

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

CLEOVANI ROSSI JAVORSKI

UTILIZAÇÃO DE RESÍDUO ÚMIDO DE FÉCULA DE MANDIOCA NA DIETA DE
VACAS HOLANDESAS EM LACTAÇÃO

Marechal Cândido Rondon

2012

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

CLEOVANI ROSSI JAVORSKI

UTILIZAÇÃO DE RESÍDUO ÚMIDO DE FÉCULA DE MANDIOCA NA DIETA DE
VACAS HOLANDESAS EM LACTAÇÃO

Dissertação apresentada ao Programa de Pós Graduação em Zootecnia da Universidade Estadual do Oeste do Paraná para obtenção do título de Mestre em Zootecnia, Área de Concentração: Produção e Nutrição Animal.

Orientador (a): Prof^a. Dr^a. Maximiliane Alavarso Zambom

Co-orientador (a): Magalí Soares dos Santos Pozza

Marechal Cândido Rondon

2012

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

CLEOVANI ROSSI JAVORSKI

UTILIZAÇÃO DE RESÍDUO ÚMIDO DE FÉCULA DE MANDIOCA NA DIETA DE
VACAS HOLANDESAS EM LACTAÇÃO

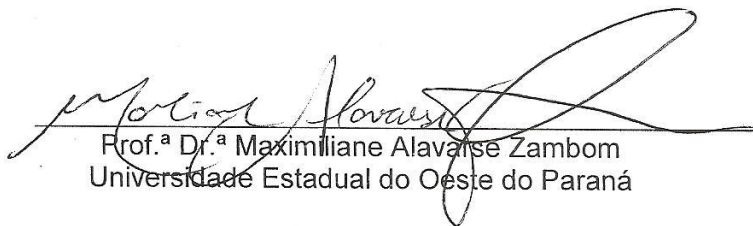
Dissertação apresentada à Universidade Estadual do Oeste do Paraná como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação *stricto sensu* em Zootecnia, Área de Concentração "Produção e Nutrição Animal", para a obtenção do título de "Mestra em Zootecnia".

Marechal Cândido Rondon, 13 de dezembro de 2012.

BANCA EXAMINADORA:



Prof.^a Dr.^a Magali Soares dos Santos Pozza
Universidade Estadual do Oeste do Paraná



Prof.^a Dr.^a Maximiliane Alvarise Zambom
Universidade Estadual do Oeste do Paraná



Dr.^a Deise Dalazen Castagnara
Unioeste / Programa de Pós-Graduação em Zootecnia – PNPd/CAPES



Prof. Dr. Geraldo Tadeu dos Santos
Universidade Estadual de Maringá

Aos meus pais, Antonio e Lurdes, exemplos de determinação, coragem e fonte de muito amor;

Ao meu irmão, Cleverson, exemplo de companheirismo;

“Em vocês encontro o amor verdadeiro!”

Dedico

“Ainda que eu fale a língua dos homens e dos anjos [...] e conheça todos os mistérios de toda a ciência [...]; se não tiver amor, nada serei.”

(I Coríntios, 13, 1-2).

AGRADECIMENTOS

À Deus, pela graça da vida, por guiar meus caminhos e nunca me abandonar.

À minha família, pela paciência e compreensão que tiveram enquanto estive ausente, e por compreenderem que a distância era necessária para que meus sonhos se realizassem.

À Unioeste, em especial ao Programa de Pós Graduação em Zootecnia, pela oportunidade de realização do Mestrado.

À minha orientadora Prof^ª. Dr^a. Maximiliane Alaverse Zambom pela orientação, ensinamentos, amizade e paciência!

Aos membros componentes da banca examinadora, pela avaliação do trabalho, orientações, sugestões e contribuições.

À Paulo Henrique Morsh secretário do PPZ, pela paciência e dedicação na resolução de assuntos burocráticos.

Aos funcionários da “Fazendinha” da Unioeste, pelo auxílio no decorrer do experimento, pela amizade e divertidas conversas regadas a “cuca e coca-cola”!

À Deise Dalazen Castagnara, pela disponibilidade de seu precioso tempo para me auxiliar nas análises estatísticas, e pela paciência em repassar suas explicações.

Aos amigos e colegas da equipe QUALHADA, em especial à Tatiane, Emerson, Rodrigo, e Eduardo, pela convivência, amizade e toda ajuda que recebi durante o decorrer desta pós-graduação.

À Simoni Paladini, pela dedicação ao me auxiliar no decorrer do experimento, você foi mais que uma colega de mestrado, foi parceira em muitos momentos, agradeço a paciência e dedicação!

À Thais Lorana Savoldi, pela convivência, paciência e carinho. Dividimos a casa e muitas histórias, compartilhamos bons momentos, e acredite “hermana” você faz a diferença por onde passa! Aprendi muito com você!

E a todos aqueles que não foram citados, mas que direta ou indiretamente contribuíram na realização deste trabalho.

“Aos animais todo o meu carinho e amor, se não fosse por vocês, eu não estaria aqui!”

RESUMO

Na atividade leiteira, um dos fatores que elevam os custos da produção é a alimentação animal, que podem chegar a 70% do custo total. Com isso, é necessário buscar alternativas para redução desses custos, sem prejudicar a produtividade. Uma alternativa é o enriquecimento dos recursos alimentícios dos animais, através da utilização de subprodutos da indústria de fécula de mandioca. Esses alimentos alternativos podem constituir uma estratégia interessante, pois, além de serem adquiridos por um baixo valor comercial, podem apresentar alto teor energético, podem também, dar um adequado destino final ao subproduto da fecularia, contribuindo para preservar o meio ambiente. O resíduo obtido durante o processamento da mandioca apresenta teor de umidade entre 75% e 85%. A produtividade animal pode ser afetada de forma negativa, dependendo do consumo e da digestibilidade dos nutrientes da dieta. Esta pesquisa tem por objetivo avaliar a composição química, microbiológica, e também detectar presença de micotoxinas no resíduo úmido de fécula de mandioca (RUFM), além disso, avaliar a influência de cinco níveis de RUFM sobre o consumo e digestibilidade dos nutrientes, produção e composição do leite, e alguns parâmetros sanguíneos de vacas em lactação, da raça Holandesa, com produção média inicial de 30,65 kg de leite/dia. Nesta pesquisa observou-se a redução significativa no consumo de extrato etéreo (EE), e o efeito linear negativo para todos os nutrientes estudados, exceto para a proteína bruta. A produção de leite foi influenciada de forma negativa, ocorrendo redução com a inclusão de RUFM. A composição química do RUFM não sofreu alterações durante a estocagem, houve variação significativa apenas nos teores de matéria seca (MS). Para as populações de microrganismos, houve elevação significativa apenas de fungos e leveduras. Níveis de Zearalenona foram detectados em 100% das amostras de RUFM analisadas. A produção de leite sofreu redução, mas a eficiência na conversão alimentar não foi alterada, mostrando que o resíduo pode ser utilizado, no entanto, é necessário adequar os níveis de inclusão deste na dieta. A estocagem do RUFM mostrou ser eficiente nas condições estudadas, pois não houve alterações no valor nutricional do resíduo, porém, altas contagens de fungos e leveduras, e a presença de micotoxinas, podem sugerir que o material tenha alto risco de degradação.

Palavras-chave: bovinos de leite, mandioca, microbiologia, subprodutos da indústria

ABSTRACT

In dairy farming, one of the factors that raise the cost of production is feed, which can reach 70% of the total cost. With this, it is necessary to look for alternatives to reduce these costs without sacrificing productivity. An alternative is to enrich food resources of the animals, through the use of byproducts of industrial manioc starch. These alternative foods may constitute an interesting strategy, because in addition to being acquired by a low commercial value, may have high energy content and can also give an appropriate final destination byproduct of the cassava industry, contributing to the environment. The residue obtained during the processing of cassava has moisture content between 75% and 85%. The animal productivity can be affected negatively, depending on consumption and digestibility of nutrients. This study aimed to evaluate the chemical, microbiological, and detect the presence of mycotoxins in moist residue cassava starch (RMCS), and to evaluate the influence of five levels RMCS on intake and digestibility of nutrients, production and composition milk, and some blood parameters in dairy cows, Holstein, with average initial production of 30.65 kg milk / day. We observed a significant reduction in consumption (EE), and a linear effect for all nutrients studied, except for crude protein. Milk production was negatively affected, with a reduction to include RMCS. The chemical composition of RMCS did not change during storage, only significant variation in dry matter (DM). For populations of microorganisms, there was a significant increase only fungi and yeasts. Zearalenone levels were detected in 100% of the samples analyzed RUFM. The milk was reduced, but the efficiency of feed conversion was not affected, indicating that the residue can be used, however, it is necessary to adjust the levels of inclusion of the diet. The storage of RMCS proved effective under the conditions studied, since there were no changes in the nutritional value of the residue, but high counts of yeasts and fungi, and mycotoxins, may suggest that the material has a high risk of degradation.

Key-words: dairy cattle, cassava, microbiology, byproducts of industry

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO 2

AVALIAÇÃO DA COMPOSIÇÃO QUÍMICA, MICROBIOLÓGICA E DE MICOTOXINAS DO RESÍDUO ÚMIDO DE FÉCULA DE MANDIOCA

Tabela 1. Alterações na composição bromatológica do resíduo úmido de fécula de mandioca durante os 21 dias de armazenamento 36

Tabela 2. Valores de pH e temperatura do resíduo úmido de fécula de mandioca durante os 21 dias do período de estocagem 38

Tabela 3. Desenvolvimento de microorganismos (Log_{10} UFC/g) no resíduo úmido de fécula de mandioca durante os 21 dias de estocagem 39

Tabela 4. Desenvolvimento de micotoxinas ($\mu\text{g.kg}^{-1}$) no resíduo úmido de fécula de mandioca durante os 21 dias de estocagem 41

CAPÍTULO 3

RESÍDUO ÚMIDO DE FÉCULA DE MANDIOCA NA ALIMENTAÇÃO DE VACAS EM LACTAÇÃO: DESEMPENHO E DIGESTIBILIDADE DOS NUTRIENTES

Tabela 1. Composição percentual e química das dietas fornecidas às vacas Holandesas em lactação recebendo resíduo úmido de fécula de mandioca (RUFM) em diferentes níveis de inclusão na dieta 51

Tabela 2. Composição bromatológica do resíduo úmido de fécula de mandioca (RUFM) correspondente a carga de resíduo obtida para cada período experimental 52

Tabela 3. Consumo diário de matéria seca e dos nutrientes de vacas Holandesas em lactação recebendo resíduo úmido de fécula de mandioca (RUFM) em diferentes níveis de inclusão na dieta 55

Tabela 4. Digestibilidade da matéria seca e dos nutrientes em vacas Holandesas em lactação recebendo resíduo úmido de fécula de mandioca (RUFM) em diferentes níveis de inclusão na dieta 56

Tabela 5. Médias, equação de regressão (ER) e coeficientes de determinação (R^2) e variação (CV) para produção de leite (PL), consumo de matéria seca (CMS), eficiência de produção de leite (EPL) e componentes do leite de vacas Holandesas em lactação, recebendo resíduo úmido de fécula de mandioca (RUFM) em diferentes níveis de inclusão na dieta 58

Tabela 6. Médias, equação de regressão e coeficientes de determinação (R^2) e variação (CV) para peso corporal, glicose sanguínea, creatinina sanguínea, e nitrogênio uréico no plasma (NUP) de vacas Holandesas em lactação, recebendo resíduo úmido de fécula de mandioca (RUFM) em diferentes níveis de inclusão na dieta 61

SUMÁRIO

RESUMO.....	7
ABSTRACT.....	8
SUMÁRIO	10
1. INTRODUÇÃO GERAL.....	11
1.2 Objetivos.....	12
1.3 Revisão de literatura.....	13
1.3.1 Bovinocultura de leite.....	13
1.3.2 Mandioca e seus subprodutos	13
1.3.3 Resíduo úmido de fécula de mandioca	16
1.3.4 Composição microbiológica, micotoxinas e a interação entre elas	17
1.3.5 Consumo, digestibilidade e composição do leite.....	21
1.4 Literatura citada	25
2. AVALIAÇÃO DA COMPOSIÇÃO QUÍMICA, MICROBIOLÓGICA E DE MICOTOXINAS DO RESÍDUO ÚMIDO DE FÉCULA DE MANDIOCA	29
2.1 Introdução	31
2.2 Material e Métodos	32
2.3 Resultados e discussão	35
2.4 Conclusões.....	42
2.5 Literatura citada	43
3. RESÍDUO ÚMIDO DE FÉCULA DE MANDIOCA NA ALIMENTAÇÃO DE VACAS EM LACTAÇÃO: DESEMPENHO E DIGESTIBILIDADE DOS NUTRIENTES	47
3.1 Introdução	49
3.2 Material e métodos.....	50
3.3 Resultados e discussão	54
3.4 Conclusões.....	62
3.5 Literatura citada	63
4. Considerações finais	68

1. INTRODUÇÃO GERAL

Na região Oeste do Paraná a bovinocultura leiteira vem apresentando grande destaque, com alto potencial para crescimento, tendo seu maior desenvolvimento, principalmente, em propriedades de pequeno e médio porte. O elevado custo com a alimentação dos animais torna-se um dos fatores limitantes para o aumento da produtividade. Desta forma, é necessário criar alternativas alimentares com o objetivo de reduzir os custos (JOBIM *et al.*, 2007; PIRES *et al.*, 2008) e maximizar a produção, e consequentemente, favorecer a obtenção de lucro com a atividade leiteira.

Uma alternativa é o enriquecimento dos recursos alimentícios dos animais, reduzindo os custos da produção que podem chegar a 70% do custo total (PIRES *et al.*, 2008). Esses alimentos alternativos tais como subprodutos da indústria da fécula de mandioca, podem constituir uma estratégia interessante na redução destes custos (CEREDA, 2000; LEONEL, 2001). Esses compostos, além de serem adquiridos por um baixo valor comercial, podem apresentar alto teor energético, podem também, dar um adequado destino final ao subproduto da fecularia, contribuindo para a preservação do meio ambiente (SILVEIRA *et al.*, 2002).

De acordo com Silveira *et al.* (2002) a dificuldade no escoamento do resíduo de fécula encontrado pela indústria é responsável, em parte, pela contaminação ambiental, em virtude da grande quantidade acumulada na forma de lixo. O descarte de forma incorreta pode causar grandes transtornos ambientais, sanitários e econômicos (LEONEL *et al.*, 1999).

Uma das vantagens em utilizar a massa de mandioca, é o fato de ser um alimento pronto para o consumo animal. O resíduo úmido de fécula de mandioca pode apresentar variações em sua composição química, dependendo das condições de cultivo da mandioca, e do processamento na indústria. Pode apresentar valores de matéria seca (MS) de 14,96%, proteína bruta (PB) de 1,98%, extrato etéreo (EE) de 0,48%, fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) de 46,05% e 29,57%, respectivamente (GONÇALVES, 2011).

Após o processamento da mandioca, o resíduo apresenta características nutricionais interessantes, pois é possível ser fornecida aos animais. Esta situação viabiliza o incremento desses tipos de alimentos alternativos, principalmente em pequenas propriedades. Porém, é necessário ainda, desenvolver estudos sobre sua composição nutricional para estabelecer adequados níveis de consumo, a fim de evitar possíveis distúrbios metabólicos de ordem

nutricional, e proporcionar a maximização da produtividade animal (MENEGUETTI E DOMINGUES, 2008).

Determinar os valores nutricionais de cada alimento, assim como os subprodutos é uma importante ferramenta que auxilia na escolha das futuras fontes alimentares. Porém, pouco se sabe sobre a adição de resíduo úmido de mandioca na alimentação animal, tão pouco os fatores limitantes do seu consumo e influência na produtividade animal (MENEGUETTI E DOMINGUES, 2008). É de fundamental importância fornecer alimentos adequados que supram a exigência animal, pois tais condições afetam diretamente a produção do animal. Com isso, mesmo em dietas de alto valor nutricional, se o consumo estiver reduzido, o animal pode estar ingerindo menor quantidade de nutrientes que a necessária. Segundo Cavalcanti (2002), as raízes da mandioca possuem valor energético semelhante ao milho, e pode ser considerada como fonte alternativa de energia na alimentação de ruminantes.

Ao trabalhar com vacas de leite um dos principais objetivos é maximizar a produtividade. Para isso, é necessário conhecer a composição dos ingredientes da dieta para estabelecer critérios na formulação, pois dependendo dos nutrientes presentes na dieta, os componentes do leite podem sofrer alterações em até 50% das variações. Desta forma, a alimentação animal pode causar variações nos teores de gordura e proteína (GONZÁLEZ *et al*, 2001).

É necessário avaliar também, a adaptação animal às dietas fornecidas, principalmente quando trabalhado com alimentos alternativos, como o resíduo úmido de fécula de mandioca, desta forma, fornecendo parâmetros indicativos de possíveis desequilíbrios metabólicos que possam ser de origem nutricional.

1.2 Objetivos

A presente pesquisa teve por objetivo avaliar a composição química, microbiológica e de micotoxinas do resíduo úmido de fécula de mandioca (RUFM), e os efeitos da inclusão de diferentes níveis de RUFM sobre o consumo, digestibilidade, produção e composição do leite, e alguns parâmetros sanguíneos em vacas Holandesas em lactação.

1.3 Revisão de literatura

1.3.1 Bovinocultura de leite

A bovinocultura de leite vem apresentando incremento de produtividade no cenário mundial nos últimos anos (FAEP, 2012). Atualmente, o Brasil ocupa a quinta colocação no ranking internacional, com produção média de 31,6 bilhões de litros no ano de 2011 (IBGE, 2011) e projeções futuras estimam produção de 32,3 bilhões para o ano de 2012, sendo que, a aquisição de leite apurada pela pesquisa trimestral foi de 5,2 bilhões de litros no 2º trimestre de 2012, um aumento de 2,8% em relação ao mesmo trimestre de 2011. No acumulado de 2012, a aquisição atingiu 10,9 bilhões de litros, representando um acréscimo de 3,9% em relação ao primeiro semestre de 2011 (IBGE 2012).

O Estado do Paraná foi considerado o terceiro maior produtor nacional de leite em 2010, com uma produção acima de 3,6 bilhões de litros (IBGE, 2012). Um crescimento de 7,7% em relação ao ano anterior (EMBRAPA, 2011). A cidade de Marechal Cândido Rondon, localizada no Oeste do Estado, no mesmo ano, produziu cerca de cem mil litros ano (FAEP, 2012). Tais resultados fortalecem o setor de bovinocultura leiteira na região Oeste do Paraná incentivando novas pesquisas.

1.3.2 Mandioca e seus subprodutos

A mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) é uma planta perene, arbustiva, pertencente à família das Euforbiáceas, é uma espécie originária da América do Sul Tropical, cultivada desde a antiguidade pelos povos nativos desse continente. Com origem de região tropical, encontra condições favoráveis para seu desenvolvimento em todos os climas tropicais e subtropicais. É chamada também, pelos nomes de yuca, cassava, tapioca e manioca. A parte mais importante da planta é a raiz, rica em fécula e utilizada na alimentação humana e animal ou ainda, como matéria prima para indústrias (CEREDA, 1994).

A cultura da mandioca apresenta grande número de variedades disponíveis para o cultivo, estima-se que cerca de 4 mil variedades já foram catalogadas no Brasil, algumas destas, apresentam melhores características para a indústria de amido, as quais devem

apresentar altos teores de amido nas raízes, polpa branca, ausência de cintas nas raízes, destaque fácil da película, raízes grossas e bem conformadas. As variedades recomendadas para a alimentação animal devem apresentar algumas características, por exemplo, alto rendimento de raízes e da parte aérea, boa retenção foliar, alto teor de proteína e teor mínimo de ácido cianídrico, tanto em folhas como nas raízes (EMBRAPA, 2010).

A mandioca pode ser considerada a mais versátil das tuberosas tropicais, devido às várias formas de utilização, e seu processamento industrial, no Brasil, concentra-se na produção de farinha com cerca de 80%, na extração de fécula com cerca de 3%, e o restante é utilizado na alimentação animal (EMBRAPA, 2010).

Segundo dados de pesquisas, a produção mundial no ano de 2010 foi de 229.540.896 toneladas de mandioca. O Brasil ocupa a 2ª colocação no ranking mundial, se destacando entre os principais países produtores de mandioca, com cerca de 26 milhões de toneladas. Em 1970, o país atingiu o seu recorde produzindo 30 milhões, as safras seguintes não foram superiores a 27 milhões de toneladas. Atualmente, a produção nacional participa com cerca de 11% da produção mundial, a qual já atingiu 30%. Esta diferença está sendo atribuída à redução da produção, e principalmente ao aumento da produção em outros países. Alguns fatores como mudanças nos hábitos alimentares da população, e a competição de outras culturas mais rentáveis e de menor ciclo, também estão causando impacto sobre o avanço de produção desta cultura (GROXKO, 2011).

A quantidade de mandioca processada pela indústria de fécula em 2011 teve redução, consequentemente, a produção da matéria-prima também diminuiu. Desta forma, o volume de fécula produzido no ano de 2011 foi de 519,1 mil toneladas, 4,2% a menos que em 2010. Na safra 2010/2011 a região Sul representou 24% da produção brasileira de mandioca, e apresenta a maior quantidade de indústrias de fécula no país. O Paraná foi um dos principais produtores de fécula de mandioca em 2011, produzindo cerca de 65% a 70% do volume total nacional. Mato Grosso do Sul aumentou sua produção para 17,1%, enquanto São Paulo caiu para 10,7%, Santa Catarina manteve sua produção em 1,3%, Pará e Bahia produziram o equivalente a 0,3% e 0,2% do total, respectivamente. Santa Catarina é considerado pioneiro na produção de fécula, porém, atualmente, sua participação está reduzida em consequência da mudança de um grande número de indústrias para o Estado do Paraná (GROXKO, 2011).

O Paraná apresentou grande evolução na produção da mandioca, passando de 8º lugar para o 2º no ranking nacional. Em 2010/2011, o Paraná cultivou cerca de 202.000 hectares de mandioca, o que levou a produzir cerca de 4.560.000 toneladas de raiz. No Estado, a

mandioca é cultivada com duas finalidades, sendo para a indústria, e para alimentação animal e humana. As principais regiões produtoras de mandioca estão concentradas nos núcleos de Umuarama, Paranavaí, Toledo e Campo Mourão. Nestes locais é utilizada maior tecnologia na produção, com objetivo de atender a produção comercial, atingindo maior produtividade (GROXKO, 2011).

Atualmente percebe-se um crescimento na demanda de amido de mandioca pelo setor industrial, principalmente para utilização da fécula na mistura com farinha de trigo, utilizada na fabricação de pães, com objetivo de reduzir as importações de trigo. A indústria da mandioca está distribuída em todas as regiões do país, apresentando variações em sua capacidade de processamento, ou seja, em seu tamanho, tendo unidades com capacidade de processar a média de uma tonelada de raízes por dia, e unidades com maior capacidade, chegando a processar mais de 400 toneladas por dia, desta forma, há um aumento no volume de produção do resíduo de fécula de mandioca, principalmente em algumas regiões, consequentemente, facilitando a disponibilidade do resíduo para a utilização na alimentação animal (CEREDA, 1994; CEREDA, 2000).

A mandioca pode ser utilizada na alimentação animal de forma integral, fornecendo a planta inteira ao animal, ou através do uso de seus subprodutos. As raízes e a folhagem da mandioca são produtos primários da planta, e podem ser usadas como alimento para os animais. Além desses, existem os subprodutos da industrialização, os quais podem apresentar bom potencial como alimento para animais. Dentre os produtos e subprodutos mais comuns utilizados na alimentação animal, se destacam a folhagem e a raiz fresca, feno da parte aérea (folhagem triturada e seca ao sol), raspa integral ou farinha integral (pedaços de raiz secos ao sol), raspa ou massa residual (subproduto da raiz triturada, retirado o amido), farelo de farinha de mesa (subproduto da fabricação da farinha de mesa), farinha de varredura e silagem de mandioca (mandioca integral triturada e ensilada) (EMBRAPA, 2010).

O resíduo obtido durante o início da fabricação da farinha de mandioca é constituído de casca, entrecasca e pontas de mandioca, sendo chamado de raspas ou massa de mandioca, e apresenta teor de umidade de 85%, pode ser desidratado ao sol até atingir cerca de 88% de matéria seca (MS). A farinha de varredura é um resíduo originado da limpeza das farinheiras, contendo, principalmente, farinha suja, a qual se torna imprópria para o consumo humano, e apresenta teor de amido em cerca de 80% e cerca de 90% de MS (CALDAS NETO *et al.*, 2000).

A quantidade e qualidade desses resíduos dependerão do cultivar, da idade da planta, tempo após colheita e do equipamento industrial, destacando assim, a importância de fazer a análise prévia da composição química destes alimentos antes de serem adicionados às dietas. Os subprodutos derivados das raízes são caracterizados pelo elevado conteúdo energético, pois tanto o farelo quanto a raspa ou massa de mandioca mostram valores bastante próximos ao milho e sorgo, e, por isso, são utilizados em dietas de bovinos como alternativa para suplementação energética (CALDAS NETO *et al.*, 2000).

Ainda são necessárias maiores pesquisas para estimar a quantidade de resíduos produzidos a partir da industrialização da mandioca, porém, dados mostram que cerca de 10% da mandioca total utilizada na fabricação de farinha é eliminada na forma de casca e aproximadamente 3% a 5%, na forma de farinha de varredura (CALDAS NETO *et al.*, 2000).

Com os processos de industrialização da mandioca para a produção de farinha e extração de amido, tem-se a produção de grande volume de resíduos sólidos, como cascas, bagaços e descartes, e resíduo líquido como água de lavagem e a manipueira, (SILVEIRA *et al.*, 2002) e, caso estes não tenham um destino final adequado, serão acondicionados como forma de lixo no meio ambiente, e na maioria das vezes, de forma inadequada. O escoamento destes resíduos representa um dos maiores problemas encontrados pela indústria, o que pode causar um grande impacto ambiental, devido à contaminação de áreas e regiões com lagos e rios em consequência da grande carga orgânica e ainda, a presença de um composto que pode gerar cianeto, o qual é tóxico para a maioria dos seres de respiração aeróbica. Com isso, a utilização de subprodutos agroindustriais na alimentação animal ou como biofertilizantes, entre outras formas para utilização, podem se tornar alternativas para auxiliar na redução da eliminação desses produtos e minimizar o seu potencial poluente ao meio ambiente (MENEGETTI E DOMINGUES, 2008).

1.3.3 Resíduo úmido de fécula de mandioca

O resíduo úmido de fécula de mandioca é obtido através do processamento da mandioca. Este resíduo, também conhecido como massa ou bagaço de mandioca, é um subproduto proveniente do processamento através da via úmida para extração da fécula ou amido da mandioca (MARQUES *et al.*, 2002). O resíduo da mandioca é constituído por material fibroso da raiz, e apresenta adição de água utilizada na etapa de separação da fécula

(CEREDA, 2000; LEONEL, 2001). Nas fecularias, para cada tonelada de raiz processada são produzidos cerca de 928,6 kg de resíduo com teor de umidade em torno de 75% a 85%, porém, esta umidade excessiva é um fator importante a ser considerado, pois pode ocasionar perdas significativas dos nutrientes. O resíduo apresenta também, altos teores de carboidratos não estruturais, com predominância do amido, e baixos teores de proteína bruta (MARQUES E CALDAS NETO, 2002; RAMALHO *et al.*, 2006).

Algumas pesquisas realizadas avaliando o resíduo úmido de fécula de mandioca (RUFM) demonstram a ocorrência de variações na composição química desse resíduo, dependendo de alguns fatores como a cultivar da mandioca e do processamento na indústria. Por exemplo, GONÇALVES (2011) em trabalho realizado avaliando a silagem de RUFM *in natura* e pré-seca ao sol, com abertura dos silos em três períodos diferentes (0, 28 e 56 dias após a ensilagem), observou que o resíduo *in natura* (dia 0) apresentou valores de matéria seca (MS) de 14,96%, proteína bruta (PB) de 1,98%, extrato etéreo (EE) de 0,48%, fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) de 46,05% e 29,57%, respectivamente. Já a silagem de RUFM pré-seca ao sol (dia 0), apresentou valores médios de MS de 13,17%, PB de 2,03%, EE de 0,36%, FDN e de FDA de 47,21% e 28,85%, respectivamente.

Segundo LEONEL (2001), os altos teores de umidade do resíduo úmido de fécula de mandioca torna-se um dos principais fatores limitantes para o uso efetivo da massa de mandioca na alimentação animal. O baixo teor de matéria seca e a armazenagem em condições aeróbicas propiciam o desenvolvimento de microrganismos indesejáveis, o que pode alterar as propriedades nutricionais do resíduo e interferir negativamente na sua conservação, causando redução da qualidade do resíduo, além disso, levar a quadros de distúrbios metabólicos, promovendo riscos à saúde dos animais, principalmente, se o ambiente de armazenamento for propício ao desenvolvimento de fungos, com isso, pode ocorrer a produção de micotoxinas no resíduo.

1.3.4 Composição microbiológica, micotoxinas e a interação entre elas

Uma das dificuldades ao se utilizar o resíduo ou massa de mandioca, se refere ao seu adequado armazenamento nas propriedades. Devido aos altos teores de umidade, ocorrem perdas significativas de nutrientes, principalmente pelo processo de lixiviação. A umidade excessiva favorece também, o desenvolvimento de microrganismos patogênicos nesse

material, o que pode acarretar perdas de nutrientes pela ação de *Clostridium* e leveduras, devido a degradação de alguns compostos orgânicos (MCDONALD *et al.*, 1991; JOBIM *et al.*, 2007).

Segundo Caldas Neto *et al.* (2002) alimentos podem sofrer contaminação durante o transporte, no processamento nas indústrias, e até mesmo no campo antes e após a colheita. Com isso, é necessário monitorar possíveis pontos críticos que possam favorecer a contaminação dos alimentos por microrganismos, pois alguns destes podem favorecer o desenvolvimento de micotoxinas, as quais podem causar uma série de distúrbios à saúde animal, causando reações tóxicas e afetando diretamente os processos de digestão e absorção dos nutrientes, prejudicando o desempenho de quê?????

Alguns fatores devem ser considerados quando trabalhamos com a conservação de alimentos, pois esses apresentam características que podem influenciar o desenvolvimento microbiano. Alguns desses fatores são denominados parâmetros intrínsecos e extrínsecos, pois são mecanismos que podem evitar ou retardar a deterioração causada pelos microrganismos no alimento. Os parâmetros intrínsecos fazem parte do alimento, como acidez (pH), atividade de água (umidade), composição química (nutrientes), substâncias antimicrobianas naturais e estruturas biológicas. Os parâmetros extrínsecos estão relacionados ao meio em que o alimento será armazenado e podem afetar tanto o alimento como os microrganismos, os principais são a temperatura de conservação (durante o armazenamento), umidade relativa do ambiente, presença e concentração de gases, presença e atividade de outros microrganismos (JOUANY, 2001).

Segundo Jay (2008) a maioria dos microrganismos tem seu maior crescimento em pH com valores em torno de 7,0 (6,6 – 7,5) e poucos crescem em pH abaixo de 4,0. As bactérias são mais exigentes quanto aos níveis de pH quando comparadas com fungos e leveduras, e bactérias patogênicas são ainda mais exigentes. Porém, os limites mínimos e máximos de pH para o crescimento dos microrganismos não são precisos, pois esses valores são dependentes de outros parâmetros de crescimento, por exemplo, a temperatura, onde o pH do meio se torna mais ácido à medida que a temperatura aumenta.

Assim, o crescimento de microrganismos fora de sua faixa ótima de pH, resulta em uma maior fase de adaptação, chamada fase *lag*. E, quanto maior for a capacidade tamponante do alimento ou substrato, maior será a duração da fase *lag*, ou seja, maior será o período para que os microrganismos estejam adaptados e tragam o pH do meio externo para sua faixa ótima de crescimento (JAY, 2008).

Outro fator de grande importância é o teor de umidade do alimento. Jay (2008) cita que um dos métodos mais antigos de conservação de alimentos é através da secagem ou desidratação, pois, com a remoção da água, os microrganismos não encontram condições para o crescimento, essa necessidade de água pelos microrganismos é descrita como atividade de água (a_w). No geral, as bactérias necessitam de maiores valores de atividade de água quando comparadas aos fungos e leveduras. Existem ainda, algumas relações entre a_w , temperatura e nutrição. Sendo que, a qualquer temperatura, a capacidade de crescimento dos microrganismos diminui com a redução da a_w , e quando a temperatura está na faixa ótima para o crescimento, o intervalo de a_w é maior. E por último, a presença de nutrientes aumenta o intervalo de a_w , no qual os microrganismos sobrevivem.

Em relação aos parâmetros extrínsecos dos alimentos, a temperatura do meio apresenta uma ampla faixa, e dependendo desta temos a classificação em três grupos de microrganismos: os *psicrotróficos*, com temperatura ótima para seu crescimento entre 20°C e 30°C; os *mesófilos*, com temperatura ótima entre 30°C e 40°C; e os *termófilos*, com faixa ótima entre 55°C e 65°C.

A maioria dos fungos são organismos estritamente aeróbios, capazes de se desenvolverem em matéria orgânica em geral, podem crescer em substratos com concentrações de açúcar intoleráveis para as bactérias, uma vez que são menos sensíveis à altas pressões osmóticas, e são capazes de tolerar concentrações altas de ácidos, suportando variações de pH entre 2 e 9, no entanto, a faixa ótima para a maioria das espécies situa-se em torno de 5,6. Seu surgimento ocorre quando as condições se apresentam favoráveis ao seu crescimento, podendo ser nas condições de campo, durante o transporte ou durante o período de armazenamento dos alimentos, e apresentam capacidade de produzir enzimas digestivas que digerem a matéria orgânica, causando a deterioração do substrato, podendo alterar a qualidade do material (JOUANY, 2001). Segundo Muck *et al.*, (1992) algumas espécies de fungos filamentosos, como as dos gêneros *Aspergillus*, *Fusarium* e *Penicillium* podem desenvolver-se em silagens na presença de ar, produzindo micotoxinas que oferecem riscos aos animais.

Os fungos filamentosos são capazes de sobreviver em ambientes com baixa disponibilidade de água, que inibiriam as bactérias não-esporuladas. Quando o ambiente se desidrata, os fungos produzem esporos ou entram em estado de vida latente. Podem se desenvolver numa ampla faixa de temperatura, sendo que a faixa ótima é de 22°C a 30 °C para a maioria das espécies. Açúcares (glicose, sacarose e maltose) e compostos mais complexos

(amido, celulose, hemicelulose) podem servir como substratos para muitas espécies (JOUANY, 2001).

O termo micotoxina, é usado para designar um grupo de compostos, altamente tóxicos, produzidos por certos fungos ou leveduras. As micotoxinas produzidas durante a esporulação dos fungos podem contaminar os animais através da ingestão de alimentos contaminados, o que, conseqüentemente, será transferido para o leite ou a carne desse animal, que ao ser consumido prejudicará a saúde humana. Algumas toxinas não produzem sinais aparentes, e mesmo com a ingestão de níveis suficientes para causar toxicidade ao animal, esse poderá apresentar apenas redução em seu desempenho (BRUERTON, 2001), a grande maioria das micotoxicoses apresentam características essencialmente subclínicas (DILKIN et al., 2004).

Situações que propiciem o desenvolvimento de micotoxinas no alimento estão relacionadas às características do meio de armazenamento, por exemplo, temperatura e umidade do ar, umidade do alimento (resíduo), presença de insetos que causem danos ao alimento ou ao ambiente de armazenamento (CALDAS *et al.*, 2002; BÜNZEN & HAESE, 2006). As micotoxinas são produzidas principalmente em condições de estresse sofridas pelos fungos como mudanças de temperatura, umidade ou aeração e na presença de agentes agressivos (SANTIN, 2005).

As aflatoxinas são micotoxinas produzidas principalmente por fungos do gênero *Aspergillus* (*A. flavus* e *A. parasiticus*), apresentam alta toxicidade tanto para o homem, como para os animais, causando, desta forma, uma preocupação para a indústria. Essas micotoxinas podem permanecer no alimento mesmo após a morte do fungo, e podem estar presente em alimentos em que não seja possível identificar alterações visuais. A sensibilidade do animal irá depender de alguns fatores, como : espécie, idade, sexo, condições nutricionais, nível de dosagem, frequência e composição da dieta. Em muitas espécies animais as aflatoxinas podem causar danos ao fígado, causar o surgimento de tumores devido a ingestão de pequenos níveis (AMADO, 1999), podem ainda diminuir o desempenho reprodutivo, reduzir a produção de leite, prejudicar a saúde embrionária e diminuir as funções imunológicas (JOBIM *et al.*, 2001). Outros sinais causados, principalmente em casos de intoxicação crônica, são cansaço, lentidão, perda de apetite, febre, vômito severo e persistente. Animais como cães, frangos, peixes, bovinos, equinos e suínos são susceptíveis a esta micotoxina, apresentando principalmente redução no desempenho (MENEGAZZO, 2008).

A aflatoxina também tem efeito sobre os microrganismos presentes no rúmen, tornando-se importante na atividade leiteira por exercer efeito negativo na produção de leite.

No rúmen, ocorre o processo de fermentação realizado pela microbiota, que digere a celulose e produz nutrientes, a aflatoxina pode agir sobre as bactérias do rúmen alterando o processo fermentativo. Pode ainda atuar sobre a biossíntese de proteína, um dos componentes mais importantes na produção de leite e carne, comprometendo o desenvolvimento do animal e sua produção. Outra grande preocupação é devido ao fato dessa micotoxina passar via leite, através do seu metabolito Aflatoxina M1, contaminando o leite dos animais que são expostos a essa micotoxina (AMADO, 1999).

Zearalenona é uma micotoxina produzida pelos fungos do gênero *Fusarium*, principalmente pelo *F. graminearum*, mas outras espécies também podem produzi-la, como o *F. sporotrichioides* e *F. culmorum* (KNASS *et al.*, 2008). Esta micotoxina apresenta ação principalmente sobre o trato reprodutivo dos animais, por ter efeito estrogênico, resulta em redução da fertilidade, natimortos(natum mortos??) em fêmeas e redução da quantidade e qualidade do esperma em machos. No entanto, apesar do potencial biológico da zearalenona ser alto, sua toxicidade é considerada baixa (SANTIN, 2005).

Legislações têm sido adotadas em muitos países com o intuito de proteger os consumidores contra os efeitos nocivos das micotoxinas em alimentos *in natura* e processados. No Brasil, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento adota o limite de 50 $\mu\text{g.kg}^{-1}$ de aflatoxinas (B1+B2+G1+G2) para alimentos destinados ao consumo animal (ingestão direta ou matéria-prima de rações), e 250 $\mu\text{g.kg}^{-1}$ de zearalenona em rações e concentrados para ruminantes (FREIRE *et al.*, 2007).

Alimentos com alto teor de umidade apresentam maior risco de crescimento de fungos e outros microrganismos durante o período de armazenagem. Desta forma, o resíduo úmido de fécula de mandioca, está entre esses alimentos com alto potencial para o desenvolvimento de fungos, pois, conforme composição química pode apresentar de 75% a 85% de umidade (MARQUES E CALDAS NETO, 2002).

1.3.5 Consumo, digestibilidade e composição do leite

O consumo e digestibilidade dos nutrientes podem afetar a produção e o desempenho animal, sendo um dos principais fatores associados à produtividade animal. Existem vários fatores relacionados ao consumo de alimento pelos bovinos, que podem desencadear limitações causadas por características do alimento, pelo animal ou pelas condições de

fornecimento da alimentação, tornando-se determinante no atendimento das exigências (MERTENS, 1997).

A digestibilidade é avaliada com o objetivo principal de mensurar e qualificar o valor nutricional dos alimentos, e pode ser expressa pelo coeficiente de digestibilidade, indicando a quantidade percentual de cada nutriente que o animal pode aproveitar. Digestão pode ser definida como sendo um processo onde macromoléculas são convertidas em compostos mais simples, dessa forma, os nutrientes ficam disponíveis para absorção e aproveitamento para o metabolismo animal (VAN SOEST, 1994).

Segundo Scoton (2003) a degradação da mandioca no ambiente ruminal, apresenta-se elevada quando comparada ao milho, essa pode aumentar o aporte de ácidos graxos voláteis (AGV's), consequentemente causando maior aporte energético ao animal. Com isso, pode ocorrer uma redução no consumo devido a ativação de mecanismos quimiostáticos de controle da ingestão. A alta capacidade fermentativa de alguns alimentos, tais como a mandioca, devido aos elevados níveis de amido pode produzir incremento de ácidos graxos voláteis (AGV) no rúmem causando alteração metabólica que podem interferir no consumo de matéria seca, afetando o desempenho produtivo animal (MENEGETTI E DOMINGUES 2008). Esses autores, sugerem que a digestão dos nutrientes pode ser alterada se os níveis da fermentação da mandioca forem elevados na dieta.

Em trabalho realizado por Ramos *et al.* (2000) em que foi avaliado o efeito da substituição do milho pelo bagaço de mandioca nos níveis de 0%, 33%, 66% e 99% de substituição no concentrado, sobre a digestibilidade aparente, o consumo de nutrientes digestíveis, o ganho de peso diário médio (GPDM) e a conversão alimentar (CA) em novilhos mestiços na fase de crescimento, foi observada redução no consumo de matéria seca e proteína bruta, quando realizada a substituição de 99% do milho da dieta por bagaço de mandioca, o autor cita ainda que com este nível de substituição houve prejuízos ao desempenho dos animais.

No entanto, Dias *et al.* (2008) avaliando o efeito da inclusão de níveis de 0%, 7%, 14% e 21% de bagaço de mandioca na dieta de novilhas leiteiras ($\frac{3}{4}$ Gir x $\frac{1}{4}$ Holandês), sobre a digestibilidade aparente dos nutrientes, não observou influência da inclusão de bagaço de mandioca sobre o consumo de matéria seca, e as médias dos coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca e da matéria orgânica também não foram influenciadas pelos níveis de inclusão.

A produtividade animal pode ser afetada de forma negativa, dependendo do consumo e da digestibilidade dos nutrientes presentes no alimento. De forma geral, o consumo pode sofrer limitações, sendo estas, causadas por características inerentes ao próprio alimento, e interferir na produtividade animal (MERTENS, 1997). Da mesma forma, segundo González *et al.* (2001) a produção de leite também pode ser influenciada, a proporção dos componentes do leite podem sofrer variações dependendo da composição e das variações ocorridas na dieta, com isso, a alimentação responde por aproximadamente 50% das variações de gordura e proteínas do leite, porém praticamente não afeta o conteúdo de lactose.

Em trabalho realizado por Fernandes (2011) foi avaliada a inclusão de silagem de resíduo úmido de fécula de mandioca em substituição ao milho, nas proporções de 0%, 25%, 50%, 75% e 100%, na dieta de vacas Holandesas em pleno pico de lactação, com produção média inicial de 35,0 kg de leite/dia, foi observada uma redução na produção de leite conforme foi aumentado o nível de substituição de milho pela silagem de resíduo úmido de fécula de mandioca. Da mesma forma, Ramalho *et al.*, (2006) em trabalho utilizando vacas Holandesas com produção média de 24 litros de leite por dia, avaliou a substituição do milho pela raspa de mandioca (0%, 25%, 50%, 75% e 100%), essa substituição obteve variação linear decrescente na produção de leite conforme aumento nos níveis de substituição, o autor cita que essas variações na produção animal podem ocorrer devido a diferenças nos processos de digestão, absorção e metabolismo entre o amido do milho e o da raspa de mandioca, e aos efeitos associativos destes alimentos aos demais ingredientes da dieta.

González *et al.* (2001), relata ainda que, a adaptação do animal às dietas deve ser avaliada, principalmente quando se trabalha com subprodutos da indústria, pois os resíduos, de forma geral, podem apresentar variações na sua composição nutricional. Ao avaliar a adaptação animal, é possível identificar distúrbios metabólicos decorrentes do desequilíbrio nutricional, para isso, utilizam-se alguns parâmetros fisiológicos, avaliando a situação metabólica dos tecidos do animal através da composição bioquímica do plasma sanguíneo, obtendo assim, informações sobre algum processo que indique desequilíbrio de ordem nutricional. Alguns parâmetros utilizados em pesquisas recentes buscam informações sobre níveis de ureia e glicose sérica.

Portanto, a utilização de subprodutos da indústria na alimentação animal depende principalmente da avaliação e conhecimento sobre a composição bromatológica, adequadas formas de armazenamento, dos fatores limitantes, da adaptação e desempenho animal, da

disponibilidade dos resíduos durante o ano e principalmente da segurança alimentar para evitar danos à saúde animal (MENEGUETTI E DOMINGUES, 2008).

Mesmo com os avanços em pesquisas utilizando subprodutos da indústria de fécula na alimentação animal, dados precisos sobre a utilização adequada aos animais ainda são escassos, principalmente sobre avaliações sobre o adequado armazenamento do resíduo nas propriedades e seu correto fornecimento aos animais. É necessário avaliar também, a influência do fornecimento do resíduo na produção e qualidade do leite e da carne e de seus derivados, para não afetar o desempenho na produtividade animal.

1.4 Literatura citada

- AMADO, M.A. **Aflatoxinas: um problema mundial**. Rev. *Millenium*, ed. 16, 1999.
- BÜNZEN, S. & HAESE, D. **Controle de micotoxinas na alimentação de aves e suínos**. **Revista Eletrônica Nutritime**, v.3, nº 1, p.299-304, janeiro/fevereiro, 2006.
- BRUERTON, K. **Finding practical solutions to mycotoxins in commercial production: a nutritionist's perspective**. In: Alltech's 17th Annual Symposium, 2001, p.161-168, 2001.
- CALDAS NETO S.F.; ZEOULA L.M.; BRANCO A.F. et al. **Mandioca e Resíduos das Farinheiras na Alimentação de Ruminantes: Digestibilidade Total e Parcial**. **Revista brasileira de Zootecnia**, v.29, n.6, p.2099-2108, 2000.
- CAVALCANTI, J. **Perspectivas da mandioca na região semi-árida do Nordeste**. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa 2002. Disponível em: <http://www21.sede.embrapa.br/noticias/artigos/2002/artigo>. Acesso em 20/10/2012.
- CEREDA, M.P. **Caracterização dos resíduos da industrialização da mandioca**. In: Cereda, M.P. (Ed.) **Resíduos da industrialização da mandioca**. Botucatu. p.11-50, 1994.
- 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, p.13-37, 2000.
- 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.
- DILKIN, P.; MALLMANN, C. A. **Sinais clínicos e lesões causadas por micotoxinas**. **Anais do XI Encontro Nacional de Micotoxinas**. Piracicaba, 2004. Disponível em: <http://www.lamic.ufsm.br/papers/142z.pdf>. Acesso em 27/10/2012.
- EMBRAPA, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Embrapa Gado de leite. Panorama do leite**. Documento n. 65. Ano 6. Juiz de Fora/MG, 12p, 2012.
- EMBRAPA - MANDIOCA E FRUTICULTURA. **Cultura da Mandioca 2009**. Disponível em <http://www.cnpmf.embrapa.br/index.php?p=pesquisa-culturas_pesquisadas-mandioca.php>. Acesso em: 21/10/2012.
- EMBRAPA - MANDIOCA E FRUTICULTURA. **Mandioca: Perguntas e Respostas 2010**. Disponível em: http://www.cnpmf.embrapa.br/index.php?p=perguntas_e_respostas-mandioca.php. Acesso em: 06/09/2012.
- FEDERAÇÃO DA AGRICULTURA DO ESTADO DO PARANÁ - FAEP. **O homem que lavrou e semeou**. Boletim informativo. N. 1177, p. 32, 2012.

- FERNANDES, T. Silagem de resíduo úmido de fécula de mandioca na alimentação de vacas em lactação: produção e composição do leite. 2011. 25f. TCC (Trabalho de conclusão de curso em Zootecnia) – Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Marechal Cândido Rondon. PR.
- FREIRE, F. C. O.; VIEIRA, I. G. P.; GUEDES, M. I. F.; MENDES, F. N. P. **Micotoxinas: Importância na Alimentação e na Saúde Humana e Animal**. Empresa Brasileira de pesquisa Agropecuária. Documento 110. Embrapa Agroindústria Tropical. Fortaleza, 2007. Disponível em: <http://www.cnpat.embrapa.br/cnpat/cd/jss/acervo/Dc_110.pdf> Acesso em: 14/11/2012.
- GOLÇALVEZ, J.A.G. Silagem de resíduo úmido de fécula de mandioca na alimentação de ruminantes. Dissertação (Mestrado). Mestrado em zootecnia. Universidade Estadual do Oeste do Paraná. Campus Marechal Cândido Rondon – PR. 55p.
- GONZÁLEZ, F. H. D.; DÜRR, J. W.; FONTANELI, R. S.; PERRES, J. R.; BARROS, L.; et al. **Uso do leite para monitorar a nutrição e o metabolismo de vacas leiteiras**. Biblioteca Setorial da Faculdade de Medicina Veterinária da UFRGS, Porto Alegre RS, 2001.
- GONZÁLEZ, F. H. D.; ORTOLANI, E. L.; BARROS, L.; CAMPOS, R. **Avaliação metabólico-nutricional de vacas leiteiras por meio de fluidos corporais**. Biblioteca Setorial da Faculdade de Medicina Veterinária da UFRGS, Porto Alegre RS, 2001.
- GROXKO, M. Análise da conjuntura agropecuária – Mandiocultura, Safra 2011/2012. Secretária da Agricultura e do Abastecimento - SEAB, Departamento de Economia Rural, Outubro de 2011.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICAS - IBGE, SEAB/DERAL. Análise da conjuntura agropecuária safra 2011/12. Disponível <<http://www.agricultura.pr.gov.br/arquivos/File/deral/Prognosticos>>. Acesso em: 02/10/2012.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICAS - IBGE. Indicadores IBGE, Estatística da Produção Pecuária, Setembro de 2012. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/producaoagropecuaria/abate-leite-couro-ovos_201202_publicacao_completa.pdf> Acesso em: 10/10/2012.
- JAY, J. Hábitats, Taxonomia e Parâmetros de crescimento. **Microbiologia de alimentos**. 6ª ed. Artmed, 2005, p.73-91.
- JOBIM, C.C.; NUSSIO, L.G.; REIS, R.A. et al. Avanços metodológicos na avaliação da qualidade da forragem conservada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, supl. Esp., p.101-119, 2007.
- JOUANY, J.P. The impact of mycotoxins on performance and health of dairy cattle. In: Alltech's 17th Annual Symposium, 2001. Proceedings.. p. 191-222, 2001.

- KNASS, P. S.; PENALVA-JOST, S. M.; MUZALSKI, M. Impacto Economico de la Contaminacion con Micotoxinas em la Produccion Porcina . In. SCUSSEL et. al. **Atualidades em Micotoxinas e Armazenagem Qualitativa de Grãos II**. Florianópolis: ABMAG, p.113-120, 2008.
- 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. 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.
- MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO – MAPA. 2012
- MARQUES, J.A.; CALDAS NETO, S.F. **Mandioca na alimentação Animal: Parte Aérea e Raiz**. Campo Mourão – PR. CIES, 28p. 2002.
- MATTOS, P.RP., CARDOSO, E.M.R. **Cultivo da Mandioca para o Estado do Pará**. Sistemas de Produção, 13. Versão eletrônica. 2003.
- MCDONALD, P.; HENDERSON, A.R.; HERON, S.J.E. **The biochemistry of silage**. 2.ed. Marlow: Chalcombe Publications, 340p, 1991.
- MENEGAZZO, R. Qualidade de Rações para Zootécnicos. In. SCUSSEL et. al. **Atualidades em Micotoxinas e Armazenagem Qualitativa de Grãos II**. Florianópolis: ABMAG, p.93-100, 2008.
- 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.
- MERTENS, D.R. Predicting in intake and digestibility using mathematical models of ruminal functions. **Journal of Animal Science**, v.64, n.5, p.1548-1558, 1987.
- MUCK, R. E., SPOETRA, S. F., WIKESLAAR, P. G. Effects of carbon dioxide on fermentation and aerobic stability of mayze silage. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 59, p. 405 – 412, 1992
- PIRES, A.V.; SUSIN, I.; SANTOS, F.A.P.; et al. 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.; et al. 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 parente, consumo de nutrientes digestíveis, ganho de peso e conversão alimentar. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.1, p.300-305, 2000.
- SANTIN, E. Mould growth and mycotoxin production. In: DIAZ, D. E. **The Mycotoxin Blue Book**. Nottingham: Nottingham University Press, p. 225-234, 2005.
- SCOTON, R.A. Substituição do milho moído fino por polpa cítrica peletizada e/ou raspa de mandioca na dieta de vacas leiteiras em final de lactação. Piracicaba – SP: ESALQ, 2003. 55p., Dissertação. (Mestrado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 2003.
- 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**, v.31, n.2, p.793-801, 2002.
- VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2.ed. Ithaca: Cornell University Press, 476p, 1994.

2. AVALIAÇÃO DA COMPOSIÇÃO QUÍMICA, MICROBIOLÓGICA E DE MICOTOXINAS DO RESÍDUO ÚMIDO DE FÉCULA DE MANDIOCA

RESUMO: O presente trabalho teve o objetivo de avaliar os teores de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), matéria mineral (MM), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), lignina, celulose, valores de pH, temperatura, as populações de *Clostridium*, aeróbios mesófilos, fungos e leveduras, e as micotoxinas Aflatoxina e Zearalenona no resíduo úmido de fécula de mandioca (RUFM). O delineamento utilizado foi inteiramente casualizado (DIC), avaliando-se a influência de diferentes dias de estocagem (0, 3, 6, 9, 12, 15, 18 e 21). O RUFM foi armazenado durante 21 dias, correspondendo a um período experimental. A cada início de novo período experimental foi obtida uma carga de RUFM na indústria de fécula do município, sendo cinco períodos totalizando a utilização de cinco cargas de resíduo. Os dados obtidos foram submetidos à análises de variância, e quando constatada significância pelo teste F, os diferentes dias de estocagem foram estudados por meio de análise de regressão, ao nível de 5% de probabilidade. Para os dados obtidos nas análises de micotoxinas, foi realizada análise de correlação de Pearson utilizando o SAEG. Houve diferença significativa ($P < 0,05$) para o teor de MS, ajustando-se ao modelo quadrático de regressão em função dos dias de estocagem. A composição química do RUFM não sofreu alterações ao longo do período de estocagem. Obteve-se efeito linear negativo ($P < 0,05$) para os valores de pH, os quais decresceram com os dias de armazenamento. Houve significância do período de estocagem apenas sobre a população de fungos e leveduras, que se elevou até os 17 dias de estocagem, com posterior redução. Níveis de Aflatoxina e Zearalenona foram detectados no RUFM. Durante a estocagem do RUFM por 21 dias, não houve alterações na composição química, demonstrando ser um eficiente processo de conservação, porém, os níveis de Zearalenona foram acima do recomendado pela legislação, e foi observada elevada contagem de fungos e leveduras, sugerindo deterioração do material.

Palavras-chave: conservação, fungos e leveduras, massa de mandioca, micotoxinas

EVALUATION OF THE CHEMICAL COMPOSITION, AND MICROBIOLOGICAL MYCOTOXINS MOIST WASTE OF STARCH CASSAVA

Abstract: This study aimed to evaluate the content of dry matter (DM), organic matter (OM), mineral matter (MM), crude protein (CP), ether extract (EE), neutral detergent fiber (NDF), fiber acid detergent (ADF), lignin, cellulose, pH, temperature, populations of *Clostridium*, mesophilic aerobic, yeasts and fungi and mycotoxins aflatoxin and zearalenone in moist residue cassava starch (RMCS). The experimental design was completely randomized (CRD), to evaluate the influence of different days of storage (0, 3, 6, 9, 12, 15, 18 and 21). The RMCS was stored for 21 days, corresponding to a trial period. The beginning of each new trial was obtained in a load of RUFM starch industry of the municipality, five periods totaling five charges of using residue. The data were submitted to analysis of variance, and when found significance by F test, different days of storage were studied by means of regression analysis, the level of 5% probability. For the data obtained in the analysis of mycotoxins, analysis was performed using Pearson correlation SAEG. There were significant differences ($P < 0.05$) for DM content, adjusting to the quadratic regression model in terms of days of storage. The chemical composition of RMCS remained unchanged throughout the storage period. Obtained a linear effect ($P < 0.05$) for pH values, which decreased with days of storage. There was significance of the storage period only on the population of fungi and yeasts, which rose up to 17 days of storage, with further reduction. Levels of aflatoxin and zearalenone were detected in RMCS. During storage of RMCS for 21 days, there were no changes in the chemical composition, proving to be an effective conservation process, however, the levels of zearalenone were above the recommended legislation, and noted high count of fungi and yeast, suggesting deterioration material.

Key-words: conservation, yeasts and fungi, cassava dough, mycotoxins

2.1 Introdução

A mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) ao passar pelo processo de prensagem na indústria tem como resíduo a massa ou resíduo úmido de fécula de mandioca, também chamado de bagaço de mandioca. Pesquisas vêm demonstrando que este subproduto pode ser utilizado como substituto energético na alimentação de ruminantes, além disso, pode reduzir os custos nas formulações das dietas, tornando-se uma alternativa viável, porque apresenta valor nutritivo semelhante ao do milho (RAMALHO et al., 2006). Segundo Pires *et al.* (2008) a alimentação dos animais pode gerar os maiores custos na atividade leiteira, principalmente quando se utiliza o milho como ingrediente energético, por apresentar custo elevado. Outro fator importante, é que ao se utilizar o resíduo da indústria de fécula de forma adequada, tem-se a redução da contaminação ambiental.

Estima-se que o Brasil seja produtor de uma grande quantidade de resíduo de fécula de mandioca, devido a sua extensa área de cultivo da mandioca, porém, informações precisas sobre a disponibilidade desse subproduto nas regiões, e principalmente informações sobre sua composição e valor nutricional são escassas, dificultando desta forma, o seu maior aproveitamento na alimentação animal (EMBRAPA, 2011).

Durante o processo de extração da fécula de mandioca na indústria, 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. Nas indústrias de fecularia, para cada tonelada de raiz processada são produzidos cerca de 928,6 kg de resíduo com cerca de 85% de umidade. Após passar por processo de secagem, este resíduo apresenta em média 75% de amido e 11,5% de fibras (LEONEL et al., 1999). Devido a fatores como característicos do solo, do clima, forma de cultivo da mandioca, forma de processamento na indústria, entre outros, o resíduo de fécula pode apresentar variações na sua composição bromatológica e em seu valor nutricional. No entanto, esse subproduto apresenta algumas características comuns, como por exemplo, altos teores de carboidratos não estruturais, destacando-se o amido, baixos teores proteicos, e alto teor de umidade (RAMALHO *et al.*, 2006).

Alguns autores, como Marques *et al.*, (2000) e Cavalcanti (2002) afirmam que as raízes da mandioca possuem valor energético semelhante ao milho, com isso, citam que a mandioca e seus resíduos podem ser utilizados como fontes alternativas de energia na alimentação de ruminantes.

Uma das dificuldades ao se utilizar o resíduo ou massa de mandioca, se refere ao seu adequado armazenamento nas propriedades. Devido aos altos teores de umidade, ocorrem perdas significativas de nutrientes, principalmente pelo processo de lixiviação. A umidade excessiva favorece também, o desenvolvimento de microrganismos patogênicos no material, com isso, podem ocorrer perdas de nutrientes pela ação de *Clostridium* e leveduras, devido à degradação de alguns compostos orgânicos (MCDONALD *et al.*, 1991; JOBIM *et al.*, 2007).

Outro fato importante é o desenvolvimento de micotoxinas no material, o que geralmente ocorre em consequência das condições em que o alimento foi armazenado. A terminologia micotoxina é comumente utilizada para definir um grupo de metabólitos secundários, que são produzidos por fungos. A maioria das micotoxinas é produzida por três cepas principais de fungos: *Aspergillus* spp., *Fusarium* spp. e *Penicillium* spp., sendo que, cada uma das cepas é capaz de produzir vários tipos de micotoxinas (BÜNZEN & HAESE, 2006).

No Brasil, o limite estabelecido pelo Ministério da Agricultura e do Abastecimento é de 20 µg/kg de aflatoxinas totais para matérias-primas de alimentos e rações, e o limite estabelecido pelo Ministério da Saúde é de 30 µg/kg AFB1+AFG1 em alimentos para consumo humano. No caso de zearalenona, o limite máximo é de 250 µg/kg em rações e concentrados para alimentação de ruminantes.

Ainda sobre as micotoxinas, é importante ressaltar que os prejuízos decorrem da queda na produtividade por causa dos efeitos causados na saúde animal, e também, prejuízos causados ao próprio alimento, pois o valor nutricional pode ser alterado em decorrência do ataque por fungos, principalmente os teores de energia (BÜNZEN & HAESE, 2006). Com isso, é necessário prevenir a contaminação dos alimentos por fungos, e se possível controlar o crescimento fúngico através do controle do ambiente em que o alimento será armazenado.

O presente estudo teve como objetivo, avaliar a composição química, microbiológica e a presença de micotoxinas no resíduo úmido de fécula de mandioca.

2.2 Material e Métodos

O experimento foi conduzido no setor de Bovinocultura de leite da Estação Experimental “Prof. Dr. Antônio Carlos dos Santos Pessoa”, situada no município de Marechal Cândido Rondon/PR. As análises laboratoriais foram realizadas nos Laboratórios de

Análises de Alimentos e Nutrição Animal (LANA), e de Microbiologia e Bioquímica pertencentes ao Centro de Ciências Agrárias da Universidade Estadual do Oeste do Paraná - Unioeste, *campus* de Marechal Cândido Rondon/PR, no período de junho a outubro de 2011.

O resíduo úmido de fécula de mandioca (RUFM) utilizado foi obtido em indústria processadora de mandioca localizada no município de Marechal Cândido Rondon/PR. Ao chegar à unidade experimental, o RUFM foi armazenado sobre superfície de concreto e coberto com lona preta, método de conservação utilizado pelos produtores da região. O delineamento utilizado foi inteiramente casualizado (DIC), avaliando-se a influência de diferentes dias de estocagem (0, 3, 6, 9, 12, 15, 18 e 21). O RUFM foi armazenado durante 21 dias, correspondendo a um período experimental, sendo utilizado neste período. A cada início de novo período experimental foi obtida uma carga de RUFM na indústria de fécula do município, sendo cinco períodos totalizando a utilização de cinco cargas de resíduo.

Nos dias (momento em que o RUFM chegou à propriedade), 3, 6, 9, 12, 15, 18 e 21 foram realizadas as determinações do pH e da temperatura, e amostras do RUFM foram coletadas para posteriores análises. As coletas foram realizadas utilizando material asséptico, para evitar contaminação da amostra, que foi refrigerada e enviada ao Laboratório de Microbiologia e Bioquímica da Unioeste, para realização de análise microbiológica, e ao Laboratório de Nutrição Animal,

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.

Durante os dias destinados à coleta de dados, foram obtidas amostras do resíduo úmido de fécula de mandioca (RUMF) referentes a cada período experimental. As amostras de RUFM foram pré-secas em estufa de ventilação forçada de ar, a 55°C, por 72h. As amostras foram moídas em moinho tipo faca com peneiras com crivos de 1 mm e acondicionadas em potes de polietileno para posteriores análises bromatológica no Laboratório de Nutrição Animal da Unioeste.

As amostras de RUFM foram analisadas quanto aos teores de matéria seca (MS), de acordo com a AOAC (1980); cinzas (CIN), proteína bruta (PB) e extrato etéreo (EE) conforme metodologia descrita por Silva & Queiroz (2002). Já a determinação de fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) foi conduzida segundo Van Soest et al. (1991). A matéria orgânica (MO) foi estimada pela diferença entre o total de MS e o teor

de CIN. Os valores de carboidratos não fibrosos (CNF) foram obtidos utilizando a equação $CNF\% = 100 - (\%FDNcp + \%PB + \%EE + \%CIN)$, segundo Weiss (1999). Os carboidratos totais (CT) foram estimados através da fórmula $CT\% = 100 - (\%PB + \%CZ + \%EE)$.

As populações microbianas, tanto do material no momento que chegou à unidade experimental (dia 0) como das demais coletas (dias 3, 6, 9, 12, 15, 18 e 21), no decorrer do período experimental, foram determinadas por meio de técnicas de cultura segundo Silva *et al.* (2002) sendo utilizado os seguintes meios:

Potato Dextrose Ágar, para contagem de fungos filamentosos, mantendo-se as placas em temperatura ambiente por 5 a 7 dias;

Plate Count Ágar, para contagem total de bactérias, mantendo-se em incubação a 35°C por 72 horas;

Reinforced Clostridial Ágar, para contagem de clostrídeos mantendo-se em incubação anaeróbica utilizando jaras com sistema Gás – Park a 35°C por 72 horas.

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 resíduo úmido de fécula de mandioca, 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).

Após o período de incubação as colônias foram contadas, utilizando-se um contador de colônias Quebec, sendo consideradas passíveis de contagem as placas que apresentaram 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.

Para análises de micotoxinas foram utilizadas amostras referentes aos dias 0 e 21 de cada período experimental (para o período cinco, não houve material suficiente para realização das análises no laboratório).

Foram pesadas amostras contendo 25g e realizado a extração de zearalenona e aflatoxina, através da adição de 5 g de NaCL e 125 ml de Metanol (Álcool Metílico) 80%, após, esta mistura foi batida em mixer e filtrada em filtro de papel qualitativo. Para a

realização das análises, foram diluídos 20 ml de extrato com 20 ml de solução tampão PBS e filtrado em filtro de microfibra de 1µm.

A análise de Zearalenona procedeu-se da seguinte forma: Utilizou-se 8ml do extrato diluído, passado pela coluna Zearalatest, a coluna foi então lavada com 10 ml de solução tampão PBS, depois lavada com 10 ml de água destilada e deionizada. Eluída com 1 ml de Metanol padrão HPLC e adicionado 1 ml de revelador zearalatest. A leitura foi realizada no fluorímetro (VINCAN®) previamente calibrado para leitura de zearalenona.

A análise de Aflatoxina procedeu-se da seguinte forma: Utilizou-se 5 ml do extrato diluído, passado pela coluna Aflatest, a coluna foi então lavada com 21 ml de água destilada e deionizada. Eluída 1 ml de Metanol padrão HPLC e adicionado 1ml de revelador Aflatest. A leitura foi realizada no fluorímetro (VINCAN®) previamente calibrado para leitura de Aflatoxina.

Os dados obtidos foram transformados em logaritmo e submetidos às análises de variância, e quando constatada significância pelo teste F, os diferentes dias de estocagem foram estudados por meio de análise de regressão, ao nível de 5% de probabilidade. Para os dados obtidos nas análises de micotoxinas, foi realizada análise de correlação de Pearson utilizando o SAEG.

2.3 Resultados e discussão

O conteúdo de matéria seca do resíduo úmido de fécula de mandioca (RUFM) sofreu alterações significativas durante o período de estocagem, de forma que os valores observados se ajustaram ao modelo quadrático de regressão (Tabela 1). Foi observado um aumento no conteúdo de matéria seca até os 14 dias de estocagem, com posterior redução.

Tabela 1 – Alterações na composição bromatológica do resíduo úmido de fécula de mandioca durante os 21 dias de armazenamento

	Dias de estocagem								ER	P	R ²	CV
	0	3	6	9	12	15	18	21				
MS (g/kg)	112,7	128,8	132,4	133,1	132,2	138,6	134,0	131,6	(1)	0,0331	0,85	9,88
MO (g/kg)	978,6	977,2	978,1	979,5	978,4	978,2	978,0	979,9	-	0,9191	NS	0,33
MM (g/kg)	19,8	20,3	20,5	19,2	20,1	20,4	19,0	19,1	-	0,5102	NS	7,19
PB (g/kg)	18,5	18,6	17,2	18,3	15,4	19,5	16,0	18,9	-	0,8682	NS	27,50
EE (g/kg)	15,3	17,1	13,9	13,8	16,0	16,2	13,5	17,1	-	0,4886	NS	22,10
FDN (g/kg)	364,4	329,8	334,5	338,5	355,1	356,9	354,8	356,2	-	0,9714	NS	16,44
FDA (g/kg)	325,9	374,2	331,1	380,8	336,2	386,7	370,6	376,2	-	0,9750	NS	32,04
Lignina (g/kg)	124,7	128,4	128,9	116,5	122,6	120,1	131,8	120,6	-	0,8683	NS	14,03
Celulose (g/kg)	213,4	194,5	187,7	201,5	210,6	201,1	185,7	191,3	-	0,5182	NS	12,14

MS: matéria seca; MO: matéria orgânica; MM: matéria mineral; PB: proteína bruta; EE: extrato etéreo; FDN: Fibra em detergente neutro; FDA: Fibra em detergente ácido. P: nível de significância; ER: equação de regressão; P: nível de significância; NS = $P > 0,05$; CV: coeficiente de variação. (1) $Y = 116,153 + 3,011x - 0,110x^2$.

O resíduo úmido de fécula de mandioca (RUFM) pode apresentar variações em sua composição química dependendo de alguns fatores inerentes à própria mandioca, e também ao processamento na indústria (RAMALHO, 2006). O RUFM pode apresentar teor de umidade entre 75% a 85% (CEREDA 2001; MARQUES E CALDAS NETO 2002). Com a estocagem, o material pode perder conteúdo de água (umidade) através do escoamento de efluentes, isto pode ocorrer durante todo o período, dependendo das formas em que foi armazenado, o que provavelmente justifica a elevação no teor de matéria seca observada conforme os dias de estocagem.

Ao armazenar um alimento, é necessário minimizar alterações que possam ser causadas pelo ambiente, como por exemplo, má vedação do silo, o que pode resultar em contaminações no material e alterações causadas pelo clima, como a ocorrência de fortes chuvas, essas mudanças podem alterar as condições de estocagem do material. Este último fator pode ter influenciado na realização desse experimento, pois o resíduo úmido de fécula de mandioca ficou exposto a forte chuva, momento este que se relaciona com as duas últimas

avaliações (dias 18 e 21), devido aos fortes ventos o resíduo ficou sem lona durante o período noturno, o que por ter alterado o teor de umidade no material.

Em trabalho realizado por Gonçalves (2011) avaliando a composição química-bromatológica e o perfil de fermentação da silagem de resíduo úmido de fécula de mandioca (SRUFM), com dois tratamentos (ensilagem com resíduo *in natura*, e com resíduo pré-seco ao sol por 3 horas), foi observada diferença no teor de matéria seca (MS) entre os tratamentos, em que a silagem *in natura* apresentou teor de 12,22% MS, e a silagem pré-seca com 14,53% de MS, sendo justificado pela perda de umidade ocorrida na pré-secagem ao sol. Porém, não foram observadas alterações na MS durante os dias de armazenagem, isso provavelmente por não ocorrer perdas de efluentes durante o período de armazenagem.

Os teores de matéria orgânica (MO), matéria mineral (MM), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), lignina e celulose do resíduo úmido de fécula de mandioca (RUFM) não sofreu alterações ao longo de período de estocagem (Tabela 1). Resultado semelhante a este trabalho foi observado por Gonçalves (2011), no qual foi avaliada a composição bromatológica da silagem de resíduo úmido de fécula de mandioca (SRUFM) *in natura* e pré-seca ao sol, e não foi observada diferença entre os tratamentos, apresentando médias de 14,98% de matéria seca (MS), 99,61% de matéria orgânica (MO), 1,98% de proteína bruta (PB), 0,48% de extrato etéreo (EE), 46,05% de fibra em detergente neutro (FDN) e 29,57% de fibra em detergente ácido (FDA) para a SRUFM *in natura* no dia 0 (material este, com características semelhantes ao utilizado neste trabalho, por ser *in natura*). Já Abrahão *et al.* (2006) trabalhando com resíduo de mandioca, encontrou médias de 1,92% de PB, 0,29% de EE, 30,50% de FDN e 22,66% de FDA.

Segundo Van Soest (1994) a lignina é uma fração que se mantém inalterada ao longo do processo fermentativo, o que pode justificar a não ocorrência de alterações em seus valores durante o período de estocagem.

Houve redução linear no pH do resíduo úmido de fécula de mandioca (RUFM) no decorrer do período de estocagem, com uma redução de 0,080 unidades de pH a cada dia do período de estocagem (Tabela 2).

Tabela 2 – Valores de pH e temperatura do resíduo úmido de fécula de mandioca durante os 21 dias do período de estocagem

	Dias de estocagem								ER	P	R ²	CV
	0	3	6	9	12	15	18	21				
Ph	5,1	5,0	4,4	5,2	4,3	4,7	3,7	3,2	(1)	0,0016	0,66	17,39
Temperatura	20,7	19,1	19,0	21,6	20,6	20,9	20,2	20,2	-	0,7624	NS	12,72

P: nível de significância; ER: equação de regressão; P: nível de significância; NS = $P > 0,05$; CV: coeficiente de variação. (1) $Y = 5,280 - 0,080x$.

Segundo McDonald (1991) a elevada temperatura e valores elevados de pH, sem a sua rápida redução, estimulam o crescimento de microrganismos indesejáveis, por exemplo, os clostrídios, que poderão promover a degradação de compostos orgânicos, reduzindo teores de proteína.

Valores de pH podem favorecer ou inibir o desenvolvimento de microrganismos. Segundo Jay (2008) a maioria dos microrganismos tem seu desenvolvimento em pH na faixa entre 6,6 a 7,5. Os valores de pH observados neste trabalho, que foi de 5,1 (dia 0) a 3,2 (dia 21) se situam dentro da faixa descrita por Jay (2008) como faixa ótima de crescimento para alguns microrganismos como fungos e leveduras, portanto, apesar dos valores observados serem baixos pode ter ocorrido o desenvolvimento de alguns microrganismos no material.

Situação com redução nos valores de pH foi observada por Souza *et al.* (2012), avaliando o desenvolvimento de microrganismos durante a conservação do resíduo úmido de cervejaria (RUC) em condições aeróbicas e anaeróbicas, apresentando valores de pH de 6,03 no momento da aquisição do material, e valores de 4,45; 4,02; 3,69 e 3,48 respectivamente aos 7, 14, 21 e 28 dias de armazenamento. Ainda no mesmo trabalho, foi observada a elevação na temperatura em que o resíduo estava armazenado em condições aeróbicas (7 dias de estocagem) apresentando valor de 32°C, sendo que no momento da ensilagem o resíduo apresentou temperatura de 27°C. O autor cita ainda, que apesar da redução nos valores de pH, a temperatura se manteve elevada, principalmente no tratamento onde o resíduo foi acondicionado em ambiente aeróbico, sugerindo que o material pode propiciar o desenvolvimento de microrganismos indesejáveis, como os do gênero *Clostridium*.

Em trabalho realizado por Cruz (2012) avaliando o perfil fermentativo da silagem de resíduo úmido de fécula de mandioca (SRUFM) com diferentes níveis de adição de ureia (0%, 0,5%, 1,0%, 1,5% e 2,0%), foi observada a redução nos valores de temperatura, conforme adição dos níveis de ureia na silagem, apresentando valor de 18,4°C para silagem sem adição de ureia, e 17,3°C com adição de 2,0% de ureia, porém, foi observada elevação nos valores de

pH de 3,6 (tratamento com 0% de ureia) a 6,3 (tratamento com 2,0% de ureia), situação esta que se difere do encontrado neste trabalho onde ocorreu redução no pH.

Gonçalves (2011) também observou redução nos valores de pH, ao avaliar o perfil fermentativo de silagem de resíduo úmido de fécula de mandioca (SRUFM) *in natura* e pré-seca ao sol, obtendo os menores valores ao abrir o silo aos 56 dias, sendo pH de 3,2 sendo estes resultados semelhantes aos obtidos neste trabalho.

O controle do desenvolvimento de bactérias do gênero *Clostridium* depende principalmente da redução do pH e do aumento da pressão osmótica (maior teor de MS). Segundo Stefanie et al., (2000) valores de pH próximos de 4,0 reduzem o crescimento desses microrganismos, desta forma, no caso deste experimento em que houve redução nos valores do pH do RUFM, de 5,1 (dia 0) chegando a 3,2 (dia 21) conforme os dias de estocagem, pode-se concluir que houve um favorecimento na inibição do crescimento desses microrganismos.

Houve significância do período de estocagem apenas sobre a população de fungos e leveduras, que se elevou até os 17 dias de estocagem, com posterior redução (Tabela 3).

Tabela 3 – Desenvolvimento de microorganismos (Log₁₀ UFC/g) no resíduo úmido de fécula de mandioca durante os 21 dias de estocagem

	Dias de estocagem								ER	P	R ²	CV
	0	3	6	9	12	15	18	21				
<i>Clostridium</i>	6,42	7,58	7,16	7,07	7,19	7,05	6,91	6,46	-	0,2753	NS	10,79
Aeróbios mesófilos	6,90	7,47	6,96	7,23	7,17	7,06	7,37	7,89	-	0,3658	NS	9,23
Fungos e Leveduras	3,24	4,61	5,25	6,13	6,84	6,86	7,18	6,45	(1)	0,0000	0,77	9,08

P: nível de significância; ER: equação de regressão; P: nível de significância; NS = P > 0,05; CV: coeficiente de variação. (1) $Y = 3,218 + 0,462x - 0,014x^2$.

A contagem de aeróbios mesófilos, bem como, a população de *Clostridium* mantiveram-se constantes ao longo do período de estocagem, com alterações sem significância estatística.

No presente trabalho, as contagens de fungos e leveduras foram expressivas (Tabela 3). Segundo Woolford (1994) silagens que apresentam contagem de leveduras superiores a 5,0 log/g de silagem são mais susceptíveis à deterioração, esses podem causar alterações no valor nutricional do material, devido à degradação dos nutrientes e produção de micotoxinas podem prejudicar os animais. Neste trabalho, após três dias de estocagem a contagem das populações de fungos e leveduras se manteve acima de 5,2 log/g do resíduo, valores estes

acima do recomendado, indicativo de que o material seja mais susceptível à deterioração. Esse elevado número de fungos e leveduras, mesmo em um espaço de avaliação considerado curto, pode ser em consequência da presença de oxigênio e altos teores de umidade do material.

Segundo Muck *et al.*, (1992) algumas espécies de fungos filamentosos, como as dos gêneros *Aspergillus*, *Fusarium* e *Penicillium* podem desenvolver-se em silagens na presença de ar. A maioria dos fungos são organismos estritamente aeróbios, capazes de se desenvolverem em matéria orgânica em geral, podem crescer em diversos substratos, sendo mais tolerantes às alterações do meio, uma vez que são menos sensíveis a altas pressões osmóticas, e são capazes de tolerar concentrações altas de ácidos, suportando variações de pH entre 2 e 9, no entanto, a faixa ótima para a maioria das espécies situa-se em torno de 5,6. Neste trabalho, a faixa do pH esteve entre 5,1 (dia 0) e 3,2 (dia 21), portanto, mesmo com a redução nos valores de pH, o que reduz o crescimento de alguns microrganismos, fungos e leveduras conseguem se desenvolver nesta faixa de pH, o que possivelmente justifique o elevado número nas contagens destes no decorrer do período de estocagem.

Fungos e leveduras são os principais microrganismos responsáveis pela degradação do resíduo em condições de aerobiose. Com isso, podem causar grandes perdas em regiões superficiais dos silos, podem ainda utilizar açúcares e ácido lático, causando perdas de matéria seca e reduzindo a qualidade do processo fermentativo influenciando na preservação do material ensilado (ARCURI *et al.* 2003).

Em trabalho realizado por Souza *et al.* (2012), avaliando o desenvolvimento de microrganismos durante a conservação do resíduo úmido de cervejaria (RUC) em condições aeróbicas e anaeróbicas, foram observados valores elevados de crescimento dos fungos filamentosos (6,92 log/g de resíduo), para o resíduo armazenado em condições aeróbicas, e para os maiores tempos de armazenamento. Resultado este que se assemelha aos encontrados nesse trabalho, pois houve uma elevação nas populações de fungos e leveduras conforme os dias de estocagem do resíduo.

O elevado número de microrganismos encontrado no RUFM pode ser atribuído aos elevados teores de umidade do material (75% a 85% Cereda, 2001), e possíveis falhas na vedação do material com a lona, situação essa considerada comum na região, encontrada em diversas propriedades da região que fazem a estocagem do RUFM da mesma forma que foi utilizada para realização deste trabalho.

Das micotoxinas pesquisadas, a zearalenona foi a mais frequentemente encontrada, ocorrendo em 100% das amostras analisadas. A aflatoxina foi detectada em 3 das 8 amostras analisadas, em concentrações variando de 96 a 540 $\mu\text{g.kg}^{-1}$ (Tabela 4).

Tabela 4 – Incidência de micotoxinas em amostras de resíduo úmido de fécula de mandioca (RUFM) durante os 21 dias de estocagem em cada período experimental

Níveis detectados	Período							
	1		2		3		4	
Amostra ¹	AD0	AD21	BD0	BD21	CD0	CD21	DD0	DD21
Aflatoxina ($\mu\text{g.kg}^{-1}$)	0,0	0,0	220,0	0,0	0,0	96,0	0,0	540,0
Zearalenona ($\mu\text{g.kg}^{-1}$)	34,0	44,0	36,0	59,0	50,0	65,0	56,0	66,0

¹Amostra referente aos dias de coleta dentro de cada período experimental; Letras correspondem ao período, sendo: A - período 1; B - período 2; C - período 3; e D - período 4.

Foi, portanto, constatada contaminação frequente no resíduo úmido de fécula de mandioca (RUFM) pela micotoxina zearalenona, no entanto, os níveis detectados são considerados baixos e apesar do potencial biológico da zearalenona ser alto, sua toxicidade é considerada baixa. Os níveis que foram detectados estão abaixo dos limites sugeridos pela legislação brasileira para outros produtos, sendo o limite recomendado de até 250 $\mu\text{g.kg}^{-1}$ de zearalenona em rações e concentrados para ruminantes (FREIRE *et al.*, 2007).

Já os níveis detectados de aflatoxina encontraram-se acima do recomendado pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - MAPA, o qual recomenda o limite de 50 $\mu\text{g.kg}^{-1}$ de aflatoxinas (B1+B2+G1+G2) para alimentos destinados ao consumo animal (ingestão direta ou matéria-prima de rações).

Segundo Santin (2005) as micotoxinas são produzidas, principalmente, em condições de estresse sofridas pelos fungos como mudanças de temperatura, umidade ou aeração e na presença de agentes agressivos.

Muitas pesquisas estão sendo realizadas com objetivo de identificar a contaminação dos alimentos por micotoxinas, e os efeitos causados aos animais. Desta forma, a legislação busca estabelecer limites que sejam tolerados pelos animais, sem causar prejuízos à saúde e sua produtividade. Em trabalhos realizados por alguns autores demonstraram altos níveis de contaminação nas amostras analisadas, por exemplo, Santuri *et al.* (1992) analisando amostras de milho do estado do Rio Grande do Sul observou que contaminação em 28,9% das amostras por aflatoxinas, onde detectou valores de até 1.906 $\mu\text{g.kg}^{-1}$. Gunther *et al.* (2002) analisando amostras de milho de Santa Catarina observou 12% das amostras com contaminação, encontrando valores de até 128,2 $\mu\text{g.kg}^{-1}$ de aflatoxina em uma amostra destinada ao consumo animal.

No presente trabalho, não foi possível observar correlação entre aflatoxina e zearalenona, bem como entre aflatoxina e a população de fungos. Entretanto, houve correlação positiva entre zearalenona e a quantidade de fungos (0,77). Sugerindo que a presença de micotoxinas nas amostras está correlacionada com a elevação na contagem de fungos.

2.4 Conclusões

A estocagem do resíduo úmido de fécula de mandioca (RUFM) durante 21 dias, dentro das condições avaliadas no presente experimento, demonstrou ser um eficiente processo de conservação, pois não houve redução em sua composição química. No entanto, são necessárias maiores pesquisas sobre o desenvolvimento de microrganismos durante a estocagem, uma vez que foi detectada presença de micotoxinas acima dos níveis recomendados, e alta contagem de fungos no material analisado pode ser sugestivo de deterioração do material.

2.5 Literatura citada

- 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.
- A.O.A.C. **Official Methods of Analysis**, 13th Ed. Association of Analytical Chemists. Washington D.C. p. 384, 1980.
- ARCURI, P. B., CARNEIRO, J. C., LOPES, F. C. F. Microrganismos indesejáveis em forragens conservadas: efeito sobre o metabolismo de ruminantes. In: *Volumosos na Produção de Ruminantes: Valor Alimentício de Forragens*. Reis, R. A., Bernardes, T.F., Siqueira, G.R. Moreira, A.L. (Ed.). 2003. Jaboticabal. **Anais...**, FUNEP. p. 51-70. 2003.
- BÜNZEN, S. & HAESE. D. Controle de micotoxinas na alimentação de aves e suínos. **Revista Eletrônica Nutritime**, v.3, n° 1, p.299-304, janeiro/fevereiro 2006.
- 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.
- CHERNEY, J.H.; CHERNEY, D.J.R. Assessing Silage Quality. In: Buxton et al. **Silage Science and Technology**. Madison, Wisconsin, USA. 2003. p.141-198.
- CRUZ A. Características bromatológicas, microbiológicas e fermentativas da silagem de resíduo úmido de fécula de mandioca adicionada de níveis de uréia. 2012. 38f. TCC (Trabalho de conclusão de curso em Zootecnia) – Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Marechal Cândido Rondon. PR.
- EMBRAPA - MANDIOCA E FRUTICULTURA. Cultura da Mandioca 2009. Disponível em <http://www.cnpmf.embrapa.br/index.php?p=pesquisa-culturas_pesquisadas-mandioca.php>. Acesso em: 21/10/2012.
- EMBRAPA - MANDIOCA E FRUTICULTURA. Mandioca: Perguntas e Respostas 2010. Disponível em: http://www.cnpmf.embrapa.br/index.php?p=perguntas_e_respostas-mandioca.php. Acesso em: 06/09/2012.

- FERNANDES, T. Silagem de resíduo úmido de fécula de mandioca na alimentação de vacas em lactação: produção e composição do leite. 2011. 25f. TCC (Trabalho de conclusão de curso em Zootecnia) – Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Marechal Cândido Rondon. PR.
- FREIRE, F. C. O.; VIEIRA, I. G. P.; GUEDES, M. I. F.; MENDES, F. N. P. **Micotoxinas: Importância na Alimentação e na Saúde Humana e Animal**. Empresa Brasileira de pesquisa Agropecuária. Documento 110. Embrapa Agroindústria Tropical. Fortaleza, 2007. Disponível em: <http://www.cnpat.embrapa.br/cnpat/cd/jss/acervo/Dc_110.pdf> Acesso em: 14/11/2012.
- FILYA, I.; SUCU, E.; KARABULUT, A. The effect of *Propionibacterium acidipropionici*, with or without *Lactobacillus plantarum*, on the fermentation and aerobic stability of wheat, sorghum and maize silages. **Journal Applied Microbiology**, v.97, p.818-826, 2004.
- GOLÇALVEZ, J.A.G. Silagem de resíduo úmido de fécula de mandioca na alimentação de ruminantes. Dissertação (Mestrado). Mestrado em zootecnia. Universidade Estadual do Oeste do Paraná. Campus Marechal Cândido Rondon – PR. 55p, 2011.
- GONZÁLEZ, G.; RODRÍGUEZ, A. A. Effect of storage method on fermentation characteristics, aerobic stability and forage intake of tropical grasses ensiled in round bales. **Journal Dairy Science**, v. 86, n.3, p. 926-933.
- GUNTHER, T. M. F.; SUCHARA, E. A.; SCUSSEL, V. M. Avaliação do nível de contaminação por aflatoxinas, zearalenona, esterigmatocistina e ocratoxina A em milho (*Zea mays* L.) cultivado no Estado de Santa Catarina. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 24, 2002, Florianópolis. *Anais*. Sete Lagoas: ABMS/Embrapa Milho e Sorgo/Epagri, 2002. p.125.
- JAY, J. Hábitats, Taxonomia e Parâmetros de crescimento. **Microbiologia de alimentos**. 6ª ed. Artmed, 2005, p.73-91.
- JOBIM, C.C.; NUSSIO, L.G.; REIS, R.A.; SCHMIDT, P. Avanços metodológicos na avaliação da qualidade da forragem conservada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa - MG, v. 36, supl. Esp., p.101-119, Jul., 2007.
- JOUANY, J. P.; DIAZ, D. E. Effects of mycotoxins in ruminants. In: DIAZ, D. E. **The Mycotoxin Blue Book**. Nottingham: Nottingham University Press, 2005. p. 295- 321.
- 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.
- 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.
- MCDONALD, P.; HENDERSON, A.R.; HERON, S.J.E. **The biochemistry of silage**. 2.ed. Marlow: Chalcombe Publications, 340p, 1991.
- MUCK, R.E. Inoculation of silage and its effects on silage quality. In: INFORMATIONAL CONFERENCE WITH DAIRY AND FORAGE INDUSTRIES, 1996, Madison. **Proceedings...** Madson: USDFRC, 1996. p.43-51.
- 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.
- RAMOS, C.R.B.A.; BRASIL, E.M.; GERALDINE, R.M. Contaminação por aflatoxinas em híbridos de milho cultivados em três regiões do estado de Goiás. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, v. 38, n. 2, p. 95-102, jun. 2008.
- SANTIN, E. Mould growth and mycotoxin production. In: DIAZ, D. E. **The Mycotoxin Blue Book**. Nottingham: Nottingham University Press, 2005. p. 225- 234.
- SANTIN, E. **Implementação dos Conceitos de HACCP na fábrica de rações**. 2006. Disponível em: <http://www.avisite.com.br/cet/trabalhos.asp?codigo=96> Acesso em: 20/10/12.
- SANTURIO, J. M.; Micotoxinas e Micotoxicoses na Avicultura. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**. Volume 2, Número 1. Campinas, 2000. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo> Acesso em: 15/10/2012.
- SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos. Métodos químicos e biológicos**. 3 ed. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2002. 235.
- SOUZA, L.C. Valor nutricional do resíduo úmido de cervejaria *in natura* conservado sob condições aeróbias ou anaeróbias. Dissertação (Mestrado). Mestrado em zootecnia.

- Universidade Estadual do Oeste do Paraná. Campus Marechal Cândido Rondon – PR. 62p. 2010.
- STEFANIE, J. W. H.; ELFEINK, O.; DRIEHUIS, F. et al. Silage fermentation process and their manipulation. In: FAO ELETRONIC CONFERENCE ON TROPICAL SILAGE, Rome, 1999, Rome. **Proceedings...** Rome: FAO, p. 17-30, 2000.
- VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of ruminant.** Ithaca: Comstock Publishing Associations, p.476, 1994.
- 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, n.10, p. 3583-3597, 1991.
- WEISS, W.P. Energy prediction equations for ruminant feeds. In: CORNELL NUTRITION CONFERENCE FOR NEED MANUFACTURERS, 61., 1999, Ithaca. **Proceedings...** Ithaca: Cornell University, p.176-185, 1999.
- WOOLFORD, M.K. **The silage fermentation.** New York: Marcel Dekker, p.305, 1994.

3. RESÍDUO ÚMIDO DE FÉCULA DE MANDIOCA NA ALIMENTAÇÃO DE VACAS EM LACTAÇÃO: DESEMPENHO E DIGESTIBILIDADE DOS NUTRIENTES

RESUMO: Objetivou-se avaliar a influência de cinco níveis de resíduo úmido de fécula de mandioca (RUFM), na dieta de vacas em lactação, da raça Holandesa, com produção média inicial de 30,65 kg de leite dia. O delineamento experimental utilizado foi quadrado latino 5x5, com cinco tratamentos (0%, 8%, 16%, 24% e 32%), e cinco períodos de 21 dias, totalizando 105 dias experimentais. A dieta foi composta por 50% de silagem de milho, como fonte de volumoso, e 50% de ração concentrada (milho, RUFM, farelo de soja e suplemento mineral). Foi determinado o consumo de matéria seca (CMS), matéria orgânica (CMO), proteína bruta (CPB), extrato etéreo (CEE), carboidratos totais (CCT), fibra em detergente neutro (CFDN), fibra em detergente ácido (CFDA) e nutrientes digestíveis totais (NDT). Assim como a digestibilidade da matéria seca (DMS), da matéria orgânica (DMO), da proteína bruta (DPB), do extrato etéreo (DEE), de carboidratos totais (DCT), da fibra em detergente neutro (DFDN), da fibra em detergente ácido (DFDA), nutrientes digestíveis totais (NDT), produção e composição do leite, eficiência de produção de leite (EPL), glicose, ureia e creatinina no sangue. As variáveis CEE, CNDT, DMS, DMO, DEE, DCT, DFDN, DFDA, NDT e PL, e os teores de proteína bruta, lactose, minerais e sólidos totais apresentaram efeito significativo em resposta aos níveis de inclusão de RUFM. A inclusão de RUFM na dieta de vacas em lactação até 32% da dieta reduziu a produção de leite em 15%, porém, não alterou a eficiência da produção de leite e os parâmetros sanguíneos e aumentou a concentração de proteína, lactose, minerais e sólidos totais no leite. No entanto, recomenda-se o uso de níveis de inclusão de RUFM de até 16%, pois valores maiores podem propiciar queda significativa da produtividade e prejudicar o consumo e digestibilidade da dieta.

Palavras-chave: bovino de leite, componentes do leite, massa de mandioca, nutrição, resíduo da agroindústria, ureia sérica

WET WASTE AT CASSAVA STARCH FEEDING COWS IN LACTATION: PERFORMANCE AND NUTRIENTS DIGESTIBILITY

ABSTRACT: The inclusion of five increasing proportions of residue moist cassava starch (RMCS), on intakes and nutrient digestibility in five multiparous cows Holstein averaging 593.6kg initial mean body were used and initial average production of 30.65 kg milk day. The animals were distributed 5x5 latin square design with five treatments (0, 8, 16, 24 e 32%), and five periods of 21 days, totaling 105 days of experimental period. The diet was composed of 50% corn silage as roughage source, and 50% concentrate diet (corn, RMCS, soybean meal and mineral supplement). Were determined dry matter intakes (DM), organic matter (OM), crude protein (CP), ether extract (EE), total carbohydrates (TC), neutral detergent fiber (NDF), and acid detergent fiber (ADF) total digestible nutrients (TDN). Like digestibility of dry matter (DMS), organic matter (DOM), crude protein (DCP), ether extract (DEE), total carbohydrates (DTC), neutral detergent fiber (DNDF), acid detergent fiber (DADF), total digestible nutrients (TDN), production of milk (PM), Dry matter intake (IMS), Milk production efficiency (MPE) and milk components in lactating Holstein cows Variables EE, TDN, DMS, DOM, DEE, DTC, DNDF, DADF, TDN and PM, and crude protein, lactose, total solids and mineral significant effect in response to the inclusion levels of RMCS. The inclusion of RMCS the diet of lactating cows up to 32% of the diet reduced milk production by 15%, but did not affect the efficiency of milk and blood parameters, and increased the concentration of protein, lactose, minerals and solids total milk. However, we recommend the use of RMCS inclusion levels of up to 16%, as higher values prompt further significant declines in productivity and affect consumption and digestibility of the diet.

Key words: dairy catle, components of milk, ground cassava, nutrition, agro-industrial waste, blood urea

3.1 Introdução

A alimentação dos animais representa a maior parte dos custos de produção na pecuária leiteira, o que pode chegar a 70% (JOBIM *et al.*, 2007). Nesse contexto, a utilização de subprodutos da agroindústria na alimentação animal é uma estratégia promissora para a redução de custos (SOUZA *et al.*, 2012) da produção leiteira, desde que haja disponibilidade dos resíduos na região (PIRES *et al.*, 2008).

Os subprodutos da industrialização da mandioca (*Manihot esculenta*) se destacam entre os resíduos com potencial para a utilização na alimentação de ruminantes (RAMALHO *et al.*, 2006), pois são de baixo valor comercial, alto teor energético, e seu uso reduz o impacto ambiental por dar um adequado destino ao resíduo, impedindo seu acúmulo no meio ambiente (CEREDA, 2000; SILVEIRA *et al.*, 2002).

Dentre os subprodutos da mandioca, tem-se o resíduo úmido de fécula de mandioca (RUFM), que é obtido por meio da prensagem da mandioca para extração da fécula ou amido na indústria por via úmida (MARQUES & CALDAS NETO, 2002). Devido ao método de extração, esse subproduto apresenta elevado teor de umidade, variando entre 75% a 85% (MARQUES *et al.*, 2002), alto conteúdo de carboidratos de fácil e rápida fermentação ruminal (CALDAS NETO *et al.*, 2000), altos teores de fibra e carboidratos não estruturais (LEONEL, 2001; Cavalcanti, 2002; RAMALHO *et al.*, 2006), e baixo valor protéico, variando de 1,92% (ABRAHÃO *et al.*, 2006) a 3,06% de proteína bruta (FERREIRA *et al.*, 2007).

Porém, apesar do conhecimento de alguns valores da composição nutricional desse subproduto, pouco se sabe sobre a adição de RUFM na dieta dos animais, assim como sua influência no consumo e produtividade animal (MENEGUETTI & DOMINGUES, 2008).

O consumo e digestibilidade dos nutrientes podem sofrer limitações causadas por características dos alimentos e interferir na produtividade animal (MERTENS, 1997). Da mesma forma, os componentes do leite podem sofrer alterações decorrentes da composição da dieta (GONZÁLEZ, 2001), enquanto alguns parâmetros sanguíneos podem indicar a condição metabólica dos animais.

Desta forma, buscou-se avaliar o consumo e a digestibilidade da matéria seca e dos nutrientes, a produção e composição do leite e parâmetros sanguíneos de vacas em lactação que receberam diferentes níveis de inclusão de resíduo úmido de fécula de mandioca na dieta.

3.2 Material e métodos

O experimento foi conduzido no setor de Bovinocultura de leite da Estação Experimental “Prof. Dr. Antônio Carlos dos Santos Pessoa”, situada no município de Marechal Cândido Rondon/PR. As análises laboratoriais foram realizadas nos Laboratórios de Análises de Alimentos e Nutrição Animal (LANA), de Microbiologia e Bioquímica e de Parâmetros Sanguíneos, pertencentes ao Centro de Ciências Agrárias da Universidade Estadual do Oeste do Paraná - Unioeste, *campus* de Marechal Cândido Rondon/PR, no período de junho a outubro de 2011.

Na condução do experimento foram utilizadas cinco vacas, multíparas, da raça Holandesa, após o pico de lactação (± 150 dias de lactação), com peso vivo (PV) médio inicial de 593,6 kg ($\pm 61,06$ kg), e produção média inicial de 30,65 kg de leite por dia ($\pm 1,17$ kg de leite). Para o início do experimento, todos os animais foram identificados com brincos numerados e medicados contra ecto e endoparasitas, conforme recomendação veterinária.

Durante o período experimental os animais foram alojados em baias cobertas e individuais dotadas de piso de concreto sob o sistema *tie stall*, com bebedouro automático e comedouro individual. Após a alimentação os animais eram soltos em área de descanso (30 m²/animal) com sombreamento natural, durante 2 horas (ao meio dia), e durante a noite. A ordenha foi realizada mecanicamente, duas vezes ao dia, às 6 h e 16:30 horas.

Os animais foram distribuídos em delineamento quadrado latino 5x5, com cinco tratamentos e cinco períodos. Cada período teve duração de 21 dias, sendo 14 dias para adaptação dos animais à dieta e sete dias para coleta de dados e amostras, totalizando 105 dias de experimento. A pesagem dos animais foi realizada no início de cada período experimental, após a ordenha e antes da alimentação da manhã.

Os tratamentos consistiram em cinco níveis (0%; 8%; 16%; 24% e 32% da matéria seca) de inclusão de resíduo úmido de fécula de mandioca (RUFM) na dieta total oferecida aos animais. As dietas possuíam uma relação concentrado:volumoso de 50:50, sendo a silagem de milho utilizada como fonte de volumoso, e o milho, RUFM, farelo de soja e suplemento mineral como fontes de concentrado. As dietas foram formuladas conforme recomendações do NRC (2001) para atender às exigências e consumo de 3% do peso vivo (PV). As composições percentuais e químicas da dieta estão apresentadas na Tabela 1.

O RUFM utilizado foi obtido em indústria processadora de mandioca localizada no município de Marechal Cândido Rondon/PR. Foi armazenado sobre piso de concreto, em

espaço que anteriormente era utilizado como silo, e para cobertura do resíduo foi utilizada lona preta. O RUFM foi armazenado durante 21 dias, correspondente a um período experimental, sendo utilizado neste período. A cada início de novo período experimental foi obtida uma carga de RUFM na indústria de fécula do município, sendo 5 períodos totalizando a utilização de 5 cargas de resíduo.

Tabela 1 - Composição percentual e química das dietas fornecidas às vacas Holandesas em lactação recebendo resíduo úmido de fécula de mandioca (RUFM) em diferentes níveis de inclusão na dieta

Alimentos	RUFM				
	0%	8%	16%	24%	32%
Silagem de milho (g/kg)	500,00	500,00	500,00	500,00	500,00
RUFM ¹ (g/kg)	0,00	80,00	160,00	240,00	318,83
Milho Moído (g/kg)	291,25	204,54	119,00	32,50	0,00
Farelo de soja (g/kg)	182,45	193,74	205,79	215,80	161,37
Suplemento Mineral ² (g/kg)	10,00	8,40	6,80	5,20	3,60
Fosfato bicálcico (g/kg)	7,50	6,30	5,10	3,90	2,70
Sal comum (g/kg)	6,80	5,71	3,40	2,60	1,80
Calcário calcítico (g/kg)	1,95	1,30	0,00	0,00	0,00
Ureia (g/kg)	0,00	0,00	0,00	0,00	10,53
Sulfato de amônio ³ (g/kg)	0,00	0,00	0,00	0,00	1,17
Nutrientes					
Matéria seca (g/kg)	611,90	549,90	488,00	423,90	361,70
Matéria orgânica (g/kg)	946,30	948,30	950,00	947,60	951,10
Proteína bruta (g/kg)	155,30	155,60	156,30	156,00	156,60
Extrato etéreo (g/kg)	38,00	34,00	32,10	31,10	30,70
CT ⁴ (g/kg)	762,00	765,10	768,10	767,40	770,10
CNF ⁵ (g/kg)	465,40	472,70	473,10	473,10	477,80
FDN ⁶ (g/kg)	312,30	314,50	323,10	329,20	333,50
FDA ⁷ (g/kg)	167,74	176,70	181,20	189,60	194,90
Lignina (g/kg)	32,30	41,60	50,80	60,90	69,80
Ca (g/kg)	6,60	6,10	5,30	5,00	4,50
P (g/kg)	2,90	2,80	2,60	2,50	2,10
NDT estimado ⁸ (g/kg)	728,90	721,80	716,20	708,30	689,80
EM ⁹ (Mcal/kg MS)	2,63	2,60	2,58	2,56	2,49

¹RUFM: Resíduo úmido de fécula de mandioca; ²Composição química (quantidades/kg do produto): Ca - 260 g, P - 40 g, Co - 13 mg, Mg - 15 g, Mn - 1100 mg, Zn - 3000 mg, Se - 20 mg, I - 40 mg, S - 12 g, F - 170 mg e F - 400 mg (produto comercial); ³Fonte de enxofre (24% N); ⁴CT: Carboidratos totais; ⁵CNF: Carboidratos não-fibrosos; ⁶FDN: Fibra em detergente neutro; ⁷FDA: Fibra em detergente ácido; ⁸NDT: nutrientes digestíveis totais - NDT = (PBD + CTD + EED * 2,25); ⁹EM: Energia metabolizável.

O RUFM utilizado no experimento apresentou características bromatológicas descritas na Tabela 2.

Tabela 2 - Composição bromatológica do resíduo úmido de fécula de mandioca (RUFM) correspondente à carga de resíduo obtida para cada período experimental

Nutriente	Período				
	1	2	3	4	5
Matéria seca (g/kg)	102,60	106,10	105,00	116,50	127,10
Matéria orgânica (g/kg)	915,90	979,20	980,90	978,90	916,30
Matéria mineral (g/kg)	17,60	19,00	17,50	19,30	18,40
Proteína bruta (g/kg)	25,90	23,10	20,90	22,00	23,60
Extrato etéreo (g/kg)	15,90	19,00	19,70	17,80	21,10
FDN ¹ (g/kg)	175,80	177,10	168,40	163,80	156,30
FDA ² (g/kg)	136,90	141,60	132,60	132,50	128,90
Lignina (g/kg)	118,60	143,50	124,60	116,20	120,30
Celulose (g/kg)	138,60	140,70	136,00	138,50	141,20
Hemicelulose (g/kg)	151,50	154,30	154,00	173,00	160,00
CT ³ (g/kg)	882,70	938,80	941,90	940,90	887,50
CNF ⁴ (g/kg)	785,50	840,30	852,00	885,70	799,80

¹FDN: Fibra em detergente neutro; ²FDA: Fibra em detergente ácido; ³CT: Carboidratos totais; ⁴CNF: Carboidratos não-fibrosos.

O arraçoamento foi realizado duas vezes ao dia, às 7 h e 18 h, nas proporções de 60% e 40%, respectivamente, do total de matéria seca (MS) oferecida, com água *ad libitum*. Visando a não ocorrência de restrição alimentar e o monitoramento do consumo, as sobras dos alimentos ofertados e não consumidos no comedouro foram pesadas diariamente mantendo-se uma proporção de sobras de 10% a 20% do total de MS oferecida diariamente. Os alimentos foram pesados no momento do fornecimento aos animais, o RUFM foi retirado com auxílio de pá e transportado até a balança com auxílio de “carrinho-de-mão”, onde era realizada a pesagem e logo após fornecido aos animais.

Durante os sete dias destinados à coleta de dados de cada período experimental, foram obtidas amostras da silagem de milho, RUFM, concentrado, e das sobras referentes a cada animal. As sobras referentes a cada animal foram pesadas diariamente antes do fornecimento do alimento. As amostras de alimentos fornecidas e sobras foram pré-secas em estufa de ventilação forçada de ar, a 55°C, por 72h. As amostras foram moídas em moinho tipo faca com peneiras com crivos de 1 mm e acondicionadas em potes de polietileno para posteriores análises bromatológica no LANA da Unioeste.

Para determinação da digestibilidade da matéria seca e dos nutrientes, do 15º ao 20º dia, foram realizadas as coletas de fezes, diretamente na ampola retal dos animais, nos seguintes horários: 8:00, 10:00, 12:00, 14:00, 16:00 e 18:00 horas, respectivamente a cada dia. Para obtenção das estimativas de excreção fecal foi utilizado como indicador a fibra em detergente

neutro indigestível (FDNi), conforme proposto por Cochran *et al.* (1986) com adaptações. A FDNi foi estimada pela incubação no rúmen de filtros de TNT, por 144 horas, contendo amostras dos alimentos, sobras e fezes, seguida da análise de FDN, segundo metodologia descrita por Detmann *et al.*, (2001).

As amostras dos alimentos, das sobras e das fezes foram analisadas quanto aos teores de matéria seca (MS), de acordo com a AOAC (1980); cinzas (CIN), proteína bruta (PB) e extrato etéreo (EE) conforme metodologia descrita por Silva & Queiroz (2002). Já a determinação de fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) foi conduzida segundo Van Soest *et al.* (1991). A matéria orgânica (MO) foi estimada pela diferença entre o total de MS e o teor de CIN. Os valores de carboidratos não fibrosos (CNF) foram obtidos utilizando a equação $CNF\% = 100 - (\%FDNcp + \%PB + \%EE + \%CIN)$, segundo Weiss (1999). Os carboidratos totais (CT) foram estimados através da fórmula $CT\% = 100 - (\%PB + \%CZ + \%EE)$, e os valores de nutrientes digestíveis totais (NDT) foram obtidos através da equação $NDT = (PBD + CTD + EED \times 2,25)$, descritas por Sniffen *et al.*, (1992) onde: proteína bruta digestível (PBD); extrato etéreo digestível (EED); carboidratos totais digestíveis (CTD).

Amostras de leite foram coletadas durante as ordenhas da manhã e da tarde, formando uma amostra ao dia. O leite foi medido com auxílio de medidores, e amostras coletadas diretamente do medidor. Para análises físico-químicas do leite as amostras foram encaminhadas ao Laboratório de Microbiologia e Bioquímica da Unioeste, para serem analisadas quanto aos teores de gordura, proteína, lactose, sólidos totais desengordurados, sólidos totais e minerais, por meio do analisador automático Milkoscope®. A produção de leite foi corrigida para 3,5% de gordura (PLG), pela equação citada por Sklan *et al.* (1992), onde, $PLG = (0,432 + 0,1625 \times G) \times \text{kg de leite}$, em que $G = \%$ de gordura do leite. A eficiência alimentar foi calculada para cada vaca, segundo Valadares Filho *et al.*, (2000) dividindo-se a produção média de leite pela ingestão média de MS de cada período de coleta de dados.

As coletas de sangue foram realizadas logo após a ordenha e antes da alimentação da manhã no 21º dia de cada período, utilizando tubos de ensaio de 10 mL com fluoreto de sódio, através de punção da veia coccígea. As amostras foram refrigeradas e encaminhadas ao laboratório de Parâmetros Sanguíneos para processamento e análise. O plasma foi obtido através de centrifugação a 3500 rpm por 10 minutos, para determinação das concentrações de

glicose, ureia e creatinina, as quais foram analisadas por meio de kits comerciais, utilizando o método colorimétrico com o uso de espectrofotômetro.

Os resultados foram submetidos à análise de variância sendo testados pelo teste F de Fischer (PIMENTEL-GOMES & GARCIA, 2002; PIMENTEL-GOMES, 2009). Quando constatada a significância dos níveis de inclusão de RUFM na dieta dos animais, as médias foram estudadas por análise de regressão, testando-se os modelos linear e quadrático, e considerando-se a ausência de significância para os desvios de regressão. Para a escolha do modelo foi considerada a sua significância e o maior coeficiente de determinação (R^2). As significâncias dos modelos de regressão selecionadas para cada variável estudada foram testadas pelo teste F de Fischer, enquanto a significância dos coeficientes das equações foram examinadas pelo teste t de Student (PIMENTEL-GOMES & GARCIA, 2002; PIMENTEL-GOMES, 2009). Para a análise dos dados utilizou-se o programa estatístico SISVAR (Ferreira, 2008), e para todos os testes realizados o nível mínimo de significância considerado foi de 5% de probabilidade.

3.3 Resultados e discussão

Verificou-se que o consumo de matéria seca (CMS), matéria orgânica (CMO), proteína bruta (CPB), carboidratos totais (CCT), fibra em detergente neutro (CFDN) e fibra em detergente ácido (CFDA) não foram alterados pelos níveis de inclusão do RUFM na dieta dos animais (Tabela 3).

Os valores observados para o CMS se mantiveram próximos ou acima de 3% do PV, atendendo ao consumo proposto na elaboração da dieta, de 3% do PV. O comportamento observado para o CMS confirma que não houve limitantes à ingestão da dieta, tanto de ordem física quanto energética (BORGES *et al.* 2006).

Assim, a falta de significância para o CMO, CPB, CCT, CFDN e CFDA provavelmente são decorrentes da ausência de significância para o CMS, uma vez que esses componentes representam a maior fração da dieta (Tabela 1).

Tabela 3 - Consumo diário de matéria seca e dos nutrientes de vacas Holandesas em lactação recebendo resíduo úmido de fécula de mandioca (RUFM) em diferentes níveis de inclusão na dieta

	RUFM					ER	P	R ²	CV
	0%	8%	16%	24%	32%				
CMS ¹ (kg/dia)	20,16	18,36	19,48	19,74	19,11	-	0,6296	NS	9,69
CMS ¹ (%PV)	3,17	2,93	3,12	3,16	3,08	-	0,9485	NS	17,05
CMO ² (kg/dia)	19,11	17,39	18,49	18,70	18,20	-	0,6104	NS	9,38
CPB ³ (kg/dia)	3,10	2,96	3,14	3,20	3,09	-	0,6903	NS	8,26
CEE ⁴ (kg/dia)	0,77	0,64	0,63	0,62	0,60	(1)	0,0017	0,69	9,32
CCT ⁵ (kg/dia)	15,42	13,90	14,86	15,04	14,60	-	0,5549	NS	9,64
CFDN ⁶ (kg/dia)	6,44	5,62	6,17	6,39	6,24	-	0,2498	NS	9,52
CFDN ⁶ (%PV)	0,12	0,10	0,10	0,10	0,10	-	0,7591	NS	17,46
CFDA ⁷ (kg/dia)	3,42	3,08	3,36	3,59	3,45	-	0,4304	NS	12,33
CNDT ⁸ (kg/dia)	14,30	12,35	13,25	12,65	12,28	(2)	0,0365	0,50	8,71

¹CMS: consumo de matéria seca; ²CMO: consumo de matéria orgânica; ³CPB: consumo de proteína bruta; ⁴CEE: consumo de extrato etéreo; ⁵CCT: consumo de carboidratos totais; ⁶CFDN: consumo de fibra em detergente neutro; ⁷CFDA: consumo de fibra em detergente ácido; ⁸CNDT: consumo de nutrientes digestíveis totais. P: nível de significância; ER: equação de regressão; P: nível de significância; NS = P > 0,05; CV: coeficiente de variação. (1) Y = 0,720 - 0,004x; (2) Y = 13,718 - 0,047x

Os resultados obtidos no presente trabalho, corroboram com os observados por Abrahão *et al.* (2006), os quais avaliaram a substituição do milho pelo RUFM na alimentação de tourinhos em terminação, e não observaram diferenças significativas (P>0,05) no CMS em relação ao peso vivo. Da mesma forma, Silva *et al.* (2005) e Dias *et al.* (2008) também não observaram redução no CMS quando estudaram a inclusão de resíduo de fécula nas dietas de bovinos.

Schmidt (2011), avaliando o desempenho de vacas leiteiras, em função da substituição do milho pela silagem de resíduo úmido de fécula de mandioca (SRUFM), também não obteve diferenças significativas (P>0,05), para o consumo de matéria seca (CMS), de carboidratos totais (CCT) e de nutrientes digestível total (CNDT).

A redução significativa no consumo de extrato etéreo (CEE) ajustou-se ao modelo linear negativo de regressão, de forma que para cada 1% de inclusão do RUFM na dieta houve uma redução de 0,004 g/kg no CEE. O aumento da concentração de RUFM exigiu um incremento na quantidade de farelo de soja para balancear os níveis nitrogenados da dieta, e como ambos componentes (RUFM e farelo de soja) apresentam teores de EE inferiores aos demais, naturalmente ocorreu uma redução na concentração de EE nas dietas. Para Schmidt (2011), a queda no consumo de EE foi a explicação para o mesmo comportamento obtidos quando

substituiu (0%, 25%, 50%, 75%, 100%) do milho por farelo de soja na dieta de vacas em lactação. Este comportamento também foi observado por Lima *et al.* (2008) ao avaliarem a inclusão de resíduo de mandioca em percentuais de 0%, 5%, 10% e 15% na dieta de vacas mestiças leiteiras Holandês x Zebu, observaram redução no CEE com o aumento dos níveis do resíduo de mandioca na dieta, e os autores também atribuíram a redução ao teor de EE (0,60%) no resíduo de mandioca.

O consumo de nutrientes digestíveis totais (CNDT) também apresentou redução linear significativa ($P < 0,005\%$) com o aumento dos níveis de inclusão de RUFM (Tabela 3). Para cada 1% de inclusão de RUFM nas dietas houve uma redução de 0,047 g/kg no CNDT. A redução observada para o CNDT pode estar relacionada com o aumento das concentrações de FDN, FDA e lignina nas dietas com maiores níveis de inclusão de RUFM (Tabela 1), uma vez que essas frações fibrosas apresentam uma correlação negativa com a disponibilidade de energia das dietas por serem menos digestíveis (CAPELLE *et al.*, 2001).

Com relação à digestibilidade da matéria seca (DMS) e dos nutrientes, observou-se efeito linear negativo significativo, no entanto, para DPB não foi observada significância dos níveis de inclusão de RUFM na dieta (Tabela 4).

Tabela 4 - Digestibilidade da matéria seca e dos nutrientes em vacas Holandesas em lactação recebendo resíduo úmido de fécula de mandioca (RUFM) em diferentes níveis de inclusão na dieta

	RUFM					ER	P	R ²	CV
	0%	8%	16%	24%	32%				
DMS ¹ (%)	68,85	65,33	67,47	64,05	61,08	(1)	0,0003	0,77	3,64
DMO ² (%)	70,45	67,00	69,02	65,86	63,07	(2)	0,0007	0,77	3,70
DPB ³ (%)	72,50	72,82	73,78	72,45	69,57		0,2195	NS	4,71
DEE ⁴ (%)	87,09	82,76	83,86	82,15	80,68	(3)	0,0160	0,78	4,07
DCT ⁵ (%)	69,19	66,39	67,58	63,61	60,70	(4)	0,0002	0,86	4,13
DFDN ⁶ (%)	52,34	44,79	45,70	44,63	41,96	(5)	0,0006	0,73	7,03
DFDA ⁷ (%)	44,94	40,35	40,97	37,01	37,88	(6)	0,0144	0,79	10,73
NDT ⁸ (%)	68,85	65,33	67,47	64,05	61,08	(7)	0,0001	0,93	3,91

¹DMS: digestibilidade da matéria seca; ²DMO: digestibilidade da matéria orgânica; ³DPB: digestibilidade da proteína bruta; ⁴DEE: digestibilidade do extrato etéreo; ⁵DCT: digestibilidade de carboidratos totais; ⁶DFDN: digestibilidade da fibra em detergente neutro; ⁷DFDA: digestibilidade da fibra em detergente ácido; ⁸NDT: nutrientes digestíveis totais; (1) $Y = 68,720 - 0,210x$; (2) $Y = 70,261 - 0,199x$; (3) $Y = 85,993 - 0,168x$; (4) $Y = 69,447 - 0,247x$; (5) $Y = 50,067 - 0,261x$; (6) $Y = 43,722 - 0,218x$; (7) $Y = 71,220 - 0,271x$; P: nível de significância; NS = $P > 0,05$.

A digestibilidade da matéria seca (DMS) apresentou uma redução de 0,210 g/kg para cada 1% de inclusão do RUFM, enquanto para a MO, a redução da digestibilidade foi da ordem de 0,199 g/kg para cada 1% de RUFM adicionado à dieta. Para a digestibilidade do EE,

CT, FDN, FDA e NDT, as reduções observadas foram de 0,168; 0,247; 0,261; 0,218 e 0,271 g/kg, respectivamente, para cada 1% de inclusão de RUFM nas dietas. Da mesma forma que para o consumo, as reduções observadas na digestibilidade podem ter relação com o aumento das frações fibrosas na dieta em decorrência do aumento dos níveis de inclusão de RUFM (Tabela 1). Segundo Van Soest (1994), existe uma correlação negativa entre as concentrações de lignina e a digestibilidade dos alimentos.

Dias *et al.* (2008), ao estudarem a inclusão de resíduo de fecularia na dieta de novilhas, constataram que a inclusão de níveis acima de 14% foi responsável por reduzir a digestibilidade dos nutrientes e interferir no desempenho dos animais. Lima *et al.* (2008) recomenda a inclusão de resíduo de fecularia até o nível de 15% de inclusão na dieta total de vacas mestiças leiteiras, sem trazer transtornos fisiológicos ou nutricionais aos animais.

Apesar das reduções observadas, os valores de digestibilidade da MS foram próximos ou superiores aos observados por outros autores, como Ramos *et al.* (2000) e Abrahão *et al.* (2006), que obtiveram valores médios de digestibilidade da MS de 62,9% e 65,42% respectivamente, ao estudarem níveis de inclusão de RUFM (0%, 25%, 50%, 75% e 100%) nas dietas de bovinos mestiços ($\frac{1}{2}$ Europeu $\frac{3}{4}$ Zebu) não-castrados com 25 meses de idade e peso médio de 532 kg.

A baixa expressividade nas reduções na digestibilidade da MS das dietas deve-se às características do amido presente no RUFM, que apresenta maior degradabilidade e digestibilidade que o milho (Caldas Neto *et al.*, 2000).

Em trabalho realizado por Schimdt (2011), foi avaliada a substituição do milho por silagem de resíduo úmido de fécula de mandioca (SRUFM) nas proporções de 0%, 25%, 50%, 75% e 100% na dieta de vacas Holandesas em lactação, não foi observada resposta significativa para os coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca (MS) sendo a média de 64,95% entre os tratamentos, matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), carboidratos totais (CT) e fibra em detergente neutro (FDN) das dietas de vacas em lactação, no entanto, para o coeficiente de digestibilidade da fibra em detergente ácido (FDA) com média de 46,18% , houve efeito linear positivo em função do acréscimo de SRUFM na dieta.

Na Tabela 3 ainda, pode-se verificar que as variáveis DMS, DMO, DCT, DFDN e NDT sofreram influência significativa ($P < 0,01$), e DEE e DFDA ($P < 0,05$), em função dos diferentes níveis de inclusão de RUFM fornecido as vacas em lactação. Todas estas variáveis apresentaram resposta linear negativa em função do aumento da inclusão de RUFM. Dias *et*

al. (2008), obtiveram resultados diferentes ao observar que inclusão de 21% de RUFM na dieta, foi responsável por reduzir a digestibilidade de MS em novilhas leiteiras, $\frac{3}{4}$ Gir x $\frac{1}{4}$ Holandês. Por outro lado, Lima *et al.* (2008), ao trabalhar com vacas mestiças leiteiras (Holandês x Zebu), recomendou percentual de até 15% de inclusão de bagaço de mandioca na dieta, sem causar transtornos fisiológicos ou nutricionais aos animais. Abrahão *et al.* (2006) também não observaram significância dos níveis de inclusão de RUFM na dieta de tourinhos em terminação sobre a digestibilidade da PB.

A produção de leite (PL) apresentou efeito linear negativo ($P < 0,05$) com a inclusão de RUFM na dieta, sendo que para cada 1% de inclusão de RUFM na dieta dos animais houve uma redução de 0,140 kg/dia na produção de leite (Tabela 5).

Tabela 5 - Médias, equação de regressão (ER) e coeficientes de determinação (R^2) e variação (CV) para produção de leite (PL), consumo de matéria seca (CMS), eficiência de produção de leite (EPL) e componentes do leite de vacas Holandesas em lactação, recebendo resíduo úmido de fécula de mandioca (RUFM) em diferentes níveis de inclusão na dieta

	RUFM					ER	P	R^2	CV
	0%	8%	16%	24%	32%				
CMS(kg/dia)	20,16	18,36	19,48	19,74	19,11	-	0,6296	NS	9,69
PL(kg/dia)	31,03	30,13	28,46	28,37	26,31	(1)	0,0238	0,95	10,60
EPL	1,38	1,41	1,30	1,48	1,34	-	0,5294	NS	15,18
Gordura (g/kg)	35,00	35,20	36,30	34,70	36,20	-	0,9095	NS	9,38
Proteína (g/kg)	30,40	31,70	31,40	31,90	31,80	(2)	0,0071	0,64	2,10
Lactose (g/kg)	45,20	46,80	47,00	47,00	47,60	(3)	0,0067	0,78	2,28
Minerais (g/kg)	6,80	7,00	7,00	7,00	7,10	(4)	0,0085	0,80	2,34
SD ¹ (g/kg)	82,50	85,20	85,60	85,60	86,70	(5)	0,0074	0,79	2,27
ST ² (g/kg)	117,50	120,40	121,90	120,40	122,90	-	0,3092	NS	3,28

¹Sólidos Desengordurados; ²Sólidos Totais; (1) $Y = 31,103 - 0,140x$; (2) $Y = 3,085 + 0,004x$; (3) $Y = 4,576 + 0,006x$; (4) $Y = 0,687 + 0,001x$; (5) $Y = 8,337 + 0,011x$; P: nível de significância; NS = $P > 0,05$.

Resultado semelhante, onde foi obtido comportamento linear negativo, foi observado no trabalho realizado por Ramalho *et al.* (2006), utilizando raspa de mandioca (composição semelhante ao RUFM) em substituição ao milho, nas proporções de 0%, 25%, 50%, 75% e 100% na dieta de vacas em lactação. Tal comportamento interferiu negativamente na produção de leite, colocando em dúvida a viabilidade econômica em utilizar o resíduo.

Da mesma forma, Fernandes (2011) avaliando a utilização da silagem de RUFM em substituição ao milho moído da ração nas concentrações (0%, 25%, 50%, 75% e 100%), observou também queda na produção de leite de vacas da raça Holandesa, em pleno pico de lactação. Para Nocek e Taminga (1991) a redução na produção de leite esta correlacionado com a taxa de degradação ruminal do amido do milho, pois a maior parcela do milho é

degradada no intestino delgado e a glicose absorvida no intestino delgado seria melhor aproveitada pelos ruminantes para a produção de leite.

Apesar de, neste trabalho, a produção de leite ter sofrido influência negativa, a eficiência de produção de leite não foi influenciada significativamente, demonstrando que apesar da redução na produção de leite, a inclusão de RUFM não alterou a eficiência dos animais na conversão dos alimentos em produto animal, neste caso o leite.

As concentrações de proteína, lactose, minerais e sólidos desengordurados apresentaram uma resposta linear positiva ao aumento nos níveis de inclusão de RUFM na dieta (Tabela 5). Para cada 1% de RUFM adicionado à dieta houve um aumento de 0,004%; 0,006%; 0,001% e 0,011% nas concentrações de proteína, lactose, minerais e sólidos desengordurados, respectivamente. Esses aumentos podem estar relacionados com a redução na quantidade diária de leite produzido, a qual proporciona um aumento na concentração dos componentes do leite (GONZÁLEZ, 2001).

Em trabalho realizado por Pires *et al.* (2008), utilizando vacas Holandesas em lactação, foi observado que a eficiência de conversão de proteína da dieta em proteína do leite foi menor quando utilizado raspa de mandioca. Porém, no presente trabalho, foi possível observar um aumento linear dos níveis de proteína do leite ($P < 0,05$). Provavelmente, estes níveis estejam ligados diretamente com a necessidade de aumentar os níveis de farelo de soja juntamente com o aumento do nível de inclusão de RUFM associados ainda a uma dose de ureia adicionada na inclusão de 32%.

O aumento dos níveis de proteína, de acordo com Santos *et al.* (1998), podem ser atribuídos a hipótese de que, conforme ocorre o aumento da degradabilidade do amido, ocorre aumento do teor de proteína no leite, possivelmente causado pelo aumento da síntese microbiana, causando um aumento no fluxo de proteína metabolizável para o intestino e, consequentemente, melhorando o perfil de aminoácidos essenciais.

Os teores de lactose, segundo González (2001), apresentam grande importância no processo de síntese do leite, sendo considerado o principal fator osmótico no leite, responsável por 50% desta variável. O aumento na concentração de lactose pode estar relacionado, além da redução na produção, com a maior degradabilidade do amido presente no RUFM, o que pode ter resultado em maior produção de precursores gliconeogênicos, necessários para a síntese de lactose.

Em trabalho realizado por Fernandes 2011, avaliando a substituição do milho pela silagem de resíduo úmido de fécula de mandioca (SRUFM), nas proporções de 0%, 25%,

50%, 75% e 100% na dieta de vacas Holandesas em pleno pico de lactação, foi observado que houve variação linear positiva para a lactose conforme o aumento dos níveis de substituição, enquanto que, para a produção de leite, foi observada uma redução significativa.

Para que ocorra a síntese de lactose, é necessário o adequado aporte de energia para a glândula mamária, sendo este, suprido pela glicose. Para disponibilidade da glicose, o fígado necessita de precursores gliconeogênicos, isso ocorre por não ter fluxo líquido positivo de glicose na veia porta, em consequência da utilização da glicose por tecidos viscerais como rúmen, intestino, pâncreas e baço. Segundo Theurer *et al.* (1999), a utilização de fontes de amido com maior degradabilidade ruminal resulta em maior disponibilidade dos principais precursores para a gliconeogênese hepática, sendo o propionato, aminoácidos e lactato. Com isso, tem-se a hipótese que ao utilizar o RUFM na dieta dos animais, forneceu-se maior quantidade de amido, e devido a maior degradabilidade ruminal desse amido, resultou em maior produção dos precursores gliconeogênicos, causando aumento na disponibilidade de glicose na glândula mamária, elevando, assim, a produção de lactose.

O teor de minerais no leite se mantém constantes em animais sem acometimento de afecções, a concentração de lactose, sódio e potássio, principalmente, são componentes que constituem uma constante individual (GONZÁLEZ, 2001). O aumento nas concentrações de minerais observado pode estar relacionado com o aumento na concentração de lactose, uma vez que são características correlacionadas. Também o aumento nos teores de minerais pode ter sido ocasionado pelo aumento nos teores de proteínas do leite, uma vez que alguns minerais como o cálcio e o fósforo são ligados aos aminoácidos das moléculas de caseína do leite (GONZÁLEZ, 2001).

O leite está em equilíbrio osmótico com o sangue. A pressão osmótica do leite favorece a entrada de água na célula mamária para formação do leite, em função do conteúdo de lactose, sódio, potássio e cloro. A lactose possui uma pequena amplitude de variação, pelo fato de estar relacionada com a pressão osmótica na glândula mamária de forma que a maior produção de lactose determina maior produção de leite Gonzalez *et al.* (2001).

O aumento nos sólidos desengordurados pode ser explicado principalmente em função do aumento dos teores de proteína, lactose e minerais. Segundo González (2001), alterações nos teores de sólidos podem ser explicadas pelas variações em seus componentes. No caso dos sólidos desengordurados, o componente com maior capacidade de causar essa variação é a proteína.

As concentrações de glicose sanguínea, creatinina sanguínea e NUP não diferiram ($P>0,05$) com a inclusão de RUFM a dieta (Tabela 6).

Através de alguns parâmetros avaliados no sangue do animal, podemos identificar distúrbios metabólicos que possam estar ocorrendo devido a algum desequilíbrio na dieta desses animais. O estado metabólico em que o animal se encontra pode influenciar na sua produtividade, o que pode deixar o animal mais suscetível a afecções, como por exemplo, quadros de acidose metabólica, causando, conseqüentemente, alterações nas características físico-químicas do leite (MARQUES *et al.*, 2011).

Tabela 6 - Médias, equação de regressão e coeficientes de determinação (R^2) e variação (CV) para peso corporal, glicose sanguínea, creatinina sanguínea, e nitrogênio uréico no plasma (NUP) de vacas Holandesas em lactação, recebendo resíduo úmido de fécula de mandioca (RUFM) em diferentes níveis de inclusão na dieta

	RUFM					ER	P	R^2	CV
	0%	8%	16%	24%	32%				
Glicose(mg/dL)	43,74	45,45	49,05	45,52	48,20	0,5518	NS	11,80	
Creatinina(mg/dL)	0,74	0,58	0,76	0,70	0,68	0,5075	NS	24,05	
NUP(mg/dL)	24,71	20,37	17,67	21,17	19,78	0,1398	NS	18,99	

P: nível de significância; NS: $P > 0,05$.

Teores de glicose sérica apresentam pouca variação, principalmente devido aos mecanismos homeostáticos eficientes presentes no organismo do animal. Desta forma, as dietas de maneira geral, exercem pouca influência sobre a glicemia, com exceção de animais em quadros crônicos de subnutrição (GONZÁLEZ, 2001). Os níveis séricos de glicose encontradas no presente trabalho, estão de acordo com os observados por Pires *et al.* (2008), pois foram observados valores médios de 56,56 mg/dL, não sendo observada diferença nas concentrações de glicose plasmática em animais, cuja dieta foi o resíduo de mandioca como fonte de amido.

Níveis de creatinina sérica não apresentaram variação ($P>0,05$) em função do incremento de RUFM na dieta. Segundo Gregory *et al.* (2004), a creatinina sérica é uma substância nitrogenada não proteica, e forma-se através do metabolismo muscular da creatina e da fosfocreatina. Fatores individuais e relacionados à idade do animal podem exercer influência nos valores de creatinina sérica, sendo encontrados valores entre 0,90 e 1,50 mg/dL em animais jovens. Valores próximos a estes, estão dentro de um limite considerado fisiológico. Este metabólito dificilmente sofre influência na sua formação, nem pela dieta ou pelo catabolismo protéico, sendo utilizada usualmente, como ferramenta complementar na avaliação da função renal, podendo identificar possíveis nefropatias.

Os níveis séricos de NUP também não variaram ($P>0,05$) com o incremento de RUFM. Este comportamento demonstra que a eficiência na utilização da proteína não foi influenciada pela inclusão de RUFM. Segundo Lima *et al.* (2004), níveis de NUP entre 7 e 23,5 mg/dL, estão dentro de uma faixa fisiologicamente normal, essa variação é aceitável para vacas em lactação.

3.4 Conclusões

A inclusão de RUFM na dieta de vacas em lactação até 32% da dieta reduziu a produção de leite em 15%, porém, não alterou a eficiência da produção de leite e os parâmetros sanguíneos e aumentou a concentração de proteína, lactose, minerais e sólidos totais no leite. No entanto, recomenda-se o uso de níveis de inclusão de RUFM de até 16%, pois valores maiores podem propiciar quedas significativas da produtividade e prejudicar o consumo e digestibilidade da dieta.

3.5 Literatura citada

- A.O.A.C. **Official Methods of Analysis**, 13th Ed. Association of Analytical Chemists. Washington D.C. p.384, 1980.
- ABRAHÃO, J.J.S.; PRADO, I.N.; PEROTTO, D.; et al. 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.
- CALDAS NETO S.F.; ZEOULA L.M.; BRANCO A.F. et al. Mandioca e Resíduos das Farinheiras na Alimentação de Ruminantes: Digestibilidade Total e Parcial. **Revista brasileira de Zootecnia**, v.29, n.6, p.2099-2108, 2000.
- CAPELLE, E.R. **Tabelas de composição dos alimentos, estimativa do valor energético e predição do consumo e do ganho de peso de bovinos**. 2000. 369f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.
- CAPELLE E.R.; VALADARES S.C.F.; SILVA J.F.C. et al. Estimativas do Valor Energético a partir de Características Químicas e Bromatológicas dos Alimentos. **Revista brasileira de zootecnia**, v.30, n.6, p.1837-1856, 2001.
- CAVALCANTI, J. 2002. **Perspectivas da mandioca na região semi-árida do Nordeste**. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa. Disponível em: <http://www21.sede.embrapa.br/noticias/artigos/2002/artigo>
- 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 of Animal Science**, v.63, n.5, p.1476-1483, 1986.
- DETMANN, E.; PAULINO, M.F.; ZERVOUDAKIS, J.T. et al. Cromo e indicadores internos na determinação do consumo de novilhos mestiços, suplementados, a pasto. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.5, p.1600-1609, 2001.

- DIAS, A.M.; SILVA, F.F.; VELOSO, C.M. et al. Bagaço de mandioca em dietas de novilhas leiteiras: consumo de nutrientes e desempenho produtivo. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.60, n.4, p.987-995, 2008.
- FERNANDES, T. Silagem de resíduo úmido de fécula de mandioca na alimentação de vacas em lactação: produção e composição do leite. 2011. 25f. TCC (Trabalho de conclusão de curso em Zootecnia) – Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Marechal Cândido Rondon. PR.
- FERREIRA, G.D.G; CARDOSO, E.C.; OLIVEIRA, R.L.; et al. 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, 2007.
- FERREIRA, G.D.G.; OLIVEIRA, R.L.; CARDOSO, E.C. et al. Valor nutritivo de co-produtos da mandioca. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.8, n.4, p.364-374, 2007.
- FERREIRA, D.F. SISVAR: um programa para análises e ensino de estatística. **Revista Symposium**, v.6, n.1, p.36-41, 2008.
- GREGORY L.; BIERGEL JUNIOR, E.H.; D'ANGELINO, J.L. et al. Valores de referência dos teores séricos da ureia e creatinina em bovinos da raça Jersey criados no estado de São Paulo. Influência dos fatores etários, sexuais e da infecção pelo vírus da leucose dos bovinos. **Arquivos do Instituto Biológico**, v.71, n.3, p.339-345, 2004
- GONZÁLEZ, F.H.D. Composição bioquímica do leite e hormônios da lactação. In: GONZÁLEZ, F.H.D.; DÜRR, J.W.; FONTANELI, R.S. **Uso do leite para monitorar a nutrição e o metabolismo de vacas leiteiras**, 1ª ed. Porto Alegre: Editado por Félix, H.D.; González, F.H.D. et al., v.1, n.1, p.5-22, 2001.
- JOBIM, C.C.; NUSSIO, L.G.; REIS, R.A. et al. Avanços metodológicos na avaliação da qualidade da forragem conservada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, supl. Esp., p.101-119, 2007.
- 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, 2001, 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.
- LIMA, P.; VELOSO C.M; SILVA, F.F. et al. Bagaço de mandioca (*Manihot esculenta*, Crantz) na dieta de vacas leiteiras: consumo de nutrientes. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.60, n.4, p.1004-1010, 2008.

- MARQUES L.T.; FISCHER V.; ZANELA M.B., et al. Produção leiteira, composição do leite e perfil bioquímico sanguíneo de vacas lactantes sob suplementação com sal aniônico. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.5, p.1088-1094, 2011.
- MARQUES, J.A.; CALDAS NETO, S.F. **Mandioca na alimentação Animal**: Parte Aérea e Raiz. Campo Mourão – PR. CIES, 28p. 2002.
- MARTINS, A.S.; PRADO, I.N.; ZEOULA, L.M. et al. Digestibilidade aparente de dietas contendo milho ou casca de mandioca como fonte energética e farelo de algodão ou levedura como fonte protéica em novilhas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.1, p.269-277, 2000.
- MENEGUETTI, C.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, 2008.
- MERTENS, D.R. Predicting in intake and digestibility using mathematical models of ruminal functions. **Journal of Animal Science**, v.64, n.5, p.1548-1558, 1987.
- NRC. NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of dairy cattle**. 7.ed. Washington: National Academy Press, p.184-213. 2001.
- NOCEK, J.E.; TAMINGA, S. Site of digestion of starch in the gastrointestinal tract of dairy cows and its effect on milk yield and composition. **Journal of Dairy Science**, v.74, n.10, p.3598-3629, 1991.
- PEREIRA, J.R.; ROSSI, J.R.P. **Manual prático de avaliação nutricional de alimentos**. Piracicaba; FEALQ, p.34, 1994.
- PIMENTEL-GOMES, F.; GARCIA, C. H. **Estatística aplicada a experimentos agrônômicos e florestais**: exposição com exemplos e orientações para uso de aplicativos. 11ª Ed. FEALQ, Piracicaba, 2002. 309p.
- PIMENTEL-GOMES, F.P. *Curso de Estatística Experimental*. 15ª Ed., FEALQ, Piracicaba. 2009. 451p.
- PIRES, A.V.; SUSIN, I.; SANTOS, F.A.P.; et al. 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.; et al. 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.
- SANTOS, F.A.P.; SANTOS, J.E.P.; THEURER, C.B.; HUBER, J.T. Effects of rumen-undegradable protein on dairy cow performance: a 12-year literature review. **Journal of Dairy Science**, v.81, n.12, p.3182-3213, 1998.
- SCHMIDT, E. L. Silagem de resíduo úmido de fécula de mandioca em substituição ao milho da ração para vacas em lactação: consumo e digestibilidade da matéria seca e dos nutrientes. 2011. 26f. TCC (Trabalho de conclusão de curso em Zootecnia) – Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Marechal Cândido Rondon. PR.
- SILVA, A.V.; PEREIRA, O.G.; GARCIA, R.; et al. 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, p.92, 2002.
- SILVA, F.F.; AGUIAR, M.S.M.A.; VELOSO, C.M. et al. Desempenho de novilhas leiteiras alimentadas com silagem de capim-elefante com adição de diferentes níveis de bagaço de mandioca. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.58, n.2, p.205-211, 2006.
- 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**, v.31, n.2, p.793-801, 2002.
- SKLAN, D.; ASHKENNAZI, R.; BRAUN, A. et al. Fatty acids, calcium soaps of fatty acids, and cottonseeds fed to high yielding cows. **Journal of Dairy Science**, v.75, n.9, 2463-2472, 1992.
- SNIFFEN, C.J.; O'CONNOR, J.D.; VAN SOEST, P.J. et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, v.70, n.7, p.3562-3577, 1992.
- SOUZA, L.C.; ZAMBOM, M.A.; POZZA, M.S.S. et al. Development of microorganisms during storage of wet brewery waste under aerobic and anaerobic conditions. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 41, n.1, p. 188-193, 2012.

- VALADARES FILHO, S.C. Nutrição, avaliação de alimentos e tabelas de composição de alimentos para bovinos. In: **Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, 37. Viçosa, MG. p.267-337, 2000.
- VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of ruminant**. Ithaca: Comstock Publishing Associations, p.476, 1994.
- 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, n.10, p. 3583-3597, 1991.
- WEISS, W.P. Energy prediction equations for ruminant feeds. In: CORNELL NUTRITION CONFERENCE FOR FEED MANUFACTURERS, 61., 1999, Ithaca. **Proceedings...** Ithaca: Cornell University, p.176-185, 1999.

4. Considerações finais

A inclusão do resíduo úmido de fécula de mandioca (RUFM) na dieta de ruminantes pode ser considerada uma alternativa para ser utilizada na alimentação desses, principalmente nas regiões onde há disponibilidade da mandioca durante o ano todo. É importante ter conhecimento da composição do RUFM para fazer um adequado balanceamento da dieta, com objetivo de suprir as exigências do animal e maximizar sua produtividade.

A inclusão de RUFM na dieta pode ser uma alternativa viável para baixar os custos de produção, no entanto, é necessário aprimorar as formas de armazenamento do resíduo nas propriedades, a fim de controlar o desenvolvimento de microrganismos indesejáveis que possam acelerar o processo de deterioração, consequentemente reduzindo seu valor nutricional.

Níveis adequados de inclusão de RUFM devem ser estabelecidos para que a produção de leite não seja afetada de forma negativa. Portanto, a utilização do RUFM na presente pesquisa se mostrou eficiente em níveis que não alterem a produtividade animal, no entanto, mais estudos são necessários para avaliar a eficiência econômica da inclusão do RUFM na dieta de ruminantes.