1,09 milhões de toneladas) e Santa Catarina (385,8 mil toneladas).

A mandioca é uma cultura importante e de grande potencial de expansão no Brasil. No caso particular no Paraná, figura como uma grande geradora de empregos e de renda (CARDOSO e SOUZA, 2002). A produção e o cultivo de mandioca estão presentes em todos os 399 municípios do estado, sendo que existem duas modalidades de exploração: a mandioca industrial com áreas maiores e concentrada nos Núcleos Regionais de Paranavaí, Umuarama, Campo Mourão e Toledo e a mandioca de mesa ou consumo animal cultivada em áreas menores e presentes no restante do Estado (DERAL, 2016).

Na Região Oeste do Paraná, o Município de Marechal Cândido Rondon é o maior produtor de mandioca (IBGE, 2016), com uma produção de 80.000 toneladas, produção

superior a municípios como Toledo (5.400 toneladas) e Cascavel (14.400 toneladas), municípios que têm grande potencial agropecuário. Vale destacar o município de Mercedes, que apresenta uma produção de 24,000 toneladas, isso deve-se a possivelmente a proximidade com o Município de Marechal Cândido Rondon.

3.2 Cultivares de mandioca

A alta variabilidade genética das cultivares locais existentes em famílias de agricultores tradicionais é um recurso valioso para a conservação das cultivares. Assim, nos trópicos, os agricultores combinam espécies e cultivares com diferentes hábitos e preferências ecológicas em seus campos e estaleiros, de tal forma que são estabelecidos agroecossistemas complexos, ocupando vários estratos, acima e abaixo do solo. Tais sistemas permitem a entrada e assimilação de novas espécies provenientes de trocas locais e regionais (CARRASCO et al., 2016).

Para Teixeira et al. (2017), com a propagação agronômica típica, a sua multiplicação é realizada por meio de segmentos do caule. Em razão da fecundação cruzada decorrente da protogínica, apresenta uma ampla variabilidade genética (DANTAS et al., 2008). Por isso, de acordo com Hoppe et al. (2009), as cultivares de mandioca podem ser classificadas como bravas e mansas.

As cultivares bravas podem ser consideradas como selvagens, possuindo sabor amargo, alto teor de glicosídeos cianogênicos (acima de 100 mg de HCN), podendo ser consumidas após transformação em farinha, amido e outros produtos (VALLE et al., 2004).

As cultivares domesticadas ou chamadas de mansas são comestíveis, não possuindo amargor, têm baixo teor de glicosídeo cianogênico e são consumidas ou não processadas ou não processadas, especialmente por meio de simples processos como, por exemplo, a fervura (MCMAHON et al., 1995).

Além do teor de ácido cianídrico, outras características são importantes na seleção de cultivares de mandioca, como o bom desempenho agrícola e ao valor nutricional (MEZETTE et al., 2009). O amido é um dos fatores que é levado em consideração na seleção da cultivar, pois é o composto mais abundante nas raízes da mandioca, tem um papel inicial de fonte de energia biológica e influencia várias tecnologias da indústria alimentar (DINIYAH et al., 2018),

De acordo com Salcedo-Mendoza et al. (2016), durante o processamento hidrotérmico, o amido sofre modificações relacionadas com a gelatinização e propriedades associadas,

como a absorção de água e o aumento de volume. Estes, por sua vez, estão associados a diferentes proporções de amilose e amilopectina, que influenciam o tempo de cozimento e a qualidade da raiz cozida. Para Schmitz et al. (2016), isso é importante porque a qualidade dos produtos industrializados feitos com o amido de mandioca é influenciada por vários fatores, como a composição, propriedades físico-químicas, morfologia, estrutura molecular, propriedades funcionais e propriedades térmicas do amido.

Conforme Floro et al. (2017), dificuldades são particularmente agudas na mandioca, que é mantida por propagação vegetativa (cortes de caule ou cultura in vitro).

Atwijukirea et al. (2017) afirmam que a propagação vegetativa permite uma troca fácil de materiais de plantação entre os agricultores. Em regiões da África, recentemente são realizados programas de melhoramento de culturas de raízes que estão criando uma planta de mandioca rica em carotenoides e prevê-se que isso culminará na implantação dessas cultivares com o propósito de estimular a nutrição entre populações vulneráveis à deficiência de vitaminas (ESUMA et al., 2016).

3.3 Características do cultivo

O período de plantio é normalmente feito no início da estação chuvosa, pois a umidade e o calor tornam-se elementos indispensáveis para a brotação e enraizamento. Caso haja risco de excesso de umidade no solo, o plantio pode ser realizado após o início das chuvas (ALCANTARA, 2014).

As práticas culturais influenciam a produtividade da mandioca, dentre elas, destaca-se o sistema de preparo por sua influência nas propriedades físicas e químicas do solo. Os efeitos dos sistemas de preparo sobre as condições físicas do solo dependem do tipo de solo, do tipo de implemento e da sua intensidade de uso (OLIVEIRA et al., 2001).

Segundo Silva et al. (2018), a mandioca é propagada por meio de pedaços de tamanho pequeno de hastes da parte aérea, denominadas, assim, como estacas ou manivas. O plantio das hastes de plantas ocorre com 10 a 12 meses, ou seja, plantas que completaram o seu ciclo vegetativo são as mais indicadas para o plantio, pelo fato de apresentarem maior número de gemas viáveis. Os solos preferencialmente escolhidos para o cultivo são os solos que possuem boa profundidade, texturas mais arenosas, com boa aeração, bem drenados e com bom teor de matéria orgânica. Com isso, possibilitam o desenvolvimento do sistema radicular, além de facilitar no momento da colheita das raízes tuberosas.

Com relação ao ciclo vegetativo, este pode variar de 8 a 12 meses, dependendo da época de plantio e da cultivar da planta, isto para as cultivares de mesa. Já as cultivares destinadas a indústria de até 24 meses. O procedimento de colheita deve ser realizado no final do ciclo, para se obter mais quantidades de reserva de amido, o que geralmente ocorre no período de dormência da planta onde se encontram nos períodos de menores temperaturas e chuvas, ou seja, depois das plantas já perderem as folhas (SAGRILO et al., 2002; JOHANNES e COTINEIRO, 2006; DANTAS et al., 2015).

Para Man e Wiktorsson et al. (2002), a escolha de ensilar a parte aérea deve ser feita essencialmente antes da queda das folhas, pois nelas é que estão o maior valor nutricional e, assim, a forragem conservada terá maior valor agregado pela sua qualidade. Para se aumentar a massa seca da forragem ensilada, pode ser feita a utilização das raízes, alcançando valores próximos de 30%, recomendados para ensilagem de qualquer forragem (WANAPAT, 2003).

3.4 Uso da Mandioca na Alimentação de Ruminantes

Conforme Soares et al. (2016), a cultura da mandioca é utilizada como matéria-prima para diversos produtos industrializados, porém um grande problema da utilização dessa cultura para fins específicos é o desperdício de componentes nutricionais no momento de descarte dos restos da cultura, os quais podem representar uma fonte adicional de recursos alimentares, como a utilização das folhas de mandioca e a parte aérea. Os ruminantes podem utilizar resíduos de colheita e subprodutos da cultura da mandioca que são abundantemente disponíveis e, na maioria das vezes, descartados (WANAPAT et al., 2015).

As folhas verdes da mandioca têm mostrado características favoráveis, como fonte de proteínas na dieta humana e para os animais e na produção de rações mais nutritivas. No Brasil, alguns pesquisadores têm estudado as folhas de mandioca procurando uma possível alternativa para substituir alimentos convencionais, pois seus teores de proteínas, vitaminas e minerais são relativamente altos, além de apresentarem baixo custo e disponibilidade (MODESTO et al., 2007).

Para Oki (1978), as folhas de mandioca apresentam composição bromatológica parecida com a da soja como, por exemplo, a composição de aminoácidos.

Uma das alternativas para uso da mandioca é a produção de feno, as folhas e as hastes verdes são picadas e secas ao sol para reduzir o seu teor de umidade e HCN. Lunsin et al. (2012) utilizaram o feno das folhas da mandioca em um experimento com vacas leiteiras e obtiveram resultados satisfatórios quanto à inclusão deste alimento na dieta. Para Wanapat et

al. (1997), a colheita de folhas de mandioca em estágio de crescimento precoce (3 meses) para fazer feno pode reduzir o teor de tanino condensado (CT) e aumentar o teor de proteína (25% da MS), resultando em maior valor nutritivo.

Um novo método de suplementação para animais a partir do uso de pastilhas de mandioca fermentadas com cultura pura de *S. cerevisiae* chamada "proteína de microplaqueta de mandioca fermentada" com sigla em inglês de (YEFECAP), foi relatada por vários pesquisadores (PROMKOT et al., 2013; BOONNOP et al., 2010; POLYORACH et al., 2014; WANAPAT et al., 2011) e principalmente na Tailândia, estudaram os efeitos da YEFECAP como substituição da fonte de soja de proteína em dietas e descobriram que a YEFECAP poderia substituir completamente a farinha de soja pela melhora na eficiência da fermentação do rúmen e as digestibilidades dos nutrientes.

O uso como silagem vem sendo utilizado em menor escala. De acordo com Souza et al. (2011), a utilização da parte aérea da mandioca como silagem é considerada uma alternativa para alimentação animal. O terço superior é a parte mais rica do ponto de vista nutricional, pois, além de apresentar uma alta produtividade, são registrados ainda relatos acerca da inclusão de silagem de mandioca na alimentação de ruminantes em outras partes do mundo como os pequenos agricultores na Indonésia que foram citados por Marjuki et al. (2008). Existem relatos de uso no Malawi pelo Relatório anual IITA (2004), Anaeto et al. (2013) na Nigéria, Wanapat et al. (2018) na Tailândia e no Brasil Modesto et al. (2009). Esses autores destacam que a silagem da parte aérea da mandioca apresenta elevados teores proteicos e teores de fibra inferiores aos de várias forragens tropicais.

A utilização da parte aérea da mandioca vem se tornando uma alternativa para aumentar e melhorar a viabilidade econômica e a produtividade da pecuária de diversas regiões durante o período mais crítico, ao passo que possuem alto valor nutritivo e boa aceitabilidade pelos animais. Destacando-se dos demais alimentos para alimentação animal devido seu valor proteico elevado, boa produção de forragem e necessidade de aproveitar subprodutos agrícolas não utilizados na alimentação humana (FERREIRA et al., 2008)

É extremamente importante a caracterização bromatológica da silagem da parte aérea da mandioca, tendo em vista a previsão de respostas produtivas dos animais, impostas e contabilizadas o mais precisamente. Sendo assim, é de fundamental importância avaliar resíduos com potencial para a alimentação dos animais, com o intuito de se obter dados em relação aos dados nutricionais destes alimentos (MODESTO et al., 2004; AZEVEDO et al., 2006; DANTAS et al., 2008; WANAPAT et al., 2018).

3.5 Processo de ensilagem da Parte aérea da Mandioca

O procedimento de ensilagem da parte aérea da mandioca deve seguir o mesmo princípio (fermentação anaeróbia) de qualquer outra forrageira utilizada para conservação. Os cuidados em relação ao carregamento, compactação, vedação e posterior descarregamento do silo, devem ser tomados para que a silagem possa ficar ensilada por vários dias, além de aditivos que podem ser adicionados para garantir uma fermentação bem-sucedida (MAN e WIKTORSSON, 2002)

O primeiro passo é o corte da rama, após picagem do material em desintegrador de forragem e devida compactação para diminuir ao máximo a presença de ar. Vale salientar que, embora a ensilagem da parte aérea da mandioca sem picar também seja viável, desde que se use trator pesado para obter alta densidade, é preferível sempre picar o material, em partículas de 1 a 2,5 cm, até mesmo para possibilitar a alimentação posterior pelos animais. Esse procedimento favorece uma melhor compactação com aumento da densidade e consequente redução da porosidade da silagem ou surgimento de organismos indesejáveis. Assim, haverá melhor qualidade de fermentação e maior estabilidade da silagem durante a utilização (LIMA et al., 2010).

O processo de ensilagem é caracterizado pela fermentação láctica que ocorre em ambiente anaeróbico, causada pela remoção de ar, visando o desenvolvimento de bactérias produtoras de ácido láctico a partir de substratos como açúcares solúveis, orgânicos ácidos e compostos de nitrogênio solúvel, alimento de conservação a longo prazo (SANTOS et al., 2010).

O processo de conservação de forragens na forma de silagem está diretamente ligado a estabilização do pH, por conta dos microrganismos e também de uma melhor conservação do material ensilado. Sendo assim, as forragens conservadas podem ter seu valor alimentício alterado, em razão dos procedimentos utilizados para a sua produção e conservação, bem como dos fenômenos bioquímicos e microbiológicos que ocorrem no processo (JOBIM et al., 2007).

Para acontecer a rápida estabilização do pH é necessário que o material ensilado tenha quantidade de açúcares prontamente fermentáveis presentes. Na ensilagem, a presença ou ausência de O_2 no interior do silo determinará o desenvolvimento, mesmo que temporário, de três tipos de microrganismos: aeróbios, anaeróbios e anaeróbios facultativos. Bactérias ácido lácticas (BAL) são os principais microrganismos que atuam no processo fermentativo para a conservação da massa ensilada. Essas bactérias incluem, principalmente, os gêneros

Lactobacilos, Streptococcus, Pediococcus e Leuconostococcus, que produzem ácido láctico como produto da fermentação dos açúcares (ARAÚJO et al., 2016; SANTOS et al., 2010).

Os processos de conservação causam alterações acentuadas na composição química da forragem e podem afetar a sua qualidade. A presença de microrganismos deterioradores na forragem atrasa a fermentação, tem competição com as bactérias ácido-láticas por substrato e geram perdas, o que diminui o valor nutritivo do material (FERNANDES et al., 2016).

3.6 Fatores Antinutricionais da Mandioca

Na mandioca, o cianeto é um importante fator antinutritivo que ocorre como glucósidos cianogênicos, principalmente linamarina (> 80%) e em menor medida, lotaustralina (KIMARYO et al., 2000). Os glucósidos cianogênicos estão presentes em todas as partes da planta, com possível exceção das sementes (Vasconcelos et al., 1990). As cultivares amargas ou bravas, que contêm maiores quantidades de glucósidos cianogênicos, devem ser processadas para remover os compostos tóxicos antes do consumo, enquanto as cultivares doces, que apresentam baixos níveis de glucósidos cianogênicos, podem ser consumidas cruas (OLAOYE et al., 2015).

A linamarina está presente em grandes quantidades nas folhas e na casca das raízes (900-2000 mg de HCN equivalentes kg^{-1} de peso fresco = ppm) (CARDOSO et al., 2005) e as folhas também contêm uma segunda enzima chamada hidroxinitrilo-liase, que catalisa a hidrólise de acetona cianidrina para produzir HCN (SIRITUNGA E SAYRE, 2004).

Em algumas cultivares de mandioca, o interior das raízes (parênquima) contém apenas uma pequena quantidade de cianeto. Isso é chamado de mandioca doce, que pode ser cozida e consumida, como é normal no Pacífico Sul (BURNS et al, 2012).

No entanto, na Amazônia (fonte original da mandioca) e na África as cultivares possuem uma gama de conteúdos de cianeto total no parênquima de variando de 1-1550 ppm. A mandioca cianogênica de ocorrência natural nunca foi observada. Levando em conta que a linamarina é amarga, raízes de mandioca de alto cianeto com 100 ppm de cianetos são normalmente amargas e são chamadas de mandioca brava, uma dessas cultivares na Nigéria é conhecida como "cortar e morrer". Se a planta é estressada por ataque de insetos ou pela seca, normalmente existe um estímulo para uma maior produção de linamarina, por exemplo, o teor médio de cianeto da farinha de mandioca aumentou durante a seca no norte de Moçambique de 45 a 100 ppm (NHASSICO et al., 2008).

Estudos realizados por Khang e Wiktorsson (2004) relatam que grandes quantidades de silagem de mandioca tiveram efeitos positivos na fermentação ruminal, sem efeitos deletérios na glândula tireoide e na função hepática, o que poderia ocorrer pela toxicidade do ácido cianídrico (HCN).

3.7 Perfil nutricional dos constituintes alimentares

Segundo o NRC (2001), as estimativas precisas da ingestão e consumo de matéria seca são necessárias para promover o uso eficiente de nutrientes e incrementar a produção animal, dependendo da fase que o animal se encontra.

Desta forma, o conhecimento das características físicas e químicas dos ingredientes utilizados em dietas e suas interações podem ter grande efeito na ingestão de matéria seca em vacas lactantes (SILVA et al., 2009). A eficiência do uso de nutrientes dietéticos sempre é aliada com a eficiência energética e eficiência proteica de um determinado alimento (ONDARZA e TRICARICO, 2017).

Uma das características principais que se destacam nos alimentos para ruminantes é o conteúdo dos carboidratos, que sempre busca a facilidade de hidrólise do amido e dos componentes estruturais das plantas (ALLEN, 2000).

Desta forma, o sistema Cornell baseia-se no fracionamento dos carboidratos e no modo diferenciado como os microrganismos ruminais fazem uso destes compostos, sendo levadas em consideração as diferenças quanto à utilização dos carboidratos para manutenção e crescimento, quanto à utilização e natureza dos compostos nitrogenados consumidos e sincronização entre a disponibilidade de energia e nitrogênio para maximização do crescimento microbiano em nível de rúmen (RUSSELL et al., 1992; SNIFFEN et al., 1992).

Neste sistema, os carboidratos são classificados em não-estruturais (CNE), que compreendem as frações A (açúcares), B1 (amido e compostos fibrosos solúveis) e estruturais (CE), constituídos pelas frações B2 e C, que correspondem às frações potencialmente degradáveis e indegradáveis da fibra em detergente neutro do alimento, corrigida para o seu conteúdo em proteína e cinzas (SNIFFEN et al., 1992; VAN SOEST, 1994).

Os compostos nitrogenados podem ser classificados, conforme SNIFFEN et al. (1992), na fração A constituída de compostos nitrogenados não-proteicos (CNNP), na fração B1, que corresponde às proteínas solúveis e rapidamente degradáveis no rúmen, nas frações B2 e B3, que são constituídas de proteínas insolúveis com taxas de degradação intermediária e lenta,

respectivamente e na fração C, que consiste nas proteínas insolúveis, indegradáveis e não-digeríveis nos intestinos.

A alta eficiência do alimento na dieta do ruminante requer máxima digestibilidade da fibra e do amido e mínima excreção fecal de nutrientes energéticos. A melhor digestibilidade da fibra reduz potencialmente as perdas fecais e aumenta a produção de leite (OBA e ALLEN, 2000; KENDALL et al., 2009).

Nesse sentido, é importante a utilização de metodologias que estimem a digestibilidade dos alimentos de forma precisa e, no entanto, sejam de baixo custo e fácil aplicação. Por conta dos inconvenientes gerados pelo método *in vivo*, foram desenvolvidas técnicas alternativas para estimar a digestibilidade das dietas, que permitissem utilização de uma menor quantidade de material e as avaliações fossem realizadas em um menor espaço de tempo, os métodos alternativos que surgiram com essa finalidade foram os *in situ* e *in vitro*.

A técnica de degradação *in vitro* foi desenvolvida por Tilley e Terry (1963), esta técnica simula os processos de digestão que ocorrem no rúmen e tem sido muito utilizada por apresentarem valores de digestibilidade.

Os parâmetros cinéticos de degradação são importantes porque, além de descreverem a digestão, caracterizam as propriedades intrínsecas dos alimentos que limitam a disponibilidade para os ruminantes (MERTENS, 2005).

A técnica de produção de gás *in vitro* consiste na incubação de amostras de alimentos em garrafas com um medidor de gás acoplado. Para determinar o volume do gás, pode-se utilizar uma seringa plástica graduada, quando ocorre a fermentação do alimento e a liberação de gás. A quantidade de gás produzido é medida em tempos definidos, para que se obtenha uma curva de degradação (THEODOROU et al., 1994).

3.8 Perfil Metabólico sanguíneo de vacas

O termo perfil metabólico refere-se à análise de constituintes bioquímicos sanguíneos que são úteis para avaliar e prevenir problemas metabólicos e nutricionais em rebanhos leiteiros (PUPPEL e KUCZYNSKA, 2016; ROSSATO et al., 2001).

Conforme Stengärde et al. (2008), os parâmetros sanguíneos podem refletir o status nutricional da vaca como glicose, frutossamina, insulina não-esterificadas, ácidos graxos (NEFA), ácido β -hidroxibutírico (BHBA), colesterol, enzimas e proteínas de grande interesse.

A função hepática pode ser avaliada por meio de uma cultivar de enzimas - glutamiltransferase (GGT), alanina aminotransferase (ALT), aspartato aminotransferase

(AST) e sorbitol desidrogenase (SDH) e concentrações de bilirrubina total no sangue. A determinação das atividades de AST e GGT em vacas leiteiras está relacionada à síndrome do fígado gorduroso e a distúrbios no funcionamento do músculo esquelético e do coração de vacas (KANEKO et al., 2008). Além disso, Sakowski et al. (2012) relataram que o aumento da atividade da enzima ALT pode estar associado aos danos no fígado.

A ingestão prolongada de cianeto presente nas cultivares de mandioca mesmo que em baixa quantidade, como é caso das mandiocas chamadas de mansa, pode ser responsável por vários efeitos tóxicos, incluindo ganho de peso do fígado e o chamado fígado gorduroso que pode ser identificado por meio da análise das enzimas de AST e GGT (OKAFOR et al., 2002; SOTO-BLANCO e GÓRNIK, 2010).

Referências bibliográficas

- ALCANTARA, F. L.M. **Produção de mandioca (*Manihot esculenta* Cranz) sob dois sistemas de plantio** 2014. 32f. Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) – Universidade Federal da Paraíba, Areia.
- ALLEM, A. C. The origin of *Manihot esculenta* crantz (Euphorbiaceae). **Genetic Resources and Crop evolution**, Dordrecht, v. 41, p. 133-150, 1994.
- ALLEN, M. S. Effects of diet on short-term regulation of feed intake by lactating dairy cattle. **Journal of dairy science**, v. 83, n. 7, p. 1598-1624, 2000.
- AN, D.; YANG, J.; ZHANG, P. Plant genomics Transcriptome profiling of low temperature-treated cassava apical shoots showed dynamic responses of tropical plant to cold stress. **BMC Genomics**, v. 13, n. 1, p. 64, 2012.
- ANAETO, M.; SAWYER, A. F.; ALLI, T. R. et al. Cassava leaf silage and cassava peel as dry season feed for West African dwarf Sheep. **Global Journal of Science Frontier Research Agriculture and Veterinary Sciences**, v. 13, n. 2, 2013.
- ARAÚJO, D. D.; AMORIM, A. B.; SALEH, M. A. D. et al. Nutritional evaluation of integral cassava root silages for growing pigs. **Animal Nutrition**, v. 2, n. 3, p. 149–153, 2016.
- ATWIJUKIRE, E.; HAWUMBA, J. F.; WEMBABAZI, E. et al. Variation in starch quality of carotenoids-rich cassava clones that exhibit resistance to cassava brown streak disease. **Carbohydrate Polymers**, n. November, p. 0–1, 2017.
- AZEVEDO, E. B.; NÖRNBERG, J. L.; KESSLER, J. D. et al. Silagem da parte aérea de cultivares de mandioca. **Ciência Rural**, v. 36, n. 6, p. 1902-1908, 2006.
- BOONNOP, K.; WANAPAT, M.; NAVANUKRAW, C. Replacement of soybean meal by yeast fermented-cassava chip protein (YEFECAP) in concentrate diets fed on rumen fermentation, microbial population and nutrient digestibilities in ruminants. **Journal of Animal and Veterinary Advances**, v. 9, n. 12, p. 1727-1734, 2010.
- BURNS, A. E.; BRADBURY, J. H.; CAVAGNARO, T. R. et al. Total cyanide content of cassava food products in Australia. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 25, n. 1, p. 79–82, 2012.

- CABREIRA JOBIM, C.; NUSSIO, L. G.; REIS, R. A. et al. Avanços metodológicos na avaliação da qualidade da forragem conservada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, p. 101–119, 2007.
- CARDOSO, A. P.; MIRIONE, E.; ERNESTO, M. et al. Processing of cassava roots to remove cyanogens. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 18, n. 5, p. 451–460, 2005.
- CARDOSO, C.E.L.; SOUZA, J.S. **Importância, potencialidades e perspectivas do cultivo da mandioca na América Latina**. In: CEREDA, M.P. Culturas de tuberosas amiláceas latino americanas. Campinas: Fundação Cargill. p.29- 47, 2002
- CARRASCO, N. F.; Oler, J. R. L.; Marchetti, F. F. et al. Growing Cassava (*Manihot esculenta*) in Mato Grosso, Brazil: Genetic Diversity Conservation in Small-Scale Agriculture. **Economic Botany**, v. 70, n. 1, p. 15–28, 2016.
- DANTAS, F. R.; ARAÚJO, G. G. L.; SILVA, D. S.D. et al. Composição química e características fermentativas de silagens de maniçoba (*Manihot* sp.) com percentuais de co-produto de vitivinícolas desidratado 1. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 9, n. 2, p. 247–257, 2008.
- DANTAS, M. S. M.; ROLIM, M. M.; DUARTE, A.S. et al. Crescimento do girassol adubado com resíduo líquido do processamento de mandioca. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 19, n. 4, p. 350–357, 2015.
- DELAQUIS, E.; DE HAAN, S.; WYCKHUYS, K. A. G. On-farm diversity offsets environmental pressures in tropical agro-ecosystems: A synthetic review for cassava-based systems. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 251, n. 2, p. 226–235, 2018.
- DEPERTAMENTO DE ECONOMIA RURAL DO ESTADO DO PARANÁ, DERAL 2016, Produção Agropecuária. Disponível em: < <http://www.agricultura.pr.gov.br/> >. Acesso 14 agosto. 2018.
- DINIYAH, N. et al. Effect of Fermentation Time and Cassava Cultivars on Water Content and the Yield of Starch from Modified Cassava Flour (MOCAF). **Indonesian Journal of Pharmaceutical Science and Technology**, v. 5, n. 2, p. 71–75, 2018
- EL-SHARKAWY, M. A. Physiological characteristics of cassava tolerance to prolonged drought in the tropics: implications for breeding cultivars adapted to seasonally dry and semiarid environments. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, v. 19, n. 4, p. 257–286, 2007.
- ESUMA, W.; KAWUKI, R. S.; HERSELMAN, L. et al. Diallel analysis of provitamin A carotenoid and dry matter content in cassava (*Manihot esculenta* Crantz). **Breeding Science**, v. 66, n. 4, p. 627–635, 2016.
- FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Food and agriculture data. 2016. Disponível em: < <http://www.fao.org/faostat> >. Acesso em: 14 agosto. 2018.
- FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Food Outlook Biannual Report On Global Food Markets. p.152, 2017. Disponível em: < <http://www.fao.org/3/a-I8080e.pdf> >. Acesso em: 10 maio. 2018.
- FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Production, crops 2014. Disponível em: <<http://faostat.fao.org/site/339/default.aspx>>. Acesso em: 14 agosto. 2018.

- FERNANDES, G. F.; EVANGELISTA, A. F.; BORGES, L. DA S. Potencial de espécies forrageiras para produção de silagem: revisão de literatura. **NutriTime Revista Eletrônica**, v. 13, n. 3, p. 4652–4656, 2016.
- FERREIRA, A. L.; SILVA, A. F. P.; LUIZ G. R. et al. Produção e valor nutritivo da parte aérea da mandioca, maniçoba e pornunça. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 10, n. 1, p. 129–136, 2009.
- FLORO, V. O.; LABARTA, R. A.; LÓPEZ-LAVALLE, L. A.B. et al. Household Determinants of the Adoption of Improved Cassava Cultivars using DNA Fingerprinting to Identify Cultivars in Farmer Fields: A Case Study in Colombia. **Journal of Agricultural Economics**, v. 69, n. 2, p. 518–536, 2018.
- HOPPE, S.; SHIKIDA, P. F. A.; SILVA, J. R. DA. Análise econômico-financeira da implantação de uma destilaria para produção de álcool carburante a partir da mandioca. **Revista Brasileira de Gestão Urbana**, v. 1, n. 2, p. 245–257, 2009.
- IITA . Annual Report. Cassava silage feeds dairy cattle in Malawi. p. 9, 2004. Disponível em: <<http://newint.iita.org/wp-content/uploads/2016/04/Annual-Report-2004-full-version.pdf>>. Acesso em: 10 de Jun. de 2018.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. 2016. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 14 agosto. 2018.
- JOHANNIS, O.; CONTIERO, R. L. Efeitos de diferentes períodos de controle e convivência de plantas daninhas com a cultura da mandioca. **Revista Ciência Agronômica**, v. 37, n. 3, p. 326–331, 2006.
- KANEKO J.J.; HARVEY J.W.; e BRUSS M.L. **Clinical Biochemistry of Domestic Animals** (6th edn). Academic Press, San Diego, CA (2008).
- KENDALL, C.; LEONARDI, C.; HOFFMAN, P. C. et al. Intake and milk production of cows fed diets that differed in dietary neutral detergent fiber and neutral detergent fiber digestibility. **Journal of dairy science**, v. 92, n. 1, p. 313–323, 2009.
- KHANG, D. N.; WIKTORSSON, H. Effects of Fresh Cassava Tops on Rumen Environment Parameters, Thyroid Gland Hormones and Liver Enzymes of Local Yellow Cattle Fed Urea-treated Fresh Rice Straw. **Tropical Animal Health and Production**, v. 36, n. 8, p. 751–762, 2004.
- KIMARYO, V. M.; MASSAWE, G. A.; OLASUPO, N. A. et al. The use of a starter culture in the fermentation of cassava to produce “kivunde”, a traditional Tanzanian food product. **International Journal of Food Microbiology**, v. 56, n. 2–3, p. 179–190, 2000.
- KRISTENSEN, S. B. P. et al. Cassava as an energy crop: A case study of the potential for an expansion of cassava cultivation for bioethanol production in southern mali. **Renewable Energy**, v. 66, p. 381–390, 2014.
- LIMA, S.; CONEGLIAN, S. M.; GALORO, L. et al. Mandioca na alimentação animal: Revisão de literatura Beatriz. **PUBVET**, v. 4, n. 142, p. 37, 2010.
- LUNSIN, R.; WANAPAT, M.; ROWLINSON, P. Effect of cassava hay and rice bran oil supplementation on rumen fermentation, milk yield and milk composition in lactating dairy cows. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**, v. 25, n. 10, p. 1364–1373, 2012.

- MAN, N.; WIKTORSSON, H. Effect of molasses on nutritional quality of cassava and Gliricidia tops silage. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**, v. 15, n. 9, p. 1294–1299, 2002.
- MARJUKI, H. E.S.; RINI D. W.; ARTHARINI I .ET AL. The use of cassava leaf silage as a feed supplement in diets for ruminants and its introduction to smallholder farmers. **Livestock Research for Rural Development**, v. 20, n. 6, p. 1–9, 2008.
- MARQUES, K. M. DE S.; ROCHA JÚNIOR, V. R.; REIS, S. T. et al. Cinética de fermentação in vitro de fenos da parte aérea de mandioca. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 15, n. 3, p. 528–543, 2014.
- MCMAHON, J. M. WHITE, W. L.B. B.; SAYRE, R. T. et al. REVIEW ARTICLE: Cyanogenesis in cassava (*Manihot esculenta* Crantz). **Journal of Experimental Botany**, v. 46, n. 7, p. 731–741, 1995.
- MERTENS, D. R. Rate and extent of digestion. In: DIJKSTRA, J.; FORBES, J.M.; FRANCE, J. (Eds). **Quantitative aspects of ruminant digestion and metabolism**. 2. ed. Wallingford: CABI Publishing, p.13-47, 2005.
- MEZETTE, T. F.; CARVALHO, C. R. L.; MORGANO, M. A. et al. Seleção de clones-elite de mandioca de mesa visando a características agronômicas, tecnológicas e químicas. **Bragantia**, v. 68, n. 3, p. 601–609, 2009.
- MODESTO, E. C.; SANTOS, G. T.; DAMASCENO, J. C. et al. Inclusão de silagem de rama de mandioca em substituição à pastagem na alimentação de vacas em lactação: produção, qualidade do leite e da gordura. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 61, n. 1, p. 174–181, 2009.
- MODESTO, E. C.; SANTOS, G. T.; JOBIM, C. C. Substituição da silagem de milho pela silagem de rama de mandioca na alimentação de vacas leiteiras: consumo e digestibilidade dos nutrientes. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 29, n. 4, 2007.
- MODESTO, E. C.; SANTOS, G. T.; VILELA, D., et al. Caracterização da silagem do terço superior da rama de mandioca. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 26, n. 1, p. 137–146, 2004.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of dairy cattle**. 7. ed. Washington, D.C.: 2001. 381p
- NHASSICO, D.; MUQUINGUE, H.; CLIFF, J.; CUMBANA, A.; BRADBURY, J. H. Rising African cassava production, diseases due to high cyanide intake and control measures. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v.88, p.2043-2049, 2008.
- OBA, M. e ALLEN, M. S. Effects of brown midrib 3 mutation in corn silage on productivity of dairy cows fed two concentrations of dietary neutral detergent fiber: 1. Feeding behavior and nutrient utilization. **Journal of Dairy Science**, v. 83, n. 6, p. 1333-1341, 2000.
- OKAFOR, P. N.; OKOROWKWO, C. O.; MADUAGWU, E. N. Occupational and dietary exposures of humans to cyanide poisoning from large-scale cassava processing and ingestion of cassava foods. **Food and Chemical Toxicology**, v. 40, n. 7, p. 1001–1005, 2002.
- OKE, O. L. Problems in the use of cassava as animal feed. **Animal Feed Science and Technology**, v. 3, p. 345-380, 1978.

- OLAOYE, O. A.; LAWRENCE, I. G.; CORNELIUS, G. N. et al. Evaluation of quality attributes of cassava product (gari) produced at varying length of fermentation. **American journal of Agricultural Sciences**, v. 2, n. 1, p. 1–7, 2015.
- OLIVEIRA, J. O. A. P.; VIDIGAL FILHO, P. S.; TORMENA, C. A. et al. Influência de sistemas de preparo do solo na produtividade da mandioca (*Manihot esculenta*, Crantz). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 25, n. 2, 2001.
- OLSEN, K. M.; SCHAAL, B. A. Evidence on the origin of cassava: Phylogeography of *Manihot esculenta*. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 96, n. 10, p. 5586–5591, 1999.
- ONDARZA, M. B. e TRICARICO, J. M. Advantages and limitations of dairy efficiency measures and the effects of nutrition and feeding management interventions. **The Professional Animal Scientist**, v. 33, n. 4, p. 393–400, 2017.
- ONI, A. O.; SOWANDE, O. S.; ONI, O. O.; ADERINBOYE, R. Y et al. Effect of additives on fermentation of cassava leaf silage and ruminal fluid of west african dwarf goats. **Archivos de Zootecnia**, v. 63, n. 243, p. 449–459, 2014.
- POLYORACH, S.; WANAPAT, M.; CHERDTHONG, A. Influence of yeast fermented cassava chip protein (YEFECAP) and roughage to concentrate ratio on ruminal fermentation and microorganisms using in vitro gas production technique. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**, v. 27, n. 1, p. 36–45, 2014.
- PROMKOT, C.; WANAPAT, M.; MANSATHIT, J. Effects of yeast fermented-cassava chip protein (YEFECAP) on dietary intake and milk production of Holstein crossbred heifers and cows during pre- and post-partum period. **Livestock Science**, v. 154, n. 1–3, p. 112–116, 2013.
- PUPPEL, K.; KUCZYŃSKA, B. Metabolic profiles of cow's blood; a review. **Journal of the science of food and agriculture**, v. 96, n. 13, p. 4321–4328, 2016.
- RAVINDRAN, V. Cassava leaves as animal feed: potential and limitations. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 61, n. 2, p. 141–150, 1993.
- RAVINDRAN, V.; RAJAGURU, A. S. B. Effect of stem pruning on cassava root yield and leaf growth. **Journal of Agricultural Science**, v. 25, p. 32–37, 1988.
- ROSSATO, W.; GONZÁLEZ, F. H. D.; DIAS, M. et al. Number of lactations affects metabolic profile of dairy cows (O número de lactações afeta o perfil metabólico de vacas leiteiras). **Archives of Veterinary Science**, v. 6, n. 2, p. 83–88, 2001.
- RUSSELL, J. B.; O'CONNOR, J. D.; FOX, D. G. et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: I. Ruminal fermentation. **Journal of Animal Science**, v. 70, n. 11, p. 3551–3561, 1992.
- SAGRILO, E.; VIDIGAL-FILHO, P. S.; PEQUENO, M. G. et al. Efeito da época de colheita no crescimento vegetativo, na produtividade e na qualidade de raízes de três cultivares de mandioca. **Bragantia**, v. 61, n. 2, p. 115–125, 2002.
- SAKOWSKI, T.; KUCZYŃSKA, B.; PUPPEL, K., et al. Relationships between physiological indicators in blood, and their yield, as well as chemical composition of milk obtained from organic dairy cows. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 92, n. 14, p. 2905–2912, 2012.

- SALCEDO-MENDOZA, J.G.; RODRÍGUEZ-LORA, M.C.; FIGUEROA-FLÓREZ, J.A. Effect of Acetylation on Structural and Functional Properties. **Revista Mexicana de Ingeniería Química**, v. 15, n. 3, p. 787–796, 2016.
- SANTOS, M. V. F.; GÓMEZ CASTRO, A. G.; PEREA, J. M. et al. Fatores que afetam o valor nutritivo das silagens de forrageiras tropicais. **Archivos de Zootecnia**, v. 59, n. R, p. 25–43, 2010.
- SCHMITZ, H. J. G.; PERONIOKITA, F. H.; NASCIEMENTO, O. R. J. et al. Selected physicochemical properties of starches isolated from 10 cassava cultivars reveal novel industrial uses. **Wiley Online Library**, v. 69, p. 7–8, 2016.
- SILVA, B. E. L.; BARBOSA, S. K. J.; BARBOSA, F. P. J. Aspectos gerais e peculiaridades sobre mandioca (*Manihot esculenta* Crantz). **Diversitas Journal**, v. 3, p. 13–23, 2018.
- SILVA, C. V. D.; LANA, R. D. P.; CAMPOS, J. M. D. S. et al. Intake, apparent nutrient digestibility and performance of milking cows under pasture as a function of levels of concentrate and crude protein in the diet. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n. 7, p. 1372-1380, 2009.
- SIRITUNGA, D.; SAYRE, R. Engineering cyanogen synthesis and turnover in cassava (*Manihot esculenta*). **Plant Molecular Biology**, v. 56, n. 4, p. 661–669, 2004.
- SNIFFEN, C.J.; O’CONNOR, J.D.; VAN SOEST, P.J. et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, v. 70, n. 12, p. 3562-3577, 1992.
- SOARES, I. A.; TÉO, M. S.; DEBASTIANI, C. et al. Concentrado proteico mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) obtido das folhas de três cultivares comerciais. **Acta Ambiental Catarinens**, v. 13, n. 1, p. 1–7, 2016.
- SOTO-BLANCO, B.; GÓRNIK, S. L. Toxic effects of prolonged administration of leaves of cassava (*Manihot esculenta* Crantz) to goats. **Experimental and Toxicologic Pathology**, v. 62, n. 4, p. 361–366, 2010.
- SOUZA, A. S.; ROCHA JÚNIOR, V. R.; MOTA, Á. D. S. et al. Valor nutricional de frações da parte aérea de quatro cultivares de mandioca. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 12, n. 2, 2011
- STENGÅRDE, L.; TRÅVÉN, M.; EMANUELSON, U. et al. Metabolic profiles in five high-producing Swedish dairy herds with a history of abomasal displacement and ketosis. **Acta Veterinaria Scandinavica**, v. 50, n. 1, p. 1–11, 2008.
- SUDARMAN, A.; HAYASHIDA, M.; PUSPITANING, I. R. et al. The use of cassava leaf silage as a substitute for concentrate feed in sheep. **Tropical Animal Health and Production**, v. 48, n. 7, p. 1509–1512, 2016.
- TEIXEIRA, P. R. G.; VIANA, A. E.; CARDOSO, A. D. et al. Physical-chemical characteristics of sweet cassava cultivars. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 12, n. 2, p. 158–165, 2017.
- THEODOROU, M.K.; WILLIAMS, B.A.; DHANOA, M.S. et al. A simple gas production method using a pressure transducer to determine the fermentation kinetics of ruminant feeds. **Animal Feed Science and Technology**, v. 48, p.185-197, 1994.

- TILLEY, J.M.A., TERRY, R.A., A two stage technique for the in vitro digestion of forage crops. **Journal of British Grassland**. v18, n.2, p.104-111, 1963.
- VALLE, T. L.; CARVALHO, C. R. L.; RAMOS, M. T. B. et al. Conteúdo cianogênico em progênies de mandioca originadas do cruzamento de cultivares mansas e bravas. **Bragantia**, v.63, n.2, p.221-226, 2004.
- VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**. Ithaca. Comstock Publishing. 1994. 476 p.
- WANAPAT, M. Manipulation of cassava cultivation and utilization to improve protein to energy biomass for livestock feeding in the tropics. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**, v. 16, n. 3, p. 463–472, 2003.
- WANAPAT, M.; KANG, S. Cassava chip (*Manihot esculenta* Crantz) as an energy source for ruminant feeding. **Animal Nutrition**, v. 1, n. 4, p. 266–270, 2015.
- WANAPAT, M.; PIMPA, O.; PETLUM, A. et al. Cassava hay: A new strategic feed for ruminants during the dry season. **Livestock Research for Rural Development**, v. 9, n. 2, p. 57–61, 1997.
- WANAPAT, M.; POLYORACH, S.; CHANTHAKHOUN, V. et al. Yeast-fermented cassava chip protein (YEFECAP) concentrate for lactating dairy cows fed on urea-lime treated rice straw. **Livestock Science**, v. 139, n. 3, p. 258–263, 2011.
- WANAPAT, M.; PHESATCHA, K.; VIENNASAY, B. et al. Strategic supplementation of cassava top silage to enhance rumen fermentation and milk production in lactating dairy cows in the tropics. **Tropical Animal Health and Production** n. 1991, 2018.
- WOBETO, C.; CORREA, A.; MARIA, C. et al. Nutrients in the cassava (*Manihot Esculenta* crantz) leaf meal at three ages of the plant. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 26, n. 4, p. 865–869, 2006.
- ZHOU, A.; THOMSON, E. The development of biofuels in Asia. **Applied Energy**, v. 86, n. SUPPL. 1, p. S11–S20, 2009.

3. AVALIAÇÃO NUTRICIONAL DE FOLHAS DE DIFERENTES CULTIVARES DE MANDIOCA

Resumo: A grande variabilidade na composição nutricional das folhas de mandioca está relacionada principalmente com as diferenças entre as cultivares. Sendo assim, objetivou-se avaliar a composição bromatológica, o fracionamento de proteínas e a digestibilidade *in vitro* da folha de 16 cultivares de mandioca. Foram selecionadas dezesseis cultivares (Baianinha; Cascuda; Santa Helena; IAC-90; Paraguaia; 5501; 5502; 5506; 5509; 5603; 5618; 5721; 5803; 5925; 6057; 864/10) em uma área previamente estabelecida, então selecionadas três plantas aleatoriamente dentro de cada cultivar, casualizando três repetições, as quais foram colhidas às folhas de maneira manual. Para as análises bromatológicas, foram realizadas para os teores de (MS), extrato etéreo (EE) matéria mineral (MM), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA), carboidratos totais (CT) e carboidratos não fibrosos (CNF). Para o fracionamento da proteína, foram determinadas as frações A, B1, B2, B3 e C. Além disso, também se realizou a digestibilidade *in vitro* da matéria seca, orgânica e fibra em detergente neutro das diferentes cultivares de mandioca. O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado, com dezesseis tratamentos (cultivares) e três repetições totalizando 48 amostras. Os dados foram analisados por meio de análise de variância ao nível de 5% de probabilidade e as diferenças testadas pelo teste de Tukey. As cultivares apresentaram diferenças significativas para os teores de MS, MM, PB, EE, e FDA, já os teores de CT, FDN e CNF não apresentaram diferenças entre as cultivares. Com relação ao fracionamento de proteínas as frações apresentaram diferenças entre si e as cultivares 5721, 5803 6057 e 5502 apresentam os menores teores de proteína indigestível. A digestibilidade *in vitro* da matéria seca e orgânica apresentam diferenças entre as cultivares e a 5509, Santa Helena e 5502 apresentam os maiores coeficientes, já a digestibilidade *in vitro* do FDN não apresentou diferenças e a média geral foi de 632,43 g/kg. As folhas de mandioca apresentam grande potencial nutricional para serem utilizadas por ruminantes como fonte de forragem, as cultivares que mais se destacam para utilização na nutrição de ruminantes são Santa Helena, IAC 90, 5506, 5603, 6057, 5509, 5803 e 5502.

Palavras-Chave: Composição; Digestibilidade; Forragem; *Manihot Esculenta* Cranz; Nutrição;

NUTRITIONAL EVALUATION OF LEAVES OF DIFFERENT CULTIVARS OF CASSAVA

Abstract: The great variability in the nutritional composition of the cassava's leaves is mainly related to the differences between the cultivars. The objective was to evaluate the berry composition, the protein fractionation and the *in vitro* digestibility of the leaf of 16 cassava's cultivars. Sixteen cultivars (Baianinha, Cascuda, IAC-90, Paraguaia, 5501; 5502; 5506; 5509; 5603; 5621; 5803; 5925; 6057; 864/10) were selected in a previously established area, then three plants were randomly selected within each variety, randomizing three replicates, which were harvested to the leaves manually. For the bromatological analyzes, the following analyzes were performed: (DM), ethereal extract (EE), crude protein (CP), neutral detergent fiber (NDF) and acid detergent fiber (ADF), total carbohydrates (TC) and non-fibrous carbohydrates (NFC). For fractionation of the protein the fraction A, B1, B2, B3 and C were determined. The *in vitro* digestibility of dry matter, organic matter and neutral detergent fiber of the different cassava cultivars were also evaluated. The design was a completely randomized design, with sixteen treatments (cultivars) and three replications totaling 48 samples. The data were analyzed using Analysis of Variance at the 5% probability level and the differences tested by the Tukey test. The cultivars presented significant differences for the DM, MM, PB, EE, and ADF levels, since the contents of TC, NDF and NFC did not show differences between the cultivars. Regarding protein fractionation, the fractions presented differences between them and the cultivars 5721, 5803 6057 and 5502 present the lowest levels of indigestible protein. The *in vitro* dry matter and organic digestibility showed differences between the cultivars and at 5509, Santa Helena and 5502 presented the highest coefficients, since the *in vitro* digestibility of NDF did not show differences and the overall mean was 632.43 g/kg. cassava leaves present great nutritional potential to be used by ruminants as a source of fodder, and the cultivars that stand out most for use in ruminant nutrition are Santa Helena, IAC 90, 5506, 5603, 6057, 5509, 5803 and 5502.

Keywords: Composition; Digestibility; *Manihot Esculenta* Cranz; Nutrition; Roughage

3.1 Introdução

As folhas de mandioca (*Manihot Esculenta* Cranz) têm sido usadas como fonte de alimentação em muitos países africanos, asiáticos e latino-americanos. As folhas servem como uma fonte de alimentação para a nutrição das pessoas e de animais, além de ter um bom teor de proteína, cálcio e vitaminas (HIDAYAT et al., 2002).

A grande variabilidade na composição proteica das folhas está relacionada com as diferenças nas cultivares, maturidade, fertilidade do solo e clima, pois é uma cultura de fácil adaptação a diversas regiões e espalhada por várias partes do mundo (CARDOSO et al., 2014).

O teor de proteína nas folhas de mandioca contém em média 210 g/kg de proteína bruta, mas os valores podem variar de 147,0 g/kg a 400 g/kg (RAVIDRAN e KORNEGAY, 1993).

A folha da mandioca normalmente é descartada no momento da colheita da raiz. Segundo Soares et al. (2016), no Estado do Paraná, estima-se que são perdidas mais de 178.000 toneladas de folhas por ano.

Alguns pesquisadores têm estudado as folhas de mandioca procurando uma possível alternativa para substituir alimentos convencionais na dieta de animais de produção (MODESTI et al., 2007). Existem relatos da utilização das folhas de mandioca na nutrição animal nas formas de forragens conservadas como feno e silagem para ruminantes, e até na forma de concentrado proteico para monogástricos (DUNG et al., 2005; ALETOR, 2010; SUDARMAN et al., 2016).

Considerando o fornecimento desses alimentos para ruminantes, é importante avaliar nutricionalmente suas características, os alimentos são subdivididos em decorrência de suas características químicas e físicas, visando reduzir as perdas de nutrientes, desta forma podem ser utilizadas para estimar o valor nutricional, o consumo e viabilizar o desempenho animal (SNIFFEN et al., 1992).

A utilização de métodos *in vitro* possui a vantagem de avaliar diferentes alimentos, utilizando poucos animais e pouca quantidade de amostra, o que reduz os custos de análise (OLIVEIRA et al., 2014).

Diante disso, a hipótese é verificar qual a cultivar de mandioca tem melhor composição nutricional para ser utilizada por ruminantes como fonte de volumoso.

Objetivou-se avaliar a composição bromatológica, o fracionamento de proteínas e a digestibilidade *in vitro* da folha de 16 cultivares de mandioca.

3.2 Material e métodos

Dezesseis cultivares de folhas de mandioca estabelecidas em uma área localizada a 24°40'25.7"S 54°16'53.9"W, altitude 242 m, foram utilizadas neste ensaio. As cultivares selecionadas foram: Baianinha; Cascuda; Santa Helena; IAC-90; Paraguaia; 5501; 5502; 5506; 5509; 5603; 5618; 5721; 5803; 5925; 6057; 864/10.

Foram selecionadas três plantas aleatoriamente dentro de cada cultivar, casualizando três repetições, a partir das quais foram colhidas as folhas de maneira manual com a devida identificação e, então, encaminhadas para o laboratório.

Para as análises bromatológicas, as amostras foram pré-secas em estufa com ventilação forçada de ar a 55°C por 72 horas e posteriormente moídas. As análises foram realizadas de acordo com a metodologia da AOAC (1990) para os teores de (MS) (método 934.01), extrato etéreo (EE) (método 920.85), cinzas (MM) (método 938.08), proteína bruta (PB); (método 981.10) e a determinação da fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) foi realizada segundo Van Soest et al. (1991). A matéria orgânica (MO) foi calculada pela diferença entre a MS e a MM.

Os carboidratos totais (CT) e carboidratos não fibrosos (CNF) foram calculados conforme as equações propostas por Sniffen et al. (1992).

O fracionamento de proteínas foi determinado de acordo com Licitra et al. (1996). A fração A (NNP) foi determinada pela diferença entre o nitrogênio total e o nitrogênio insolúvel em ácido tricloroacético, o qual foi obtido por meio do tratamento de aproximadamente 500 mg da amostra com 50 mL de água destilada permanecendo por 30 minutos e, posteriormente, adicionados 10 mL de ácido tricloroacético (TCA) a 10 % por 30 minutos. O resíduo remanescente foi filtrado em cadinhos da Gooch, lavado com água e determinado o nitrogênio residual.

O nitrogênio insolúvel total foi determinado a partir do tratamento de 500 mg da amostra com tampão borato-fosfato ($\text{NaH}_2\text{PO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ a 12,2 g/L + $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$ a 8,91 g/L + 100 mL/L de álcool butílico terciário) durante 3 horas, sendo determinado o N residual. Pela diferença entre o nitrogênio total e o nitrogênio insolúvel total, foi obtido o nitrogênio

solúvel total (NNP + proteína solúvel), do qual foi descontada a fração A para obtenção da fração B1, (LICITRA et al. 1996). A fração B3 foi calculada pela diferença entre o nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NIDN) e o nitrogênio insolúvel em detergente ácido (NIDA), os quais foram determinados por meio dos resíduos das análises de FDN e FDA respectivamente, então, estes foram analisados para nitrogênio. A fração C foi considerada como sendo o nitrogênio insolúvel em detergente ácido (NIDA) e a fração B2 foi determinada pela diferença entre o nitrogênio total e as frações B1 e B3 (LICITRA et al., 1996).

A digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) foi estimada pela técnica de Tilley e Terry (1963) adaptada por Holden et al. (1999). Utilizou-se incubadora *in vitro* (Ankom Technology corp., Macedon, USA) com temperatura controlada em 39°C e com rotação, visando simular as características ruminais. Pesou-se 0,25g de amostra moída, acondicionando estas em filtro de nylon F57 da ANKOM, com porosidade de 57 micra e selados a quente. Foram coletados 2 litros de líquido ruminal de bovino da raça Jersey munido de cânula ruminal.

O líquido ruminal foi mantido em garrafa térmica até o momento de seu uso, utilizando-se CO₂ para manter o ambiente anaeróbio. Em seguida, o líquido ruminal foi filtrado em tecido de algodão adicionados 400 mL em cada jarro do fermentador.

As soluções de incubação (A e B) foram preparadas em recipientes pré-aquecidos (39°C) e misturadas adicionando-se cerca de 266 mL de solução B para 1330 mL de solução A (relação 1:5), a um pH final de 6,8 e temperatura de 39°C. Após cerca de 1600 mL de mistura combinada de A/B foi adicionada aos 400 mL do líquido ruminal para cada jarro do fermentador ruminal. Na sequência, os filtros contendo as amostras foram acondicionados nos jarros do fermentador onde foram incubados por 48 horas a uma temperatura de 39°C.

A segunda etapa consistiu na adição de 8 g de pepsina e 40mL de HCl 6N em cada jarro mantidos a 39°C por mais 24 horas. Ao término deste período, os jarros foram drenados e os filtros F57 lavados com água destilada e secos em estufa a 105 °C por 12 horas. Em seguida, os filtros foram pesados para se determinar a matéria seca (MS) residual e a digestibilidade *in vitro* da MS (DIVMS) foi calculada pela diferença entre a quantidade incubada e o resíduo após a incubação.

A digestibilidade *in vitro* da matéria orgânica (DIVMO) foi determinada por meio da queima do resíduo do material incubado em mufla e o resultado foi obtido a partir do cálculo da diferença entre a quantidade incubada e o resíduo após a incubação.

Para a determinação da digestibilidade *in vitro* da FDN (DIVFDN), foi utilizada a técnica de Goering e Van Soest (1975), com incubação das amostras por 48 horas a uma

temperatura de 39°C, com posterior extração em detergente neutro por meio da análise de FDN. A DIVFDN foi calculada pela diferença entre o FDN do alimento antes e após a incubação.

O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado, com dezesseis tratamentos (cultivares) e três repetições totalizando 48 amostras. Os dados foram analisados por meio de análise de variância ao nível de 5% de probabilidade e as diferenças testadas pelo teste de Tukey pelo software SAS (versão 9.3, SAS Institute Inc., Cary, NC) por meio do procedimento MIXED.

O modelo utilizado foi $Y_{ij} = \mu + T_i + E_{ij}$, onde Y_{ij} é o valor observado para a variável resposta obtido para o i -ésimo cultivar em sua j -ésima repetição; μ é a média de todos os valores possíveis da variável resposta; T_i o efeito do tratamento i no valor observado Y_{ij} ; E_{ij} é o erro experimental associado ao valor observado Y_{ij} .

3.3 Resultados

Os dados de matéria seca (Tabela 1) apresentam diferenças entre as cultivares ($P < 0,05$), sendo que as cultivares IAC 90 e 5618 apresentaram os maiores valores de matéria seca, e se diferenciam da cultivar 5603 que apresentaram os menores valores de matéria seca, as demais cultivares não se diferenciaram.

As médias para proteína bruta das folhas das cultivares apresentam diferenças ($P < 0,05$), sendo as cultivares IAC 90 e 5506 com os maiores valores, essas se diferenciam da 864/10 e 5618, enquanto a 5509, 5603 e 6057 também se diferem da proteína bruta das folhas da cultivar 864/10.

Com relação teores de FDN, não foram verificadas diferenças entre as cultivares ($P > 0,05$), apresentando média geral de 443,27 g/kg nas folhas de mandioca.

Os teores de FDA apresentaram diferenças entre as cultivares estudadas ($P < 0,05$). A cultivar que apresentou a maior média para os dados de FDA foi a 5803, porém a cultivar com menor valor de FDA é a cultivar 5925, e o valor máximo observado foi de 312,05 g/kg e o mínimo 228,18 g/kg.

No entanto, para carboidratos totais, não se verificou diferença ($P > 0,05$) entre as folhas de mandioca das cultivares estudadas. A média observada foi de 725,84 g/kg, assim como para carboidratos não fibrosos não apresentaram diferenças com valor médio das cultivares de 282,69 g/kg.

Os teores de extrato etéreo apresentaram diferenças entre as folhas de mandioca das cultivares estudadas ($P < 0,05$), sendo que as médias da cultivar Baianinha se apresentaram de forma mais elevada em relação as cultivares 5721, 5925 sendo que, as médias das demais cultivares não apresentaram diferenças entre si.

Tabela 1. Valores para matéria seca (MS), matéria mineral (MM), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), carboidratos totais (CT), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e carboidratos não fibrosos (CNF) das folhas de dezesseis cultivares

Cultivares	MS ¹	MM ²	PB ³	EE ⁴	CT ⁵	FDN ⁶	FDA ⁷	CNF ⁸
Cascuda	257,64 ^{ab}	64,21 ^{ab}	151,61 ^{abc}	55,71 ^{ab}	728,44	439,18	276,76 ^{abcdef}	289,41
Baianinha	254,32 ^{ab}	73,61 ^a	141,94 ^{abc}	90,00 ^a	694,48	413,21	284,98 ^{abcde}	281,29
Santa Helena	251,14 ^{ab}	63,24 ^{ab}	152,56 ^{abc}	54,61 ^{ab}	729,52	422,12	299,74 ^{abc}	307,47
IAC90	25,933 ^a	57,87 ^{ab}	168,34 ^a	51,28 ^{ab}	722,47	439,95	292,43 ^{abc}	282,54
5506	248,36 ^{ab}	69,37 ^{ab}	165,92 ^a	57,32 ^{ab}	707,32	452,98	269,82 ^{abcdef}	254,41
5721	250,04 ^{ab}	64,93 ^{ab}	156,67 ^{abc}	39,70 ^b	738,65	492,12	279,08 ^{abcdef}	246,51
5509	240,33 ^{ab}	63,88 ^{ab}	163,92 ^{ab}	57,78 ^{ab}	714,32	451,56	249,45 ^{egf}	262,84
5803	238,76 ^{ab}	63,72 ^{ab}	139,04 ^{abc}	60,88 ^{ab}	736,33	515,63	302,74 ^a	220,82
5925	258,62 ^{ab}	69,42 ^{ab}	145,93 ^{abc}	47,97 ^b	736,64	414,40	229,80 ^g	322,24
5603	229,74 ^b	68,67 ^{ab}	163,33 ^{ab}	57,27 ^{ab}	710,70	407,22	261,67 ^{bcdefg}	303,51
6057	257,72 ^{ab}	53,04 ^b	162,02 ^{ab}	65,02 ^{ab}	719,84	427,05	243,76 ^{gf}	292,83
5618	266,35 ^a	58,92 ^{ab}	125,94 ^{bc}	65,70 ^{ab}	749,38	472,83	254,05 ^{edgf}	276,59
864/10	243,38 ^{ab}	64,14 ^{ab}	122,53 ^c	65,19 ^{ab}	748,18	444,52	301,44 ^{ab}	303,67
5501	245,81 ^{ab}	59,27 ^{ab}	148,64 ^{abc}	57,51 ^{ab}	734,57	446,26	259,41 ^{bcdefg}	288,36
Paraguaia	256,86 ^{ab}	60,64 ^{ab}	152,96 ^{abc}	62,69 ^{ab}	723,79	430,31	253,23 ^{edgf}	293,41
5502	237,83 ^{ab}	70,73 ^{ab}	149,46 ^{abc}	61,49 ^{ab}	718,39	422,84	258,83 ^{edgf}	282,72
Média	-	-	-	-	725,84	443,27	-	282,69
Máximo	266,67	88,15	204,11	73,10	755,19	584,50	312,05	338,92
Mínimo	223,49	49,07	120,08	35,60	600,71	389,88	228,18	168,98
EPM	7,184	7,768	15,141	5,507	18,924	22,624	11,451	45,715

Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si ($P > 0,05$) pelo teste de Tukey. EPM = Erro padrão da média. matéria seca¹, matéria mineral², proteína bruta³, extrato etéreo³, carboidratos totais⁴, fibra em detergente neutro⁵, fibra em detergente ácido⁶ e Carboidratos não fibrosos⁷.

Com relação ao fracionamento de proteína (Tabela 2), as frações foram divididas em fração: A, B₁, B₂, B₃ e C.

De acordo com os valores da fração A (que corresponde ao nitrogênio não proteico de rápida degradação ruminal), a cultivar 5506 apresentou uma média 343,83 g/kg e destacou-se com a maiores médias entre as cultivares avaliadas, e a 5502 apresentou a menor média entre as cultivares com um média de 33,23 g/kg.

Para a fração B₁, os peptídeos e oligopeptídeos, que possuem degradação intermediária, a cultivar 6057 se destacou em relação às demais.

Em relação à fração B2 (proteína verdadeira, fração de lenta degradação ruminal), a cultivar 5925 apresentou diferença ($p < 0,05\%$) em relação as cultivares IAC 90, 5506, 5721, 6057. As cultivares 5506 e 5721 se diferem das cultivares 864/10, Paraguaia e 5502.

Tabela 2. Frações nitrogenadas de diferentes cultivares de mandioca (Fração A, B1, B2, B3 e C expressas em g/kg de PB)

Cultivares	Fração A	Fração B1	Fração B2	Fração B3	Fração C
Cascuda	180,98 ^{cdefg}	29,54 ^b	276,23 ^{abc}	130,94 ^{de}	382,64 ^a
Baianinha	192,94 ^{bcdef}	43,51 ^b	243,64 ^{abc}	164,05 ^{cde}	356,04 ^{ab}
Santa Helena	256,64 ^{abc}	39,88 ^b	206,22 ^{abc}	113,99 ^{de}	383,54 ^a
IAC90	226,75 ^{abcde}	23,45 ^b	202,56 ^{bc}	206,61 ^{bcde}	340,84 ^{abc}
5506	343,83 ^a	5,87 ^b	150,87 ^c	202,24 ^{bcde}	297,42 ^{abc}
5721	220,01 ^{abcde}	35,32 ^b	155,49 ^c	180,67 ^{bcde}	408,62 ^a
5509	245,13 ^{abcd}	19,04 ^b	259,19 ^{abc}	94,51 ^{de}	382,43 ^a
5803	57,76 ^{gh}	22,78 ^b	294,28 ^{abc}	378,39 ^a	246,57 ^{bc}
5925	65,08 ^{fgh}	75,69 ^b	349,66 ^a	174,03 ^{cde}	335,88 ^{abc}
5603	316,81 ^{ab}	22,83 ^b	240,49 ^{abc}	66,86 ^e	353,39 ^{ab}
6057	187,42 ^{bcdefg}	148,86 ^a	195,81 ^{bc}	250,67 ^{abcd}	217,47 ^c
5618	157,07 ^{cdefgh}	5,54 ^b	291,03 ^{abc}	217,97 ^{bcde}	328,66 ^{abc}
864/10	109,54 ^{efgh}	23,84 ^b	335,64 ^{ab}	125,14 ^{de}	405,91 ^a
5501	123,94 ^{cdefgh}	40,14 ^b	261,02 ^{abc}	321,01 ^{abc}	253,98 ^{bc}
Paraguaia	117,26 ^{defgh}	30,55 ^b	313,06 ^{ab}	222,34 ^{abcde}	317,02 ^{abc}
5502	33,23 ^h	55,24 ^b	329,71 ^{ab}	337,84 ^{ab}	244,12 ^{bc}
Máximo	484,88	161,82	411,45	396,29	450,35
Mínimo	26,11	13,11	104,09	9,70	210,19
EPM	16,973	39,23	54,508	33,38	29,05

Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si ($P > 0,05$) pelo teste de Tukey. EPM = Erro padrão da média

Na fração B3 (proteína associada à parede celular potencialmente disponível no rúmen) a cultivar 58-03 (378,39 g/kg) apresentou diferenças ($P < 0,05$) em relação as cultivares e esta se sobressaiu quanto às cultivares Cascuda, Baianinha, Santa Helena, IAC-90, 5506, 5721, 5509, 5925, 5603, 5618 e 864/10. Além disso, a cultivar 5603 apresentou a menor média com 66,86 g/kg.

Na fração C (fração indigestível), a cultivar 6057 apresentou a menor média de digestibilidade com 217,47 g/kg e se difere das cultivares Cascuda, Baianinha, Santa Helena, 5721, 5509, 5603 e 864/10. Entretanto, as cultivares 5803, 5501 e 5502 se diferem da Cascuda, Santa Helena, 5721, 5509 e 864/10.

Os teores de digestibilidade *in vitro* para matéria seca apresentam diferenças ($P < 0,05$) entre as cultivares, houve diferença para a digestibilidade *in vitro* da cultivar 5509 que se destacou por apresentar 788,71 g/kg, diferindo das cultivares Baianinha, IAC 90, 5506, 5721,

5803,5925,6057, 5618, 864/10, Paraguaia e 5501. Entretanto, a cultivar 864/10 apresentou os menores valores para DIVMS diferenciou das cultivares Cascuda, Santa Helena, 5506, 5721, 5509, 5925, 5603 e 5502.

As cultivares de mandioca no tocante à digestibilidade *in vitro* da matéria orgânica apresentam diferenças ($P < 0,05$). Assim, entre as 16 cultivares estudadas, a cultivar 5509 é a que apresenta maior coeficiente de digestibilidade (800,00 g/kg) e não se diferenciou das cultivares Cascuda, Santa Helena, 503 e 5502, já diante das demais apresentou diferença significativa.

Os dados de digestibilidade *in vitro* da fibra, em detergente neutro, não apresentam diferença entre as 16 cultivares estudadas ($P > 0,05$), bem como tiveram uma média geral para todas as cultivares de 632,43 g/kg e apresentam uma variação entre 856,07 g/kg e 501,30 g/kg.

Tabela 3 –Digestibilidade *in vitro* da matéria seca, orgânica e fibra em detergente neutro das diferentes cultivares de mandioca

Cultivares	DIVMS ¹ (g/kg)	DIVMO ² (g/kg)	DIVFDN ³ (g/kg)
Cascuda	684,35 ^{abc}	691,02 ^{abcd}	541,85
Baianinha	599,36 ^{cdef}	625,18 ^{cdef}	591,62
Santa Helena	729,64 ^{ab}	742,39 ^{ab}	637,17
IAC90	599,98 ^{cdef}	624,64 ^{cdef}	581,17
5506	642,56 ^{bcd}	662,10 ^{bcdef}	645,10
5721	634,64 ^{bcde}	656,49 ^{bcdef}	631,96
5509	788,71 ^a	800,00 ^a	747,30
5803	619,50 ^{cdef}	662,73 ^{bcdef}	608,37
5925	644,93 ^{bcd}	667,03 ^{bcde}	621,46
5603	694,43 ^{abc}	714,182 ^{abc}	691,65
6057	585,64 ^{cdef}	632,08 ^{bcdef}	641,80
5618	530,13 ^{ef}	555,08 ^{ef}	605,94
864/10	517,030 ^f	550,37 ^f	610,27
5501	606,74 ^{cdef}	635,21 ^{bcdef}	618,08
Paraguaia	572,63 ^{edf}	589,84 ^{d^{ef}}	626,83
5502	685,00 ^{abc}	693,432 ^{abcd}	669,98
Média	-	-	632,43
Máximo	810,49	832,97	846,07
Mínimo	430,84	418,65	401,30
EPM	21,260	23,006	39,435

Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si ($P > 0,05$) pelo teste de Tukey. EPM = Erro padrão da média. Digestibilidade *in vitro* da matéria seca ¹; Digestibilidade *in vitro* da matéria orgânica²; Digestibilidade *in vitro* da fibra em detergente neutro³.

3.4 Discussão

Fernandes et al. (2008) avaliaram as folhas de oito cultivares de mandioca com seis meses de idade e observaram um teor médio de matéria seca de 231,0 g/kg, valor próximo dos observados neste trabalho, visto que o valor mínimo observado foi 223,49 g/kg e máximo de 266,67 g/kg. A idade da planta pode ser um fator determinante na concentração de matéria seca e demais nutrientes da composição das folhas. Sagrilo et al. (2006) avaliaram a matéria seca das folhas de cinco cultivares no decorrer do ciclo produtivo, identificaram valores lineares positivos para o crescimento da proporção de matéria seca das folhas, valores que variam de 200,0 g/kg aos 12 meses até em torno de 350,0 g/kg ao final dos 21 meses de avaliação.

Sundarman et al. (2015) trabalhando com a silagem das folhas de mandioca observaram um teor de 270,0 g/kg de matéria seca. Segundo alguns autores (Van Soest, 1994; Nussio, 1999; Brondani et al., 2000), o teor de MS ideal para ensilagem de um material seria entre 300 g/kg e 350 g/kg, com objetivo de evitar perdas pela formação de efluentes e processos biológicos que produzam gases, água e calor, visando adequada fermentação láctica para manutenção do valor nutritivo da silagem. Com isso, o recomendado seria que as folhas de mandioca fossem preparadas para aumentar o teor de matéria seca.

A respeito da matéria mineral, Inthapanya et al. (2015) observaram teores de 61,8g/kg nas folhas de mandioca para o preparo do concentrado de farinha de folhas, valores muito próximos aos observados neste trabalho. Além disso, os valores máximo e mínimo observados por todas as cultivares deste trabalho se encontram na faixa de 49,07 g/kg e 88,15 g/kg. Koubala et al. (2015) citam que o teor de cinzas das folhas de mandioca apresentam em torno de 51,0 g/kg a 80,0 g/kg dependendo da cultivar a ser estudada. Pereira et al. (2016) observaram um teor de matéria mineral de 68,2 g/kg para as folhas de mandioca da cultivar Santa Helena branca.

Morales et al. (2018) evidenciam que o conhecimento do teor de matéria mineral das folhas da mandioca é essencial quando se usa este alimento na alimentação de animal, pois os minerais são importantes para o bom funcionamento do organismo. Por isso, a quantificação de matéria mineral pode fornecer informações essenciais sobre o teor de nutrientes dos alimentos.

As folhas de mandioca apresentaram teor variável de proteína bruta entre de 204,11 g/kg a 120,08 g/kg para as cultivares nesse estudo. Latif e Mueller (2015) relatam que o teor médio das folhas de mandioca pode variar de 177,0 g/kg até 381,0 g/kg, mas depende da

cultivar, idade e local cultivada. Vale salientar que as cultivares deste estudo apresentaram um menor teor de proteína em relação ao trabalho citado.

Sakthivel (2015) verificou, avaliando as folhas de duas cultivares nativas de mandioca de origem indiana, um teor de proteína bruta de 179,3 g/kg e 203,2 g/kg para cada cultivar. Ravindran e Ravindran (1988) relatam que o teor de proteína varia de acordo com a idade planta, bem como afirmam que o teor de proteína bruta diminuiu de 381,0 g/kg em folhas muito jovens para 197,0 g/kg em folhas maduras.

Com relação ao estudo de diferentes cultivares, Fernandes et al. (2008) observaram teores que variam de 15,4% para as folhas da cultivar IAC 12 até 20,3% para a cultivar IAC 14. Já Pereira et al. (2016) observaram um teor de 23,70% para a cultivar Santa Helena branca.

Soares et al. (2016) avaliaram três cultivares de mandioca (Branca, Cascuda e Vermelha) e identificaram teores altos de proteína comparados com este trabalho, em torno de 462,6g/kg; 445,2g/kg e 373,0 g/kg para cada cultivar estudada.

Determinados autores citam a utilização da folha de mandioca processada e destacam o teor proteico delas. Sundarman et al. (2015) observaram, ao trabalhar com a silagem das folhas de mandioca, um teor de proteína de 248,0 g/kg, porém não especificam qual a cultivar utilizada. Guimarães et al. (2014) relatam o teor proteico do feno de folha de mandioca com 178,30g/kg. Melesse et al. (2018) verificaram, trabalhando com torta de farinha de folhas de mandioca para frangos de corte, um teor proteico nesse alimento de 256,0g/kg.

De acordo com Modesti et al. (2007), em muitas partes do mundo o alto teor de proteína das folhas da mandioca é uma ótima opção para a produção de um concentrado proteico que é a extração de proteínas das folhas com a consequente obtenção de um concentrado, praticamente sem fibras.

Com relação a fibra em detergente neutro, não foram verificadas diferenças entre as cultivares estudadas, assim como apresentam uma média de 443,27 g/kg, valores próximos foram observados por Veloso et al. (2006) e Pereira (2016) que constataram teores de FDN que variaram de 435,3g/kg até 495,1 g/kg. Entretanto, Inthapanya e Leng (2016) observaram um menor teor ao observado neste estudo 415,0 g/kg de FDN nas folhas de mandioca, mas estão entre os valores determinados que ficaram na faixa entre 389,88 g/kg até 584,50 g/kg.

Para Hammond et al. (2016) e Van Soest (1994), é importante o conhecimento do teor FDN dos alimentos, pois podem alterar a ingestão. Em comparação com outros alimentos, as folhas das cultivares de mandioca apresentam um baixo teor de FDN para uma forrageira, visto que a silagem de milho apresentou um teor médio de FDN de 593,1g/kg, o feno de

Tifton 85 apresenta cerca de 771,4 g/kg e o capim *Brachiaria* da cultivar *Decumbens* apresenta 673,0g/kg de FDN (MAGALHÃES, 2007).

Mertens et al. (1994) salientam que o conhecimento dos valores de FDN em um alimento é determinante para avaliar o consumo do animal, assim como a variação da concentração de FDN nos alimentos está relacionada com vários fatores como a cultivar, idade e manejo.

Com relação ao FDA, o valor máximo observado foi de 312,04 g/kg e o mínimo de 228,18 g/kg, valores próximos a algumas cultivares determinadas por Fernandes et al. (2008) com uma média de 315,0 g/kg e Inthapanya et al. (2016) observaram valores de 338,0 g/kg. Oni et al. (2011) observaram valores superiores ao deste estudo, avaliando 4 cultivares de mandioca verificaram teores de 540 g/kg, 529,0 g/kg, 480,0 g/kg e 418,0 g/kg. Sendo assim, pode-se confirmar que os teores de FDA podem variar entre as cultivares de mandioca.

Khang (2004) relatou, utilizando folha de mandioca na dieta de bovinos, um valor entre 190,0 g/kg a 370,0 g/kg nos teores de FDA das folhas de mandioca, valores estes que estão próximos aos das cultivares estudadas.

Além da cultivar, outro fator que altera os teores de FDA é a idade da planta. Conforme Ravindran e Ravindran (1988), o teor de FDA pode variar dependendo do estágio das plantas. Com isso, classificaram o desenvolvimento em três estágios, ou seja, muito jovem, jovem e madura, bem como observaram os respectivos valores 181 g/kg, 320g/kg e 463g/kg.

Em relação os carboidratos não fibrosos, as médias das cultivares foram de 282,69 g/kg valores estes que são menores do que em outras fontes de alimento para ruminantes oriundos da mandioca, como relatados por Maciel et al. (2015) que observaram valores de CNF de 456,0 g/kg e 493,0 g/kg para o feno de mandioca e silagem da parte aérea de mandioca, respectivamente. Ferreira et al. (2007) relataram um teor de 189,7 g/kg de CNF para a silagem do terço superior da rama de mandioca. Modesto et al. (2004) relataram 215,3g/kg de CNF na silagem da parte aérea, bem como Moreira et al. (2017) avaliaram a parte aérea *in natura* e observaram um teor de CNF de 414,1 g/kg.

Em comparação com outros alimentos alternativos para ruminantes, as folhas de mandioca apresentam um teor de CNF mais baixo que as folhas de moringa que, de acordo com Melesse (2012), apresentam um teor de CNF de 404,0 g/kg, porém as folhas de mandioca tiveram um valor superior ao da gliricidia que, para Reddy e Elanchezhian (2008), evidenciaram um teor médio de 228,40 g/kg.

Em comparação com a investigação de Dantas et al. (2011), os teores de carboidratos totais das folhas da mandioca desse estudo foram inferiores aos valores da parte aérea da mandioca, visto que os autores observaram teores que variam de 809,50 g/kg até 873,3 g/kg entre cultivares de mandioca. No estudo em voga, o valor mínimo foi de 600,71 g/kg e máximo de 755,19 g/kg, valores próximos aos observados por Modesto et al. (2008) quando constaram valores de 775,2 g/kg de CT na silagem de rama de mandioca.

Souza et al. (2012) avaliaram o feno de quatro cultivares de mandioca (Amarelinha, Olho Roxo, Periquita e Sabará) de diferentes frações da parte aérea. Assim, identificaram um teor médio muito próximo aos teores que foram observados no trabalho proposto, sendo que a planta inteira apresentou 749,50 g/kg, o terço superior 650,5g/kg e as sobras de plantio 690,6 g/kg.

Os teores de extrato etéreo variam entre as cultivares de 35,60 g/kg até 73,10 g/kg, tais valores estão dentro dos estudados por Achidi et al. (2008) quando examinaram duas cultivares locais da Nigéria TMS 30572 e TME 1 e observaram teores de extrato etéreo de 63,0 g/kg e 66,0 g/kg respectivamente. Oni et al. (2011) observaram teores que variam de 60,0 g/kg a 73,0 g/kg em diferentes cultivares.

Oresegun et al. (2016) avaliaram seis cultivares para a confecção de concentrados proteicos de folha de mandioca e notaram que, além do alto teor proteico, esse concentrado destaca um elevado teor de extrato etéreo com variações de 55,7 g/kg até 132,7 g/kg dependendo da cultivar. Wanapat (2009) verificou, ao avaliar fenos da folha de mandioca, um teor de extrato etéreo de 62,0 g/kg.

Segundo Canesin et al. (2012), o éter extrai pigmentos vegetais como clorofila, xantofila e caroteno, além de traços de diversas outras substâncias. Assim, os valores de extrato etéreo podem ser superestimados. Com isso, podemos levar em conta que os teores de clorofila do interior da planta têm relação com os níveis de extrato etéreo, isso ocorre em função da maior disponibilidade de nitrogênio para as plantas, quando mais clorofila é sintetizada, resultando no aumento da intensidade do verde nas folhas (BULLOCK e ANDERSON, 1998).

Em relação aos compostos nitrogenados, a fração A (nitrogênio não proteico, NNP), neste estudo, as variações entre as cultivares foram grandes, variando de 26,11 g/kg a 484,15 g/kg, esses resultados desbalanceados entre as cultivares são parecidos com os observados por Souza et al. (2012) que obtiveram uma média de 66,3 g/kg até 104,6 g/kg para as cultivares estudadas. Henriques et al. (2007) especificam que a fração de NNP sofre redução à medida que se eleva a idade de corte das gramineas. Desta forma, quanto mais velha a planta menos

fração A. Oliveira et al. (2012) afirmaram que os teores de NNP da planta podem ser influenciados pela quantidade da proteína ribulose 1,5- bisfosfato carboxilase oxigenase (RUBISCO), por ser altamente susceptível à proteólise podendo ser convertida a NNP.

Comparado com as outras frações da folha da mandioca, as folhas apresentaram valores baixos de fração A. Ferreira et al. (2007) verificaram, ao avaliar diferentes alimentos oriundos da mandioca, teores de 309,6 g/kg para a casca da mandioca, 887,3 g/kg para farinha de varredura, 526,8 g/kg na massa de mandioca e 117,5 g/kg na silagem do terço superior. Modesto et al. (2004) examinaram a silagem do terço superior da mandioca e observaram um teor da fração A de 349,1 g/kg.

A fração B1 evidenciou valores mínimos de 13,11 g/kg até 161,82 g/kg. Assim, foi destacada uma alta variação entre as cultivares, pois os valores observados por Modesto et al. (2004) foram de 246,0 g/kg para a silagem do terço superior da mandioca. No entanto, Faustino et al. (2003) notaram, trabalhando com a silagem do terço superior inteira ou triturada, valores médios para os tempos de armazenamento de 79,9 g/kg e 58,2 g/kg. Lechinoski et al. (2007) relatam que os teores da proteína solúvel podem variar conforme o stress hídrico da planta.

Faustino et al. (2003) obtiveram média de 596,0 g/kg e 623,8 g/kg para a fração B2 na silagem do terço superior de mandioca. Os valores das folhas em tal estudo foram inferiores, isto é, as variações foram de 104,09 g/kg até 411,45 g/kg. Modesto et al. (2004) obtiveram valores inferiores ao deste trabalho 102,1 g/kg para a fração B2.

Azevedo et al. (2006) identificaram valores semelhantes com a silagem da parte área da mandioca das cultivares S60-10, RS13 e Frita com valores 223,3 g/kg, 200,6 g/kg e 333,7 g/kg, respectivamente.

A fração B3 (proteína associada à parede celular com lenta taxa de degradação), conforme os valores observados por Azevedo et al. (2006) foram de 187,6 g/kg 290,5 g/kg e 288,7 g/kg para cada cultivar. Valores parecidos foram observados pelas cultivares IAC 90, 5506, 5721, 6057, 5618 e Paraguaia, resultados semelhantes aos de Souza et al. (2012) que observaram um teor médio de 254,9 g/kg para as diferentes porções da mandioca.

Como esta fração é representada pelas proteínas de ligação da parede celular, que apresentam lenta taxa de degradação (Cabral et al., 2004), apresenta degradação lenta no rúmen e, portanto, apresenta baixa taxa de passagem, o que faz com que seja potencial fonte de aminoácidos no intestino delgado (SNIFFEN et al., 1992).

Faustino et al. (2003) identificaram valores médios de 57,1 g/kg e 51,4 g/kg, bem como valores parecidos foram observados pelas cultivares 5509 e 5603. Modesto et al. (2004) observaram valores semelhantes ao deste trabalho 269,4 g/kg.

Em relação a outros alimentos oriundos da mandioca, Ferreira et al. (2007) verificaram que o teor da Fração B3 na casca de mandioca é de 172,7 g/kg, na massa de mandioca 98,3 g/kg e na silagem do terço superior de mandioca é de 200,7 g/kg.

A Fração C representada pelo N indisponível no trato gastrointestinal, sendo observada uma variação na folha de mandioca entre 2010,19 g/kg até 450,35 g/kg, bem como uma variável entre as cultivares 5501, 5502, 6057, 5803 e 5506, apresentam valores semelhantes aos de silagem do terço superior de mandioca analisado por Modesto et al. (2004) e Ferreira et al. (2007) em 254,8 g/kg e 256,3 g/kg, respectivamente. Conforme Ferreira et al. (2007), as frações de PB podem se diferenciar em função das condições edafoclimáticas, época de colheita e até mesmo da própria cultivar de mandioca plantada.

A digestibilidade *in vitro* da matéria seca da parte aérea das diferentes cultivares de mandioca estudadas por Fernandes et al. (2016) evidenciaram média geral de 428,8 g/kg, valores estes abaixo dos observados no trabalho em voga, visto que o valor mínimo foi de 430,84 g/kg e máximo de 810,49 g/kg entre as cultivares. Vale salientar que A cultivar 864/10 teve menor média (517,03 g/kg). Entretanto, Pereira (2016) notou uma média de DIVMS para as folhas de mandioca da cultivar IAC 576 plantada em diferentes espaçamentos de 837,9 g/kg. No estudo proposto, a cultivar 5509 foi a que teve a média mais próxima desse valor com a DIVMS de 788,71 g/kg.

A silagem da parte aérea da mandioca apresenta, para Ferreira et al. (2009), em média 440,0 g/kg de DIVMS. Tomich et al. (2008) observaram valores médios de 501,1 g/kg 583,0 g/kg para a DIVMS avaliando a ensilagem da parte aérea de duas cultivares de mandioca, algumas cultivares se apresentaram próximas desses valores.

Dessa forma, pode se dizer que as folhas da mandioca apresentam uma maior digestibilidade da matéria seca que a parte aérea em geral (seja na forma de silagem, feno ou *in natura*), já que a parte aérea da mandioca é constituída por hastes, pecíolos e folhas em proporções diferentes. Segundo Fernandes et al. (2016), as hastes possuem altas concentrações de lignina em sua composição, fator desfavorável por proporcionar uma redução na digestibilidade do alimento. Tal variação na DIVMS, provavelmente, seja decorrente das diferenças entre as frações que compõem a parte aérea das diferentes cultivares.

Oni et al. (2011) avaliaram as folhas das cultivares de mandioca MS6, TMS30555, Idileruwa e TMS30572 e obtiveram médias de 803,0 g/kg, 805,0 g/kg, 726,0 g/kg e 664,0 g/kg, respectivamente. Para a DIVMO, essas variações entre as cultivares também foram percebidas neste trabalho, visto que foram de 418,65 até 832,17 g/kg.

Entretanto, Thang et al. (2010) identificaram valores médios para as folhas de mandioca de 774 g/kg, assim como as cultivares Santa Helena 5509 e 6057 obtiveram teores de digestibilidade da matéria orgânica próximos a esse valor.

Olivo et al. (2017) notaram um valor médio de 605,20 g/kg para as folhas de mandioca em relação a DIVFDN, valores próximos aos vistos na maioria das cultivares deste trabalho, visto que a média foi de 632,43 g/kg.

Modesto et al. (2001) avaliaram a digestibilidade *in vitro* do FDN das folhas das cultivares IAC-13, IAC-14, Mico, Fibra e Santa Helena Branca com teores de 851,0 g/kg, 848,4 g/kg, 836,1 g/kg, 829,2 g/kg e 789,6 g/kg, valores mais elevados que os observados neste estudo. Além disso, os autores relatam com o alto teor de digestibilidade a menor lignificação das folhas quanto à idade das plantas.

3.5 Conclusão

As folhas de mandioca possuem grande potencial nutricional para serem utilizadas por ruminantes como fonte de forragem. Entretanto, no processo de ensilagem é indicado preparar as folhas até atingirem um teor de matéria seca ideal.

Todos as cultivares se destacam e são recomendadas para a utilização na nutrição animal.

Referências bibliográficas

- ACHIDI, A. U.; AJAYI, O. A.; MAZIYA-DIXON, B. et al. The effect of processing on the nutrient content of cassava. **Journal of Food Processing and Preservation**, v. 32, n. 2008, p. 486–502, 2005.
- ALETOR, O. Comparative, nutritive and physico-chemical evaluation of cassava (*Manihot esculenta*) leaf protein concentrate and fish meal. **Journal of Food, Agriculture e Environmen**, v. 8, n. 2, p. 39–43, 2010.
- AOAC - ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis**. 16. ed., Arlington: AOAC International, 1990. 1025p.

- ARAÚJO, V.L.; RODRIGUEZ, N.M.; GONÇALVES, L.C. et al. Qualidade das silagens de três híbridos de sorgo ensilados em cinco diferentes estádios de maturação. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.59, p. 168-174, 2007.
- AZEVEDO, E. B.; NÖRNBERG, J. L.; KESSLER, J. D. et al. Silagens da parte aérea de diferentes cultivares de mandioca. **Ciência Rural**, v. 36, n. 6, 2006.
- BULLOCK, D.G. e ANDERSON, D.S. Evaluation of the Minolta SPAD-502 chlorophyll meter for nitrogen management in corn. **J. Plant Nutr.**, 21:741-755, 1998
- BRONDANI, I.L.; ALVES FILHO, D.C.; BERNARDES, R.A.C. Silagem de alta qualidade para bovinos. In: RESTLE, J. (Ed.) **Eficiência na produção de bovinos de corte**. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 2000. p.147-184.
- CABRAL, L.S.; VALADARES FILHO, S.C.; DETMANN, E. et al. Taxas de digestão das frações proteicas e de carboidratos para as silagens de milho e de capim-elefante, o feno de capim tifton-85 e o farelo de soja. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.6, p.1573-1580, 2004.
- CANESIN, R. C.; FIORENTINI, G.; BERCHIELLI, T. T. Inovações e desafios na avaliação de alimentos na nutrição de ruminantes. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 13, n. 4, 2012.
- DANTAS, A.G.M.; PAULO, J.L.A.; GUERRA, M.G. et al. Análises bromatológicas de onze cultivares de mandioca. **Revista Caatinga**, v.23, n.3, p.130-136, 2010.
- DUBOIS, M.; GILLES, K. A.; HAMILTON, J. K. et al. Colorimetric method for determination of sugars and related substances. **Analytical chemistry**, v.28, n.3, p.350-356, 1956.
- FAUSTINO, J. O.; TADEU, G.; MODESTO, E. C. et al. Efeito da ensilagem do terço superior da rama de mandioca triturada ou inteira e dos tempos de armazenamento. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 25, n. 2, p. 403-410, 2003.
- FERNANDES, F. D.; Guimarães Júnior, R.; Vieira, E. A. et al. Yield and nutritional value of shoots and tuberous roots of eight industry cassava genotypes. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 17, n. 1, p. 1-12, 2016.
- FERNANDES, F. D.; GUIMARÃES JÚNIOR, R.; VIEIRA, E. A. et al. Composição química de folhas e da parte aérea de acessos de mandioca de indústria aos seis meses de rebrotação. In **Anais do II Simpósio Internacional Savanas Tropicais IX Simpósio Nacional do Cerrado**, Brasília, DF, 2008.
- FERREIRA, A. L.; A. F.; PEREIRA, L. G. R.; BRAGA, L. G. T. et al. Produção e valor nutritivo da parte aérea da mandioca, maniçoba e pornunça. **Revista brasileira de saúde e produção animal**, v. 10, n. 1, 2009.
- FERREIRA, G.D.G.; OLIVEIRA, R.L.; CARDOSO, E.C. et al. Valor nutritivo de coprodutos da mandioca. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.8, n.4, p.364-374, 2007.

- GOERING, H.K., VAN SOEST, P.J. 1975. **Forage fiber analyses (apparatus, reagents, procedures, and some applications) Agriculture Handbook 379**. United States Department of Agriculture. 20p.
- GUIMARÃES, G. S.; SILVA, F. F.; SILVA, L. L. et al. Intake, digestibility and performance of lambs fed with diets containing cassava peels. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 3, p. 295–302, 2014.
- HAMMOND, K. J.; JONES, A. K.; HUMPHRIES, D. J. Effects of diet forage source and neutral detergent fiber content on milk production of dairy cattle and methane emissions determined using Green Feed and respiration chamber techniques. **Journal of Dairy Science**, v. 99, n. 10, p. 7904–7917, 2016.
- HENRIQUES, L. T.; SILVA, J. C.; DETMANN, E. et al. Frações dos compostos nitrogenados de quatro gramíneas tropicais em diferentes idades de corte e doses de adubação nitrogenada Fractions of nitrogenous compounds of four tropical grasses in the different cutting ages and nitrogen fertilizer levels. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 59, n. 3, p. 740-748, 2007.
- HIDAYAT, A.; ZURAIDA, N.; HANARIDA, I. The cyanogenic potential of roots and leaves of ninety-nine cassava cultivars. **Indonesian Journal of Agricultural Science**, v. 3, n. 1, p. 25–32, 2002.
- HOLDEN, L.A. Comparison of methods of in vitro dry matter digestibility for tem feeds. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v. 82, p. 171794, 1999.
- INTHAPANYA, S.; PRESTON, T. R.; KHANG, D. N. Methane production was reduced when cassava root (*Manihot esculenta* Crant) was ensiled rather than dried, and when cassava leaves replaced water spinach (*Ipomoea aquatic*) as the protein source, in an in vitro rumen fermentation. **Livestock Research for Rural Development. Volume 27, Article**, v. 183, 2015.
- INTHAPANYA, S.; PRESTON, T. R.; LENG, R. A. Ensiled brewers' grains increased feed intake, digestibility and N retention in cattle fed ensiled cassava root, urea and rice straw with fresh cassava foliage or water spinach as main source of protein. **Livestock Research for Rural Development**, v. 28, 2016.
- KHANG, Duong Nguyen. Cassava foliage as a protein source for cattle in vietnam. 2004. Tese (Doutorado em Department of Animal Nutrition and Management Uppsala) - University of Agricultural Sciences . Uppsala, Sweden
- KOUBALA, B. B.; LAYA, A.; MASSAÏ, H. et al. Physico-chemical Characterization Leaves from Five Genotypes of Cassava (*Manihot esculenta* Crantz) Consumed in the Far North Region (Cameroon). **American Journal of Food Science and Technology**, v. 3, n. 2, p. 40–47, 2015.
- LATIF, S; MÜLLER, J. Potential of cassava leaves in human nutrition: a review. **Trends in Food Science e Technology**, v. 44, n. 2, p. 147-158, 2015.

- LECHINOSKI, A.; DE FREITAS, J. M. N.; D; SILVA CASTRO, D. et al. Influência do estresse hídrico nos teores de proteínas e aminoácidos solúveis totais em folhas de Teca (*Tectona grandis* L. f). **Revista Brasileira de Biociências**, v. 5, n. S2, p. 927-929, 2007.
- LICITRA, G.; HERNANDEZ, T. M.; VAN SOEST, P. J. Standardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminant feeds. **Animal feed science and technology**, v. 57, n. 4, p. 347-358, 1996.
- LUZ, G.; MOREIRA, P.; CARDOSO, S. et al. Avaliação de cultivares de mandioca tipo indústria. **Magistra**, v. 26, n. 4, p. 456-466, 2014.
- MAGALHÃES, Karla Alves. Tabelas brasileiras de composição de alimentos, determinação e estimativa do valor energético de alimentos para bovinos. 2007. Tese (Doutorado em Programa de Pós-Graduação em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, MG
- MELESSE, A. Assessing the feeding values of leaves , seeds and seeds-removed pods of *Moringa stenopetala* using in vitro gas production technique. **African Journal of Biotechnology**, v. 11, n. 51, p. 11342-11349, 2012.
- MELESSE, A.; MASEBO, M.; ABEBE, A. The Substitution Effect of Noug Seed (*Guizotia Abyssinica*) Cake with Cassava Leaf (*Manihot Escutulata* C .) Meal on Feed Intake , Growth Performance, and Carcass Traits in Broiler Chickens. **Journal of Animal Husbandry and Dairy Science**, v. 2, n. 2, p. 1-9, 2018.
- MODESTI, C. D. F.; CORRÊA, A. D.; OLIVEIRA, E. D. D. et al. Characterization of cassava leaf protein concentrate obtained by heat and acid precipitation. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 27, n. 3, p. 464-469, 2007.
- MODESTO, E. C.; SANTOS, G. T.; VILELA, D. et al. Caracterização da silagem do terço superior da rama de mandioca. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 26, n. 1, p. 137-146, 2004.
- MODESTO, E. C.; TADEU, G.; ZAMBOM, M. A. et al. Intake, digestibility and ruminal parameters in non-lactating pregnant dairy cows fed cassava foliage silage. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n. 5, p. 955-950, 2008.
- MODESTO, E.C., SANTOS, G.T., VIDIGAL FILHO, P.S., ZAMBOM, M.A., VILELA, D., JOBIM C.C., FARIA, K.P., DETMANN, E. Composição química 22 das folhas de cinco cultivares de mandioca (*Manihot Esculenta*, Crantz) em diferentes épocas de colheita. 38º Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECHNIA, 38ª, 2001, PIRACICABA, SP, Anais..., Piracicaba: SBZ, 2001. p. 1033-1034.
- MORALES, E. M.; ZAJUL, M.; GOLDMAN, M. et al. Effects of Solid-State Fermentation and the Potential Use of Cassava By-products as Fermented Food. **Waste and Biomass Valorization**, 2018.

- MOREIRA, G. L. P.; PRATES, C. J. N.; OLIVEIRA, L. M. et al. Composição bromatológica de mandioca (*Manihot esculenta*) em função do intervalo entre podas on the time of pruning. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 40, n. 1, p. 144–153, 2017.
- NOZELLA, E.F. **Determinação de tanino em plantas com potencial forrageiro para ruminantes**. 2001. 58f. Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP.
- NGO TIEN DUNG; MUI, N. T.; LEDIN, I. Effect of replacing a commercial concentrate with cassava hay (*Manihot esculenta* Crantz) on the performance of growing goats. **Animal Feed Science and Technology**, v. 119, p. 271–281, 2005.
- NUSSIO, L.G. Silagem de milho. In: PEIXOTO, A.M. et al. **Alimentação suplementar**. Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários “Luiz de Queiroz”, 1999. p.27-46.
- OLIVEIRA, V. S.; Oliveira, V. D. S.; Valença, R. D. L., Santana-Neto, J. A. et al. Utilização da técnica de produção de gás in vitro para estimar a digestibilidade dos alimentos. **Revista Científica de Medicina Veterinária**, v. 23, n. 12, 2014.
- OLIVO, P. M.; SANTOS, G. T. D.; ÍTAVO, L. C. V. et al. Acta Scientiarum Assessing the nutritional value of agroindustrial co-products and feed through chemical composition, in vitro digestibility, and gas production technique. **Acta Scientiarum - Animal Sciences**, v. d, p. 289–295, 2017.
- ONI, A. O.; ONWUKA, C. F. I.; ARIGBEDE, O. M. Chemical composition and nutritive value of four cultivars of cassava leaves grown in South-Western Nigeria. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**, v. 95, p. 583–590, 2011.
- ORESEGUN, A.; FAGBENRO, O. A.; ILONA, P. et al. Nutritional and anti-nutritional composition of cassava leaf protein concentrate from six cassava cultivars for use in aqua feed. **Food Science e Agricultura**, v. 2, p. 1–6, 2016.
- PEREIRA, I. G.; VAGULA, J. M.; MARCHI, D. F. Easy Method for Removal of Cyanogens from Cassava Leaves with Retention of Vitamins and Omega-3 Fatty Acids. **Journal of the Brazilian Chemical Society**, v. 27, n. 7, p. 1290–1296, 2016.
- PEREIRA, Luiz Carlos. Parte aérea de mandioca na alimentação de cordeiros confinados e semiconfinados em terminação. 2016. Tese (Doutorado em Programa de Pós-Graduação stricto sensu em Ciências Ambientais e Sustentabilidade Agropecuária) - Universidade Católica Dom Bosco, Campo Grande- MS.
- RAVINDRAN, G.; RAVINDRAN, V. Changes in the nutritional composition of cassava (*Manihot esculenta* Crantz) leaves during maturity. **Food chemistry**, v. 27, n. 4, p. 299-309, 1988.
- RAVINDRAN, V.; KORNEGAY, E. T. Acidification of weaner pig diets: a review. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 62, n. 4, p. 313-322, 1993.

- REDDY, D. V.; ELANCHEZHIAN, N. Evaluation of tropical tree leaves as ruminant feedstuff based on cell contents , cell wall fractions and polyphenolic compounds. **Livestock Research for Rural Development**, v. 20, n. 5, p. 1–9, 2008.
- SAGRILO, E.; SOARES, P.; FILHO, V. et al. Effect of Harvest Period on Foliage Production and Dry Matter Distribution in Five Cassava Cultivars During the Second Plant Cycle. **Brazilian archives of biology and technology**, v. 49, n. 6, p. 1007–1018, 2006.
- SAKTHIVEL, N. Impact of feeding papaya mealybug affected cassava leaves on economic traits of eri silkworm, *Samia cynthia ricini* Boisduval. **Indian Journal of Scientific Research and Technology**, v. 3, n. 2, p. 5–8, 2015.
- SNIFFEN, C.J.; O’CONNOR, J.D.; VAN SOEST, P.J. et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, v. 70, n. 12, p. 3562-3577, 1992.
- SOARES, I. A.; TÉO, M. S.; DEBASTIANI, C. et al. Concentrado proteico obtido das folhas de mandioca (*Manihot esculenta* crantz) de três cultivares comerciais. **Acta Ambiental Catarinense**, v. 13, n. 1, p. 1–7, 2016.
- SOUZA, A. S.; JÚNIOR, R. R., V.; MOTA, D. B. et al. Potential for forage and Nutritional value of hay of different fractions of the aerial parts of four cassava cultivars. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 13, n. 3, p. 604–618, 2012.
- SUDARMAN, A.; HAYASHIDA, M.; PUSPITANING, I. R. et al. The use of cassava leaf silage as a substitute for concentrate feed in sheep. **Tropical Animal Health and Production**, v. 48, n. 7, p. 1509–1512, 2016.
- THANG, C. M.; LEDIN, I.; BERTILSSON, J. Effect of feeding cassava and / or *Stylosanthes* foliage on the performance of crossbred growing cattle. **Trop Anim Health Prod**, v. 42, p. 1–11, 2010.
- TILLEY, J.M.A., TERRY, R.A., A two stage technique for the in vitro digestion of forage crops. **Journal of British Grassland**. v18, n.2, p.104-111, 1963.
- TOMICH, T.R.; LISITA, F.O.; MARAIS, M.G. et al. Valor nutritivo de silagens de mandioca confeccionadas com diferentes frações da parte aérea de duas cultivares de mandioca. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v.3, n.1, p.198-201, 2008.
- VAN SOEST, P. J. **Nutritional ecology of the ruminant**. Ithaca. Comstock Publishing. 1994. 476 p.
- VELOSO, C. M.; RODRIGUEZ, N. M.; GIORDANO, G.. Ruminal degradabilities of dry matter and crude protein of tropical forages. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n. 2, p. 613–617, 2006.
- WANAPAT, M. Manipulation of cassava cultivation and utilization to improve protein to energy biomass for livestock feeding in the tropics. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**, v. 16, n. 3, p. 463–472, 2003.

WANAPAT, M. Potential uses of local feed resources for ruminants. **Trop Anim Health Prod**, v. 41, p. 1035–1049, 2009.

WANAPAT, M.; PURAMONGKON, T.; SIPHUAK, W. Feeding of cassava hay for lactating dairy cows. **Asian Australasian Journal of Animal Sciences**, v. 13, n. 4, p. 478-482, 2000.

4. PERFIL FERMENTATIVO E CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICAS DA SILAGEM DA PARTE AÉREA DA MANDIOCA DE DIFERENTES CULTIVARES

Resumo: Objetivou-se avaliar o perfil fermentativo e qualidade microbiológica da silagem da parte aérea de seis cultivares de mandioca (IAC 90; 5721; 5803; 5929; 6057). As silagens foram avaliadas no momento da ensilagem e aos 1, 3, 7, 14, 28 e 56 dias de armazenamento. Foram avaliados os teores de (MS), extrato etéreo (EE), matéria mineral (MM), proteína bruta (PB), determinação da fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA). A avaliação do pH foi realizada no momento da abertura do silo. As análises microbiológicas foram para enterobactérias, bactéria ácido-láticas e clostridium, além de fungos e leveduras. Nos teores de matéria seca verificou-se a diferença entre as silagens, o efeito quadrático para a cultivar 5721 e linear positiva para a cultivar 5925 em relação aos tempos. Os teores de extrato etéreo variam conforme as cultivares estudadas e evidenciam diferenças existentes entre os tempos de ensilagem. Com relação aos teores de proteína bruta, não se diferem entre os tempos de ensilagem, porém destacam diferenças entre as cultivares. O Nitrogênio amoniacal (N-NH₃) apresenta diferença nas cultivares, mas não diferem com o tempo. Os constituintes fibrosos das silagens das cultivares da parte aérea da mandioca apresentam diferença entre as cultivares para FDN, FDA, lignina, celulose, hemicelulose, carboidratos não fibrosos e totais ou para o fracionamento. As bactérias ácido-láticas tiveram população adequada para a fermentação do material ensilado. As enterobactérias e as leveduras obtiveram valores baixos em todas as silagens e tempos, assim como a população de *Clostridium* spp. foi maior no 3º dia de armazenamento. Todas as silagens tiveram pH ideal em todos os tempos de armazenamento. A utilização de diferentes cultivares de mandioca para a obtenção de silagem pode ser considerada uma alternativa viável nutricionalmente, pois, além de não deteriorar o material ensilado, ainda mantém os teores de nutrientes da parte aérea da mandioca em níveis elevados e é algo recomendado independente da cultivar utilizada.

Palavras-chave: conservação, fracionamento, microbiologia, *Manihot sculenta* crantz, pH

FERMENTAL PROFILE AND MICROBIOLOGICAL CHARACTERISTICS OF CASSAVA TOP SILAGE OF DIFFERENT CULTIVARS

Abstract: The objective of this study was to evaluate the fermentation profile and microbiological quality of the cassava top silage of six cassava cultivars (IAC 90, 5721, 5803, 5929, 6057). Silages were evaluated at silage and at 1, 3, 7, 28 and 56 days of storage. The contents of dry matter, ethereal extract (EE) ash (MM), crude protein (CP) were evaluated, besides neutral detergent fiber (NDF) and acid detergent fiber (ADF). pH evaluation was performed at the time of silo opening. Microbiological analyzes were for enterobacteria, lactic acid bacteria and clostridium, as well as fungi and yeasts. The dry matter contents showed a difference between the silages and the quadratic effect for the 5721 variety and a linear positive for the 5925 variety in relation to the times. The contents of ethereal extract varied according to the studied cultivars and present differences between the silage times. Regarding the crude protein contents, it did not differ between the silage times, but the values presented differences between the cultivars. Ammoniacal nitrogen ($N-NH_3$) presented differences among cultivars but did not differ within time. The fibrous constituents of the silages of the cultivars from area part of cassava presented a difference between the non - fibrous and total NDF, ADF, lignin, cellulose, hemicellulose and carbohydrate cultivars and for the fractionation. The acid-lactic bacteria presented a population adequate for the fermentation of the ensiled material. Enterobacteria and yeasts obtained low values in all silages and times, and the population of *Clostridium* spp. was greater on the 3rd day of storage. All silages presented optimum pH at all storage times. The use of different cultivars of cassava to obtain silage can be considered a nutritionally viable alternative, since besides not deteriorating the ensiled material still maintains the contents of nutrients of the cassava area at high levels and it is recommended independent of the variety used.

Keywords: conservation, fractionation, microbiology, *Manihot esculenta* crantz, pH

4.1 Introdução

A mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) é amplamente cultivada pelo mundo, principalmente pelo uso de suas raízes. É considerada um excelente alimento para os animais em áreas tropicais e subtropicais. Ademais, possui várias qualidades como alto valor

nutricional e facilidade de cultivo, além de ser uma espécie de elevada variabilidade genética, sendo empregada para diferentes finalidades (AN et al., 2012).

A utilização da mandioca como alimento na dieta de ruminantes surge com a intenção de reduzir os gastos com alimentação e manter as exigências nutricionais dos animais. Portanto, a silagem da parte aérea de mandioca (ramas + folhas) surge como um excelente substituto para os alimentos convencionais.

Sendo assim, a parte aérea da mandioca é considerada uma eficiente fonte nutricional para os animais, sendo que a parte com mais folhas (parte aérea) é a mais rica do ponto de vista nutricional (MODESTO et al., 2004), porém muitas vezes acaba sendo desperdiçada no processo de colheita. A parte aérea da mandioca apresenta teores de proteína bruta variando de 90,0 g/kg a 120,0 g/kg (Souza et al., 2011), porém tais valores podem ser maiores ou menores em função das cultivares, idade da planta, conteúdo de folhas (WOBETO et al. 2006).

A ensilagem é o método de conservação de forragem mais comum em sistemas de alimentação de ruminantes (WEINBERG e MUCK, 1996). Baseia-se na fermentação de carboidratos solúveis em água, sendo que o baixo pH alcançado, como resultado do acúmulo de ácidos orgânicos, inibe os microrganismos de deterioração e patogênicos preservando, assim, o valor nutricional da forragem ensilada (OGUNADE et al., 2016).

No entanto, a fermentação em condições agrícolas não é um processo controlado e as características de fermentação da silagem dependerão dos nutrientes fermentados e dos microrganismos responsáveis (MCENIRY et al., 2016). A ensilagem é uma das maneiras mais adequadas de preservação da parte aérea da mandioca, para manter um bom teor das características nutricionais (ONI et al., 2014).

Diante disso, destaca-se a hipótese de que os cultivares apresentam o maior potencial para a ensilagem da parte aérea da mandioca por meio de análises da composição nutricional e perfil microbiológico.

Por isso, objetivou-se avaliar o perfil fermentativo e qualidade microbiológica da silagem da parte aérea de seis cultivares de mandioca (IAC 90; 5721; 5803; 5929; 6057).

4.2 Material e métodos

Foram utilizadas seis cultivares de mandioca de origem brasileira, que foram selecionadas para avaliação da utilização da parte aérea da mandioca como forragem.

Amostras das cultivares 5721, 5803, IAC 90, 5925, 6057 (14 meses de idade) foram obtidas na área de pesquisa experimental localizada a 24°40'25.7"S 54°16'53.9"W; altitude 242 m, e a cultivar Paraguaia (5 meses de idade) foi coletada na área de pesquisa experimental localizada a 24°30'35.6"S 54°18'21.3"W; altitude 243 m.

O processo de preparação da silagem procedeu-se com o corte e a retirada da parte aérea da mandioca (rama + folhas), a cerca de 20 cm do solo e, posteriormente, a trituração com o uso de ensiladeira acoplada ao trator. O processo de armazenando do material triturado para ensilagem foi realizado em silos experimentais de cano de PVC com 10 cm de diâmetro e 40 cm de comprimento, dotados de válvula do tipo Bunsen. Uma camada de 5 cm de areia auto clavada e seca foi colocada na parte inferior do silo, separada por uma camada de tecido de algodão para escoamento de possíveis efluentes. A compactação foi realizada com bastão de madeira e as tampas com válvula foram lacradas com fita adesiva. Foi colocado em média 1,58 kg de material ensilado em cada silo experimental e a massa específica média dos silos foi de 654,30 kg de matéria natural por m³.

Realizou-se as análises no dia 0 (zero), sendo o material ainda não ensilado (*in natura*), e nas silagens de acordo com os períodos de armazenamento sendo 1, 3, 7, 14, 28, e 56 dias após a ensilagem. No momento da abertura dos silos, descartou-se uma camada de 5 centímetros de material ensilado na porção superior e inferior dos silos para evitar contaminações, sendo que o restante do material foi homogeneizado e amostrado para a realização de análises bromatológicas, microbiológicas, além do monitoramento do pH e temperatura.

A determinação da produção de efluente foi realizada mediante diferença de pesagens do conjunto silo e areia, antes e depois da ensilagem, em relação a quantidade de matéria verde ensilada. Após ser retirada toda a forragem do silo experimental, pesou-se o conjunto (mini silo + tampa + areia úmida + tecido), subtraindo-se desse o peso do mesmo conjunto antes da ensilagem, efetuou-se também a estimativa da produção de efluente drenado para o fundo do mini silo, conforme a equação descrita por Schmidt (2006).

A perda por gases foi calculada pela diferença entre o peso bruto de matéria seca inicial e final dos silos, em relação à quantidade de matéria seca ensilada, descontando o peso do conjunto silo e areia seca, conforme a equação de Mari (2003).

O índice de recuperação de matéria seca foi estimado pela multiplicação da massa de forragem na abertura pelo teor de MS na abertura, sobre o valor obtido do cálculo da massa de forragem no fechamento multiplicada pelo teor de MS no fechamento dos silos experimentais, de acordo com o descrito por Jobim et al. (2007).

Para as análises bromatológicas, foram separadas amostras do material in natura e das silagens (no momento da abertura dos silos), as quais foram pré-secas em estufa com ventilação forçada de ar a 55°C por 72 horas e, posteriormente, moídas em peneira com crivo de um milímetro.

As análises foram realizadas de acordo com a metodologia da AOAC (1990) para os teores de (MS) (método 934.01), extrato etéreo (EE) (método 920.85), matéria mineral (MM) (método 938.08), proteína bruta (PB); (método 981.10) e a determinação da fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) foi realizada segundo Van Soest et al. (1991).

Os carboidratos totais (CT) e carboidratos não fibrosos (CNF) foram calculados conforme as equações propostas por Sniffen et al. (1992). O fracionamento de carboidratos determinou as frações A + B1, B2 e C.

A celulose foi obtida pela diferença do teor de FDA e lignina, enquanto que a hemicelulose foi calculada pela diferença entre os teores observados de FDN e FDA. Determinou-se o teor de lignina dos alimentos através de metodologia descrita por Van Soest et al. (1968). Os carboidratos solúveis (CHO's) foram determinados de acordo com a técnica de Dubois et al. (1956).

A concentração de taninos condensados foi determinada seguindo a metodologia de Nozella (2001).

A determinação da concentração dos ácidos orgânicos foi determinada utilizando as técnicas descritas por Lazaro (2009).

A avaliação do pH foi realizada no momento da abertura do silo, utilizando-se um peagâmetro digital, para esta análise separou-se outra porção das silagens em frascos com 300 g. Adicionou-se 100 mL de água destilada em dez gramas de amostra, permanecendo em repouso por uma hora antes da leitura de acordo com a metodologia descrita por Cherney e Cherney (2003).

Nas análises microbiológicas, as populações microbianas foram determinadas a partir de técnicas de cultura de acordo com Silva et al. (1997). Adicionou-se 225 mL de água destilada estéril em 25 g de amostra, mantendo em agitação e a partir desta solução foi pipetado um mL em sucessivas diluições de 10^{-1} a 10^{-9} , utilizando-se tubos de ensaio contendo nove mL de água destilada. Posteriormente, a partir dos extratos diluídos, realizou-se semeadura nas placas utilizando 0,1 mL de inóculo por placa semeadas em superfície e um mL para placas semeadas em profundidade.

Para a avaliação de fungos e leveduras, as amostras foram semeadas em superfície em Batata Dextrose Ágar (BDA) em pH 3,5, acidificado com ácido tartárico 10% (BRACKETT e SPLITTSTOESSER, 1992). As placas foram incubadas em temperatura ambiente por 7 dias. Os microrganismos isolados foram identificados quanto ao gênero pelas características microscópicas das colônias, após o preparo de lâminas.

Para a contagem de enterobactérias, amostras foram semeadas em profundidade em placas com Violet Red Bile Agar (VRB) e mantidas sob incubação a 35°C por 24 horas. Para análise de clostrídios, as amostras foram semeadas em superfície em placas com Reinforced Clostridial Agar, mantidas em incubação anaeróbia utilizando estufa com sistema de gás CO² a 35°C por 24 horas. As bactérias ácido lácticas foram semeadas em superfície em Agar de Man, Rugosa e Sharpe (MRS) e incubadas por 48 horas em estufa à temperatura de 37°C. Após o período de incubação, as colônias foram quantificadas num contador de colônias Quebec e os resultados transformados em logaritmos de base 10. Os dados referentes as populações de bactérias foram submetidas à análise estatística, enquanto que os dados referentes as populações de fungos e leveduras foram analisadas descritivamente.

O delineamento foi inteiramente casualizado com parcelas subdivididas no tempo com seis cultivares (parcelas), sete tempos de armazenamento (subparcelas) com 3 repetições, totalizando 126 silos experimentais.

Todas as análises estatísticas foram realizadas por meio do programa estatístico SAS (versão 9.3, SAS Institute Inc., Cary, NC) usando o procedimento MIXED. As variáveis dependentes foram analisadas como um desenho de medidas repetidas no tempo.

O modelo estatístico referente às variáveis foi: $Y_{ijk} = m + T_i + R_j(T_i) + P_k + (TP)_{ik} + E_{ijk}$, em que Y_{ijk} representa as variáveis dependentes; m é a média de todas as observações; T_i é o efeito dos tratamentos (cultivares); $R_j(T_i)$ é o efeito de repetição dentro dos tratamentos (erro a); P_k é o efeito do tempo de abertura; $(TP)_{ik}$ representa a interação entre os tratamentos e o tempo de abertura; E_{ijk} é o efeito residual (erro b).

As variâncias residuais foram assumidas como sendo normalmente distribuídas e todos os dados são apresentados como mínimos quadrados significativos. Os meios de mínimos quadrados e os erros padrão foram determinados usando a instrução LSMEANS, assim como as diferenças dos mínimos quadrados foram determinadas usando a instrução PDIFF.

Os valores de P para efeitos lineares e quadráticos, quando utilizados, foram analisados por meio de regressão feita pelo procedimento REG DO SAS (versão 9.3, SAS Institute Inc., Cary, NC). As diferenças foram declaradas significativas em $P \leq 0,05$, bem como

5721 ⁴	374,54 ^a	349,69 ^a	319,38 ^c	406,37 ^b	369,81 ^b	459,47 ^{ab}	7,04
5803	388,18 ^a	364,44 ^a	403,59 ^b	541,18 ^a	439,84 ^{ab}	433,72 ^{ab}	13,15
5925	361,74 ^a	316,84 ^a	465,25 ^b	454,47 ^{ab}	467,81 ^a	510,49 ^a	18,33
6057	367,25 ^a	314,48 ^a	642,96 ^a	524,98 ^a	456,78 ^a	459,03 ^{ab}	21,14
IAC 90	351,04 ^a	381,63 ^a	396,65 ^{bc}	545,67 ^a	472,38 ^a	491,73 ^{ab}	18,07
Paraguaia	253,91 ^b	266,59 ^b	343,07 ^c	430,02 ^b	382,84 ^b	382,24 ^b	10,79

Perdas por gases (g/kg de MS)

5721 ⁵	149,05	150,11	168,08	166,6	208,81 ^a	3187,66 ^a	4,11
5803 ⁶	150,05	156,66	169,86	169,84	169,84 ^{ab}	130,56 ^b	7,46
5925 ⁷	162,39	150,23	161,25	157,73	159,36 ^b	176,40 ^a	5,38
6057 ⁸	162,30	150,73	162,89	162,79	174,95 ^{ab}	168,12 ^{ab}	2,28
IAC 90	171,69	170,24	166,25	151,90	172,52 ^{ab}	171,72 ^{ab}	2,04
Paraguaia ⁹	127,99	125,70	139,25	135,91	148,11 ^a	146,71 ^{ab}	1,58

Médias seguidas da mesma letra nas colunas não diferem entre si ($P > 0,05$) pelo teste de Tukey. EPM = Erro padrão da média. $Y^1 = 874,98 - 36,513x + 4,3038x^2$ ($R^2 = 0,80$); $Y^2 = 941,39 - 30,093x + 3,8914x^2$ ($R^2 = 0,21$); $Y^3 = 936,1 - 12,906x + 1,6951x^2$ ($R^2 = 0,81$); $Y^4 = 413,94 - 52,099x + 9,7776x^2$ ($R^2 = 0,70$); $Y^5 = 141,87 + 100,92x - 10,019x^2$ ($R^2 = 0,83$); $Y^6 = 134,96 + 10,509x$ ($R^2 = 0,73$); $Y^7 = 116,56 + 33,627x - 5,0404x^2$ ($R^2 = 0,80$); $Y^8 = 169,91 - 10,869x + 1,9362x^2$ ($R^2 = 0,72$); $Y^9 = 121,37 + 4,6241x - 0,0178x^2$ ($R^2 = 0,82$).

Com relação as perdas por efluente houve diferença entre as silagens da parte aérea da mandioca ($P < 0,05$) em todos os tempos de abertura, sendo estas influenciadas pelos efeitos de cultivar e pelo tempo de abertura, diferente dos dados observados por Mota et al. (2011), que observaram um valor máximo de perdas de cerca de 100 g/kg. Nesse estudo foram observados valores relativamente altos aos recomendados para perdas por efluente. Segundo McDonald (1981), as perdas por efluentes podem variar de 70 g/kg até valores próximos a 400 g/kg, sendo considerados aceitáveis. Na silagem da parte aérea da mandioca, a cultivar 6057 chegou a ter perda de 642,96 g/kg no 7º dia de abertura. Para Uden (2017), as perdas por efluente podem representar grandes volumes e ser um fator determinante na escolha da forragem para ensilar.

Quando as perdas por efluente são baixas existe uma alta indicação de que a forragem foi ensilada com um teor ideal de matéria seca. De acordo com Borreani et al. (2018), as perdas de efluentes podem ser prevenidas na maioria dos casos com uma ensilagem de forragem com o teor de matéria seca em torno de 350 g/kg.

Com relação às perdas por gases, não foram verificadas diferenças entre as cultivares ($P > 0,05$) para os dias 1, 3, 7 e 14 de abertura. Contudo, com 28 e 56 dias foram observadas diferenças ($P < 0,05$), sendo que a cultivar 5721 no dia 28 se diferenciou da 5925 e a Paraguaia, e no dia 56 a diferença foi observada entre a 5925 e 5803. Para a cultivar 5721, observou-se um efeito linear positivo. Para as cultivares 5803, 5925, 6057 e a Paraguaia, foi identificado um efeito quadrático.

Souza et al. 2018 constataram, analisando a inclusão de tamarindo na silagem da mandioca, um aumento da perda por gases conforme a inclusão. Todavia, no tratamento 0% em que é composto somente pela silagem de mandioca as perdas por gases foram de 123 g/kg de MS, valores próximos aos observados neste trabalho.

Entretanto, foi verificado neste estudo que as perdas por gases aumentaram em função do tempo de ensilagem, sendo que este efeito pode ter sido ocasionado pela ação das bactérias heterofermentativas que elevam as perdas por gases nas silagens (IGARASSI, 2002).

Mota et al. (2011) relatam que as perdas por gases na silagem de mandioca são devidas, principalmente, à elevada atividade respiratória inicial da planta ensilada com o desenvolvimento inicial das colônias de microrganismos fermentadores, assim como notaram que a silagem da parte aérea da mandioca, com o decorrer do tempo ensilado, eleva as perdas por efluentes e gases.

Quanto aos teores de matéria seca (Tabela 2), verificou-se as diferenças ($P < 0,05$) entre as silagens da parte aérea de mandioca em cada tempo. No entanto, para o tempo 0 (antes de ensilar) a cultivar Paraguaia se diferenciou da cultivar 5925, mas não diferiram das demais ($P < 0,05$). No dia 1 de ensilagem, as cultivares apresentaram um aumento no teor de matéria seca, ao passo que as cultivares Paraguaia e IAC 90 tiveram uma maior média em relação a 5721, 5925 e 6057. Nos tempos 3, 7, 14, 28 e 56 dias de ensilagem, a cultivar Paraguaia se diferenciou das demais cultivares apresentando um maior teor de matéria seca, apenas no tempo 28 a cultivar 6057 não diferenciou da Paraguaia. Foi observado o efeito quadrático para a cultivar 5721 e linear positiva para a cultivar 5925.

Tabela 2. Teores de matéria seca, matéria orgânica e matéria mineral, em diferentes tempos de abertura de cultivares da silagem da parte aérea da mandioca

Cultivares	Tempo							EPM
	0	1	3	7	14	28	56	
Matéria Seca (g/kg)								
5721 ¹	179,01 ^{ab}	193,23 ^b	191,65 ^c	196,08 ^b	189,23 ^b	193,45 ^b	196,60 ^b	0,74
5803	177,40 ^{ab}	201,09 ^{ab}	197,37 ^b	195,95 ^b	189,66 ^b	194,14 ^b	194,05 ^b	1,51
5925 ²	163,58 ^b	183,89 ^b	190,28 ^c	188,58 ^b	185,52 ^b	199,72 ^b	191,07 ^b	2,13
6057	176,76 ^{ab}	194,76 ^b	197,44 ^b	198,07 ^b	196,87 ^b	202,83 ^{ab}	197,47 ^b	1,62
IAC 90	174,79 ^{ab}	221,45 ^a	195,48 ^b	194,33 ^b	190,35 ^b	195,54 ^b	192,34 ^b	3,13
Paraguaia	208,01 ^a	224,99 ^a	224,99 ^a	223,66 ^a	221,86 ^a	211,96 ^a	221,86 ^a	2,42
Matéria Mineral (g/kg de MS)								
5721	78,30 ^{ab}	79,52 ^a	78,37 ^a	74,45 ^{ab}	76,20 ^{ab}	73,23 ^{ab}	77,08 ^{ab}	0,90
5803 ⁵	76,43 ^b	75,23 ^{ab}	73,60 ^b	73,27 ^{ab}	76,35 ^{ab}	71,95 ^b	71,19 ^b	0,74
5925	81,04 ^a	83,78 ^a	77,70 ^a	80,85 ^a	78,52 ^a	79,40 ^a	83,96 ^a	1,11

6057	72,04 ^b	78,54 ^{ab}	67,72 ^c	70,97 ^b	72,11 ^b	80,69 ^a	70,48 ^b	0,80
IAC 90	74,25 ^b	72,65 ^b	69,59 ^{bc}	66,38 ^b	71,03 ^b	74,16 ^{ab}	66,64 ^{bc}	0,67
Paraguaia ⁶	64,43 ^c	70,57 ^b	75,07 ^{ab}	69,50 ^b	71,53 ^b	80,26 ^a	61,24 ^c	1,61

Médias seguidas da mesma letra nas colunas não diferem entre si ($P > 0,05$) pelo teste de Tukey. EPM = Erro padrão da média. $Y^1 = 177,08 + 6,4693x - 0,5816x^2$ ($R^2 = 0,56$); $Y^2 = 170,47 + 3,906x$ ($R^2 = 0,57$); $Y^3 = 76,797 - 0,6974x$ ($R^2 = 0,53$); $Y^4 = 56,7 + 8,7469x - 1,0655x^2$ ($R^2 = 0,40$); $Y^5 = 923,2 + 0,6974x$ ($R^2 = 0,53$); $Y^6 = 943,3 - 8,7469x + 1,0655x^2$ ($R^2 = 0,40$).

Silva et al. (2010) avaliaram a silagem da parte aérea da mandioca com e sem murchamento, ao passo que verificaram que os teores de matéria seca (MS) diferenciam, sendo de 170 g/kg e 223 g/kg, para sem e com emurchamento, respectivamente. Dados estes próximos aos observados neste estudo quando as cultivares apresentaram teor de MS entre 163,58 g/kg e 208,01 g/kg. Wanapat et al. (2018) notaram, ao alimentar vacas com níveis de inclusão de silagem da parte aérea de mandioca, na composição da silagem um teor de 248,0 g/kg de matéria seca.

Os teores de matéria seca aumentam conforme eleva-se o tempo de ensilagem e isso pode estar relacionado com as mudanças na qualidade forrageira, cultivar e processos de ensilagem. Além disso, o tempo de abertura pode acabar alterando a concentração de matéria seca do alimento a ser ensilado (Borreani et al., 2018).

Os teores de matéria mineral da cultivar 5925 apresentaram diferença das demais cultivares em quase todos os dias de abertura, sendo essa a responsável pela maior média em todos os dias. Para as cultivares 5803, verificou-se efeito linear negativo ($P < 0,05$) em função dos tempos e, para cultivar Paraguaia, observou-se efeito quadrático ($P < 0,05$).

Os valores variaram de 61,24 g/kg a 83,96 g/kg, valores superiores aos observados por Moreira et al. (2013) que avaliaram duas cultivares de mandioca (Catité e Sergipe) em diferentes períodos de corte e observaram valores médios de 63,1 g/kg de MS e 56,0 g/kg de MS, sendo que foram atribuídas características inerentes a cada uma das cultivares estudadas, sendo esses valores menores que os observados neste estudo. Souza et al. (2012) avaliaram a parte aérea de quatro cultivares de mandioca e obtiveram média de 754 g/kg de matéria mineral, dados estes semelhantes aos observados neste trabalho.

Com relação a fração lipídica (Tabela 3), verificou-se diferença ($p < 0,05$) entre as cultivares nos tempos 0, 28 e 56 dias. Com o material *in natura*, as cultivares 5721, 5925, IAC 90 e Paraguaia apresentaram a maior concentração de extrato etéreo, em relação a 5721 e 6057. Com o material ensilado no tempo de 28 dias, a cultivar 5721 apresentou um menor teor de extrato etéreo em relação a 5925 e 6057. No entanto, em 56 dias as cultivares Paraguaia e 5803 tiveram teores maiores que as cultivares 5925 e 6057.

Com relação aos teores de proteína bruta (Tabela 3), não foram verificadas diferenças para os tempos de ensilagem ($P>0,05\%$), porém existiram diferenças entre as cultivares. Com o material *in natura*, a cultivar 5721 apresentou um maior teor de proteína em relação a 5803 e 6057. Tais cultivares apresentam os menores teores no tempo 28 de 56 dias de ensilagem com a cultivar 5925. As silagens das cultivares IAC 90, 5721 e Paraguai apresentam os maiores teores no tempo 28, porém no tempo de 56 dias apenas a IAC 90 não se diferenciou das demais.

Para Rigueira et al. (2017), ensilar alimentos com um teor de umidade mais elevado pode ocasionar redução nos teores de proteína bruta ao longo do período de armazenamento, em razão do aumento na produção de efluentes, o que, por sua vez, desencadeia perdas de compostos nitrogenados (BARCELOS et al., 2018).

Contudo, os valores para proteína bruta estão próximos aos observados por diferentes autores (SOUZA et. al., 2011; WANAPAT et al., 2018), os quais trabalharam com confecção da silagem da parte aérea da mandioca e observaram teores de proteína bruta de 9% a 12%, variando em função da cultivar avaliada.

Tabela 3. Avaliação dos teores de proteína bruta, NH_3/NT e extrato etéreo da parte aérea de diferentes cultivares de mandioca *in natura* (0 dia) e ensilada (28 e 56 dias)

Cultivar	Tempo				Contrastes (<i>P</i> -valor)		
	0	28	56	EPM	0 vs. 28	0 vs. 56	56 vs. 28
Proteína Bruta (g/kg de MS)							
5721	124,87 ^a	113,55 ^a	117,25 ^a	0,77	0,54	0,76	0,83
5803	89,29 ^b	86,92 ^b	92,39 ^b	0,29	0,71	0,70	0,42
5925	100,10 ^{ab}	98,18 ^a	94,64 ^b	0,21	0,66	0,09	0,44
6057	92,87 ^b	88,08 ^b	91,13 ^b	0,32	0,22	0,20	0,39
IAC90	110,23 ^{ab}	104,91 ^a	103,12 ^{ab}	0,30	0,17	0,08	0,56
Paraguaia	114,21 ^{ab}	113,35 ^a	117,51 ^a	0,32	0,78	0,32	0,25
NH ₃ (g/kg de NT)							
5721	19,98 ^a	21,68 ^a	21,59 ^a	0,12	0,45	0,46	0,97
5803	14,29 ^b	19,03 ^a	18,66 ^{ab}	0,15	0,17	0,02	0,89
5925	16,02 ^{ab}	17,29 ^{ab}	16,43 ^{ab}	0,35	0,77	0,77	0,52
6057	14,86 ^b	14,06 ^b	15,79 ^b	0,07	0,50	0,40	0,19
IAC90	17,64 ^{ab}	14,10 ^b	15,08 ^b	0,15	0,21	0,34	0,68
Paraguaia	18,27 ^a	16,91 ^{ab}	18,97 ^{ab}	0,08	0,31	0,61	0,15
Extrato Etéreo (g/kg de MS)							
5721	48,56 ^a	35,54 ^b	58,99 ^{ab}	1,40	0,29	0,12	0,02
5803	38,93 ^b	42,73 ^{ab}	61,96 ^a	2,03	0,11	0,00	0,00
5925	46,02 ^a	54,23 ^a	50,27 ^b	0,60	0,23	0,51	0,52
6057	37,26 ^b	52,85 ^a	51,95 ^b	1,94	0,02	<0,01	0,75

IAC 90	47,47 ^a	47,59 ^{ab}	58,09 ^{ab}	0,74	0,97	0,01	0,05
Paraguaia	49,54 ^a	44,97 ^{ab}	62,61 ^a	1,40	0,29	0,12	0,02
Taninos Condensados (g/kg de MS)							
5721	11,78 ^a	2,02	2,25 ^b	1,14	0,02	0,02	0,92
5803	13,35 ^a	3,61	20,64 ^a	2,36	0,29	0,43	0,12
5925	19,07 ^a	3,06	3,75 ^b	1,36	0,04	0,02	0,92
6057	22,38 ^a	4,33	11,34 ^a	1,24	0,02	0,01	0,13
IAC 90	7,94 ^b	7,17	1,95 ^b	0,56	0,47	<0,01	0,02
Paraguaia	7,90 ^b	4,04	2,15 ^b	1,17	0,19	0,09	0,35

Médias seguidas da mesma letra nas colunas não diferem entre si ($P>0,05$) pelo teste de Tukey. EPM = Erro padrão da média

Para os teores de nitrogênio amoniacal ($N-NH_3$), verificou-se diferenças ($P<0,05$) entre as cultivares. Assim, com relação ao tempo 0, a cultivares 5721 e a Paraguaia foram superiores a 5803 e 6057, mas não diferiram das demais. Já na silagem da parte aérea no tempo de 28 dias, as silagens das cultivares 5721 e 5803 foram superiores as 6057 e IAC 90, porém não apresentam diferença entre a 5925 e a Paraguaia, no tempo de 56 dias de ensilagem, a cultivar 5721 foi superior a 6057 e IAC 90.

Mesmo os teores de NH_3 não diferindo em função do tempo de ensilagem e diferindo entre as cultivares, estes estão dentro da faixa recomenda para uma boa silagem que, segundo Sahoo (2018), deve conter menos que 100 g/kg de NH_3 .

Os baixos teores de nitrogênio amoniacal observados neste trabalho têm efeito favorável para a qualidade da silagem, considerando os alimentos com teores de umidade acima do recomendado para a ensilagem, quando a formação de NH_3 contribui para a conservação do material ensilado, sendo a produção dentro dor recomendado (100 g/kg) controlando a população de leveduras e indicando baixa proteólise no processo fermentativo (SIQUEIRA et al., 2007),

Azevedo et al. (2006) obtiveram, ao avaliar silagem de diferentes cultivares de mandioca, valores baixos para NH_3 de 11,6 g/kg e 16,6 g/kg. Ademais, valores semelhantes foram observados pela silagem da parte aérea das cultivares 5803, 5925, 6057, IAC 90 e Paraguaia neste trabalho. Entretanto, Pinho et al. (2004) avaliando silagem da parte aérea de mandioca com e sem murchamento da planta verificaram valores elevados de NH_3 que variaram entre 65,7 a 130 g/kg.

Os teores de extrato etéreo variam conforme as cultivares estudadas e apresentam diferenças entre os tempos de ensilagem. Azevedo et al. (2006) observaram valore menores para a silagem da parte aérea das cultivares com média de 20,8 g/kg e variando entre as

5721	52,26 ^b	50,23 ^b	87,76 ^b	6,62	0,90	0,08	0,10
5803	119,78 ^a	111,69 ^a	118,37 ^a	3,66	2,00	0,86	0,46
5925	89,23 ^{ab}	99,84 ^{ab}	83,66 ^b	6,74	0,19	0,40	0,09
6057	82,29 ^{ab}	106,93 ^{ab}	107,14 ^{ab}	4,99	0,28	0,22	0,99
IAC 90	105,30 ^{ab}	105,55 ^{ab}	122,56 ^a	3,56	0,98	0,37	0,36

Médias seguidas da mesma letra nas colunas não diferem entre si ($P>0,05$) pelo teste de Tukey. EPM = Erro padrão da média

Man e Wiktorsson (2002) observaram uma variação no teor de FDN da silagem da parte área da mandioca entre 533 g/kg e 584 g/kg, valores semelhantes foram observados neste trabalho. Dantas et al. (2011) observaram valores superiores para a parte área de diferentes cultivares de mandioca, com valores variando de 604,8 g/kg até 745,1 g/kg. A redução na concentração de FDN nas silagens pode contribuir para aumentar o consumo de MS e a densidade energética da dieta de ruminantes (JUNG e ALLEN, 1995).

Estas reduções podem estar correlacionadas com a diminuição da concentração de hemicelulose nesses períodos de armazenamento, uma vez que, com a celulose e a lignina, fazem a composição da fibra em detergente neutro (VAN SOEST, 1994).

Para os teores de FDA, também não se observou diferenças entre cultivares estudadas, porém com o material *in natura* a cultivar 5803 apresentou maiores teores de FDA em relação a 5721, 6057, 5925 e Paraguaia, inclusive essas duas últimas apresentam os menores teores de FDA entre as cultivares estudadas. Entretanto, quando se avaliou cada cultivar em cada tempo de abertura se observou uma redução dos teores de FDA entre o material *in natura* e ensilado com 56 dias para a 5721 e Paraguaia, e para a cultivar 5803 essa redução ocorreu também no tempo de 28 dias de ensilagem, já a 6057 apresentou uma tendência ($P=0,07$) a redução.

Os valores de FDA observados neste trabalho são menores que os obtidos por Dantas et al. (2011) quando avaliaram a parte aérea da mandioca de diferentes cultivares, os quais variaram de 446,4 g/kg a 520,8 g/kg. Silva et al. (2010) observaram valores próximos ao deste trabalho para silagem de mandioca com e sem murcha 457 g/kg e 436 g/kg, respectivamente.

A idade da planta pode alterar os componentes nutricionais da mandioca. Segundo Ravindran e Ravindran (1988), o teor de FDA pode variar dependendo do estágio das plantas, classificando o desenvolvimento em três estágios: muito jovem, jovem e maduro. Além disso, os autores também notaram os respectivos valores 181 g/kg; 320 g/kg e 463 g/kg. A cultivar Paraguaia tinha, no momento do corte, cinco meses de plantio justificando, assim, o seu menor teor de FDA no momento da ensilagem. Para Magalhães et al. (2015), o aumento da

matéria seca, reduz os teores de FDA, fato esse observado neste trabalho, pois os teores de matéria seca aumentaram conforme o tempo de ensilagem e os teores de FDA reduziram.

As médias de lignina apresentam diferença entre as cultivares no tempo 0 e 56 dias, sendo que a 5721 e 5803 apresentaram maiores teores em relação a IAC 90, porém as demais cultivares não se diferiram. A parte aérea ensilada com 56 dias, apresentam teores de lignina das cultivares 5721, 6057, IAC 90 e Paraguaia acima dos valores da cultivar 5803, já a 5925 não se difere.

Em relação ao tempo de cada cultivar, foram observados aumento nos teores de lignina para a cultivar IAC 90 e a Paraguaia, ao passo que para cultivar 5803 foram observadas redução entre os tempos 0 e 56 dias.

Azevedo et al. (2006) verificaram que os teores de lignina variaram entre as cultivares de mandioca, com valores de 113,9 g/kg, 109,2 g/kg e 99,1 g/kg, muito próximos dos valores das cultivares deste trabalho. Souza et al. (2012) verificaram um teor de lignina na planta inteira de mandioca em torno de 193,1 g/kg. Valores semelhantes foram observados por Modesto et al. (2004) que verificaram um teor de 124,3 g/kg de lignina na silagem do terço superior da mandioca.

A lignina é um dos principais componentes da parede celular e é altamente resistente ao ataque por microrganismos (MNICH et al, 2017). Sendo assim, quanto maiores os valores de lignina mais indigestível é o alimento e menor será o aproveitamento pelo animal.

Outro constituinte da parede celular é hemicelulose, a qual apresentou diferenças entre as cultivares apenas no momento da ensilagem com o material *in natura*, sendo que a cultivar 5721 apresentou um aumento nesse teor em relação ao tempo de ensilagem, valores estes semelhantes aos observados por Azevedo et al. (2006) e maiores do que os observados por Modesto et al. (2004).

A silagem da parte aérea das cultivares 5721 e a Paraguaia com 56 dias apresentam diferença do material *in natura*, sendo reduzido com a ensilagem, sendo que as cultivares 5803 e 6057 apresentam diferenças do material ensilado com a silagem em ambos os tempos de abertura (28 e 56 dias). Os teores de celulose apresentam uma redução com a ensilagem para essas cultivares.

A redução nos teores de celulose pode estar correlacionada com o aumento da concentração de ligninas na ensilagem, já que ela está com a celulose e a hemicelulose, isto é, como componente da parede celular (VAN SOEST, 1994).

Os valores observados neste estudo são superiores aos valores de Modesto et al. (2004), quando verificaram teores de médio de 231,2 g/kg de celulose na silagem do terço

superior de mandioca. Entretanto, são valores que se aproximam aos observados por Souza et al. (2011), que verificaram um teor médio de 285,1 g/kg de celulose para a parte área de mandioca.

Com relação aos carboidratos não fibrosos, foram identificadas diferenças ($P < 0,05$) entre as cultivares apenas no tempo de 56 dias. Foi observada diferença entre o tempo 0 e 28 da cultivar 6057 com aumento no teor de CNF.

Os valores observados para carboidratos não fibrosos são próximos aos verificados por Ferreira et al., (2007), Modesto et al., (2004) e Moreira et al., (2017), os quais relataram teores de 189,7 g/kg, 215, g/kg e 414,1 g/kg de CNF para a silagem do terço superior da rama de mandioca, respectivamente.

Os carboidratos solúveis não apresentaram diferenças em relação ao tempo de ensilagem aumentaram. No entanto, foram observadas diferenças entre as cultivares de mandioca as silagens das cultivares 5803 e IAC 90 apresentaram as maiores concentrações de carboidratos solúveis tanto com o material *in natura*, quanto nos tempos de ensilagem.

Os valores observados neste estudo são próximos aos observado por Man e Wiktorsson (2002), que verificaram uma concentração de carboidratos solúveis que variam entre 58 e 69 g/kg de MS na silagem da parte aérea da mandioca. A concentração de carboidratos solúveis na forragem é o principal substrato para o crescimento microbiano, diferenças nas concentrações podem ser explicadas por diferentes espécies de cultivares ou espécies estudadas (MCDONALD, 1981)

A produção de ácidos orgânicos (Tabela 5) apresenta diferença entre as cultivares apenas no tempo 0. No tocante à concentração de ácidos orgânicos totais, a cultivar 5925 apresentou a maior concentração no tempo 0, nos demais tempo não foram observadas diferenças entre as cultivares.

Foram observadas diferenças entre as concentrações nos tempos de ensilagem, foram observadas reduções na concentração entre o tempo 0 e 28 e, no tempo 56, foram observados aumentos. A alteração de principalmente pelas concentrações do ácido acético e butírico que reduziram entre os tempos 0 e 28, e o aumento no tempo 56 é devido a elevação das concentrações do ácido lático e propiônico.

Em relação aos tempos de ensilagem, o ácido lático aumentou conforme o tempo de ensilagem, pois este é produzido por bactérias ácido-láticas sendo o principal agente regulador da acidez da massa ensilada (Muck, 1988), o que pode ser observado em relação ao pH da silagem e da população de bactéria ácido-láticas contidas nesses tempos.

Wanapat et al. (2018) verificaram uma concentração de 17,81 mmol/L para ácido láctico na silagem de mandioca, valor muito abaixo do observado neste estudo, visto que uma concentração parecida foi observada no material antes de ensilar. No entanto, com o tempo de ensilagem essa concentração se elevou.

Tabela 5. Produção de ácidos orgânicos da parte aérea de diferentes cultivares de mandioca in natura (0 dias) e ensilada (28 e 56 dias)

Cultivar	Tempo				Contrastes (<i>P</i> -valor)		
	0	28	56	EPM	0 vs. 28	0 vs. 56	56 vs. 28
Produção de ácidos orgânicos total (mmol/L)							
5721	85,11 ^{ab}	57,06	96,67	7,22	0,11	0,32	0,06
5803	59,08 ^b	67,97	101,80	4,17	0,27	0,03	0,02
5925	105,28 ^a	54,06	95,70	9,21	0,09	0,72	0,14
6057	89,59 ^{ab}	60,64	91,94	1,63	0,03	0,70	0,02
IAC90	69,04 ^b	52,57	89,42	5,28	0,24	0,19	0,04
Paraguaia	61,98 ^b	73,68	88,24	3,24	0,36	0,07	0,28
Ácido láctico (mmol/l)							
5721	13,49	44,59	70,64	2,95	0,08	0,01	0,11
5803	12,58	55,99	75,31	2,18	<0,01	<0,01	0,02
5925	14,73	43,52	75,84	3,38	0,01	<0,01	0,01
6057	19,90	50,55	65,94	2,01	<0,01	<0,01	0,03
IAC90	19,24	39,49	61,78	5,18	0,17	<0,01	0,15
Paraguaia	19,01	58,58	66,15	2,36	0,02	<0,01	0,40
Ácido acético (mmol/l)							
5721	47,91 ^a	3,18	3,32	1,31	<0,01	<0,01	0,96
5803	26,61 ^b	3,73	3,29	1,16	0,03	0,01	0,93
5925	57,97 ^a	2,65	3,33	2,73	0,05	0,05	0,96
6057	50,30 ^a	2,92	5,48	4,03	0,04	0,02	0,85
IAC90	22,65 ^b	3,17	4,42	2,13	0,05	0,04	0,84
Paraguaia	29,53 ^{ab}	3,87	3,49	0,59	<0,01	<0,01	0,87
Ácido propiônico (mmol/l)							
5721	0,00	2,82	5,31	0,44	0,02	0,01	<0,01
5803	0,00	0,33	1,87	0,53	0,05	0,02	0,23
5925	0,00	0,78	4,70	0,64	0,46	<0,01	<0,01
6057	0,00	0,00	8,96	0,19	1,00	<0,01	<0,01
IAC90	0,00	0,00	4,41	0,27	1,00	0,01	0,03
Paraguaia	1,42	0,00	7,54	0,29	0,23	<0,01	<0,01
Ácido butírico (mmol/l)							
5721	23,69 ^{ab}	7,07	17,88	1,83	0,03	0,18	0,08
5803	19,80 ^{ab}	6,06	19,91	1,49	0,06	0,99	0,06

5925	32,57 ^a	7,35	12,20	1,58	0,01	<0,01	0,36
6057	19,38 ^{ab}	7,15	12,16	3,56	0,10	0,24	0,39
IAC90	27,14 ^a	9,90	19,67	1,40	0,02	0,15	0,08
Paraguaia	12,00 ^b	11,22	11,04	1,07	0,74	0,74	0,94

Médias seguidas da mesma letra nas colunas não diferem entre si ($P>0,05$) pelo teste de Tukey. EPM = Erro padrão da média

Para Araújo et al. (2007), um elevado conteúdo de ácido acético pode restringir a fermentação láctica. Tal fato é observado neste trabalho conforme a redução do ácido acético, pois houve um aumento na concentração de ácido láctico. Wanapat et al. (2018) verificaram concentração de 4,64 mmol/L na silagem da parte aérea da mandioca, valores semelhantes foram observados neste estudo.

As concentrações de ácido propiônico apresentaram aumento conforme a ensilagem, tanto o ácido acético, quando o ácido propiônico tiveram ação contra leveduras e, portanto, podem ser eficientes na melhoria da estabilidade aeróbia de silagens (McDONALD et al., 1991).

Os valores de ácido butírico encontrados indicam que as silagens dos cultivares apresentaram teores de matéria seca e carboidratos solúveis adequados para promover queda rápida do pH e impedir fermentações indesejáveis. Entretanto, no tempo 56 há um aumento na concentração de ácido butírico, fato que pode ser explicado com o aumento das bactéria do gênero *clostridium* (Tabela 6), e a redução das bactéria ácido lácticas.

Com relação ao pH (Figura 1) verificou-se um efeito Linear negativo para todas a cultivares, observasse que inicialmente o pH, está em média para as cultivares em 5,85 antes da ensilagem, após a ensilagem da parte área da mandioca das cultivares, no dia 1 de abertura já se observa um a redução no pH que em média para as cultivares foram de 4,48.

A partir do terceiro dia de ensilagem os valores de pH foram em média de 3,57, havendo pouca variação ao longo do período de ensilagem, assim pode-se observar que o pH estabilizou, promovendo uma boa fermentação microbiológica da silagem (Tabela 6).

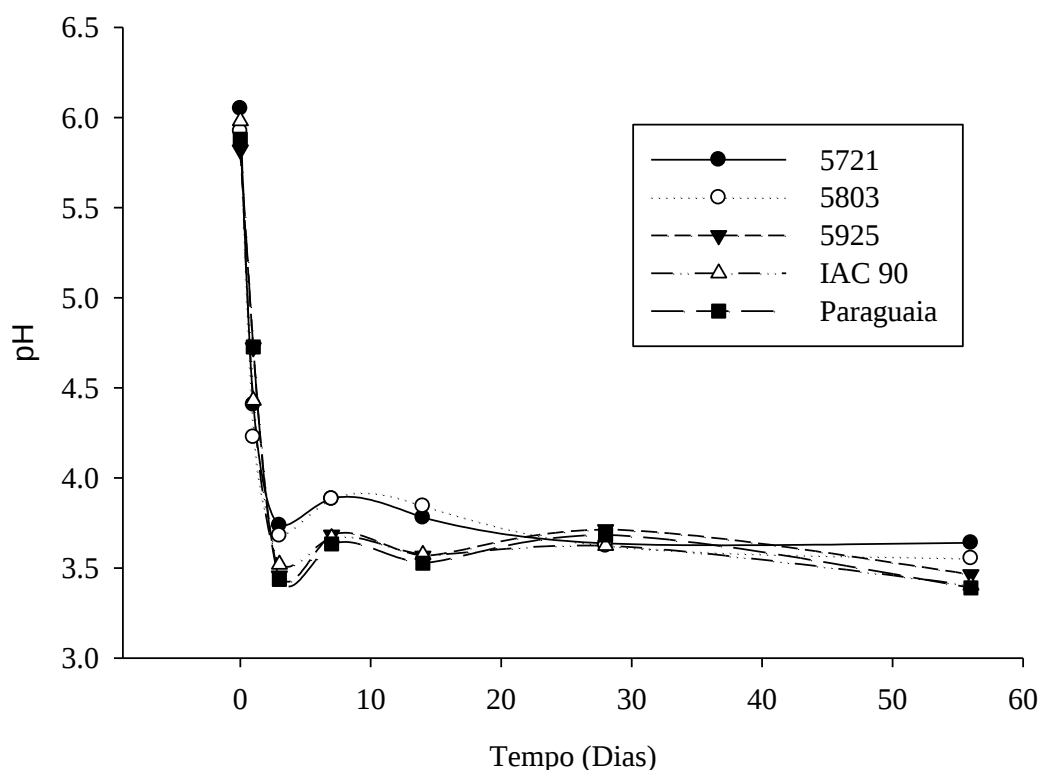


Figura 1. Potencial hidrogeniônico (pH) da parte aérea de diferentes cultivares de mandioca ao longo dos tempos de abertura

Os valores de pH apresentaram um comportamento esperado, sendo que as silagens de todas cultivares da parte aérea da mandioca apresentaram valores de pH inferiores a 4,2, estando dentro da faixa ideal de 3,8-4,2, preconizada por McDonald et al. (1991). A queda do pH ocorreu rapidamente com a ensilagem, favorecendo o desenvolvimento de bactérias lácticas e desfavorecendo as bactérias do gênero *Clostridium* spp. (SILVA et al., 2010), tal como pode ser observado na Tabela 5.

Com relação aos tempos, a concentração de *Clostridium* spp. diferiu entre as silagens da parte aérea da mandioca nos tempos 14 e 28 dias, sendo inferior na cultivar 5721 e 5803 no tempo de 28 dias. E no tempo de 56 dias foi inferior apenas na cultivar 5803 em relação as cultivares 6057 e Paraguaia.

Os microrganismos do gênero *Clostridium* spp. tiveram efeito quadrático apara s cultivares 5721, 5803 e 5925 nos tempos de armazenamento (Figura 4), a proliferação dos microrganismos do gênero *Clostridium* spp. apresentou maior contagem aos três dias de ensilagem nas cultivares avaliadas. Estes resultados foram favoráveis e estão associados com

a redução do pH no decorrer no que é responsável pelo controle da proliferação de *Clostridium* durante o processo fermentativo (McDONALD et al., 1991).

Segundo Santos et al. (2012) o gênero *Clostridium* pode consumir açúcares e ácido láctico, e produzir ácido butírico, além de degradar aminoácidos e gerar como produto final amônia e consequentemente reduzir o valor nutricional das silagens.

Nos tempos de 14, 28 e 56 dias de ensilagem da parte aérea da mandioca as enterobactérias foram encontradas em baixas quantidades e não diferiram entre as cultivares.

As enterobactérias, apresentaram um efeito linear para todas cultivares, com relação aos tempos. A concentração de enterobactérias no momento da ensilagem com a parte aérea da mandioca *in natura* apresentam maiores valores para a cultivar 5721 e IAC 90 e diferem da cultivar 5803.

Com 1 dia de ensilagem a cultivar IAC 90 apresentam os menores valores de enterobactérias e diferem das cultivares 5721, 5803, 5925 e Paraguaia. No 3º dia de ensilagem inicia-se a ter uma redução nos valores de enterobactérias e a Paraguaia é a única que apresenta diferença em relação a 5925 que já apresenta uma menor concentração de enterobactérias. Contudo no 7º dia apenas a cultivar 5803 apresenta uma maior concentração desses microrganismos indesejados, e se difere das demais cultivares.

O efeito linear negativo, redução conforme o tempo de ensilagem, é devido ao fato de possuírem atividades relacionadas com o pH do material ensilado (SCHNEIDER, 2018), o qual se manteve abaixo de 4,2 em todos os tempos de abertura dos silos experimentais. Segundo Stefanie et al. (2000), as enterobactérias podem ser inibidas quando o pH estiver abaixo de 4,5, o que explica a baixa proliferação deste microrganismo neste estudo.

Tabela 6. Avaliação microbiológica de diferentes cultivares de mandioca em diferentes tempos de abertura

Cultivares								EPM
	0	1	3	7	14	28	56	
Clostridium spp, (log UFC g ⁻¹)								
5721 ¹	5,49	7,14	7,25	6,32	4,55 ^a	3,69 ^b	7,17	0,38
5803 ²	5,21	7,24	7,17	6,01	4,00 ^a	5,40 ^{ab}	6,84	0,29
5925 ³	5,71	7,26	6,83	6,47	6,10 ^b	5,20 ^{ab}	6,71	0,12
6057	5,47	6,65	7,59	7,14	6,20 ^b	6,85 ^a	6,76	0,14
IAC 90	5,10	6,97	7,11	6,29	6,69 ^b	4,77 ^{ab}	7,02	0,10
Paraguaia	4,52	7,10	6,88	6,95	6,20 ^b	6,42 ^a	6,86	0,16
Enterobactérias (log UFC g ⁻¹)								
5721 ⁴	5,48 ^a	5,10 ^a	3,58 ^{ab}	0,49 ^b	0,00	0,00	0,00	0,28

5803 ⁵	3,51 ^b	4,53 ^a	1,79 ^{ab}	2,10 ^a	0,33	0,00	0,77	0,38
5925 ⁶	4,57 ^{ab}	5,44 ^a	0,33 ^b	0,59 ^b	0,33	0,49	0,33	0,24
6057 ⁷	4,70 ^{ab}	3,25 ^{ab}	2,89 ^{ab}	0,66 ^b	0,00	0,43	0,33	0,27
IAC 90 ⁸	5,11 ^a	2,88 ^b	3,46 ^{ab}	0,33 ^b	1,32	0,00	0,00	0,26
Paraguaia ⁹	4,31 ^{ab}	4,98 ^a	4,01 ^a	0,82 ^b	0,33	0,77	0,00	0,10
Bactérias ácido-láticas (log UFC g ⁻¹)								
5721 ¹⁰	4,10	7,09	7,21	6,86	5,82	4,15	4,16	0,59
5803 ¹¹	4,59	7,11	7,19	6,15	5,91	4,17	4,15	0,66
5925 ¹²	3,84	6,98	6,97	7,18	5,20	3,83	3,23	0,75
6057 ¹³	3,56	7,10	7,17	7,24	4,89	3,79	3,49	0,71
IAC 90 ¹⁴	4,64	6,87	7,20	5,58	4,26	4,38	2,97	0,70
Paraguaia ¹⁵	3,20	7,23	7,38	5,97	5,36	4,05	3,19	0,79
Leveduras (log UFC g ⁻¹)								
5721	1,26	0,00	0,33	0,44	0,00	0,88	0,50	0,22
5803 ¹⁶	1,99	0,48	0,00	0,28	0,00	0,00	0,50	0,06
5925	0,74	0,11	0,77	0,49	0,46	0,00	0,27	0,18
6057	1,10	0,22	0,00	0,33	0,14	0,00	0,00	0,05
IAC 90 ¹⁷	0,82	0,33	0,67	0,00	0,00	0,00	0,50	0,10
Paraguaia ¹⁸	1,19	0,11	0,00	0,00	0,00	0,83	2,24	0,62

Médias seguidas da mesma letra nas colunas não diferem entre si ($P>0,05$) pelo teste de Tukey. EPM = Erro padrão da média. $Y^1 = 6,9709 - 0,4135x + 0,0314x^2$ ($R^2 = 0,26$); $Y^2 = 6,643 - 0,3249x + 0,032x^2$ ($R^2 = 0,18$); $Y^3 = 6,218 + 0,1804x - 0,0307x^2$ ($R^2 = 0,27$); $Y^4 = 8,5168 - 2,481x + 0,1751x^2$ ($R^2 = 0,92$); $Y^5 = 5,496 - 1,3024x + 0,0789x^2$ ($R^2 = 0,77$); $Y^6 = 7,8379 - 2,7267x + 0,2399x^2$ ($R^2 = 0,75$); $Y^7 = 6,6031 - 1,7699x + 0,1175x^2$ ($R^2 = 0,86$); $Y^8 = 6,603 - 1,7699x + 10,1175x^2$ ($R^2 = 0,86$); $Y^9 = 6,5088 - 1,3957x + 0,0625x^2$ ($R^2 = 0,82$); $Y^{10} = 3,0396 + 2,1482x - 0,3003x^2$ ($R^2 = 0,72$); $Y^{11} = 3,9311 + 1,6241x - 0,2408x^2$ ($R^2 = 0,71$); $Y^{12} = 2,4703 + 2,488x - 0,3552x^2$ ($R^2 = 0,79$); $Y^{13} = 2,3408 + 2,5289x - 0,3568x^2$ ($R^2 = 0,70$); $Y^{14} = 4,3129 + 1,3142x - 0,222x^2$ ($R^2 = 0,73$); $Y^{15} = 2,09532 + 5,687x - 0,3586x^2$ ($R^2 = 0,70$); $Y^{16} = 1,24 - 0,1942x$ ($R^2 = 0,35$); $Y^{17} = 1,0634 - 0,3023x + 0,0196x^2$ ($R^2 = 0,72$); $Y^{18} = 2,4209 - 1,4699x + 0,2042x^2$ ($R^2 = 0,96$).

Para as bactérias ácido-láticas, não foram verificadas diferenças entre as cultivares estudadas, nem *in natura*, nem entre as silagens da parte aérea da mandioca. As bactérias ácido-láticas apresentaram um efeito de ordem quadrática em relação aos tempos, os valores foram aumentando até o tempo de 14 dias, porém reduziram nos tempos 28 e 56 dias. Essas bactérias são tolerantes e se desenvolvem conforme aumentam os teores de matéria seca da silagem (LINDGREN, 1999), o que eleva sua proliferação ao longo do tempo de armazenamento (SCHNEIDER, 2018).

Entretanto, no decorrer do tempo, a silagem da parte aérea da mandioca reduziu a população destas bactérias, o que pode ter sido ocasionado pelas perdas de água na forma de efluentes que aumentaram com o tempo reduzindo, assim, a concentração de nutrientes. Com isso, tornando o meio mais susceptível para os microrganismos indesejáveis, como os *Clostridium* spp e afetando o desenvolvimento das bactérias ácido-láticas. As bactérias ácido-láticas são desejáveis para manter a qualidade da silagem, pois, em meio com o pH ideal e

condições de anaerobiose, fermentam açúcares e produzem ácido lático, ocorrendo a fermentação láctica e inibindo fermentações secundárias (JOBIM; GONÇALVES, 2003).

Não houve diferença entre as cultivares da silagem da parte aérea da mandioca ($P>0,05$) para os dados de levedura, porém foram observados efeitos lineares negativos para a cultivar 5803 e efeitos de ordem quadrática para as cultivares 6057 e IAC 90.

A concentração de levedura foi a baixo nos tempos de ensilagem da parte área da mandioca isso devido aos baixos valores de pH da silagem, apesar das leveduras serem mais resistentes ao pH do que as bactérias, podendo se proliferar em uma ampla faixa de pH que vai de 3 até 8 (McDONALD et al., 1991). O desenvolvimento de fungos e leveduras, segundo Muck et al. (1991) e Ruiz e Munar (1992), está ligado a deterioração aeróbia da silagem, pois as leveduras transformam os açúcares em álcool. Esses microrganismos apresentam alta resistência às variações do pH e sobrevivem em meio anaeróbio.

Com relação aos fungos (Figura 2), foram identificados quatros gêneros de fungos nas análises de silagem da parte aérea da mandioca: *Fusarium* (*Fusarium* sp.), *Cladosporium* (*Cladosporium* sp.), *Aspergillus* (*Aspergillus* sp.) *Phoma* (*Phoma* sp.). Silva et al. (2010) relatam a presença de fungos na silagem da parte área da mandioca sem murcha, porém não citam quais gêneros foram observados.

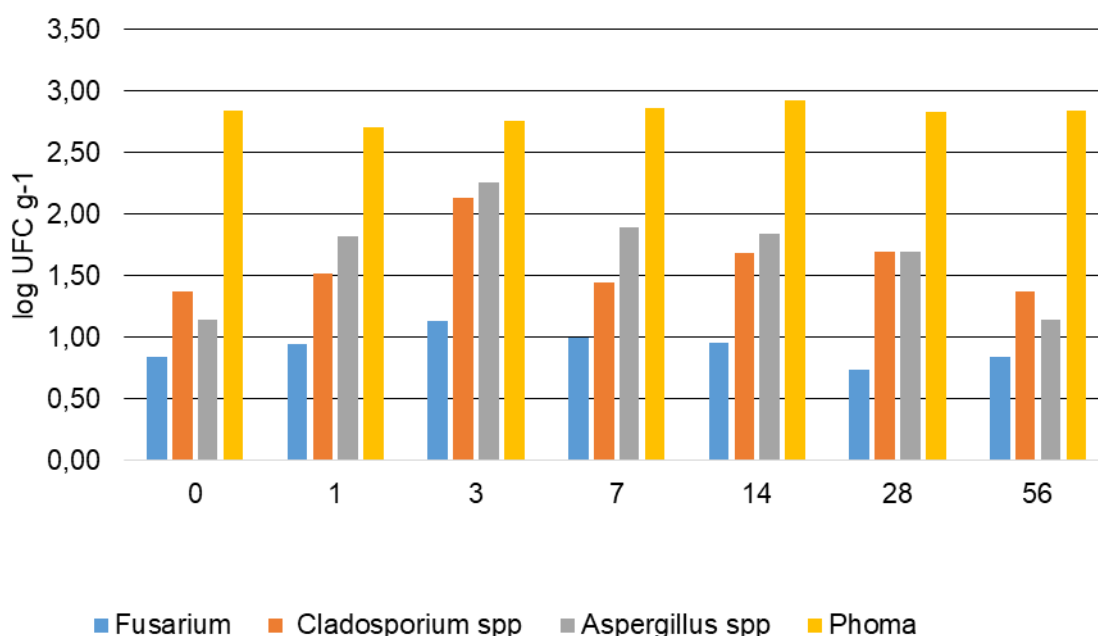


Figura 2. Presença de fungos na silagem da parte aérea de mandioca em diferentes tempos de abertura

Os fungos necessitam de uma temperatura entre 22 e 30 °C, bem como umidade acima de 20% e de oxigênio para se desenvolverem (MUCK e SHINNES, 2001). Eles podem produzir micotoxinas, ou seja, substâncias químicas tóxicas que causam problemas em

ruminantes. No entanto, a produção de toxinas geralmente não ocorre nas mesmas condições observadas para crescimento dos fungos neste estudo, visto que o processo de ensilagem ocorreu de forma adequada.

4.4 Conclusão

A utilização de diferentes cultivares de mandioca para a obtenção de silagem pode ser considerada uma alternativa viável nutricionalmente, pois, além de não deteriorar o material ensilado, ainda mantém os teores de nutrientes da parte aérea da mandioca em níveis recomendados e pode servir como fonte de volumoso independente da cultivar utilizada.

Referências Bibliográficas

- AN, D.; YANG, J.; ZHANG, P. Plant genomics Transcriptome profiling of low temperature-treated cassava apical shoots showed dynamic responses of tropical plant to cold stress. **BMC Genomics**, v. 13, n. 1, p. 64, 2012.
- AOAC - ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis**. 16. ed., Arlington: AOAC International, 1990. 1025p.
- AZEVEDO, E. B.; NÖRNBERG, J. L.; KESSLER, J. D. et al. Silagem da parte aérea de cultivares de mandioca. **Ciência Rural**, v. 36, n. 6, p. 1902-1908, 2006.
- BARCELOS, A. F.; CARVALHO, J. R. R.; TAVARES, VALDIR B. et al. Valor nutritivo e características fermentativas da silagem de capim-elefante com diferentes proporções de casca de café. **Ciência Animal Brasileira**, v. 19, p. 1–12, 2018.
- BHATTA, R., Y. UYENO, K. TAJIMA, A. TAKENAKA, Y. et al. Difference tannins in vitro ruminal methane and volatile fatty acid production, and methanogenic archaea and protozoal populations. **Journal Dairy Science**. 92: 5512-5522. 2009
- BORREANI, G.; TABACCO, E.; SCHMIDT, R. J. et al. Silage review : Factors affecting dry matter and quality losses in silages 1. **Journal of Dairy Science**, v. 101, n. 5, p. 3952–3979, 2018.
- BRACKETT, R.E; SPLITTSTOESSER, D.F. Fruits and. vegetables. In: ANDERZANT, C., SPLITTSTOESSER, D. F. **Compendium for the Microbiological Examination of Foods**. 3 rd ed. Washington DC: American Public Health Association, p. 919-927, 1992.
- CANESIN, R. C.; FIORENTINI, G.; BERCHIELLI, T. T. Inovações e desafios na avaliação de alimentos na nutrição de ruminantes. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 13, n. 4, 2012.

- CHERNEY, J.H.; CHERNEY, D.J.R. Assessing Silage Quality. In: Buxton et al. **Silage Science and Technology**. Madison, Wisconsin, USA. p.141-198, 2003.
- DANTAS, A.G.M.; PAULO, J.L.A.; GUERRA, M.G. et al. Análises bromatológicas de onze cultivares de mandioca. **Revista Caatinga**, v.23, n.3, p.130-136, 2010.
- FAUSTINO, J. O.; TADEU, G.; MODESTO, E. C. et al. Efeito da ensilagem do terço superior da rama de mandioca triturada ou inteira e dos tempos de armazenamento. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 25, n. 2, p. 403–410, 2003.
- FERREIRA, G.D.G.; OLIVEIRA, R.L.; CARDOSO, E.C. et al. Valor nutritivo de coprodutos da mandioca. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.8, n.4, p.364-374, 2007.
- IGARASSI, M.S. **Controle de perdas na ensilagem de capim Tanzânia (*Panicum maximum* Jacq. Cv. Tanzânia) sob os efeitos do teor de matéria seca, do tamanho de partícula, da estação do ano e da presença do inoculante bacteriano**. 2002. 152p. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba.
- JOBIM, C.C.; GONÇALVES, G. D. **Microbiologia de forragens conservadas. Volumosos na produção de ruminantes: valor alimentício de forragens**. Jaboticabal: Funep, p.1-26, 2003.
- JOBIM, C.C.; NUSSIO, L.G.; REIS, R.A. et al. Avanços metodológicos na avaliação da qualidade de forragem conservada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, p.101-119, 2007.
- JUNG, H. G.; ALLEN, M. S. Characteristics of plant cell walls affecting intake and digestibility of forages by ruminants. **Journal of animal science**, v. 73, n. 9, p. 2774-2790, 1995.
- LAZARO, C. Z. **Obtenção e Caracterização Filogenética de Consórcio de Bactérias Fototróficas Púrpuras Não-Sulfurosas Consumidoras de Ácidos Orgânicos Visando a Produção de Hidrogênio em Reator Anaerobio de Batelada**. Dissertação de Mestrado, Escola de Engenharia de São Carlos, 2009.
- LICITRA, G.; HERNANDEZ, T. M.; VAN SOEST, P. J. Standardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminant feeds. **Animal feed science and technology**, v. 57, n. 4, p. 347-358, 1996.
- LINDGREN, S. Can HACCP principles be applied for silage safety. In: **INTERNATIONAL SILAGE CONFERENCE**. Uppsala: Swedish University of Agricultural Science, p.51-66, 1999.
- KUMAR, R.; SINGH, M. Tannins: their adverse role in ruminant nutrition. **J. Agric. Food Chem.**, v. 32, p. 447-453, 1984.

- MAGALHÃES, J. A.; SOCORRO, M.; CARNEIRO, D. S. et al. Bromatologic composition the Marandu grass under effect of different irrigation and nitrogen fertilization. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 36, n. 2, p. 933–942, 2015.
- MAN, V. N.; WIKTORSSON, H. Cassava tops ensiled with or without molasses as additive effects on quality, feed intake and digestibility by heifers. **Asian Australasian Journal Of Animal Sciences**, v. 14, n. 5, p. 624-630, 2001.
- MARI, L.J. **Intervalo entre cortes em capim-marandu (Brachiaria brizantha (Hochst ex. A.Rich.) Stapf cv. Marandu): produção valor nutritivo e perdas associadas à fermentação da silagem**. 2003. 159p. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Universidade de São Paulo - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. Piracicaba.
- McDONALD, P. **The biochemistry of silage**. New York: John Wiley e Sons, 1981. 207p.
- McDONALD, P.J; HENDERSON, A.R.; HERON, S.J.E. The biochemistry of silage (2Ed) Mallow Chalcombe Publications, ISBN 0948617225 1991. 340p.
- MCENIRY, J.; ALLEN, E.; MURPHY, J. D. et al. Grass for biogas production : The impact of silage fermentation characteristics on methane yield *in* two contrasting biomethane potential test systems. **Renewable Energy**, v. 63, p. 524–530, 2014.
- MNICH, E.; VANHOLME, R.; OYARCE, P. et al. Degradation of lignin β -aryl ether units in Arabidopsis thaliana expressing LigD, LigF and LigG from Sphingomonas paucimobilis SYK-6. **Plant biotechnology journal**, v. 15, n. 5, p. 581-593, 2017.
- MODESTO, E. C.; SANTOS, G. T.; VILELA, D. et al. Caracterização da silagem do terço superior da rama de mandioca. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 26, n. 1, p. 137–146, 2004.
- MODESTO, E. C.; SANTOS, G.T.; ZAMBOM, M.A. et al. Consumo, digestibilidade e parâmetros ruminais em vacas gestantes alimentadas com silagem de rama de mandioca. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n. 5, p.944-950, 2008.
- MOREIRA, G. L. P.; PRATES, C. J. N.; OLIVEIRA, L. M. et al. Composição bromatológica de mandioca (Manihot esculenta) em função do intervalo entre podas on the time of pruning. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 40, n. 1, p. 144–153, 2017.
- MOTA, Á. D. S.; ROCHA JUNIOR, V. R.; SOUZA, A. S. et al. Fermentation profile and losses in the ensilage of different fractions of the aerial part from four cassava. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, n. 7, p. 1466–1473, 2011.
- MUCK, R. E.; PITT, R. E.; LEIBENSPERGER, R. Y. A model of aerobic fungal growth in silage. 1. Microbial characteristics. **Grass and Forage Science**, v. 46, n. 3, p. 283-299, 1991.
- MUCK, R. E.; SHINNERS, Kevin J. Conserved forage (silage and hay): progress and priorities. In: **International Grassland Congress**. 2001. p. 753-762.

- NUNES, J. I.; FIGUEIREDO, M. P. D.; OLIVEIRA, B. M. D. et al. Composição química do feno da parte aérea da mandioca em diferentes idades de corte. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 9, n. 1, 2008.
- OGUNADE, I. M.; KIM, D. H.; JIANG, Y. et al. Control of Escherichia coli O157: H7 in contaminated alfalfa silage : Effects of silage additives. **Journal of Dairy Science**, v. 99, p. 4427–4436, 2016.
- ONI, A. O.; SOWANDE, O. S.; ONI, O. O. et al. Effect of additives on fermentation of cassava leaf silage and ruminal fluid of west african dwarf goats. **Archivos de Zootecnia**, v. 63, n. 243, p. 449–459, 2014.
- PEREIRA, L. CARLOS; MATEUS, R. G.; ÍTAVO, L. C. V. et al. Economic analysis of feeding lambs confined by partial replacement of the concentrated by air part of cassava. **Acta Veterinária Brasília**, v. 10, n. 3, p. 258–265, 2016.
- PINHO, E. Z.; COSTA, C.; ARRIGONI, M. B. et al. Fermentation and nutritive value of silage and hay made from the aerial part of cassava (Manihot esculenta Crantz.). **Scientia Agrícola**. v. 61, n. 4, p. 364-370, 2004.
- RAVINDRAN, G.; RAVINDRAN, V. Changes in the nutritional composition of cassava (Manihot esculenta Crantz) leaves during maturity. **Food chemistry**, v. 27, n. 4, p. 299-309, 1988
- RIGUEIRA, J.P.S.; MONÇÃO, F.P., SALES, E.C.J. et al. Crude glycerin levels in ensiling grass Tifton 85 (Cynodon dactylon): fermentative profile and nutritional value. **Revista de Ciências Agrárias**, v.40, p.654-663, 2017.
- RUIZ, R. L.; MUNARI, D. P. Microbiologia da silagem. **Microbiologia zootécnica**. São Paulo: Ed. Roca, p. 97-122, 1992.
- SANTOS, E.M.; PINHO, R.M.A.; BEZERRA, H.F. Avaliação microbiológica de silagens. In SIMPÓSIO MARANHENSE DE PRODUÇÃO DE RUMINANTES A PASTO. 2012, Chapadinha. **Anais...** Chapadinha, MA: SIMPRUPASTO, p. 91-127, 2012
- SCHNEIDER, C.R. **Silagem de coproduto de fecularia de mandioca e de vitivinicultura em diferentes proporções** 2018. 87p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Marechal Candido Rondon, Paraná.
- SCHMIDT, P. **Perdas fermentativas na ensilagem, parâmetros digestivos e desempenho de bovinos de corte alimentados com rações contendo silagens de cana-de-açúcar**. 2006. 228p. Tese (Doutorado em Agronomia). Universidade de São Paulo - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. Piracicaba.
- SILVA, C. F. P. G.; PEDREIRA, M. S.; FIGUEIREDO, M. P. et al. Qualidade fermentativa e caracterização químico-bromatológica de silagens da parte aérea e raízes de mandioca (Manihot esculenta Crantz). **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 32, n. 4, p. 401–408, 2010.

- SILVA, N.; JUNQUEIRA, V.C.A.; SILVEIRA, N.F.A. **Manual de métodos de análise microbiológica de alimentos**. São Paulo: Livraria Varela, 1997. 295p.
- SIQUEIRA, G. R.; REIS, R. A.; SCHOCKEN-ITURRINO, R.P. et al. Associação entre aditivos químicos e bacterianos na ensilagem de cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.4, p.789-798, 2007.
- SNIFFEN, C.J.; O'CONNOR, J.D.; VAN SOEST, P.J. et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, v. 70, n. 12, p. 3562-3577, 1992.
- SOUZA, A. S.; JÚNIOR, R. R., V.; MOTA, D. B. et al. Potential for forage and Nutritional value of hay of different fractions of the aerial parts of four cassava cultivars. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 13, n. 3, p. 604–618, 2012.
- SOUZA, A. S.; ROCHA JÚNIOR, V. R.; MOTA, Á. D. S. et al. Valor nutricional de frações da parte aérea de quatro cultivares de mandioca. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 12, n. 2, 2011.
- SOUZA, C. M.; OLIVEIRA, R. L.; VOLTOLINI, T. V. et al. Lambs fed cassava silage with added tamarind residue: Silage quality , intake , digestibility , nitrogen balance , growth performance and carcass quality. **Animal Feed Science and Technology**, v. 235, n. May 2016, p. 50–59, 2018.
- STEFANIE, J.W.H.; ELFEINK, O.; DRIEHUIS, F. et al. Silage fermentation process and their manipulation. In: **FAO ELETRONIC CONFERENCE ON TROPICAL SILAGE**, Rome, 1999, Rome. Proceedings... Rome: FAO, p.17-30, 2000.
- UDÉN, P. Fresh and ensiled forage plants — total composition , silage losses and the prediction of silage composition from the crop n. **Grass Forage Science**, v. 73, p. 420–431, 2018.
- VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**. Ithaca. Comstock Publishing. 1994. 476 p.
- WANAPAT, M.; KANG, S.; KHEJORNART, P. et al. Improvement of whole crop rice silage nutritive value and rumen degradability by molasses and urea supplementation. **Tropical animal health and production**, v. 45, n. 8, p. 1777-1781, 2013
- WANAPAT, M.; PHESATCHA, K.; VIENNASAY, B. et al. Strategic supplementation of cassava top silage to enhance rumen fermentation and milk production in lactating dairy cows in the tropics. **Tropical Animal Health and Production** n. 1991, 2018.
- WEINBERG, Z.G.; MUCK, R. E. New trends and opportunities in the development and use of inoculants for silage. **FEMS Microbiology Reviews**, v. 19, n. 1, p. 53-68, 1996.
- WOBETO, C.; CORREA, A.; MARIA, C. et al. Nutrients in the cassava (*Manihot Esculenta* crantz) leaf meal at three ages of the plant. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 26, n. 4, p. 865–869, 2006.

5. CINÉTICA DE FERMENTAÇÃO *IN VITRO* DA PARTE AÉREA DE DIFERENTES CULTIVARES DE MANDIOCA E FRACIONAMENTO DA PARTE AÉREA DA MANDIOCA *IN NATURA* E ENSILADA

Resumo: Objetivou-se avaliar a produção cumulativa de gás *in vitro* e digestibilidade *in vitro* da matéria seca, matéria orgânica, proteína bruta e fibra em detergente neutro da parte aérea da mandioca de cultivares *in natura* e ensilada. Foram utilizadas a parte aérea das cultivares de mandioca, 5721, 5803, IAC 90, 5925, 6057 e Paraguaia, as quais foram analisadas *in natura* e ensiladas com 28 e 56 dias para a avaliação do fracionamento de proteína, dividido em frações A, B1, B2, B3 e C, carboidratos totais (CT) e carboidratos não fibrosos (CNF). Foram realizados os fracionamentos de carboidratos nas frações A + B1, B2 e C. Foram realizadas análises de digestibilidade *in vitro* da matéria seca, matéria orgânica, proteína bruta e fibra em detergente neutro. Para a produção de gás, foram realizadas análises da parte aérea das cultivares *in natura* e com 56 dias de ensilagem. O delineamento experimental utilizado foi com medidas repetidas no tempo. As frações A + B1 apresentaram diferenças entre as cultivares nos tempos 0 e 56 dias e apresentam aumento conforme o dia de ensilagem. A fração B2 destacou diferenças entre as cultivares, porém não houve efeito em relação ao tempo de ensilagem ou a fração indigestível (fração C) *in natura* da parte aérea de mandioca. Os resultados de digestibilidade *in vitro* da matéria seca evidenciam diferenças entre as cultivares estudadas, para a parte aérea *in natura* e com 56 dias, foram observadas diferenças entre os tempos das cultivares 5803, IAC 90 e a Paraguaia. A DIVMO apresentou diferenças para as cultivares apenas com o material *in natura* e, em relação aos tempos, as cultivares 5803, IAC 90 e a Paraguaia apresentam aumento na DIVMO. A digestibilidade *in vitro* da proteína bruta salienta diferenças entre as cultivares e aumenta com o tempo de ensilagem, já a DIVFDNB não difere entre as cultivares, assim como são reduzidas as diferenças com o tempo de ensilagem. Com relação a produção de gás *in vitro*, as cultivares se diferenciam entre si, bem como a cultivar IAC 90 e a Paraguaia apresentam maior produção de gás total. É possível observar diferenças entre a produção de gás da parte aérea ensilada com 56 dias e *in natura*. Sendo assim, o processo de ensilagem da parte aérea da mandioca melhora a digestibilidade *in vitro* da matéria seca e aumenta a produção de gás *in vitro* total de diferentes cultivares de mandioca, sendo a IAC 90 e Paraguai as mais efetivas.

Palavras-chave: alimentos alternativos, digestibilidade, ensilagem, *in natura*, produção de gás

IN VITRO FERMENTATION KINETICS OF AERIAL PART FROM DIFFERENT CULTIVARS OF CASSAVA AND FRACTIONING OF PROTEINS FROM THE SILAGE OF AERIAL PART OF CASSAVA

Abstract: The objective of this study was to evaluate the *in vitro* gas accumulation and *in vitro* digestibility of dry matter, organic matter, crude protein and neutral detergent fiber of cassava aerial part of fresh and ensiled cultivars. The cassava aerial part of the cultivars: 5721, 5803, IAC 90, 5925, 6057 and Paraguaia were analyzed *in natura* and in silage with 28 and 56 days for the evaluation of fractionation of protein, divided into fractions A, B1, B2, B3 and C, total carbohydrates (TC) and non-fibrous carbohydrates (NFC). Carbohydrate fractions were performed in fractions A + B1, B2 and C. of *in vitro* digestibility of dry matter, organic matter, crude protein and neutral detergent fiber. To produce gas, analyzes of the top cassava of *in natura* and 56 days of ensilage were performed. The experimental design used was time-repeated measures. The fraction A + B1 presented differences between the cultivars at 0 and 56 days and presented increase according to the day of silage, fraction B2, presented differences between the cultivars, but there was no effect in relation to the silage time, the indigestible fraction (fraction C) in *natura* of cassava aerial part. The *in vitro* dry matter digestibility results showed differences between the studied cultivars, for cassava aerial part *in natura* and with 56 days, differences between the times of cultivars 5803, IAC 90 and Paraguaia were observed. The IVDOM presented differences for the cultivars only with the *in natura* material, and in relation to the times the cultivars 5803, IAC 90 and Paraguaia have an increase in IVDOM. The *in vitro* digestibility of the crude protein showed differences between the cultivars and increased with the ensiling time, since the IVDNDF did not differ among the cultivars, and they were reduced with ensiling time. In relation to *in vitro* gas production the cultivars differ, and the IAC 90 and Paraguay variety have higher total gas production, and a difference between the gas production of the ensilage area with 56 days and *in natura* was observed. In this way the process of ensilage of cassava aerial part improves the *in vitro* dry matter digestibility and increases the total *in vitro* gas production of different cultivars of cassava, with IAC 90 and Paraguaia being the most effective.

Keyword: alternative food, digestibility, ensilage, *in natura*, gas production

5.1 Introdução

A busca incessante por fontes de alimentos mais econômicos para a formulação de dietas para os animais é uma realidade na produção animal. Apesar da grande maioria dos alimentos utilizados na produção animal serem provenientes de produtos tradicionais como milho e soja, os subprodutos agroindustriais são de extrema importância para as regiões nas quais há disponibilidade de cada um deles. Entretanto, o conhecimento da composição química e o valor nutricional desses alimentos alternativos são imprescindíveis para uma melhor utilização na alimentação animal (MARQUES et al., 2014).

A planta da mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) possui alta adaptação a região tropical, possibilitando a produção de alimento de baixo custo utilizando diversas partes da planta. A parte aérea desta planta (ramas e folhas) possui baixo valor para o agricultor, porém, tem potencial para ser utilizada como fonte de volumoso na forma de silagem nas dietas de ruminantes. Contudo, a caracterização da fermentação ruminal das frações proteicas e de carboidratos são importantes no sentido de dar suporte para a utilização deste alimento na nutrição, visto que são compostos que atuam de forma conjunta no metabolismo ruminal (MODESTO et al., 2004; SILVA et al., 2018). Para SOUZA et al. (2011), a utilização da parte aérea da mandioca na alimentação de ruminantes é considerada uma alternativa para o uso da silagem de milho.

Os métodos *in vitro* e *in situ* são alternativas para os métodos *in vivo* de estudo para estimar e comparar a digestão da fibra no rúmen (LOPES e COMB, 2015). Técnicas *in vitro* para estimar a digestibilidade são mais convenientes e econômicas em comparação ao método *in vivo* (OLIVO et al., 2017). Assim, várias técnicas *in vitro* e técnicas laboratoriais foram desenvolvidas para a avaliação nutricional dos alimentos, como as propostas por Tilley e Terry (1963) e por Mauricio et al. (1999). Dentre estas técnicas, a produção cumulativa de gases *in vitro* para avaliação de alimentos para ruminantes tem sido o foco de interesse nas últimas décadas (GETACHEW et al., 2004). Tal método fornece a medida da digestibilidade e da cinética de fermentação, permitindo a determinação indireta dos produtos da fermentação (i.e., gases, ácidos graxos voláteis e amônia) (STORM et al., 2012).

Tal sistema é cada vez mais empregado nas análises dos nutrientes utilizados na dieta de ruminantes, principalmente por ser uma técnica de rápida execução, confiável e por possibilitar a avaliação de várias amostras de alimentos por ensaio e por utilizar poucos animais fistulados (BARCELOS et al., 2001; GIRALDO et al., 2006).

Diante disso, a hipótese é que a silagem da parte aérea da mandioca de diferentes cultivares apresente uma melhor cinética de fermentação e maior digestibilidade quanto à mandioca triturada *in natura*. Assim, objetivou-se avaliar a produção cumulativa de gás *in vitro* e digestibilidade *in vitro* da matéria seca, matéria orgânica, proteína bruta e fibra em detergente neutro da parte aérea da mandioca de cultivares *in natura* e ensiladas.

5.2 Material e métodos

Foram utilizadas seis cultivares de mandiocas brasileiras selecionadas para avaliação da utilização da parte aérea da mandioca como forragem. Amostras das cultivares 5721, 5803, IAC 90, 5925, 6057 foram obtidas na área de pesquisa experimental localizada a 24°40'25.7"S 54°16'53.9"W; altitude 242 m, e a cultivar Paraguaia foi coletada na área de pesquisa experimental localizada a 24°30'35.6"S 54°18'21.3"W; altitude 243 m.

O processo de preparação da silagem procedeu-se com o corte e a retirada da parte aérea da mandioca ramas (ramas e folhas) a cerca de 20 cm do solo e, posteriormente, a trituração com o uso de ensiladeira acoplado ao trator. O material triturado para ensilagem foi armazenado em silos experimentais de cano de PVC com 10 cm de diâmetro e 40 cm de comprimento, dotados de válvula do tipo Bunsen. Uma camada de 5 cm de areia autoclavada e seca foi colocada na parte inferior do silo, separada por uma camada de tecido de algodão para escoamento de possíveis efluentes. A compactação foi realizada com bastão de madeira e as tampas com válvulas lacradas com fita adesiva. Foi colocado em média 1,58 kg de material ensilado em cada silo experimental e a massa específica média dos silos foi de 654,30 kg de matéria natural por m³.

No momento da abertura, descartou-se uma camada de 5 centímetros de material ensilado na porção superior e inferior dos silos para evitar contaminações, sendo que o restante do material foi homogeneizado e amostrado para a realização de análises bromatológicas, digestibilidade *in vitro* e produção de gás.

Para as análises bromatológicas (Tabela 1 e Tabela 2), foram separadas amostras *in natura* no momento da abertura dos silos as quais foram pré-secas em estufa com ventilação forçada de ar a 55°C por 72 horas e posteriormente moídas. As análises foram realizadas de acordo com a metodologia da AOAC (1990) para os teores de (MS) (método 934.01), extrato etéreo (EE) (método 920.85), cinzas (MM) (método 938.08), proteína bruta (PB); (método 981.10) e a determinação da fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) foi realizada, segundo Van Soest et al. (1991). A matéria orgânica (MO) foi calculada

pela diferença entre a MS e a MM. Os carboidratos totais (CT) e carboidratos não fibrosos (CNF) foram calculados conforme as equações propostas por Sniffen et al. (1992). O fracionamento de carboidratos determinou as frações A + B1, B2 e C.

Quanto ao fracionamento de proteína, as frações A, B1, B2, B3 e C foram estimadas pelas equações descritas por Licitra et al (1996).

Tabela 4. Composição bromatológica das cultivares de mandioca in natura expressos em g/kg de MS

Nutriente	Cultivar					
	5721	5803	5925	6057	IAC 90	Paraguaia
Matéria seca	179,01	177,40	163,59	176,77	174,80	208,0
Matéria orgânica	921,69	923,56	918,96	927,96	925,75	935,60
Extrato etéreo	48,57	38,93	46,02	37,27	47,48	49,50
FDN ¹	539,46	597,29	551,59	575,17	556,30	578,80
FDA ²	455,51	495,12	411,16	455,44	428,80	411,20
Lignina	124,73	122,02	119,90	113,41	100,80	110,80
Carboidratos totais	748,25	795,35	772,83	797,82	768,04	771,80
CNF ³	208,79	198,05	221,24	222,65	211,75	192,90
PIDA ⁴	52,23	38,55	43,38	42,93	51,29	41,19
PIDN ⁵	38,56	33,83	32,53	30,78	44,40	32,58
Fracionamento de carboidratos (g/kg de carboidratos totais)						
Fração A+B1	348,92	301,50	342,46	332,91	342,47	368,40
B2	434,75	476,86	451,29	470,71	482,25	449,49
C	216,33	221,64	206,25	196,37	175,28	182,10

¹FDN: Fibra em Detergente Neutro; ²FDA: Fibra em Detergente Ácido; ³CNF: Carboidratos Não Fibroso; ⁴PIDA: proteína insolúvel em detergente ácido; ⁵PIDN: proteína insolúvel em detergente neutro

Tabela 2. Composição bromatológica das cultivares de mandioca após 56 dias de ensilagem expressos em g/kg de MS

Nutriente	Cultivar					
	5721	5803	5925	6057	IAC 90	Paraguaia
Matéria seca	196,62	194,05	191,08	197,47	192,34	221,86
Matéria orgânica	922,92	928,81	916,03	929,51	933,35	938,76
Extrato etéreo	59,00	61,96	50,28	51,96	58,09	62,61
FDN ¹	532,41	527,29	534,15	555,53	565,98	531,70
FDA ²	405,16	402,83	394,05	415,09	399,63	372,68
Lignina	129,42	95,12	108,39	128,63	131,21	134,88
Carboidratos totais	757,68	773,98	770,99	780,35	764,12	772,53
CNF ³	242,88	210,54	238,89	231,32	243,06	199,47
PIDA ⁴	50,49	50,84	39,87	41,74	48,39	42,02
PIDN ⁵	29,98	37,29	23,39	20,51	32,47	27,69
Fracionamento de carboidratos (g/kg de carboidratos totais)						
Fração A+B1	339,88	383,64	341,94	369,01	329,97	371,09
B2	440,60	463,00	473,01	419,64	439,69	407,57

C	219,52	153,36	185,05	211,35	230,34	221,34
---	--------	--------	--------	--------	--------	--------

¹FDN: Fibra em Detergente Neutro; ²FDA: Fibra em Detergente Ácido; ³CNF: Carboidratos Não Fibroso; ⁴PIDA: Proteína insolúvel em detergente ácido; ⁵PIDN: Proteína insolúvel em detergente neutro

Para a mensuração da produção de gás *in vitro*, foi utilizado o sistema de produção de gás ANKOM® RFS (Ankom Technology Corp., Macedon, NY, EUA), contendo 12 módulos, determinada durante 48 horas, equipado com transponders sem fio (ANKOM, 2012). Doze recipientes de 250 mL, sendo 11 com amostras contendo de 0,5g e um sendo o branco, foram adicionados 25 ml de inóculo preparado pela mistura de fluido ruminal obtido de bois da raça Jersey canulados no rúmen sendo adicionada em cada frasco de vidro destinado a produção de gás, estes aspergidos com CO₂ e vedados com módulos de digestão e 100 ml de solução de A+B ajustados para pH 6,8 (MARTEN e BARNES, 1980).

Os dados foram coletados a cada 10 min e os dados de pressão foram convertidos de in/psi para ml de gás / 100 mg de MS. Foram feitos os ajustes pelo modelo logístico não linear descrito a partir do algoritmo de Gauss-Newton implementado no PROC NLIN do SAS 9.3 (versão 9.3, SAS Institute Inc., Cary, NC) e de acordo com o modelo de Schofield et al. (1994) como segue:

$$V = (A / (1 + \exp(2 + 4 * B * (C - T)))) + (D / (1 + \exp(2 + 4 * E * (C - T))))$$

Em que V é o volume acumulado; A (mL) é o volume de gás oriundo da fração de rápida digestão (CNF); B (%/h) é a taxa de degradação da fração de rápida digestão (CNF); C é a latência ou tempo de colonização em horas; T (h) é o tempo de incubação; D (mL) é o volume de gás da fração de lenta degradação (B2); E (%/h), taxa de degradação da fração B2.

As medidas de digestibilidade *in vitro* foram feitas utilizando a técnica modificada de Tilley e Terry (1963) adaptada ao sistema Ankom DaisyII (Ankom Technology Corp., Macedon, EUA), conforme descrito por Holden (1999). Neste procedimento, 0,25 g de amostras moída referentes aos tempos de abertura 0, 28, 56 dias foram pesadas em saquinhos do tipo Filter Bag F57 (Ankom Technology Corp., Macedon, EUA), os quais foram selados a quente e, em seguida, incubados em jarros com a presença de líquido ruminal e solução tampão.

Foram realizadas coletas de líquido ruminal de bovinos da raça Jersey, castrados, munidos de cânulas ruminais, o líquido coletado foi mantido em garrafa térmica até o momento de seu uso, utilizando-se CO₂ para manter o ambiente anaeróbico. Posteriormente, o líquido ruminal foi filtrado em tecido de algodão e 400 mL foram colocados em cada jarro do fermentador. A solução de saliva artificial (1600 mL) foi adicionada aos 400 mL do líquido

ruminal para cada jarro do fermentador ruminal DAISY®. Em seguida, os filtros contendo as amostras foram acondicionados nos jarros e incubados por 48 h a uma temperatura de 39°C.

No segundo estágio de incubação, 40 mL de HCl a 6 N e 8 g de pepsina foram colocados em cada jarro, mantendo-se a 39°C por mais 24 horas. Ao término deste período, os jarros foram drenados e os saquinhos foram lavados com água destilada e secos em estufa a 105 °C por 12 horas. Posteriormente, os saquinhos foram pesados para determinação da matéria seca (MS) residual e a digestibilidade *in vitro* da MS (DIVMS) foi calculada pela diferença do alimento antes e após a incubação, por meio da fórmula: $\text{DIVMS} = (\text{MS do alimento Inicial} - \text{MS do alimento Residual}) * 100 \text{ MS do alimento Inicial}$.

A digestibilidade *in vitro* da matéria orgânica (DIVMO) foi determinada por meio da queima do resíduo do material incubado em mufla e o resultado foi obtido a partir do cálculo da diferença entre a quantidade incubada e o resíduo após a incubação.

Para a determinação da digestibilidade *in vitro* da proteína bruta (DIVPB), foi usado o mesmo procedimento anterior, porém as amostras após a secagem em estufas foram pesadas para a realização da determinação da proteína bruta segundo a AOAC (1990).

Para a determinação da digestibilidade *in vitro* da FDN (DIVFDN), foi utilizada a técnica de Goering e Van Soest (1975) com incubação das amostras por 48 horas a uma temperatura 39°C, com posterior extração em detergente neutro a partir da análise de FDN. A DIVFDN foi calculada pela diferença entre o FDN do alimento antes e após a incubação.

Realizou-se as análises do material *in natura* e ensilado (28 e 56 dias) para a digestibilidade *in vitro* e apenas no tempo de 56 dias para a produção de gás. O delineamento foi inteiramente casualizado com parcelas subdivididas no tempo com seis cultivares (parcelas), 3 tempos de armazenamento (subparcelas) com 3 repetições, totalizando 54 silos experimentais.

O delineamento foi inteiramente casualizado com medidas repetidas no tempo, as análises estatísticas de digestibilidade *in vitro* e produção de gás foram realizadas no programa SAS (versão 9.4, SAS Institute Inc., Cary, NC) usando o procedimento MIXED. As variáveis dependentes foram analisadas como um desenho de medidas repetidas no tempo. O modelo estatístico referente às variáveis foi:

$$Y_{ijk} = m + T_i + R_j(T_i) + P_k + (TP)_{ik} + E_{ijk}$$

Em que Y_{ijk} representa as variáveis dependentes; m é a média de todas as observações; T_i é o efeito dos tratamentos (cultivares); $R_j(T_i)$ é o efeito de repetição dentro dos tratamentos (erro a); P_k é o efeito do tempo de abertura; $(TP)_{ik}$ representa a interação entre os tratamentos e o tempo de abertura; E_{ijk} é o efeito residual (erro b).

As variâncias residuais foram assumidas como sendo normalmente distribuídas, e todos os dados são apresentados como mínimos quadrados significativos. As médias e os erros padrões foram determinados usando a instrução LSMEANS, assim como as diferenças das médias foram determinadas usando a instrução PDIFF.

Os valores de *P* para efeitos entre os tempos foram analisados usando contrastes polinomiais ortogonais.

5.3 Resultados

O fracionamento de proteína (Tabela 3) está dividido entre as frações A, B1, B2, B3 e C. A fração A de disponibilidade imediata no rúmen não apresentou diferenças ($P>0,05$), porém, no tempo 56 dias, a cultivar Paraguaia apresentou maiores teores de fração A em relação a cultivar 5721, com as demais cultivares.

As frações B1 e B2 são as de média degradação. Para a fração B1, não foram obtidas diferenças significativas ($P>0,05$) entre as cultivares nos tempos 0 e 28, porém verificadas diferenças ($P<0,05$) entre as silagens das cultivares nos tempos de 56 dias de abertura e as cultivares 6057. A cultivar IAC 90 apresenta a maior média, enquanto a 5721 apresenta as menores médias e diferenciam de todas as cultivares estudadas.

Com relação aos tempos de cada cultivar, para a fração B1, a cultivar 5721 apresentou diferenças entre a cultivar ensilada no tempo 28 e *in natura*, já a 5803 apresentou diferença para o material *in natura* e o tempo de abertura de 28 dias, e a cultivar IAC 90 o material *in natura* apresentou diferenças entre os tempos 28 e 56 dias.

Na fração B2, a parte aérea da mandioca *in natura* não apresentou ($P>0,05$) diferenças entre as cultivares, porém, com o material ensilado com 28 dias, foram observadas diferenças entre as silagens da parte aérea da cultivar 5721, 5925 e IAC 90. Em relação às cultivares 6057 e a Paraguaia, o mesmo foi observado no tempo de 56 dias, porém a cultivar IAC 90, nesse tempo, também apresentou diferença entre 5721 e 5925.

Em relação a cada cultivar e tempo, os tempos da IAC 90 apresentam diferenças entre si, assim como a cultivar Paraguaia apresentou diferenças entre os tempos do material *in natura* e ensilado com 56 dias, sendo inferior na silagem.

Tabela 3. Compostos nitrogenados e fracionamento, da parte aérea de diferentes cultivares de mandioca *in natura* (0 dias) e ensilada (28 e 56 dias)

Cultivar	Tempo	Contrastes
----------	-------	------------

	0	28	56	EPM	0 vs. 28	0 vs. 56	56 vs. 28
Proteína Bruta (g/kg de MS)							
5721	124,87 ^a	113,55 ^a	117,25 ^a	0,77	0,54	0,76	0,83
5803	89,29 ^b	86,92 ^b	92,39 ^b	0,29	0,71	0,70	0,42
5925	100,10 ^{ab}	98,18 ^a	94,64 ^b	0,21	0,66	0,09	0,44
6057	92,87 ^b	88,08 ^b	91,13 ^b	0,32	0,22	0,20	0,39
IAC90	110,23 ^{ab}	104,91 ^a	103,12 ^{ab}	0,30	0,17	0,08	0,56
Paraguaia	114,21 ^{ab}	113,35 ^a	117,51 ^a	0,32	0,78	0,32	0,25
Fração A (g/kg de PB)							
5721	310,95	330,27	285,17 ^b	1,05	0,17	0,13	0,1
5803	333,38	335,13	311,08 ^{ab}	1,58	0,95	0,38	0,39
5925	319,56	310,36	306,58 ^{ab}	1,97	0,65	0,62	0,85
6057	326,31	316,48	311,97 ^{ab}	1,38	0,61	0,23	0,81
IAC90	322,12	343,63	315,74 ^{ab}	1,57	0,51	0,75	0,40
Paraguaia	412,21	435,96	447,99 ^a	1,58	0,40	0,20	0,65
Fração B1 (g/kg de PB)							
5721	46,96	85,10	53,83 ^c	1,04	0,05	0,67	0,08
5803	54,96	87,96	102,96 ^{ab}	1,13	0,14	0,05	0,42
5925	56,16	92,27	82,01 ^b	1,81	0,22	0,38	0,70
6057	55,71	111,07	125,63 ^a	3,12	0,29	0,19	0,77
IAC90	46,80	114,55	138,36 ^a	0,99	<0,01	<0,01	0,13
Paraguaia	45,22	107,30	114,48 ^{ab}	2,91	0,11	0,14	0,83
Fração B2 (g/kg de PB)							
5721	223,02	217,68 ^a	225,54 ^a	3,08	0,70	0,89	0,59
5803	141,78	189,27 ^{ab}	112,56 ^{ab}	2,06	0,27	0,32	0,12
5925	190,52	230,18 ^a	188,46 ^a	5,99	0,54	0,97	0,52
6057	154,48	136,26 ^b	104,05 ^{ab}	3,40	0,80	0,22	0,66
IAC90	165,80	255,56 ^a	74,26 ^b	1,92	0,01	0,01	<0,01
Paraguaia	182,68	141,67 ^b	78,65 ^b	2,68	0,40	0,05	0,23
Fração B3 (g/kg de PB)							
5721	153,11	126,92	178,28 ^{ab}	3,50	0,66	0,61	0,42
5803	75,10	152,35	192,40 ^{ab}	2,14	0,11	0,05	0,30
5925	153,52	119,49	175,35 ^{ab}	2,74	0,23	0,11	0,11
6057	131,68	90,26	234,22 ^a	2,78	0,43	0,04	0,07
IAC90	171,28	54,10	157,72 ^{ab}	3,64	0,13	0,68	0,16
Paraguaia	124,00	101,63	121,23 ^b	3,05	0,67	0,95	0,71
Fração C (g/kg de PB)							
5721	265,97	240,04 ^{ab}	257,17	3,15	0,64	0,85	0,76
5803	394,78	235,30 ^{ab}	281,00	0,89	<0,01	<0,01	0,07
5925	280,24	247,70 ^{ab}	247,60	3,12	0,51	0,54	1,00
6057	331,82	345,93 ^a	224,13	4,98	0,86	0,20	0,17
IAC90	294,00	232,16 ^{ab}	313,93	3,64	0,40	0,63	0,29

Paraguaia	235,88	213,44 ^b	237,64	2,48	0,57	0,97	0,54
-----------	--------	---------------------	--------	------	------	------	------

Médias seguidas da mesma letra nas colunas não diferem entre si ($P>0,05$) pelo teste de Tukey. EPM = Erro padrão da média

Os teores da fração B3 apresentam diferença apenas para o tempo 56 entre as silagens de parte aérea, com a cultivar 6057 sobressaindo sobre a Paraguaia. As demais não apresentam diferenças entre si e, com relação aos tempos de cada cultivar, apenas foram identificadas diferenças entre os tempos 0 e 56 da cultivar 5803, a parte aérea da mandioca ensilada superior a *in natura*.

Em relação a fração C, que representa a fração indigestível da proteína, os dados não apresentam diferenças ($P>0,05$) entre as cultivares com o material *in natura* e no tempo de ensilagem de 56 dias, porém é observada uma diferença no tempo de 28 dias, sendo que os resultados foram que a cultivar 6057 teve maior fração C em relação a cultivar Paraguaia. Para os tempos, a cultivar 5803 apresentou uma redução nos teores da fração indigestível entre o material *in natura* e o material ensilado da parte aérea nos dois tempos avaliados.

Quanto aos teores de carboidratos totais (Tabela 4), foram verificadas diferenças entre as cultivares *in natura* e ensilada com 28 dias, em ambos os tempos a cultivar 5803 apresentou os maiores teores e a cultivar 5721 os menores teores de CT. Para os tempos de ensilagem de cada cultivar, apenas foram observadas diferenças entre o tempo 0 e 28 da cultivar 6057, com uma redução no teor de carboidratos totais.

O fracionamento de carboidratos é dividido nas Frações A+B1, B2 e C, os teores entre as cultivares apresentam ($P<0,05$) diferenças para a parte aérea da mandioca *in natura* e ensilada com 56 dias. No tocante à fração A+B1, as cultivares *in natura* apresentam diferença entre a Paraguaia e a 5803 e com 56 dias de ensilagem da parte aérea entre a 5803 e IAC 90 as demais cultivares não se diferem. A cultivar 5803 apresenta aumento entre a parte área de mandioca *in natura* e com 56 dias de ensilagem, o mesmo pode estar relacionado com o aumento de CNF, o mesmo resultado é observado para a 6057.

No tocante à fração B2 (carboidratos fibrosos potencialmente degradáveis), foram verificadas diferenças entre as cultivares, porém não houve efeito em relação ao tempo de ensilagem.

Com relação a fração indigestível (fração C) da parte aérea de mandioca *in natura*, identificou-se diferenças entre as cultivares 5803 e IAC 90. De modo semelhante, a mandioca ensilada com 56 dias apresentou diferenças para a cultivar IAC 90 e a Paraguaia em relação a 5925 e 5804, está última apresentando o menor teor de fração C.

Tabela 4. Fracionamento de carboidratos, da parte aérea de diferentes cultivares de mandioca *in natura* (0 dias) e ensilada (28 e 56 dias)

Cultivar	Tempo				Contrastes (<i>P-Valor</i>)		
	0	28	56	EPM	0 vs. 28	0 vs. 56	56 vs. 28
Carboidratos Totais (g/kg de MS)							
5721	748,25 ^c	750,59 ^c	764,07	9,75	0,09	0,88	0,08
5803	795,35 ^a	798,39 ^a	774,45	4,38	0,69	0,21	0,04
5925	772,83 ^b	768,18 ^{bc}	771,12	4,30	0,56	0,80	0,70
6057	797,82 ^a	778,37 ^b	786,43	4,99	0,05	0,31	0,24
IAC90	768,04 ^b	773,33 ^b	772,14	4,70	0,49	0,62	0,87
Paraguaia	771,81 ^b	761,41 ^{bc}	758,64	5,81	0,36	0,09	0,78
Fração A+B1 (g/kg de CT)							
5721	348,92 ^{ab}	334,42	339,88 ^{ab}	13,83	0,75	0,82	0,57
5803	301,50 ^b	356,83	383,64 ^a	17,43	0,12	0,03	0,37
5925	342,46 ^{ab}	342,08	341,94 ^{ab}	7,29	0,98	0,95	0,99
6057	332,91 ^{ab}	351,26	369,01 ^{ab}	9,85	0,36	0,05	0,37
IAC90	342,47 ^{ab}	321,21	329,97 ^b	19,69	0,53	0,72	0,79
Paraguaia	368,40 ^a	334,64	371,09 ^{ab}	24,49	0,47	0,94	0,44
Fração B2 (g/kg de CT)							
5721	434,75 ^b	438,33	440,60 ^{ab}	14,39	0,20	0,23	0,08
5803	476,86 ^{ab}	449,49	463,00 ^a	16,81	0,37	0,57	0,63
5925	451,29 ^{ab}	450,06	473,01 ^a	14,33	0,96	0,49	0,40
6057	470,71 ^{ab}	447,31	419,64 ^b	12,61	0,25	0,05	0,19
IAC90	482,25 ^a	473,57	439,69 ^{ab}	15,49	0,70	0,15	0,19
Paraguaia	449,49 ^{ab}	477,47	407,57 ^b	16,05	0,40	0,17	0,10
Fração C (g/kg de CT)							
5721	216,33 ^{ab}	227,25	219,52 ^{ab}	13,65	0,65	0,84	0,50
5803	221,64 ^a	193,68	153,36 ^c	21,28	0,41	0,05	0,27
5925	206,25 ^{ab}	207,85	185,05 ^b	20,34	0,96	0,55	0,54
6057	196,37 ^{ab}	201,43	211,35 ^{ab}	14,75	0,84	0,55	0,70
IAC90	175,28 ^b	205,22	230,34 ^a	7,27	0,09	0,03	0,12
Paraguaia	182,10 ^{ab}	187,89	221,34 ^a	10,16	0,73	0,06	0,13

Médias seguidas da mesma letra nas colunas não diferem entre si ($P>0,05$) pelo teste de Tukey. EPM = Erro padrão da média

Os coeficientes de digestibilidade *in vitro* da matéria seca (Tabela 3) apresentam diferenças ($p < 0,05$) entre as cultivares de mandioca em relação ao tempo de armazenamento.

No tempo 0 com o material *in natura*, as cultivares 5721, 5925, IAC 90 e a Paraguaia apresentam maiores médias de digestibilidade da matéria seca em relação as cultivares 5803 e 6057. No tempo 56, a cultivar 5803, 5925 e a Paraguaia apresentaram as maiores médias de

digestibilidade da matéria seca e a cultivar 6057 apresenta as menores médias. No tempo de ensilagem de 28 dias, não foram observadas ($p>0,05$) diferenças entre as cultivares.

Tabela 5. Médias de digestibilidade *in vitro* das cultivares de mandioca em relação aos tempos de armazenamento e os contrastes entre os tempos

Digestibilidade <i>in vitro</i> de matéria seca (g/kg)							
Cultivar	Tempo				Contrastes (<i>p</i> -valor)		
	0	28	56	EPM	<i>In natura</i> vs. 28	<i>In natura</i> vs. 56	28 vs. 56
5721	602,61 ^{ab}	607,50	610,62 ^{ab}	5,98	0,41	0,32	0,59
5803	577,52 ^{bc}	622,78	625,24 ^a	9,22	0,02	0,01	0,85
5925	611,96 ^a	613,58	619,08 ^a	4,96	0,85	0,39	0,54
6057	558,56 ^c	595,99	599,37 ^b	17,42	0,35	0,05	0,92
IAC90	604,26 ^a	605,56	609,77 ^{ab}	11,19	0,95	0,74	0,84
Paraguaia	602,53 ^{ab}	621,23	620,34 ^a	2,90	0,01	0,00	0,29
Digestibilidade <i>in vitro</i> de matéria orgânica (g/kg)							
5721	620,42 ^a	634,67	623,50	10,03	0,42	0,69	0,52
5803	602,74 ^{ab}	636,55	634,75	11,05	0,05	0,09	0,89
5925	641,50 ^a	621,75	635,44	9,02	0,26	0,70	0,39
6057	579,11 ^b	616,34	618,98	20,24	0,74	0,26	0,78
IAC90	620,83 ^a	624,50	631,12	14,58	0,03	0,01	0,24
Paraguaia	616,23 ^a	628,48	632,91	3,07	0,13	0,02	0,51
Digestibilidade <i>in vitro</i> da proteína bruta (g/kg)							
5721	474,85 ^{ab}	525,96 ^a	538,95	16,33	0,11	0,06	0,61
5803	433,12 ^b	456,44 ^b	476,24	11,92	0,28	0,08	0,34
5925	507,82 ^a	521,99 ^a	527,05	13,12	0,54	0,42	0,82
6057	479,35 ^{ab}	500,85 ^{ab}	521,97	20,37	0,49	0,26	0,50
IAC90	429,36 ^b	460,33 ^b	463,22	4,21	<0,01	<0,01	0,56
Paraguaia	537,76 ^a	522,64 ^a	526,07	12,01	0,50	0,32	0,87
Digestibilidade <i>in vitro</i> da fibra em detergente neutro (g/kg)							
5721	404,60	368,65	364,36	8,00	0,02	0,01	0,68
5803	400,22	369,30	362,58	15,44	0,25	0,16	0,78
5925	381,39	378,49	350,20	17,73	0,92	0,33	0,39
6057	386,53	378,67	356,38	9,10	0,60	0,22	0,21
IAC90	372,26	361,55	356,90	6,83	0,48	0,07	0,74
Paraguaia	417,33	377,51	372,39	11,73	0,09	0,05	0,78

Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si nas colunas ($P>0,05$) pelo teste de Tukey; EPM: erro padrão da média

Com relação aos contrastes entre os tempos *in natura* e 28 dias, *in natura* e 56 dias, 28 dias e 56 dias, as cultivares que apresentam diferenças ($p<0,05$) são 5803 e a Paraguaia. Sendo assim, a cultivar 5803 apresenta diferenças entre os tempos 0 e 28, entre o tempo 0 e

56, resultado semelhante ao da cultivar Paraguaia, em que a digestibilidade aumentou com o tempo.

As médias da digestibilidade *in vitro* da matéria orgânica (Tabela 5) apresentaram diferenças entre as cultivares nos tempos estudados ($p < 0,05$). No tempo 0, as cultivares 5721, 5925, IAC 90 e a Paraguaia apresentaram os maiores coeficientes de digestibilidade da matéria orgânica, tal como ocorreu com a digestibilidade da matéria seca, sendo que a cultivar 6057 apresentou a menor DIVMO. Entretanto, para os tempos de ensilagem de 28 dias e tempo 56 dias de não foram evidenciadas diferenças entre as cultivares.

Os dados de contrastes entre os tempos seguiram a mesma ordem dos dados de digestibilidade da matéria seca. A cultivar 5721 não apresentou diferenças entre os tempos ($p > 0,05$), resultados semelhantes aos das cultivares 5803, 5925 e 6057.

Os teores das cultivares IAC 90 e Paraguaia apresentaram diferenças entre os tempos. A cultivar IAC 90 apresentou diferença entre os tempos 28 e 56 dias, sendo que há um aumento na DIVMO em relação ao tempo 0. No entanto, a Paraguaia no tempo 56 é superior ao tempo 0, indicando que existe uma maior digestibilidade nos tempos de ensilagem.

A digestibilidade *in vitro* da proteína bruta das cultivares do material *in natura* apresentou diferenças ($p < 0,05$) entre as cultivares, sendo a cultivar Paraguaia e a 5925 com as maiores médias em relação as cultivares 5803 e a IAC 90, dados que foram semelhantes nos tempos 28 e 56 dias de ensilagem. Os tempos de cada cultivar tiveram efeito ($P < 0,05$) para a cultivar IAC 90 da forma que o tempo 0 com o material *in natura* se diferenciou nos demais tempos.

As cultivares não diferiram em relação a DIVFDN ($P > 0,05$), visto que cada tempo apresenta média de 393,72 g/kg, 372,36 g/kg e 360,47 g/kg para cada respectivo tempo.

Foram observadas diferenças ($P < 0,05$) para os tempos apenas na cultivar 5721, da forma que o material *in natura* foi maior que os demais tempos.

Com relação a produção cumulativa de gás *in vitro*, verificou-se que para a fração A (Tabela 4), composta por carboidratos de rápida degradação, foram observadas diferenças entre as médias das cultivares ($P < 0,05$), sendo que, para a IAC 90, verificou-se a mais elevada média (6,03 mL) e a cultivar 5721 a mais baixa (3,08 mL). Para fração B, que representa a taxa de degradação em horas, não foram destacadas diferenças entre as cultivares ($P > 0,05$), porém são identificadas diferenças entre o material *in natura* e o ensilado, sendo que a taxa de gradação é superior no material ensilado.

Verificou-se diferença ($P<0,05$) para a fração C entre as cultivares. Tal parâmetro está relacionado com o tempo de colonização dos microrganismos (lag time), sendo que a cultivar 5721 apresentou um maior tempo de colonização em relação as outras cultivares.

Tabela 6. Produção cumulativa de gás *in vitro* (mL/100 mg MS fermentada) de cultivares de mandioca *in natura* e 56 dias após a ensilagem

Parâmetros cinéticos	Cultivar						Tempo		
	5721	5803	5925	6057	IAC90	Parag	EPM	IN ⁷	56
A (mL) ¹	3,08 ^b	4,13 ^{ab}	4,70 ^{ab}	5,30 ^{ab}	6,03 ^a	4,28 ^{ab}	0,50	5,05	4,13
B (/h) ²	0,29	0,22	0,24	0,23	0,18	0,47	0,04	0,21 ^b	0,33 ^a
C (h) ³	6,49 ^a	5,78 ^{ab}	4,54 ^b	4,41 ^b	4,56 ^b	4,93 ^b	0,26	5,05	5,19
D (mL) ⁴	6,28	6,57	5,68	5,38	6,88	7,37	0,47	5,42 ^b	7,29 ^a
E (/h) ⁵	0,06	0,05	0,07	0,05	0,06	0,08	0,01	0,06	0,06
A+D (mL) ⁶	9,36 ^b	10,68 ^{ab}	10,4 ^{ab}	10,65 ^{ab}	12,92 ^a	11,65 ^a	0,59	10,46	11,43

A¹: volume de gás produzido pelos carboidratos não fibrosos (CNF); B²: taxa de degradação dos CNF; C³ é a latência ou tempo de colonização em horas; D⁴ (mL) é o volume de gás da fração de lenta degradação; E⁵ (/h), taxa de degradação da fração D; A+D⁶ Volume total de gás produzido; IN⁷ *in natura* Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si ($P>0,05$) pelo teste de Tukey. EPM = Erro padrão da média

O volume de gás D (mL) da fração de lenta degradação e a taxa de degradação E (/h) não foram influenciados pelas cultivares de mandioca ($P>0,05$), porém, em relação ao material *in natura* ou ensilado (56 dias), foram observadas diferenças ($P<0,05$), sendo que o material ensilado apresentou maior produção de gás na fração D (mL) em relação ao material *in natura*.

Houve diferença para a produção cumulativa total de gases (A+D) ($P<0,05$), em relação às cultivares seguindo a mesma resposta da fração A, pois as médias da cultivar Paraguaia foram superiores e as médias da cultivar 5721 inferiores, sendo que não foram observadas ($P>0,05$) diferenças entre o material *in natura* e o ensilado com 56 dias.

A produção cumulativa de gás da cultivar 5721 *in natura* e com 56 dias de ensilagem (Figura 1) apresentaram comportamento de formas diferentes, bem como evidências que o material ensilado tem uma maior produção de gás cumulativa em relação ao material *in natura*.

A cultivar 5803, em relação à produção cumulativa de gás *in natura* e com 56 dias, apresentou comportamento de formas diferentes, principalmente na parte inicial do processo, entretanto, o material ensilado apresenta uma maior produção de gás em relação ao material *in natura*.

A produção cumulativa de gás das cultivares *in natura* e com 56 dias de ensilagem (Figura 1) apresentaram comportamento de formas diferentes, assim como evidências de que

o material ensilado apresenta uma maior produção de gás cumulativa em relação ao material *in natura*.

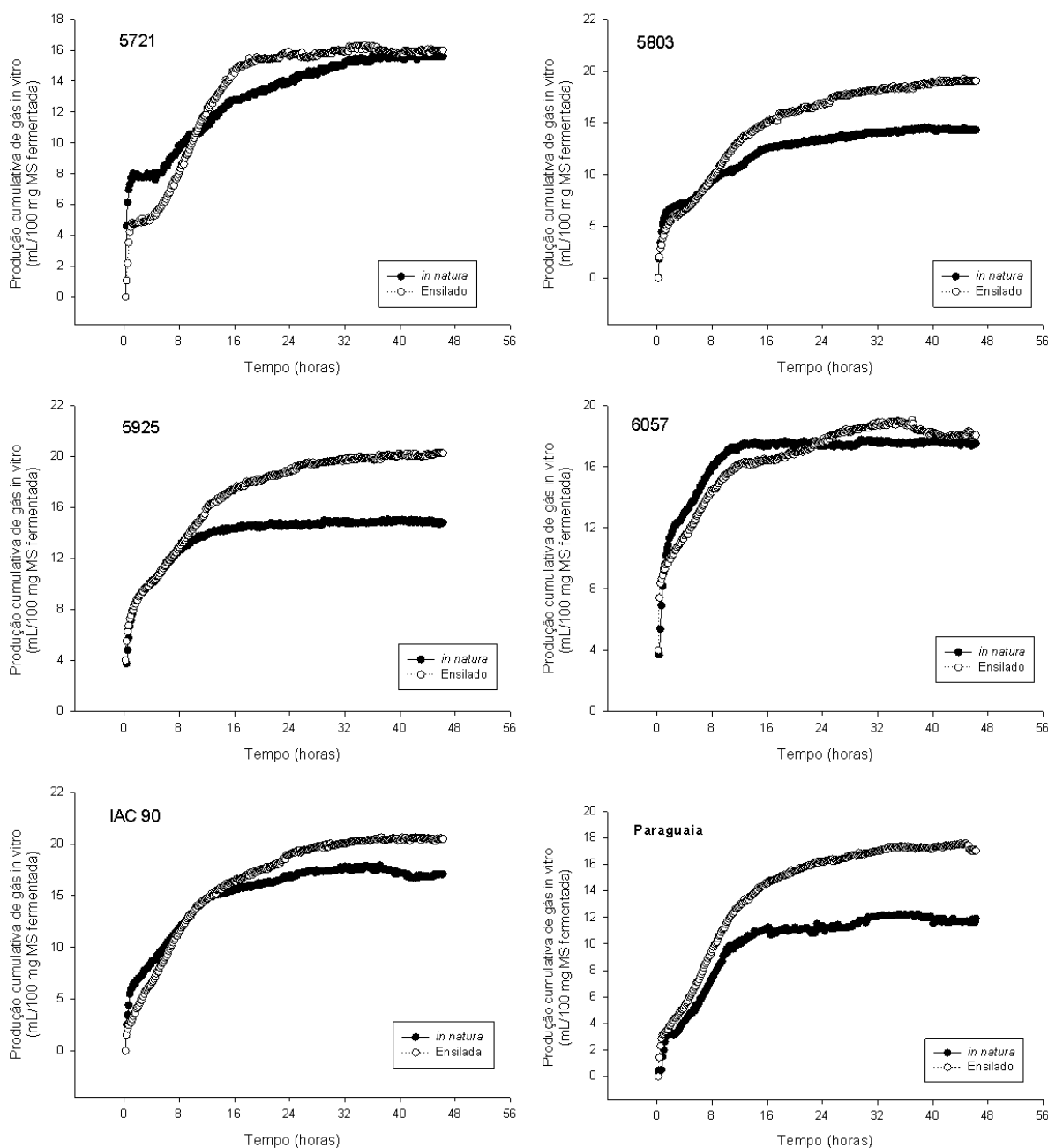


Figura 3. Curvas da produção cumulativa de gás da parte aérea de mandioca de diferentes cultivares *in natura* e ensilada com 56 dias

Com relação a cada cultivar, a parte aérea da mandioca da cultivar 5721 *in natura* teve um comportamento diferente da forma ensilada no início do processo, porém, apresentou menor produção de gás. A cultivar 5803, em relação a produção cumulativa de gás *in natura* e com 56 dias de armazenagem, apresentou comportamento de formas diferentes,

principalmente na parte inicial do processo, porém, o material ensilado teve uma maior produção de gás em relação ao material *in natura*.

Para as curvas da cultivar 5925, o material ensilado e o *in natura* obtiveram o mesmo padrão de produção cumulativa de gás, porém, o material ensilado apresentou maior produção em relação ao material *in natura*.

Os dados da curva de produção de gás da cultivar 6057, em relação ao material ensilado e *in natura*, apresentaram pouca diferença e, apesar do material *in natura* na fração inicial apresentar uma maior produção no quadrante médio e final, os dados do material ensilado apresentam uma maior produção de gás. Na cultivar IAC 90, as curvas de produção de gás apresentaram diferentes comportamentos. No caso dessa cultivar, o material ensilado apresentou uma maior produção de gás em relação ao material *in natura*.

Quanto à produção de gás da cultivar Paraguaia, a curva referente ao material ensilado foi superior ao material *in natura*, demonstrando que o material ensilado tem uma maior produção de gás cumulativa.

5.4 Discussão

A fração A, que corresponde aos compostos nitrogenados não-proteicos, tem diferenças quanto às cultivares apenas no tempo 56 dias, pois quase todas as cultivares avaliadas estão próximas aos observados por Modesto et al. (2004), que avaliaram a silagem do terço superior da mandioca e observaram um teor da fração A de 349,1 g/kg de MS, exceto a cultivar Paraguaia, que apresentou um maior teor da fração A.

Com relação a fração B1 (altamente degradável), os valores observados neste trabalho apresentaram valores variando de 46,96 g/kg até 138,36 g/kg, mas, apresentaram uma alta variação entre as cultivares, principalmente no tempo 56 dias. Tais valores estão próximos dos observados por Faustino et al. (2003) que, ao trabalhar com a silagem do terço superior inteira ou triturada, perceberam valores médios para os tempos de armazenamento de 79,9 g/kg e 58,2 g/kg. Os valores observados por Modesto et al. (2004) foram de 24,6 g/kg para a silagem do terço superior da mandioca, menores que os do trabalho em evidência.

Faustino et al. (2003) obtiveram média de 596,0 g/kg e 623,8 g/kg para a fração B2 na silagem do terço superior de mandioca. Modesto et al. (2004) obtiveram valores mais próximos ao deste trabalho 10,21% para a fração B2. Azevedo et al., (2006) observaram valores semelhantes aos deste trabalho, com a silagem da parte área da mandioca das cultivares S6010, RS13 e Frita com valores 223,3 g/kg, 200,6g/kg e 333,7g/kg,

respectivamente. Ademais, uma média geral muito próxima de 252,5 g/kg encontrada neste trabalho variou de 74,26 g/kg até 255,56 g/kg.

A fração B3, proteína associada à parede celular com lenta taxa de degradação, variou de 75,10 g/kg até 234,32 g/kg apresentando valores próximos aos observados por Azevedo et al. (2006), que variaram de 187,6 g/kg a 290,5g/kg para as cultivares avaliadas. Souza et al. (2012) observaram uma média de 254,9 g/kg para as diferentes porções da mandioca.

Os teores da Fração C, que se referem ao nitrogênio insolúvel em detergente ácido, correlacionados com a lignina, tiveram diferenças entre as cultivares, sendo que a cultivar 5803 evidenciou um aumento em relação ao tempo de ensilagem, porém esses valores tiveram valores semelhantes aos da silagem do terço superior de mandioca observados por Modesto et al. (2004) e Ferreira et al. (2007) de 254,8 g/kg e 256,3 g/kg, respectivamente.

Dantas et al. (2011) notaram, avaliando os teores de carboidratos totais da parte aérea da mandioca, teores que variaram de 809,5 g/kg até 873,3 g/kg entre cultivares de mandioca. Modesto et al., (2008) observaram valores de 775,2 g/kg de CT na silagem de rama de mandioca, valores próximos aos observados neste estudo. Ferreira et al. (2007) avaliando o valor nutritivo de coprodutos da mandioca verificaram teores de CT de 665,3 g/kg para o terço superior.

Os valores obtidos neste trabalho foram superiores aos observados por Modesto et al. (2004) e Souza et al. (2011), que verificaram teores de 250,0 g/kg na silagem do terço superior da mandioca e 244,3 g/kg na planta inteira da mandioca.

Nunes et al. (2008) verificaram, trabalhando com feno da parte aérea de diferentes idades de mandioca, que os teores da fração A+B1 tentem a aumentar com o tempo, assim como relaciona esses valores ao aumento de carboidratos não fibrosos, fato que é observado neste trabalho.

A fração B2 apresenta diferenças entre as cultivares, porém não houve efeito em relação ao tempo de ensilagem. Os valores evidenciados por Azevedo et al. (2006) são de média 443,5 g/kg para as cultivares de mandioca e variam conforme e cultivares, sendo que valores muitos semelhantes foram observados neste estudo. Entretanto, os valores observados por Souza et al. (2011) da planta inteira são de 572,9 g/kg.

Azevedo et al. (2006) verificaram teores menores para fração C (entre 99,1 g/kg e 113,9 g/kg), os dados de Souza et al. (2012) para planta inteira (270,0 g/kg) são superiores ao deste trabalho, porém para o terço superior da mandioca (206,5 g/kg), os teores foram próximos ao deste trabalho.

Os resultados de digestibilidade *in vitro* da matéria seca apresentaram diferenças entre as cultivares estudadas. No tocante à DIVMS, foi verificado que a parte aérea da mandioca *in natura* teve uma média de 558,56 g/kg para a cultivar 6057 e 611,96 g/kg para a cultivar 5925. Tais resultados foram superiores aos estudados por Moreira et al. (2017) que, avaliando a parte aérea de mandioca sem especificar as cultivares em diferentes podas, verificaram uma média de 430,30 g/kg na primeira poda e 469,60 g/kg na segunda poda. Tomich et al. (2008) observaram valores médios de 501,10 g/kg e 583,00 g/kg para a DIVMS avaliando a ensilagem da parte aérea de duas cultivares de mandioca, valores próximos ao do presente trabalho.

Entretanto, as médias das cultivares de mandioca foram superiores conforme o tempo de ensilagem, obtendo uma diferença entre as médias do tempo 0 (*in natura*) e o tempo de ensilagem aos 56 dias. O aumento na DIVMS pode estar relacionado com o teor de carboidratos não fibrosos na composição da silagem com 56 dias que, em algumas cultivares, foi superior.

Pires et al. (2013) relataram, trabalhando com ensilagem de cinco cultivares de sorgo, a redução na digestibilidade da matéria seca, assim como apontaram o aumento da fração lignina como o maior responsável por essa queda. Oliveira et al. (2014) avaliaram tempos de abertura em silagem de capim Mombaça e não notaram diferenças dos tempos para a DIVMS, o processo de ensilagem não aumentou a DIVMS, porém uma silagem bem conservada deve apresentar pouca variação neste parâmetro durante o processo fermentativo.

O aumento da DIVMS nas cultivares 5803 e Paraguaia pode estar relacionado com os teores de CNF e da fração A+B1. Macedo et al. (2012) destacaram, ao avaliar cultivares de cana-de-açúcar, que alimentos com maiores teores de CNF tiveram melhor DIVMS. De acordo com Mertens (1996) e Cabral et al. (2004), carboidratos não-fibrosos apresentam maior disponibilidade nutricional de liberação rápida (fração A+B1), completa e constante entre os alimentos, já os alimentos com menores teores de CNF e maiores teores de FDN, são lentamente digeridos e apresentam disponibilidade nutricional variável.

Os teores médios de DIVPB salientaram diferenças entre as cultivares e, em geral, tiveram valores inferiores aos valores médios observados por Olivo et al. (2017) em folhas de mandioca, que apresentaram média 665,80 g/kg. Ademais, a digestibilidade da PB mais elevada foi para a cultivar 5721, no 56º dia de ensilagem com valor médio de 538,95 g/kg. Os valores observados neste estudo foram inferiores às médias de silagem de milho 749,10 g/kg determinadas por Pinto et al. (2012).

Soares et al. (2013) correlacionaram uma redução da DIVPB da silagem da parte aérea de mandioca ao aumento do valor de proteína insolúvel em detergente neutro e proteína insolúvel em detergente ácido. Fato este que poder comprovado neste trabalho, pois os valores de PIDA e PIDN reduziram com a parte aérea de mandioca *in natura* e ensilada com 56 dias, bem como foi observado um aumento na DIVPB.

O efeito na DIVPB está relacionado com a redução da fração C da proteína na silagem da parte aérea da mandioca, pois com 56 dias foram percebidas reduções em algumas cultivares em relação ao material *in natura*.

As digestibilidades *in vitro* da fibra em detergente neutro apresentaram diferenças entre as cultivares de mandioca apenas com o material *in natura*, sendo as médias do material *in natura* semelhante às observadas por Azevedo et al. (2012) quando obtiveram uma média de 321,0 g/kg de DIVFDN para as hastes de mandioca, valor próximo às médias deste trabalho. Todavia, Olivo et al. (2017) observaram um valor médio de 605,20 g/kg para as folhas de mandioca. Modesto et al. (2001) avaliaram a digestibilidade *in vitro* do FDN das folhas das cultivares IAC-13, IAC-14, Mico, Fibra e Santa Helena Branca com teores de 851,0 g/kg, 848,4 g/kg, 836,1 g/kg, 829,2 g/kg e 789,6 g/kg, respectivamente. Os valores mais baixos observados para a parte aérea podem estar relacionados com a quantidade e a relação hastes *versus* folhas presentes na planta.

Comparando com outras fontes de silagem como o milho, Tres et al. (2014) observaram média de 444,90 g/kg e o sorgo, segundo Chen et al. (2018), apresentou cerca de 500 g/kg. Assim, com relação a esses volumosos a silagem de mandioca apresentou um menor valor de DIVFDN.

Contudo, quando o material foi analisado ensilado não foram observadas diferenças entre as cultivares e ocorreram reduções nos coeficientes de digestibilidade em relação ao tempo para a cultivar 5721. A redução da DIVFDN aos 28 e 56 dias de ensilagem em relação ao material original está diretamente relacionada com a presença dos constituintes da parede celular como a lignina. Tres et al. (2014) relatam que os menores teores de DIVFDN se observam nos híbridos com maiores teores de lignina.

Na técnica de produção de gás, as diferenças entre as cultivares foram observadas para o volume de gás produzido na fração de degradação rápida (Fração A), para o tempo de colonização de bactérias (Fração C) e pela soma do volume de gás produzido pelas frações de degradação rápida e lenta (Fração A + D).

Olivo et al. (2017) avaliaram subprodutos da indústria, avaliaram a cinética da folha da mandioca e obtiveram uma fração A de 1,28 mL, bem como a produção total (A+D) de 2,67

mL. As diferenças entre as cultivares podem ser explicadas pela quantidade distinta de produção de folhas, principalmente no tocante à fração A que é a de degradação rápida, pois contém os carboidratos não fibrosos (CORNOU et al, 2013). Vale salientar que algumas cultivares apresentam maior volume de folhas na parte aérea do que outras. Com isso, a fração A+ D (produção total) confirma essa diferença, pois alimentos com mais folhas tendem a ter uma menor produção de gás, sendo a presença do amido determinante (Hérvás et al., 2005).

Em comparação com a silagem de milho, Campos et al. (2001) verificaram que a silagem de milho apresenta uma produção de gás total (A+D) de 19,4 mL, sendo a fração D a maior produtora de gás. Getachew et al. (2004) obtiveram uma produção de gás total de 29,66 mL, valores estes superiores aos observados na parte aérea da mandioca avaliados neste trabalho.

A fração C está relacionada com o tempo de colonização dos microrganismos (lag time), que é favorecido pela presença de substratos prontamente fermentáveis e por características físicas e químicas da parede celular da amostra, capazes de facilitar a colonização microbiana (MAGALHÃES et al., 2006). De acordo com Luz et al. (2014), o tempo de colonização de alimentos contendo coprodutos, que tem alta solubilidade do amido, tendem a ter um tempo menor de colonização. Olivo et al. (2017) verificaram que o tempo de colonização de alimentos com menor teor de carboidratos fibrosos tendem a ter um tempo de colonização mais rápido.

O lag time é um parâmetro importante e está relacionado com a degradação da fração fibrosa (MERTENS; LOFTEN, 1980).

Apesar da fração D não apresentar diferenças entre as cultivares, ela apresenta uma produção de gás maior em relação a fração A. Isso pode ser explicado por Cheeke (1991) quando afirma que a fração fibrosa do alimento, por proporcionar maior relação acetato: propionato, libera maior quantidade de gás por sua menor eficiência fermentativa e pelas maiores perdas por dióxido de carbono e metano. As diferenças entre os valores da fração A e D da produção de gás podem ser explicadas pelo fracionamento de carboidratos, pois verifica-se que a fração B2 é superior quanto à fração A+B1.

Segundo Mizubuti et al. (2011), o tempo médio de retenção do alimento no rúmen é de 48 horas, quanto maior for a degradação até este tempo, melhor é a qualidade fermentativa do alimento. É possível visualizar nas figuras que as cultivares de mandioca *in natura* foram as com menor acúmulo de gás até 48 horas, e as cultivares ensiladas tiveram um maior acúmulo de gás. Assim, pode-se verificar uma maior eficiência dos alimentos ensilados.

Campos et al. (2001) avaliaram o cultivar Taiwan de capim-elefante *in natura* e ensilado e verificaram que o ensilado tem uma maior produção de gás em relação ao *in natura*. A maior produção de gás pode ser explicada, pois com 56 dias de ensilagem a parte aérea da mandioca apresenta uma maior digestibilidade em comparação com o estado *in natura*.

Os dados de DIVMS foram aumentados em relação ao tempo de ensilagem. Para Cabral et al. (2003) tal fato já era esperado, visto que conforme aumenta a digestibilidade da matéria seca, ocorre também o aumento da produção de gás, assim como a concentração de carboidratos não fibrosos pode ser um fator que interfere nessa situação. Fato que pode ser comprovado neste trabalho com relação aos valores médios de carboidratos não fibrosos na cultivar *in natura* e com 56 dias de ensilagem da parte aérea da mandioca.

5.5 Conclusão

O processo de ensilagem da parte aérea da mandioca melhora a digestibilidade *in vitro* da matéria seca e aumenta a produção de gás *in vitro* total de diferentes cultivares de mandioca, assim como as cultivares que mais se destacaram foram a IAC 90 e a Paraguaia.

Referências bibliográficas

- AOAC - ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis**. 16. ed., Arlington: AOAC International, 1990. 1025p.
- AZEVEDO, E. B.; NÖRNBERG, J. L.; KESSLER, J. D. et al. Silagem da parte aérea de cultivares de mandioca. **Ciência Rural**, v. 36, n. 6, p. 1902-1908, 2006.
- AZEVEDO, J. A. G.; VALADARES FILHO, S.C.; PINA, D .S. et al. Nutritional diversity of agricultural and agro-industrial by-products for ruminant feeding. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 64, n. 5, p. 1246–1255, 2012.
- BARCELOS, A.F.; PAIVA, P.C.A.; PERÉZ, J.R.O. et al. Avaliação da casca e da polpa desidratada de café (*Coffea arabica* L.) pela técnica de degradação *in vitro* de produção de gases. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.6, p.1829-1836, 2001.
- CABRAL, L.S.; VALADARES FILHO, S. C.; DETMANN, E. et al. Composição Químico-Bromatológica, Produção de Gás, Digestibilidade *in Vitro* da Matéria Seca e NDT Estimado da Silagem de Sorgo com Diferentes Proporções de Panículas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 32, n. 5, p. 1250–1258, 2003.

- CABRAL, L.S.; VALADARES FILHO, S.C.; DETMANN, E. et al. Taxas de digestão das frações protéicas e de carboidratos para as silagens de milho e de capim-elefante, o feno de capimtifton-85 e o farelo de soja. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.6, p.1573-1580, 2004.
- CAMPOS, F. P.; SAMPAIO, A. A. M.; VIEIRA, P. F. et al. Digestibilidade in vitro/gás de volumosos exclusivos ou combinados avaliados pelo resíduo remanescente da digestão da matéria seca e produção de gás. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.5, p.1579-1589, 2001.
- CHEEKE, P.R. Feed additives. In: CHEEKE, P.R. (Ed.). **Applied animal nutrition: feeds and feeding**. New York: MacMillem, 1991. 504p.
- CHEN, L; DONG, Z.; LI, J. ET al. Ensiling characteristics , in vitro rumen fermentation and microbial communities and aerobic stability of low-dry matter silages produced with sweet sorghum and alfalfa mixtures. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, 2018.
- CORNOU, C.; NORDISK, N.; WORGAN, H. et al. A ring test of a wireless in vitro gas production system A ring test of a wireless in vitro gas production system. **Animal Production Science**, v. 54, p. 585–592, 2013.
- FAUSTINO, J. O.; TADEU, G.; MODESTO, E. C. et al. Efeito da ensilagem do terço superior da rama de mandioca triturada ou inteira e dos tempos de armazenamento. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 25, n. 2, p. 403–410, 2003.
- FERREIRA, G.D.G.; OLIVEIRA, R.L.; CARDOSO, E.C. et al. Valor nutritivo de coprodutos da mandioca. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.8, n.4, p.364-374, 2007.
- GETACHEW, G.; ROBINSON, P.H.; DEPETERS, E.J. et al. Relationships between chemical composition, dry matter degradation and in vitro gas production of several ruminant feeds. **Animal Feed Science and Technology**, v.111, n.4, p.57-71, 2004.
- GIRALDO, L.A.; GUTIÉRREZ, L.A.; SÁNCHEZ, J. et al. Relación entre presión y volumen para el montaje de La técnica in vitro de producción de gas em Colombia. **Livestock Research for Rural Development**, v.18, n.6, 2006.
- GOERING, H.K., VAN SOEST, P.J. 1975. **Forage fiber analyses (apparatus, reagents, procedures, and some applications)** **Agriculture Handbook 379**. United States Department of Agriculture. 20p.
- HERVÁS, G.; FRUTOS, P.; GIRÁLDEZ, F. J. et al. Effect of preservation on fermentative activity of rumen fluid inoculum for in vitro gas production techniques. **Animal Feed Science and Technology**, v. 123, p. 107-118, 2005
- HOLDEN, L.A. Comparison of methods of in vitro dry matter digestibility for tem feeds. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v. 82, p. 171794, 1999.

- LOPES, F.; RUH, K. e COMBS, D. K. Validation of an approach to predict total-tract fiber digestibility using a standardized in vitro technique for different diets fed to high-producing dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 98, n. 4, p. 2596–2602, 2015.
- LUZ, Y. S.; FIGUEIREDO, M. P.; OLIVEIRA, F. M. et al. Cinética da fermentação ruminal in vitro de dietas contendo palma forrageira enriquecida com ureia e suplementadas com diferentes fontes de amido. **Semina: Ciências Agrárias** v.35, p.1501-1514, 2014.
- MACEDO, G.A.; COSTA, E.D.; VIANA, M.C. et al. Características agronômicas e químicas das cultivares de cana-de-açúcar RB83-5486 e RB86-7515 sob irrigação e sequeiro. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 16, p. 599-603, 2012.
- MAGALHÃES, R.T.; GONÇALVES, L.C.; MAURICIO, R.M. et al. Avaliação de quatro genótipos de sorgo pela técnica in vitro semi-automática de produção de gases. **Revista Brasileira Milho e Sorgo**. v.5, p.101-111, 2006.
- MARQUES, K. M. DE S.; ROCHA JÚNIOR, V. R.; REIS, S. T. et al. Cinética de fermentação in vitro de fenos da parte aérea de mandioca. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 15, n. 3, p. 528–543, 2014.
- MERTENS, D.R. **Using fiber and carbohydrate analyses to formulate dairy rations**. In: INFORMATIONAL CONFERENCE WITH DAIRY AND FORAGES INDUSTRIES, 1996, Wisconsin, USA. Proceedings... Wisconsin, p.81-92. 1996
- MARTENS, G.C.; BARNES, R.F. Prediction of energy digestibility of forages with in vitro rumen fermentation and fungal enzyme systems. In: PIGDEN, W.J.; BALCH, C.C.; production. **Journal Animal Science**, v. 72, p.2980-299, 1994.
- MERTENS, D. R.; LOFTEN, J. R. The effect of starch on forage fiber digestion kinetics in vitro. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v. 63, n. 9, p. 1437-1446, 1980.
- MODESTO, E. C.; SANTOS, G. T.; VILELA, D. et al. Caracterização da silagem do terço superior da rama de mandioca. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 26, n. 1, p. 137–146, 2004.
- MODESTO, E.C.; SANTOS, G.T.; VIDIGAL FILHO, P.S. et al. **Composição química 22 das folhas de cinco cultivares de mandioca (*Manihot Esculenta* Crantz) em diferentes épocas de colheita**. 38º Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia. . In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38ª , 2001, PIRACICABA, SP, Anais..., Piracicaba: SBZ, 2001. p. 1033-1034.
- SOARES, G. S. C.; NASCIMENTO, W. G.; MACÊDO, I. M. et al. **Digestibilidade in vitro da silagem da parte aérea da mandioca acrescida com casca de mandioca**. XIII Jornada de ensino, pesquisa e extensão. In: JEPEX ,2013. Recife, PE, Anais..., Recife: UFPE, 2013.
- GRAHAM, M. (Eds.) **Standardization of analytical methodology for feeds**. Ottawa: IDRC, 1980. p.61-71.

- MAURICIO, R. M.; MOULD, F. L.; DHANOA, M. S. ET AL. A semi-automated in vitro gas production technique for ruminants feed stuff evaluation. **Animal Feed Science and Technology**, v.79, p.321-330, 1999.
- MIZUBUTI, I. Y.; RIBEIRO, E. L. A.; PEREIRA, E. S. et al. Cinética de fermentação ruminal in vitro de alguns coprodutos gerados na cadeia produtiva do biodiesel pela técnica de produção de gás. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 32, n. supl 1, p. 2021-2028, 2011.
- MODESTO, E. C.; SANTOS, G. T.; VILELA, D. et al. Caracterização da silagem do terço superior da rama de mandioca. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 26, n. 1, p. 137–146, 2004.
- MOREIRA, G. L. P.; PRATES, C. J. N.; OLIVEIRA, L. M. et al. Composição bromatológica de mandioca (*Manihot esculenta*) em função do intervalo entre podas on the time of pruning. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 40, n. 1, p. 144–153, 2017.
- OLIVEIRA, E. R.; MONÇÃO, F. P.; MOURA, L. V. et al. Nutritional value of grass silage of mombaça associated with additives agroindustrial. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 35, n. 3, p. 1543–1556, 2014.
- OLIVO, P. M.; SANTOS, G. T. D.; ÍTAVO, L. C. V. et al. Assessing the nutritional value of agroindustrial co-products and feed through chemical composition, in vitro digestibility, and gas production technique. **Acta Scientiarum - Animal Sciences**, v. d, p. 289–295, 2017.
- PINTO, A. P.; MIZUBUTI, I. Y.; AZAMBUJA, E. L. et al. Evaluation of orange peel and corn silages with different protein additives. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 33, n. 2, p. 3305–3314, 2012.
- PIRES, D. A. D. A.; JÚNIOR, V. R. R.; SALES, E. C. et al. Characteristics of silages of five winter sorghum genotypes. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 12, n. 1, p. 68–67, 2013.
- SCHOFIELD, Peter; PITT, R. E.; PELL, A. N. Kinetics of fiber digestion from in vitro gas production. **Journal of animal science**, v. 72, n. 11, p. 2980-2991, 1994.
- SILVA, B. E. L.; BARBOSA, S. K. J.; BARBOSA, F. P. J. Aspectos gerais e peculiaridades sobre mandioca (*Manihot esculenta* Crantz). **Diversitas Journal**, v. 3, p. 13–23, 2018
- SNIFFEN, C.J.; O'CONNOR, J.D.; VAN SOEST, P.J. et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, v. 70, n. 12, p. 3562-3577, 1992.
- SOUZA, A. S.; ROCHA JÚNIOR, V. R.; MOTA, Á. D. S. et al. Valor nutricional de frações da parte aérea de quatro cultivares de mandioca. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 12, n. 2, 2011

- STORM, A. C.; KRISTENSEN, N. B.; HANIGAN, M. D. A model of ruminal volatile fatty acid absorption kinetics and rumen epithelial blood flow in lactating Holstein cows. **Journal of dairy science**, v. 95, n. 6, p. 2919-2934, 2012.
- TILLEY, J.M.A., TERRY, R.A., A two stage technique for the in vitro digestion of forage crops. **Journal of British Grassland**. v18, n.2, p.104-111, 1963.
- TOMICICH, T.R.; LISITA, F.O.; MARAIS, M.G. et al. Valor nutritivo de silagens de mandioca confeccionadas com diferentes frações da parte aérea de duas cultivares de mandioca. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v.3, n.1, p.198-201, 2008.
- TRES, T.; JOBIM, C. C.; PINTO, B. et al. Nutritional composition and “ in vitro ” digestibility of corn genotypes evaluated in two years. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 35, n. 6, p. 3249–3262, 2014.
- VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**. Ithaca. Comstock Publishing. 1994. 476 p.

6. SILAGEM DA PARTE AEREA DA MANDIOCA NA DIETA DE VACAS EM LACTAÇÃO NOS TRÓPICOS

Resumo: O objetivo do estudo foi avaliar a substituição da silagem de milho pela silagem da parte aérea da mandioca na dieta de vacas em lactação. Foram utilizadas cinco vacas da raça Holandesa, distribuídas em um quadrado latino 5x5, com períodos de 18 dias, sendo 12 para a adaptação e os demais para as coletas de dados. Os tratamentos avaliados foram substituições (0%, 15%, 30%, 45% e 60%) de silagem de milho pela silagem da parte aérea da mandioca. A dieta foi composta por 60% de volumoso (silagem de milho e níveis de Silagem da parte aérea da mandioca) e 40% de concentrado (milho moído mais farelo de soja). Foram analisados os parâmetros de ingestão e digestibilidade da matéria seca e dos nutrientes, síntese microbiana, metabolitos sanguíneos e produção e composição do leite. Houve um efeito linear na ingestão de carboidratos não fibrosos, porém não foram verificadas diferenças nos níveis de substituição para a ingestão de MS, MO, EE, PB FDN, CT e NDT e para as digestibilidade também não houve efeitos dos tratamentos. A síntese microbiana não apresentou efeito para os tratamentos. Nos níveis séricos sanguíneos da atividade da enzima alanina amino transferase e fosfatase alcalina não foram observados resultados significantes entre os tratamentos, nem entre o tempo de coleta de sangue. Nas atividades da enzima aspartato amino transferase ocorreu efeito linear conforme a substituição, os níveis de colesterol e creatinina, por apresentarem efeitos quadráticos. Para os níveis de gama glutamiltranspeptidase, glicose e ureia o tratamento não teve efeito. A produção do leite não foi alterada pelas substituições, mas os teores de gordura, proteína e lactose se apresentaram de forma quadrática, conforme os níveis de substituição. A silagem da parte aérea da mandioca pode alterar os teores dos sólidos do leite (gordura, proteína e lactose), mas não tem efeito sobre a produção de leite. Ademais, a inclusão não altera a ingestão dos nutrientes, a digestibilidade, a síntese microbiana e os metabolitos sanguíneos indicam que não há problemas hepáticos para os animais.

Palavras-chave: ingestão, digestibilidade, leite, *Manihot esculenta* Crantz, metabolitos sanguíneos, síntese microbiana

SILAGE OF CASSAVA AERIAL PART IN THE DIET OF DAIRY COWS IN THE TROPICS

Abstract: The objective of the study was to evaluate the substitution of corn silage for cassava top silage in the diet of dairy cows. Five Holstein cows were used, distributed in a 5x5 Latin square, with periods of 18 days, 12 for adaptation and the other for data collection. The treatments evaluated were corn silage replacements (0%, 15%, 30%, 45% and 60%) by cassava top silage. The diet was composed by 60% of corn (corn silage and silage levels of cassava top silage) and 40% of concentrate (ground corn plus soybean meal). The parameters of feed intake and digestibility of dry matter and nutrients, microbial synthesis, blood metabolites and milk production and composition were analyzed. There was a linear effect on the intake of non-fibrous carbohydrates, however, there were no differences in the levels of substitution for the intake of DM, OM, EE, CP NDF, TC and TDN, and for the digestibility there were no effects of the treatments. Microbial synthesis had no effect on the treatments. Blood serum levels of the enzyme alanine amino transferase activity and alkaline phosphatase did not show significant results between the treatments nor between the time of blood collection. The activities of the enzyme aspartate amino transferase presented a linear effect according to the substitution and the levels of cholesterol and creatinine, presenting quadratic effects. For gamma levels glutamyltranspeptidase, glucose, and urea had no effect of treatments. The milk production was not altered by the substitutions, however the fat, protein and lactose contents presented a quadratic effect according to the substitution levels. Cassava aerial part silage may change the contents of milk solids (fat, protein and lactose) but have no effect on milk production, besides inclusion does not alter nutrient intake, digestibility and microbial synthesis and the blood metabolites indicate that there are no liver problems for the animals.

Keywords: blood metabolites, digestibility, intake, *Manihot esculenta* Crantz, milk, microbial synthesis.

6.1 Introdução

Alternativas alimentares que visam aumentar a produtividade animal com a utilização de alimentos mais baratos surgem como uma probabilidade de reduzir os gastos com

alimentação, já que estes representam a maior parte dos custos de produção. Nesse sentido, a mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) aparece como uma excelente fonte alimentar capaz de substituir os alimentos convencionais, tendo em vista que o Brasil produziu 23.719 milhões de toneladas de mandioca em 2016 (FAO, 2017).

A mandioca é uma planta altamente adaptada ao clima dos trópicos (clima subtropical e tropical), o que promove seu cultivo e desenvolvimento. É caracterizada como uma espécie de elevada variabilidade genética, possibilitando ser cultivada em inúmeras regiões globais, assim como é destinada para diversas finalidades, como uso industrial e alimentação humana e animal (FERREIRA et al., 2008).

Para Souza et al. (2011), a utilização da parte aérea da mandioca é considerada como alternativa para alimentação animal, sendo o terço superior a parte mais rica do ponto de vista nutricional. Ademais, a parte aérea apresenta uma alta produtividade, com valores médios de 8.554kg ha⁻¹ dependendo da cultivar (FERNANDES et al., 2016).

Relatos da inclusão de silagem da parte aérea de mandioca na alimentação de ruminantes ocorrem em outras partes do mundo, como na Indonésia, Malawi e na Nigéria (MARJUKI et al., 2008; IITA, 2004; ANAETO et al., 2013).

A parte aérea da mandioca apresenta um grande potencial para alimentação dos animais, sua caracterização nutricional é importante, especialmente em relação às frações de proteína bruta e de carboidratos, visto que são compostos que atuam de forma conjunta no metabolismo ruminal (MODESTO et al., 2004; SILVA et al., 2018).

Além disso, possui teores de proteína bruta que podem variar de 9% a 12% dependendo da cultivar e em torno de 62% de NDT na sua composição (SOUZA et al, 2011; WANAPAT et al., 2018).

Além de ter um baixo custo e ser um alimento de alta adaptação em diversas regiões globais, pode-se utilizar a parte aérea da mandioca de várias maneiras na alimentação de ruminantes, tais como: forragem verde, conservada na forma de feno ou na forma de silagem.

De acordo com Modesto et al. (2008), pode-se substituir a silagem de milho pela silagem do terço superior de rama de mandioca em até 60% da dieta que não há alteração na produção e qualidade do leite.

Wanapat (2003) relata, ao estudar a inclusão da parte aérea da mandioca na alimentação para ruminantes, que um dos pontos fundamentais para um bom rendimento da silagem é o gerenciamento do crescimento da planta e o ponto da colheita de mandioca.

Dessa maneira, a hipótese do estudo proposto é que a substituição da silagem de milho pela silagem da parte aérea da mandioca não altera a produção leiteira e não afeta a ingestão,

digestibilidade e metabólitos sanguíneos. Assim, objetivou-se avaliar a substituição de até 60% da silagem de milho pela silagem da parte aérea de mandioca na dieta de vacas em lactação e avaliar os efeitos sobre a ingestão e digestibilidade da matéria seca e dos nutrientes, síntese microbiana, metabólitos sanguíneos, produção e composição do leite.

6.2 Material e métodos

O protocolo de experimentação animal foi aprovado pelo Comitê de Ética no Uso Animal da UNIOESTE. O estudo foi desenvolvido na Região oeste do Paraná, pois, conforme classificação de Koppen (1948), é uma região localizada entre os trópicos, com clima subtropical. O experimento foi conduzido na fazenda experimental da Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE) localizada a 24°31'55.3" latitude Sul, 54°01'08.0" longitude Oeste e 392 metros de altitude.

Utilizou-se uma área de aproximadamente 1.6 ha para a colheita da parte aérea da mandioca, cultivar crioula 'Paraguaia', cujo o plantio foi efetuado por meio de manivas de 30 cm de comprimento com espaçamento entre linhas de 0,90 cm e espaçamento entre plantas de 0,70 cm. Quando as plantas atingiram aproximadamente 5 meses de idade, procedeu-se o corte e a retirada da parte aérea da mandioca (rama, hastes e folhas), a cerca de 20 cm do solo com posterior trituração com o uso de ensiladeira acoplado ao trator, para realização do processo de ensilagem. A abertura do silo ocorreu 90 dias após a ensilagem.

Foram utilizadas cinco vacas da raça Holandesa de 1ª lactação, após o pico de produção ($86,4 \pm 12,87$ dias de lactação), com peso corporal médio de $575,7 \pm 52,37$ kg e produção média inicial de $29,06 \pm 4,11$ kg de leite por dia. Para a distribuição dos animais, adotou-se o delineamento experimental em quadrado latino (5x5), com períodos experimentais de 18 dias (12 destinados à adaptação das dietas e seis dias para coleta). Os tratamentos foram substituição de níveis de silagem de milho pela silagem da parte aérea da mandioca, 0; 15%, 30%, 45% e 60%.

Foram realizadas análises bromatológicas (Tabela 1) dos alimentos quanto aos teores de matéria seca (MS), matéria mineral (MM), extrato etéreo (EE), proteína bruta (PB) pela metodologia da AOAC (1990) e a determinação da fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA), segundo Van Soest et al. (1991). A matéria orgânica foi calculada pela diferença entre o teor de MM e o total de MS. Os teores de carboidratos totais (CT), carboidratos não fibrosos (CNF) e fracionamento de carboidratos foram calculados com base nas equações propostas por Sniffen et al. (1992). Além do mais, quanto ao fracionamento das

proteínas, as frações A, B1, B2, B3 e C foram calculadas pelas equações descritas por Licitra et al. (1996).

O valor de nutrientes digestíveis totais (NDT) dos alimentos volumosos concentrados e das rações foram calculados segundo equações citadas por Chandler (1990).

Para a digestibilidade *in vitro* da (MS), foi utilizada a técnica descrita por Tilley e Terry (1963) e adaptada por Holden et al. (1999), com dois estágios de incubação.

Tabela 1. Composição, digestibilidade *in vitro* da matéria seca e fracionamento de carboidratos dos ingredientes das dietas experimentais.

Composição	Silagem de Milho	Silagem de Mandioca	Farelo de Soja	Milho moído
Composição e digestibilidade <i>in vitro</i> (g/kg de MS)				
MS ¹	314,35	219,50	850,90	884,87
MM ²	46,46	97,37	70,69	21,87
EE ³	32,86	50,88	20,29	43,55
PB ⁴	79,29	123,86	454,20	91,80
FDN ⁵	427,30	571,85	190,45	100,58
CT ⁶	841,39	727,89	454,83	842,28
CNF ⁷	436,30	154,08	264,36	742,24
NDT Estimado ⁸	761,43	611,55	810,93	812,51
DIVMS	721,71	606,38	967,72	954,90
Fracionamento de carboidratos (g/kg de CT)				
A + B1	535,02	321,26	624,29	882,20
B2	374,94	481,91	242,68	51,50
C	90,03	196,82	133,02	66,30
Fracionamento de proteínas (g/kg)				
A	600,53	334,86	157,99	174,52
B1	32,86	116,13	8,9,80	187,73
B2	191,75	118,83	709,13	520,43
B3	73,03	187,70	21,83	75,86
C	101,84	242,48	21,26	41,46

MS: Matéria Seca; ²MO: Matéria Orgânica; ³EE: Extrato Etéreo; ⁴PB: Proteína Bruta; ⁵FDN: Fibra Insolúvel em Detergente Neutro; ⁶CT: Carboidratos Totais; ⁷CNF: Carboidrato Não Fibrosos ⁸NDT: Nutrientes Digestíveis Totais – NDT (%): $81,41 - (0,60 * (\%FDA * 0,08))$ e NDT (%): $105,2 - 0,68 * (\%FDN)$.

As dietas (Tabela 2) foram balanceadas para atender às exigências de vacas em primeira lactação aos 100 dias de produção com peso médio de 600 kg, conforme as recomendações do NRC (2001). Os animais foram alojados em estábulo coberto, com piso de concreto e em baias individuais providas de cocho e bebedouro. O peso corporal dos animais foi registrado ao início e final de cada período experimental, com a finalidade de ajustar o fornecimento de MS. A alimentação dos animais foi realizada duas vezes ao dia (às 6h20min e 16h20min) nas proporções de 70% e 30%, respectivamente, do total de MS diária oferecida. A alimentação foi disponibilizada na forma de ração total, misturando manualmente o

volumoso e o concentrado. As sobras das dietas oferecidas foram pesadas diariamente após o período de alimentação e ajustadas a fim de proporcionar sobras entre 5% e 10% para, assim, garantir o consumo voluntário e evitar desperdício dos alimentos. A ingestão da MS foi determinada pela diferença entre o fornecido e as sobras.

Tabela 2. Ingredientes e composição química das dietas experimentais em g/kg de matéria seca

Ingrediente	Níveis de substituição de silagem de mandioca no volumoso				
	0%	15%	30%	45%	60%
Silagem de Milho	600,00	510,00	420,00	330,00	240,00
Silagem de Mandioca	-	90,00	180,00	270,00	360,00
Milho	202,00	213,00	223,70	234,20	244,90
Farelo de soja	178,00	167,00	156,30	145,80	135,10
Suplemento mineral ¹	16,00	16,00	16,00	16,00	16,00
Tamponante ²	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00
Composição bromatológica					
	0%	15%	30%	45%	60%
MS ³	518,81	510,65	502,48	494,30	486,12
MM ⁴	44,87	48,92	52,98	57,05	61,11
EE ⁵	32,12	34,00	35,87	37,74	39,61
PB ⁶	146,96	146,99	147,12	147,33	147,46
FDN ⁷	310,99	322,92	334,87	346,85	358,80
CT ⁸	756,04	750,09	744,03	737,89	731,82
CNF ⁹	537,73	514,29	490,81	467,29	443,81
NDT Estimado ¹⁰	764,97	756,21	747,45	738,69	729,93

¹Composição química (quantidades g/kg do produto): Ca - 215 g, P - 65 g, Co - 45 mg, Mg - 12 g, Mn - 425 mg, Zn - 1.900 mg, Se - 35 mg, I - 65 mg, S - 10 g, F - 650 mg, Fe - 1.700 mg, Cu - 800 mg, Na - 75g (produto comercial); ²Composição: Ca - 98g, Mg - 115g, Na - 134g, BHT - 300 mg.; ³Matéria Seca; ⁴MO: Matéria Orgânica; ⁵EE: Extrato Etéreo; ⁶PB: Proteína Bruta; ⁷FDN: Fibra Insolúvel em Detergente Neutro; ⁸CT: Carboidratos Totais; ⁹CNF: Carboidratos Não Fibrosos; ¹⁰NDT: $81,41 - (0,60 * (\%FDA * 0,08))$.

Entre o 13º e 18º dia de cada período experimental, além da pesagem da quantidade ofertada de alimento e de suas respectivas sobras, também foram coletadas amostras de silagem de milho, silagem de mandioca, concentrados e das sobras, as quais foram armazenadas em sacos plásticos e congeladas em freezer a -20º C para posteriores análises.

Para a determinação da digestibilidade, durante seis dias de cada período experimental foram coletadas amostras de fezes diretamente do reto, conforme a seguinte distribuição: 13º dia (8h30min), 14º dia (10h30min), 15º dia (12h30min), 16º dia (14h30min), 17º dia (16h30min), 18º dia (18h30min). Ao fim de cada período, as amostras de alimentos, sobras e fezes foram descongeladas em temperatura ambiente e pré-secas em estufa de ventilação forçada de ar (55ºC - 72h). Em seguida, foram trituradas em moinho de facas tipo Willey com peneira de um milímetro. Ao fim do experimento, realizou-se uma amostra composta das

amostras de cada alimento, sobras e fezes, resultando em uma amostra única por animal por período. Essas amostras foram analisadas quanto aos teores de MS, MM, PB, EE, FDN, conforme descrito anteriormente. Os teores de MO, CT e CNF também foram estimados pelas equações já descritas acima. Os teores de NDT foram calculados segundo as equações propostas por Sniffen (1992).

Para a obtenção das estimativas de excreção fecal diária, foi utilizado como indicador interno a fibra em detergente neutro indigestível (FDNi), estimada nas amostras dos alimentos fornecidos, sobras e composições fecais, por intermédio de procedimento de incubação *in situ* descrita por Cochran et al. (1986). A FDNi foi obtida como o descrito por Casali et al. (2008) pela incubação no rúmen, por 240 horas e, em seguida, realizando-se a análise de FDN.

As ordenhas foram realizadas duas vezes ao dia, às 6h e 16h. A produção diária de cada vaca foi registrada durante a semana de coleta de dados de cada período experimental por meio de medidores automáticos acoplados ao equipamento de ordenha. A produção de leite, corrigida para 3,5% de gordura, foi calculada pela equação descrita por Sklan et al. (1992).

A eficiência de produção de leite (EPL) foi calculada dividindo-se a produção média de leite de cada vaca pela sua ingestão média de MS, em cada período experimental. Foram coletadas amostras de leite no 13º e 14º dia de cada período experimental, na proporção 60% e 40% para a ordenha da manhã e da tarde, respectivamente.

Uma amostra foi preservada pelo conservante Bronopol® (2-bromo-2-nitropropane-1,3-diol) para análise de contagem de células somáticas (CCS), teores de gordura, proteína, lactose, sólidos totais, sólidos totais desengordurados, nitrogênio uréico do leite (NUL) e o conservante azidiol foi adicionado ao outro frasco para análise da contagem bacteriana total (CBT). A CCS e composição foi determinada com Somacount 500® (Bentley Instruments Incorporated, Chaska, MN, EUA) por citometria de fluxo e a CBT foi determinada por um contador eletrônico Bactocount IBC® (Bentley Instruments Incorporated, Chaska, MN, EUA). Os valores médios de CCS foram de $105,00 \pm 89,30 \times 1000$ CS/mL e de CBT $211,68 \pm 168,37 \times 1000$ UFC/mL.

Amostras de leite foram destinadas à análise de alantoína, as quais foram previamente desproteinizadas em papel-filtro utilizando 5 mL de ácido tricloroacético a 25% para cada 10 mL de leite. Em seguida, o filtrado foi utilizado para determinação de alantoína pelo método utilizado na determinação de alantoína (CHEN e GOMES, 1992).

Para avaliação de síntese microbiana, foi realizada coleta de urina *spot* no 13º dia do período experimental, quatro horas pós-prandiais. Após a coleta, a urina foi filtrada em gaze e

aferido o pH com peagâmetro digital. Uma alíquota de 10 mL de urina filtrada foi acidificada com 40 mL de ácido sulfúrico (0,036 N), a qual foi destinada à quantificação das concentrações urinárias de ácido úrico e alantoína. Outra alíquota de 50 mL de urina filtrada foi refrigerada para a determinação de creatinina (CHEN e GOMES, 1992). A excreção diária de creatinina foi considerada para estimar o volume urinário (CHIZZOTTI et al., 2007).

A excreção de purinas totais (PT) foi estimada pela soma das quantidades de alantoína excretada na urina e no leite e do ácido úrico excretado na urina. A quantidade de purinas microbianas absorvidas (PA) (mmol/dia) foi estimada a partir da excreção de PT (mmol/dia), por meio da equação proposta por Verbic et al. (1990).

Para as análises dos metabólitos sanguíneos, foram realizadas coletas de sangue em diferentes períodos, com a vaca em jejum (0 hora) e 4 horas após a alimentação, no 18º dia de cada período experimental, utilizando-se tubos Vacutainer (Becton Dickinson Vacutainer Systems, Franklin Lakes, New Jersey, USA) de 4 mL, por meio de punção da veia coccígea. As amostras foram centrifugadas a 3.500 rpm por 15 minutos para a retirada do soro, o qual foi transferido para eppendorf, refrigerado e, posteriormente, foram feitas as análises. As concentrações de alanina aminotransferase (ALAT), aspartato aminotransferase (ASAT), gama-glutamil transferase (GGT), fosfatase alcalina (FAL), glicose, triglicerídeos e uréia, foram determinadas a partir de “kits” comerciais específicos, utilizando-se espectrofotômetro de calibração automática com leitura de alta performance Elitech EL 200 (FLEXOR EL200, LITech Group, Paris, France).

O custo médio com alimentação (CMA) foi obtido pela multiplicação do CMR em kg pelo consumo médio da dieta total dos animais de cada tratamento. Do mesmo modo, de posse do valor pago pelo litro de leite e da produção leiteira média, foi calculada a receita bruta (RB) obtida em cada um dos tratamentos. A margem bruta (MB) foi calculada pela diferença entre a RB e o CMA. O ponto de equilíbrio (PE) foi calculado pelo quociente do CMA pelo valor recebido pelo litro de leite, sendo que mostra o volume exato de produção em que há retorno zero, ou seja, quando a RB é igual aos CMA

As variáveis dependentes foram analisadas como um desenho do quadrado latino 5 × 5, com efeitos fixos do período tratamentos e efeito animal aleatória.

O modelo estatístico utilizado para o quadrado latino foi:

$$Y_{ijk} = \mu + A_i + P_j + T_k + E_{ijk}$$

Em que:

Y_{ijk} = Observação relativa à i-ésimo animal, ao j-ésimo período e ao k-ésimo tratamento.

μ = Média geral;

A_i = Efeito correspondente ao i -ésimo animal; $i = 1, 2, 3, 4$ e 5 ;

P_j = Efeito correspondente ao j -ésimo período; $j = 1, 2, 3, 4$ e 5 ;

T_k = Efeito correspondente ao k -ésimo tratamento; $k = 0; 15; 30; 45$ e 60 ;

E_{ijk} = Erro aleatório associado a i -ésimo animal, j -ésimo período e k -ésimo tratamento.

Em razão da amostragem de sangue ser feita em horas diferentes foram analisados como medidas repetidas e estrutura de covariância para intervalos de tempo com o modelo:

$$Y_{ijk} = \mu + T_i + R_j(T_i) + P_k + (TP)_{ik} + E_{ijk}$$

Em que Y_{ijk} representa as variáveis dependentes; μ é a média de todas as observações; T_i é o efeito dos tratamentos; $R_j(T_i)$ é o efeito de repetição dentro dos tratamentos (erro a); P_k é o efeito do tempo de coleta; $(TP)_{ik}$ representa a interação entre os tratamentos e o tempo de coleta; E_{ijk} é o efeito residual (erro b).

As variâncias residuais foram assumidas como sendo normalmente distribuídas e todos os dados são apresentados como quadrados significativos. As médias e os erros padrões foram determinados usando a instrução LSMEANS, bem como as diferenças dos quadrados médios foram determinadas usando a instrução PDIF.

Todas as análises estatísticas foram realizadas em SAS (versão 9.3, SAS Institute Inc., Cary, NC) usando o procedimento MIXED.

Os valores de P para efeitos lineares e quadráticos foram analisados usando contrastes polinomiais ortogonais. A análise de regressão foi feita pelo procedimento REG DO SAS (versão 9.3, SAS Institute Inc., Cary, NC).

As diferenças foram declaradas significativas em $P \leq 0,05$.

6.3 Resultados

As concentrações de PB foram semelhantes nas dietas com média de 148 g/kg (Tabela 2). Conforme a substituição de silagem de milho pela silagem da parte aérea de mandioca na dieta, ocorreu em um declínio da MS de 518,81 g/kg para 486,12, fato este que também foi semelhante com os CT passando de 756,04 no tratamento 0% para 731,82 g/kg no tratamento 60%.

Os teores de CNF reduziram de 537,73 para 416,51 g/kg, outra variável em que houve redução foi NDT que foi diminuindo gradativamente conforme a substituição da silagem de milho passando de 764, 97 para 711,36 g/kg. Por outro lado, as concentrações de MM, EE e

FDN aumentaram de 44,87 para 61,11 g/kg, de 32,12 para 36,61 g/kg e 310,99 para 386,11 g/kg, respectivamente, ao aumentar de 0 a 60% nas dietas a proporção de silagem de mandioca.

A substituição da silagem de milho pela silagem da parte aérea da mandioca não alterou a ingestão de MS (IMS/kg dia), MS (%PC), MO, EE, PB, FDN, CT ou NDT e não foram obtidos efeitos lineares ou quadráticos ($p>0,05$), conforme a substituição (tabela 3).

Tabela 3. Ingestão diária de matéria seca e dos nutrientes e peso corporal de vacas da raça holandesa em lactação alimentadas com níveis silagem da parte aérea da mandioca

Variáveis	Níveis de Substituição de Silagem de Mandioca na Dieta					<i>p-value</i>		EPM ¹
	0%	15%	30%	45%	60%	L	Q	
IMS(kg/dia) ²	17,12	17,78	17,35	17,57	16,09	0,59	0,97	0,73
IMS(%PC) ³	3,04	3,04	3,04	3,09	2,81	0,57	0,67	0,17
IMO(kg/dia) ⁴	16,58	17,05	16,45	16,78	15,75	1,00	0,66	0,73
IEE(kg/dia) ⁵	0,49	0,57	0,54	0,58	0,60	0,15	0,43	0,04
IPB(kg/dia) ⁶	2,44	2,61	2,56	2,61	2,44	0,08	0,29	0,10
IFDN(kg/dia) ⁷	5,66	5,83	5,72	5,74	5,39	0,95	0,90	0,26
IFDN(% PC) ⁸	0,77	0,98	0,93	0,99	0,97	0,01	0,04	0,44
ICT(kg/dia) ⁹	13,61	13,80	13,31	13,54	12,59	0,67	0,45	0,59
ICNF(kg/dia) ¹⁰	7,95	7,35	6,72	6,82	5,74	0,01	0,01	0,39
INDT(kg/dia) ¹¹	11,66	11,43	12,31	11,90	11,79	0,46	0,25	0,62

¹EPM: Erro Padrão da Média; ^{2,3}IMS: Ingestão de Matéria Seca; ⁴ IMO: Ingestão de Matéria Orgânica; ⁵ IEE: Ingestão de Extrato Etéreo; ⁶ IPB: Ingestão de Proteína Bruta; ^{7,8}IFDN: Ingestão de Fibra em Detergente Neutro; ⁹ICT: Ingestão de Carboidratos Totais; ¹⁰ICNF: Ingestão de Carboidratos Não Fibrosos; ¹¹INDT: Ingestão de Nutrientes Digestíveis

$Y^8 = 0.7963 + 0.9572x - 1.1378x^2$ ($R^2 = 0,76$); $\hat{Y}^{10} = 7,90431 - 0,49430x$ ($R^2 = 0,90$)

A ingestão de CNF reduziu linearmente ($p<0,05$) com a substituição de silagem da parte aérea da mandioca, esses valores seguem os da substituição da dieta, conforme foi se substituindo a silagem de milho pela de silagem da parte aérea de mandioca, o teor de CNF foi reduzindo, isso se deve ao fato da silagem da parte aérea da mandioca conter, em sua composição, 80,56 g/kg e a silagem de milho 436,30 g/kg. Observou-se comportamento quadrático ($P<0,05$) da ingestão de FDN (%PC) em função da substituição de silagem da parte aérea de mandioca, sendo verificado ponto ingestão máximo desse nutriente com 42,06% de substituição.

Os dados de DFDN não apresentaram diferenças entre os tratamentos, porém tiveram uma tendência ($p=0,06$) de redução linear entre os tratamentos.

Tabela 4. Digestibilidade aparente da matéria seca e dos nutrientes (g/kg de MS) de vacas da raça holandesa em lactação alimentadas com níveis silagem da parte aérea da mandioca

Variáveis	Níveis de substituição de Silagem de Mandioca na Dieta		<i>p-value</i>	EPM ¹

	0%	15%	30%	45%	60%	L	Q	
DMS ²	646,2	586,00	627,33	619,12	629,40	0,30	0,41	8,41
DMO ³	621,9	557,69	599,39	586,93	599,05	0,13	0,71	8,96
DEE ⁴	675,75	648,11	684,37	668,41	718,52	0,83	0,34	19,75
DPB ⁵	678,33	640,91	673,38	671,89	682,59	0,70	0,11	8,03
DFDN ⁶	352,22	233,17	320,21	256,85	257,46	0,06	0,85	22,78
DCT ⁷	668,58	606,71	649,11	641,33	648,46	0,31	0,38	8,36
DCNF ⁸	884,39	857,71	874,89	891,25	884,90	0,46	0,30	11,92
NDT ⁹	684,17	630,42	670,18	663,68	676,04	0,51	0,20	7,28

¹EPM: Erro Padrão da Média; ²DMS: Digestibilidade da Matéria Seca; ³DMO: Digestibilidade da Matéria Orgânica; ⁴DEE: Digestibilidade do Extrato Etéreo; ⁵DPB: Digestibilidade da Proteína Bruta; ⁶DFDN: Digestibilidade da Fibra Insolúvel em Detergente Neutro; ⁷DCT: Digestibilidade dos Carboidratos Totais; ⁸DCNF: Digestibilidade dos Carboidratos Não Fibrosos; ⁹NDT calc.: Nutrientes Digestíveis Totais calculado: $NDT = (PBd + CHOd) + 2,25(EEd)$

Quanto às excreções dos derivados de purina (Tabela 5), não houve efeito ($P > 0,05$) da substituição da silagem de milho por silagem da parte aérea da mandioca para as excreções de alantoína urinária, alantoína do leite, ácido úrico e PT, o mesmo ocorreu com as purinas microbianas, N-microbiano, PB-microbiana e PB-mic/kg NDT.

Tabela 5. Produção, composição, nitrogênio ureico e qualidade do leite de vacas da raça Holandesa em lactação alimentadas com níveis silagem da parte aérea da mandioca

Variáveis	Níveis de Substituição de Silagem de Mandioca na Dieta						<i>p-value</i>		EPM ¹
	0%	15%	30%	45%	60%	L	Q		
	Excreções (mmol/dia)								
Alantoína da urina	189,71	179,41	170,93	178,79	167,27	0,37	0,35	10,02	
Alantoína do leite	76,99	81,59	79,45	80,09	75,60	0,41	0,80	1,98	
Ácido úrico	22,43	22,30	23,31	19,39	19,60	0,48	0,69	2,57	
Purinas totais	289,14	283,30	273,69	278,27	262,48	0,36	0,32	9,98	
Purinas Microbianas (mmol/dia)									
N-microbiano	208,78	203,57	195,06	198,13	185,53	0,32	0,29	8,72	
PB-Microbiana	1304,86	1272,29	1219,09	1238,31	1159,5	0,32	0,29	54,49	
PB-Mic/kgNDT ²	99,88	120,31	95,29	109,54	118,49	0,11	0,08	6,83	
pH da urina ³	7,79	7,86	8,02	8,09	8,09	0,02	0,02	0,13	

¹EPM: Erro Padrão da Média; ²PB-mic/100g NDT: Proteína Bruta Microbiana por 100g de Nutrientes digestíveis total; ³ $\hat{Y} = 7,81420 + 0,08060x$ ($R^2 = 0,90$);

Quanto ao pH urinário, foi observado um aumento linear ($P < 0,05$) com valores iniciando em 7,79 e chegando até 8,09.

Tabela 5. Metabólito Sanguíneos de vacas da raça Holandesa em lactação alimentadas com níveis silagem da parte aérea da mandioca, e valores antes e depois da alimentação.

Variáveis	Níveis de Substituição de Silagem de Mandioca na Dieta					Tempos		<i>p-value</i>				EPM ¹
	0%	15%	30%	45%	60%	0	4	H	T x H	L	Q	
Concentrações Séricas (U.mL ⁻¹)												
ALAT ²	17,45	18,10	20,47	22,59	22,57	21,36	19,11	0,44	0,97	0,08	0,07	2,41
ASAT ³	52,40	64,80	65,30	76,90	71,1	67,48	64,72	0,34	0,44	<0,01	0,10	6,15
FAL ⁴	115,50	127,50	118,60	124,90	125,10	128,00	116,64	0,38	0,99	0,77	0,99	16,70
GGT ⁵	20,85	20,44	24,28	25,82	23,94	23,64	22,49	0,55	0,76	0,06	0,05	2,91
Concentrações Séricas (mg/dL ⁻¹)												
Colesterol ⁶	108,62	114,51	141,54	149,78	141,24	141,85	120,42	<0,01	0,88	<0,01	<0,01	12,37
Creatinina ⁷	0,83	1,02	1,09	1,19	1,15	1,14	0,98	<0,01	0,49	<0,01	0,01	0,09
Glicose ⁸	44,60	48,70	57,20	59,20	60,50	58,76	49,32	0,04	0,76	0,03	0,03	6,82
Triglicerídeos	7,90	9,70	9,70	10,70	9,70	11,16	7,92	<0,01	0,78	0,07	0,17	1,08
Concentrações Séricas (mmol/L)												
Ureia ⁹	11,82	11,68	16,43	15,75	15,40	13,92	14,47	0,68	0,99	0,02	0,01	9,71

¹EPM: Erro Padrão da Média; ²ALAT: Alanina Aminotransferase; ³ASAT: Aspartato Aminotransferase; ⁴FAL: Fosfatase alcalina; ⁵GGT: gama-glutamil transferase; ³ $\hat{Y} = 51,25 + 4,95x$ ($R^2 = 0,73$); ⁵ $\hat{Y} = 104,22817 + 23,66666x - 3,40371 x^2$ ($R^2 = 0,71$); ⁶ $\hat{Y} = 0,83469 + 0,20183 x - 0,02986 x^2$ ($R^2 = 0,87$); ⁷ $\hat{Y} = 20,005 + 2,65504 x - 0,37479 x^2$ ($R^2 = 0,96$); ⁸ $\hat{Y} = y = +45,58 + 28,2x$ ($R^2 = 0,91$); ⁹ $\hat{Y} = 11,12887 + 2,83383 x - 0,43290 x^2$ ($R^2 = 0,72$). T = Tratamento; H = Tempo de coleta.

Com relação às análises da atividade enzimática da alanina aminotransferase (ALT) e fosfatase alcalina (FAL), não foram observadas diferenças entre os tratamentos, nem entre o tempo de coleta de sangue ($p>0,05$). A atividade da enzima aspartato aminotransferase (AST) apresentou efeito linear ($p<0,05$) em relação ao nível de substituição da parte aérea da mandioca, mas não apresentou diferença entre o tempo da coleta ($p>0,05$).

A concentração da enzima gama-glutamyltransferase (GGT) não apresentou diferença ($p>0,05$) entre os níveis de substituição e mesmo ocorreu com os valores antes e depois da alimentação. Entretanto, apresentam efeitos de ordem quadrática, sendo verificado ponto de máximo em 53,16% de substituição da silagem da parte aérea de mandioca.

As concentrações de colesterol apresentaram efeito quadrático ($p<0,05$) com valores superiores no tratamento com 45% de substituição ($149,78 \text{ mg/dL}^{-1}$) e menores no tratamento 0% de substituição com valores médios de ($108,62 \text{ mg/dL}^{-1}$) o ponto máximo de substituição foi de 52,14% e apresentaram diferença entre os tempos da coleta ($p<0,05$), com uma redução entre os intervalos de coleta.

Os teores de creatinina foram alterados pela substituição da silagem de milho por silagem de mandioca ($p<0,05$), apresentando um efeito quadrático com ponto máximo de substituição com 49,77% de substituição. Foram ainda verificados efeitos entre os tempos de coleta de sangue ($p<0,05$) com uma redução no teor de creatinina entre os tempos 0 e 4 ($1,14 \text{ mg/dL}^{-1}$ e $0,98 \text{ mg/dL}^{-1}$).

A concentração sanguínea de glicose aumentou linearmente ($p<0,05$) para a substituição da silagem na dieta, porém, antes da alimentação e 4 horas após, apresentou efeito significativo ($p<0,05$) sendo $58,76 \text{ mg/dL}^{-1}$ para 0 hora e $49,23 \text{ mg/dL}^{-1}$ para 4 horas.

Os valores mensurados de ureia no sangue apresentaram comportamento quadrático ($P<0,05$) em função da substituição de silagem da parte aérea de mandioca, sendo verificado ponto máximo desse metabolito com 50,15% de substituição. Contudo, entre os tempos da coleta de sangue, não foram identificadas diferenças ($p>0,05$).

Os teores de triglicerídeos não apresentam diferenças entre os níveis de substituição ($p>0,05\%$), mas, em relação ao tempo de coleta, foi observada diferença ($p<0,05$), sendo os valores inferiores 4 horas após a alimentação com média de $7,92 \text{ mg/dL}^{-1}$ enquanto no tempo 0 os valores da concentração de triglicerídeos no sangue foram de $11,16 \text{ mg/dL}^{-1}$.

A produção de leite não foi alterada ($p>0,05$) pela substituição de silagem de milho por silagem da parte aérea de mandioca, assim como os teores de eficiência leiteira, sólidos totais, nitrogênio ureico do leite também não apresentaram efeitos entre os níveis substituição (Tabela 7).

No entanto, os dados relacionados com a produção em kg/dia dos componentes do leite, os valores de gordura e lactose apresentam efeitos de ordem quadrática, sendo verificado ponto máximo de lactose com 46,60% e gordura com 34,63% de substituição de silagem da parte aérea de mandioca. A produção de proteína apresenta um efeito linear negativo quanto à substituição da silagem de milho pela silagem da parte aérea da mandioca.

Tabela 7. Produção, composição, nitrogênio ureico e qualidade do leite de vacas da raça holandesa em lactação alimentadas com níveis silagem da parte aérea da mandioca

Variáveis	Níveis de Substituição de Silagem de						<i>p-value</i>	EPM ¹
	Mandioca na Dieta							
	0%	15%	30%	45%	60%			
	L	Q						
PL(kg/dia) ²	27,70	29,30	27,83	27,50	25,13	0,53	0,27	1,18
PLCG(kg/dia) ³	26,10	27,80	27,98	27,38	24,86	0,41	0,51	1,62
EPL ⁴	1,68	1,70	1,55	1,58	1,47	0,13	0,07	0,07
Gord(g/kg) ⁵	31,41	31,75	35,00	34,70	34,15	0,03	0,02	1,86
Prot(g/kg) ⁶	30,23	30,08	28,43	28,48	28,16	<0,01	0,01	0,72
Lact(g/kg) ⁷	45,49	45,69	46,35	46,08	45,75	0,08	0,05	0,66
ST(g/kg) ⁸	116,75	117,31	119,32	118,59	117,48	0,17	0,12	2,50
NUL(mg/dL) ⁹	14,30	14,43	14,09	14,00	13,54	0,68	0,63	0,98

¹EPM: Erro Padrão da Média; ²PL: Produção de Leite; ³PLCG: Produção de Leite Corrigida 3,5% de gordura; ⁴EPL: Eficiência de Produção de Leite; ⁵Gord: Gordura; ⁶Prot: Proteína; ⁷Lact: Lactose; ⁸ST: Sólidos Totais; ⁹NUL: Nitrogênio Ureico do Leite; ⁵ $\hat{Y}=30.955+15.772x-16.921x^2$ ($R^2=0,79$); ⁶ $\hat{Y}=+30.224-3.8267x$ ($R^2=0,83$); ⁷ $\hat{Y}=45.506+4.396x-6.3175x^2$ ($R^2=0,57$).

Para a análise da viabilidade econômica (Tabela 8), observa-se que o custo médio da alimentação foi maior nos tratamentos 0% e 15% (US\$2,97) em relação aos demais, o tratamento com 60% apresenta o menor valor de custo. Estes dados eram esperados, já que os tratamentos 0% e 15% foram os que mais utilizaram farelo de soja, o que contribui para elevação do custo da alimentação. E o valor mais baixo para o tratamento 60% é reflexo do baixo custo que a silagem da mandioca apresenta em relação aos demais alimentos.

Os tratamentos 15% e 30% foram os que garantiram maiores retornos econômicos com US\$ 10,45 e US\$ 7,14/vaca/dia, respectivamente. No entanto, levando em consideração o ponto de equilíbrio, o tratamento 60% foi o mais rentável em

comparação aos demais, uma vez que este necessitou de uma menor produção de leite para cobrir os custos com alimentação (6,69 kg/dia).

Tabela 8. Análise econômica da utilização de silagem da parte aérea da mandioca na dieta de vacas da raça holandesa em lactação

Variáveis	Níveis de Substituição de Silagem de Mandioca na Dieta				
	0%	15%	30%	45%	60%
Custo médio de alimentação (US\$/dia)	2,97	2,97	2,79	2,72	2,39
Receita bruta média (US\$/dia)	9,88	10,45	9,93	9,81	8,97
Margem bruta média (US\$/dia)	6,91	7,48	7,14	7,09	6,58
Ponto de equilíbrio médio (kg/dia)	8,32	8,33	7,82	7,62	6,69

6.4 Discussão

A substituição de silagem de milho por silagem aérea da mandioca não alterou a ingestão de matéria seca, assim como Kang et al. (2018) utilizando a inclusão de diferentes níveis de silagem da parte aérea da mandioca com níveis de 0; 0,75; 1,50; e 2,25 kg/dia de MS, não observaram diferenças na ingestão de matéria seca, resultado semelhante ao encontrado no trabalho em voga. Por outro lado, Aminah et al. (1999) relataram que a suplementação de silagem da parte aérea da mandioca misturada à dieta com gramíneas tende a melhorar a ingestão.

Os coeficientes de ingestão de MO, EE, PB, FDN, CT e NDT não tiveram efeitos entre os níveis de substituição. Dados semelhantes foram observados por Modesto et al. (2008) quando utilizaram silagem de rama de mandioca em substituição à silagem de milho em dietas de vacas não lactantes, sendo que não observaram alteração na ingestão de matéria seca, matéria orgânica, fibra em detergente neutro, proteína bruta, carboidratos totais e carboidratos não-fibrosos.

Oni et al. (2014) não notaram, ao trabalhar com adição de silagem de folhas de mandioca na dieta de cabras no Oeste da África, alterações na ingestão de proteína, matéria mineral, extrato etéreo e FDA. No entanto, identificaram um maior consumo de FDN nas dietas com silagem de folha de mandioca sem aditivos, considerando-se que o teor de FDN na dieta é o melhor preditor de ingestão de MS para ruminantes (MERTENS, 1992). Este trabalho apresentou média de ingestão de FDN de 0,92% PC, dentro dos parâmetros determinados por Van Soest (1994), que sugerem consumo de FDN de 0,8 a 1,2% do PC.

A ingestão de CNF apresentou efeito linear negativo, conforme a substituição de silagem de mandioca. Notou-se que foi sendo reduzido o consumo de CNF, isso se deve principalmente a quantidade na dieta que seguiu a mesma tendência. Oliveira et al. (2014) perceberam, trabalhando com silagem da parte aérea para ovinos, o consumo de FDN de 1,4% PC e não observaram diferença na ingestão CNF.

Os resultados da digestibilidade não apresentam diferenças neste estudo, assim como Modesto et al. (2008) não verificaram efeitos da substituição da silagem de milho pela silagem de rama de mandioca para os coeficientes de digestibilidade de matéria seca, matéria orgânica, fibra em detergente neutro, carboidratos totais e carboidratos não-fibrosos, cujos valores médios foram de 56,98; 62,02; 30,59; 62,41 e 77,23%, respectivamente. Assim, foram identificados valores superiores neste trabalho.

Por outro lado, Abtan et al. (2014) verificaram que os coeficientes de digestibilidade da matéria seca podem aumentar à medida que as folhas de mandioca associadas com uma cultivar de feijão de corda forem adicionadas à dieta, sendo responsáveis pelas melhorias da digestibilidade dos nutrientes que podem estar provavelmente relacionados com um melhor crescimento microbiano no rúmen.

Man et al. (2001) utilizaram silagem da parte aérea de mandioca na alimentação de novilhas e obtiveram redução na digestibilidade da matéria seca, orgânica, proteína bruta e do FDN. O que, segundo os autores, pode estar ligado ao fato de que a silagem de mandioca pode ligar celulose e proteína da parede celular em fortes ligações químicas que criam compostos indigestíveis (MCDONALD, 2002). Todavia, um estudo realizado por Roza et al. (2013), no qual adicionaram farinha de folhas de mandioca como fonte de carboidratos, foi possível verificar que tal farinha pode acrescentar ao animal uma fonte de carboidrato que tende a aumentar a contagem de bactérias ruminais, produção de AGV, digestibilidade da matéria seca e digestibilidade da matéria orgânica.

A inclusão de silagem de folhas da mandioca à dieta de ovinos, realizada por Sudarman et al. (2016), aumentou o consumo e nutrientes digestíveis totais (NDT). Os autores destacam a maior concentração de NDT na composição da silagem de folhas de mandioca.

Pinho et al. (2004) constataram, ao avaliar diferentes formas de conservação da parte aérea da mandioca, que as concentrações de NDT na parte aérea da planta ensilada sem murchar, parte aérea ensilada após murchamento e parte aérea em feno, foram de 49,38; 49,20 e 52,03%, respectivamente. No caso, valores que diferiram deste trabalho

em que a média do NDT para a silagem da mandioca foi de 56,23%, valor menor que o da silagem de milho (74,09%). Assim, conforme a substituição de silagem da parte aérea da mandioca, foram reduzidos os valores de NDT da dieta.

Azevedo et al. (2006) conseguiram, ao avaliar a parte aérea de cultivares de mandioca, uma média de NDT de 53,9%. Modesto et al. (2004) observaram um valor médio de 58,74%, valor condizente com o determinado no estudo em evidência.

As excreções dos derivados de purina não apresentaram efeito significativo com a substituição da silagem da parte aérea da mandioca na dieta, porém, no estudo realizado por Harun et al. (2017), as cabras foram alimentadas com suplementação nas dietas de níveis de folhas de *Leucena* e Mandioca. Com isso, foi evidenciada a diminuição na produção de alantoína urinária e relatado que essa redução na produção de alantoína urinária pode ter ocorrido por conta da presença de fatores antinutricionais nas folhas.

A substituição da silagem de milho pela silagem da parte aérea da mandioca não alterou os valores de N-microbiano, PB-microbiana e PB-mic/kg NDT demonstrando que houve equilíbrio na disponibilidade de esqueletos de carbono, provenientes dos carboidratos e amônia proveniente do N degradável, para que ocorresse síntese proteica (NRC, 2001).

O aumento da eficiência de uso de nitrogênio microbiano contribui, na maioria das condições de alimentação, para uma redução na excreção de dejetos que venham se tornar contaminantes (BARROS et al., 2017). De acordo com Powell et al. (2017), a grande importância das relações entre os tipos, quantidades de forragens e suplementos proteicos fornecidos às vacas leiteiras até a quantidade de N transformada em leite e excretada nas fezes e urina, figura como um fator importante para se estudar os impactos ambientais causados.

Houve um crescimento linear do pH urinário nos tratamentos. Danscher et al. (2015) verificaram que o pH urinário é reduzido conforme se tem um quadro de acidose clínica, fato este que não é observado neste trabalho, pois os animais em relação ao pH apresentaram uma elevação conforme se substituiu a silagem de milho por silagem da parte aérea de mandioca na dieta.

As enzimas alanina aminotransferase (ALT) e aspartato aminotransferase (AST) são biomarcadores comuns de lesão hepática (Ghoury et al. 2010). Oni et al. (2017) examinaram, ao trabalhar com a inclusão de níveis de folhas de mandioca em substituição às raspas de mandioca em cabras, que a alanina aminotransferase (ALT) e

aspartato aminotransferase (AST) variaram de 43,67 a 65,67 mg/dL⁻¹ e 19,00 a 24,50 mg/dL⁻¹, fato semelhante ao encontrado neste trabalho, pois com o aumento da silagem da parte aérea na dieta, ocorreu um aumento das concentrações séricas de aspartato aminotransferase, porém, tal aumento não pode caracterizar um fator que causa lesão hepática no animal, visto que os valores estão dentro dos considerados estáveis. Para Kaneko et al. (2008) os valores até 132 U.mL⁻¹ são considerados normais.

Okafor et al. (2002) pesquisaram os efeitos da exposição ao cianeto a partir do processamento em grande escala e ingestão de mandioca em humanos. O trabalho envolveu pessoas no processamento de mandioca por mais de seis meses, bem como consumidores frequentes e infrequentes. Com isso, foi relatado um aumento de mais de 10% acima do normal de atividade da enzima AST em pessoas que trabalhavam diretamente com o processamento, porém com as pessoas que estavam ingerindo a mandioca nada anormal foi verificado.

Melo et al. (2008) utilizaram ratos para estudar o efeito da adição de farinha da folha de mandioca nas dietas e constataram que a adição pelo processamento que foi elaborado pode levar ao acúmulo de lipídios no fígado e, conseqüentemente, ao desenvolvimento de esteatose hepática. Sevinç et al. (2003) mostraram que os níveis de triglicérides foram significativamente menores em animais com fígado gorduroso e os níveis de colesterol em vacas com fígado gorduroso foram mais baixos.

A creatinina é um produto da degradação da creatina e do fósforo de creatina que é, então, excretado na urina. Tal metabólito pode estar relacionado com a função renal e, em geral, à massa corporal (BROSNAN e BROSNAN, 2016). A creatina foi caracterizada como um importante metabólito que apresenta potenciais associações com o desempenho da lactação e com a saúde em vacas leiteiras (SUN et al., 2017).

Os resultados deste trabalho destacam principalmente que a inclusão da silagem da parte aérea da mandioca, eleva as concentrações de creatinina sérica, valores médios de 0,832; 1,022; 1,089; 1,196 e 1,157 mg/dL⁻¹, respectivamente, para cada nível de substituição, sendo os níveis de 0% de menor valor e 45% o maior valor. Com isso, esses valores apresentaram efeito quadrático.

Garcia et al. (2017) relatam que a concentração de ureia no sangue pode ser aumentada pela superalimentação, quando a ingestão de proteína é alta. Assim, qualquer processo que induza um aumento na degradação de proteínas pode resultar em um aumento da ureia no sangue. Estas observações indicam que a maioria das dietas não são prováveis causas de danos nos rins, o que teria conduzido a um aumento da

creatinina no sangue, fato esse que não foi observado neste estudo em que os níveis de ureia séricos não apresentam diferença.

A gama-glutamil transferase (GGT) é uma enzima que tem sua importância clínica ligada às doenças do fígado e vias biliares (Kowalczyk et al., 2018). No trabalho em voga, não se observaram diferenças entre os tratamentos. Bazuaye et al. (2016) identificaram, ao testar a toxicidade de partes da planta da mandioca em ratos, que os níveis séricos de GGT tendem a aumentar em tratamentos com mandioca em relação ao tratamento controle, porém os níveis neste estudo estão dentro dos aceitáveis, segundo Kaneko et al. (2008).

A concentração de glicose em relação à alimentação da silagem da parte aérea da mandioca não apresentou diferença entre os tratamentos semelhante aos observados por Habib et al. (2018) que não relataram diferença na concentração de glicose no sangue em animais da raça holandesa alimentados com diferentes fontes de volumosos na dieta. Assim, os níveis séricos de glicose, proteínas e ureia são indicadores da funcionalidade hepática e reduções na sua concentração que pode refletir a infiltração de gordura em animais com alta lipomobilização.

Segundo González et al. (2011), a glicose no plasma de ruminantes adultos é derivada principalmente da gliconeogênese (MEGAHED et al., 2015). Outro fator que pode ser levado em consideração é a ingestão de carboidratos e a produção de ácidos graxos voláteis (AGV) no rúmen.

A produção de leite não foi afetada pela substituição da silagem de milho por silagem da parte aérea da mandioca. No estudo realizado por Wanapat et al. (2018), quando foram avaliados os níveis de inclusão da silagem da parte aérea da mandioca em dietas de vacas em lactação, foi constatada uma maior produção de leite conforme o aumento da suplementação da silagem da parte aérea da mandioca, enquanto os teores de proteína e gordura no leite aumentaram. De modo semelhante, tais fatos ocorreram neste estudo também, pois a gordura teve um efeito quadrático, porém no tratamento de maior substituição houve uma redução nesse teor.

O fato da gordura no leite estar relacionada com a utilização de alimentos que apresentam mais teores de gordura, como é o caso da silagem da parte aérea da mandioca, que apresenta 5,88% e das dietas que apresentaram um aumento crescente de extrato etéreo, pode aumentar a gordura no leite ou até diminuir pelos mecanismos que regulam a síntese de gordura dependendo da fonte de gordura utilizada e seu grau de insaturação (BOERMAN E LOCK, 2014; TORAL, et al., 2016).

Santos et al. (2009) utilizaram a silagem das folhas de mandioca nas dietas de vacas leiteiras em substituição a silagem de milho em níveis de inclusão de 20%, 40% e 60% na dieta, não verificaram diferença na produção de leite com a substituição da silagem de folhas de mandioca, bem como ocorreu variação na composição do leite.

Os níveis de nitrogênio ureico do leite não apresentam variações conforme a utilização da silagem da parte aérea da mandioca. Os valores médios de N-ureia no leite geralmente variam e estão relacionadas com o consumo de proteína acima dos níveis necessários ou a ingestão não uniforme de matéria seca (SPEK et al., 2013).

6.5 Conclusão

É possível realizar a substituição da silagem de milho pela silagem da parte aérea da mandioca em até 60% sem alterar a produção de leite, assim como, com 45%, aumentar os teores de gordura e lactose. A silagem da parte aérea da mandioca não altera a ingestão dos nutrientes, digestibilidade e a síntese microbiana. Os resultados dos metabolitos sanguíneos destacam que a silagem da parte aérea da mandioca não causa risco nenhum para a saúde hepática das vacas.

Referências bibliográficas

- ABATAN, O.; ONI, A. O.; ADEBAYO, K. et al. Effects of supplementing cassava peels with cassava leaves and cowpea haulms on the performance, intake, digestibility and nitrogen utilization of West African Dwarf goats. **Tropical Animal Health and Production**, v. 47, n. 1, p. 123–129, 2014.
- AMINAH, A.; BAKAR, C. Abu; IZHAM, A. Silages from tropical forages: nutritional quality and milk production. **FAO PLANT PRODUCTION AND PROTECTION PAPERS**, p. 51-54, 2000.
- ANAETO, M.; SAWYERR, A. F.; ALLI, T. R. et al. Cassava leaf silage and cassava peel as dry season feed for West African dwarf Sheep. **Global Journal of Science Frontier Research Agriculture and Veterinary Sciences**, v. 13, n. 2, 2013.
- AOAC - ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis**. 16. ed., Arlington: AOAC International, 1990. 1025p.

- AZEVEDO, E. B.; NÖRNBERG, J. L.; KESSLER, J. D. et al. Silagem da parte aérea de cultivares de mandioca. **Ciência Rural**, v. 36, n. 6, p. 1902-1908, 2006.
- BARROS, T.; POWELL, J. M.; DANES, M. A.C. et al. Relative partitioning of N from alfalfa silage, corn silage, corn grain and soybean meal into milk, urine, and feces, using stable¹⁵N isotope. **Animal Feed Science and Technology**, v. 229, n. August 2016, p. 91–96, 2017.
- BOERMAN, J. P.; LOCK, A. L. Effect of unsaturated fatty acids and triglycerides from soybeans on milk fat synthesis and biohydrogenation intermediates in dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, v. 97, n. 11, p. 7031–7042, 2014.
- BROSNAN, M. E.; BROSNAN, J. T. The role of dietary creatine. **Amino Acids**, v. 48, n. 8, p. 1785–1791, 2016.
- CASALI, A.O.; DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S.C. et al. Influência do tempo de incubação e do tamanho de partículas sobre os teores de compostos indigestíveis em alimentos e fezes bovinas obtidos por procedimentos in situ. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.2, p.335-342, 2008.
- CHEN, X.B.; GOMES, M.J. Estimation of microbial protein supply to sheep and cattle based on urinary excretion of purine derivatives – an overview of technical details. (Occasional publication) International Feed Research Unit. Bucksburn, Aberdeen: **Rowett Research Institute**. 21p. 1992.
- CHIZZOTTI, M.L.; VALADARES FILHO, S.C.; VALADARES, R.F.D. et al. Consumo, digestibilidade e excreção de ureia e derivados de purinas em vacas de diferentes níveis de produção de leite, **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.1, p.138-146, 2007.
- COCHRAN, R.C.; ADAMS, D.C.; WALLACE, J.D. et al. Predicting digestibility of different diets with internal markers: Evaluation of four potential markers. **Journal of Animal Science**, v.63, p.1476-1483, 1986.
- DANSCHER, A. M.; LI, S.; ANDERSEN, P. H. et al. Indicators of induced subacute ruminal acidosis (SARA) in Danish Holstein cows. **Acta Veterinaria Scandinavica**, v. 57, n. 1, p. 1–14, 2015.
- FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Food Outlook Biannual Report On Global Food Markets. p.152, 2017. Disponível em: <<http://www.fao.org/3/a-I8080e.pdf>>. Acesso em: 10 maio. 2018.
- GARCÍA, A. I. M.; PÉREZ, A. A.; RUIZ, D. R. Y. Uso de subproductos agroindustriales en la alimentación del caprino lechero (y II). **Albéitar: publicación veterinaria independiente**, n. 209, p. 36-38, 2017.
- GHOURI, N.; PREISS, D.; SATTAR, N. Liver enzymes, nonalcoholic fatty liver disease, and incident cardiovascular disease: a narrative review and clinical perspective of prospective data. **Hepatology**, v. 52, n. 3, p. 1156-1161, 2010.

- HABIB, M. R.; RASHID, M.H.; ISLAM, M.A. et al. Influence of green grass-based diets on growth and reproductive performance in dairy heifers. **Tropical Animal Health and Production**, p. 889–895, 2018.
- HARUN, N. L. A.; ALIMON, A. R.; JAHROMI, M. F. et al. Effects of feeding goats with *Leucaena leucocephala* and *Manihot esculenta* leaves supplemented diets on rumen fermentation profiles, urinary purine derivatives and rumen microbial population. **Journal of Applied Animal Research**, v. 45, n. 1, p. 409–416, 2017.
- HOLDEN, L.A. Comparison of methods of in vitro dry matter digestibility for tem feeds. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v. 82, p. 171794, 1999.
- KANG, S.; WANAPAT, M.; NUNOI, A. Effect of urea and molasses supplementation on quality of cassava top silage. **Journal of Animal and Feed Sciences** p. 74–80, 2018.
- IITA, Annual Report. Cassava silage feeds dairy cattle in Malawi. p. 9, 2004. Disponível em: < <http://newint.iita.org/wp-content/uploads/2016/04/Annual-Report-2004-full-version.pdf> >. Acesso em: 10 de maio de 2018.
- KANEKO, J. J.; HARVEY, J. W.; BRUSS, M. L. (Ed.). **Clinical biochemistry of domestic animals**. Academic press, 2008.
- KOWALCZYK, S. J.; CZOPOWICZ, M.; WEBER, C. N. et al. Accuracy of a diagnostic model based on serum biochemical parameters in detecting cows at an increased risk of chronic fascioliasis. **Veterinary Parasitology**, v. 254, n. February, p. 15–20, 2018.
- KUNKLE, W. E.; BATES, D. B. Evaluating feed purchasing options: energy, protein, and mineral supplements. In: **FLORIDA BEEF CATTLE SHORT COURSE**, 1998, Gainesville. Proceedings... Gainesville: University of Florida, p.59-70, 1998.
- KLICH, M. A. Biogeography of *Aspergillus* species in soil and litter. *Mycologia*, v. 94, n. 1, p. 21 -27, 2002.
- MAN, V. N.; WIKTORSSON, H. Cassava tops ensiled with or without molasses as additive effects on quality, feed intake and digestibility by heifers. **Asian Australasian Journal of Animal Sciences**, v. 14, n. 5, p. 624-630, 2001.
- MARJUKI, H. E.S.; RINI D. W.; ARTHARINI I. et al. The use of cassava leaf silage as a feed supplement in diets for ruminants and its introduction to smallholder farmers. **Livestock Research for Rural Development**, v. 20, n. 6, p. 1–9, 2008.
- MCDONALD, Peter. **Animal nutrition**. Pearson education, 2002.
- MEGAHED, A. A.; HIEW, M. W.H.; TOWNSEND, J. R. et al. Evaluation of an Electrochemical Point-of-Care Meter for Measuring Glucose Concentration in Blood from Periparturient Dairy Cattle. **Journal of Veterinary Internal Medicine**, v. 29, n. 6, p. 1718–1727, 2015.

- MELO, D. S.; CORRÊA, A. D.; MARCOS, F. C. A. et al. Efeitos da farinha de folhas de mandioca sobre a atividade das enzimas AST, ALT, FA e lipídios hepáticos de ratos Wistar. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 28, p. 32–37, 2008.
- MERTENS, D. R. Rate and extent of digestion. In: DIJKSTRA, J.; FORBES, J.M.; FRANCE, J. (Eds). **Quantitative aspects of ruminant digestion and metabolism**. 2. ed. Wallingford: CABI Publishing, p.13-47, 2005.
- MODESTO, E. C.; SANTOS, G. T.; DAMASCENO, J. C. et al. Inclusão de silagem de rama de mandioca em substituição à pastagem na alimentação de vacas em lactação: produção, qualidade do leite e da gordura. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 61, n. 1, p. 174–181, 2009.
- MODESTO, E.C.; SANTOS, G.T.; ZAMBOM, M.A. et al. Consumo, digestibilidade e parâmetros ruminais em vacas gestantes alimentadas com silagem de rama de mandioca. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.5, p.944-950, 2008.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC). **Nutrient requirements of dairy cattle**. Seventh revised edition, Washington D.C.: National Academy Press, 2001. 360p.
- OKAFOR, P. N.; OKOROWKWO, C. O.; MADUAGWU, E. N. Occupational and dietary exposures of humans to cyanide poisoning from large-scale cassava processing and ingestion of cassava foods. **Food and Chemical Toxicology**, v. 40, n. 7, p. 1001–1005, 2002.
- OLIVEIRA, J. Q. et al. 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**, v. 15, n. 3, p. 570–584, 2014.
- ONI, A. O.; SOWANDE, O. S.; ONI, O. O.; ADERINBOYE, R. Y et al. Effect of additives on fermentation of cassava leaf silage and ruminal fluid of west african dwarf goats. **Archivos de Zootecnia**, v. 63, n. 243, p. 449–459, 2014.
- ONI, A. O.; OLUWAYEMISI, A.; ADEBAYO, K. et al. Effects of supplementing cassava peels with cassava leaves and cowpea haulms on the rumen environment and blood profile parameters of West African dwarf goats. **Archivos de Zootecnia**, v. 66, n. 255, 2017.
- POWELL, J. M; BARROS, T.; DANES, M. et al. Nitrogen use efficiencies to grow, feed, and recycle manure from the major diet components fed to dairy cows in the USA. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 239, p. 274–282, 2017.
- ROZA, E.; SUARDI, M. S.; NURDIN, E.; ARITONANG, S. N. Digestibility Test of Cassava Leaves in Feed Supplement on Buffaloes by In-vitro. **Pakistan Journal of Nutrition**, v. 12, n. 5, p. 505-509, 2013.
- SANTOS, G. T.; MODESTO, E. C.; SOUZA, N. E. et al. 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**, v. 52, n. SPL.ISS., p. 259–267, 2009.
- SEVİNÇ, M., BAŞOĞLU, A., GÜZELBEKTAŞ, H. et al. Lipid and lipoprotein levels in dairy cows with fatty liver. **Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences**, v. 27, n. 2, p. 295-299, 2003.
- SKLAN, D.; ASHKENNAZI, R.; BRAUN, A. et al. Fatty acids, calcium soaps of fatty acids, and cottonseeds fed to high yielding cows. **Journal of Dairy Science**, v.75, p.2463-2472, 1992.
- SNIFFEN, C.J.; O'CONNOR, J.D.; VAN SOEST, P.J. et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, v. 70, n. 12, p. 3562-3577, 1992.
- SPEK, J.W.;BANNINK, A.; GORT, G. et al. Interaction between dietary content of protein and sodium chloride on milk urea concentration, urinary urea excretion, renal recycling of urea, and urea transfer to the gastrointestinal tract in dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 96, n. 9, p. 5734–5745, 2013.
- SUDARMAN, A.; HAYASHIDA, M.; PUSPITANING, I. R. et al. The use of cassava leaf silage as a substitute for concentrate feed in sheep. **Tropical Animal Health and Production**, v. 48, n. 7, p. 1509–1512, 2016.
- SUN, H. Z.; Shi, K.; Wu, X. et al. H. Lactation-related metabolic mechanism investigated based on mammary gland metabolomics and 4 biofluids' metabolomics relationships in dairy cows. **BMC Genomics**, v. 18, n. 1, p. 1–14, 2017.
- TILLEY, J.M.A., TERRY, R.A., A two stage technique for the in vitro digestion of forage crops. **Journal of British Grassland**. v18, n.2, p.104-111, 1963.
- TORAL, P. G.; HERVÁS, G.; CARREÑO, D. et al. Does supplemental 18:0 alleviate fish oil-induced milk fat depression in dairy ewes? **Journal of Dairy Science**, v. 99, n. 2, p. 1133–1144, 2016.
- VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**. Ithaca. Comstock Publishing. 1994. 476 p.
- VERBIC, J.; CHEN, X.B.; MACLEOD, N.A. et al. Excretion of purine derivatives by ruminants. Effect of microbial nucleic acid infusion on purine derivative excretion by steers. **Journal of Agricultural Science**, v.114, p.243-248, 1990.
- WANAPAT, M. Manipulation of cassava cultivation and utilization to improve protein to energy biomass for livestock feeding in the tropics. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**, v. 16, n. 3, p. 463–472, 2003.
- WANAPAT, M.;PHESATCHA, K.;VIENNASAY, B. et al. Strategic supplementation of cassava top silage to enhance rumen fermentation and milk production in lactating dairy cows in the tropics. **Tropical Animal Health and Production** n. 1991, 2018.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As folhas de mandioca apresentam um grande potencial para serem utilizadas na alimentação de ruminantes, desde que passem por uma pré-secagem para aumentar o teor de matéria seca, caso sejam usadas para a ensilagem.

A utilização da parte aérea da mandioca é uma opção para alimentação de ruminantes na forma ensilada, pois ela apresenta características apropriadas para a ensilagem, não reduz a qualidade nutricional, não apresenta deterioração e tem um a ótima redução de pH. Com isso, ocorre a redução dos microrganismos indesejáveis.

É possível realizar a substituição da silagem de milho pela silagem da parte aérea da mandioca em até 60% sem ter prejuízos, produtivos e metabólicos.

O único entrave para a produção da silagem da parte aérea de mandioca é a questão do corte, pois precisa ser feito manualmente. No entanto, com os ajustes corretos e adequação de maquinário é possível tornar essa prática mecanizada.