

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ  
CAMPUS DE MARECHAL CANDIDO RONDON  
MESTRADO EM ZOOTECNIA**

**JOÃO ARLINDO GOUVEIA GONÇALVES**

**SILAGEM DE RESÍDUO ÚMIDO DE FÉCULA DE MANDIOCA NA  
ALIMENTAÇÃO DE RUMINANTES**

**Marechal Cândido Rondon**

**2011**

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ**  
**CAMPUS DE MARECHAL CANDIDO RONDON**  
**MESTRADO EM ZOOTECNIA**

**JOÃO ARLINDO GOUVEIA GONÇALVES**

**SILAGEM DE RESÍDUO ÚMIDO DE FÉCULA DE MANDIOCA NA**  
**ALIMENTAÇÃO DE RUMINANTES**

Dissertação apresentada, como parte das exigências para a obtenção do título de MESTRE EM ZOOTECNIA no Programa de Pós – Graduação em Zootecnia da Universidade Estadual do Oeste do Paraná – Área de Concentração Nutrição e Alimentação Animal.  
Orientadora: Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Maximiliane Alavarse Zambom  
Co – Orientador: Prof. Dr. Eduardo Eustáquio Mesquita

**Marechal Cândido Rondon**

**2011**

*A Deus, por iluminar a minha vida,*

*Aos meus pais, Sebastião e Leni, por darem a mim o meu primeiro aprendizado de amor humildade e coragem, e o caminho para novos aprendizados,*

*Aos meus familiares: avós, irmã, sobrinhas e cunhado; a família da minha esposa; pais irmãos, cunhadas e sobrinhos (as) pelo afeto e companheirismo,*

*A minha esposa Tânia e meus filhos Maria Carolina e João Pedro, pela compreensão, paciência e amor,*

*À todos os meus amigos (as), pela ajuda e por acreditarem em mim.*

**DEDICO**

## AGRADECIMENTOS

Ao “SENHOR” que rege os meus caminhos e nunca me abandona.

À família pela paciência e compreensão que tiveram durante os momentos ausentes e difíceis que deixei de compartilhar com vocês alegria e carinho.

À Universidade Estadual do Oeste do Paraná, em especial ao Programa de Pós Graduação em Zootecnia, pela oportunidade e conhecimentos.

À Professora Doutora Maximiliane Alavarse Zambom, por acreditar em mim, e pelos seus ensinamentos, dedicação e amizade que me deu a oportunidade de dar um grande passo em minha vida.

Ao Professor Doutor Eduardo Eustáquio Mesquita e a Professora Doutora Magali Soares dos Santos Pozza pela co-orientação, contribuição e colaboração no desenvolvimento deste trabalho.

A todos os professores do Programa de Pós Graduação em Zootecnia pelos seus ensinamentos, meu muito obrigado.

À Nutrifarma Nutrição e Saúde Animal por compreender a importância deste curso para a minha vida profissional, em especial a equipe do laboratório; Marcelina, Rafael, Cachoeira e demais integrantes pela colaboração no trabalho.

Ao amigo Taffarel pelo incentivo de voltar a estudar e pelos momentos de estudo que compartilhamos juntos.

À Tatiane Fernandes (Tati), Emerson Schimidt, Cleovani Rossi, Rodrigo Tinini, Eduardo da Cruz e Luan de Oliveira pela colaboração no meu trabalho, amizade e pelos momentos de alegria que passamos juntos.

Em especial a você Tati que considero uma Mestre em minha vida mesmo sem o título e um anjo mesmo morando na terra, pela sua dedicação e amizade, jamais esquecerei.

Aos ovinos da Estação Experimental Prof. Dr. Antônio Carlos dos Santos Pessoa da UNIOESTE usados no estudo, sem eles não seria possível realizar o estudo.

E a todos aqueles que de alguma forma cooperaram para que eu pudesse chegar a mais esta conquista na minha vida.

## RESUMO

O objetivo do presente estudo foi avaliar a digestibilidade *in vivo* da silagem do resíduo úmido de fecularia de mandioca (SRUFM) em substituição ao milho em dietas para ovinos e a sua qualidade durante o processo de ensilagem. O milho foi substituído na dieta dos ovinos pela SRUFM nas proporções de 0%, 25%, 50%, 75% e 100%; e para a avaliação da SRUFM utilizou dois tratamentos, sendo um “*in natura*” e outro com o material pré-seco. Foram utilizados cinco ovinos machos castrados canulados distribuídos em um quadrado latino 5x5 (cinco tratamentos e cinco repetições) em 14 dias de adaptação e 7 dias para coleta de dados, em 105 dias de período experimental. Para a avaliação da SRUFM o material foi ensilado em silos experimentais de Cloretos de Polivinila. O resíduo úmido de fécula de mandioca pode ser ensilado *in natura* e ou pré-seco sem apresentar diferenças ( $P>0,05$ ) para proteína bruta (PB), fibra detergente neutro (FDN), fibra detergente ácida (FDA), hemicelulose, lignina e celulose no material *in natura* e pré-seco. Não foi observado diferença nas quantidades de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), PB, FDN, lignina e extrato etéreo (EE) durante os dias de ensilagem. Houve correlação alta de pH com o crescimento de enterobactérias, lactobacilos, Clostridium, fungo e leveduras. A SRUFM pode substituir o milho em dieta de ovinos, por não alterar a digestibilidade da matéria seca, matéria orgânica, proteína bruta, extrato etéreo, fibra detergente neutra, fibra detergente ácida e carboidratos totais da dieta utilizada.

**Palavras-chave:** digestibilidade, silos, pré-secagem, carboidratos totais.

## ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate the *in vivo* digestibility of the silage residue wet cassava starch (SRWCS) replacing corn in diets and quality during the ensiling process. The corn was replaced in the diet of sheep by SRWCS in proportions of 0%, 25%, 50%, 75% and 100%; and for the evaluation of SRWCS used two treatments, “*in natura*” and one with material pre – dry. We used five castrated male sheep were cannulated distributed in a 5x5 Latin square design (five treatments and five replicates) within 14 days of adaptation and 7 days for data collection at 105 days of experimental period. For the assessment of SRWCS the material was ensiled in experimental silos of Chlorides Polyvinyl. The moist residue of cassava starch can be ensiled and fresh or pre-dried with no differences ( $P > 0.05$ ) for crude protein (CP), neutral detergent fiber (NDF), acid detergent fiber (ADF), hemicellulose, lignin and cellulose in the material fresh and pre-dried. There was no difference in the amounts of dry matter (DM), organic matter (OM), CP, NDF, lignin, ether extract (EE) during the days of ensiling. There was high correlation of pH with the growth of enterobacteria, lactobacilli, Clostridium, fungi and yeasts. The SRWCS can replace corn in the diet of sheep, not to change the digestibility of dry matter, organic matter, crude protein, ether extract, neutral detergent fiber, acid detergent fiber and total carbohydrates of the diet

**Key-words:** digestibility, silos, pre – drying, total carbohydrates.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1. Mandioca – Brasil e Paraná – Área e produção – 2004 a 2010 .....	9
Figura 2. Fases da fermentação durante o processo de ensilagem (Fonte: Guim 2002). .....	12
Figura 3. Variação da matéria seca (MS%) da silagem do resíduo úmido de fécula de mandioca (SRUFM) in natura e pré- seco em relação aos dias de abertura dos silos. ....	27
Figura 4. Variação da matéria orgânica (MO%) da silagem do resíduo úmido de fécula de mandioca in natura e pré- seco em relação aos dias de abertura dos silos. ....	28
Figura 5. Variação da temperatura (Temp. °C) da silagem do resíduo úmido de fécula de mandioca in natura e pré- seco em relação aos dias de abertura dos silos. ....	28
Figura 6. Variação do pH da silagem do resíduo úmido de fécula de mandioca in natura e pré- seco em relação aos dias de abertura dos silos. ....	29
Figura 7. Variação da população de enterobactérias expressos em log da silagem do resíduo úmido de fécula de mandioca in natura e pré- seco em relação aos dias de abertura dos silos. ....	30
Figura 8. Variação da população de Lactobacilos expressos em log da silagem do resíduo úmido de fécula de mandioca in natura e pré- seco em relação aos dias de abertura dos silos. ....	30
Figura 9. Variação da população de Clostridium expressos em log da silagem do resíduo úmido de fécula de mandioca in natura e pré- seco em relação aos dias de abertura dos silos.....	31
Figura 10. Variação da população de fungos e leveduras expressos em log da silagem do resíduo úmido de fécula de mandioca in natura e pré- seco em relação aos dias de abertura dos silos.....	31
Figura 11. Variação do pH do líquido ruminal no período de coleta de cinco coletas a cada duas horas após o fornecimento de alimento nos cinco diferentes tratamentos. ....	44

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Composição química bromatológica da silagem de resíduo úmido de fécula de mandioca..	24
Tabela 2. Digestibilidade <i>in vitro</i> da matéria seca (DIVMS) da silagem do resíduo úmido de fécula de mandioca (SRUFM), resíduo úmido de fécula de mandioca <i>in natura</i> (RUFM) e silagem de milho (SM) .....	25
Tabela 3. Correlação de Pearson da matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), pH, temperatura (T°C) e população microbiana no processo fermentativo da silagem do resíduo úmido de fécula de mandioca. ....	26
Tabela 4. Composição bromatológica do milho, silagem de milho e silagem de resíduo úmido de fécula de mandioca (mg/kg).....	38
Tabela 5. Composição percentual das dietas.....	39
Tabela 6. Ingestão kg/dia de matéria seca (IMS), proteína bruta (IPB), matéria orgânica (IMO), fibra detergente neutra (IFDN), fibra detergente ácida (IFDA), extrato etéreo (IEE), carboidratos totais (ICT) e nutrientes digestíveis totais (INDT).....	40
Tabela 7. Coeficientes de digestibilidade da matéria seca (CDMS), da matéria orgânica (CDMO), da proteína bruta (CDPB), do extrato etéreo (CDEE), dos carboidratos totais (CDCT), da fibra em detergente neutro (CDFDN), da fibra em detergente ácido (CDFDA) e nutrientes digestíveis totais (CNDT) de ovinos recebendo silagem de resíduo úmido de fécula de mandioca (SRUFM) em substituição ao milho moído da ração .....	42

## SUMÁRIO

<b>RESUMO .....</b>	<b>1</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>2</b>
<b>SUMÁRIO .....</b>	<b>5</b>
<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>7</b>
<b>2 REVISÃO.....</b>	<b>9</b>
2.1 Resíduo úmido de fécula de mandioca .....	9
2.2 Ensilagem.....	11
2.3 Fermentação ruminal .....	13
2.4 Referências.....	14
<b>3. COMPOSIÇÃO QUÍMICO-BROMATOLÓGICA E PERFIL DE FERMENTAÇÃO DA SILAGEM DE RESÍDUO ÚMIDO DE FÉCULA DE MANDIOCA .....</b>	<b>17</b>
<b>Resumo.....</b>	<b>17</b>
<u>Palavras chaves</u> .....	17
<u>Abstract</u> .....	18
<u>Key-words</u> .....	18
<b>3.1 Introdução .....</b>	<b>19</b>
<b>3.2 Material e Métodos .....</b>	<b>20</b>
<b>3.3 Resultados e Discussão .....</b>	<b>23</b>
<b>3.4 Conclusão.....</b>	<b>32</b>
<b>4. SILAGEM DE RESÍDUO ÚMIDO DE FÉCULA DE MANDIOCA EM SUBSTITUIÇÃO AO MILHO MOÍDO DA RAÇÃO EM DIETA DE OVINOS: INGESTÃO E DIGESTIBILIDADE DOS NUTRIENTES.....</b>	<b>35</b>
<b>Resumo:.....</b>	<b>35</b>
<u>Palavras-chave</u> .....	35
<b>Abstract: .....</b>	<b>36</b>
<u>Key-words</u> .....	36

<b>4.1 Introdução .....</b>	<b>37</b>
<b>4.2 Material e Métodos .....</b>	<b>38</b>
<b>4.3 Resultados e Discussão .....</b>	<b>40</b>
<b>4.4 Conclusão.....</b>	<b>45</b>
<b>4.5 Referências .....</b>	<b>45</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A busca de alimentos alternativos e de baixo valor comercial, como os resíduos e subprodutos agrícolas, representa uma forma de minimizar os gastos com alimentação. Dentre os vários fatores a serem considerados na escolha de um material a ser utilizado na alimentação de ruminantes, pode-se destacar: a quantidade disponível, a proximidade entre a fonte produtora e o local de consumo, as suas características nutricionais, os custos de transporte, acondicionamento e armazenagem.

A viabilidade da utilização de resíduos e co-produtos agroindustriais como alimentos para ruminantes, requer trabalhos de pesquisa e desenvolvimento, visando à sua caracterização, aplicação de métodos de tratamento, determinação de seu valor nutritivo, além de sistemas de conservação, armazenagem e comercialização. a variabilidade dos componentes nutricionais é maior para subprodutos do que para alimentos convencionais, sendo consideradas significativas e podendo causar distúrbios nutricionais, se análises freqüentes não forem realizadas e as dietas não forem adequadamente realizadas (BELYEA *et al.* 1989).

O ruminante é capaz de aproveitar alimentos impróprios para o consumo humano ou para outras espécies domésticas transformando-os em produtos de alta qualidade como o leite, carne ou lã etc. Dessa maneira os subprodutos da agroindústria podem minimizar custos de produção apresentando características nutritivas favoráveis à alimentação de ruminantes (MONTEIRO *et al.* 1998).

Analisando sob outro enfoque, a utilização de subprodutos agroindustriais vem ao encontro dos anseios das atuais políticas ambientais que, de forma crescente e com tendência a se fortalecer cada vez mais, vêm acompanhando de perto a eliminação de produtos potencialmente poluentes pelas indústrias. O crescimento demográfico aliado às crises de abastecimento, principalmente nos países em desenvolvimento, aumenta a discussão sobre a competição entre humanos e animais domésticos por alimentos nobres. Neste sentido, o estudo e utilização de fontes alternativas de alimentos são de fundamental importância (MENEGETTI & DOMINGUES, 2008).

Porém, esta avaliação nem sempre é simples como parece. Vários componentes do custo devem ser considerados, como a logística (transporte, descarga e armazenamento); perdas na armazenagem; fluxo de caixa da propriedade; teor de matéria seca do material (principalmente no caso de produtos úmidos); composição nutricional, além do resultado de

desempenho que se pode esperar da introdução de um determinado subproduto na dieta (PEDROSO & CARVALHO, 2006).

A utilização dos subprodutos das indústrias vem também ao encontro do grande problema ambiental gerado por elas. O escoamento dos resíduos industriais representa um dos maiores problemas encontrado, corroborando para a contaminação ambiental, visto a elevada quantidade acumulada sem uma destinação adequada (SILVEIRA *et al.*, 2002). O descarte de forma incorreta destes resíduos pode causar transtornos ambientais, sanitários e econômicos (SOUZA, 2010). A utilização destes na produção animal, além de suas contribuir de modo positivo à nutrição animal, também colaboram para a diminuição da deposição de dejetos no meio ambiente, reduzindo os impactos ambientais.

Desta forma o objetivo deste estudo foi avaliar a ingestão e digestibilidade da matéria seca, proteína bruta e matéria orgânica de ovinos alimentados com diferentes níveis de silagem de resíduo úmido de fécula de mandioca em substituição ao milho moído, os parâmetros ruminais e comparar o perfil de fermentação da silagem de RUFM “*in natura*” e pré seco ao sol avaliando o processo de ensilagem (pH, microbiologia, temperatura).

## 2 REVISÃO

### 2.1 Resíduo úmido de fécula de mandioca

A mandioca (*Manihot esculenta*) é uma espécie originária da América do Sul Tropical, conhecida também pelos nomes de yuca, cassava, tapioca e manioc (CEREDA, 1994). Atualmente de acordo com os dados da Food and Agriculture Organization (FAO, 2009), a planta é cultivada em mais de 180 países ao redor do mundo, sendo que o Brasil está entre os maiores produtores de mandioca do mundo sendo responsável por aproximadamente 12% da mandioca produzida no mundo ocupando a segunda posição na produção mundial. A produção brasileira de mandioca em 2010, conforme levantamento do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2010), foi de 27,3 milhões de toneladas, acusando um crescimento de 5% relativamente ao volume obtido no ano anterior, sendo o recorde da década. Entre as cinco regiões geográficas do País o destaque é para as duas maiores produtoras, a Sul e a Nordeste com, respectivamente, 12,2% e 6,7%.

Quadro 1. Mandioca – Brasil e Paraná – Área e produção – 2004 a 2010

ANOS	BRASIL		PARANÁ		PRODUÇÃO	COLOCAÇÃO
	ÁREA (1000 ha)	PRODUÇÃO (1000 t)	ÁREA (1000 ha)	PRODUÇÃO (1000 t)	PR/BR %	PR/BR
2004	1.755	23.927	151	2.966	12,4	3°.
2005	1.902	25.872	167	3.347	12,9	3°.
2006	1.897	26.639	170	3.800	14,3	3°.
2007	1.894	26.541	150	3.400	12,8	3°.
2008	1.889	26.703	179	3.900	14,6	3°.
2009	1.873	26.031	153	3.660	14,1	2°.
2010	1.882	26.595	190	4.310	16,2	2°.

Fonte: IBGE, SEAB/DERAL (2010)

Além dos produtos primários, como raízes e parte aérea, existem outros subprodutos ou resíduos de mandioca que tem bom potencial como alimento para ruminantes (CEREDA, 2000). A raiz da mandioca é eminentemente calórica, gerando cerca de 1500 cal/kg, a partir do amido. As raízes apresentam em média 62% de umidade, 1,55% de fibra bruta, 33,5 % de carboidratos e 1% de cinzas (CEREDA, 1994).

O resíduo úmido de fecularia de mandioca (RUFM), ou como também é conhecida; massa, bagaço ou resíduo de fecularia de mandioca, é um subproduto da indústria de fécula,

proveniente da prensagem para extração da fécula ou amido da mandioca na indústria por via úmida (BERTOL e LIMA, 1999; MARQUES e CALDAS NETO, 2002). No entanto, a massa, ou bagaço da mandioca é composto pelo material fibroso da raiz, contendo parte do amido que não foi possível extrair no processamento. É gerado na etapa de separação da fécula e por estar embebido em água, apresenta, em volume, maior quantidade que a própria matéria-prima, contendo cerca de 75% de umidade (CEREDA, 2000).

De acordo com Leonel (2001), o resíduo úmido de fécula de mandioca apresenta alta umidade e pode ser caracterizada como material fibroso da raiz, contendo parte da fécula (amido) que não foi possível extrair no processamento, no entanto a utilização do RUFM é dificultado devido ao seu elevado teor de umidade, o que o torna bastante perecível, de difícil conservação, difícil transporte e armazenagem na propriedade, outro fator limitante é de como administrar na dieta total em grande escala pelo seu difícil manuseio e ausência de equipamentos próprios para o seu uso.

Devido à alta fermentabilidade dos carboidratos não estruturais da mandioca (amido), a rápida produção de AGV no rúmen faz com que o animal reduza a ingestão de MS, em resposta a um sinal metabólico de saciedade. A diminuição no consumo pode levar ao desequilíbrio de nutrientes, afetando de maneira negativa o desempenho animal. Esta maior capacidade fermentativa da mandioca, quando fornecida em níveis elevados na dieta, invariavelmente prejudica a digestão (MENEGHETTI & DOMINGUES, 2008). Os carboidratos são a principal fonte energética para o desenvolvimento dos microrganismos do rúmen e a taxa de produção microbiana pode ser modificada sensivelmente, quando diferentes fontes são utilizadas. As principais diferenças estão na taxa e extensão da digestão do amido no rúmen, as quais são determinadas por inter-relações de diversos fatores, incluindo a fonte dietética de amido, as composições dietéticas, a quantidade de alimentos consumida por unidade de tempo, interações mecânicas (processamento dos grãos, mastigação), interações químicas (grau de hidratação, gelatinização) e adaptação dos microrganismos ruminais.

A maior taxa de degradação ruminal da mandioca em relação ao milho pode aumentar o aporte de AGV's, e, conseqüentemente, de energia para o animal, reduzindo o consumo pela ativação de mecanismos quimiotáticos de controle da ingestão (SCOTON, 2003). No entanto, o autor não observou alteração no consumo com a substituição do milho por raspa de mandioca em seu trabalho.

Ramos et al. (2000) utilizou de níveis crescentes do resíduo de mandioca substituindo o milho em dietas de bovinos cruzados em confinamento até ao nível de 66% da dieta não alterou o ganho de peso e conversão alimentar. Porém a substituição de 99% do milho

prejudicou o desempenho animal, provavelmente devido à diminuição no consumo de MS e PB observada neste tratamento.

Segundo Abrahão *et al.* (2006), a inclusão do resíduo úmido de fécula de mandioca em substituição ao milho como concentrado energético, apesar da elevada digestibilidade da matéria seca e dos carboidratos não-fibrosos, não influenciou o coeficiente de digestibilidade de MS, PB, EE, FDN, FDA, CNF e a porcentagem de NDT e EM, em Mcal/kg.

Um dos fatores limitantes para o uso efetivo do resíduo úmido de fécula de mandioca na alimentação animal está relacionado com a conservação do material nas propriedades. O baixo teor de matéria seca é o principal fator que dificulta sua armazenagem. A ensilagem, como técnica de conservação do RUFM, tem sido uma opção para a utilização em propriedades rurais como estratégia de reserva de alimento e baixo custo na alimentação animal.

## 2.2 Ensilagem

A conservação de alimento na propriedade para os animais é um processo de extrema importância, pois evita prejuízos na atividade pecuária devido à falta de alimento. O processo de ensilagem é uma excelente alternativa para evitar a ocorrência destas perdas, e no caso de resíduos de agroindústrias viabiliza a compra de uma grande quantidade devido ao valor de transporte.

Silagem é o produto resultante da fermentação da planta forrageira na ausência de ar (PEREIRA *et. al.*, 2008). Sendo que o principal objetivo é a redução máxima das perdas para que possa, dentro do possível, ter uma silagem o mais próximo do material original.

Este processo depende diretamente da rápida estabilização do pH, e conseqüentemente uma melhor conservação do material ensilado. Para que isto ocorra é necessário que o material tenha quantidade de açúcares prontamente fermentáveis presentes no material ensilado. Se a concentração de carboidratos solúveis é adequada, as condições são mais favoráveis para o estabelecimento e crescimento de bactérias do gênero *Lactobacilo*, as quais produzem o ácido láctico, que é desejado (GUIM, 2002).

O processo de ensilagem passa por quatro fases:

- Fase aeróbica; esta indesejável, porém obrigatória no processo. Quando esta é prolongada, ocorre excessiva perda de matéria seca na forma de carboidratos ricos em energia e estes vão fazer falta às bactérias produtoras de ácido láctico ou pelos animais como fonte de energia. Acima de 49 °C, a proteína pode reagir com os carboidratos da planta, passar a fazer

parte da fibra em detergente ácido (FDA) e torna-se indigestível (reação de Maillard) (SILVEIRA, 2002).

- Fase anaeróbica; os microorganismos anaeróbicos se desenvolvem em quantidade, principalmente as enterobactérias, junto a estas bactérias têm-se também diversos tipos de heterofermentativas, que são tolerantes ao calor e ao ácido acético.

Durante esta fase, haverá formação de ácido acético + etano + ácido láctico + CO<sub>2</sub> decorrentes da fermentação. Com acúmulo de ácido, principalmente acético, o pH do ambiente começa a cair. Com isto ocorre uma mudança na população de bactérias, surgindo as bactérias homofermentativas, fazendo com que o pH diminua com maior rapidez.

- Fase de estabilização; nesta fase o pH ideal deve estar em torno de 3,8 a 4,2 fazendo com que ocorra inibição da população de bactérias, interrupção dos processo de fermentação, iniciando a fase de estabilidade, que se prolonga até que o silo seja aberto e a silagem volte a ter contato com o oxigênio. Quanto mais rápido se completar o processo fermentativo, mais nutrientes (peptídeos e aminoácidos) serão preservados, melhorando o valor nutritivo da silagem.

O outro grupo de bactérias anaeróbicas são os *Clostridium*, o qual pode afetar, negativamente, a qualidade da silagem, se os valores de pH não forem suficientemente baixos para inibir o seu desenvolvimento. Este grupo estritamente anaeróbio fermenta açúcares e ácido láctico produzindo ácido butírico e aminas. Tal fermentação representa significativa perda de matéria seca, e seus produtos reduzem a capacidade de aceitação das silagens pelos animais, promovendo um decréscimo no consumo de matéria seca. A inibição do *Clostridium* se dá através da redução do pH e água, conforme mostrado na figura 2.

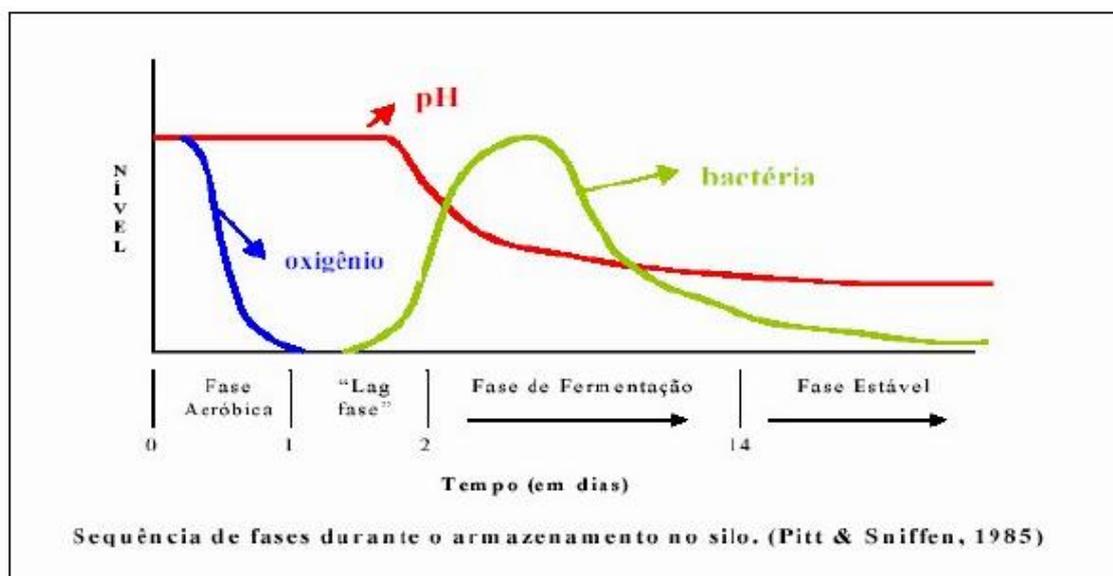


Figura 2. Fases da fermentação durante o processo de ensilagem (Fonte: Guim 2002).

### 2.3 Fermentação ruminal

A fermentação ruminal é o resultado da atividade física e microbiológica, que converte os componentes da dieta a ácidos graxos voláteis (AGV), proteína microbiana e vitaminas do complexo B e vitamina K, metano e dióxido de carbono, amônia, nitrato, etc. (OWENS e GOETSCH, 1993).

Segundo Bergman (2006), os produtos finais da fermentação são parcialmente determinados pela natureza da dieta, que pode mudar a atividade metabólica dos microorganismos, provendo novos ou diferentes substratos que influenciam a quantidade e a natureza desses produtos. Os alimentos consumidos são submetidos à digestão fermentativa por microorganismos e à hidrólise pelas próprias enzimas do sistema do animal (KHAMPA *et al.*, 2009).

Dietas com alta digestibilidade resultam em altas concentrações ruminais de AGV's, estes suprem de 60% a 80% do requerimento energético dos ruminantes, a sua absorção envolve alterações locais do pH, próxima a superfície absorptiva no rúmen (FURLAN *et al.*, 2006). O pH ruminal é um fator importante que influencia a fermentação ruminal, pode variar de 5,5 a 7,2 com valores baixos sendo observados em intervalo de tempos curtos após a alimentação dos animais em dietas ricas em concentrado (VALADARES *et al.*, 2006). Dias *et al.* (2008), relataram em seu trabalho uma redução no coeficiente de digestibilidade do extrato etéreo de forma linear com o aumento da inclusão de bagaço de mandioca na dieta de novilhas leiteiras, o que atribuiu a depressão do pH ruminal associado ao aumento do amido dietético, aumentando a população de bactérias amilolíticas e diminuindo a celulolíticas, reduzindo a digestão da fibra.

A raiz de mandioca contém altos níveis de energia e tem sido usada como uma fonte de energia prontamente fermentável em rações para ruminantes (WANAPAT, 2003). Uma estratégia para a utilização de carboidratos altamente degradáveis é a utilização em combinação com fontes prontamente disponíveis de nitrogênio não protéico (NNP) como a uréia (KHAMPA *et al.*, 2009).

A uréia é sintetizada no fígado em quantidades proporcionais à concentração de amônia produzida no rúmen e sua concentração sanguínea está diretamente relacionada com os níveis protéicos da ração e da relação energia/proteína da dieta (GONZÁLES *et al.*, 2000). Além disso, o pH ruminal tem grande impacto sobre a eficiência de fermentação ruminal (WANAPAT, 2003).

Alimentação com altos níveis de carboidratos de rápida taxa de degradação podem resultar em diferentes alterações na fermentação ruminal. O uso da energia pelo ruminante depende da proporção da fermentação microbiana, a qual ocorre no rúmen. A extensão e o tipo de fermentação determinam a natureza e a quantidade dos vários metabólitos que são absorvidos no trato digestivo e estes metabólitos afetam a eficiência da produção (VAN SOEST, 1991). Assim é importante que se caracterize energeticamente a silagem de resíduo úmido de fécula mandioca (SRUFM), pois se trata de um subproduto com potencial para ser utilizado na dieta de ruminantes (FERREIRA *et al.*, 2007).

Apesar de muitas espécies de microorganismos estarem presentes no rúmen durante todo o tempo, a taxa de crescimento e a ação digestiva de cada espécie pode variar com as condições ruminais. Mudanças que ocorrem após a alimentação no tipo de microorganismos e na concentração enzimática são mais extremas, quando misturas de concentrado e volumoso são fornecidas, por causa de uma grande variedade de substratos e tamanho de partículas e pelas mudanças no pH ruminal (VALADARES FILHO *et al.*, 2006).

#### 2.4 Referências

- ABRAHÃO, J.J.S.; PRADO, I.N.; PEROTTO, D.; ZEOULA, L.M.; LANÇANOVA, J.A.C.; LUGÃO, S.M.B. Digestibilidade de dietas contendo resíduo úmido de mandioca em substituição ao milho para tourinhos em terminação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.4, p.512-518, 2006.
- BELYEA, R.L.; STEVENS, B.J.; RESTREPO, R.J. et al. Variation in composition of by-products feeds. **Journal of Dairy Science**, v. 72, n.9, p. 2339-2345, 1989.
- BERGMAN, E.N. Energy contributions of volatile fatty acids from the gastrointestinal tract in various species. *In*: BERCHIELLI, T.T.; PIRES, A.V.; OLIVEIRA, S.G. **Nutrição de Ruminantes**. Funep, 2006, p151- 178.
- BERTOL, T.M.; LIMA, G.J.M.M. Níveis de Resíduo Industrial de Fécula da Mandioca na Alimentação de Suínos em Crescimento e Terminação. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.34, n.2, p.243-248, 1999.
- CEREDA, M.P. Caracterização dos subprodutos da industrialização da mandioca. *In*: CEREDA, M.P. **Manejo, uso e tratamento de subprodutos da industrialização da mandioca**. São Paulo: Fundação CARGILL, 2000. p.13-37.
- CEREDA, M.P. Caracterização dos resíduos da industrialização da mandioca. *In*: CEREDA, M.P. **Resíduos da industrialização da mandioca**. Botucatu, 1994. p.11-50.
- DIAS, A.M.; SILVA, F.F.; VELOSO, C.M.; IATVO, L. Digestibilidade dos nutrientes do bagaço de mandioca em dietas de novilhas leiteiras. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.**,v.60,p.996-1003, 2008.

- FERREIRA, G.D.G.; CARDOSO, E.C.; OLIVEIRA, R.L.; BRITO, E.L.; FILHO, W.S. Caracterização Bromatológica e Estimativas de Energia da Massa de Mandioca Ensilada com Farelo de Trigo em Silos Laboratoriais, **Ciência Animal Brasileira**, v.8, n.3, p. 457-464, jul./set. 2007.
- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS – FAO. Roma, 2009. **Statistical Databases**. Disponível em <www.fao.org>. Acesso em 23 de agosto de 2011.
- FURLAN, R.L.; MACARI, M.; FILHO, D.E.F. Anatomia e fisiologia do trato gastrintestinal. *In: Nutrição de Ruminantes*, Funep, 2006, p 1-23.
- GONZÁLES, G.; RODRÍGUEZ, A.A. Effect of storage method on fermentation characteristics, aerobic stability and forage intake of tropical grasses ensiled in round bales. **Journal of Dairy Science**, v.86, n.3, p.926, 2000.
- GUIM, A. Produção e avaliação de silagem. *In: SIMPÓSIO PRODUÇÃO DE FORRAGEIRAS NATIVAS*, 3, 2002. **Anais...** Areia: UFPB, 2002. CD ROM
- IBGE, SEAB/DERAL. Análise da conjuntura agropecuária safra 2010/11. Disponível <[http://www.agricultura.pr.gov.br/arquivos/File/deral/Prognosticos/mandioca\\_2010\\_11](http://www.agricultura.pr.gov.br/arquivos/File/deral/Prognosticos/mandioca_2010_11)>. Acesso em 14 agosto de 2011.
- KHAMPA, S.; CHAOWARAT, P.; SINGHALERT, R.; WANAPAT, M. Supplementation of Yeast Fermented Cassava Chip as a Replacement Concentrate on Rumen Fermentation Efficiency and Digestibility of Nutrients in Cattle. **Asian Journal of Animal Sciences**, 3: 18-24. 2009
- LEONEL, M. O Farelo, Subproduto da Extração de Fécula de Mandioca. *In: CEREDA, M.P. Manejo, Uso e Tratamento de Subprodutos da Industrialização da Mandioca*. v.4, Fundação Cargill, São Paulo, 2001a, p.211-216.
- LEONEL, M.; CEREDA, P.M.; ROAU, X. Aproveitamento do resíduo da produção de etanol a partir de farelo de mandioca, como fonte de fibras dietéticas. **Ciências e Tecnologia de Alimentos**, vol.19, n.2, p.241-245, 1999.
- MARQUES, J.A.; CALDAS NETO, S.F. **Mandioca na alimentação Animal: Parte Aérea e Raiz**. Campo Mourão – PR. CIES, 28p. 2002.
- MENEGHETTI, C.D.C.; DOMINGUES, J.L. Características nutricionais e uso de subprodutos da agroindústria na alimentação de bovinos. **Revista Eletrônica Nutritime**, v.5, n. 2, p.512-536, Março/Abril 2008.
- MONTEIRO, A.L.G.; GARCIA, C.A.; NERES, M.A. et al. Efeito da substituição do milho pela polpa cítrica no desempenho e características das carcaças de cordeiros confinados. *In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA*, 35, 1998, Botucatu. **Anais...** Botucatu, Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1998.
- OWENS, F.N; GOETSCH, A.L. Ruminant fermentation. *In: CHURCH, D.C. (ED). The Ruminant Animal Digestive Physiology and Nutrition*. 1993. p.145-171.
- PEDROSO, A.M.; CARVALHO, M.P. Polpa cítrica e farelo de glúten de milho. *In: PEDROSO, A.M. Treinamento on line: Subprodutos para ruminantes: estratégias para reduzir o custo de alimentação*. Piracicaba: AgriPoint; 2006. v.2, p. 1-35.
- PEREIRA, R.G.A.; TOWNSEND, C.R.; COSTA, N.L.; MAGALHÃES, J.A. **Processos de ensilagem e plantas a ensilar**. Porto Velho, RO: Embrapa Rondônia, 2008.

- PRESTON, T.R. Biological and chemical analytical methods. *In*: PRESTON, T.R. **Tropical animal feeding: a manual for research workers**. Rome: FAO, 1995, p. 161-171.
- RAMOS, P.R.; PRATES, E.R.; FONTANELLI, R.S. et al. Uso do bagaço de mandioca em substituição ao milho no concentrado para bovinos em crescimento. 1. Consumo de Matéria Seca, Matéria Orgânica. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.1, p.295-299, 2000b.
- SILVEIRA, R.N.; BERCHIELLI, T.T.; FREITAS, D. et al. Fermentação e degradabilidade ruminal em bovinos alimentados com resíduos de mandioca e cana de açúcar ensilados com polpa cítrica peletizada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.31, n.2, p. 793-801, 2002.
- SOUZA, L.C. Valor nutricional do resíduo de cervejaria in natura conservado sob condições aeróbias ou anaeróbias. Marechal Cândido Rondon, 2010. **Dissertação** (Mestrado) Universidade Estadual do Oeste do Paraná.
- VALADARES FILHO, S.C.; PINA D.S. Fermentação Ruminal. *In*: **Nutrição de Ruminantes**. Funep, 2006, p 151-178.
- VAN SOEST, P.J. Nutritional ecology of the ruminant. 2 ed. London. *In*: Caracterização Bromatológica e Estimativas de Energia da Massa de Mandioca Ensilada com Farelo de Trigo em Silos Laboratoriais, **Ciência Animal Brasileira**, v.8, n.3, p. 457-464, jul./set. 2007.
- VAN SOEST, P.J.; ROBERTSON, J.B.; LEWIS, B.A. Symposium: carbohydrate methodology, metabolism, and nutritional implications in dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, v.74, p. 3583-3597,1991.
- WANAPAT, M. Manipulation of cassava cultivation and use of protein to improve biomass energy to feed the cattle in the tropics, **Asian-Aust. J. Anim. Sci.**, 16: p. 463-472, 2003.

### 3. COMPOSIÇÃO QUÍMICO-BROMATOLÓGICA E PERFIL DE FERMENTAÇÃO DA SILAGEM DE RESÍDUO ÚMIDO DE FÉCULA DE MANDIOCA

Resumo: Objetivou-se avaliar a população de enterobactérias, lactobacilos, Clostridium, fungos e leveduras da silagem de resíduo úmido de fécula de mandioca (SRUFM) in natura e pré-seca ao sol, em três períodos diferentes (0, 28 e 56 dias após a ensilagem) e a correlação entre eles e os teores de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), fibra detergente neutro (FDN), fibra detergente ácido (FDA), extrato etéreo (EE), hemicelulose, celulose, lignina, digestibilidade “*in vitro*” da matéria seca (DVMS). Os dados foram submetidos a análise de variância e para comparação das médias empregou-se o teste de Tukey a 5% de probabilidade. Foi realizada análise de regressão para os dias (0; 1; 3; 7; 14; 28 e 56) ao nível de 5% de probabilidade. Obteve-se efeito linear negativo ( $P < 0,05$ ) para os valores de pH, os quais decresceram com o tempo de ensilagem correlacionando-se com a diminuição da população bacteriana, mantendo assim a qualidade do resíduo úmido de fecularia. Houve diferença significativa ( $P < 0,05$ ) para os teores de MS, MO e EE entre a SRUFM *in natura* e a SRUFM pré-seca e diferença significativa nos dias após a ensilagem para lignina, hemicelulose e FDA. Não houve diferença significativa ( $P > 0,05$ ) para DVMS entre o resíduo úmido de fécula de mandioca e a silagem do resíduo úmido de fécula de mandioca. Ao comparar a digestibilidade *in vitro*” da SRUFM, o RUFM e a silagem de milho não houve diferença entre os dois primeiros materiais, mas houve diferença de digestibilidade da silagem de milho em relação a SRUFM e RUFM, sendo a silagem de milho menos digestível. A abertura do silo após 28 dias de ensilagem se mostrou como melhor opção sendo que a partir desta data a uma estabilização na temperatura e pH do material ensilado e baixa atividade bacteriana, não há necessidade de pré secar o material para ensilar, pois não houve interferência significativa na qualidade do material e fermentação.

**Palavras chaves:** pH da silagem, conservação, massa de mandioca, microbiologia

### 3. CHEMICAL COMPOSITION AND FERMENTATION PROFILE OF SILAGES FROM WET WASTES OF CASSAVA STARCH

**Abstract:** The objective - to evaluate the population of enterobacteria, lactobacilli, Clostridium, fungi and yeast from residue silage wet waste cassava starch (RSWWCS) fresh and pre-drought in three different periods (0, 28 and 56 days after ensiling ) and the correlation between them and the dry matter (DM), organic matter (OM), crude protein (CP), neutral detergent fiber (NDF), acid detergent fiber (ADF), ether extract (EE), hemicellulose, cellulose, lignin , “*in vitro*” dry matter (DVMS). There treatment data were submitted to variance analyses and comparison of the means employed – the Tukey test at 5% probability, was performed by regression analysis for the days in the analyses of residue silage wet cassava starch (0, 1, 3, 7, 14, 28 and 56) at 5% probability level. Got - if linear effect ( $P < 0.05$ ) for pH, which decreased with time correlating silage – with the decrease of the bacterial population while maintaining the quality of the residue wet cassava industry. A significant differences ( $P < 0.05$ ) for DM, OM and EE SRWCS between fresh and dry and pre-SRWCS significant difference in the days after ensiling for lignin, hemicellulose, and FDA. There was no significant difference ( $P > 0.05$ ) between the DVMS humid residue of cassava starch residue silage and wet cassava starch. By comparing the *in vitro*” of SRWCS the RWCS and corn silage there was no difference between the first two materials, but differences of digestibility of corn silage over SRWCS the RWCS and, being less digestible. The opening of the silo after 28 days silage showed a better option and that from this date to a stabilization of the temperature and pH of the silage and low bacterial activity, there is no need to pre-dry the material for silage, because there was no interference significant in material quality fermentation.

**Key-words:** silage pH, storage, fermentation, bactéria.

### 3.1 Introdução

A mandioca (*Manihot esculenta*) e os subprodutos da sua industrialização destacam-se como substitutos energéticos mais baratos para formulação de rações para ruminantes, uma alternativa viável, pois possui valor nutritivo semelhante ao do milho (Ramalho et al., 2006). Segundo Pires et al. (2008) a alimentação dos animais representa maior custo da atividade pecuária, principalmente quando se utiliza o milho como ingrediente energético, o qual, apesar da elevada qualidade nutricional, geralmente apresenta custo elevado. Portanto, a utilização de fontes alimentares alternativas, como resíduos agroindustriais, pode contribuir para reduzir o custo de produção e de contaminação ambiental. Portanto, é fundamental o conhecimento das características do alimento, permitindo estabelecer critérios para sua inclusão nas dietas dos animais, maximizando o potencial digestivo e possibilitando ao animal a manifestação de seu potencial genético e a consequente otimização da utilização do alimento para funções produtivas (ABRAHÃO et al., 2006).

A mandioca caracteriza-se por apresentar altos teores de carboidratos não-estruturais, sobretudo amido (PIRES et al., 2008). Atualmente merece destaque neste cenário o resíduo úmido de fécula de mandioca (RUFM), ou como também é conhecido, massa ou bagaço de mandioca ou massa de feculária, o qual pode ser obtido facilmente e a baixo custo na Região Oeste do Paraná. O RUFM é um subproduto da indústria da fécula, proveniente da prensagem para extração da fécula ou amido da mandioca na indústria por via úmida, (BERTOL e LIMA, 1999; MARQUES e CALDAS NETO, 2002).

Segundo Ramalho et al. (2006) existe grande variação na composição bromatológica da mandioca e de seus subprodutos. Entretanto, esses alimentos possuem como característica comum altos teores de carboidratos não estruturais, com predominância do amido, e baixo percentuais de proteína bruta.

No entanto, a secagem deste subproduto é uma forma de permitir sua adequada conservação e transporte, o que aperfeiçoa sua utilização. A massa de fecularia seca, apesar de ter um custo mais elevado que a úmida devido aos custos envolvidos com a secagem do material fresco é de fácil utilização, pois permite seu uso em misturas concentradas.

Dentre os diversos estudos utilizando resíduos da industrialização da mandioca, não há trabalhos que utilizam o resíduo úmido na forma de silagem para ruminantes em substituição ao milho da ração. Esta forma de utilização diminui os custos no processamento e aumenta o tempo de estocagem do subproduto na propriedade, diminuindo os custos do produtor quanto à alimentação dos animais.

Entre os subprodutos resultantes da industrialização da mandioca, o resíduo úmido da extração da fécula é um dos mais promissores para a alimentação de ruminantes, em razão da abundância nas regiões produtoras, composição bromatológica e custo reduzido, além de ser bem aceito pelos animais. A dificuldade encontrada em sua utilização é a forma de conservação deste alimento na propriedade, devido ao alto teor de umidade. Esta umidade excessiva provoca perdas significativas de nutrientes, em virtude da ação de *Clostridium* e leveduras (MAHANNA, 1994; ROTZ & MUCK, 1994). Outro fator a levar em consideração é a condição de anaerobiose porque a respiração celular consome carboidratos disponíveis para a fermentação natural do ácido láctico.

Durante o processo de extração da fécula de mandioca é gerado o farelo, massa ou bagaço; resíduo sólido composto pelo material fibroso da raiz e parte da fécula que não foi possível extrair no processamento. Na fecularia, para cada tonelada de raiz processada são produzidos cerca de 928,6 kg de resíduo com 85% de umidade. Após seco, este resíduo apresenta em média 75% de amido e 11,5% de fibras (LEONEL et al., 1999).

Um dos meios de conservação de alimentos destinados a alimentação de ruminantes é a ensilagem, este é um processo onde um alimento é conservado através da fermentação láctica, realizada por bactérias lácticas homofermentativas, de forragens nutritivas e palatáveis ou resíduos agroindustriais. Pela produção rápida de ácido láctico que diminuem o pH da silagem, impedindo o crescimento de microorganismos indesejáveis como fungos e bactérias do gênero *Clostridium*.

A ensilagem do resíduo úmido de fécula de mandioca surge como alternativa para viabilizar a utilização do produto, diminuindo suas perdas por degradação, porque garante a fermentação anaeróbica, produzindo ácidos orgânicos, promovendo a queda do pH e, conseqüentemente preserva a qualidade do material ensilado.

O objetivo do presente estudo foi avaliar a composição químico-bromatológica e o perfil de fermentação do resíduo úmido de fécula de mandioca *in natura* e pré-seco ao sol, e a sua digestibilidade em relação a silagem de milho.

### **3.2 Material e Métodos**

O experimento foi realizado no período de novembro de 2010 a janeiro de 2011, na Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Campus de Marechal Candido Rondon, localizada no município de Marechal Candido Rondon, Paraná, Brasil.

O resíduo úmido de fécula de mandioca utilizado foi obtido em indústria de amido de mandioca no município de Marechal Cândido Rondon.

Para avaliação da silagem foram utilizados dois tratamentos: o resíduo úmido de fécula de mandioca (RUFM) foi ensilado na forma *in natura* e o resíduo úmido de fécula de mandioca pré-seco (RUFMS) que foi submetida à pré-secagem ao sol, colocando-o sobre uma superfície de concreto por um período de 3 horas. Foi ensilado aproximadamente 3 kg de RUFM e RUFMS, em silos experimentais de Cloretos de Polivinila (PVC) de 500 mm de altura por 100 mm de diâmetro contendo uma camada de areia no fundo dos silos de 700g e 500g para SRUFM e SRUFMS respectivamente e vedados com *caps* dotados de válvulas do tipo *Bunsen* sendo estes para o livre escape dos gases (SCHEFER de ROJAS, 1976).

Após análise bromatológica do material (dia 0) os silos foram acondicionados no laboratório de nutrição animal da UNIOESTE onde foram realizadas as aberturas ao completar os dias 1, 3, 7,14, 28 e 56. No momento da abertura foi coletada amostra do material que foi processada no Laboratório de Nutrição Animal da UNIOESTE, onde foram analisadas quanto aos teores de MS, de acordo com a AOAC (1980); cinzas (CIN), proteína bruta (PB) e lignina conforme metodologia descrita por Silva & Queiroz (2002); e fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA), segundo Van Soest et al. (1991). A matéria orgânica (MO) foi obtida pela diferença entre o teor de CIN e o total de MS.

Para a determinação da digestibilidade “*in vitro*” da matéria seca (DIVMS) adotou-se a técnica de Tilley e Terry (1963) adaptada ao rúmen artificial, desenvolvida pela ANKOM, conforme descrita por Holden (1999). O líquido ruminal foi coletado de bovinos munidos de cânula ruminal, confinados alimentados com silagem de milho, SRUFM, farelo de soja, milho e mineral. Foi pesado 0,5 g de amostra de RUFM, colocados em filtros F57 da ANKOM e acondicionados em jarros de vidro contendo líquido de rúmen e solução tampão. O material permaneceu incubado por 48 horas e no término deste período acrescentou-se ao fermentador (Rúmen artificial da ANKOM) uma solução de HCL - Pepsina, permanecendo o material por mais de 24 horas no fermentador. No término desse período, os filtros foram retirados do fermentador ruminal, e lavados com água destilada até a total retirada do material aderente ao filtro e após, foram secos em estufa, por 8 h a 105°C, determinando-se a MS analítica.

A DIVMS foi calculada pela diferença entre a quantidade incubada e o resíduo que ficou após a incubação, através da fórmula:

$$DIVMS (\%) = (MS \text{ do alimento inicial} - MS \text{ do alimento residual} \times 100) / MS \text{ do alimento inicial}$$

Foi realizada a análise microbiológica do material *in natura* (dia 0) e ensilado aos 28 e 56 dias, mensuração do pH e temperatura. As análises microbiológicas foram realizadas no Laboratório de Microbiologia e Bioquímica da UNIOESTE, campus de Marechal Cândido Rondon. Adicionou-se 450 ml de água destilada estéril aos 50 g de amostra de silagem, mantendo-se este material em agitação e a partir da solução obtida pipetou-se 1 ml, em sucessivas diluições de  $10^{-1}$  a  $10^{-7}$ , utilizando-se tubos de ensaio contendo 9 ml de água destilada. Posteriormente a partir dos extratos diluídos foi realizada a semeadura nas placas utilizando 0,1 ml por placa. Para cada diluição e meio de cultura, a semeadura foi efetuada em triplicata e a contagem microbiana e os resultados obtidos foram analisados segundo a descrição de Gonzáles e Rodrigues (2003).

Nos dias 1, 3, 7, e 14 foi feita a abertura dos silos e realizada a determinação do pH, temperatura, teor de matéria seca e matéria mineral. O pH e temperatura das amostras foram mensurados com uso de peagâmetro digital e termômetro do tipo espeto. Para a determinação do pH foi utilizada a metodologia descrita por Cherney e Cherney (2003) adicionando-se 100 ml de água destilada em 10 g de amostra, permanecendo em repouso por 1 hora antes da leitura.

As populações microbianas tanto do material original, como do material ensilado, foram determinadas por meio de técnicas de cultura segundo Silva et. al. (2002) utilizando os seguintes meios:

- Potato Dextrose Ágar para contagem de fungos filamentosos, mantendo-se as placas em temperatura ambiente por 5 a 7 dias.
- Lactobacilli MRS Broth para contagem de lactobacilus mantendo-se em incubação a 35 °C por 72 horas.
- Violet Red Bile Ágar (Oxord) para contagem de enterobactérias mantendo-se em incubação a 35°C por 72 horas.
- Reinforced Clostridial Ágar para contagem de clostrídeos mantendo-se em incubação anaeróbica utilizando jarras com sistema Gás – Park a 35°C por 72 horas.

Após o período de incubação as colônias foram contadas, utilizando-se um contador de colônias Quebec, sendo consideradas passíveis de contagem as placas que apresentem entre 30 e 300 UFC (Unidade Formadora de Colônias) por placa de Petri e os resultados foram obtidos por meio de média das placas, na diluição selecionada, sendo expressos em Log.

Os dados foram analisados através da análise de variância, utilizando-se o Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas programa (SAEG), desenvolvido pela Universidade Federal de Viçosa (UFV, 1997). Os dados dos tratamentos foram submetidos a análise de variância e para comparação das médias empregou-se o teste de Tukey a 5% de probabilidade. Foi realizada análise de regressão para as análises de silagem de resíduo úmido de fécula de mandioca nos dias 0; 1; 3; 7; 14; 28 e 56, ao nível de 5% de probabilidade.

### 3.3 Resultados e Discussão

As médias de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra detergente neutro (FDN), fibra detergente ácida (FDA), Hemicelulose, celulose e lignina do resíduo úmido de fécula de mandioca (*in natura* e pré-seco ao sol) no momento da ensilagem e após a abertura nos dias 0, 28 e 56 estão apresentados na Tabela 1.

Houve diferença significativa ( $P < 0,05$ ) entre os tratamentos na quantidade de matéria seca, isto se deve a perda de umidade ocorrida na pré-secagem ao sol do resíduo úmido de fécula de mandioca antes da ensilagem, porém não houve diferença significativa na quantidade de matéria seca durante os dias de armazenagem, provavelmente por não ocorrer perdas de efluentes durante o período de armazenagem. O mesmo ocorreu com a matéria orgânica onde há uma redução de 996,96 g/kg para 993,47 g/kg, porém com um baixo coeficiente de variação.

Não houve diferença significativa ( $P > 0,05$ ) na proteína bruta entre os tratamentos e no período avaliado, isto se deve a baixa quantidade de proteína bruta no material e a rápida estabilização dos processos fermentativos, onde provavelmente não houve um alto consumo de carboidratos solúveis.

Não foi observada diferença nas quantidades de fibra detergente neutra (FDN), tanto entre os tratamentos como nos dias, apesar de não ser significativa houve uma queda nas quantidades que pode ter influenciado os teores de FDA. Siqueira et al. (2011) relaciona o aumento de FDN das silagens devido à alta presença de leveduras que gera perdas da matéria seca durante o processo de fermentação, propiciando aumentos proporcionais das frações fibrosas. No entanto neste trabalho não houve o mesmo efeito devido o pH do material ensilado ser baixo já inibindo os processos fermentativos de fungos e leveduras.

Tabela 1. Composição química-bromatológica da silagem de resíduo úmido de fécula de mandioca

Silagem	Dia			Média	CV(%)
	0	28	56		
	Matéria seca (g/kg)				
In natura	149,80	124,40	113,10	122,20 B	
Pré –seca ao sol	131,70	146,10	147,60	145,30 A	9,27
Média	140,80 a	135,30 a	130,40 a		
	Matéria orgânica (g/kg)				
In natura	996,13	996,88	997,24	996,96 A	
Pré –seca ao sol	997,63	993,71	992,19	993,47 B	0,13
Média	996,88 a	995,30 a	994,72 a		
	Proteína bruta (g/kg)				
In natura	19,88	21,80	21,67	21,54 A	
Pré –seca ao sol	20,36	21,18	26,74	23,56 A	9,06
Média	20,12 a	21,49 a	24,20 a		
	Extrato etéreo (g/kg)				
In natura	4,83	4,40	3,72	4,14 A	
Pré –seca ao sol	3,56	3,51	3,15	3,36 B	16,63
Média	4,20 a	3,96 a	3,44 a		
	Fibra detergente neutro (g/kg)				
In natura	460,54	497,81	386,69	444,28 A	
Pré –seca ao sol	472,13	376,70	407,51	401,00 A	31,47
Média	466,34 a	437,26 a	397,10 a		
	Fibra detergente ácida (g/kg)				
In natura	295,79	305,09	326,67	313,65 A	
Pré –seca ao sol	288,51	294,72	323,91	307,00 A	4,56
Média	292,15 b	299,90 b	325,30 a		
	Hemicelulose (g/kg)				
In natura	164,75	67,60	60,00	75,03 A	
Pré-seca ao sol	183,62	81,99	58,57	82,87 A	21,10
Média	174,19 a	74,80 b	59,30 b		
	Celulose (g/kg)				
In natura	142,68	190,15	203,23	190,69 A	
Pré-seca ao sol	186,45	175,43	192,16	184,09 A	5,58
Média	164,57 b	182,79 b	197,70 a		
	Lignina (g/kg)				
In natura	108,45	116,89	99,16	108,07 A	
Pré-seca ao sol	95,60	104,33	88,81	96,46 A	15,65
Média	102,02 a	110,61 a	93,99 a		

Letras maiúsculas para diferença entre tratamentos; letras minúsculas para diferença entre os dias

Observou uma diferença significativa no dia 56 com aumento na quantidade de fibra detergente ácido (FDA), o que pode ser explicado pela queda do FDN durante o período. Não foi observado diferença entre os tratamentos.

A hemicelulose não apresentou diferença significativa ( $P < 0,05$ ) entre tratamentos, mas teve uma queda na quantidade em função dos dias de fermentação, sendo significativa do momento da ensilagem ao vigésimo oitavo dia, apresentando uma estabilização após este período. Segundo Muck & Kung Jr. (1997), a redução dos teores de hemicelulose das silagens deve-se a presença de hemicelulases na planta ensilada, e a efetividade destas enzimas varia conforme a fonte de substratos relacionados. Porém, Muck (1996) enfatizou a necessidade de manutenção das silagens sob baixos valores de pH para que a hemicelulose seja quebrada pelas enzimas. Os valores de pH deste experimento já iniciam baixos podendo ter favorecido esta quebra de pH acentuada principalmente nos primeiros dias.

Para a celulose não teve diferença significativa ( $P > 0,05$ ) entre os tratamentos, havendo um aumento da celulose a partir de 28 dias, isto ocorrendo provavelmente devido a perda de carboidratos solúveis (nutrientes) durante o processo fermentativo inicial, aumentando a concentração de celulose.

Não houve interação para as quantidades de lignina *in natura* x pré-seco e silagem x dias, Silva et. al (2005) também não encontrou efeito de período sobre os teores de lignina das silagens de milho e sorgo (médias de 42,40 e 40,10 g/kg respectivamente), o que já era esperado, uma vez que esta fração mantém-se inalterada ao longo do processo fermentativo (VAN SOEST, 1994).

Não houve diferença significativa ( $P > 0,05$ ) na digestibilidade *in vitro* da matéria seca (Tabela 2) entre a silagem de resíduo úmido de fécula de mandioca e o resíduo úmido de fécula de mandioca, indicando que os processos fermentativos da ensilagem não afetaram a digestibilidade do produto *in natura*, no entanto, a digestibilidade *in vitro* da silagem de milho foi menor que o RUFM *in natura* e ensilado.

Tabela 2. Digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) da silagem do resíduo úmido de fécula de mandioca (SRUFM), resíduo úmido de fécula de mandioca *in natura* (RUFM) e silagem de milho (SM)

	DIVMS	CV
SRUFM	67,87 a	
RUFM	65,85 a	2,21
SM	54,27 b	

CV: coeficiente de variação

Foi estudado os fatores que interferiam no processo fermentativo da silagem do resíduo de fécula de mandioca, que poderiam interferir na qualidade do alimento. Ocorreu

correlação negativa entre a MS e a MO (Tabela 3), onde o aumento da MS diminui a MO. A MS e a MO tiveram pouca correlação com as demais variáveis.

Tabela 3. Correlação de Pearson da matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), pH, temperatura (T°C) e população microbiana no processo fermentativo da silagem do resíduo úmido de fécula de mandioca.

Variáveis <sup>1</sup>	MS	MO	pH	T°C	Entero.	Láticas	Clost.	Fun-lev
MS	1,00	-0,64	0,16	-0,16	0,15	0,30	0,27	0,16
MO		1,00	0,20	-0,01	0,27	0,17	0,17	0,22
pH			1,00	0,19	0,82	0,75	0,71	0,61
T°C				1,00	-0,34	-0,38	-0,40	-0,48
Entero.					1,00	0,89	0,88	0,84
Láticas						1,00	0,88	0,84
Clost.							1,00	0,96
Fun-lev								1,00

<sup>1</sup> Entero: Enterobactérias; Láticas: bactérias láticas, Clost.: Clostridium; Fun-lev: fungos e leveduras.

A pré-secagem do RUFM ocasionou redução significativa em relação ao material *in natura*, devido provavelmente a perda pela lixiviação de extrato etéreo, não houve diferença entre os dias de abertura.

O pH teve uma alta correlação com o desenvolvimento microbiano. Mota et al. descreve que a diminuição do pH da silagem a valores próximos a 4,0 auxilia na preservação da silagem, em virtude da inibição da atividade das bactérias do gênero Clostridium, que são responsáveis pela produção de ácido butírico e pela deterioração da silagem. Assim quanto mais alto o pH maior seria a população de bactérias, fungos e leveduras que acarretam perdas no processo e afetam a qualidade do material ensilado.

A correlação alta e positiva existente entre as bactérias e fungos no trabalho, pode ter ocorrido devido o baixo pH do material ensilado que diminui as condições de crescimento de todos os microorganismos estudados. Para o sucesso da ensilagem, é necessário garantir a fermentação láctica e inibir o crescimento de microrganismos indesejáveis, como clostrídeos, enterobactérias, leveduras e fungos. O controle do desenvolvimento de clostrídeos depende da redução do pH e do aumento da pressão osmótica (maior teor de MS). Para as enterobactérias, que geralmente são inibidas em pH abaixo de 4,5, o controle é semelhante (WOOLFORD, 1984; STEFANIE et al., 2000). Desta maneira no caso deste experimento em que o pH da silagem do resíduo úmido de fécula de mandioca *in natura* abaixo de 4,5 houve esta correlação positiva, ao contrário de silagens de forrageiras como milho em que há uma

necessidade de fermentação láctica para inibição do crescimento de *Clostridium* (correlação negativa).

A matéria seca foi influenciada pela pré-secagem ao sol em relação ao material *in natura*, sendo que para os dois materiais houve leve queda no teor de MS (Figura 3), que no momento da ensilagem era de 13,2 % para o RUFM *in natura* e 15 % para o RUFM pré seco e 11,6 e 14,8 ao final de 56 dias de ensilagem onde na Figura 3 pode-se observar que os valores adequaram-se ao modelo linear de regressão em função dos dias de abertura dos silos, possivelmente devido a capacidade fermentativa do RUFM, mas estando próximo a estabilidade durante o período, materiais como silagem de milho e cana de açúcar sofrem uma perda de mais de 10% de MS (SIQUEIRA, 2011).

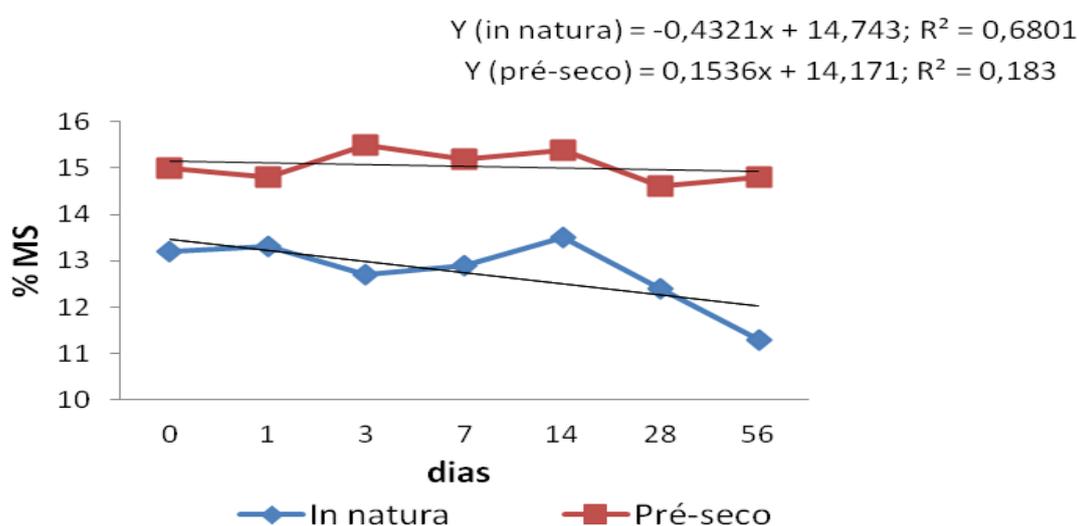


Figura 3. Variação da matéria seca (MS%) da silagem do resíduo úmido de fécula de mandioca (RUFM) *in natura* e pré- seco em relação aos dias de abertura dos silos.

Houve queda ao primeiro dia de ensilagem de 99,6 % para o RUFM *in natura* e 99,8 % para o RUFM pré-seco para 98,9 e 99,1% respectivamente, muito provável devido à perda de efluentes dentro do silo no primeiro dia.

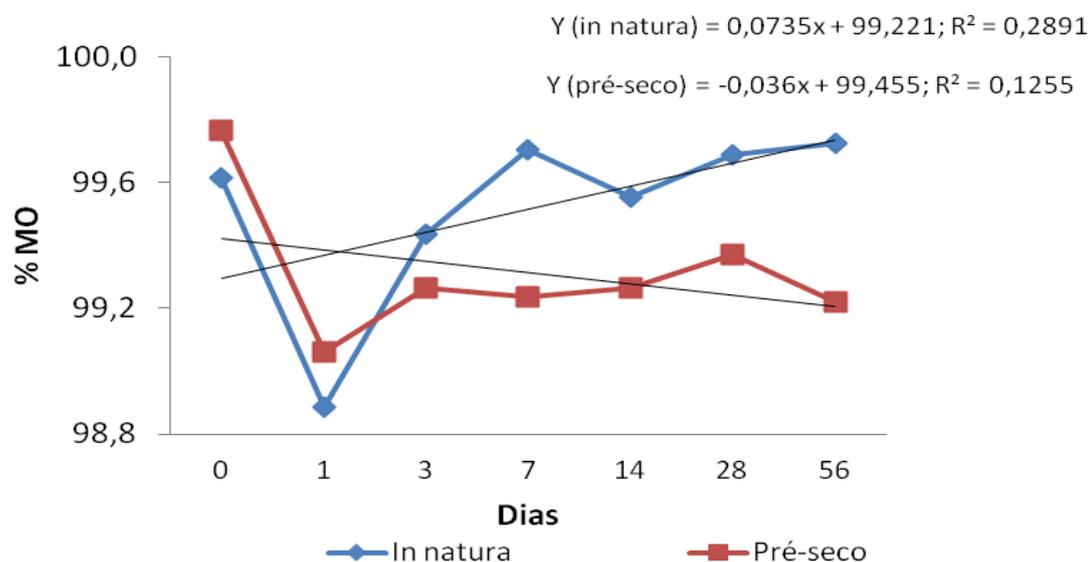


Figura 2. Variação da matéria orgânica (MO%) da silagem do resíduo úmido de fécula de mandioca in natura e pré-seco em relação aos dias de abertura dos silos.

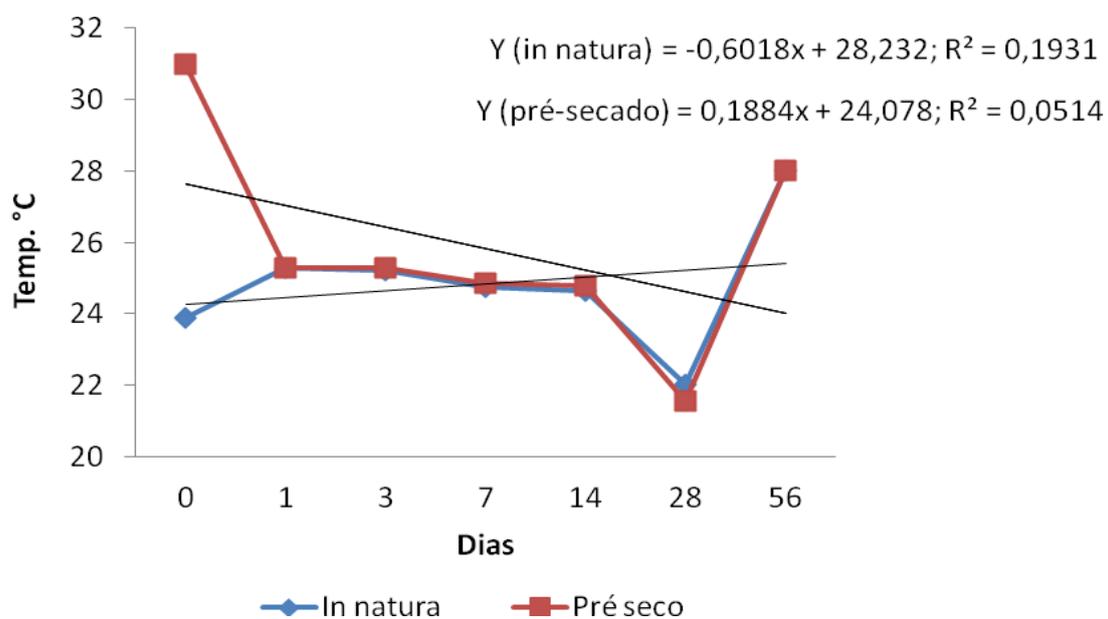


Figura 3. Variação da temperatura (Temp. °C) da silagem do resíduo úmido de fécula de mandioca in natura e pré-seco em relação aos dias de abertura dos silos.

A temperatura como mostra na Figura 5 teve uma diferença no dia 0 antes da ensilagem entre os tratamentos provavelmente pela perda de umidade do tratamento pré seco sendo que após o primeiro dia, os dois tratamentos tem o mesmo comportamento onde sugere mais ao modelo quadrático que linear como mostrado Figura 5. Sendo que a maior temperatura registrada no material pré-seco no momento de ensilar se deve a maior exposição aeróbia em relação a ensilada in natura, já o aumento após os 28 dias pode estar relacionado com a abertura dos silos e diminuição do material ensilado aumentando a exposição ao ar.

Conforme a Figura 6 os valores de pH adequaram-se ao modelo linear de regressão, em função dos dias de abertura dos silos.

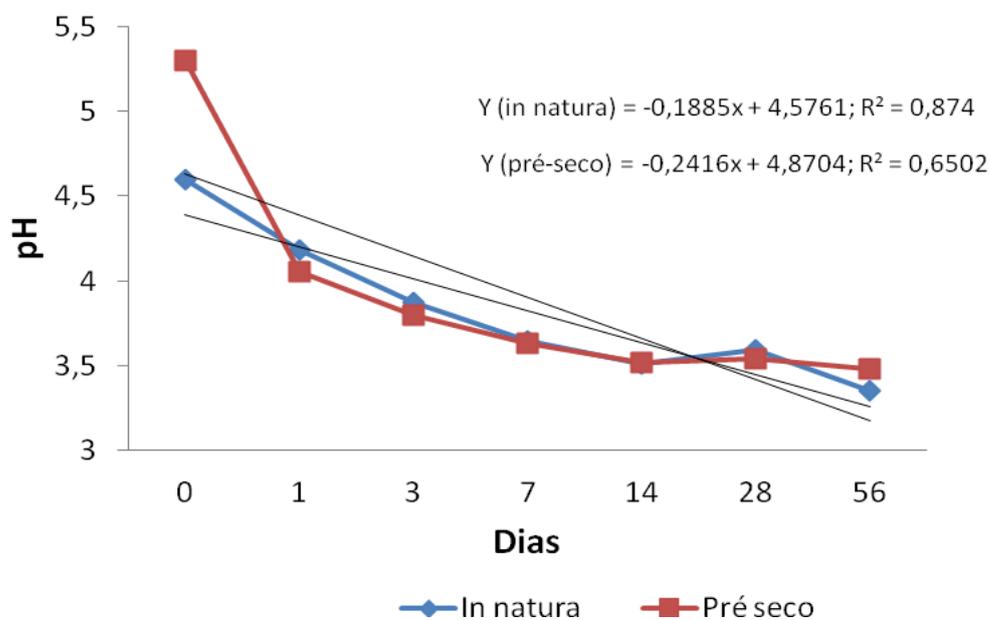


Figura 4. Variação do pH da silagem do resíduo úmido de fécula de mandioca in natura e pré-seco em relação aos dias de abertura dos silos.

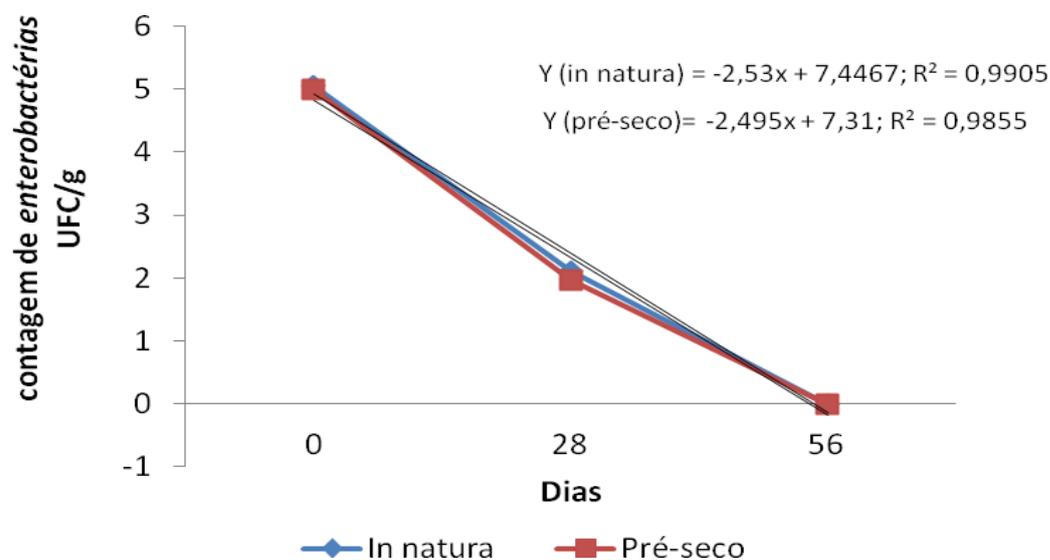


Figura 5. Variação da população de enterobactérias expressos em log da silagem do resíduo úmido de fécula de mandioca in natura e pré- seco em relação aos dias de abertura dos silos.

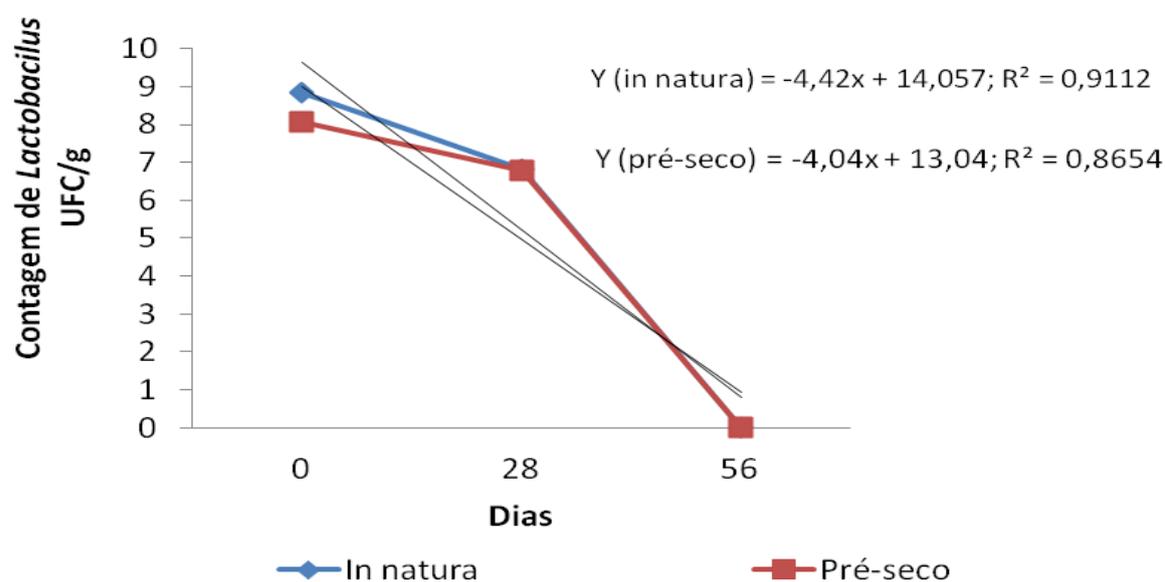


Figura 6. Variação da população de Lactobacilos expressos em log da silagem do resíduo úmido de fécula de mandioca in natura e pré- seco em relação aos dias de abertura dos silos.

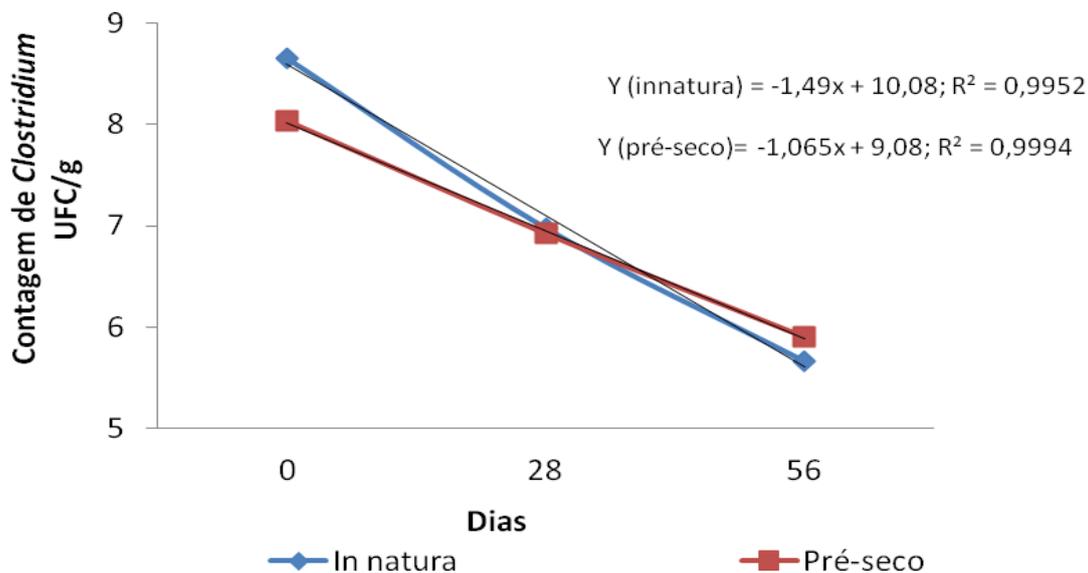


Figura 7. Variação da população de Clostridium expressos em log da silagem do resíduo úmido de fécula de mandioca in natura e pré- seco em relação aos dias de abertura dos silos.

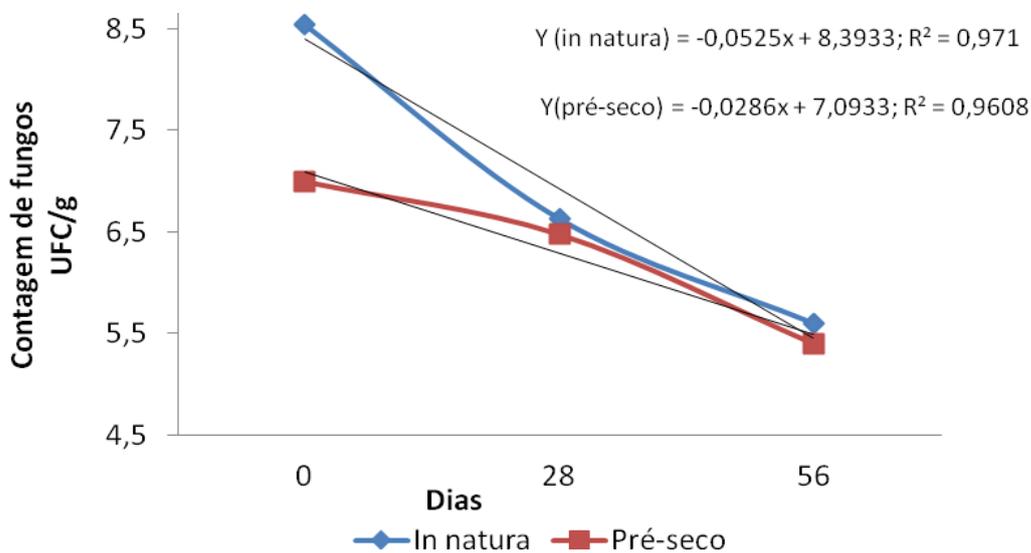


Figura 8. Variação da população de fungos e leveduras expressos em log da silagem do resíduo úmido de fécula de mandioca in natura e pré- seco em relação aos dias de abertura dos silos.

A população microbiana de enterobactérias, Lactobacilos, Clostridium, fungos e leveduras foram analisados e apresentaram (Figuras 7, 8, 9 e 10) efeito linear negativo para diminuição da população em função dos dias de abertura do silo, tanto para o RUFM in natura

como para o RUFM pré-seco. De acordo com Van Soest (1994), o tempo de fermentação ocorre normalmente entre 10 e 14 dias, dependendo principalmente do teor de carboidratos solúveis dos carboidratos totais e do conteúdo de umidade da forragem. Devido o pH inicial do RUFM ser abaixo de 5 já ocorre inibição no desenvolvimento de Clostridium, enterobactérias e fungos, que normalmente é realizado com a redução do pH pela fermentação láctica, neste caso todas foram inibidas.

Houve uma diferença maior entre a população de fungos e leveduras no período inicial de ensilagem provavelmente devido menor umidade do RUFM pré-seco em relação ao RUFM *in natura*.

A qualidade da ensilagem depende muito da fermentação microbiana, por o RUFM apresentar um pH baixo ele já apresenta uma qualidade fermentativa para silagem nos primeiros dias de ensilado sendo que após 28 dias já ocorre uma estabilização na temperatura e pH e baixa atividade microbiana.

### 3.4 Conclusão

Não há alteração no processo fermentativo em ensilar o resíduo úmido de fécula de mandioca *in natura* ou pré-seco ao sol, havendo apenas diferenças em relação a matéria seca, matéria orgânica e extrato etéreo, os valores de pH estão dentro do padrão de silagens de boa qualidade desde o momento da ensilagem, o que melhora a conservação. A digestibilidade *in vitro* não foi alterada com o processo de conservação e o período de dias de conservação interfere na proporção de FDA e celulose e na fermentação da silagem do resíduo úmido de fécula de mandioca. Sendo assim a abertura do silo após 28 dias de ensilagem se mostra como melhor opção que é onde começa ocorrer uma estabilização de pH, temperatura e queda significativa na atividade microbiana sem perda na qualidade do RUFM.

### 3.5 Referências

- A.O.A.C. **Official Methods of Analysis**, 13th Ed. Association of Analytical Chemists. Washington D.C. p. 384, 1980.
- ABRAHÃO, J.J.S. **Diferentes subprodutos da mandioca na alimentação de bovinos visando a produção de carne e leite**. 2000, 56f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia), Universidade Estadual de Maringá, Maringá – PR,

- ABRAHÃO, J.J.S.; PRADO, I.N.; PEROTTO, D.; ZEOULA, L.M.; LANÇANOVA, J.A.C.; LUGÃO, S.M.B. Digestibilidade de dietas contendo resíduo úmido de mandioca em substituição ao milho para tourinhos em terminação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.4, p.512-518, 2006.
- BERTOL, T. M. e LIMA, G.J.M.M. Níveis de Resíduo Industrial de Fécula da Mandioca na Alimentação de Suínos em Crescimento e Terminação. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.34, n.2, p.243-248, 1999.
- 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.
- FERREIRA G.D.G, CARDOSO E.C., OLIVEIRA R.L., BRITO E.L., FILHO W. S., Caracterização bromatológica e estimativas de energia da massa de mandioca ensilada com farelo de trigo em silos laboratoriais, *Ciência Animal Brasileira*, v.8, n.3, p. 457-464, jul./set. 2007.
- GONZÁLES, G.; RODRÍGUEZ, A.A. Effect of storage method on fermentation characteristics, aerobic stability and forage intake of tropical grasses ensiled in round bales. **Journal of Dairy Science**, v.86, n.3, p.926, 2000.
- HOLDEN, L. A. Comparision of methods of *in vitro* matter digestibility for ten feeds. *J. dairy Science*, Savoy, v. 25, n.8, p. 1791-1794, 1999.
- LEONEL, M. O Farelo, Subproduto da extração de fécula de mandioca. In: CEREDA, M.P. **Manejo, Uso e Tratamento de Subprodutos da Industrialização da Mandioca**. vol.4, Fundação Cargill, São Paulo, 2001a, p.211-216.
- LEONEL, M.; CEREDA, P.M.; ROAU, X. Aproveitamento do resíduo da produção de etanol a partir de farelo de mandioca, como fonte de fibras dietéticas. **Ciências e Tecnologia de Alimentos**, v.19 n.2, p.241-245 1999.
- MAHANNA, B. Proper management assures high-quality silage, grains. *Feedstuffs*, Savoy, v.10, p.12-56, 1994.
- MARQUES, J.A.; CALDAS NETO, S.F. **Mandioca na alimentação Animal: Parte Aérea e Raiz**. Campo Mourão – PR. CIES, 28p. 2002.
- MUCK, R.E. Inoculation of silage and its effects on silage quality. In: INFORMATIONAL CONFERENCE WITH DAIRY AND FORAGE INDUSTRIES, 1996, Madison. **Proceedings...** Madison: USDFRC, 1996. p.43-51.
- MUCK, R.E.; KUNG JR., L. Effects of silage additives on ensiling. In: SILAGE:FIELD TO FEEDBUNK, 1997, Pennsylvania. **Proceedings...** New York: NRAES, 1997. n.99, p.187-199.
- PEREIRA, J. R.; ROSSI JR., P. Manual prático de avaliação nutricional de alimentos. Piracicaba; FEALQ, 1994. p.34.
- PIRES, A.V.; SUSIN, I.; SANTOS, F.A.P.; MENDES, C.Q.; OLIVEIRA, R.C.J.; FERNANDES, J.J.R.; SIMAS, J.M.C. Efeito de fontes e formas de processamento do amido sobre o desempenho e o metabolismo do nitrogênio em vacas Holandesas em lactação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37 n.8, p.1456-1462, 2008.
- RAMALHO, R.P.; FERREIRA, M.A.; VÉRAS, A.S.C.; LIMA, L.E.; ROCHA, V.R.R.A. Substituição do milho pela raspa de mandioca em dietas para vacas primíparas em lactação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.3, p.1221-1227, 2006.

- ROTZ, C. A.; MUCK, R. E. Changes in forage quality during harvest and storage. In: Ferreira et al. Caracterização Bromatológica e Estimativa de Energia da Massa de Mandioca Ensilada com Farelo de Trigo em Silos Laboratoriais, *Revista Ciência Animal Brasileira*, v. 8, p. 457-464, jul./set. 2007.
- SCHEFER, DE ROJAS, S. M. Efeito de aditivos e do momento da vedação na qualidade da silagem de milho em condições de laboratório. Belo Horizonte, MG: UFMG, 1976. p.83. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Minas Gerais, 1976.
- SILVA, A. V.; PEREIRA, O. G.; GARCIA, R.; FILHO, S. C. V.; CECON, P. R.; FERREIRA, C. L. L. F.; Composição bromatológica e digestibilidade *in vitro* da matéria seca de silagens de milho e sorgo tratadas com inoculantes microbianos, **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.6, p.1881-1890, 2005.
- SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2002. p.92.
- SIQUEIRA, G. R.; REIS R. A.; SCHOCKEN-ITURINO R. P.; ROTH A. P. T. P.; ROTH M. T. P.; RESENDE F. D.; Perfil fermentativo de silagens de cana-de-açúcar in natura ou queimada e tratadas ou não com *Lactobacillus buchneri*. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.10, n.8, p.1651-1661, 2011.
- 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, 2000. p. 17-30.
- TILLEY, J. M. A.; TERRY, R. A. A two – stage technique for the in vitro digestion of forage crops. *J. Br. Grass. Soc.*, Oxford, v.18, n.2, p. 104-111, 1963.
- VAN SOEST, P.J.; ROBERTSON, J.B.; LEWIS, B.A. Symposium: carbohydrate methodology, metabolism, and nutritional implications in dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, v. 74, p. 3583-3597, 1991.
- VAN SOEST, P. J.; **Nutritional ecology of ruminant**. Ithaca: Comstock Publishing Associations, 1994, p. 476.
- WOOLFORD, M.K. **The silage fermentation**. New York: Marcel Dekker, 1994, p.305.

#### **4. SILAGEM DE RESÍDUO ÚMIDO DE FÉCULA DE MANDIOCA EM SUBSTITUIÇÃO AO MILHO MOÍDO DA RAÇÃO EM DIETA DE OVINOS: INGESTÃO E DIGESTIBILIDADE DOS NUTRIENTES**

**Resumo:** Objetivou-se avaliar a ingestão e digestibilidade da matéria seca, matéria orgânica, proteína bruta, extrato etéreo, fibra detergente neutra, fibra detergente ácida e carboidratos totais de ovinos alimentados com diferentes níveis de silagem de resíduo úmido de fécula de mandioca (SRFUM) em substituição ao milho moído (0%, 25%, 50%, 75%, 100%). Foram utilizados cinco ovinos, canulados, distribuídos em delineamento de quadrado latino (5 x 5), composto de cinco animais, cinco dietas e cinco períodos, totalizando 105 dias. Os animais foram alojados em baias individuais, com comedouro individual para controle do consumo da dieta. A digestibilidade foi calculada através da coleta total de fezes, utilizando-se sacolas acopladas aos animais. Houve diferença nos níveis de ingestão de nutrientes conforme a substituição. Os níveis de substituição não apresentaram diferença significativa para a digestibilidade da matéria seca (MS), proteína bruta (PB), matéria orgânica (MO), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) carboidratos totais (CT) das dietas em substituição do milho pela SRUFM. Houve variação na ingestão da SRUFM nos diferentes níveis de inclusão sendo que para o nível de 75% de substituição tivemos a melhor ingestão. A SRUFM pode substituir o milho em até 100% em dieta de ovinos, por não alterar a digestibilidade da matéria seca, matéria orgânica, proteína bruta, extrato etéreo, fibra detergente neutra, fibra detergente ácida e carboidratos totais da dieta utilizada.

**Palavras-chave:** consumo, massa de mandioca, resíduo da agroindústria, ruminantes

#### **4. WET WASTES SILAGE OF CASSAVA STARCH IN THE CORN REPLACEMENT OF FEED ON A DIET OF SHEEP: INTAKE AND DIGESTIBILITY OF NUTRIENTS**

**Abstract:** In order to evaluate intake and digestibility of dry matter, crude protein and organic matter, ether extract, neutral detergent fiber, acid detergent fiber and total carbohydrate fed different levels of wet waste silage of cassava starch to replace corn ground (0%, 25%, 50%, 75%, 100%). We used five sheep, cannulated, allotted to a Latin square (5 x 5), composed of five animals, five diets and five periods totaling 105 days. The animals were housed in individual stalls with individual troughs to control the consumption of the diet. There were differences in levels of nutrient intake as the replacement. The substitution levels showed no significant difference in digestibility of dry matter (DM), crude protein (CP), organic matter (OM), ether extract (EE), neutral detergent fiber (NDF) and acid detergent fiber (ADF ) total carbohydrates (TC) of diets by replacing corn by SRWCS. There was a variation in intake SRWCS the various levels of inclusion of which for the level of 75% substitution had the best intake. The SRWCS can replace corn in up to 100% in the diet of sheep, not to change the digestibility of dry matter, organic matter, crude protein, ether extract, neutral detergent fiber, acid detergent fiber and total carbohydrates of the diet.

**Key-words:** consumption, nutrients, including

## 4.1 Introdução

Na produção animal um dos fatores de maior impacto econômico são os gastos com alimentação, sendo necessária a busca por alimentos alternativos para a diminuição dos custos de alimentação e assim obtenção de maior rentabilidade.

Os carboidratos são a principal fonte energética para o desenvolvimento dos microrganismos do rúmen e a taxa de produção microbiana pode ser modificada sensivelmente, quando diferentes fontes são utilizadas. As principais diferenças estão na taxa e extensão da digestão do amido no rúmen, as quais são determinadas por inter-relações de diversos fatores, incluindo a fonte dietética de amido, as composições dietéticas, a quantidade de alimentos consumida por unidade de tempo, interações mecânicas (processamento dos grãos, mastigação), interações químicas (grau de hidratação, gelatinização) e adaptação dos microrganismos ruminais (MOURO *et al.*, 2002).

Existe uma variedade de alimentos que podem ser utilizados em dietas para ruminantes, sem comprometer o desempenho e possibilitando redução nos custos. Entre os subprodutos resultantes da industrialização da mandioca, o resíduo úmido da extração da fécula é um dos mais promissores para a alimentação de bovinos, em razão da abundância nas regiões produtoras, da composição bromatológica e do custo. Mesmo após a extração do amido, o material descartado pelas indústrias de fécula apresenta teor elevado de amido residual 65,5%; 30,5% de FDN e 22,6% de FDA; baixo de matéria seca: 23% e proteína bruta: 1,92% na matéria seca respectivamente (ABRAHÃO *et al.*, 2006 e LEONEL, 2001). Já Ferreira *et al.* (2007), encontraram valores de 27,75 % de matéria seca, 3,06 % para proteína bruta e 9,99% de FDN na matéria seca para a massa de mandioca. Apresentando potencial para ser utilizado na alimentação de ruminantes, em substituição as fontes tradicionais de energia.

Segundo Abrahão *et al.* (2006), a inclusão do resíduo úmido de fécula de mandioca em substituição ao milho como concentrado energético, apesar da elevada digestibilidade da matéria seca e dos carboidratos não-fibrosos, não influenciou o coeficiente de digestibilidade de MS, PB, EE, FDN, FDA, CNF e a porcentagem de NDT e EM, em Mcal/kg.

Portanto, o objetivo do trabalho foi avaliar a ingestão e digestibilidade dos nutrientes da dieta; matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra detergente neutra (FDN), fibra detergente ácida (FDA) e carboidratos totais (CT) de ovinos alimentados com diferentes níveis de silagem de resíduo úmido de fécula de mandioca (SRFUM) em substituição ao milho moído (0%, 25%, 50%, 75%, 100%).

## 4.2 Material e Métodos

O experimento foi realizado na Estação Experimental Prof. Dr. Antonio Carlos dos Santos Pessoa, Linha Guará, situada no município de Marechal Cândido Rondon e no Laboratório de Análises de Alimentos e Nutrição Animal da Universidade Estadual do Oeste do Paraná, campus de Marechal Cândido Rondon – PR, entre os períodos de 03 de julho a 23 de outubro de 2010.

Foram utilizados cinco ovinos machos castrados, portadores de cânula ruminal, alojados em baias individuais contendo comedouro e bebedouro. Os animais foram pesados no início de cada período experimental. Sendo distribuídos em delineamento em quadrado latino 5x5 em um período total de 105 dias (14 dias de adaptação e 7 para coleta de dados). Os tratamentos utilizados foram níveis de substituição do milho por silagem de resíduo úmido de fécula de mandioca (SRUFM), (0%, 25%, 50%, 75%, 100%). A composição química do milho e da SRUFM utilizados no experimento estão apresentados na Tabela 4. A composição percentual e química das dietas pode ser visualizada na Tabela 5.

Tabela 4. Composição bromatológica do milho, silagem de milho e silagem de resíduo úmido de fécula de mandioca (mg/kg)

Alimento	MS	MO	PB	EE	CT	FDN	FDA
Milho	884,10	985,70	89,30	46,30	850,10	168,10	45,30
SRUFM	186,80	973,90	28,70	5,60	939,60	434,60	251,70
Silagem de milho	322,70	960,10	86,20	24,70	849,20	605,70	256,90

(SRUFM) Silagem de resíduo úmido de fécula de mandioca, (MS) matéria seca, (MO) matéria orgânica, (PB) proteína bruta, (EE) extrato etéreo(CT) carboidratos totais, (FDN) Fibra em detergente neutro, (FDA) Fibra em detergente ácido.

O controle da alimentação foi realizado do 15º ao 21º dia com coletas, pesagens e amostragens diárias das fezes que eram coletadas em bolsas coletoras específicas. A coleta do alimento fornecido e sobras diárias foram homogeneizadas para obtenção de uma amostra composta por animal/período. As amostras de alimento fornecido e fezes foram armazenadas em freezer a temperatura de – 18 °C e, posteriormente, pré-secas em estufa com ventilação forçada de ar, a 55 °C, durante 72 horas; e trituradas em moinhos com crivos de 1 mm. Nas amostras foram determinados os teores de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), extrato

etéreo (EE) e cinzas, segundo metodologias descritas por Silva & Queiroz (2002); com a matéria orgânica (MO) estimada a partir da determinação das cinzas. O teor de fibra em detergente neutro e detergente ácido foi determinado segundo metodologia de Van Soest *et al.* (1991).

Tabela 5. Composição percentual e química das dietas (g/kg de matéria seca).

Variáveis (g/ kg MS)	SRUFM <sup>1</sup>				
	0%	25%	50%	75%	100%
Silagem de milho	600,00	600,00	600,00	600,00	600,00
SRUFM	0,00	73,00	140,80	204,00	254,00
Milho	304,00	219,30	141,10	68,20	0,00
Farelo de soja	92,00	104,20	114,60	124,30	142,20
Suplemento Mineral <sup>2</sup>	4,00	3,50	3,50	3,50	3,80
Matéria seca	610,70	568,10	516,40	467,60	435,20
Matéria orgânica	909,40	913,10	917,00	926,90	928,60
Proteína bruta	126,50	137,70	151,00	148,10	152,20
Extrato etéreo	33,60	29,90	24,60	19,40	16,80
Carboidratos totais	740,00	745,50	741,50	759,30	748,40
Fibra em detergente neutro	344,80	367,20	394,80	421,30	444,10
Fibra em detergente ácido	150,30	163,50	182,60	197,70	214,60
Nutrientes digestíveis totais	707,00	702,40	701,40	709,00	670,00

<sup>1</sup>SRUFM: Silagem de resíduo úmido de fécula de mandioca

<sup>2</sup>Suplemento mineral: Cálcio-155g/kg, fósforo-65g/kg, sódio-115g/kg, magnésio-6g/kg, enxofre-12g/kg, ferro-1000mg/kg, manganês-1400mg/kg, zinco-6000mg/kg, cobre-100mg/kg, cobalto-175mg/kg, iodo-175mg/kg, selênio-27mg/kg

Os carboidratos totais (CT) e os nutrientes digestíveis totais (NDT) foram estimados segundo as equações descritas por Sniffen *et al.* (1992):

$$CT (\%) = 100 - (\%PB + \%EE + \%Cinzas) \text{ e } NDT = PBD + 2,25 \times EED + CTD$$

Onde:

PBD = proteína bruta digestível,

EED = extrato etéreo digestível

CTD = carboidratos totais digestíveis.

No 21º dia do período experimental foram realizadas coletas de líquido ruminal pela cânula manualmente com uma concha de inox antes do fornecimento da alimentação (0h) e 2, 4, 6, 8 e 10 horas após o fornecimento da alimentação.

Após a coleta de líquido ruminal estes foram filtrados e realizou - se a análise de pH através de um peagâmetro digital. Para as análises de N – amoniacal (N – NH<sub>3</sub>) foi

adicionado 2 ml de ácido sulfúrico 1:1 aos 100 ml de cada amostra de líquido ruminal coletada e congelados para posteriores análises. As concentrações de N-amoniaco (N-NH<sub>3</sub>) foram determinadas conforme técnica descrita por Preston (1995).

Os dados foram analisados através da análise de variância, utilizando-se o Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas programa (SAEG), desenvolvido pela Universidade Federal de Viçosa (UFV, 1997). A análise de variância foi realizada por análise de regressão considerando os níveis de silagem de resíduo de fécula de mandioca (0%; 25%; 50%; 75% ou 100%) ao nível de 5% de probabilidade.

### 4.3 Resultados e Discussão

Verificou-se que houve diferença significativa ( $P < 0,05$ ) para a ingestão de matéria seca (IMS) e a partir deste resultado foi observado diferenças significativas (Tabela 6) para demais ingestões (de proteína bruta (IPB), de matéria orgânica (IMO), extrato etéreo (IEE), de carboidratos totais (ICT), fibra em detergente neutro (IFDN), fibra em detergente ácido (IFDA) e de nutrientes digestível total (INDT)).

Tabela 6. Ingestão (kg/dia) de matéria seca (IMS), proteína bruta (IPB), matéria orgânica (IMO), fibra detergente neutra (IFDN), fibra detergente ácida (IFDA), extrato etéreo (IEE), carboidratos totais (ICT) e nutrientes digestíveis totais (INDT) de ovinos recebendo silagem de resíduo úmido de fécula de mandioca (SRUFM) em substituição ao milho moído da ração

	SRUFM					Equação de Regressão <sup>1</sup>	R <sup>2</sup>	CV
	0%	25%	50%	75%	100%			
IMS	1,25	0,99	1,06	1,32	1,28	*	0,98	10,485
IPB	0,17	0,12	0,15	0,18	0,17	*	1,00	10,554
IMO	1,20	0,95	1,00	1,26	1,22	*	0,98	10,639
IFDN	0,50	0,42	0,49	0,61	0,64	*	1,00	9,615
IFDA	0,21	0,19	0,21	0,27	0,28	*	0,89	11,489
IEE	0,04	0,03	0,03	0,03	0,02	*	1,00	15,587
ICT	0,99	0,79	0,83	1,05	1,02	*	0,97	10,745
INDT	0,88	0,69	0,78	0,93	0,76	*	0,93	15,812

<sup>1</sup>IMS=0,010+0,0086X+0,000074X<sup>2</sup>-0,0000033X<sup>3</sup>; IPB=0,1481+0,0015X+0,0000099X<sup>2</sup>-0,000037X<sup>3</sup>; IMO=1,039+0,0082X+0,0000728X<sup>2</sup>-0,0000032X<sup>3</sup>; IFDN=0,494734+0,001948X+0,000033X<sup>2</sup>; IFDA=0,2177+0,00095X+0,000013X<sup>2</sup>; IEE=0,02708+0,00004138X+0,0000025X<sup>2</sup>-0,00000009329X<sup>3</sup>; ICT=0,86445+0,006651X+0,00006036X<sup>2</sup>-0,000002534X<sup>3</sup>; INDT=0,7768+0,006823X+0,0000227X<sup>2</sup>-0,000003215X<sup>3</sup>

As diferenças significativas ( $P < 0,05$ ) para as ingestões de MS, PB, MO, EE, FDN, FDA, CT e NDT pode-se explicar pela IMS que pode ser explicado pelo mecanismo

quimioestático onde o consumo está limitado pela demanda de energia desses animais e não pelo efeito de enchimento do alimento, quando teor de FDN está abaixo de 50 a 60 % (SILVA, 2006). As condições em que os animais são submetidos durante o período experimental refletem de forma significativa a confiabilidade do consumo de matéria seca obtido. Segundo Titgemeyer (1997), quanto maior for a situação de estresse, mais erro estará embutido no resultado, os ensaios para avaliação do metabolismo são geralmente com animais cânulados e /ou em gaiolas de metabolismo. Nestas condições os animais podem apresentar menor consumo em relação aos animais em sistema de produção. Diferentemente de Ramos *et al.* (2000), que avaliando o uso de bagaço de mandioca em substituição ao milho no concentrado para bovinos em crescimento verificaram que o consumo da MS, MO, PB diminuíram para níveis mais altos de substituição.

Houve diferença significativa ( $P < 0,05$ ) na IMS entre os tratamentos, porém não houve grande variação nos tratamentos 0%, 75% e 100%, sendo que o menor consumo foi visto no tratamento com 25% de SRUFM, onde a necessidade energética dos animais para maior demanda de alimento não era alta. Abraão *et al.* (2006), utilizando resíduo úmido de mandioca, para a alimentação de tourinhos em terminação, não observou diferenças significativas no consumo de matéria seca em relação ao peso vivo. Marques *et al.* (2000), utilizaram raspa de mandioca em substituição total ao milho em dietas para novilhas mestiças (Nelore x Simental) de 24 meses, e constataram uma redução de aproximadamente 20,8% no consumo da matéria seca em relação a dieta com milho.

O mesmo ocorreu com a IPB da SRUFM, onde houve um menor consumo no tratamento com 25 e 50%, sendo que a variação entre os demais tratamentos foi menor. Lima *et al.* (2008), avaliando o efeito da inclusão de diferentes níveis (0%, 5%, 10% e 15%) de bagaço de mandioca à dieta de 12 vacas mestiças leiteiras Holandês x Zebu verificaram que o aumento do nível de inclusão de bagaço de mandioca houve aumento na IPB, devido ao maior consumo.

A diferença na ingestão do FDN e do FDA poderia também ser explicada por uma equação linear caso o consumo de 25% não houvesse variado tanto em relação aos demais tratamentos, sendo explicado pelo aumento de SRUFM na dieta e retirada do milho. Já a variação da ingestão do EE foi mais alta entre o tratamento com 0% e 100% de SRUFM devido a baixa quantidade de EE da SRUFM.

A ICT e a INDT variou de uma maneira similar as demais ingestões principalmente por estar ligada aos níveis de EE e PB da dieta.

Os coeficientes de digestibilidade aparente (CD) da matéria seca (MS), da matéria orgânica (MO) proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), dos carboidratos totais (CT), fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) das dietas em substituição do milho pela silagem de resíduo úmido de feccularia são apresentados na Tabela 7.

Tabela 7. Coeficientes de digestibilidade da matéria seca (CDMS), da matéria orgânica (CDMO), da proteína bruta (CDPB), do extrato etéreo (CDEE), dos carboidratos totais (CDCT), da fibra em detergente neutro (CDFDN), da fibra em detergente ácido (CDFDA) e nutrientes digestíveis totais (CNDT) de ovinos recebendo silagem de resíduo úmido de fécula de mandioca (SRUFM) em substituição ao milho moído da ração

	SRUFM					Média	R <sup>2</sup>	CV
	0%	25 %	50 %	75 %	100 %			
CDMS	74,20	72,86	73,28	73,82	69,1	72,77	NS	5,236
CDMO	75,41	74,36	74,59	75,19	71,08	74,23	NS	5,012
CDPB	73,24	71,25	73,58	73,65	67,93	72,05	NS	5,875
CDFDN	59,94	59,93	64,82	64,72	57,88	61,85	NS	10,543
CDFDA	36,41	40,48	43,46	44,61	47,51	42,21	NS	23,214
CDEE	86,53	85,19	83,69	81,79	74,71	82,78	NS	3,506
CDCT	74,17	73,37	73,37	74,30	70,35	73,20	NS	5,270
CDNDT	70,70	70,24	70,13	70,90	67,01	69,79	NS	3,788

Não se observou diferenças significativas dos valores de digestibilidade aparente nos níveis de substituição do milho pela silagem de resíduo úmido de fécula de mandioca (SRUFM).

A substituição do milho pela silagem do resíduo úmido de resíduo de feccularia não influenciou na digestibilidade da MS das dietas, sendo determinado valor médio de 72,77; Abrahão *et al.* (2006), na substituição do milho pelo resíduo úmido de mandioca em dieta de tourinhos em terminação encontrou valores médios de 65,42% para MS. Embora não tenha ocorrido diferença entre os tratamentos de Abrahão *et al.* (2006) e o presente trabalho no CDMS, houve uma diferença entre os valores absolutos em relação a substituição do milho, já que o primeiro apresentou maiores valores quando aumentava a inclusão do resíduo de feccularia, não ocorrendo o mesmo neste experimento, o que o autor alegou a maior degradabilidade do amido do resíduo de feccularia em relação ao milho, não sendo observado neste trabalho.

Avaliando resíduo de feccularia Ramos *et al.* (2000), não notaram diferença no CDMS para a substituição do milho pelo bagaço de mandioca e determinaram valor médio de 62,9% na dieta semelhante ao ensaio realizado.

Ramos *et al.* (2000), verificaram que a substituição do milho por bagaço de mandioca não alterou os coeficientes de digestibilidade de MS, MO, FDN, FDA consumo de matéria seca, matéria orgânica digestível e fibra em detergente neutro digestível, Dias *et al.* (2008), com o aumento do bagaço de mandioca resultou em aumento de relação concentrado na dieta, para suprir as exigências dos animais influenciou a digestibilidade da FDN.

Os valores de coeficientes de digestibilidade para MS, MO, PB na substituição do milho pela SRUFM não foram significativos. Dias *et al.* (2008), também não encontraram diferenças para digestibilidade da MS, MO, e PB na inclusão de bagaço de mandioca em novilhas leiteiras,  $\frac{3}{4}$  Gir x  $\frac{1}{4}$  Holandês.

O CDEE foi semelhante entre os tratamentos ( $P>0,05$ ), com valor médio de 82,78 % que são superiores aos citados por Abrahão *et al.* (2006), em dieta de tourinhos com CDEE médio de 67,72 %. Neste trabalho a porcentagem de EE na dieta se reduzia quando ocorria o aumento da porcentagem de SRUFM (tabela 5), o que pode ter influenciado o CDEE para esta dieta. Dias *et al.* (2008) obteve redução de forma linear com o aumento da inclusão do bagaço de mandioca na dieta de novilhas leiteiras que ele atribuiu a depressão do pH ruminal.

Não houve efeito ( $P>0,05$ ) da substituição do milho pela SRUFM sobre o CDFDN e CDFDA (61,85 e 42,27% respectivamente). Marques *et al.* (2000) encontrou valores do CDFDN de 32,90% para a dieta com farinha de varredura e 57,60% para dieta com raspa de mandioca e CDFDA de 49,60% para dietas com casca de mandioca e 54,90 % para dietas com raspa de mandioca. Dias *et al.* (2002) verificaram efeito linear decrescente na digestibilidade do FDN trabalhando com bagaço de mandioca com aumento de sua inclusão em substituição ao milho em virtude do aumento da relação de concentrado da dieta reduzindo o pH e afetando as bactérias ruminais. Já neste trabalho não houve diferença significativa no pH ruminal entre os tratamentos (FIGURA 11) que alterasse a flora ruminal.

Embora não ter apresentado diferença significativa entre os tratamentos na CDCT, observou uma pequena redução no tratamento com 100% de substituição do milho pela SRUFM, isto pode estar relacionado a menor ingestão de EE na dieta em relação as outra substituições. De acordo com Caldas Neto *et al.* (2000), a composição do amido dessas duas fontes (SRUFM e milho) são diferentes, o amido de mandioca é composto principalmente por cadeias de amilopectina, enquanto do milho tem menor proporção. Desta forma Abrahão *et al.*

(2006) cita que em seu trabalho não houve alteração dos níveis de carboidratos não fibrosos, mas ocasionou a substituição dos carboidratos do milho pelos da mandioca.

Não houve oscilação significativa do pH na relação tratamento/hora entre os períodos (Figura 11). Isto provavelmente ocorreu devido à formação da dieta que era de 60% de volumoso e 40% de concentrado fornecido em dieta total.

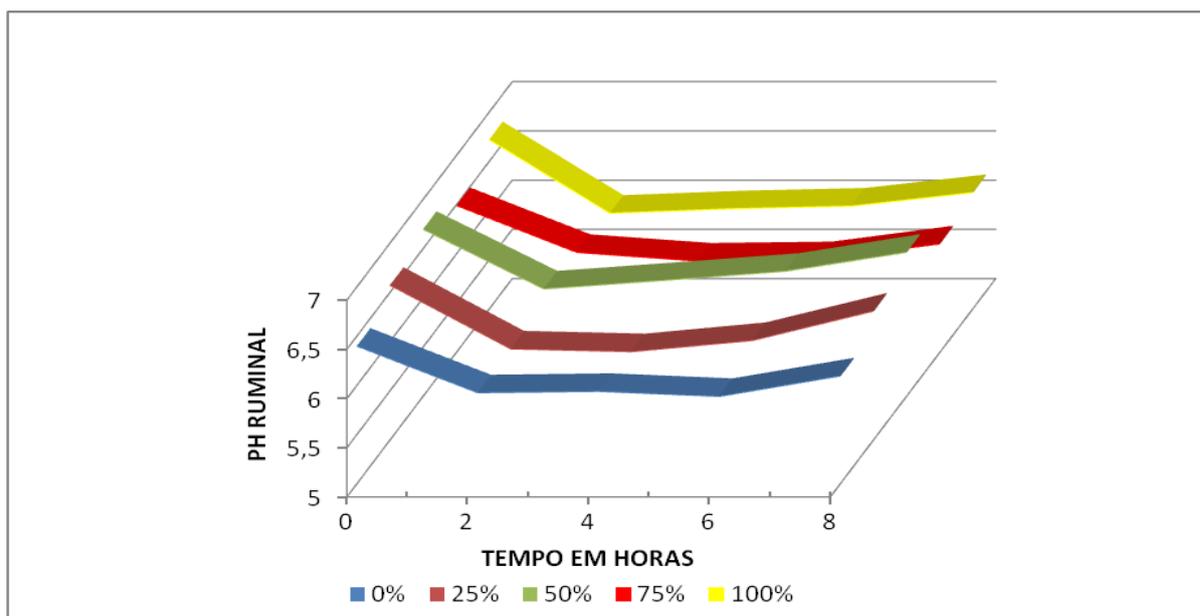


Figura 91. Variação do pH do líquido ruminal de ovinos recebendo silagem de resíduo úmido de fécula de mandioca (SRUFM) em substituição ao milho moído da ração.

No processo de fermentação ruminal o pH tem um papel fundamental na digestão dos alimentos. Uma variação de pH em que a atividade mantém-se próxima do normal seria de 0,5 unidades. Valores de pH inferiores a 6,2 inibem a taxa de digestão e aumentam o tempo de colonização para a degradação da parede celular (VAN SOEST, 1994). O pH ruminal pode variar de 5,5 a 7,2, com valores baixos de pH sendo detectados em intervalos de tempos curtos, após a alimentação dos animais com dietas ricas em concentrado (VALADARES, 2006).

Ramos et al. (2007) descreve que a utilização de níveis crescentes de bagaço de mandioca substituindo o milho em dietas de bovinos cruzados em confinamento até ao nível de 66% da dieta não alterou o ganho de peso e conversão alimentar. Porém a substituição de 99% do milho prejudicou o desempenho do animal, devido à diminuição no consumo de MS e PB observada no seu trabalho.

Dias et al. (2008) recomenda segundo o seu trabalho que a inclusão de bagaço de mandioca em dietas de novilhas leiteiras seja de até 14%, pois acima dessa proporção de inclusão ocasiona problemas de acidose e interfere na digestibilidade dos nutrientes, devido a alteração da flora microbiana do rúmen.

#### 4.4 Conclusão

A substituição do milho pela SRUFM pode afetar a ingestão de demais nutrientes, sendo que este item deve ser melhor estudado principalmente quando a relação volumoso: concentrado é superior a 50% de volumoso que pode alterar o consumo da SRUFM devido a alteração da flora ruminal, mas com 75% de substituição se tem bom resultado de ingestão. O milho pode ser totalmente substituído pela silagem de resíduo úmido de fécula de mandioca em dietas de ovinos por não alterar a digestibilidade da MS, MO, PB, EE, FDN, FDA e CT. A inclusão de SRUFM em substituição ao milho não ocasiona queda acentuada do pH em dietas com 60% da MS em volumoso para ovinos não ocorrendo problemas de acidose ruminal. Desta maneira podemos substituir o milho pelo SRUFM principalmente quando os custos das matérias primas favorecem esta troca.

#### 4.5 Referências

- ABRAHÃO, J.J.S.; PRADO, I.N.; PEROTTO, D.; ZEOULA, L.M.; LANÇANOVA, J.A.C.; LUGÃO, S.M.B. Digestibilidade de dietas contendo resíduo úmido de mandioca em substituição ao milho para tourinhos em terminação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.4, p.512-518, 2006.
- BERTOL, T.M.; LIMA, G.J.M.M. Níveis de Resíduo Industrial de Fécula da Mandioca na Alimentação de Suínos em Crescimento e Terminação. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.34, n.2, p.243-248, 1999.
- CARDOSO, R.C.; VALADARES FILHO, S.C.; SILVA, J.F.C. Consumo e digestibilidade aparentes totais e parciais de rações contendo diferentes níveis de concentrado, em novilhos F1 Limousin x Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.3, p.830-833, 2000.
- CAVALCANTI, J. **Perspectivas da Mandioca na Região semi-árida do Nordeste**. 2002.
- CEREDA, M.P. Caracterização dos subprodutos da industrialização da mandioca. *In*: CEREDA, M.P. **Manejo, uso e tratamento de subprodutos da industrialização da mandioca**. São Paulo: Fundação CARGILL, 2000. p.13-37.

- 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 Animal Science**, 63(5):1476-1483. 1986.
- DIAS, A.M.; SILVA, F.F.; VELOSO, C.M.; IATVO, L. Digestibilidade dos nutrientes do bagaço de mandioca em dietas de novilhas leiteiras. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.**, v.60, p.996-1003, 2008.
- JORGE, J.R.V.; ZEOULA, L.M.; PRADO, I.N. et al. Substituição do milho pela farinha de varredura (*Manihot esculenta*, Crantz) na ração de bezerros holandeses. 2. Digestibilidade e valor energético. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.1, p.205-212, 2002.
- LEONEL, M.; CEREDA, P.M.; ROAU, X. Aproveitamento do resíduo da produção de etanol a partir de farelo de mandioca, como fonte de fibras dietéticas. **Ciências e Tecnologia de Alimentos**, vol. 19, n.2, p.241-245, 1999.
- LEONEL, M.C. O farelo, subproduto da extração de fécula de mandioca. CEREDA, M.P. (ed.) **Manejo, uso e tratamento de subprodutos da industrialização da mandioca**. Vol.4, Fundação Cargill, São Paulo, p.211-218. 2001.
- LIMA, L.P.; VELOSO, C.M.; SILVA, F.F. et al. Bagaço de mandioca (*Manihot esculenta*, Crantz) na dieta de vacas leiteiras: consumo de nutrientes. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.**, v.60, n.4, p.1004-1010, 2008.
- MARQUES, J.A.; CALDAS NETO, S.F. **Mandioca na alimentação Animal: Parte Aérea e Raiz**. Campo Mourão – PR. CIES, 28p. 2002.
- MARQUES, J.A.; PRADO, I.N.; ZEOULA, L.M. Avaliação da mandioca e seus resíduos industriais em substituição ao milho no desempenho de novilhas confinadas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.5, 2000.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. Nutrient requirements of dairy cattle. 7<sup>th</sup>. **Rev. ed. Washington, D.C.: National Academy of Sciences**, 381p., 2001
- PEREIRA, J.R.; ROSSSI JR, P. **Manual prático de avaliação nutricional de alimentos**. Piracicaba: FEALQ, 1994. 34p.
- PIRES, A.V.; SUSIN, I.; SANTOS, F.A.P.; MENDES, C.Q.; OLIVEIRA, R.C.J.; FERNANDES, J.J.R.; SIMAS, J.M.C. Efeito de fontes e formas de processamento do amido sobre o desempenho e o metabolismo do nitrogênio em vacas Holandesas em lactação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37 n.8, p.1456-1462, 2008.
- PRESTON, T.R. Biological and chemical analytical methods. In. PRESTON, T.R. **Tropical animal feeding: a manual for research workers**. Rome: FAO, 1995, p. 191-264.
- RAMALHO, R.P.; FERREIRA, M.A.; VÉRAS, A.S.C.; LIMA, L.E.; ROCHA, V.R.R.A. Substituição do milho pela raspa de mandioca em dietas para vacas primíparas em lactação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.3, p.1221-1227, 2006.
- RAMOS, P.R.; PRATES, E.R.; FONTANELLI, R.S. et al. Uso do bagaço de mandioca em substituição ao milho no concentrado para bovinos em crescimento. 2. Digestibilidade aparente consumo de nutrientes digestíveis, ganho de peso e conversão alimentar. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.1, p.300-305, 2000<sup>a</sup>.
- RAMOS, P.R.; PRATES, E.R.; FONTANELLI, R.S. et al. Uso do bagaço de mandioca em substituição ao milho no concentrado para bovinos em crescimento. 1. Consumo de Matéria Seca, Matéria Orgânica. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.1, p.295-299, 2000<sup>b</sup>.

- SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos. Métodos químicos e biológicos.** 3 ed. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2002. 235.
- SILVA, J.F.C. Mecanismos reguladores de consumo. *In: Nutrição de Ruminantes.* Jaboticabal: Funep, 2006 p 57 a 78.
- SILVEIRA, R.N.; BERCHIELLI, T.T.; FREITAS, D.; SALMAN, A.K.D.; ANDRADE, P.; PIRES, A.V.; FERNANDEZ, J.J.R. Fermentação e degradabilidade ruminal e bovinos alimentados com resíduos de mandioca e cana-de-açúcar ensilados com polpa cítrica peletizada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.31, n.2, p. 793-801, 2002.
- TITGEMEYER, E.C. Design and interpretation of nutrient digestion studies. **Journal of animal Science**, 75:2235, 1997.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA – UFV. **SAEG- Sistema para análises estatísticas e genéticas.** Versão 7.1. Viçosa, MG: 1997. 150p (Manual do usuário).
- VALADARES FILHO, S.C.; PINA D.S. Fermentação Ruminal. *In: Nutrição de Ruminantes.* Funep, 2006, p 151-178.
- VAN SOEST, P.J.; ROBERTSON, J.B.; LEWIS, B.A. Carbohydrate methodology, metabolism, and nutritional implications in dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, v.74, n.10, p.3583-3597, 1991.

## 5. Considerações finais

A inclusão do resíduo úmido de fécula de mandioca (RUFM) na dieta de ruminantes é uma alternativa para alimentação destes, onde a cultura da mandioca para abastecimento das fecularias é abundante, pois a disponibilidade durante o ano todo de um alimento de baixo custo é um fator que incrementa os ganhos com a produção de carne e leite para os produtores. O importante sempre é levar em conta o custo principalmente devido o baixo teor de matéria seca (MS) existente no material, e a ensilagem deste material se mostra eficiente devido a favorecer processos fermentativos que impedem a deterioração do material. A substituição da silagem de RUFM pelo milho grão é uma alternativa para baixar os custos de produção das propriedades, já que esta substituição se mostrou eficiente nos itens de digestibilidade, o cuidado que se deve ter é na ingestão de MS das dietas em relação a algumas espécies, os ovinos se mostraram seletivos com aumento inicial da inclusão neste trabalho porém com 75% de substituição se teve os melhores resultados, em dietas com 60% de volumosos. Esta relação volumoso:concentrado é importante na avaliação do consumo, pois pode acarretar diferenças no pH ruminal. Outro fator importante é a ingestão pela palatabilidade, devido a alta umidade da SRUFM, o volume a ser incluído na dieta para fechar as exigências em matéria seca é muito alto o que pode afetar a ingestão do alimento principalmente quando os animais começam a selecionar os alimentos e diminuir a ingestão dos mesmos.