

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

Ana Ruth Estrela Almeida

**COPRODUTO DE FECULARIA DE MANDIOCA E UREIA PROTEGIDA NA
ALIMENTAÇÃO DE VACAS EM LACTAÇÃO**

Marechal Cândido Rondon - PR

2016

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

ANA RUTH ESTRELA ALMEIDA

**COPRODUTO DE FECULARIA DE MANDIOCA E UREIA PROTEGIDA NA
ALIMENTAÇÃO DE VACAS EM LACTAÇÃO**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual do Oeste do Paraná como requisito parcial do Programa de Pós Graduação em Zootecnia, área de concentração em Produção e Nutrição Animal, para obtenção do título de Mestre em Zootecnia

Orientadora: Dr.^a Maximiliane Alavarse Zambom

Marechal Cândido Rondon - PR

2016

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

ANA RUTH ESTRELA ALMEIDA

**COPRODUTO DE FECULARIA DE MANDIOCA E UREIA PROTEGIDA NA
ALIMENTAÇÃO DE VACAS EM LACTAÇÃO**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual do Oeste do Paraná como requisito parcial do Programa de Pós Graduação em Zootecnia para obtenção do título de Mestre em Zootecnia

Marechal Cândido Rondon, ____/____/____

BANCA EXAMINADORA

Prof.^a Dr.^a Maximiliane Alavarse Zambom
Orientadora – Universidade Estadual do Oeste do Paraná

Prof. Dr. Ronaldo Lopes Oliveira
Membro da banca – Universidade Federal da Bahia

Prof. Dr. Geraldo Tadeu dos Santos
Membro da banca – Universidade Estadual de Maringá

A

Deus, pelo dom da Vida, Saúde e Fé que me proporciona sabedoria, discernimento e resiliência em todos os momentos da minha caminhada.

À minha Mãe,

Rosa Estrela, pelo amor incondicional, educação, conselhos e apoio, que apesar de ausente fisicamente me dá forças para continuar sempre em busca dos meus sonhos e alcançar meus objetivos.

Ao meu Pai,

Antônio Estrela, meu porto seguro, meu herói, pelo amor, educação, incentivo e por sempre estar ao meu lado.

Aos meus irmãos,

Yolanda, Getúlio, João, Marcos, Amanda e Adriana, pela amizade verdadeira, pela companhia nos momentos difíceis, pela motivação e a certeza de que sempre poderei contar com eles.

Aos meus Avós Paternos,

João Estrela e Severina Estrela, meus maiores exemplos de vida, honestidade e amor...
Em meio a tantas dificuldades, me ensinaram a ser forte para vida.

Aos meus primos-irmãos,

Wellington Estrela e Wazinton Estrela, pelo incentivo, carinho, amor, respeito e grande amizade.

Aos meus sobrinhos,

Miguel Estrela e Nicolly Estrela, por serem uma benção na minha vida e alegrarem os meus dias.

A toda minha Família Estrela e meus Amigos pela motivação, amizade, apoio nas minhas decisões e por acreditarem em mim, com grande amor e orgulho a todos vocês...

Dedico

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela vida, força e Fé que me sustentam todos os dias.

Aos meus pais pelo amor, incentivo e apoio nessa jornada e pelos meus avós paternos pelos conselhos e motivações durante toda a minha vida.

Aos meus irmãos e primos pelo carinho e por acreditarem em mim.

Aos meus primos-irmãos pelo apoio, carinho e amizade.

Aos meus amigos da faculdade para a vida Davi Elias, Israel Pires, Kleves Almeida, Laylles Araújo e Vanja Sousa, por serem a minha segunda família, pelo amor, carinho, companheirismo e pelas nossas brincadeiras mais loucas e fantásticas... E em meio às dificuldades e alegrias continuaremos na busca pelos nossos sonhos, e por ser a “república” mais “fuleragem” e divertida da cidade.

À Universidade Estadual do Oeste do Paraná, especialmente ao Programa de Pós Graduação em Zootecnia pela oportunidade oferecida, pela difusão de conhecimentos da área de Zootecnia, pelo acolhimento e por ter possibilitado a realização deste curso.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de estudos.

À Prof.^a Dr.^a Maximiliane Alavarse Zambom, pela oportunidade, pelos ensinamentos, orientação, paciência, compreensão, confiança e amizade durante todo o mestrado. Serei sempre grata!

A todos os professores do Programa de Pós Graduação em Zootecnia da UNIOESTE, pelos ensinamentos e contribuições indispensáveis na minha formação acadêmica.

Ao Paulo Henrique Morsch secretário do Programa de Pós Graduação em Zootecnia pela eficiência, paciência, disponibilidade e auxílio em todos os momentos que precisei.

A fecularia “Horizonte Amido” pelo fornecimento do Coproduto de Mandioca.

À Andressa e ao André, pelos ensinamentos, paciência e auxílio em todos os meus momentos de dúvidas desde o começo do experimento até a finalização deste trabalho.

A todo o grupo do QUALHADA: Andressa Faccenda, André Sanches, Kleves de Almeida, Ricardo Dri, Everline Eckstein, Caroline Hoscheid, Cibele Schneider, Fernando Anschau, Josias Fornari, Jéssica Garcias, Rodrigo Tinini, Marcelo Martini, Gabriele Hoelscher, Jéssica Gabi, Luana Muxfeldt, Maria Luiza Fischer, Maichel Lange, Angela Storti, Luciane Stumpf e Jaqueline Bergmann, pelo acolhimento, pelo agradável convívio, pela ajuda valiosa e comprometimento na execução da secagem do coproduto de mandioca, dos experimentos e das análises laboratoriais, pelas brincadeiras, união, pela amizade solidificada e pelas nossas inúmeras alegrias.

À pós-doutoranda Ludmila Couto Gomes, pela ajuda nos experimentos, paciência e ensinamentos e à pós-doutoranda Mirna Adriane Syperreck, pelo auxílio e ensinamentos na escrita deste trabalho.

Aos funcionários do Núcleo de Estações Experimentais e da Fazenda Experimental Prof. Dr. Antônio Carlos dos Santos Pessoa, pelo auxílio e colaboração no decorrer dos experimentos a campo.

Aos meus sobrinhos “pimpolhos” amores da minha vida.

Aos meus tios, pelo incentivo, carinho e apoio.

A “Dão Vêi”, meu amigo e companheiro de todas as horas.

A minha cunhada Lene pela motivação e carinho.

Aos meus “pimpims” Rogério, Rodrigo, Romário e Júnior pela amizade, brincadeiras e imenso carinho.

Aos colegas Dani Tesche, Emanuelle Cristine e Lucas Wachholz, pelo carinho, acolhimento e por serem pessoas prestativas desde a minha chegada.

A toda a Zootecnia e Pecuária Leiteira do Brasil, profissão e atividade tão indispensável para economia do país e totalmente apaixonante para o profissional das Ciências Agrárias.

Agradeço imensamente!

“Ao menos que modifiquemos a nossa maneira de pensar, não seremos capazes de resolver os problemas causados pela forma como nos acostumamos a ver o mundo”. (Albert Einstein)

COPRODUTO DE FECULARIA DE MANDIOCA E UREIA PROTEGIDA NA ALIMENTAÇÃO DE VACAS EM LACTAÇÃO

RESUMO

Objetivou-se avaliar a eficiência do processo de desidratação ao sol do coproduto de fecularia de mandioca (CFM), bem como o efeito do período de armazenamento sobre sua qualidade nutricional e microbiológica. Realizou-se a curva de desidratação do CFM ao sol e a qualidade nutricional durante 0, 30, 60, 90, 120 e 180 dias de armazenamento e para a qualidade microbiológica, além dos tempos supracitados, foi avaliado também o 15º dia de armazenamento. A qualidade nutricional e a população de leveduras e enterobactérias do CFM não foram afetadas até os 180 dias, porém foi verificado efeito quadrático ($P < 0,05$) para as bactérias do gênero *Clostridium*. Os principais fungos encontrados foram dos gêneros *Aspergillus*, *Fusarium* e *Penicillium*. Nesse contexto, a desidratação do CFM ao sol é uma prática eficiente na conservação desse material, permitindo um elevado tempo de armazenamento. Outro objetivo foi avaliar os níveis de ureia protegida Optigen® II associada ao coproduto de fecularia de mandioca (CFM) na alimentação de vacas em lactação. Para isso foi realizado um estudo utilizando cinco vacas lactantes alimentadas com dietas contendo níveis (0%, 0,4%, 0,8%, 1,2% e 1,6%) de ureia protegida Optigen® II no concentrado. As vacas foram distribuídas em um quadrado latino 5x5, avaliando-se a ingestão e a digestibilidade de nutrientes, a produção e composição do leite, os parâmetros metabólicos, a síntese microbiana e a viabilidade econômica das dietas. Não houve efeito significativo ($P > 0,05$) na ingestão e digestibilidade da matéria seca e demais nutrientes. Os níveis de ureia não influenciaram na produção e composição do leite. Para os parâmetros metabólicos, a glicose no soro não apresentou efeito entre os tratamentos e nem interação entre tempo e tratamento, o nitrogênio ureico do soro não diferiu entre os tratamentos, no entanto houve efeito do tempo e interação entre o tempo e o tratamento. A síntese de proteína microbiana apresentou efeito quadrático ($P < 0,05$), com ponto de máxima estimado em 158,19 g.kg⁻¹ de NDT atribuído ao nível de 0,78% de ureia protegida. Nesse contexto, o nível de 1,6% de ureia protegida associada ao do CFM não afetou a ingestão de matéria seca, digestibilidade da matéria seca e demais nutrientes, bem como a produção e composição de leite garantindo retorno econômico ao setor produtivo.

Palavras-chave: alimentos alternativos, nitrogênio, produção de leite, sincronização

COPRODUCT OF CASSAVA STARCH AND PROTECTED UREA IN COWS DURING LACTATION

ABSTRACT

This study aimed to evaluate the efficiency of the of dehydration process of co-product of sun cassava starch manufacturer (CFM) and the effect of storage period on their nutritional and microbiological quality. CFM dehydration curve of sun and nutritional quality was performed for 0, 30, 60, 90, 120 and 180 days of storage and the microbiological quality, in addition to the aforementioned times was also evaluated the 15th day of storage. The nutritional quality and the population of CFM yeasts and enterobacteria were not affected by the 180 days but a quadratic effect ($P < 0.05$) for the bacteria *Clostridium* genus was verified. The main fungi found were *Aspergillus*, *Fusarium* and *Penicillium*. In this context, the dehydration of CFM to the sun is an effective practice in the conservation of this material, allowing a high storage time. Another objective was to evaluate the levels of protected urea Optigen® II associated with the co-product of cassava starch manufacturer (CFM) for the feeding of dairy cows, for this a study was done using five lactating cows fed diets containing levels (0%, 0.4%, 0.8%, 1.2% and 1.6%) of protected urea Optigen® II in the concentrate. Cows were distributed in a 5x5 Latin square, evaluating the intake and digestibility of nutrients, milk production and composition, metabolic parameters, microbial synthesis and economic viability of diets. There was no significant effect ($P > 0.05$) on the intake and digestibility of dry matter and other nutrients. Urea levels did not influence the production and composition of milk. For metabolic parameters, the glucose in serum had no effect between treatments, and no interaction between time and treatment, serum urea nitrogen did not differ between treatments, but there was the time effect and interaction between time and treatment. The synthesis of microbial protein showed a quadratic effect ($P < 0.05$), maximum point estimated to be 158.19 g.kg⁻¹ TDN assigned to the level of 0.78% protected urea. In this context, the level of 1.6% protected urea associated with the CFM did not affect dry matter intake, digestibility of dry matter and other nutrients, as well as the production and composition of milk ensuring economic return to the productive sector.

Keywords: alternative food, nitrogen, milk production, synchronization

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	11
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	12
2.1 Mandioca	12
2.2 Subprodutos do processamento da mandioca	13
2.3 Coproduto de fecularia de mandioca	14
2.4 Utilização de coprodutos de mandioca na alimentação de ruminantes.....	15
2.5 Ureia e seu metabolismo ruminal	17
2.6 Ureia encapsulada na alimentação de vacas leiteiras.....	20
2.7 Sincronização entre energia e proteína	22
REFERÊNCIAS	24
3. DESIDRATAÇÃO AO SOL DO COPRODUTO DE FECULARIA DE MANDIOCA EM DIFERENTES PERÍODOS DE ARMAZENAMENTO	30
3.1 Introdução	32
3.2 Material e Métodos	33
3.3 Resultados e Discussão	38
3.4 Conclusão.....	45
REFERÊNCIAS	46
4. UREIA PROTEGIDA ASSOCIADA AO COPRODUTO DE FECULARIA DE MANDIOCA NA ALIMENTAÇÃO DE VACAS EM LACTAÇÃO.....	48
4.1 Introdução	50
4.2 Material e Métodos	51
4.3 Resultados e Discussão	57
4.4 Conclusão.....	66
REFERÊNCIAS	67
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	71

1. INTRODUÇÃO

A produção leiteira é uma atividade pecuária praticada em todo o território nacional, que desempenha um papel importante na economia, principalmente de países em desenvolvimento, pois além de envolver a questão social, o leite está entre os seis produtos mais importantes do agronegócio brasileiro, sendo fundamental na alimentação humana e geração de renda para as famílias produtoras.

No cenário internacional, o Brasil é considerado o quinto maior produtor de leite, com mais de 35, 1 bilhões de litros produzidos, proveniente de um rebanho de vacas ordenhadas com mais de 22,803 milhões de cabeças. Neste contexto, o Estado do Paraná surge como o terceiro maior produtor nacional de leite, sendo responsável pela produção de 4,347 bilhões de litros, este valor corresponde a 12,28% do leite total produzido no país, ficando atrás apenas dos Estados de Minas Gerais e do Rio Grande do Sul (IBGE, 2015).

Devido ao volume contínuo da produção de leite no País, tem-se a necessidade de pesquisar novas fontes de recursos alimentares alternativos, assim como os seus valores nutritivos e balanceamento nas rações, de modo que, sejam formuladas para atenderem as necessidades nutricionais dos animais. Desta forma, reduzindo os custos com a nutrição animal sem comprometer o desempenho produtivo dos rebanhos leiteiros, uma vez que, a alimentação ainda permanece como a principal responsável por encarecer os custos de produção.

No que diz respeito à utilização de coprodutos industriais para alimentação animal, o coproduto de fecularia de mandioca surge como alternativa viável ao substituir parcialmente o milho na dieta de vacas em lactação Fernandes et al. (2015). Este fato está diretamente relacionado à alta degradabilidade dos carboidratos não fibrosos em sua composição Zeoula et al. (1999). No entanto, este alimento ainda carece de fontes proteicas que permitam sincronização eficaz de carboidratos e proteínas a fim de permitir uma maior produção de proteína microbiana.

Neste contexto, objetivou-se avaliar o processo de desidratação ao sol, qualidade nutricional e microbiológica do coproduto de fecularia de mandioca (CFM), bem como a utilização do mesmo associado à ureia protegida Optigen® II na alimentação de vacas em lactação.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Mandioca

A mandioca *Manihot esculenta* Crantz é um vegetal concernente à família das *Euphorbiaceae*, considerada uma planta perene e arbustiva, recebendo outras denominações como aipim ou macaxeira em diferentes regiões do País, originária da América do Sul, provavelmente da região Norte e Central do Brasil, nas quais já era cultivada pelos povos indígenas nos preparos de alimentos e bebidas bem antes da chegada dos portugueses ao País (FREIRE FILHO e BAHIA, 2016). A produção de mandioca demonstra uma vasta adaptação às diferentes condições edafoclimáticas, sendo cultivada em todos os climas tropicais e subtropicais do país (FUKUDA e IGLESIAS, 2003), desempenhando uma função importante no recurso alimentar dos brasileiros, com destaque principalmente na culinária nordestina. Segundo Camargo (2003), a mandioca foi descrita pela primeira vez no ano de 1573 por Magalhães Gandavo, no entanto o seu nome científico foi atribuído originalmente por Crantz, em 1766 (CEBALLOS e CRUZ, 2002).

Devido a essa facilidade de adaptação climática, o continente africano contribui com mais de 50% da produção mundial de mandioca, destacando-se principalmente a Nigéria, liderando com mais de 37% do volume produzido desse continente, no entanto esses tubérculos não recebem processamento industrial e a sua produção é destinada principalmente para o consumo humano na forma *in natura* (DERAL, 2015). O continente asiático também apresenta elevada influência na produção dessas raízes, sendo considerado o segundo maior produtor e ao contrário dos países africanos a sua produção é designada ao processo de industrialização e exportação, fabricando amido, fécula, “pellets” e álcool além de outros subprodutos destinados ao consumo animal (FELIPE et al., 2013).

Dentre os 80 países cultivadores desse tubérculo, o Brasil merece destaque apresentando-se como o segundo maior país produtor de mandioca, com aproximadamente 25 milhões de toneladas de raízes produzidas, contribuindo com mais de 15% da produção mundial (SBM, 2015). No entanto, a produção de 2013 apresentou uma queda de 9,4% da produção total comparado ao ano de 2012, reduzindo de 23,41 milhões de toneladas para 21,18 milhões de toneladas, neste ano, devido aos preços de comercialização e às dificuldades climáticas que sucederam na região Nordeste (LSPA, 2013).

Neste contexto do cenário atual, o Estado do Paraná é considerado o segundo maior produtor nacional de mandioca, ficando atrás apenas do Estado do Pará, sendo cultivada com

as finalidades de atender o setor industrial, que representa a maior contribuição, atingindo até 70% da produção de raiz e a menor parcela é destinada à alimentação humana e animal (DERAL, 2015).

A raiz da mandioca é conceituada como a parte mais importante dessa planta, com fontes de carboidratos que podem ser empregados na alimentação humana e animal ou como matéria-prima para o setor industrial (CEREDA, 1994). As suas folhas também merecem destaque quanto aos teores de proteínas, vitaminas A e C, além de vários outros nutrientes (FUKUDA, 2005). A mandioca contém na sua composição os glicosídeos cianogênicos (HCN), que atuam como um fator antinutricional, provocando um efeito tóxico no animal. As diversas cultivares de mandioca são normalmente classificadas como as bravas que apresentam HCN com valores acima de 100 mg/kg (SANTOS et. al., 2008) na polpa fresca, estas raízes são destinadas principalmente para a confecção de farinha e fécula a qual possuem efeito tóxico para o consumo humano e animal. As mansas apresentam quantidades inferiores a 100 mg/kg e podem ser consumida pelos animais e humanos na forma *in natura*, não causando toxicidade ao organismo. No entanto, quando utilizada, a mandioca brava, deve ser processada com tratamento térmico antes do consumo, para eliminação do HCN (FERREIRA, 2010).

Apesar da expressiva produção de mandioca no cenário nacional, a sua cadeia produtiva ainda apresenta-se heterogênea pela falta de participação decisiva das organizações dos produtores e também pela deficiência do apoio das instituições públicas de níveis municipais, estaduais e federais. No entanto, é importante salientar que o Brasil ainda necessita de melhorias em investimentos quanto às inovações e tecnologias, equipamentos para indústria, capacitação dos produtores e principalmente na área da pesquisa (SBM, 2015).

2.2 Subprodutos do processamento da mandioca

Os diferentes subprodutos do processamento da mandioca são considerados as partes que formam a própria planta, incluindo-se os restos de cultura. Podendo ocorrer uma grande oscilação desses subprodutos quanto a sua quantidade e qualidade, estando atribuídos a diversos fatores como a idade da planta, cultivar, solo, clima, tempo após a colheita, tipo e regulagem do equipamento industrial (CARVALHO, 2005).

Mediante a esse processamento industrial da mandioca são gerados grandes quantidades de resíduos sólidos e líquidos, tornando-se um obstáculo para as indústrias processadoras, uma vez que, o seu transporte torna-se oneroso e necessita constantemente de um destino

adequado que na maioria das vezes são lançados de forma indiscriminada no meio ambiente causando problemas de impacto ambiental no solo e cursos d'água.

A mandioca, além de ser um alimento bastante utilizado no consumo humano, fornece matérias primas para alimentação animal em substituição aos alimentos convencionais. Vários são os subprodutos, entre eles destacam-se as cascas da mandioca e cepas que são ricas em fibras, porém, ainda estão aderidas a parte do amido, advindas do descascamento das raízes da mandioca (ARAÚJO e LOPES, 2008). O bagaço ou massa de fecularia que é resultante da prensagem da mandioca para extração do amido ou fécula, sendo constituído de material fibroso da raiz e contém parte do amido que não foi possível de extrair durante o processamento (RODRIGUES et al., 2011).

O farelo de farinha de mesa é um subproduto resultante da fabricação da farinha de mesa e a farinha de varredura conhecida também como pó e resíduo de farinha, provenientes da limpeza das farinheiras com a presença principalmente da farinha suja a qual é considerada inadequada para o consumo humano (MARQUES e CALDAS NETO, 2002). A parte aérea da planta também pode ser utilizada na alimentação animal, na forma *in natura*, silagem e feno, possuindo consideráveis teores de proteína bruta (MODESTO et. al., 2007).

Segundo Caldas Neto et. al. (2000), o uso dos subprodutos advindos das raízes da mandioca possuem alto valor energético, sendo que, tanto o farelo quanto a raspa ou massa de mandioca possuem qualidades nutricionais semelhantes ao do milho, caracterizando-se como fontes substitutas de energia a um menor custo.

2.3 Coproduto de fecularia de mandioca

Ferreira (2005) define como coproduto o material proveniente do beneficiamento da indústria ou do processamento secundário de produtos pecuários, agrícolas e florestais. No entanto é interessante o uso dessa terminologia como forma de não menosprezar o alimento e não preconizar algo desagradável ou inútil, em detrimento à nomenclatura de resíduos e subprodutos, atribuindo dessa forma inferioridade ou a impressão de contaminantes (PEREIRA et al., 2009).

O coproduto das indústrias de fécula, conhecido também como massa de fecularia, massa de mandioca, resíduo de fécula ou resíduo da extração do amido de mandioca é resultante do processo da prensagem das raízes por via úmida para extração do amido, a qual é utilizado na alimentação animal. Deste modo, o processo para a extração de fécula de mandioca dá-se através primeiramente da recepção, lavagem e retirada das cascas, em seguida

ocorre à moagem da mandioca com a adição de água, favorecendo assim a quebra das membranas celulares e expondo os grânulos de amido. Em seguida a este processo é feita a extração da fécula, que acontece em tanques equipados com agitadores e peneiras, consistindo na separação da água, conhecida como “leite de fécula” do material fibroso desse tubérculo, que consiste no resíduo da extração do amido da mandioca. Em seguida esse “leite de fécula” é encaminhado para a separação do amido pelo processo chamado de decantação ou centrifugação, com posterior secagem e moagem (SEBRAE, 2008).

Segundo Jasko et al. (2011), o coproduto de fecularia de mandioca apresenta um alto teor de umidade (85%), constituído de um material fibroso das raízes, com a presença de parte da fécula (amido) que não foi possível extrair durante o processamento.

O excesso de umidade torna o material altamente perecível, causando perdas significativas dos nutrientes, implicando diretamente no uso frequente na alimentação dos animais, além de dificultar a logística de transporte e armazenamento do produto. De acordo com Gonçalves et al. (2014), outro fator que restringe o uso desse coproduto na alimentação animal é exatamente a sua administração na dieta em grande escala, devido ao difícil manuseio e deficiência de equipamentos próprios para o seu uso.

Deste modo, a secagem do coproduto de fecularia de mandioca é uma alternativa viável que permite sua adequada conservação e redução com transportes, proporcionando um material de melhor qualidade que será fornecido aos animais (FERNANDES, 2015). O processo de desidratação pode ser realizado de forma artificial por meio de estufas ou natural, por secagem ao sol, no entanto, dependendo do processo usado para a desidratação, pode gerar aumento nos custos dependendo da tecnologia utilizada e principalmente se o material passar pelo processo de secagem na própria indústria.

É importante ressaltar que a desidratação ao sol depende das condições climáticas e um local propício para a sua execução. Faccenda (2015), pesquisando o processo de secagem ao sol de subproduto da agroindústria por um período de 16 horas de exposição direta ao sol observou que o método foi eficiente para garantir a conservação do material, viabilizando o seu armazenamento.

2.4 Utilização de coprodutos de mandioca na alimentação de ruminantes

É evidente que a alimentação dos animais ruminantes corresponde aos maiores custos dentro do setor pecuário, devido principalmente ao uso em grande escala de ingredientes de alta qualidade nutricional como o milho e a soja que são comumente usados na dieta de

animais não ruminantes, sendo também destinados a alimentação humana. Diante disso a utilização dos coprodutos resultantes do processamento da agroindústria como fontes de nutrientes em dietas de animais de produção merece realce, pois é considerada uma alternativa mediante da necessidade da adição de novos alimentos na cadeia produtiva do leite (FERRO et al., 2014), sem prejudicar o desempenho dos animais e a sua viabilidade econômica.

No entanto, é importante o real conhecimento da composição nutricional dos alimentos e principalmente dos coprodutos, assim como a quantidade necessária de cada ingrediente a ser adicionado na formulação e balanceamento das dietas, desta forma aumentando o seu potencial digestivo e favorecendo ao ruminante a expressão do seu potencial genético e posteriormente otimizar o uso do alimento para as diversas funções produtivas (ABRAHÃO et al., 2006a).

Segundo Jorge et al. (2002), a mandioca e seus coprodutos apresentam grande potencial e disponibilidade para serem utilizados na alimentação animal. Sendo importante ressaltar que o uso desses coprodutos otimizam os custos de produção, uma vez que não são *commodities* comercializados no mercado internacional, além de colaborar na minimização da poluição do ambiente mediante a falta de um destino correto para esse material (FERRO et al., 2014). Entretanto, Zambom et al. (2001) evidencia que em termos de características funcionais dos ruminantes, é importante considerar que os mesmos desempenham uma grande capacidade de aproveitamento de variados tipos de alimentos considerados de baixos teores nutricionais para outras espécies, devido ao processo de fermentação ruminal, proporcionando um melhor aproveitamento de alimentos providos de celulose e hemicelulose.

O consumo de matéria seca é de grande importância na nutrição de ruminantes, devido ao fornecimento das quantidades de nutrientes acessíveis para a manutenção e produção dos mesmos (NRC, 2001). Segundo Brochier e Carvalho (2008), diversos fatores atuam na capacidade de ingestão os quais estão relacionados às características do próprio alimento, ao animal, ambiente e as várias situações de manejos adotados. Porém de acordo com Mertens, (1992) outros fatores estão envolvidos nesse processo de ingestão do alimento, podendo está relacionada à limitada fisiológica, quando a energia da dieta é fornecida além da necessidade do animal, ou pelo enchimento físico do rúmen, causado principalmente pela fibra presente na dieta.

De acordo com Fernandes et al. (2015), o resíduo de extração do amido da mandioca seco possui valores de 86,90% de matéria seca, 1,49% de proteína bruta, 0,36% de extrato etéreo, 39,37% de fibra em detergente neutro, 21,65% de fibra em detergente ácido. O mesmo

autor trabalhando com substituição do milho por este mesmo resíduo constatou que o consumo de matéria seca foi influenciada de forma negativa pelo aumento do nível de substituição do milho. Trabalhos desenvolvidos por Abrahão et al. (2006) com novilhas recebendo dietas à base de milho apresentaram consumo superior de 10,40% quando comparadas as que foram alimentadas com dietas a base de resíduo seco da extração do amido da mandioca.

Marques et al. (2000), em estudos com novilhas verificou ingestão inferior quando alimentadas com diferentes subprodutos da mandioca em comparação ao milho, enfatizando também que a redução do consumo deve-se a baixa quantidade de extrato etéreo presente no resíduo, diminuindo assim a palatabilidade da dieta.

Fernandes (2015), estudando a degradabilidade efetiva desse resíduo de mandioca verificou que as taxas de passagem da matéria seca e matéria orgânica não apresentaram diferenças significativas entre o resíduo e o milho, embora outros autores como Zeoula et al. (1999) afirmam que existe diferenças quanto à degradabilidade do amido, podendo dessa forma prejudicar a fermentação ruminal. Segundo Scoton (2003), a degradação do amido da mandioca no rúmen é considerada alta em relação ao milho, contribuindo para o aumento dos ácidos graxos voláteis (AGV's) em função do aumento da fermentação ruminal e consequentemente provocando maior aporte energético ao animal.

O uso da raspa de mandioca na alimentação de vacas em lactação provocou redução na produção de leite e na eficiência alimentar em estudos feitos por Ramalho et al. (2006), atribuindo essa resposta as diferenças no processo de digestão absorção e metabolismo do milho e da mandioca. Lima (2006) observou que a cada 1% de inclusão de bagaço de mandioca na dieta, aumentou 0,09 kg na produção de leite, atribuindo esse fator ao aumento da ingestão de matéria seca, proteína bruta, carboidratos totais e nutrientes digestíveis totais.

Diante do exposto, pode-se afirmar que a literatura consultada, não concede afirmar quais níveis do coproduto de mandioca são tidos como ideais na alimentação de bovinos de várias categorias do ponto de vista nutricional e econômico.

2.5 Ureia e seu metabolismo ruminal

Dados da literatura relatam que a ureia foi descoberta por um cientista alemão no ano de 1773, porém apenas em 1828 foi considerado o primeiro composto orgânico produzido artificialmente e somente 42 anos depois passou a ser produzida industrialmente. A ureia é formada através da síntese do gás carbônico e da amônia formando o carbamato de amônia

em um reator, sob condições de elevadas temperaturas e pressão, sendo decomposto em ureia e água. Essa descoberta derruba a teoria de que somente organismos vivos como plantas e animais conseguiriam sintetizar compostos orgânicos.

Segundo Santos et al. (2001), a ureia ($\text{CO}(\text{NH}_2)_2$) é um composto orgânico sólido, considerada um nitrogênio não proteico (NNP), quimicamente é classificada como amida, com grande função higroscópica, solúvel em água, álcool e ligeiramente em éter, possui um sabor amargo e com um pH de 9,0. No Brasil, a ureia é bastante comercializada contendo na sua composição química 46,4% de N; 0,55% de biureto, 0,008% de amina livre, 0,003% de cinza, 0,003% de ferro e chumbo e 0,25% de água. Não contém valor energético próprio, sendo deficiente em todos os minerais.

A ureia industrial tornou-se de grande uso e importância durante a Primeira Guerra Mundial de 1914 – 1918, devido a dificuldade de obtenção de alimentos proteicos, a Alemanha passou a adicionar ureia na ração dos bovinos como fontes proteicas, objetivando a produção de leite e carne. Em seguida, a Europa e os Estados Unidos impulsionaram os diversos estudos, fortalecendo dessa forma as pesquisas em função do uso da ureia na alimentação de outros ruminantes como ovinos e bovinos, almejando a diminuição dos custos com a alimentação (HUNTINGTON e ARCHIBEQUE, 1999). O nitrogênio não proteico é um composto que está presente nos animais e plantas não sendo formado por ligações peptídicas de aminoácidos, portanto não é considerado uma proteína (MAYNARD et al., 1984).

Os animais ruminantes possuem grande capacidade de transformarem o nitrogênio não-proteico da dieta em proteína microbiana, através da ação dos microrganismos ruminais, essa descoberta foi verificada por Weiske em 1879. O nitrogênio pode ser proveniente tanto da proteína verdadeira do alimento quanto de outro composto orgânico como a ureia.

Quando a ureia atinge o ambiente ruminal, imediatamente é hidrolisada em amônia e CO_2 pela ação da enzima urease produzida pelas bactérias que estão aderidas ao epitélio ruminal. Em seguida os microrganismos ruminais utilizam essa amônia para a síntese de proteína microbiana. O excesso de nitrogênio, a falta ou a deficiência de uma fonte de energia advinda da dieta aumentam as concentrações de amônia no rúmen, tendo seu pico elevado entre 1 a 2 horas após a alimentação, porém quando se utiliza na dieta dos animais fontes de proteína verdadeira esse pico acontece em torno de 3 a 5 horas, estando ligada também a degradabilidade ruminal dessas fontes fornecidas (SANTIAGO, 2013). O excesso de amônia que não foi incorporado na proteína microbiana será absorvido através da parede ruminal podendo ser excretada na urina (SANTOS e PEDROSO, 2011). A ureia formada pode ser

reciclada para o rúmen por meio da saliva (VAN SOEST, 1994; BUTLER, 1998; HUNTINGTON e ARCHIBEQUE, 1999).

Em casos de vacas em lactação, o excesso de nitrogênio da dieta, pode seguir outro destino, sendo secretado no leite na forma de ureia, servindo como uma ferramenta importante para o monitoramento da nutrição proteica dos rebanhos leiteiros. Deste modo, o uso de dietas com altos níveis de proteína degradável no rúmen (PDR) conduzem a perda tanto de nitrogênio na forma de ureia, quanto de energia utilizada em seu processo de síntese, gerando gasto de energia a qual seria aplicada para a produção de leite ou ganho de peso do animal.

O pH ruminal exerce grande influência na absorção da amônia em excesso pela parede ruminal. Quando o mesmo encontra-se em valores acima de sete, a amônia, em sua forma não ionizada (NH_3), é rapidamente absorvível por difusão simples a taxas linearmente relacionadas ao pH (ABDOUN et al., 2007).

No entanto, a produção de ureia nos organismos ureotélicos ocorre quase que exclusivamente no fígado, iniciando seu ciclo no interior da mitocôndria nos hepatócitos. A amônia presente no interior da matriz mitocondrial hepática reage com o CO_2 na forma de bicarbonato HCO_3^- produzido pelo ciclo de Krebs para a formação do carbamil fosfato. O primeiro passo ocorre quando a ornitina recebe o grupo carbamil do carbamil fosfato dando origem a citrulina que passa para o citosol, com a liberação de um fosfato inorgânico (Pi). Em seguida um segundo grupamento amina, advindo do aspartato, o qual foi originado na mitocôndria por transaminação e transportado para o citosol, une-se à citrulina formando o argininossuccinato, reação essa catalisada pela enzima argininossuccinato sintetase. No terceiro passo, o argininossuccinato é quebrado por uma argininossuccinato liase, liberando arginina e fumarato. E finalmente a enzima arginase hidrolisa a arginina em ornitina e ureia (LEHNINGER, 2002).

A capacidade de formação de ureia no fígado dos ruminantes pode ser excedida e dessa forma resultar no acúmulo de amônia no plasma (SYMONDS et al., 1981), podendo desencadear quadros de intoxicação dos animais. Entretanto essa sintomatologia está menos evidente, uma vez que isso acontece em casos de uso incorreto da ureia.

2.6 Ureia encapsulada na alimentação de vacas leiteiras

A ureia é de grande emprego na alimentação de ruminantes, com maior frequência na produção leiteira. Porém, o seu uso apresenta algumas limitações, devido à baixa palatabilidade e aceitabilidade pelos animais. Segundo Caldas Neto et al. (2008), dietas com fontes de nitrogênio de alta degradabilidade ruminal como por exemplo a ureia, podem permitir maior eficiência microbiana e, conseqüentemente, aumenta o aporte de proteínas para o animal, além de permitir dietas com menores custos.

A ureia como fonte de NNP possui uma rápida hidrólise (SANTOS, et. al, 2011) no entanto, o uso da ureia de forma incorreta no balanceamento das rações, principalmente em excesso, provoca altas concentrações de amônia ruminal, dessa forma excedendo a capacidade do fígado de biotransformá-la em ureia e posteriormente acumula-se na via sanguínea e conseqüentemente provocando intoxicação no animal podendo levá-lo a óbito (AZEVEDO, 2008).

Trabalhos realizados por Jonker et al. (2002) e Arriaga et al. (2009) afirmaram que em vacas leiteiras as perdas de N nas fezes e urina são superiores a 70% do ingerido e cerca de 26% do N ingerido foi secretado como N no leite (SANTOS et al., 2011). Isso torna-se um dado preocupante, pois o N excretado no ambiente provoca impactos negativos causando principalmente a contaminação dos cursos freáticos (ARRIAGA et al., 2009)

Pesquisas têm sido realizadas com a finalidade do desenvolvimento de produtos que proporcionem a lenta liberação de NNP a partir da ureia no ambiente ruminal, devido a sua alta taxa de hidrólise, porém essas alternativas são mais onerosas do que a ureia (AZEVEDO et al., 2008). Dentre os vários produtos podem ser destacados a ureia tratada com formaldeído (PROKOP e KLOPFENSTEIN, 1977); a amiréia (BARTLEY e DEYOE, 1975), um composto resultante da extrusão do amido com a ureia, esse mesmo produto tratado com enxofre foi realizado na Universidade Federal de Lavras na década de 80 sendo atribuído o nome de amiréia (TEIXEIRA et al., 1991); ureia protegida com gordura (FORERO et al., 1980); ureia líquida e cloreto de Cálcio (CASS & RICHARDSON, 1994); ureia protegida com biureto (LOEST et al., 2001), ureia protegida com polímero (Optigen® e Optigen®1200); e ureia protegida com cera vegetal (Optigen®II).

Teixeira et al. (1991) em trabalhos com vacas leiteiras recebendo diferentes fontes de proteína: farelo de soja, amiréia e farelo de algodão não observaram efeito entre os tratamentos para a ingestão de matéria seca e proteína, produção de leite e quantidade de

gordura presente no leite, sugerindo dessa forma o uso de amiréia sem prejudicar a aceitabilidade das dietas e o desempenho de vacas em lactação.

Abreu (2010) avaliou quatro ofertas de ureia de liberação lenta, sendo estas 40, 80, 160 e 320 g/animal/dia e seus efeitos sobre o desempenho de vacas mestiças (Zebu x Holandês), alimentados à base de cana de açúcar. Portanto, não observaram efeito dos níveis de ureia sobre a ingestão de matéria seca, fibra em detergente neutro (FDN) e de extrato etéreo. Apenas efeito linear no consumo de proteína bruta, de acordo com o fornecimento de ureia de lenta liberação.

Em estudos realizados por Santos et al. (2011) com substituição parcial de farelo de soja por mistura isonitrogenada de Optigen® II e polpa cítrica verificaram tendência de aumento na relação entre a produção diária de leite e a ingestão de matéria seca. Souza et al. (2010) observaram que a substituição de farelo de soja por mistura isonitrogenada de Optigen® II e casca de soja não diminuiu o desempenho de vacas com produção diária de 38 kg. Optigen® II, ureia encapsulada com lenta velocidade de liberação de N no rúmen em substituição a ureia, favoreceu o aumento da síntese microbiana *in vitro* (HARRISON et al., 2006).

Segundo Carareto (2007) trabalhos realizados com ureia polimerizada demonstram que a hidrólise ruminal deste composto acontece de forma lenta, favorecendo uma sincronização entre a liberação do N e a degradação da fibra, tornando vantajosa a sua inclusão em níveis maiores na alimentação animal, sendo que não há pico de liberação de amônia, diminuindo os riscos com intoxicações.

Santos (2009) testando substituições parciais do farelo de soja por ureia de liberação lenta ou por ureia em dietas de vacas, com produção média de 31,5kg não observou diferenças significativas nas produções de leite.

Sinclair et al. (2012) em dietas de vacas leiteiras, substituíram o farelo de soja e o farelo de canola por ureia ou ureia de lenta liberação e obtiveram média de consumo de matéria seca de 22,5 kg/dia, não ocorrendo efeito entre os tratamentos.

Trabalhos executados por Castañeda-serrano et al. (2013); Ziguer et al. (2012); Abreu (2010); Galo et al. (2003) dentre eles a maioria com vacas leiteiras, utilizando ureia de liberação lenta na dieta de ruminantes, também não apresentaram diferenças relacionadas ao consumo de matéria seca (CMS).

2.7 Sincronização entre energia e proteína

A eficiência para formular rações para ruminantes em que a taxa de degradação de carboidratos esteja sincronizada com a taxa de degradação de proteínas tem sido bastante discutido. As fontes de proteínas que chegam ao intestino dos ruminantes são advindas da proteína microbiana (Pmic) sintetizada no rúmen, proteína não degradável no rúmen (PNDR) e a proteína endógena (SANTOS e PEDROSO, 2011). O processo de digestão dos alimentos no rúmen, assim como a sua capacidade de transformação dos nutrientes em proteína de alta qualidade, acontece em função da disponibilidade de energia e nitrogênio no rúmen para que a atividade microbiana seja eficiente (RUSSEL et al., 1992).

A sincronização da degradação de carboidratos e de proteína no rúmen permite aumentar a utilização da proteína degradável no rúmen (PDR) e reduzir as perdas de amônia através da parede ruminal (SANTOS e PEDROSO, 2011). Se a taxa de degradação proteica ultrapassar a taxa de fermentação de carboidratos, grandes quantidades de nitrogênio poderão ser perdidas como amônia e ao contrário disso se a taxa de fermentação dos carboidratos ultrapassar a de degradação da proteína, a produção de proteína microbiana pode ser reduzida.

A multiplicação dos microrganismos que possuem a função de fermentarem os carboidratos fibrosos (CF) como a celulose e hemicelulose acontece de forma mais lenta e durante esse processo utilizam amônia como fonte de nitrogênio para a síntese de proteína microbiana (RUSSEL et al., 1992; TEDESCHI et al., 2000). No entanto, dietas com deficiência de nitrogênio resultam em uma significativa depressão da fermentação da fibra. Porém, os microrganismos fermentadores do amido, pectina e açúcares, multiplicam-se de forma mais acelerada e para isso fazem uso tanto da amônia (34%) quanto de aminoácidos (66%) como fonte nitrogenada para síntese de proteína microbiana ruminal (RUSSELL et al., 1992).

Vários são os problemas causados pela a deficiência de energia e proteína no ambiente ruminal como redução da digestibilidade da fibra, depressão do crescimento microbiano ruminal, especialmente dos microrganismos de atuam sobre a fermentação dos CNF, aumento da produção de amônia por desaminação dos peptídeos dietéticos, enchimento ruminal e depressão do consumo voluntário (SIQUEIRA, 2014).

A proteína microbiana na nutrição de ruminantes representa uma importante fonte de aminoácidos de alta qualidade, disponíveis para a absorção, a qual possui uma digestibilidade aparente intestinal de aproximadamente 85% e com uma composição aminoacídica essencial,

semelhantes às proteínas do próprio animal, bem como às aquelas encontradas no leite (CASTAÑEDA-SERRANO e PEÑUELA, 2011).

Segundo Dewhurst et al. (2000a) os estudos sobre síntese de proteína microbiana, ainda apresenta-se confusa e contraditória na literatura, pois há complexos fatores envolvidos nesse processo, principalmente em relação as dificuldades de mensurá-la de maneira adequada. Diante disso, a disponibilidade e a sincronização entre energia e compostos nitrogenados (N) no rúmen, têm sido apontados como os mais importantes fatores que afetam a síntese de proteína microbiana (RUSSELL et al., 1992).

Stern et al. (1994) citam que para o crescimento microbiano são necessário os principais compostos como a proteína bruta e os carboidratos, os quais podem ser fermentados, desta forma proporcionando aminoácidos, nitrogênio amoniacal, cadeia carbônica e energia na forma de ATP, para a síntese microbiana.

REFERÊNCIAS

- ABDOUN, K.; STUMPF, F.; MARTENS, H. Ammonia and urea transport across the rumen epithelium: a review. **Anim. Health Res.**, v.7, p.1-17, 2007.
- 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.
- ABREU, D.C.; **Ureia de liberação lenta em dietas para vacas leiteiras mestiças em pasto ou confinadas**. Dissertação (Mestrado). Mestrado em zootecnia. Universidade Federal de Viçosa. Viçosa – MG. 48p, 2010.
- ARAÚJO, J.S.P.; LOPES, C.A. **Produção de Farinha de Mandioca na Agricultura Familiar**. Niteroi, RJ: Programa Rio Rural, 15p. 2008. (Programa Rio Rural. Manual Técnico, 13).
- ARRIAGA, H.; PINTO, M.; CALSAMIGLIA, S. et al. Nutritional and management strategies on nitrogen and phosphorus use efficiency of lactating dairy cattle on commercial farms: An environmental perspective. **Journal of Dairy Science**, v.92, n.1, p. 204-215, 2009.
- AZEVEDO, E.B. de; PATIÑO, H.O.; SILVEIRA, A.L.F. et al. Incorporação de ureia encapsulada em suplementos proteicos fornecidos para novilhos alimentados com feno de baixa qualidade. **Ciência Rural**, v.38, p.1381-1387, 2008.
- BARTLEY, E.E., C.W. DEYOE. Starea as a protein replacer for ruminants. A review of 10 years of research. **Feedstuffs**, v. 47, p. 42-44, 1975.
- BROCHIER, M.A.; CARVALHO, S. Consumo, ganho de peso e análise econômica de terminação de cordeiros em confinamento com dietas contendo diferentes proporções de resíduo úmido de cervejaria. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.60, n.5, p.1205-1212, 2008.
- BUTLER, W.R. Symposium: optimizing protein nutrition for reproduction and lactation. **Journal of Dairy Science**, v.81, p.2533-2539, 1998.
- CALDAS NETO, S.F.; ZEOULA, L.M.; BRANCO, A.F.; et al. Mandioca e Resíduos das Farinheiras na Alimentação de Ruminantes: pH, Concentração de Amônia e Eficiência Microbiana. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 37, 2000, Viçosa. **Anais...** Viçosa: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2000.
- CARARETO, R. **Uso de uréia de liberação lenta para vacas alimentadas com silagem de milho ou pastagem de capim Elefante manejadas com intervalos fixos ou variáveis de desfolhas**. 2007.113 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura Luis de Queiroz – ESALQ/USP, Piracicaba, 2007.
- CARMARGO, M.T.L.A. Estudo etnobotânico da mandioca (*Manihot esculenta* Crantz – Euphorbiaceae) na diáspora africana. **Anais do Seminário Antropologia da Alimentação**, Fundação Gilberto Freyre, Recife-PE, p.22-30, 2003.

- CARVALHO, J.O.M.; **Subprodutos da mandioca- composição dos resíduos sólidos**. EMBRAPA, 2005.
- CASTAÑEDA-SERRANO, R.D.; FERRIANI-BRANCO, A.; TEIXEIRA, S. et al. Urea de liberación lenta en dietas para bovinos productores de carne: digestibilidad, síntesis microbiana y cinética ruminal. **Agrociencia**, v.47, p.13-24, 2013.
- CASTAÑEDA-SERRANO, R.D.; PEÑUELA, L.M. Técnicas de quantificação da síntese microbiana no rúmen: uma revisão. **Revista CES Medicina Veterinária y Zootecnia**. v.6, p.46-53, 2011
- CASS, J.L.; RICHARDSON, C.R.; SMITH, K.J. Evaluation of slow ammonia release from urea/calcium compounds. **Journal of Animal Science**, v. 27, 1994.
- CEBALLOS, H. e CRUZ, G.A. Taxonomía y morfología de la yuca. **In: La yuca en el tercer milênio. Sistema modernos de producción, procesamiento, utilización e comercialización**. Bernardo Ospina, Héran Ceballus. Cali, Colômbia, p. 16-32, 2002.
- 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.
- DEPARTAMENTO DE ECONOMIA RURAL (DERAL)- **Análise da Conjuntura Agropecuária**. Mandioca- Safra 2015/16. Disponível: http://www.agricultura.pr.gov.br/arquivos/File/deral/Prognosticos/2016/mandioca_2015_16.pdf. Acessado: 07/05/2016
- DEWHURST, R.J.; D.R. DAVIES, and R. J. MERRY. Microbial protein supply from the rumen. **Animal Feed Science and Technology**. 85: 1–21, 2000.
- FACCENDA, A. **Valor nutricional do resíduo seco de cervejaria e sua utilização na alimentação de ruminantes**. Dissertação (Mestrado). Mestrado em zootecnia. Universidade Estadual do Oeste do Paraná. Campus Marechal Cândido Rondon – PR. 83p, 2015.
- FRAIFE FILHO G.A.; BAHIA J.J.S. **Mandioca**. Ceplac-Cepec-BA. <http://www.ceplac.gov.br/radar/mandioca.htm> . Acessado em 10 de Maio de 2016.
- FELIPE, F.I.; ALVES, L.R.A.; VIEIRA, R.M. Fécula de mandioca, produção na Tailândia *versus* Brasil. Mercado & Negócios, **Agroanalysis**, Março, 2013.
- FERNANDES, T.; ZAMBOM, M.A.; CASTAGNARA, D.D. et al. Use of dried waste of cassava starch extraction for feeding lactating cows. **Annals of the Brazilian Academy of Sciences**, v.87, n.2, p. 1101-111, 2015.
- FERREIRA, A.H.C. **Raspa integral da raiz de mandioca para frangos de corte**. (Dissertação) Universidade Federal do Piauí. 2010.
- FERREIRA, A.C.H. **Valor nutritivo de silagens à base de capim elefante com níveis crescentes de subprodutos agroindustriais de abacaxi, acerola e caju**. 2005. Tese

- (Doutorado) - Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG, 2005.
- FERRO, M.M.; MOURA, D.C.; GERON, L.J.V.; Compostos secundários em co-produtos agroindustriais. **Revista de Ciências Agroambientais**, Alta Floresta, MT, v.12, n.1, p.87-100, 2014.
- FORERO, O.; OWENS, F.N.; LUSBY, K.S. Evaluation of slow-release urea for winter supplementation of lactating range cows. **Journal of Animal Science.**, v. 50, p. 532-538, 1980.
- FUKUDA, W.M.G. **Manejo e Conservação de Recursos Genéticos de Mandioca (Manihot esculenta Crantz) na Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical**. Cruz das Almas, BA: EMBRAPA-CNPMPF, 2005. (Circular Técnica 74).
- FUKUDA, W. M. G.; INGLESIAS, C.; SILVA, S. O. **Melhorando da mandioca**. Cruz das Almas: EMBRAPA Mandioca e Fruticultura Tropical, 2003. 53 p. (Documento, 104).
- GALO, E.; EMANUELE, S.M.; SNIFFEN, C.J. et al. Effects of a polymer-coated urea product on nitrogen metabolism in lactating Holstein dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, v.86, n.6, p.2154-2162, 2003.
- GONÇALVES, J.A.G.; ZAMBOM, M.A.; FERNANDES, T. et al. Composição químico-bromatológica e perfil de fermentação da silagem de resíduo úmido de fécula de mandioca. **Bioscience Journal**, v.30, n.2, p.502-511, 2014.
- HARRISON, G.A.; TRICARICO, J.M.; DAWSON, K.A. Effects of urea and Optigen® II on ruminal fermentation and microbial protein synthesis in rumensimulating cultures. **In: NUTRITIONAL BIOTECHNOLOGY IN THE FEED AND FOOD INDUSTRIES**, 2006, Lexington. Proceedings... Lexington: Alltech, 2006.
- HUNTINGTON, G.B., ARCHIBEQUE, S.L. Practical aspects of urea and ammonia metabolism in ruminants. **Proceedings of the American Society of Animal Science**. 1999.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Levantamento sistemático da produção agrícola**, 2015. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/lspa/lspa_201209_5.shtm> Acesso em: 20/05/2016.
- JASKO, A.C.; ANDRADE, J.; CAMPOS, P.F. et al. Caracterização físico-química de bagaço de mandioca in natura e após tratamento hidrolítico. **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, v.5, p.427-441, 2011. Supl.
- JONKER, J.S.; KOHN, R.A.; HIGH, J. Dairy herd management practices that impact nitrogen utilization efficiency. **Journal of Dairy Science**, v.85, n.5, p.1218-1226, 2002.
- JORGE, J.R.V., ZEOULA, L.M., PRADO, I.N. et al. Substituição do milho pela farinha de varredura (Manihot esculenta, Crantz) na ração de bezerros holandeses. 2. Digestibilidade e valor energético. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.31, n.1, p.205-212, 2002.

- LIMA, L.P.; **Bagaço de mandioca (Manihot esculenta, Crantz) na dieta de vacas leiteiras.** Dissertação (Mestrado). Mestrado em zootecnia. Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia. Itapetinga – BA. p.42, 2006
- LEHNINGER, A.L.; **Princípios da Bioquímica.** 3. ed. São Paulo: SARVIER, 2002.
- LÖEST, C.A.; TITGEMEYER, C.E.; LAMBERT, B.D. et al. Urea and biuret as nonprotein nitrogen sources in cooked molasses blocks for steers fed prairie hay. **Animal feed Science and technology**, Amesterdan, v.94, p.115-126, 2001.
- LSPA - LEVANTAMENTO SISTEMÁTICO DA PRODUÇÃO AGRÍCOLA. **Pesquisa Mensal de Previsão e Acompanhamento das Safras Agrícolas no Ano Civil.** Rio de Janeiro v.26 n.8 p.1-84, 2013.
- MARQUES, J.A.; PRADO, I.N.; ZEOULA, L.M. et al. Avaliação da mandioca e seus resíduos industriais em substituição ao milho no desempenho de novilhas confinadas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.5, p.1528-1536, 2000.
- MARQUES, J.A.; CALDAS NETO, S.F. **Mandioca na alimentação Animal: Parte Aérea e Raiz.** Campo Mourão – PR. CIES, 28p. 2002.
- MAYNARD, L.A.; LOOSLI, J.K.; HINTZ, H.F. et al. **Animal Nutrition.** Trad. FIGUEIREDO F.º. A.B.N. 3º ed. Rio de Janeiro. Freitas Bastos, 1984. p. 736.
- MERTENS, D.R. Analysis of fiber and its uses in feed evaluation and ration formulation In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE RUMINANTES, REUNIÃO ANNUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 29, 1992, Lavras. **Anais...** Lavras: SBZ, 1992. p.1-32.
- MODESTO, E.C.; SANTOS, G.T.; JOBIM, C.C. et al. Substituição da silagem de milho pela silagem de rama de mandioca na alimentação de vacas leiteiras: consumo e digestibilidade dos nutrientes. **Acta Scientiarum Animal Sciences**, v. 29, n. 4, p. 359-364, 2007.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrients requirements of dairy cattle.** 7th ed. Washington, D.C: National Academy Press, p.381, 2001.
- PEREIRA, L.G.R; AZEVEDO, J.A.G.; PINA, D.S. et al. Aproveitamento dos coprodutos da agroindústria processadora de suco e polpa de frutas para alimentação de ruminantes. **Embrapa Semi-Árido**, Petrolina, PE, 30 p., 2009. Disponível < http://www.cpatia.e.br/brapa.br:8080/pubçic_electronica/downloads/SD220.PDF> Acesso: 05 de Maio de 2016
- PROKOP, M.J.; T.J. KLOPFENSTEIN. Slow ammonia release urea. **Nebraska Beef Cattle Report**, p.77- 218, 1977
- 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, 2006a.

- RODRIGUES, J.P.M.; CALIARI, M.; ASQUIERI, E.R. Caracterização e análise sensorial de biscoitos de polvilho elaborados com diferentes níveis de farelo de mandioca. **Ciência Rural, Santa Maria**, v. 41, n. 12, p. 2196-2202, 2011.
- RUSSELL, J.P., O'CONNOR, C.D., FOX, D.G. et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets. I. Ruminant fermentation. **Journal of Animal Science**. 70: 3562-3577, 1992.
- SANTOS, G.T.; CAVALIERI, F.L.B.; MODESTO, E.C. Recentes avanços em nitrogênio não protéico na nutrição de vacas leiteiras. In: SINLEITE, 2001, Lavras. **Anais...** Lavras: UFLA. 2001. p.199-228.
- SANTOS, H.R.; PAULA-MORAES, S.V.; VIEIRA, E.A. et al. Teor de ácido cianídrico (hcn) como parâmetro para seleção de possíveis acessos de mandioca resistentes ao percevejo-de-renda. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SAVANAS TROPICAIS, 2., 2008, Brasília. **Anais...** Brasília: Simpósio Internacional Savanas Tropicais, 2008.
- SANTOS, J.F. **Respostas de vacas leiteiras a substituição parcial de farelo de soja por uréia encapsulada**. 2009. 66f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.
- SANTOS, F.A.P.; PEDROSO, A.M. **Metabolismo de proteínas**. p.265-297. In: Nutrição de Ruminantes. 2. ed. Jaboticabal. FUNEP. 2011. 616p
- SANTIAGO, B.T. **Ureia de liberação lenta em dietas de vacas mestiças em lactação**. Dissertação (Mestrado). Mestrado em zootecnia. Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri. Campus Diamantina – MG. 43p, 2013
- SBM- SOCIEDADE BRASILEIRA DE MANDIOCA. 2015. Disponível em: http://www.sbmandioca.org/pagina.php?id_menu_int=6&id_texto_int=80. Acesso em: 04 de Maio de 2016.
- 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**. 2003. 55p. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba.
- SIQUEIRA, G.B.; **Energia e Proteína na nutrição de ruminantes**. Tese (Doutorado). Doutorado em zootecnia. Universidade Federal de Lavras. Lavras – MG. p.51, 2014.
- SEBRAE - SERVIÇO BRASILEIRO DE APOIO ÀS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS. **Mandiocultura, Farinha e Fécula**, Relatório Completo, Estudos de Mercado Sebrae/ESPM, 2008.
- SINCLAIR, L.A.; BLAKE, C.W.; GRIFFIN, P.; JONES, G.H. The partial replacement of soybean meal and rapeseed meal with feed grade urea or a slow-release urea and its effect on the performance, metabolism and digestibility in dairy cows. **Animal**, v.6, n.6, p.920-927, 2012.

- SOUZA, V.L.; ALMEIDA, R.; SILVA, D.F.F. et al. Substituição parcial de farelo de soja por uréia protegida na produção e composição do leite. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.62, n.6, p.1415-1422, 2010.
- STERN, M.S.; CALSAMIGLIA, S.; ENDRES, M.I. Dinámica de metabolismo de los hidratos de carbono y del nitrógeno en el rúmen. **In X CURSO DE ESPECIALIZACION FEDNA**. Madrid, 10 y 11 de Noviembre, 1994.
- SYMONDS, H.W.; MATHER, D.L.; COLLIS, K.A. The maximum capacity of the liver of the adult dairy cow to metabolize ammonia. **The British Journal of Nutrition**, v.46, p.481- 486, 1981.
- TEDESCHI, L.O.; FOX, D.G.; RUSSELL, J.B. Accounting for the effects of a ruminal nitrogen deficiency within the structure of the Cornell Net Carbohydrate and Protein System. **Journal of Animal Science**, v.78, p.1648-1658, 2000.
- TEIXEIRA, J.C. **Nutrição dos ruminantes**. Lavras: ESAL/FAEPE, 1991. 267p.
- VAN SOEST, P.J. **Nutrition ecology of the ruminant**. Ithaca: Comstock Publication Association, 1994. 476p.
- ZAMBOM, M.A.; SANTOS, G.T.; MODESTO, E.C. et al. Valor nutricional da casca do grão de soja, farelo de soja, milho moído e farelo de trigo para bovinos. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, Maringá, v.23, n.4, p.937-943, 2001.
- ZEOULA, L.M.; MARTINS, A.S.; ALCALDE, C.R. et al. Solubilidade e degradabilidade ruminal do amido de diferentes alimentos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.28, n.5, p.905-912, 1999.
- ZEOULA, L.M.; CALDAS NETO, P.F.; BRANCO, A.F. et al. Mandioca e Resíduos das Farinheiras na Alimentação de Ruminantes: pH, Concentração de N-NH₃ e Eficiência Microbiana. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.3, p.1582-1593, 2002.
- ZIGUER, E.A.; ROLL, V.F.B.; BERMUDEZ, R.F. et al. Desempenho e perfil metabólico de cordeiros confinados utilizando casca de soja associada a diferentes fontes de nitrogênio não-proteico. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.41, n.2, p.449-456, 2012.
- ZOCCAL, R. e GOMES, A.T. Zoneamento da produção de leite do Brasil. In: Congresso da Sociedade Brasileira de Economia. **Anais do XLIII Congresso da Sociedade Brasileira de Economia**. 2005

3. DESIDRATAÇÃO AO SOL DO COPRODUTO DE FECULARIA DE MANDIOCA EM DIFERENTES PERÍODOS DE ARMAZENAMENTO

Resumo: Objetivou-se avaliar a eficácia do processo de secagem ao sol do coproduto de fecularia de mandioca (CFM), assim como as possíveis alterações da qualidade nutricional e microbiológica em função dos tempos de armazenamentos. O coproduto foi adquirido na forma úmida e em seguida espalhado sobre uma quadra de concreto para a desidratação. Em função do tempo da secagem foi determinada a curva de desidratação. Posteriormente à secagem, o material foi armazenado em sacos de rafia e estocado em um galpão e as amostras referentes aos tempos 0, 15, 30, 60, 90, 120, e 180 dias de armazenagem foram coletadas para as posteriores análises. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, sendo que os tratamentos foram os tempos de coleta durante a curva de desidratação e os tempos de armazenagem do CFM. A composição bromatológica do coproduto sofreu alterações nos teores de matéria seca, extrato etéreo, fibra insolúvel em detergente neutro e carboidratos totais em função dos períodos de armazenamento. A população de leveduras e enterobactérias não apresentaram efeito em função do tempo de armazenamento. Para bactérias do gênero *Clostridium*, verificou-se efeito quadrático. Os principais gêneros de fungos encontrados no CFM foram: *Aspergillus*, *Fusarium* e *Penicillium*. A desidratação do coproduto de fecularia de mandioca (CFM) ao sol mostrou-se um procedimento eficaz, no entanto é necessário que o material atinja um teor de matéria seca acima de 90% a fim de viabilizar o seu armazenamento por períodos mais prolongados, sem comprometer a sua qualidade nutricional e microbiológica, garantindo a sua conservação.

Palavras-chave: digestibilidade, carboidratos, coproduto agroindustrial, estocagem, valor nutricional

3. SUN DEHYDRATION OF CASSAVA STARCH BYPRODUCT IN DIFFERENT STORAGE PERIODS

Abstract: This study aimed to evaluate the sun drying effectiveness of cassava starch byproduct (CFM), as well as possible changes in nutritional and microbiological quality as a function of storage time. The coproduct was acquired in wet form and then spread on a concrete block for dehydration. Depending on the drying time the dehydration curve was determined. Subsequent to drying, the material was stored in raffia bags and stored in a shed and the samples relating to the times 0, 15, 30, 60, 90, 120, and 180 days of storage were collected for further analysis. The experimental design was completely randomized, and the treatments were the times of collection during dehydration curve and CFM storage times. The chemical composition of coproduct has changed in the dry matter, ether extract, insoluble neutral detergent fiber and total carbohydrates on the basis of storage periods. The enterobacteria and yeast population had no effect depending on the storage time. For bacteria *Clostridium* genus there was quadratic effect. The main fungal genera found in CFM were: *Aspergillus*, *Fusarium* and *Penicillium*. Dehydration of cassava starch byproduct (CFM) at sun proved to be an effective procedure, however it is necessary that the material reaches a dry matter content above 90% in order to enable their storage over longer periods, without compromising their nutritional and microbiological quality ensuring its conservation.

Keywords: digestibility, carbohydrates, coproduct agroindustrial, storage, nutritional value

3.1 introdução

A Mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) é uma planta nativa do Brasil, com grande distribuição mundial, sendo uma cultura que compõe uma das fontes mais acessíveis e econômicas de carboidratos nas regiões tropicais. Apesar da grande produção de mandioca estar direcionada principalmente para o consumo humano, o coproduto gerado, vem destacando-se e ganhando espaço na alimentação dos animais de produção por substituir fontes de alimentos energéticos em diferentes regiões do País.

Segundo dados do IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística), em 2011, a área cultivada foi de 1,798 milhões de hectares, com aproximadamente 26,5 milhões de toneladas, com rendimento médio de 14 t/ha, colocando mundialmente o Brasil como um dos principais produtores deste tubérculo.

Segundo Javorski (2012) o coproduto de mandioca possui baixos valores de matéria seca e o seu armazenamento em condições de aerobiose provocam o crescimento e o desenvolvimento de microrganismos indesejáveis, interferindo de maneira negativa na sua conservação e ocasionando perdas significativas dos nutrientes. No entanto, o alto teor de umidade do coproduto dificulta a logística de transporte, armazenamento e principalmente a conservação por períodos prolongados.

Deste modo, a desidratação representa uma alternativa para simplificar a preservação e aproveitamento dos resíduos de mandioca oriundos da indústria do processamento (VILHALVA et al. 2012), podendo esse processo de secagem ser realizado de forma artificial, por estufas ou natural, pela secagem ao sol, fornecendo condições eficientes para facilitar a estocagem e posteriormente o fornecimento na alimentação dos animais ruminantes (CORRÊA et al., 2008).

Posteriormente a secagem do material, existe a possibilidade de ocorrerem alterações físicas e químicas do coproduto durante a estocagem, principalmente se o local de armazenamento não favorecer uma ventilação adequada e proteção contra a umidade. Além disso, o próprio tempo em que o coproduto permanece armazenado pode influenciar nas características, devido ao envelhecimento do produto. Deste modo, necessita-se do monitoramento da qualidade do material para determinar um tempo ideal de estocagem, garantindo assim uma qualidade satisfatória desse ingrediente, a fim de que se possa utilizá-lo de maneira segura na alimentação animal.

Diante do exposto, objetivou-se com o presente estudo avaliar a eficácia do processo de desidratação ao sol do coproduto de fecularia de mandioca (CFM), assim como as suas

possíveis alterações na qualidade nutricional e microbiológica em diferentes períodos de armazenamento.

3.2 Material e Métodos

O experimento foi conduzido nas dependências do setor de Bovinocultura de Leite da Estação Experimental Prof. Dr. Antonio Carlos dos Santos Pessoa e as análises químicas foram executadas no Laboratório de Análises de Alimentos e Nutrição Animal, as análises microbiológicas foram realizadas no Laboratório de Microbiologia, ambos pertencentes à Universidade Estadual do Oeste do Paraná, *Campus* de Marechal Cândido Rondon – PR. O coproduto de fecularia de mandioca (CFM) foi proveniente da indústria de fecularia denominada “Horizonte Amido” localizada no município de Marechal Cândido Rondon – PR, sendo este adquirido na forma úmida em Outubro de 2014.

O município de Marechal Cândido Rondon, PR apresenta como coordenadas geográficas latitude de 24°19’S e longitude 54°01W, com altitude de 420 m. Possui um clima local classificado segundo Koppen, é do tipo Cfa, subtropical com presença de chuvas bem distribuídas durante o ano e verões quentes, com temperatura mínima de 14°C e média máxima de 28°C (IAPAR, 2000)

Logo após a chegada do material para processo de desidratação, realizaram-se diretamente as amostragens do CFM para as seguintes análises da sua caracterização (Tabela 1).

Tabela 1 – Composição, fracionamento de carboidratos e digestibilidade *in vitro* do coproduto de fecularia de mandioca (CFM)

Variáveis	CFM
Composição química (g/kg de MS)	
Matéria seca ¹	104,10
Matéria orgânica	976,10
Proteína bruta	24,30
Extrato etéreo	4,10
Fibra em detergente neutro	363,70
Fibra em detergente ácido	268,80
Carboidratos não fibrosos ²	584,30
Lignina	44,80
Fracionamento de carboidratos (g/kg de CT) - Sniffen et al. (1992).	
Fração A+B1	627,00
Fração B2	259,40
Fração C	113,40
Digestibilidade <i>in vitro</i> (g/kg) - Tilley & Terry (1963) e Holden (1999).	
Digestibilidade <i>in vitro</i> da matéria seca	880,50

Digestibilidade <i>in vitro</i> da matéria orgânica	858,30
Digestibilidade <i>in vitro</i> da fibra em detergente neutro	663,31

¹Matéria Seca (g/kg de Matéria Natural); ²CNF= 1000-(MM+PB+EE+FDN);

O coproduto de fecularia de mandioca (CFM) foi submetido a um processo de secagem ao sol, sendo distribuído uniformemente sobre quadra de concreto com aproximadamente 300m² e revolvido a cada hora com o uso de ferramentas, formando uma camada de aproximadamente 1,5 cm, com uma densidade de 0,996 kg de matéria seca/m². O material permaneceu disperso na quadra durante dois períodos diurnos e um noturno totalizando 36 horas, sendo que na presença da luz solar o material ficou 16 horas e somente esse tempo, foram considerados os valores para a curva de desidratação e durante o turno da noite o material foi coberto com lona para evitar que o coproduto tivesse reabsorção de umidade em função do orvalho.

No procedimento para a determinação da curva de desidratação foi utilizado um delineamento experimental inteiramente casualizado, com 10 tratamentos, sendo estes os tempos de coleta durante a secagem e 10 repetições. Foram realizadas amostragens de 10 pontos em 10 tempos diferentes da secagem, totalizando 100 amostras. As amostras foram coletadas nos tempos 0, 1, 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, e 16, sendo estes correspondentes aos respectivos horários das 09:00, 10:00, 11:00, 13:00, 15:00 horas do 1º dia de secagem e às 08:00, 10:00, 12:00, 14:00 e 16:00 horas do 2º dia de secagem. Foram coletadas 100 gramas do CFM, colocadas em bandejas de plástico, pesadas e em seguida secas em estufa a 55°C por 72 horas, sendo posteriormente pesadas e moídas para as análises de matéria seca (index no. 920.39) e matéria mineral (index no. 942.05) conforme o procedimento descrito pela AOAC (1990). Os valores das análises de MO foram calculados pela diferença entre MS e MM.

Após o procedimento de desidratação, todo o material foi recolhido da quadra e armazenado em sacos de ráfia, fechados e estocados em um galpão coberto. Em função dos tempos de armazenamento, o CFM foi avaliado durante os meses de outubro de 2014 a abril de 2015, totalizando um período de 180 dias. Foi utilizado um delineamento inteiramente casualizado, com seis tempos de armazenamentos, sendo esses considerados como os tratamentos e quatro repetições. As amostras do coproduto logo após a secagem foram coletadas e estas foram consideradas como zero dia de armazenamento. Por conseguinte, foram coletadas quatro amostras (repetições) referentes a 30, 60, 90, 120 e 180 dias de armazenamento do CFM. Porém, para as análises microbiológicas além dos tempos supracitados foi avaliado também o 15º dia de armazenamento.

As informações sobre as variáveis climáticas (temperatura, umidade relativa do ar, radiação solar e velocidade do vento) observadas durante o tempo de secagem (Tabela 2) foram obtidas da Estação Meteorológica de Marechal Cândido Rondon- PR.

Tabela 2 – Condições meteorológicas apresentadas durante o processo de desidratação ao sol do coproduto de fecularia de mandioca (CFM)

Horas de desidratação	Horas/dia	Temperatura ambiente (°C)	Umidade relativa do ar (%)	Radiação solar (kJ/m ²)	Velocidade do vento (m/s)
0	9:00/1°	28,4	56	987,0	5,5
1	10:00/1°	30,0	54	1488,1	5,9
2	11:00/1°	31,5	50	1928,0	4,8
4	13:00/1°	33,6	52	2137,0	6,0
6	15:00/1°	33,9	54	1556,3	3,7
8	8:00/2°	28,0	63	458,7	3,9
10	10:00/2°	33,6	55	1851,5	3,7
12	12:00/2°	35,2	60	2962,0	4,6
14	14:00/2°	34,4	59	1608,3	4,4
16	16:00/2°	34,2	62	1065,1	5,2

Os valores de temperatura ambiente e umidade relativa do ar durante os tempos de armazenamento do coproduto desidratado da mandioca (CDM) foram obtidos através da Estação Meteorológica de Marechal Cândido Rondon- PR (figura 1).

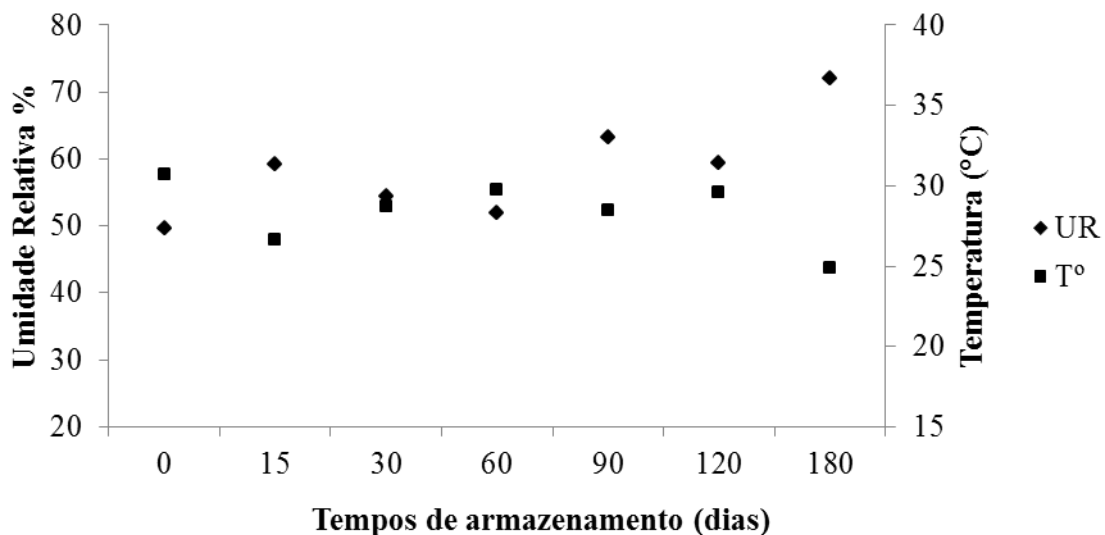


Figura 1: Temperatura ambiente e umidade relativa do ar durante os tempos de armazenamento do coproduto desidratado de mandioca (CDM).

Para cada período de armazenamento foram coletadas as amostras do coproduto, realizadas em 10 sacos de ráfia em 10 pontos diferentes, em seguida essas amostras foram homogeneizadas, levadas ao laboratório e moídas em peneira de 1mm para as seguintes análises de matéria seca, matéria mineral (MM), proteína bruta (PB) e extrato etéreo (EE), segundo o procedimento descrito pela AOAC (1990), além de fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA), de acordo com Van Soest et al. (1991). Os teores de matéria orgânica foram calculados pela diferença entre o teor de MS e o total de MM.

Os teores de carboidratos totais (CT) e de carboidratos não fibrosos (CNF) foram calculados segundo as equações propostas por Sniffen et al. (1992). As frações de carboidratos foram determinadas também segundo estes mesmos autores, sendo as frações A + B₁ (rapidamente degradável), fração B2 (carboidratos fibrosos potencialmente degradáveis) e fração C (carboidratos fibrosos não degradáveis).

A determinação da digestibilidade *in vitro* da matéria seca foi estimada pela técnica descrita por Tilley & Terry (1963) e adaptada por Holden (1999). Nesse procedimento, amostras de 0,25 g de CFM moído referentes aos tempos de armazenamento 0, 30, 60, 90, 120 e 180 dias foram pesadas em triplicata em filtro F57 da ANKOM[®], selados a quente e em seguida incubadas em jarros com a presença de líquido ruminal e solução tampão.

Foram realizadas coletas de líquido ruminal de três bovinos da raça Jersey, castrados, munidos de cânulas ruminais, que foram considerados como as repetições. Os animais foram mantidos em um piquete de grama Tifton (*Cynodon sp.*) recebendo alimentação no cocho de silagem de milho e concentrado composto de milho moído, farelo de soja, CFM e mistura mineral. O líquido ruminal coletado foi mantido em garrafa térmica até o momento de seu uso, utilizando-se CO₂ para manter o ambiente anaeróbio. Posteriormente, o líquido ruminal foi filtrado em tecido de algodão e cerca de 400 mL foram colocados em cada jarro do fermentador.

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

O segundo estágio de incubação foi realizado com a adição de cerca de 40 mL de HCl a 6 N e 8 g de pepsina em cada jarro, mantendo-se a 39°C por mais 24 horas. A pepsina foi previamente dissolvida em 34 mL de água destilada a 35°C durante cinco minutos em

agitador, mantendo-se o pH da solução entre 2,0 a 3,5. Ao término deste período, os jarros foram drenados e os filtros F57 foram lavados com água destilada e secos em estufa a 105 °C por 12 horas. Após, os filtros foram pesados para determinação da matéria seca (MS) residual, e a digestibilidade *in vitro* da MS (DIVMS) foi calculada pela diferença do alimento antes e após a incubação, por meio da fórmula:

$$\text{DIVMS} = \frac{(\text{MS do alimento Inicial} - \text{MS do alimento Residual}) * 100}{\text{MS do alimento Inicial}}$$

A digestibilidade *in vitro* da matéria orgânica (DIVMO) foi determinada por meio da queima em mufla do resíduo do material incubado.

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

Para a avaliação de fungos e leveduras, adicionou-se 225 mL de água destilada estéril em 25 g de amostra, mantendo-a em agitação e a partir desta solução foi pipetado 1 mL em sucessivas diluições de 10⁻¹ a 10⁻⁵, utilizando-se tubos de ensaio contendo 9 mL de água destilada. Posteriormente a partir dos extratos diluídos realizou-se a semeadura nas placas utilizando 0,1 mL de inóculo por placa semeada em superfície. Em seguida, as amostras foram semeadas em profundidade em Batata Dextrose Ágar (BDA) em pH 3,5, acidificado com ácido tartárico 10% (BRACKETT & SPLITTSTOESSER, 1992). As placas foram incubadas em temperatura ambiente por 7 dias. Os microrganismos isolados foram identificados quanto ao gênero pelas características microscópicas das colônias, após o preparo das lâminas.

Após o período de incubação, as colônias foram quantificadas num contador de colônias Quebec e os resultados transformados em logaritmos de base 10.

Para as análises de *Clostridium* e enterobactérias foram determinadas a partir de técnicas de cultura de acordo com Silva et al. (1997). Para isso, 25 g de amostra foram adicionadas a 225 mL de água destilada estéril e mantidas em agitação. A partir desta solução foi pipetado 1 mL em sucessivas diluições de 10⁻¹ a 10⁻⁹, utilizando-se tubos de ensaio contendo 9 mL de água destilada. Posteriormente a partir dos extratos diluídos foi realizada semeadura nas placas utilizando 0,1 mL por placa para as análises de *Clostridium* e 1 mL por placa para a análise de enterobactérias.

Para a contagem de enterobactérias, as amostras foram mantidas em placas com Violet Red Bile Agar (Oxford) sob incubação a 35°C por 24 horas. Para *Clostridium* utilizou-se o meio de cultura Reinforced Clostridial Agar e as placas foram mantidas em incubação anaeróbia utilizando incubadora com sistema de CO₂ a 35°C por 24 horas.

Após o período de incubação, as colônias foram mensuradas com auxílio de um contador de colônias manual e os resultados obtidos foram convertidos para log de base 10.

Os dados da curva de desidratação do CFM, do fracionamento de carboidratos, da digestibilidade *in vitro* e microbiológicos foram analisados por meio da análise de variância e regressão ao nível de 5% de probabilidade. O modelo estatístico utilizado foi:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + E_{ij}$$

Onde:

Y_{ij} = Observação relativa ao i-ésimo tratamento da j-ésima repetição;

μ = Média geral;

T_i = Efeito do i-ésimo tratamento;

E_{ij} = Erro aleatório associado i-ésimo tratamento da j-ésima repetição.

3.3 Resultados e Discussão

No processo de desidratação do CFM, foram observadas médias das condições meteorológicas de temperaturas, umidade relativa do ar, radiação solar e velocidade do vento, de 32,06°C, 53,80%, 1782,44kJ/m² e 5,3 m/s, respectivamente (Tabela 1).

Foi verificado efeito linear positivo ($P < 0,05$) para os teores de matéria seca em função das horas de exposição ao sol, neste processo de secagem, quanto mais alta a temperatura ambiente em conjunto com a velocidade do vento, incidência de raios solares e a baixa umidade relativa do ar proporcionaram a aceleração da velocidade de desidratação do material (Figura 2).

Faccenda (2015), realizando trabalhos com a secagem de resíduo úmido de cervejaria (RUC), também verificou efeito linear crescente no teor de matéria seca do resíduo. Vilhalva et al. (2012) em estudos com secagem convencional da casca de mandioca proveniente de resíduos da indústria de amido, verificaram que, quanto mais alta a temperatura, maior a taxa de secagem.

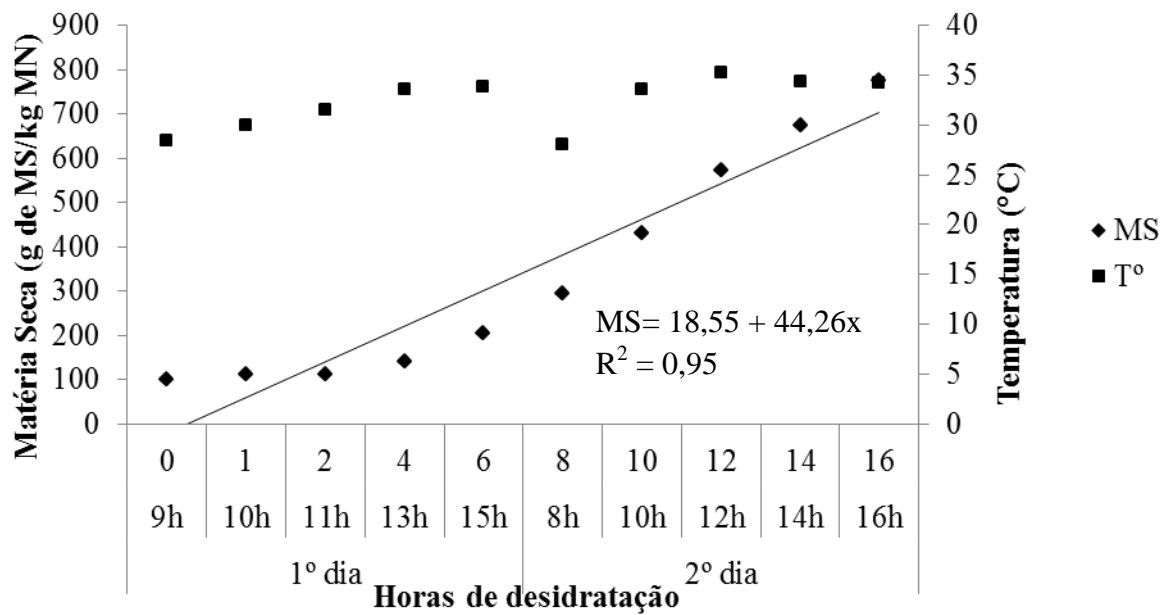


Figura 2. Teores de matéria seca em g de MS/kg MN e temperatura do coproduto de fecularia de mandioca durante o período de desidratação

No início da secagem do coproduto, o mesmo apresentava um valor de 104,10 g/kg MS, sendo que a cada hora de desidratação ao sol houve um aumento de 44,26 g/kg MS. Essa taxa de desidratação permitiu que o CFM chegasse ao final desse processo apresentando um teor de matéria seca de 918,8 g/kg.

Ressaltando que o teor de matéria seca observado ao final da secagem do coproduto, foi considerável para proporcionar a conservação desse material, deste modo o valor encontrado ultrapassa de 906 g/kg de MS, recomendado como ideal para a conservação de fenos de forragem segundo Calixto Júnior et al. (2007), que por consequência também inibe a proliferação das bactérias responsáveis pela degradação e deterioração do produto.

Os tempos de armazenamento influenciaram ($P= 0,01$) nos teores de MS do CFM, que apresentaram efeito linear positivo, esse comportamento está associado às condições de umidade do ar em cada tempo de armazenagem, sendo que os teores de MS reduziram nos dias 30, 60, 120 e 180 dias. (Tabela 3).

Tabela 3. Composição bromatológica do coproduto de fecularia de mandioca em função dos tempos de armazenamentos em g/kg de MS

Variáveis	Tempos de armazenamento (dias)						<i>P Value</i>		R^2	EPM ¹
	0	30	60	90	120	180	Linear	Quad.		
MS ²	918,8	890,7	895,6	900,5	894,0	886,8	0,011	0,319	0,46	0,61
MO ³	971,9	964,1	967,7	972,2	973,1	969,9	0,112	0,873	-	0,14

PB ⁴	25,5	20,3	21,2	18,3	18,3	20,6	0,128	0,070	-	0,14
EE ⁵	4,30	4,20	4,20	4,10	4,10	3,90	<0,001	0,550	0,69	0,00
FDN ⁶	393,9	427,8	437,3	422,0	436,6	404,4	0,826	0,029	0,77	1,46
FDA ⁷	267,3	258,7	310,0	302,1	272,2	268,0	0,935	0,067	-	1,56
Hemi ⁸	126,6	169,0	127,2	119,8	164,3	136,4	0,935	0,860	-	2,36
Celulose	226,2	217,1	268,7	261,1	231,5	227,9	0,863	0,068	-	1,56-
Lignina	41,1	41,6	41,3	41,0	40,7	40,1	0,269	0,722	-	0,19
CNF ⁹	545,4	516,4	511,2	531,8	515,1	545,0	0,954	0,053	-	1,44

¹EPM: Erro Padrão da Média; ²MS: Matéria seca g/Kg MN; ³MO: Matéria orgânica; ⁴PB: Proteína bruta; ⁵EE: Extrato etéreo; ⁶FDN: Fibra insolúvel em detergente neutro; ⁷FDA: Fibra insolúvel em detergente ácido; ⁸Hemic: Hemicelulose; ⁹CNF: Carboidratos não fibrosos ${}^2\hat{Y} = 90,7312 - 0,0119x$; ${}^5\hat{Y} = 0,432071 - 0,000182x$; ${}^6\hat{Y} = 39,9651 + 0,0779x - 0,0004x^2$

Para os valores de MO, PB, FDA, hemicelulose, celulose e lignina não foram observadas mudanças significativas ($P > 0,05$) na composição química em função dos períodos de armazenamento. Esses dados corroboram os trabalhos realizados por Javorski et al. (2015), que também não observaram diferenças significativas quando estudaram as alterações na composição química dos nutrientes quanto a MO, PB, FDA, celulose e lignina do resíduo de mandioca ao longo dos 21 dias de armazenamento. Quanto aos teores de proteína bruta, obteve-se uma média de 20,70 g/Kg de MS, valor bem próximo observado pelos autores supracitados que variaram de 15,40 g/Kg no 15º dia a 18,90 g/Kg de MS do 21º dia de armazenamento (Tabela 3).

Os teores de EE apresentaram uma média de 4,1 g/Kg MS comportando-se de forma linear negativa ($P < 0,05$) ao longo dos períodos de armazenamento. Os CNF não diferiram ($P > 0,05$) entre os tempos de armazenamento, obtendo-se uma média de 527,48 g/Kg MS.

Para os teores de FDN verificou-se efeito quadrático com ponto de máxima estimado em 437,5 g /kg MS aos 97 dias de armazenamento. Trabalhos realizados por Gonçalves et al. (2014), avaliando a composição química da silagem de resíduo de fécula de mandioca pré seca, observaram que os teores de FDN do resíduo reduziram após 28 e 56 dias de ensilagem apresentando valores de 414,2 g/kg no dia zero, 37,09 g/kg no 28º dia e 36,63 g/kg no 56º dia.

O CFM apresenta grande variabilidade química, pois é dependente da origem da matéria prima e da técnica de processamento utilizada. Segundo Faccenda (2015), os resíduos da agroindústria não possuem um padrão de qualidade bem definido para sua comercialização e devido a isso tem-se uma variabilidade química muito grande do material.

Tendo em vista que o coproduto de fecularia de mandioca (CFM) é considerado uma fonte de carboidratos, composto pela fração A+B1, sendo que os valores desses carboidratos

não fibrosos estão representados principalmente pelos açúcares solúveis e amido. Os dados mostraram efeito quadrático ($P < 0,05$) para esta fração, tendo seu ponto de mínima estimado em 584,30 g/kg aos 9,47 dias do período de armazenamento (Tabela 3). Carvalho et al. (2007) afirmaram que os alimentos que contêm altas proporções da fração A+B1 são classificados como ótimas fontes de energia para o crescimento da microbiota ruminal.

Tabela 4. Fracionamento de carboidratos do coproduto de fecularia de mandioca em função dos tempos de armazenamento em g/kg de MS

Variáveis	Tempos de armazenamentos (dias)						<i>P value</i>		R ²	EPM ¹
	0	30	60	90	120	180	Linear	Quad		
Fracionamento de carboidrato (g/kg de CT)										
Fração A+B1	587,0	568,0	556,0	552,0	556,0	585,0	0,890	0,034	0,75	1,50
Fração B2	304,0	325,0	338,0	343,0	340,0	311,0	0,693	0,028	0,73	1,51
Fração C	106,0	106,0	105,0	104,0	106,0	106,0	0,232	0,606	-	0,32

¹EPM: Erro Padrão da Média; ²Y= 58,789012 - 0,076785x + 0,00419x²; ³Y= 30,437024 - 0,0083167x - 0,000439x²

A fração B2 também apresentou efeito quadrático ($P < 0,05$) tendo seu ponto de máxima estimado em 304,80 g/kg aos 9,47 dias de armazenamento. Sendo que os valores da fração B2 diminuíram a partir dos 120 dias. Essa resposta pode estar vinculada ao fato dos valores do FDN da composição bromatológica do CFM também terem apresentado efeito quadrático mostrando uma redução na sua concentração aos 180 dias de armazenamento.

A fração C, considerada não degradável, composta principalmente por componentes fibrosos presentes na parede celular não diferiu ($P < 0,05$) entre os tratamentos, esse fator pode está associado a não significância dos teores de lignina presente na composição química do coproduto durante o período em que o material permaneceu armazenado.

A DIVMS apresentou efeito quadrático, atingindo seu ponto de mínima em 782,20 g/kg MS observado aos 58,90 dias de armazenamento, no entanto, é importante ressaltar que a DIVMS deste coproduto manteve-se elevada em todos os tempos avaliados (Tabela 4). Fernandes (2014) avaliou a DIVMS desse mesmo coproduto, obtendo um índice de 889,20 g/kg MS valor superior ao encontrado no presente estudo.

A DIVMO também apresentou um efeito quadrático com ponto de mínima estimado em 793,50 g/kg MS. Este valor, portanto, foi atribuído aos 64,46 dias de armazenamento. Fernandes (2014) observou valores superiores para digestibilidade da MO (909,30 g/kg MS), no entanto, o processamento para obtenção do coproduto de fecularia de mandioca do

presente estudo difere da técnica utilizada por Fernandes (2014) o qual foi seco pela indústria, assim, as diferenças observadas para *DIVMO* podem estar atreladas ao processamento do coproduto.

Tabela 5 – Digestibilidade *in vitro* da matéria seca (*DIVMS*), da matéria orgânica (*DIVMO*) e da parede celular (*DIVFDN*) em g/kg de MS do CFM em função dos tempos de armazenamento

Variáveis (%)	Dias de armazenamento						P value		R ²	EPM ¹
	0	30	60	90	120	180	Linear	Quad		
<i>DIVMS</i> ²	810,4	760,9	778,4	777,7	820,9	819,5	0,010	0,017	46,13	1,05
<i>DIVMO</i> ³	819,3	778,8	793,1	784,3	826,5	826,2	0,051	0,026	47,16	1,09
<i>DIVFDN</i> ⁴	609,1	649,7	677,2	670,8	554,1	559,3	<0,001	0,001	54,61	1,60

¹EPM: Erro Padrão da Média; ² $\hat{Y} = 79,3324 - 0,0377x + 0,00032x^2$; ³ $\hat{Y} = 80,6409 - 0,03997x + 0,00031x^2$; ⁴ $\hat{Y} = 62,6167 + 0,07999x - 0,00081x^2$

A *DIVFDN* apresentou um efeito quadrático, com o valor máximo estimado em 64,59 g/kg MS o qual foi observado nos 49,37 dias de armazenamento. Pode-se observar uma redução na *DIVFDN* após os 90 dias de armazenamento. Estes valores são inferiores aos citados por Fernandes (2014), que apresentou 815,20 g/kg MS de digestibilidade da FDN do mesmo coproduto. A baixa *DIVPC* observada aos 120 e 180 dias pode está associada às pequenas alterações ocorridas nos conteúdos de celulose do CFM (Tabela 2) nos mesmos dias de armazenamento.

A população de leveduras não diferiu significativamente em função dos tempos de armazenamento (Tabela), sendo que o valor médio foi de 1,80 log UFC/g, resultado esse, considerado inferior ao obtido por Javorski et al. (2015), estudando o perfil microbiológico no resíduo da extração do amido de mandioca armazenado em condições aeróbicas durante 21 dias, observou valores médios acima de 3,2 UFC/g.

As leveduras são microrganismos que possuem a função de consumir os carboidratos solúveis, principalmente de materiais ensilados, provocando dessa forma alterações no valor nutricional do alimento. No entanto, valores de levedura acima de 5,0 log UFC/g presente em materiais ensilados estão mais propensos à degradação dos nutrientes do material.

Tabela 6 – Ocorrência de leveduras enterobactérias em log UFC/g no coproduto de fecularia de mandioca (CFM) em diferentes tempos de armazenamento

Variável	Dias de armazenamento							P value		R ²	EPM ¹
	0	15	30	60	90	120	180	L	Q		
Leveduras	1,69	2,93	1,46	1,48	2,07	1,21	1,77	0,120	0,201	-	0,25
Enterobactérias	0	2,83	0,33	1,52	0,83	0,73	0,65	0,325	0,445	-	0,40

¹EPM: Erro Padrão da Média

A população de enterobactérias não sofreu efeito em função do tempo de armazenamento ($P > 0,05$), sendo que seu valor médio foi de 0,98 log UFC/g (Figura 5). Os valores do presente trabalho foram bem inferiores aos obtidos por Gonçalves et al. (2014) que encontraram 5,08 e 5,65 log UFC/g para o resíduo úmido ou pré seco de fécula de mandioca, respectivamente.

A baixa população de enterobactérias verificadas no CFM é considerada uma resposta vantajosa, pois segundo Castro et al. (2006), afirmam que o desenvolvimento desses microrganismos é indesejável, pois fermentam carboidratos a ácido acético e possuem a habilidade para degradar as proteínas do alimento.

Os principais gêneros de fungos presentes no CFM foram: *Aspergillus*, *Fusarium* e *Penicillium*, sendo que os fungos do gênero *Fusarium* foram menos observados em todos os tempos de armazenamento (Figura 4). Observou-se que não houve presença de *Fusarium* no tempo 0, 30 e 60, apenas aos 15, 90, 120 e 180 dias de armazenamento. Em todos os tempos de estocagem houve presença de *Aspergillus*, e *Penicillium*, sendo que aos 15 e 180 dias de armazenamento houve maior população de fungos do gênero *Aspergillus*, esse fato deve-se ao aumento da umidade relativa do ar e das temperaturas do ambiente (figura 1), no período de estocagem do coproduto. De acordo com Lazzari (1997) os principais fatores que condicionam o desenvolvimento de fungos durante o armazenamento de alimentos são umidade, temperatura, período de armazenamento, impurezas e insetos. Já para os fungos do gênero *Penicillium* suas maiores populações foram para 0 e 30 dias de armazenamento.

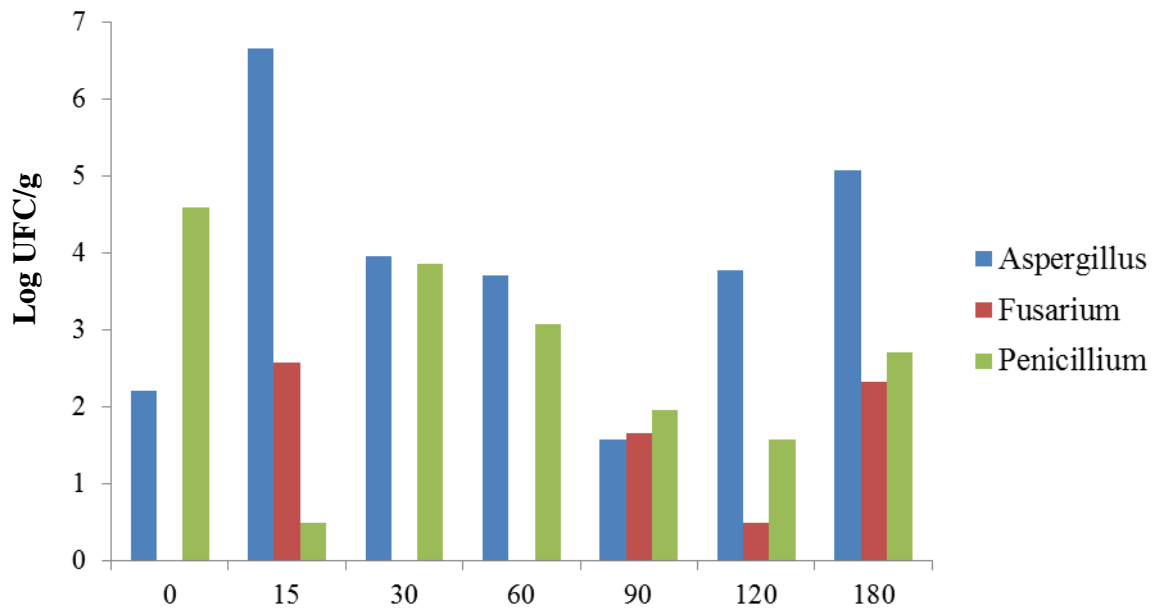


Figura 3. Ocorrência de fungos (log UFC/g) no coproduto de fecularia de mandioca em diferentes tempos de armazenamento

Gonçalves et al. (2014) ao avaliarem o resíduo úmido de fécula de mandioca ensilado *in natura* ou após a pré secagem ao sol por três horas, observaram que houve maiores quantidades de fungos e leveduras no resíduo úmido comparado com o resíduo pré-seco no momento da ensilagem.

Javorski (2012), ao avaliar a qualidade do resíduo úmido de fécula de mandioca na dieta de vacas holandesas em lactação, após três dias de estocagem do material observou valores de fungos acima de 5,2 log UFC/g do resíduo. Este número elevado pode ter sido ocasionado pela presença de oxigênio e altos teores de umidade do material, demonstrando que a secagem é uma alternativa para controlar o crescimento desses microrganismos.

Para as bactérias do gênero *Clostridium* foi influenciados de forma cúbica (Figura 6). As variações na população dessas bactérias podem estar atreladas a pequenas mudanças na umidade do resíduo, uma vez que quando a umidade relativa do ar encontra-se elevada, podem ocorrer à absorção dessa umidade pelo resíduo, propiciando um maior desenvolvimento dos *Clostridium*. Valores maiores foram descritos por Gonçalves et al., (2014) que ao avaliarem o resíduo úmido ou pré seco de fécula de mandioca no momento da ensilagem obtiveram valores de *Clostridium* de 8,65 e 8,03 log UFC/g, respectivamente.

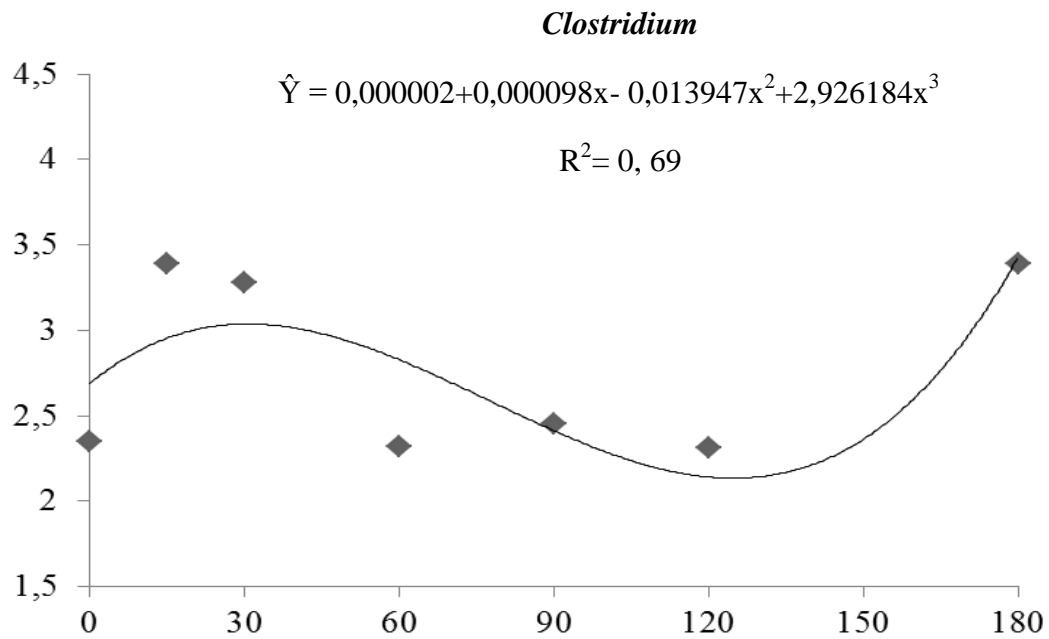


Figura 6. Presença de clostridium (log UFC/g) no CFM em diferentes tempos de armazenamento

Logo, é necessário inferir sobre a extrema importância na secagem do material, pois, a umidade relativa do ar propicia o desenvolvimento de bactérias indesejáveis como *Clostridium*. De acordo com Javorski et al. (2015) um baixo teor de matéria seca e a armazenagem em condições com presença de oxigênio facilitam a presença de microrganismos indesejáveis, que interferem negativamente na vida útil de alimentos e alteram suas propriedades nutricionais.

3.4 Conclusão

A desidratação do coproduto de fecularia de mandioca (CFM) ao sol mostrou-se um procedimento eficaz, no entanto é necessário que o material atinja um teor de matéria seca acima de 90% a fim de viabilizar o seu armazenamento por períodos mais prolongados, sem comprometer a sua qualidade nutricional e microbiológica, garantindo a sua conservação.

REFERÊNCIAS

- AOAC - ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis**. 16. ed., Arlington: AOAC Internacional, 1990. 1025p.
- BRACKETT, R.E e SPLITTSTOESSER, D.F. Fruits and vegetables. In: VANDERZANT, C., SPLITTSTOESSER, D. F. **Compendium for the Microbiological Examination of Foods**. 3rd ed. Washington DC: American Public Health Association, 1992. p. 919-927.
- CARVALHO, J.L.H. de. **A mandioca: raiz e parte aérea na alimentação animal**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 1997. 11p.
- CALIXTO JÚNIOR, M.; JOBIM, C.C.; CANTO, M.W. Taxa de desidratação e composição química bromatológica do feno de grama-estrela (*Cynodon nlemfuensis* Vanderyst) em função de níveis de adubação nitrogenada. **Revista Semina: Ciências Agrárias**, v.28, n.3, p.493-502, 2007.
- CARVALHO, G.G.P.; GARCIA, R.; PIRES, A.J.V. et al. Fracionamento de carboidratos de silagem de capim-elefante emurchecido ou com farelo de cacau. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.4, p.1000-1005, 2007.
- CORRÊA, J.L.G.; SILVA FILHO, E.D.; BATISTA, M.B. et al. Desidratação osmótica de tomate seguida de secagem. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v. 10, n. 1, p. 35-42, 2008.
- EVANGELISTA, A.R.; SIQUEIRA, G.R.; LIMA, J.A. et al. Alterações bromatológicas e fermentativas durante o armazenamento de silagens de cana-de-açúcar com e sem milho desintegrado com palha e sabugo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa - MG, v. 38, n. 1, p. 20-26, Jan., 2009.
- FACCENDA, A. **Valor nutricional do resíduo seco de cervejaria e sua utilização na alimentação de ruminantes**. Dissertação (Mestrado). Mestrado em zootecnia. Universidade Estadual do Oeste do Paraná. Campus Marechal Cândido Rondon – PR. 83p, 2015.
- FERNANDES, T.; **Utilização de resíduo da extração do amido da mandioca seco na alimentação de ruminantes**. Dissertação (Mestrado). Mestrado em zootecnia. Universidade Estadual do Oeste do Paraná. Campus Marechal Cândido Rondon – PR. 69p, 2014.
- FERNANDES, T.; ZAMBOM, M.A.; CASTAGNARA, D.D. et al. Use of dried waste of cassava starch extraction for feeding lactating cows. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v.87, n.2, p. 1101-111, 2015.
- FERREIRA, M.F.P.; PENA, R.S. Estudo da secagem da casca do maracujá amarelo. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v. 12, n. 1, p. 15-28, 2010.
- FERREIRA, D.J. **Resíduo desidratado da agroindústria de cervejaria na produção de silagem de capim-marandu**. Tese de doutorado. Universidade Federal de Viçosa: Minas Gerais, 2013.

- GOERING, H.K., VAN SOEST, P.J. 1975. **Forage fiber analyses (apparatus, reagents, procedures, and some applications) Agriculture Handbook 379**. United States Department of Agriculture. 20p.
- GONÇALVES, J.A.G.; ZAMBOM, M.A.; FERNANDES, T. et al. Composição químico-bromatológica e perfil de fermentação da silagem de resíduo úmido de fécula de mandioca. **Biosci. J.**, Uberlândia, v. 30, n. 2, p. 502-511, mar./apr. 2014.
- HOLDEN, L.A. Comparison of methods of in vitro dry matter digestibility for tem feeds. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v. 82, p. 171794, 1999.
- INSTITUTO AGRONÔMICO DO ESTADO DO PARANÁ. **Cartas climáticas do Estado do Paraná 2000**. Londrina, IAPAR, 2000. 49 p. ilustr. (IAPAR, Documento, 18).
- JAVORSKI, C.R. **Utilização de resíduo úmido de fécula de mandioca na dieta de vacas holandesas em lactação**. Dissertação (Mestrado). Mestrado em zootecnia. Universidade Estadual do Oeste do Paraná. Campus Marechal Cândido Rondon – PR. 55p, 2012.
- JAVORSKI, C.R.; ZAMBOM, M.A.; POZZA, M.S.S. et al. Stoking residue from extraction of cassava starch without the use of storage technologies. **Ciência. Rural**. Santa Maria, v.45, n.3, p.405-411, 2015.
- SILVA, N.; JUNQUEIRA, V.C.A.; SILVEIRA, N.F.A. **Manual de métodos de análise de alimentos**. São Paulo: Livraria Varela, 1997. 295p.
- SNIFFEN, C. J. et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, v. 70, p. 3562-3577, 1992
- SWEENEY, M. J; DOBSON, A.D.W. Mycotoxin production Aspergillus, Fusarium and Penicillium species. **International Journal of Food Microbiology**, Amsterdam, v.43, p. 141 -158, 1998.
- TILLEY, J.M.A., TERRY, R.A., A two stage technique for the in vitro digestion of forage crops. **Journal of British Grassland**. v18, n.2, p.104-111, 1963.
- VAN SOEST, P.J.; ROBERTSON, J.B.; LEWIS, B.A. Carbohydrate methodology, metabolism, and nutritional implications in dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, v.74, n.10, p.3583-3597, 1991.
- VILHALVA, D.A.A.; SOARES-JÚNIOR, M.S.; CALIARI, M. et al. Secagem convencional de casca de mandioca proveniente de resíduos de indústria de amido. **Pesq. Agropec. Trop.**, Goiânia, v. 42, n. 3, p. 331-339, jul./set. 2012.

4. UREIA PROTEGIDA ASSOCIADA AO COPRODUTO DE FECULARIA DE MANDIOCA NA ALIMENTAÇÃO DE VACAS EM LACTAÇÃO

Resumo: Objetivou-se avaliar os níveis de ureia protegida associada ao uso do coproduto de fecularia de mandioca (CFM) para vacas de raça Holandês em lactação. Foram utilizadas cinco vacas com aproximadamente 100 dias de lactação, distribuídas em um quadrado latino 5x5, as quais foram alimentadas com dietas contendo níveis crescentes (0%, 0,4%, 0,8%, 1,2% e 1,6%) de ureia protegida no concentrado. A dieta era composta de 55% de silagem de milho e 45% de concentrado. As variáveis analisadas foram a ingestão e a digestibilidade da matéria seca e dos nutrientes, parâmetros metabólicos, produção e composição do leite, síntese microbiana e a viabilidade econômica das dietas. Conforme os tratamentos, não houve diferenças para a ingestão e coeficientes de digestibilidade da matéria seca, e dos nutrientes. A produção e composição do leite não foram influenciadas pelos tratamentos. Os valores de contagem de células somáticas e contagem bacteriana total também não diferiram entre os tratamentos. A glicose no soro sanguíneo não apresentou alterações entre os tratamentos e nem interação entre tempo e tratamento. O nitrogênio ureico do soro não diferiu entre os tratamentos, no entanto houve efeito do tempo e interação entre o tempo e o tratamento. A síntese de proteína microbiana apresentou efeito quadrático ($P < 0,05$), com ponto de máxima estimado em $158,19 \text{ g.kg}^{-1}$ de NDT atribuído ao nível de 0,78% de ureia protegida. Recomenda-se o uso de até 1,6% de ureia na forma protegida associada ao uso do CFM na alimentação de vacas leiteiras sem alterar a ingestão de matéria seca, digestibilidade aparente da matéria seca e demais nutrientes, bem como a produção e composição do leite garantindo retorno econômico ao setor produtivo.

Palavras-chave: digestibilidade, ingestão, produção leiteira, síntese microbiana, coproduto agroindustrial

4. UREA PROTECTED ASSOCIATED TO THE CASSAVA STARCH BYPRODUCT IN THE FEEDING OF COWS DURING LACTATION

Abstract: This study aimed to evaluate the urea levels protected associated with the use of cassava starch byproduct (CFM) for Holstein cows in lactation. Five cows were used with approximately 100 days of lactation, distributed in a 5x5 Latin square design, which were fed diets with increasing levels (0%, 0.4%, 0.8%, 1.2% and 1.6%) of protected urea in the concentrate. The diet consisted of 55% corn silage and 45% concentrate. The variables analyzed were the intake and digestibility of dry matter and nutrients, metabolic parameters, milk yield and composition, microbial synthesis and economic viability of diets. As the treatments there were no differences for the intake and digestibility of dry matter and nutrients. The milk production and composition were not affected by treatments. The somatic cell count values and total bacterial count did not differ between treatments. Glucose in the blood serum had no change between treatment and no interaction between time and treatment. Serum urea nitrogen did not differ between treatments, however was no effect of time and interaction between time and treatment. The synthesis of microbial protein showed a quadratic effect ($P < 0.05$), maximum point estimated to be 158.19 g.kg^{-1} NDT assigned to the level of 0.78% protected urea. It is recommended the use of up to 1.6% urea in protected form associated with the use of CFM in dairy cows without changing the dry matter intake, digestibility of dry matter and other nutrients, as well as the production and composition milk ensuring economic return to the productive sector.

Keywords: digestibility, intake, milk production, microbial synthesis, agroindustrial byproduct

4.1 Introdução

A grande preocupação na atividade leiteira do Brasil está relacionada principalmente à minimização dos custos dentro do setor produtivo, pois a alimentação ainda permanece como o principal aspecto que encarece os custos de produção na exploração pecuária. No entanto, a contribuição dos produtos alternativos é muito significativa, surgindo como uma grande alternativa econômica, uma vez que, os ingredientes tradicionais como o milho e a soja, utilizados na alimentação animal sofrem com as oscilações de preço que ocorrem nos períodos de secas e entressafras, desta forma, representando um entrave para os produtores de leite.

Os ruminantes dispõem de uma alta capacidade de utilização e digestão dos carboidratos, como fonte de energia, assim como um eficiente uso da proteína dietética e grande habilidade em utilizar o nitrogênio não proteico (NNP), através da atividade microbiana. Desta forma, as bactérias ruminais são ativas nos processos de síntese proteica e podem utilizar como substratos para esse processo, além de aminoácidos, fontes de NNP como precursores para formar novos aminoácidos. Essas reações facilitam que os ruminantes economizem compostos nitrogenados e obtenham proteína a partir de fontes de NNP, como a ureia, ao qual pode ser utilizada como fonte suplementar na dieta desses animais.

A ingestão de alimentos torna-se fundamental para a nutrição animal, determinando assim as quantidades de nutrientes acessíveis para a manutenção da produção e saúde do rebanho, permitindo dessa forma uma estimativa com maior precisão, evitando casos de sub e superalimentação auxiliando o uso eficiente dos nutrientes (NRC, 2001).

A atividade de fermentação ruminal é consequência do processo de digestão da matéria orgânica, atribuída à atividade microbiana, sendo estas funções dependentes do fornecimento de energia e proteína da ração em taxas e quantidades adequadas. A deficiência ou a ineficiência da utilização da proteína dietética pode reduzir a digestão de carboidratos, no entanto, o nitrogênio é perdido na forma de amônia, quando a quantidade de carboidrato é insuficiente para a utilização da proteína para síntese microbiana. Desta forma, torna-se necessário uma nutrição balanceada que otimize a sincronização entre as taxas de degradação de carboidratos não estruturais e de proteínas da dieta.

Diante do exposto, objetivou-se determinar o melhor nível de ureia protegida associada ao coproduto de fecularia de mandioca (CFM) na alimentação de vacas em lactação.

4.2 Material e Métodos

O experimento foi conduzido no setor de Bovinocultura de Leite da Estação Experimental “Prof. Dr. Antonio Carlos dos Santos Pessoa”, Linha Guará, localizada no município de Marechal Cândido Rondon – PR. As análises foram avaliadas no Laboratório de Alimentação e Nutrição Animal (LANA) e no Laboratório de parâmetros sanguíneos, ambos pertencentes à Universidade Estadual do Oeste do Paraná, *Campus* de Marechal Cândido Rondon – PR, no período de Novembro de 2014 à Fevereiro de 2015. O protocolo de experimentação animal utilizado foi aprovado pelo Comitê de Ética no Uso dos Animais da UNIOESTE.

Foram utilizadas cinco vacas da raça Holandês entre 2^a e 4^a lactação, após o pico de produção (aproximadamente aos 100 dias de lactação), com peso corporal médio de $605,6 \pm 32,5$ kg e produção média inicial de $26,98 \pm 2,3$ kg de leite por dia, sendo adotado um manejo higiênico sanitário apropriado das instalações. Os animais foram distribuídos no delineamento experimental em quadrado latino (5x5), com cinco tratamentos e cinco períodos experimentais de 21 dias, sendo os 14 primeiros destinados à adaptação dos animais às dietas e sete dias para a coleta de dados, totalizando 105 dias. Os tratamentos estudados foram os níveis de 0%, 0,4%, 0,8%, 1,2% e 1,6% de ureia protegida Optigen[®] II na matéria seca do concentrado, associada ao uso de 75% de coproduto de fecularia de mandioca (CFM) em substituição ao milho moído.

Para a formulação das dietas experimentais, procedeu-se as análises bromatológicas dos alimentos (Tabela 1) quanto aos teores de matéria seca (MS), matéria mineral (MM), extrato etéreo (EE), proteína bruta (PB) pela metodologia da AOAC (1990) e a determinação da fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA), de acordo com Van Soest et al. (1991). A matéria orgânica foi calculada pela diferença entre o teor de MM e o total de MS.

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

$$CT = 100 - (\%PB + \%EE + \%MM)$$

Os valores de nutrientes digestíveis totais de cada ingrediente foi calculado, conforme equação descrita por Kunkle e Bates (1998):

$$NDT = MO (\%) / 100 (26,8 + 0,595 (DIVMO (\%))) \text{ por Tibo et al. (2000):}$$

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

Composição	Coproducto de			
	fecularia de mandioca	Farelo de soja	Milho Moído	Silagem de milho
Composição e digestibilidade <i>in vitro</i> (g/kg de MS)				
MS ¹	924,45	914,47	892,27	362,80
MO ²	976,61	940,08	989,91	949,91
EE ³	4,1	16,50	35,70	25,60
PB ⁴	24,30	502,29	85,60	86,60
FDN ⁵	363,70	169,38	125,50	466,80
FDA ⁶	268,80	113,50	49,97	279,90
CT ⁷	943,80	421,50	865,90	844,45
CNF ⁸	584,51	251,91	743,71	370,91
NDT estimado ⁹	720,37	795,45	812,36	680,55
DIVMS	880,50	987,30	931,51	779,10
Fracionamento de carboidratos (g/kg de CT)				
Fração A+B ₁	627,08	758,95	865,10	459,91
Fração B ₂	259,49	186,36	122,00	469,97
Fração C	113,34	54,67	12,76	71,03

¹MS: Matéria Seca; ²MO: Matéria Orgânica; ³EE: Extrato Etéreo; ⁴PB: Proteína Bruta; ⁵FDN: Fibra Insolúvel em Detergente Neutro; ⁶FDA: Fibra Insolúvel em Detergente Ácido; ⁷CT: Carboidratos Totais; ⁸CNF: Carboidrato Não Fibrosos; ⁹NDT: Nutrientes Digestíveis Totais. NDT (%) = 86,0834 - 0,3862 FDN

Para a digestibilidade *in vitro* da (MS) foi utilizada a técnica descrita por Tilley & Terry (1963) e adaptada por Holden et al.(1999), com dois estágios de incubação. As frações de carboidratos foram determinadas segundo Sniffen et al. (1992): frações rapidamente degradável (A + B₁), fração carboidratos fibrosos potencialmente degradáveis (B₂) e fração carboidratos fibrosos não degradáveis (C), por meio das seguintes equações:

$$\text{Fração C} = (100 \times \text{FDN} (\% \text{MS}) \times 0,01 \times \text{Lignina} (\% \text{FDN}) \times 2,4) / \text{CHT} (\% \text{MS})$$

$$\text{Fração B}_2 = (100 \times (\text{FDN} (\% \text{MS}) - \text{PIDN} (\% \text{PB}) \times 0,01 \times \text{PB} (\% \text{MS}) - \text{FDN} (\% \text{MS}) \times 0,01 \times \text{Lignina} (\% \text{FDN}) \times 2,4) / \text{CHT} (\% \text{MS})$$

$$\text{Fração A} + \text{B}_1 = 100 - (\text{Fração C} + \text{Fração B}_2)$$

Para atender às exigências da categoria animal em pesquisa, as dietas foram formuladas conforme as recomendações do NRC (2001). A dieta foi composta por 55% de silagem de milho, como fonte de volumoso e 45% de ração concentrada (milho moído, coproduto de fecularia de mandioca (CFM), farelo de soja, suplemento mineral e vitamínico, suplemento de enxofre, fosfato bicálcico, bicarbonato de sódio e ureia protegida Optigen[®] II) (Tabela 2).

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

Ingredientes	Níveis de ureia protegida Optigen® II no concentrado				
	0	4	8	12	16
Silagem de milho	550,00	550,00	550,00	550,00	550,00
Milho moído	57,00	57,00	61,00	62,00	65,00
Farelo de soja	195,00	183,60	174,00	170,00	156,00
CFM ¹	165,00	175,00	178,00	179,00	188,00
Mistura mineral ²	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00
Enxofre	-	0,20	0,40	0,60	0,80
Ureia Optigen® II ³	-	1,80	3,60	5,40	7,20
Fosfato bicálcico	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
Bicarbonato de sódio	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00
Composição bromatológica					
MS ⁴	613,89	614,15	614,24	614,38	614,55
MO ⁵	923,30	921,79	920,22	918,43	917,02
EE ⁶	20,00	19,85	19,85	19,83	19,74
PB ⁷	151,51	150,49	151,11	153,88	152,11
FDN ⁸	356,91	358,52	358,59	358,40	359,68
FDA ⁹	223,27	224,59	224,58	224,44	225,42
Hemicelulose	133,64	133,92	134,00	133,95	134,25
Celulose	199,59	200,592	200,48	200,32	201,00
Lignina	23,67	24,00	24,10	24,12	24,42
CT ¹⁰	751,69	756,07	758,57	758,70	763,89
CNF ¹¹	394,88	392,43	390,67	386,32	385,49
NDT estimado ¹²	694,52	692,18	690,43	688,78	686,57

¹CFM: Coproduto de Fecularia de Mandioca; ²Composição química (quantidades g/kg do produto): Ca - 215 g, P - 65 g, Co - 45 mg, Mg - 12 g, Mn - 425 mg, Zn - 1.900 mg, Se - 35 mg, I - 65 mg, S - 10 g, F - 650 mg, Fe - 1.700 mg, Cu - 800 mg, Na - 75g (produto comercial); ³Composição: Ureia Pecuária, Óleo Vegetal, Beta Caroteno, Hidroxitolueno Butilado (BHT), Nitrogênio Não Proteico min: 2562,5 g/kg e Nitrogênio min: 410 g/kg; ⁴Matéria Seca; ⁵MO: Matéria Orgânica; ⁶EE: Extrato Etéreo; ⁷PB: Proteína Bruta; ⁸FDN: Fibra Insolúvel em Detergente Neutro; ⁹FDA: Fibra Insolúvel em Detergente Ácido; ¹⁰CT: Carboidratos Totais; ¹¹CNF: Carboidratos Não Fibrosos; ¹²NDT: Nutrientes Digestíveis Totais (Estimado por: $NDT = MO (\%) / 100 [26,8 + 0,595 (DIVMO (\%))]$)

Durante o período de execução do experimento os animais foram alojados em estábulo coberto, dotado de piso de concreto, com baias individuais, providas de comedouro e bebedouro. O peso corporal dos animais foi registrado ao início e final de cada período experimental, por meio do auxílio de uma fita barométrica com a finalidade de ajustar o fornecimento de matéria seca. O arração foi realizado duas vezes ao dia (às 06h:30 e 16h:30) nas proporções de 70% e 30%, respectivamente, do total de MS oferecida. A alimentação foi oferecida na forma de ração total, misturando o volumoso com o concentrado. As sobras dos alimentos oferecidos foram pesadas diariamente após o período de alimentação e ajustadas a fim de proporcionar sobras entre 10% e 20%, para garantir o consumo voluntário

e evitar desperdícios. A ingestão da matéria seca foi determinada pela diferença entre o fornecido e as sobras.

Do 15° ao 21° dia do período experimental, além da pesagem da quantidade ofertada de alimento e de suas respectivas sobras, também foram coletadas amostras de silagem, concentrados e das sobras, as quais foram acondicionadas em sacos plásticos e congeladas em freezer a -20°C para posteriores análises. Do 15° ao 20° dia, para a determinação da digestibilidade, amostras de fezes foram coletadas diretamente da ampola retal conforme a seguinte distribuição: 15° dia (8 horas), 16° dia (10 horas), 17° dia (12 horas), 18° dia (14 horas), 19° dia (16 horas), 20° dia (18 horas). Ao término do experimento, as amostras de alimentos, sobras e fezes foram descongeladas em temperatura ambiente e pré secas em estufa de ventilação forçada de ar ($55^{\circ}\text{C} - 72\text{ h}$), posteriormente foram trituradas em moinho tipo Willey a um milímetro. Realizou-se então um *pool* composto das amostras de cada alimento, sobras e fezes, resultando em uma única amostra por animal por período. Em seguida, as mesmas foram analisadas quanto aos teores de MS, MM, PB, EE, FDN e FDA, conforme descrito anteriormente. Os teores de MO, CT e CNF também foram estimados pelas equações já descritas acima. Os teores de NDT foram calculados segundo as equações propostas pelo NRC (2001):

$$\text{NDT} = \text{PBd} + \text{CNFd} + (\text{EEd} * 2,25) + \text{FDNd}$$

Em que PBd = proteína bruta digestível, EEd = extrato etéreo digestível, CNFd = carboidratos não fibrosos digestíveis e FDNd = fibra em detergente neutro digestível.

Para a obtenção das estimativas de excreção fecal diária, foi utilizado como indicador interno a fibra em detergente neutro indigestível (FDNi), estimada nas amostras dos alimentos fornecido, sobras e composições fecais, por intermédio da incubação *in situ* descrita por Cochran et al. (1986). A FDNi foi obtida como o descrito por (CASALI et al., 2008) pela incubação rumial em filtros F57 da ANKOM[®], no rúmem de bois da raça Jersey, por 240 horas, em seguida realizando-se a análise de fibra em detergente neutro.

As ordenhas foram realizadas duas vezes ao dia nos horários de 6h:00 e 16h:00. A produção diária das vacas foi registrada no período de coleta de dados, utilizando medidores automáticos acoplados ao equipamento de ordenha. A produção de leite, corrigida para 3,5% de gordura, foi calculada pela equação descrita por Sklan et al. (1992):

$$\text{PLG} = (0,432 + 0,1625 \times G) \times \text{kg de leite}$$

Em que G = % de gordura do leite.

A eficiência de produção de leite (EPL) foi calculada dividindo-se a produção média de leite de cada vaca pela sua ingestão média de MS em cada período experimental.

Amostras de leite foram coletadas no 15° e 16° dia de cada período experimental, sendo estas compostas pela ordenha da manhã e da tarde, proporcionalmente. Para as análises químicas do leite, as amostras foram acondicionadas em frascos de plástico contendo conservante Bronopol® (2-bromo-2-nitropopano-1,3-diol), sendo encaminhadas para o Laboratório do Programa de Análises do Rebanho Leiteiro do Paraná (PARLPR), pertencente à Associação Paranaense de Criadores de Bovinos da Raça Holandesa (APCBRH), onde foram analisados os teores de gordura, proteína, lactose, sólidos totais, sólidos totais desengordurados, nitrogênio ureico do leite (NUL), contagem de células somáticas (CCS) e contagem bacteriana total (CBT).

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

Para avaliação de síntese microbiana, no 17° dia do período experimental, foi realizada coleta de urina spot, quatro horas após a alimentação matinal. Após a coleta, a urina foi filtrada em gaze e aferido o pH com peagâmetro digital. Uma alíquota de 10 mL de urina filtrada foi acidificada com 40 mL de ácido sulfúrico (0,036 N), a qual foi destinada à quantificação das concentrações urinárias de ácido úrico e alantoína. Outra alíquota de 50 mL de urina filtrada foi refrigerada para a determinação de creatinina (CHEN & GOMES, 1992). A excreção diária de creatinina considerada para estimar o volume urinário por intermédio das amostras de urina spot foi de 24,05 mg/kg PC (CHIZZOTTI et al., 2007).

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

$$PA \text{ (mmol/dia)} = PT - (0,385 * PC^{0,75}) / 0,85$$

No qual: 0,85 = recuperação de purinas absorvidas como derivados de purina na urina; e 0,385 = excreção endógena de derivados de purina na urina (mmol).

O fluxo intestinal de nitrogênio microbiano (g NM/dia) foi estimado a partir da equação de Chen e Gomes (1992):

$$NM \text{ (g/dia)} = (70 * PA) / (0,83 * 0,116 * 1000)$$

Em que: 70 representa o conteúdo de N nas purinas (mg N/mmol); 0,83, a digestibilidade das purinas microbianas e 0,116 é a relação N-purina:N total de bactérias.

Para a verificação dos metabólitos, foram realizadas coletas de sangue em diferentes horários (0, 1, 2, 4, 6, 8, 12 e 22) pós prandial no 21º dia de cada período experimental, utilizando-se tubos de ensaio de 4 mL, através de punção da veia coccígea. As amostras foram centrifugadas a 3.500 rpm por 15 minutos, coletando-se o soro e transferindo-o para eppendorfs, sendo refrigeradas e encaminhadas para o processamento e posteriores análises. As concentrações de ureia e glicose do soro foram realizadas com o uso de “kits” comerciais, utilizando-se espectrofotômetro e calibração automática com leitura de alta performance (Elitech EL 200).

Para a realização da análise de viabilidade econômica foi considerado o valor pago pelo litro do leite ao produtor (R\$ 0,79/L) e os preços concernentes aos ingredientes das rações praticados no Estado do Paraná, no mês de novembro de 2014 a Fevereiro de 2015: silagem de milho R\$ 0,28/kg de MS; milho moído R\$ 0,37/kg de MS; farelo de soja R\$ 1,31/kg de MS; CFM R\$ 0,03/kg de MS; suplemento mineral R\$ 2,56/kg de MS; fosfato bicálcico R\$ 2,30/kg de MS; ureia protegida Optigen ® II R\$ 4,20/kg de MS e suplemento de enxofre R\$ 7,75/kg de MS. A abordagem econômica, realizada no presente estudo, levou em consideração apenas os custos com a alimentação não abrangendo os demais custos de produção.

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

Os dados foram submetidos à análise de variância utilizando-se o Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas programa (SAEG), desenvolvido pela Universidade Federal de Viçosa (UFV, 1999). e quando significativo aplicou-se a regressão polinomial considerando os níveis de ureia protegida (0%; 0,4%; 0,8%; 1,2% e 1,6%) ao nível de 5% de probabilidade, testando-se os modelos lineares e quadráticos. Nos casos em que ambos os modelos foram significativos, adotou-se a equação quadrática quando o seu coeficiente de determinação foi dez pontos percentuais superiores ao coeficiente de determinação da equação linear. O modelo estatístico utilizado foi:

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

Onde:

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

μ = Média geral;

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

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

T_k = Efeito correspondente ao k-ésimo tratamento; $k = 0; 0,4; 0,8; 1,2$ e $1,6$;

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

4.3 Resultados e Discussão

Não observaram-se diferenças ($P > 0,05$) significativas entre os tratamentos para o peso corporal (PC), a ingestão média diária de matéria seca (IMS), matéria orgânica (MO), extrato etéreo (EE), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), carboidratos totais (CT), carboidratos não fibrosos (CNF) e nutrientes digestíveis totais (NDT). (Tabela 3).

Tabela 3. Ingestão diária de matéria seca e dos nutrientes e peso corporal de vacas da raça Holandês em lactação, recebendo dietas com níveis de ureia protegida Optigen® II associada ao coproduto de fecularia de mandioca

Variáveis	Níveis de ureia protegida no concentrado					P value		R ²	EPM ^I
	0%,	0,4%,	0,8%,	1,2%	1,6%	L	Q		
PC (kg) ²	614,66	620,98	623,85	623,26	619,22	0,603	0,357	-	6,75
IMS (kg/dia) ³	19,18	19,25	19,21	19,05	18,78	0,478	0,628	-	0,42
IMS (%PC) ⁴	3,11	3,09	3,07	3,05	3,02	0,221	0,931	-	0,56
IMS (g/kg PC ^{0,75}) ⁵	155,21	154,65	153,76	152,54	151,00	0,268	0,835	-	2,86
IMO (kg/dia) ⁶	17,82	17,86	17,82	17,70	17,49	0,523	0,700	-	0,39
IEE (kg/dia) ⁷	0,42	0,41	0,40	0,39	0,39	0,157	0,708	-	0,01
IPB (kg/dia) ⁸	2,49	2,56	2,58	2,54	2,44	0,521	0,097	-	0,06
IFDN (kg/dia) ⁹	7,38	7,19	7,06	6,99	6,98	0,162	0,607	-	0,20
IFDN (%PC) ¹⁰	1,20	1,16	1,43	1,29	1,25	0,108	0,588	-	0,03
IFDN (g/kg PC ^{0,75}) ¹¹	59,82	58,15	56,99	56,33	56,17	0,115	0,588	-	1,69
IFDA (kg/dia) ¹²	4,60	4,51	4,44	4,37	4,30	0,112	0,921	-	0,13
ICT (kg/dia) ¹³	15,39	15,08	14,87	14,76	14,73	0,197	0,650	-	0,37
ICNF (kg/dia) ¹⁴	7,95	7,84	7,76	7,71	7,68	0,271	0,782	-	0,18
INDT (kg/dia) ¹⁵	11,29	11,13	10,95	10,76	10,56	0,156	0,954	-	0,42

¹EP: Erro Padrão da Média; ²PC: Peso Corporal; ^{3,4,5}IMS: Ingestão de Matéria Seca; ⁶IMO: Ingestão de Matéria Orgânica; ⁷IEE: Ingestão de Extrato Etéreo; ⁸IPB: Ingestão de Proteína Bruta; ^{9,10,11}IFDN: Ingestão de Fibra Insolúvel em Detergente Neutro; ¹²IFDA: Ingestão de Fibra Insolúvel em Detergente Ácido; ¹³ICT: Ingestão de Carboidratos Totais; ¹⁴ICNF: Ingestão de Carboidratos Não Fibrosos; ¹⁵INDT: Ingestão de Nutrientes Digestíveis

A ausência significativa da ingestão de matéria seca pode está associada ao uso de níveis inferiores de 2,0% de ureia nesse estudo, pois teores acima desse valor no concentrado para ruminantes, provocou redução na ingestão de MS, em trabalhos realizados por Wilson e Kennedy (1996), Feijó et al. (1997) e Silva et al. (1999), essa resposta parece estar atribuída aos efeitos fisiológicos da ureia ou à baixa palatabilidade e sabor amargo desse composto não nitrogenado.

O consumo de CT não diferiu entre os tratamentos, tendo uma média de 14,96 kg/dia. A ingestão de FDN em kg/dia e %PC e FDA não foram influenciadas ($P>0,05$) pelos tratamentos com ureia, concomitantemente em função de não haver variação no consumo de MS, essa resposta pode estar atribuída ao fato das dietas serem similares, uma vez que o concentrado fornecido aos animais era composto em até 75% de CFM, alimento esse, que na sua composição química é rico em fibras garantindo um bom potencial para ser degradado no rúmen.

Nessa pesquisa pôde-se observar que o consumo médio de 1,26% de FDN em %PC é um nível próximo aos valores recomendados por Mertens (2001), que são de 1,1 a 1,3% do PC, considerados ótimos para vacas leiteiras ao qual valores acima desses causaria limitação do consumo provocada pelo enchimento ruminal. Esses resultados não corroboram com trabalhos realizados por Silva et. al. (2001) avaliando níveis de 0; 0,7; 1,4; e 2,1% de ureia na dieta de vacas em lactação, os quais verificaram efeito linear negativo para a ingestão de FDN e demais nutrientes da dieta. O consumo diário de NDT também não diferiu ($P>0,05$) entre os níveis de ureia, obtendo-se uma média de 10,93kg/dia.

A ureia protegida no concentrado em todos os níveis estudados não influenciou ($P>0,05$) a digestibilidade da MS e dos nutrientes avaliados. Estes dados corroboram com os encontrados por Ramalho et. al (2005) que ao trabalharem com a substituição do farelo de soja pela mistura da raspa de mandioca e ureia na alimentação de vacas leiteiras, não obtiveram diferenças significativas ($P>0,05$) para digestibilidade da MS e para os mesmos nutrientes avaliados.

Tabela 4. Digestibilidade aparente da matéria seca e dos nutrientes (g/kg de MS) de vacas da raça Holandês em lactação recebendo dietas com níveis crescentes de ureia protegida Optigen ® II associada ao uso de coproduto de fecularia de mandioca

Variáveis	Níveis de ureia protegida no concentrado					P value		R ²	EPM ¹
	0%	0,4%	0,8%	1,2%	1,6%	L	Q		
DMS ²	607,92	613,35	614,77	612,18	605,56	0,846	0,437	-	9,34
DMO ³	720,38	719,13	718,78	709,34	690,80	0,282	0,239	-	13,74
DEE ⁴	719,32	733,83	737,82	731,31	714,29	0,820	0,272	-	17,09
DPB ⁵	668,47	696,70	705,12	694,28	664,01	0,842	0,058	-	17,35
DFDN ⁶	418,20	408,53	400,31	393,54	388,22	0,290	0,902	-	21,41
DFDA ⁷	317,32	372,37	368,32	359,20	344,99	0,360	0,671	-	21,87
DCT ⁸	651,39	643,81	636,77	630,27	624,31	0,307	0,961	-	20,05
DCNF ⁹	884,60	882,07	876,68	868,42	857,31	0,419	0,839	-	25,77
NDT calc. ¹⁰	559,63	551,39	542,91	534,20	525,26	0,193	0,983	-	19,72

¹EP: Erro Padrão da Média; ²DMS: Digestibilidade da Matéria Seca; ³DMO: Digestibilidade da Matéria Orgânica; ⁴DEE: Digestibilidade do Extrato Etéreo; ⁵DPB: Digestibilidade da Proteína Bruta; ⁶DFDN: Digestibilidade da Fibra Insolúvel em Detergente Neutro; ⁷DFDA: Digestibilidade da Fibra Insolúvel em Detergente Ácido; ⁸DCT: Digestibilidade dos Carboidratos Totais; ⁹DCNF: Digestibilidade dos Carboidratos Não Fibrosos; ¹⁰NDT calc.: Nutrientes Digestíveis Totais calculado: NDT = PBd + CNFd + (EEd *2,25) + FDNd

Em estudos realizados por Oliveira et al. (2001) que ao avaliarem níveis de compostos nitrogenados não proteicos em dietas para vacas em lactação observaram que não houveram diferenças significativas ($P > 0,05$) para os coeficientes médios de digestibilidade aparente dos nutrientes, assim como Rennó (2003) que ao avaliar níveis de inclusão de ureia de até 1,95% da MS da dieta total, também não verificou efeito significativo na digestibilidade dos nutrientes. Nesse estudo, como não se obteve diferenças para o consumo de MS, provavelmente não foi suficiente para reduzir a digestibilidade das frações nutritivas.

O uso de níveis de PB na dieta, inclusive com adição de ureia, resultam em aumentos na digestibilidade da MS, MO, PB, FDN e FDA. No entanto, neste trabalho foram aplicados níveis semelhantes de PB para todas as dietas de acordo com a exigência animal, portanto os coeficientes de digestibilidade dos nutrientes estão de acordo com o esperado.

Para os valores de produção de leite (PL), produção de leite corrigida para 3,5% gordura (PCL), eficiência de produção leiteira (EPL), teores de gordura, proteína, lactose e nitrogênio ureico do leite não foram observadas diferenças significativas ($P > 0,05$) entre os tratamentos (Tabela 5).

Tabela 5. Produção, composição, qualidade e nitrogênio ureico do leite de vacas da raça Holandês em lactação, recebendo dietas com níveis crescentes de ureia protegida Optigen® II associada ao uso de coproduto de fecularia de mandioca

Variáveis	Níveis de ureia protegida no concentrado					P value		R ²	EPM [†]
	0%	0,4%	0,8%	1,2%	1,6%	L	Q		
PL (kg/dia) ²	24,72	24,08	23,77	23,70	23,78	0,366	0,567	-	0,76
PLCG (kg/dia) ³	23,13	23,00	22,86	22,70	22,51	0,190	0,917	-	0,35
EPL ⁴	1,16	1,17	1,18	1,20	1,21	0,245	0,969	-	0,03
Gord (g/kg) ⁵	33,55	31,81	30,95	30,97	31,86	0,194	0,116	-	0,09
Gord (kg/dia) ⁶	0,90	0,87	0,85	0,85	0,86	0,460	0,496	-	0,04
Prot (g/kg) ⁷	31,86	31,08	31,98	32,28	32,66	0,099	0,168	-	0,04
Prot (kg/dia) ⁸	0,73	0,71	0,72	0,73	0,73	0,719	0,350	-	0,01
Lact (g/kg) ⁹	44,73	44,41	44,69	44,43	43,42	0,763	0,116	-	0,01
Lact (kg/dia) ¹⁰	1,01	1,02	1,02	1,00	0,97	0,161	0,154	-	0,04
ST (g/kg) ¹¹	124,40	123,30	121,42	121,18	123,35	0,841	0,071	-	0,21
ST (kg/dia) ¹²	2,86	2,71	2,70	2,74	2,77	0,523	0,126	-	0,06
STD (g/kg) ¹³	84,90	84,38	85,42	86,21	84,92	0,244	0,346	-	0,04
STD (kg/dia) ¹⁴	1,96	1,94	1,95	1,95	1,90	0,358	0,566	-	0,03
NUL (mg/dL) ¹⁵	14,20	15,85	16,16	14,86	16,69	0,423	0,970	-	1,60
CCS (x1000 CS/mL) ¹⁶	142,22	294,56	388,29	423,39	399,87	0,191	0,470	-	90,09
CBT (x1000 UFC/mL) ¹⁷	253,20	289,20	297,65	278,54	231,88	0,848	0,560	-	86,03

[†]EP: Erro Padrão da Média; ²PL: Produção de Leite; ³PLCG: Produção de Leite Corrigida 3,5% de gordura; ⁴EPL: Eficiência de Produção de Leite; ^{5,6}Gord: Gordura; ^{7,8}Prot: Proteína; ^{9,10}Lact: Lactose; ^{11,12}ST: Sólidos Totais; ^{13,14}STD: Sólidos Totais Desengordurados; ¹⁵NUL: Nitrogênio Uréico do Leite; ¹⁶CCS: Contagem de Células Somáticas; ¹⁷CBT: Contagem Bacteriana Total;

A média de PL e PLCG 3,5% foram de e 24,01 22,64 kg/dia, respectivamente. Logo, essas variáveis não foram afetadas pela ureia protegida no concentrado, as variáveis IMS, IPB e IMO também não apresentaram diferenças significativas, podendo explicar os resultados encontrados para a PL e PLCG, que são influenciadas quando ocorre redução ou aumento da ingestão.

Dados semelhantes para a produção de leite foram registrados por Aquino (2005), estudando níveis de inclusão de 0,75% e 1,5% de ureia no concentrado para vacas, obtendo valores de 22,56 e 22,36 kg/dia, não sendo estas, afetada pelos tratamentos. Em contraste, Oliveira et al. (2001), Oliveira et al. (2004) e Silva et al. (2001) observaram efeito linear negativo para PL e PLCG 3,5% quando utilizaram níveis crescente de nitrogênio não proteico para vacas em lactação, isso pôde ser explicado pelo fato de ter ocorrido redução na ingestão de matéria seca nos trabalhos realizados por esses autores.

Os teores de gordura em g/kg e kg/dia não foram influenciados pelos tratamentos (P>0,05), apresentando médias de 31,82 e 0,86, respectivamente, evidenciando que a função ruminal não afetou a produção dos precursores da gordura do leite. Uma vez que consumo

adequado de volumoso garante a ruminação, proporcionando o aumento da produção de saliva, que ajuda a manter e regular as condições do pH ruminal, favorecendo a fermentação da fibra do alimento e conseqüentemente a produção de ácidos graxos voláteis permitindo assim um teor normal de gordura no leite.

A proteína em g/kg e kg/dia não sofreram efeito ($P>0,05$). Resultados considerados importantes, pois as suas concentrações afetam diretamente, aumentando ou reduzindo o rendimento dos derivados do leite. É importante ressaltar que é possível incluir ureia protegida no concentrado de vacas em lactação associada ao uso do coproduto de fecularia de mandioca sem que ocorram alterações nos teores de proteína.

Os valores de lactose em g/kg e kg/dia não foram significativos entre os tratamentos avaliados ($P>0,05$), sendo importante salientar que esse componente recebe pouca influência da alimentação. Esses resultados corroboram com estudos realizados por Souza et al. (2010) e Santos (2009), substituindo parcialmente o farelo de soja por ureia protegida e polpa cítrica e duas fontes de nitrogênio não proteico (ureia encapsulada e ureia comum), respectivamente, os quais não observaram diferenças na produção e composição do leite de vacas da raça holandês de alta produção.

Uma importante ferramenta indireta utilizada para avaliar a eficiência do manejo nutricional dos rebanhos leiteiros é a concentração de nitrogênio ureico no leite (NUL), devendo ser utilizado para o monitoramento da nutrição proteica das vacas, uma vez que esse fator pode ser afetado pela concentração de proteína na dieta. Vale ressaltar que as dietas nesse estudo foram isoenergéticas e isoproteica não sendo afetadas pelos tratamentos, apresentando uma média de 16,69 mg/dL, estando na faixa de 10 a 17 mg/dL determinada pela maioria dos resultados dos estudos (Machado e Cassoli, 2002). Visto que, valores acima dessas amplitudes podem ser indicativos de deficiência de energia disponível em relação ao excesso de nitrogênio, favorecendo o aumento das concentrações de amônia no rúmen, esse excesso de amônia ruminal associado com a amônia advinda do processo de deaminação dos aminoácidos absorvidos no intestino é transformada em ureia no fígado e lançada na via sanguínea almejando outros fluidos biológicos como o leite (LANA, 2005).

A CCS e a CBT não apresentaram efeito entre os tratamentos ($P>0,05$). Os valores médios de CCS foram de 329.66 CS/mL e a CBT de 270.09 UFC/mL, estando estes de acordo com a Instrução Normativa 62 (BRASIL, 2011) que preconiza valores máximos de 500.000 CS/mL e 300.000 UFC/mL, respectivamente.

Para os valores dos níveis de glicose no soro apresentados na (Figura 1) não houve efeitos entre os tratamentos ($P>0,05$) e nem interação entre tempo e tratamento. Foram

verificadas diferenças significativas ($P < 0,05$) do tempo, sendo que esse se comportou de forma quadrática em função das horas após a alimentação apresentando um ponto de mínima de 60,03 mg/dL às 3 horas e 3 minutos após os animais receberem a primeira refeição.

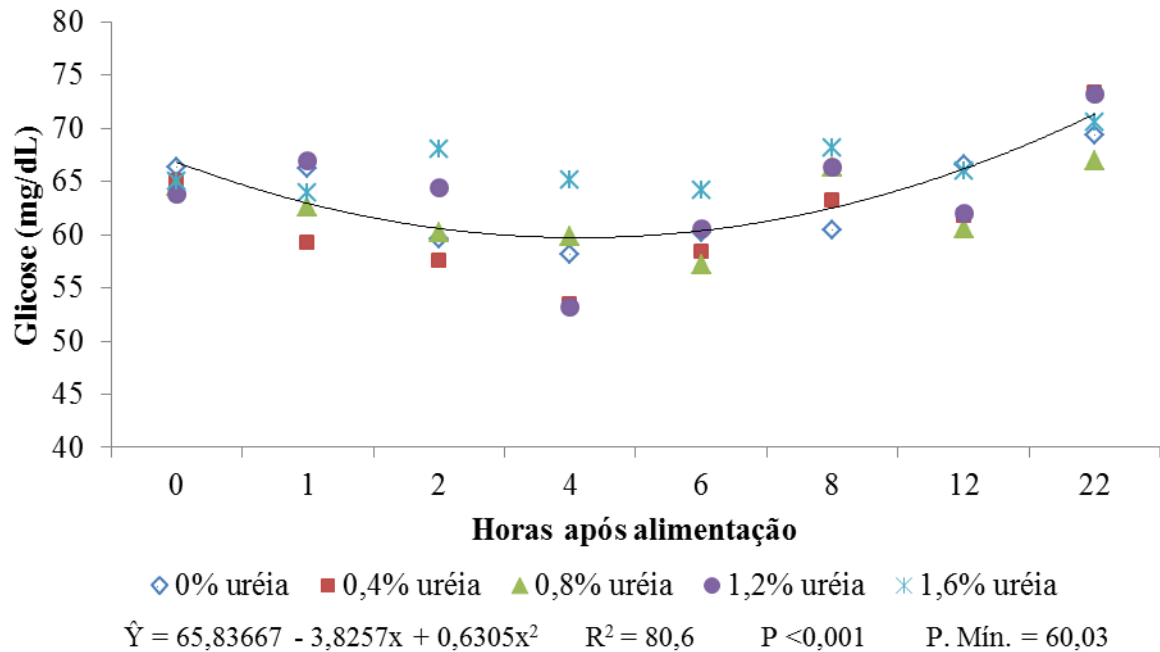


Figura 1. Concentração de glicose no soro em função das horas após a alimentação

A glicose é um metabólito, que de acordo com González et. al. (2000) o seu grau presente na via sanguínea tem pouca influência sobre os mecanismos homeostáticos nos ruminantes, ressaltando que a alimentação apresenta baixa influência na produção de glicemia dos mesmos, apresentando utilidade em casos em que os animais possuam quadros graves de desnutrição.

Considerando que no presente estudo, todas as dietas foram isoenergéticas e de rápida degradação ruminal devido à presença da fécula de mandioca, o fato de ter ocorrido efeito para o tempo em função das horas após a alimentação, pode estar vinculado ao processo de degradação e digestão, após o consumo de alimentos, no qual o processo de fermentação dos carboidratos não fibrosos resulta na produção de ácido propiônico sendo este, o responsável por auxiliar na formação de até 50% da glicose sanguínea (GONZÁLEZ & SILVA, 2006).

Para as concentrações de ureia no sangue, não houve efeito entre os tratamentos, no entanto houve efeito ($P < 0,05$) do tempo e interação entre o tempo e o tratamento (Figura 1).

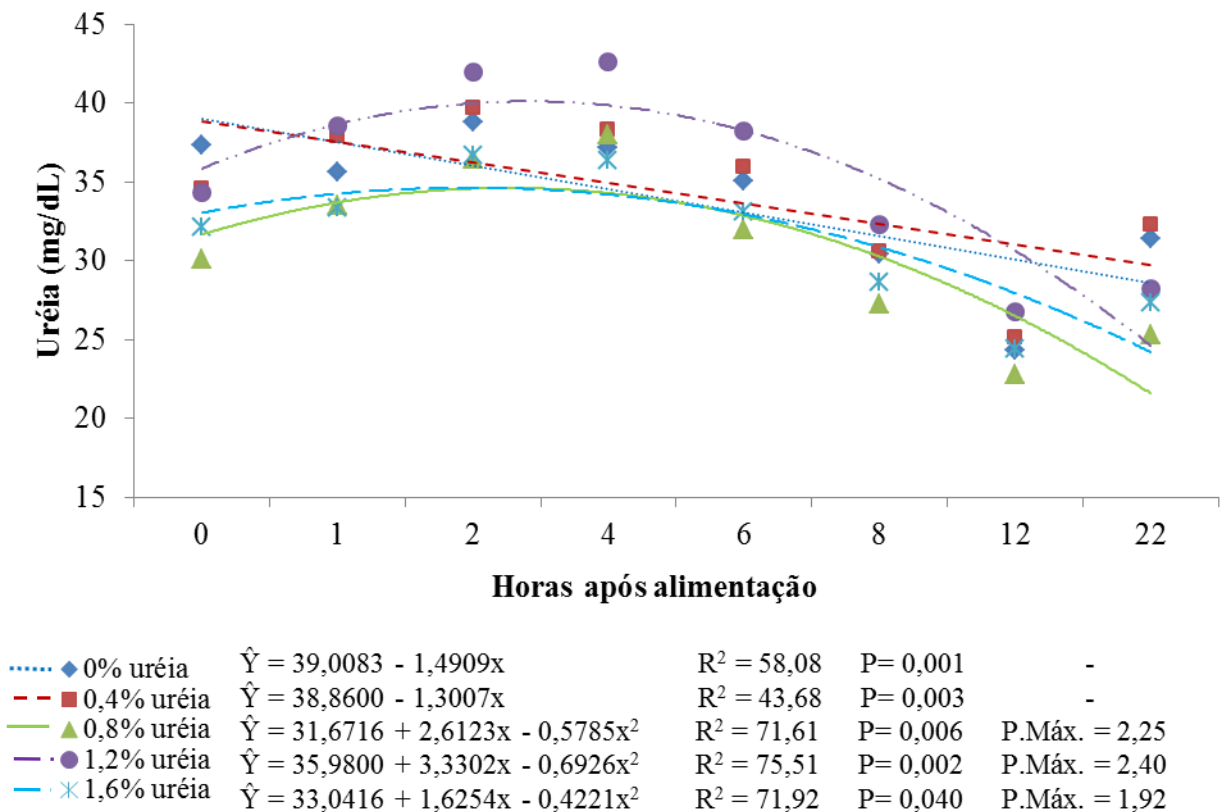


Figura 2. Concentrações de nitrogênio ureico do soro (NUS) em função das horas após a alimentação

Para os níveis 0% e 0,4% de ureia houve efeito linear negativo ($P < 0,05$) em função das horas após a alimentação, isso está associado ao fato desses tratamentos serem os menores níveis de ureia na dieta, portanto há uma menor liberação de amônia no ambiente ruminal e deste modo os microrganismos ruminais a utilizam mais rapidamente e assim a quantidade de ureia que segue para a via sanguínea também reduz com o tempo após a alimentação.

Os níveis 0,8%, 1,2%, e 1,6% de ureia apresentaram efeito quadrático ($P < 0,05$) tendo seus pontos de máxima estimados às 2,25, 2,40 e 1,92 horas após a alimentação, com concentrações de 34,62, 39,98 e 34,61 mg/dL respectivamente, sendo seus valores em nitrogênio ureico do soro (NUS) expressos em 16,16; 18,67 e 16,16 mg/dL, todos dentro do limite aceitável, pois segundo Oliveira et al. (2001), somente concentrações de NUS superiores a 19 mg/dL representam perdas de nitrogênio dietético. Nesse estudo observa-se que uma hora após a alimentação, o maior nível de ureia fornecido na ração, apresentou um pico mais precoce de NUS em relação aos demais tratamentos, isso pode ter ocorrido devido à formação rápida de amônia, elevando sua concentração no soro em pouco tempo após a alimentação. Apesar de não ter sido mensurado, o pH do rúmen pode ter influenciado nessa resposta, sendo importante na forma de absorção da amônia pelo epitélio ruminal, pois o pH

próximo da neutralidade predomina a forma não protonada e lipofílica da amônia, com alta velocidade de absorção (ABDOUN et. al., 2007) resultando em um fluxo maior de amônia para a via sanguínea após a primeira refeição.

As excreções de alantoína urinária foram influenciadas ($P < 0,05$) pelos tratamentos, evidenciando um comportamento quadrático, sendo sua maior concentração atribuída ao tratamento com 0,7% de ureia com um valor de 282,86 mmol/dia (Tabela 6).

Para as excreções de ácido úrico não foram observadas diferenças significativas ($P > 0,05$) entre os tratamentos avaliados, apresentando uma média de 41,47 mmol/dia, esse valor não corrobora com trabalhos realizados por Silva et al. (2001), estudando o uso da ureia para vacas em lactação ao qual encontraram valor médio de 23,81 mmol/dia. Diversos estudos realizados com vacas leiteiras avaliando dietas com inclusão de vários níveis de proteína copilam resultados bastante divergentes em função das concentrações desse derivado de purina.

Tabela 6. Excreções de derivados de purinas, síntese microbiana e pH urinário de vacas da raça Holandês em lactação recebendo dietas com níveis crescentes de ureia protegida Optigen® II associada ao uso de coproduto de fecularia de mandioca

Variáveis	Níveis de ureia protegida no concentrado					P value		R ²	EPM ¹
	0%	0,4%	0,8%	1,2%	1,6%	L	Q		
Excreções (mmol/dia)									
Alantoína da urina ²	221,22	271,47	281,64	251,74	181,77	0,244	0,012	0,95	25,44
Alantoína do leite ³	28,50	31,27	34,04	36,80	39,57	0,001	0,051	0,65	2,08
Ácido úrico ⁴	35,73	43,51	46,38	44,35	37,42	0,812	0,123	-	5,52
Purinas totais ⁵	385,45	346,25	362,06	332,89	258,76	0,354	0,006	0,92	28,74
Purinas Microbianas (mmol/dia)									
Purinas absorvidas ⁶	276,31	354,15	373,30	333,77	335,55	0,356	0,007	0,92	33,62
Produção Microbiana (g/dia)									
N-microbiano ⁷	200,89	257,48	271,41	242,66	171,25	0,356	0,007	0,92	24,44
PB-microbiana ⁸	1255,59	1609,30	1695,33	1516,68	1070,35	0,357	0,007	0,92	90,04
PB-mic/kg NDT ⁹	111,06	146,75	158,17	145,33	108,23	0,889	0,014	0,87	15,71
pH urinário									
pH da urina ¹⁰	7,35	7,38	7,44	7,56	7,71	0,213	0,697		0,21

¹Erro padrão; ²Y = 221,2282 + 175,7045x - 125,2283 x²; ³Y = 28,5081 + 6,9151x; ⁴Y = 282,11875 + 229,6667x - 157,1355x²; ⁵Y = 276,3158 + 267,9625x - 183,4000x²; ⁶Y = 200,8943 + 194,8211x - 133,3402x²; ⁷Y = 1255,5900 + 1217,6319x - 833,3768 x²; ⁸Y = 111,0690 + 119,5391x - 75,8188 x²

Segundo Giesecke et al. (1994) e Johnson et al. (1998) as excreções de ácido úrico em vacas leiteiras têm como uma das finalidades aferir a produção de N microbiano perante todos os estágios de lactação, no entanto, vacas em início de lactação eliminam maiores quantidades de ácido úrico e também reduzem a excreção de alantoína, acontecendo o contrário quando estas finalizam o processo de lactação.

A Alantoína do leite apresentou um comportamento linear positivo ($P>0,05$) à medida que aumentaram os níveis de ureia. Silva et al., (2001) fornecendo ureia para vacas em lactação também não observaram diferenças para a alantoína do leite obtendo uma média de 11,89 mmol/dia, valor muito inferior ao encontrado neste trabalho. Segundo estudos feitos por Giesecke et al. (1994) e Gonda e Lindberg (1997), as quantidades e concentrações de alantoína eliminadas no leite estão relacionadas com a produção leiteira da vaca, na qual o próprio volume produzido poderia reduzir o uso da concentração de alantoína em função dos efeitos de diluição e produção de alantoína do leite. De acordo com os autores supracitados, outros fatores estão relacionados à influência da secreção de alantoína no leite, envolvendo também o consumo de matéria seca, ingestão de energia e fluxo de N microbiano duodenal.

As purinas totais e absorvidas comportaram-se de forma quadrática entre os tratamentos, expressando seu ponto de máxima em 366,04 e 374,19 g/dia, respectivamente, referentes ao tratamento com 0,73%.

Os valores de N-microbiano e PB-microbiana mostraram um efeito quadrático, atingindo seu ponto de máxima em 272,06 e 1700,36 g/dia respectivamente, sendo esses valores atribuídos ao nível de 0,73 de ureia no concentrado. Os resultados evidenciaram que os tratamentos com 0% e 1,6% de ureia no concentrado para vacas em lactação apresentaram a menor produção de proteína microbiana, com valores de 111,06 e 108,23 g/dia, respectivamente. Este fato pode estar associado à disponibilidade de carboidratos e nitrogênio no rúmen (NRC, 2001), de modo que o crescimento microbiano é maximizado pela sincronização entre a disponibilidade da energia fermentável e o N degradável no rúmen (RUSSELL et al., 1992; NRC, 1996).

Diante do exposto é importante ressaltar que o tratamento com 0,78% de ureia indicou a maior produção microbiana com resultado de 158,19 g/dia, valor acima do estabelecido pelo (NRC, 2001), evidenciando a melhor taxa de sincronização entre proteína e energia advinda da composição de 75% do coproduto seco de fecularia de mandioca das dietas.

O pH da urina não apresentou diferença significava ($P>0,05$) para os teores de ureia na dieta de vacas leiteiras. Os valores médios registrados para essa variável foram de 7,38 a 7,71.

Na análise da viabilidade econômica (Tabela 7) pôde-se observar que o custo médio da ração (CMR) foi maior para o tratamento com nível zero de ureia protegida no concentrado em relação aos demais tratamentos que mantiveram-se constantes. Para os tratamentos com 0,4% e 0,8% apresentaram custo médio diário com a alimentação em torno de R\$ 9,79, sendo que o tratamento com maior nível de ureia (1,6%) demonstrou o menor custo com a alimentação/dia com R\$ 9,50.

Tabela 7. Análise de custo das dietas com ureia protegida Optigen[®] II associada ao coproduto de fecularia de mandioca (CFM)

Variáveis	Níveis de ureia protegida no concentrado				
	0%	0,4%	0,8%	1,2%	1,6%
Custo médio da ração (R\$/kg de MS)	0,52	0,51	0,51	0,51	0,51
Custo médio de alimentação (R\$/dia)	9,92	9,83	9,79	9,79	9,50
Receita bruta média (R\$/dia)	18,27	18,17	18,06	17,93	17,78
Margem bruta média (R\$/dia)	8,35	8,34	8,27	8,14	8,28
Ponto de equilíbrio médio (kg/dia)	12,56	12,45	12,40	12,39	12,03

O tratamento 0% evidenciou o maior retorno econômico com R\$ 8,35/vaca/dia, de imediato, ressalta-se que essa seria uma dieta mais rentável, porém é importante observar que o mesmo apresentou o maior ponto de equilíbrio com 12,56 em litros de leite para cobrir os custos com a alimentação, ao qual não seria uma opção lucrativa por períodos mais prolongados. O nível de 1,6% de ureia proporcionou uma margem bruta de R\$ 8,28/vaca/dia valor muito próximo do tratamento com 0%, porém teve o menor ponto de equilíbrio com 12,03 em litros de leite/dia para cobrir os gastos com a alimentação, no entanto, a partir desses resultados, a inclusão de até 1,6% de ureia no concentrado, para vacas em lactação reduz de forma considerável os custos das dietas, sem comprometer a produção de leite, uma vez que a ureia é um produto acessível e de baixo custo em relação ao farelo de soja.

4.4 Conclusão

Recomenda-se o uso de até 1,6% de ureia na forma protegida associada ao uso do coproduto de fecularia de mandioca na alimentação de vacas leiteiras.

REFERÊNCIAS

- AOAC - ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis**. 16. ed., Arlington: AOAC Internacional, 1990. 1025p.
- ABDOUN, K.; STUMPF, F.; MARTENS, H. Ammonia and urea transport across the rumen epithelium: a review. **Anim. Health Res.**, v.7, p.1-17, 2007.
- AQUINO, A.A.; **Efeitos de níveis crescentes de ureia na dieta de vacas e lactação sobre produção, composição e qualidade do leite**. Pirassununga, SP: Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo, 90p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia), 2005.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa n.62 de 29 de dezembro de 2011. Regulamento Técnico de Produção, Identidade e Qualidade do Leite tipo A, de Leite Cru Refrigerado, de Leite Pasteurizado e o Regulamento Técnico da Coleta de Leite Cru Refrigerado e seu Transporte a Granel, em conformidade com os Anexos desta Instrução Normativa. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Instrução Normativa 62. 2011. Seção 1, p.13.
- CASALI, A.O.; DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S.C. et al. Influência do tempo de incubação e do tamanho de partículas sobre os teores de compostos indigestíveis em alimentos e fezes bovinas obtidos por procedimentos *in situ*. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.2, p.335-342, 2008.
- CASTRO, F.G.F.; NUSSIO, L.G.; HADDAD, C.M. et al. Perfil microbiológico, parâmetros físicos e estabilidade aeróbia de silagens de capim-tifton 85(*Cynodon* spp.) confeccionadas com distintas concentrações de matéria seca e aplicação de aditivos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.2, p.358-371, 2006.
- CHEN, X.B.; GOMES, M.J. **Estimation of microbial protein supply to sheep and cattle based on urinary excretion of purine derivatives - an overview of technical details**. Bucksburnd: Rowett Research Institute/International Feed Research Unit, p. 21, 1992.
- CHIZZOTTI, M.L.; VALADARES FILHO, S.C.; VALADARES, R.F.D. et al. Consumo, digestibilidade e excreção de uréia e derivados de purinas em vacas de diferentes níveis de produção de leite, **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.1, 2007.
- CHIZZOTTI, M.L. **Avaliação da casca de Algodão para novilhos de origem leiteira e determinação da excreção de creatinina e produção de proteína microbiana em novilhas e vacas leiteiras**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 149p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 2004.
- COCHRAN, R.C.; ADAMS, D.C.; WALLACE, J.D. et al. Predicting digestibility of different diets with internal markers: Evaluation of four potential markers. **Journal of Animal Science**, v.63, p.1476-1483, 1986.

- FALEIRO-NETO, J.A. **Produção e composição do leite de vacas leiteiras alimentadas com cana de açúcar suplementada com fontes de nitrogênio não protéico de diferentes degradabilidades ruminal.** Belo Horizonte, MG: Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais, 38p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia), 2010.
- FERNANDES, T. **Utilização de resíduo da extração do amido da mandioca seco na alimentação de ruminantes.** Dissertação (Mestrado). Mestrado em zootecnia. Universidade Estadual do Oeste do Paraná. Campus Marechal Cândido Rondon – PR. 69p, 2014.
- FERNANDES, T.; ZAMBOM, M.A.; CASTAGNARA, D.D. et al. Use of dried waste of cassava starch extraction for feeding lactating cows. **Annals of the Brazilian Academy of Sciences**, v.87, n.2, p. 1101-111, 2015.
- FEIJÓ, G.L.D.; SILVA, J.M.; PORTO, J.C.A. et al. Efeito de fontes de nitrogênio e do tipo de silagem no desempenho de bovinos F1 Pardo Suíço x Nelore. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 34., 1997, Juiz de Fora. **Anais...** Juiz de Fora: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1997. p.283-285
- GIESECK, D.; EHRENTREICH, L.; STANGASSINGER, M. 1994. Mammary and renal excretion of purine metabolites in relation to energy intake and milk yield in dairy cows. **J. Dairy Sci.**, 77(8):2376-2381.
- GONDA, H.L.; LINDBERG, J.E. 1997. Effect of diet on milk allantoin and its relationship with urinary allantoin in dairy cows. **J. Dairy Sci.**, 80(2):364-373.
- GONZÁLEZ, F.H.D. Uso de perfil metabólico para determinar o status nutricional em gado de corte. In: GONZÁLEZ, F.H.D.; BARCELLOS, J.O; OSPINA, H.; RIBEIRO, L.A.O. (Eds). **Perfil Metabólico em ruminantes: seu uso em nutrição e doenças nutricionais.** Porto Alegre, Brasil, Gráfica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2000.
- GONZÁLEZ, F.H.D.; SILVA, S.C. **Introdução à bioquímica clínica veterinária.** Porto Alegre: Gráfica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2006, 357p.
- HOLDEN, L.A. Comparison of methods of in vitro dry matter digestibility for tem feeds. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v. 82, p. 171794, 1999.
- JOBIM, C.C.; SANTOS, G.T. Influência da qualidade de forragens conservadas sobre a qualidade do leite de vacas. In: WORKSHOP SOBRE PRODUÇÃO E QUALIDADE DO LEITE, 2., 2000, Maringá. **Anais...** Maringá: Universidade Estadual de Maringá, 2000. p. 1-9.
- JOHNSON, L.M., HARRISON, J.H., RILEY, R.E. 1998. Estimation of the flow of microbial nitrogen to the duodenum using urinary uric acid or allantoin. **J. Dairy Sci.**, 81(9):2408-2420.
- LANA, R.P. **Nutrição e Alimentação Animal (mitos e realidades).** Viçosa: UFV, 2005. 344p.

- MAGALHÃES, K.A. **Níveis de uréia ou casca de algodão na alimentação de novilhos de origem leiteira em confinamento.** Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2003. 90p. Tese (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 2003.
- MERTENS, D.R. Physical effective NDF and its use in formulating dairy rations, In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL EM BOVINOS DE LEITE, 2001. Lavras. **Anais...** Lavras:UFLA-FAEPE, 2001. p. 25-36.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC). **Nutrient requirements of dairy cattle.** Seventh revised edition, Washington D.C.: National Academy Press, 2001. 360p.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of beef cattle.** 7.ed. Washington, D.C.: National Academy Press, 1996. 242p.
- OLIVEIRA, A.S.; VALADARES, R.F.D.; VALADARES FILHO, S.C. et al. Produção de proteína microbiana e estimativas das excreções de derivados de purinas e de uréia em vacas lactantes alimentadas com rações contendo diferentes níveis de compostos nitrogenados não-protéicos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.5, p.1621-1629, 2001.
- OLIVEIRA, M.M.N.F.; TORRES, C.A.A.; VALADARES FILHO, S.C. et al. Urea for postpartum dairy cows: productive and reproductive performance. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.6, p.2266-2273, 2004.
- PAIXÃO, M.P.; VALADARES FILHO, S.C.; LEÃO, M.I. et al. Ureia em dietas para bovinos: consumo, digestibilidade aparente, ganho de peso, característica da carcaça e produção microbiana. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.6, p.2451-2460, 2006.
- RAMALHO, R.P. **Raspa de mandioca na alimentação de vacas leiteiras.** Tese (Doutorado). Doutorado em Zootecnia, Universidade Federal da Paraíba, Campus Areia – PB. 64p, 2005.
- RENNÓ, L.N. **Consumo, digestibilidade total e parcial, produção microbiana, parâmetros ruminais e excreções de uréia e creatinina em novilhos alimentados com dietas contendo quatro níveis de uréia ou dois de proteína.** Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2003. 252p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 2003.
- RUSSELL, J.B.; O'CONNOR, J.D.; FOX, D.G. et al. A net carbohydrate and protein system for evaluation cattle diets: ruminal fermentation. **Journal of Animal Science**, v.70, n.12, p.3551-3581, 1992.
- SANTOS, J.F. **Respostas de vacas leiteiras à substituição parcial de farelo de soja por ureia encapsulada.** 2009. 66f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.
- SILVA, R.M.N.; VALADARES, R.F.D.; VALADARES FILHO, S.C. et al. Ureia para vacas em lactação. 1. Consumo, digestibilidade, produção e composição do leite. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.5, p.1639-1649, 2001.

- SNIFFEN, C.J.; O'CONNOR, J.D.; VAN SOEST, P.J. et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, v.70, n.11, p.3562-3577, 1992.
- SOUZA, V. L.; ALMEIDA, R.; SILVA, D.F.F. et al. Substituição parcial de farelo de soja por ureia protegida na produção e composição do leite. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.62, n.6, p.1415-1422, 2010.
- SKLAN, D.; ASHKENNAZI, R.; BRAUN, A. et al. Fatty acids, calcium soaps of fatty acids, and cottonseeds fed to high yielding cows. **Journal of Dairy Science**, v.75, p.2463-2472, 1992.
- SNIFFEN, C.J.; O'CONNOR, J.D.; Van SOEST, P.J. et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, v.70, n.11, p.3562-3577, 1992.
- STEFANIE, J.W.H.; ELFEINK, O.; DRIEHUIS, F. et al. Silage fermentation process and their manipulation. In: FAO ELETRONIC CONFERENCE ON TROPICAL SILAGE, Rome, 1999, Rome. **Proceedings...** Rome: FAO, 2000. p.17-30.
- TIBO, G.C.; VALADARES FILHO, S.C.; VALADARES, R.F.D. et al. Níveis de concentrado em dietas de novilhos mestiços f1 Simental x Nelore. 1. Consumo e digestibilidades. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.29, n.3, p.910-920, 2000.
- TILLEY, J.M.A., TERRY, R.A. A two stage technique for the in vitro digestion of forage crops. **Journal of British Grassland**. v18, n.2, p.104-111, 1963.
- VAN SOEST, P.J.; ROBERTSON, J.B.; LEWIS, B.A. Carbohydrate methodology, metabolism, and nutritional implications in dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, v.74, n.10, p.3583-3597, 1991.
- VERBIC, J.; CHEN, X.B.; MACLEOD, N.A. et al. Excretion of purine derivatives by ruminants. Effect of microbial nucleic acid infusion on purine derivative excretion by steers. **Journal of Agricultural Science**, v.114, p.243-248, 1990.
- WILSON, J.R.; KENNEDY, P.M. Plant and constraints to voluntary feed intake associated with fiber characteristics and particle breakdown and passage in ruminants. **Australian Journal of Agricultural Research**, v. 47, n. 1, p. 199- 225, 1996.
- ZERVOUDAKIS2, J.T.; PAULINO, M.F.; CABRAL, L.S. et al. Suplementos múltiplos de autocontrole de consumo na recria de novilhos no período das águas. **Ciência e agrotecnologia**, Lavras, v. 32, n. 6, p. 1968-1973, 2008.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O coproduto de fecularia de mandioca é considerado um alimento energético que pode ser utilizado na alimentação de vacas em lactação, no entanto, umas das técnicas a ser utilizada para a sua conservação é a desidratação ao sol a fim de evitar perdas com a deterioração do produto e desta forma melhorar o seu armazenamento. A partir desse processo de desidratação, o coproduto pode ser estocado por períodos prolongados sem comprometer a qualidade nutricional e microbiológica.

Para o uso do coproduto de fecularia de mandioca na alimentação de ruminantes é necessária a avaliação da sua composição química para a inclusão e balanceamento em quantidade adequada a fim de não comprometer o desempenho e a produtividade animal, uma vez que esse alimento é proveniente do processamento da agroindústria e apresenta uma composição heterogênea.

O uso de ureia protegida na alimentação de vacas em lactação associada ao uso do coproduto de fecularia de mandioca é uma alternativa alimentar viável, sendo consideradas fontes alimentares de baixo custo, sem comprometer a produtividade animal e apresentando um bom processo de sincronização entre energia e proteína na dieta garantindo retorno econômico ao produtor de leite.

No entanto, o uso da ureia para ruminantes deve ser administrada em quantidades adequadas e sempre associada a uma fonte de carboidratos de rápida degradabilidade com o intuito de evitar perdas de energia pelo animal ou causar quadros de intoxicação alimentar.