



UNIVERSIDADE FEDERAL DO NORTE DO TOCANTINS
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO INTEGRADO EM ZOOTECNIA NOS TRÓPICOS

CLÁUDIA SIQUEIRA CALDAS

**SILAGEM DE RAIZ DA MANDIOCA NO SUPLEMENTO PARA VACAS
LEITEIRAS MANTIDAS A PASTO: EFEITOS SOBRE A PRODUÇÃO, ASPECTOS
DO QUEIJO, CUSTO E COMPORTAMENTO ANIMAL**

**PARAUAPEBAS
2024**

CLÁUDIA SIQUEIRA CALDAS

**SILAGEM DE RAIZ DA MANDIOCA NO SUPLEMENTO PARA VACAS
LEITEIRAS MANTIDAS A PASTO: EFEITOS SOBRE A PRODUÇÃO, ASPECTOS
DO QUEIJO, CUSTO E COMPORTAMENTO ANIMAL**

Dissertação apresentada à Universidade Federal do Norte do Tocantins e à Universidade Federal Rural da Amazônia como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação Integrado em Zootecnia nos Trópicos (PPGIZT) para obtenção do título de mestre.

Área de pesquisa: Tecnologia na produção animal

Orientador: Prof. Dr. Luis Rennan Sampaio de Oliveira.

Co-orientadores: Profa. Dra. Kaliandra Souza Alves e Prof. Dr. Rafael Mezzomo.

**PARAUAPEBAS
2024**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Bibliotecas da Universidade Federal Rural da Amazônia
Gerada automaticamente mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

Caldas, Cláudia Siqueira

Silagem de raiz da mandioca no suplemento para vacas leiteiras mantidas a pasto: efeitos sobre a produção, aspectos do queijo, custo e comportamento animal / Cláudia Siqueira Caldas. - 2024.
76 f. : il. color.

Dissertação (Mestrado) - Programa de PÓS-GRADUAÇÃO em Produção Animal na AMAZÔNIA (PPGPAA), Campus Universitário de Parauapebas, Universidade Federal Rural Da Amazônia, Parauapebas, 2024.

Orientador: Prof. Dr. Luis Rennan Sampaio Oliveira

Coorientador: Profa. Dra. Kaliandra Souza Alves e Prof. Dr. Rafael Mezzomo.

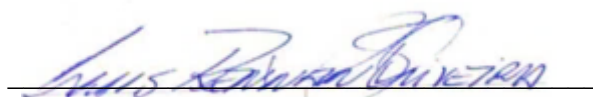
1. Alimentos alternativos, produtos lácteos, ruminantes, comportamento ingestivo . I. Sampaio Oliveira, Luis Rennan, *orient.* II. Título

CLÁUDIA SIQUEIRA CALDAS

**SILAGEM DE RAIZ DA MANDIOCA NO SUPLEMENTO PARA VACAS
LEITEIRAS MANTIDAS A PASTO: EFEITOS SOBRE A PRODUÇÃO, ASPECTOS
DO QUEIJO, CUSTO E COMPORTAMENTO ANIMAL**

Dissertação apresentada à Universidade Federal do Norte do Tocantins e à Universidade Federal Rural da Amazônia como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação Integrado em Zootecnia nos Trópicos (PPGIZT) para obtenção do título de mestre.
Área de pesquisa: Tecnologia na produção animal

Orientador: Prof. D.Sc. Luis Rennan Sampaio de Oliveira.



Aprovado em 31 de janeiro 2024

BANCA EXAMINADORA

Prof. ^a D.Sc. Kaliandra Souza Alves - Presidente
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA (UFRA)

Prof. ^a D.Sc. Ernestina Ribeiro dos Santos Neta - 1º Examinador
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA (UFRA)

D.Sc. Julián Andrés Castillo Vargas - 2º Examinador
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO MARANHÃO
(IFMA)

Prof. D.Sc. Perlon Maia dos Santos - 3º Examinador
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA (UFRA)

LISTA DE TABELAS

CARACTERÍSTICAS E CUSTOS DO QUEIJO MINAS FRESCAL ORIUNDO DE VACAS SUPLEMENTADAS A PASTO COM SILAGEM DA RAIZ DE MANDIOCA

Tabela 1. Proporção, composição química e custos dos ingredientes utilizados para a formulação dos suplementos experimentais para vacas leiteiras, contendo diferentes níveis de inclusão da silagem de raiz de mandioca (SRM) em substituição ao milho.....31

Tabela 2. Produção e composição do leite vacas primíparas em lactação suplementadas com diferentes níveis de inclusão da silagem da raiz de mandioca em substituição ao milho no suplemento concentrado.....33

Tabela 3. Composição físico-química, e rendimentos de produção de queijos Minas frescal oriundos de vacas suplementadas com diferentes níveis de inclusão da silagem da raiz de mandioca em substituição ao milho no suplemento concentrado ou sem receber suplemento concentrado.....38

Tabela 4. Resultados de tonalidade, intensidade e luminosidade dos queijos Minas frescal de vacas em lactação suplementadas com silagem da raiz de mandioca em substituição ao milho.39

Tabela 5. Notas dos testes sensoriais atribuídos aos queijos Minas frescal de vacas em lactação suplementadas com silagem da raiz de mandioca em substituição ao milho.....40

Tabela 6. Índices econômicos gerados com produção de queijos Minas frescal oriundos de vacas suplementadas com diferentes níveis de inclusão da silagem da raiz de mandioca em substituição ao milho no suplemento concentrado ou sem receber suplemento concentrado....41

VACAS SUPLEMENTADAS COM SILAGEM DA RAIZ DE MANDIOCA EM REGIME DE PASTEJO ALTERAM O COMPORTAMENTO?

Tabela 1. Proporção, composição química dos ingredientes utilizados para a formulação dos suplementos experimentais para vacas leiteiras, contendo diferentes níveis de inclusão da silagem de raiz de mandioca (SRM) em substituição ao milho.....56

Tabela 2. Dados meteorológicos médios obtidos nos dias de observação do comportamento, nos meses de janeiro a abril de 2020, no município de Parauapebas/PA.....58

Tabela 3. Comportamento de vacas suplementadas com diferentes níveis de inclusão da silagem da raiz de mandioca em substituição ao milho no suplemento concentrado ou sem receber suplemento concentrado.....61

Tabela 4. Eficiências de alimentação e ruminação de vacas suplementadas com diferentes níveis de inclusão da silagem da raiz de mandioca em substituição ao milho no suplemento concentrado ou sem receber suplemento concentrado.....62

Tabela 5. Valores médios de frequência cardíaca, frequência respiratória, temperatura retal e temperatura de superfície de vacas suplementadas com diferentes níveis de inclusão da silagem da raiz de mandioca em substituição ao milho no suplemento concentrado ou sem receber suplemento concentrado.....63

LISTA DE ABREVIACÕES

a* - Intensidade de vermelho

b* - Intensidade de amarelo

BRD - Número de bolos ruminados por dia

CEUA - Comitê de Ética de Uso de Animais

CEP - Comitê de Ética em Pesquisa

CF - Frequência cardíaca

CNF - Carboidratos não fibrosos

EALFDN - eficiência de alimentação com base na FDN

EALMS - eficiência de alimentação com base na matéria seca

EE - Extrato etéreo

ESD - Extrato seco desengordurado

ERUFDN - eficiência de ruminação da FDN

ERUMS - eficiência de ruminação da MS

EST - Extrato seco total

FC - Frequência cardíaca

FDA - Fibra em detergente ácido

FDN - Fibra em detergente neutro

FDNcp - Fibra insolúvel em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína

FDNi - Fibra em detergente insolúvel neutro indigestível

FR - Frequência respiratória

HCN - ácido cianídrico

ITGU - Índice de temperatura de globo e umidade

ITU - índice de temperatura e umidade

LD - Lateral direita

LE - Lateral esquerda

L* - Parâmetro luminosidade

LU - Lateral do úbere

MND - número de mastigações merícica por dia

MM - Matéria mineral

MMnb - número de mastigações merícica por bolo ruminal

MMtb - tempo de mastigação merícica em minutos por bolo ruminal

MO - Matéria orgânica

MS - Matéria seca
NUL - Nitrogênio ureico
PB - Proteína bruta
PIDN - Proteína insolúvel em detergente neutro
PLD - Produção de leite diária
PLC - Produção de leite corrigida
PU - Posterior do úbere
PV - Peso vivo
RAJ - Rendimento ajustado
SRM - Silagem da raiz de mandioca
SSC - Sem suplementação concentrada
TA - Temperatura ambiente
TCLE - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
TR - Temperatura retal
TRUm - tempo de ruminação em minutos por dia
TS - Temperatura de superfície
TMT - tempo de mastigação total em horas por dia
TP - Tábua do pescoço
TR - Temperatura retal
TS - Temperatura de superfície
UR - Umidade relativa do ar

AGRADECIMENTOS

Agradeço, em primeiro lugar, à DEUS, pelo dom da vida, sua misericórdia e por ter me dado forças durante toda essa caminhada.

Aos meus pais, Jose Francisco e Cleudes, por terem criado meus irmãos e eu da melhor forma possível. Pois foi através de seus incentivos ao estudo, apoio incondicional e por todo amor a mim dedicado que tornaram-me uma pessoa melhor.

Ao meu esposo Rogério Mauricio, por todo apoio, incentivo e companheirismo sempre.

A todos os meus irmãos, que sempre me apoiaram desde o primeiro momento que decidei entrar nessa caminhada.

Ao meu orientador Prof. Dr. Luis Rennan Sampaio Oliveira pela paciência, incentivo sempre, ensinamentos e apoio.

Aos meus coorientadores professora Dra. Kaliandra Souza Alves e Rafael Mezzomo por toda paciência, incentivo sempre, ensinamentos, cobrança, colaboração, apoio, orientação.

Ao Zootecnista do Campus Luckas Thiago Oliveira Galvão, pela oportunidade de participar de seu experimento de Doutorado que possibilitou a realização deste trabalho.

A todos os integrantes do Grupo de Estudo em Produção de Animais Ruminantes de Carajás (GEPARC - Produção de Ruminantes), pela ajuda, incentivo e apoio sempre, não só nesse, mas em todos os trabalhos realizados.

À minha amiga Fernanda por seu companheirismo.

Aos professores que fizeram parte desse processo, transmitindo seus conhecimentos, em especial a professora Ernestina e professor Perlon.

Aos funcionários da UFRA que contribuíram direta ou indiretamente para a realização desta conquista.

À Universidade Federal Rural da Amazônia – Campus Parauapebas pela possibilidade de agregar importantes conhecimentos.

Enfim, a todos que, de alguma forma contribuíram para a realização deste trabalho.

Muito Obrigada!

RESUMO

Objetivou-se avaliar o rendimento de produção, as características físico-química e sensorial, determinar o custo econômico de produção do queijo Minas frescal e o comportamento ingestivo com a inclusão de silagem de raiz de mandioca em substituição ao milho no suplemento alimentar de vacas leiteiras. Foram utilizadas 10 vacas da raça Girolando, com peso médio de $373,45 \pm 63,55$ kg e média inicial de 76 dias de lactação, distribuídas em dois quadrados latinos 5×5 simultâneos. Cinco tratamentos foram avaliados, sendo eles: I – vacas em pastejo sem suplementação concentrada (SSC); II - vacas em pastejo recebendo 5 kg de suplemento concentrado com 0% de SRM; III - vacas em pastejo recebendo 5 kg de suplemento concentrado com 26% de SRM; IV - vacas em pastejo recebendo 5 kg de suplemento concentrado com 52% de SRM e V - vacas em pastejo recebendo 5 kg de suplemento concentrado com 78% de SRM. Foram analisados a composição e características dos queijos, bem como custos de produção. O comportamento das vacas também foi observado, incluindo atividades, eficiência alimentar e parâmetros fisiológicos. A observação do comportamento ocorreu no 10º dia de cada período experimental durante 24 horas consecutivas, sendo avaliadas as atividades (pastejando, ruminando, ócio, outras atividades), mastigação merícica, eficiência de alimentação, eficiência de ruminação e os parâmetros fisiológicos. A suplementação concentrada aumentou a produção de queijo ($P < 0,01$) e o teor de proteína ($P < 0,02$), enquanto a inclusão da silagem de raiz de mandioca (SRM) não afetou a qualidade do queijo ($P > 0,11$). No entanto, O maior nível de silagem da raiz de mandioca aumentou em 48,91% o custo do suplemento. A despesa diária de suplementação por vaca aumentou em 42,80% com o maior nível de silagem de raiz de mandioca e reduziu os lucros por quilo de queijo, em comparação com o tratamento sem SRM. Os animais SSC tiveram menor tempo em ócio ($P < 0,004$) e maior tempo pastejando ($P < 0,009$). Também tiveram maior eficiência de alimentação da FDN, maior eficiência na ruminação da FDN, maior consumo da FDN ($P < 0,001$) e tiveram menor frequência cardíaca ($P < 0,014$), FR ($P < 0,001$) e TR ($P < 0,022$) e menor temperatura superficial do lateral direita ($P < 0,003$) e lateral do úbere ($P < 0,047$). A inclusão de silagem de raiz de mandioca (SRM) no concentrado não afetou o comportamento ($P > 0,284$) ou eficiência alimentar das vacas ($P > 0,170$), mas reduziu o consumo de fibra ($P < 0,009$) e teve um efeito quadrático na temperatura retal ($P < 0,053$). A inclusão de silagem de raiz de mandioca em até 78% em substituição ao milho no suplemento não prejudicou a produção, composição e qualidade do queijo Minas frescal, mas aumentou o custo do suplemento, o que reduziu a lucratividade. Por outro lado, a suplementação concentrada, embora tenha diminuído a eficiência de alimentação e ruminação da fibra detergente neutra (FDN), aumentou a eficiência de alimentação da matéria seca (MS) e o tempo de descanso das vacas, reduzindo o tempo de pastejo.

Palavras-chave: Alimentos alternativos, comportamento ingestivo, produção de queijos, vacas leiteiras.

ABSTRACT

The objective was to evaluate the production yield, physical-chemical and sensory characteristics, and determine the economic cost of producing fresh Minas cheese, along with assessing ingestive behavior with the inclusion of cassava root silage replacing corn in the dietary supplement for dairy cows. Ten Girolando cows with an average weight of 373.45 ± 63.55 kg and an initial average of 76 days of lactation were used, distributed in two simultaneous 5×5 Latin squares. Five treatments were evaluated: I – cows in pasture without technical supplementation (SSC); II - grazing cows receiving 5 kg of concentrated supplement with 0% SRM; III - grazing cows receiving 5 kg of concentrated supplement with 26% SRM; IV - grazing cows receiving 5 kg of concentrated supplement with 52% SRM; and V - grazing cows receiving 5 kg of concentrated supplement with 78% SRM. The composition and characteristics of the cheeses were analyzed, as well as production costs. Vacation behavior was observed, including activities, feeding efficiency, and physiological parameters. Behavior observation occurred on the 10th day of each experimental period for 24 consecutive hours, evaluating activities (grazing, ruminating, idleness, other activities), chewing, feeding efficiency, rumination efficiency, and physiological functionalities. Supplementation improved cheese production and protein content ($P < 0.05$), while the inclusion of cassava root silage (SRM) did not affect cheese quality ($P > 0.05$). However, the higher level of cassava root silage increased the cost of the supplement by 48.91%. Daily supplement expenditure per cow increased by 42.80% with the highest cassava root silage level and reduced profits per kilogram of cheese compared to the non-SRM treatment. SSC animals spent less time idle ($P < 0.004$) and more time grazing ($P < 0.009$). They also had greater NDF feeding efficiency, greater NDF rumination efficiency, greater NDF consumption ($P < 0.001$) and had lower heart rate ($P < 0.014$), RR ($P < 0.001$) and TR ($P < 0.022$) and lower surface temperature of the right side ($P < 0.003$) and side of the udder ($P < 0.047$). The inclusion of cassava root silage (SRM) in the concentrate did not affect the behavior ($P > 0.284$) or feed efficiency of cows ($P > 0.170$), but reduced fiber intake ($P < 0.009$) and had a quadratic effect on rectal temperature ($P < 0.053$). The inclusion of up to 78% of cassava root silage in replacement of corn in the supplement does not harm the production, composition, and quality of Minas frescal cheese, but it increases the cost of the supplement, thereby reducing profitability. Conversely, technical supplementation, although reducing the feeding and rumination efficiency of neutral detergent fiber (NDF), increased the feeding efficiency of dry matter (DM) and vacation rest time, consequently reducing grazing time.

Keywords: Alternative foods, ingestive behavior, cheese production, dairy cows.

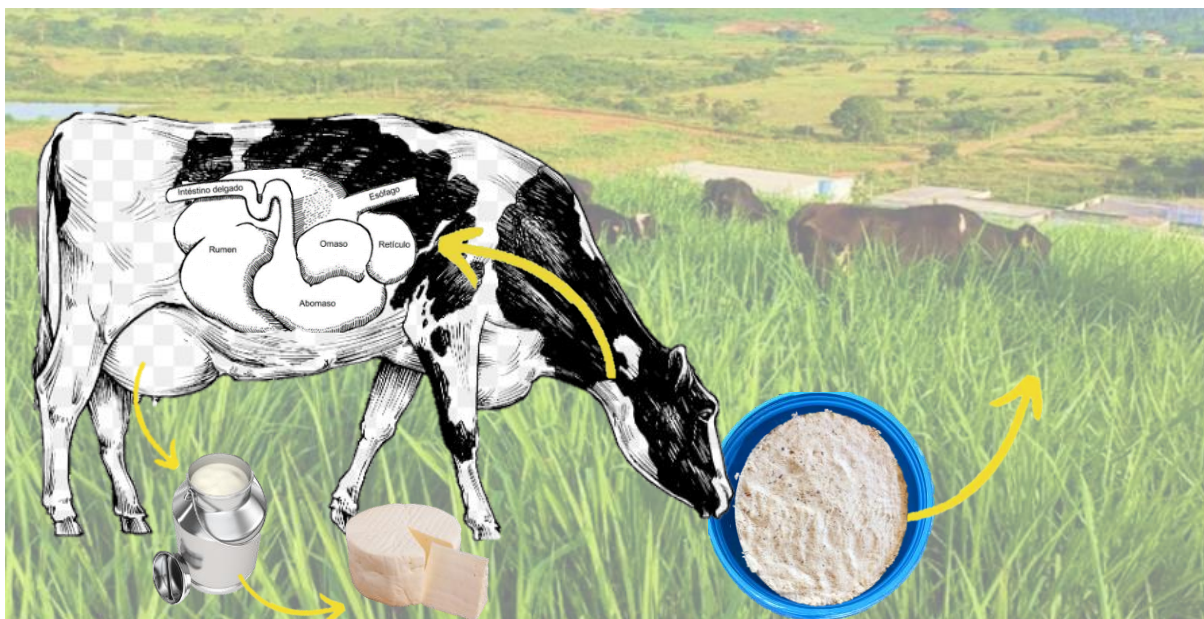
RESUMO INTERPRETATIVO E RESUMO GRÁFICO

SILAGEM DE RAIZ DA MANDIOCA NO SUPLEMENTO PARA VACAS LEITEIRAS MANTIDAS A PASTO: EFEITOS SOBRE A PRODUÇÃO, ASPECTOS DO QUEIJO, CUSTO E COMPORTAMENTO ANIMAL

Elaborado por **Cláudia Siqueira Caldas** e orientado por **Kaliandra Souza Alves** e **Luis Rennan Sampaio Oliveira**

A produção animal a pasto ainda é o meio mais econômico para a produção de leite no Brasil. Entretanto, muitas vezes, é necessário a suplementação com alimentos concentrados para suprimimento das exigências dos animais. Neste cenário, suplementos alternativos podem contribuir para reduzir os custos de produção. Uma alternativa é a silagem da raiz de mandioca, que apesar de já existir estudos com vacas leiteiras, até o momento têm se limitado à avaliação do consumo e desempenho, não havendo muitas informações científicas do seu uso na produção de queijos e no comportamento animal. Visando responder a isso, 10 vacas lactantes foram manejadas em sistema de pastejo rotacionado em área formada por capim Mombaça, recebendo suplementos contendo níveis de inclusão da silagem da raiz de mandioca (SRM) em substituição ao milho (sem suplementação concentrada, 0, 26, 52, e 78% MS de SRM). Dos leites individuais produzidos no 20º dia de cada período experimental foram fabricados queijos Minas frescal, sendo determinada a composição, rendimento, cor, aceitação pelo consumidor e custos gerados pela produção. No 10º dia de cada período experimental ocorreram as observações comportamentais, sendo coletados dados das atividades (pastejando, ruminando, ócio, outras atividades), eficiência de alimentação, eficiência de ruminação e os parâmetros fisiológicos. Observou-se que a suplementação concentrada aumenta o teor de proteína e o rendimento dos queijos, mas encarece o custo do suplemento. A suplementação concentrada reduz a eficiência de alimentação e ruminação da FDN, porém, aumenta a eficiência de alimentação da MS e o tempo ócio das vacas reduzindo o tempo em pastejo

Figura 1. Efeito da silagem da raiz de mandioca (SRM) no suplemento de vacas em pastejo sobre a produção de queijos e comportamento ingestivo.



Sumário

1.	CONTEXTUALIZAÇÃO	13
1.1	Queijo Minas frescal.....	14
1.2	Influência da dieta na composição do leite e do queijo.....	16
1.3	Influência da dieta no comportamento ingestivo	17
1.4	Suplementação de vacas em lactação a pasto.....	188
1.5	Uso da raiz de mandioca na alimentação de ruminantes.....	199
	REFERÊNCIAS.....	22
2	CARACTERÍSTICAS E CUSTOS DO QUEIJO MINAS FRESCAL ORIUNDO DE VACAS SUPLEMENTADAS A PASTO COM SILAGEM DA RAIZ DE MANDIOCA.....	28
	RESUMO.....	28
	ABSTRACT.....	29
2.1	Introdução	30
2.2	Material e Métodos.....	31
2.2.1	Considerações éticas	31
2.2.2	Localização, delineamento experimental, manejo alimentar e tratamentos.....	31
2.2.3	Análises químicas.....	34
2.2.4	Coleta e análise do leite.....	34
2.2.5	Fabricação do queijo Minas Frescal.....	35
2.2.6	Análises Físico-Químicas queijo Minas frescal.....	36
2.2.7	Rendimento.....	37
2.2.8	Análise instrumental da cor dos queijos.....	37
2.2.9	Avaliação sensorial do queijo.....	38
2.2.10	Avaliação dos índices econômicos.....	38
2.2.11	Análise estatística.....	39
2.3	Resultados	40
2.4	Discussão.....	44
2.5	Conclusão.....	47
	REFERÊNCIAS.....	48
3	CAPÍTULO II - VACAS SUPLEMENTADAS COM SILAGEM DA RAIZ DE MANDIOCA EM REGIME DE PASTEJO ALTERAM O COMPORTAMENTO?	53
	RESUMO.....	53
	ABSTRACT.....	54
3.1	Introdução.....	55
3.2	Material e métodos.....	55
3.2.1	Localização, delineamento experimental e, manejo alimentar.....	56
3.2.2	Coleta de variáveis comportamentais.....	59
3.2.3	Mastigação merérica, eficiência de alimentação e ruminação.....	59
3.2.4	Monitoramento ambiental e parâmetros fisiológicos.....	60
3.2.5	Análise estatística.....	62
3.3	Resultados.....	62
3.4	Discussão.....	66
3.5	Conclusão.....	69
	REFERÊNCIAS.....	70
	ANEXOS.....	74

1. CONTEXTUALIZAÇÃO

A cadeia leiteira destaca-se como uma atividade que exerce importante papel econômico e social no setor agropecuário, responsável por gerar emprego, renda e tributos ao País. Mais de um milhão de produtores do campo têm sua remuneração baseada na produção de leite, além de gerar outros milhões de empregos nos demais segmentos da cadeia (ROCHA et al., 2020). Segundo a USDA (2022) o Brasil ocupa o 6º lugar no ranking dos maiores produtores de leite, atrás apenas da Índia, União Europeia, EUA, China e Rússia. O Brasil alcançou produção de 34,6 bilhões de litros de leite em 2022 (IBGE, 2024). O estado do Pará é o décimo segundo maior estado produtor e o segundo maior produtor de leite da região Norte do Brasil, com uma produção de 578 mil de litros no ano de 2022, uma participação de 1,63% da produção nacional (IBGE, 2024).

O leite não é consumido apenas na forma líquida, mas também como outros produtos derivados lácteos, como exemplo, o queijo, a manteiga ou o iogurte. No Brasil, cerca de 36% da produção total do leite é absorvida pelo mercado interno de lácteos para produção de queijos. Segundo estimativas da Associação Brasileiras das Indústrias do Queijo (ABIQ), o consumo médio *per capita* de queijos no Brasil é de 5,6 quilos por ano e com perspectiva de crescimento de 9,6 quilos de queijo por habitante/ano até 2030 (ABIQ, 2022).

O queijo é um produto lácteo que pode ser fresco ou maturado, obtido pela separação parcial do soro do leite ou do leite reconstituído, ou de soros lácteos, que são coagulados pela ação do coalho, enzimas produzidas por microrganismos específicos, ou ácidos orgânicos isolados ou combinados. Todos esses ingredientes devem ser de qualidade adequada para consumo humano, podendo ser adicionados de substâncias alimentícias, especiarias, condimentos ou aditivos, conforme necessário (BRASIL, 2017).

Os queijos apresentam características singulares em função, de diferenças no processo produtivo, tais como o tipo de leite, o tipo de coagulação empregada, presença/ausência de maturação e/ou tempo de maturação (PERRY, 2004). Além disso, a composição da dieta fornecida aos animais, pode influenciar significativamente na composição e características organolépticas do leite (DOKOU et al., 2023). Fatores como teor de gordura, perfil de ácidos graxos, teor de proteína, minerais, vitaminas, sabor e aroma do leite são todos afetados pela alimentação das vacas, refletindo diretamente nas características dos queijos produzidos (LIMA MACIEL et al. 2021; MCGUINNESS et al. 2024).

A composição da dieta consumida pelas vacas não apenas influencia a composição do leite e seus derivados, mas também desempenha um papel crucial em seu comportamento e

bem-estar. Uma dieta balanceada e nutritiva pode promover saciedade, conforto e níveis adequados de energia, reduzindo comportamentos de busca por alimentos e agitação. Além disso, uma dieta adequada contribui para a saúde digestiva, prevenindo problemas gastrointestinais e promovendo comportamento social mais tranquilo.

Por outro lado, dietas desequilibradas podem impactar na digestão dos alimentos e na velocidade com que passam pelo trato gastrointestinal com a finalidade de superar condições limitantes ao consumo e obter a quantidade de nutrientes necessária (DADO et al., 1995). Tornando-se importante avaliar o efeito de um alimento incluído na alimentação sobre o comportamento dos animais.

1.1 Queijo Minas frescal

Embora não haja registros oficiais da produção inicial deste alimento, existem relatos de materiais identificados como queijo em tumbas egípcias datadas de 3.100 a.C (DOS SANTOS et al., 2017). São várias as teorias do surgimento do queijo, em uma delas pressupõe-se que o descobrimento desse alimento tenha sido acidental, quando o leite era armazenado em recipientes elaborados com estômago de ruminantes. Assim, por conter enzimas responsáveis pela coagulação, ocorria o processo fermentativo e a separação do soro, consequentemente, o aparecimento do queijo (PERRY, 2004; BORDINI et al., 2020).

Após o surgimento do queijo, houve uma grande expansão da produção, sendo que no Brasil iniciou-se em 1808 com a chegada e instalação da família real Portuguesa, a qual produzia de forma artesanal os chamados “Queijos do Reino”. Ao longo dos anos, uma variedade de tipos de queijos foi surgindo no país, com destaque para os queijos Minas, Serrano, Coalho e Colonial (PAULA et al., 2009; BORDINI et al., 2020).

A fabricação de queijos, de modo geral, abrange a partir de quatro etapas básicas, sendo a primeira composta pela ordenha e filtragem do leite, seguida da coagulação, corte da coalhada, dessoragem e salga, a terceira etapa constitui aos processos de enformagem e prensagem, e quarta etapa, denominada como maturação, a qual possui diferentes estágios, dependendo do tipo de queijo, que interferem no sabor e consistência, além da interferência do tipo de clima (CARVALHO et al., 2007).

Para a fabricação de queijos, o leite tem que passar por um processo de transformação do estado líquido para o gel, ocorrendo mediante ação de enzimas específicas conhecidas como coalho ou coagulante que tem a propriedade de alterar as proteínas do leite e transformá-lo em uma coalhada (PEREIRA et al., 2014). O nome coalho é reservado para enzimas obtidas do

quarto estômago de ruminantes, como o coalho bovino. Existem duas enzimas principais no extrato animal: quimosina e pepsina, cuja porcentagem varia de acordo com a idade do animal (quanto maior a idade, menor o teor de quimosina). Por outro lado, o nome coagulante refere-se integralmente às enzimas utilizadas na coagulação do leite obtido por diversos métodos de coalho (quarto estômago de ruminantes), como coagulantes vegetais e microbianos (ANTUNES & SAITO, 2011).

As enzimas constituintes do coalho durante o processo de fabricação do queijo, têm como função hidrolisar as caseínas, especificamente a fração proteica kappa-caseína, que estabiliza a formação de micelas. Após a precipitação da caseína, ocorre a formação do coágulo firme (ANTUNES & SAITO, 2011).

O queijo tem uma importância socioeconômica e nutricional, devido à comercialização significativa e alto consumo (DE MIRANDA et al., 2023). A demanda por queijos no Brasil vai continuar crescendo devido a mudanças no estilo de vida e pela busca de uma alimentação mais saudáveis (BONAFIDE RESEARCH, 2022).

O queijo Minas Frescal é um dos produtos lácteos mais importantes do Brasil, sendo considerado um queijo genuinamente nacional. Possui grande aceitação no mercado interno, é considerado um alimento de fácil produção, alto rendimento e comercializado a preços mais acessíveis, porém, é altamente perecível (15 a 20 dias de vida útil) mesmo sob refrigeração devido ao seu alto teor de umidade (FRITZEN-FREIRE et al., 2010; SOUZA et al., 2017).

Entende-se que este alimento é um queijo fresco branco, de pasta mole, produzido tradicionalmente pela coagulação enzimática do leite pasteurizado com coalho e/ou outras enzimas coagulantes apropriadas, suplementadas ou não com a ação de bactérias lácticas específicas, o resultado é uma massa coalhada, que passa pelo processo de dessoração, sem ser prensada, que recebe adição de sal e não é maturada. (BRASIL, 2017).

O queijo Minas frescal possui entre 55% e 58% de umidade, 17% e 19% de gordura, 1,4% a 1,6% de sal e pH entre 5,0 e 5,3%. Ele é reconhecido por sua massa branca, consistência macia e textura fechada, podendo exibir algumas pequenas aberturas irregulares. Seu sabor é suave, com uma leve acidez perceptível (BRASIL, 1996; BRASIL, 1997; ABIQ, 2020).

O leite e os seus derivados têm sido reconhecidos como fontes importantes de nutrientes básicos e compostos específicos com propriedades benéficas à saúde, cujas concentrações podem ser alteradas, em menor ou maior grau, por meio da manipulação da dieta dos animais (SILVA et al., 2020). Estudos comprovam que a composição da dieta fornecida às vacas pode influenciar na composição e qualidade nutricional do leite e seus derivados (CERUTTI et al., 2016; O'CALLAGHAN et al., 2019; DOKOU et al., 2023).

1.2 Influência da dieta na composição do leite e do queijo

A estratégia alimentar usada para vacas leiteiras pode ter grande influência sobre a produção e a qualidade nutricional do leite e seus derivados (CERUTTI et al., 2016), bem como, na composição e características organolépticas do queijo produzido a partir desse leite (HERNANDEZ et al., 2022).

Dietas variadas, como aquelas com alto teor de fibra ou concentrado, influenciam diretamente a dinâmica da fermentação, com fibras promovendo uma fermentação mais lenta e concentrados resultando em processos fermentativos mais rápidos (AULDIST et al., 2016). Além disso, a composição da dieta determina a predominância de microrganismos específicos no rúmen, com dietas ricas em fibra favorecendo microrganismos fibrolíticos e dietas concentradas estimulando microrganismos amilolíticos (DILL-MCFARLAND et al., 2019). Essas variações na dieta também afetam o fluxo de nutrientes, com dietas fibrosas resultando em uma absorção mais lenta e estável de nutrientes, enquanto dietas concentradas promovem uma rápida absorção de carboidratos simples (MORRIS et al., 2020).

Dietas a base de forragens desempenham um papel crucial na composição e produção do leite e do queijo, influenciando diretamente a qualidade nutricional e sensorial desses produtos lácteos (GULATI et al., 2018; MAGAN et al., 2021). Estudos mostram que dietas a pasto podem alterar os teores de gordura e perfil de ácidos graxos do leite, havendo aumento produção de ácidos graxos poliinsaturados, que são benéficos para a saúde, especialmente o ômega-3 (O'CALLAGHAN et al., 2019; KILCAWLEY et al., 2018).

Além disso, as características das forragens podem influenciar o sabor e o aroma do leite e do queijo, uma vez que compostos presentes nas plantas podem ser transferidos para o leite e, posteriormente, para o produto final (FAULKNER, et al., 2018). A cor é outro parâmetro que pode ser alterado no leite e no queijo, em virtude da concentração de pigmentos presentes nas forragens consumidas pelas vacas (CONBOY STEPHENSON et al., 2021)

Já a inclusão de grandes quantidades de concentrados em dieta de animais ruminantes impacta diretamente no consumo de matéria seca, podendo reduzir o pH ruminal, alterar a digestibilidade da fibra e proporção de acetato/propionato, além, de aumentar da possibilidade de ocorrência de acidose ruminal, consequência do acúmulo de ácido lático e ácidos graxos voláteis que reduzem o pH ruminal (MAGAN et al., 2021; ELMHADI et al., 2022), além da diminuição da concentração de gordura do leite (HILLS et al., 2015).

Vários estudos compararam os efeitos dos sistemas de alimentação na produção de leite e composição bruta, onde o leite produzido em sistemas de alimentação à pasto aumenta o teor de gordura, o perfil de ácidos graxos do leite, proteína total e caseína em comparação com o leite de vacas em sistemas de alimentação com ração total misturada (TMR) (O'CALLAGHAN et al., 2016; DE LA TORRE et al., 2018; GULATI et al., 2018). LIMA MACIEL et al (2021) testando a inclusão de coco babaçu na dieta de vacas em pastejo, verificaram que o rendimento de queijo Minas frescal diminuiu, mas houve aumento nas concentrações dos ácidos graxos benéficos à saúde na gordura do queijo (18:1 trans-11 e CLA cis-9, trans-11).

1.3 Influência da dieta no comportamento ingestivo

O estudo do comportamento animal desempenha um papel crucial na gestão eficaz de operações leiteiras e na garantia do bem-estar animal, permitindo fazer ajustes necessários na alimentação para melhorar a produtividade animal (CORREIA et al., 2015).

Os alimentos volumosos, como feno, silagem e pastagens, desempenham um papel crucial no comportamento ingestivo das vacas. Esses alimentos estimulam a mastigação que aumenta a degradação ruminal, por elevar a matéria seca e as frações da fibra potencialmente digerível e reduzir o tempo de latência de degradação da fibra (BEAUCHEMIN, 1992). Além disso, os alimentos volumosos proporcionam uma sensação de saciedade prolongada, controlando o consumo excessivo e distribuindo a ingestão ao longo do dia (VAN SOEST, 1994).

Dietas volumosa apresentam tamanho de partículas de fibra mais longas, quando comparadas as partículas de dietas concentradas, fator que promove ruminação que consequentemente aumenta o pH ruminal por estimular a secreção salivar, pois o aumento da secreção salivar tampona o conteúdo ruminal evitando distúrbios como acidose ruminal (CHIBISA, et al., 2016). Kröger et al. (2019) avaliaram como o teor de fibra eficaz na dieta das vacas influencia seu comportamento alimentar e saúde ruminal e verificaram que ao transitar de uma dieta rica para uma moderada em fibra eficaz, tentando estabilizar as variações do pH ruminal, houve mudanças no comportamento alimentar, diminuindo o tempo de alimentação por refeição, mas aumentaram o número de refeições por dia, também aumentaram a seletividade da dieta, mas não se evitou a queda do pH ruminal e o comprometimento da saúde hepática.

Já a inclusão de suplemento concentrado na dieta é uma prática comum em sistemas de produção especializados, pois melhora o desempenho de vacas de alta produção de leite

(OLIVEIRA et al., 2007). Onde tanto a concentração quanto a composição dos alimentos usados nas formulações dos suplementos exercem influências significativas nas atividades comportamentais (WU et al., 2022).

Os alimentos concentrados, mais densos em energia e nutrientes do que os alimentos volumosos, impactam o comportamento ingestivo das vacas de várias maneiras. Esses alimentos são consumidos mais rapidamente, resultando em menor tempo de mastigação e ruminação (BEAUCHEMIN, 1992). Apesar de proporcionarem uma sensação de saciedade menos duradoura, levando a padrões de ingestão mais irregulares, os alimentos concentrados podem levar a distúrbios digestivos se consumidos em excesso (HUMER, et al., 2018).

Portanto, é crucial equilibrar a inclusão de alimentos concentrados e volumosos na dieta das vacas para garantir uma nutrição adequada e promover o bem-estar dos animais.

1.4 Suplementação de vacas em lactação a pasto

A produção de leite em sistema de pastagens no Brasil é o modelo de produção com menor custo, quando comparado aos sistemas de confinamento exclusivos à base de alimentos concentrados e forragens conservadas (GUERRA et al., 2018). Apesar dos potenciais benefícios econômicos e ambientais dos sistemas de produção de leite a pasto, há uma grande demanda por melhorias, de forma a contornar adversidades como a sazonalidade da produção forrageira, assim como a adoção de estratégias de manejo do pasto que possibilitem aos animais ingerirem um alimento de elevada qualidade nutricional, reduzindo a demanda por suplementos para atendimento das exigências nutricionais dos animais (COSTA et al., 2015; ROCHE et al., 2017). Ainda assim, apesar das melhorias na maximização do uso dos pastos para amenizar os problemas da sazonalidade, as exigências nutricionais de vacas normalmente não são atendidas com dietas exclusivamente a pasto, especialmente quando se tem animais com potencial genético ainda mais definido para a produção leiteira, sendo necessário, fornecer nutrientes adicionais para complementar o aporte de nutrientes e energia das forragens (SILVA et al., 2015).

A utilização de suplementos concentrados pode, no entanto, aumentar os custos de produção e reduzir a renda dos produtores de leite em determinadas situações. Assim, para reduzir os custos associados com o uso de ingredientes convencionais na dieta dos animais, diversos estudos têm investigado o uso de alimentos alternativos na alimentação de ruminantes (MELLO et al., 2018; DE OLIVEIRA et al., 2020; LIMA MACIEL et al., 2021). Estudos desta natureza são importantes uma vez que as despesas com alimentação representam em torno de

40 a 60% do custo total de produção na atividade leiteira, sendo a maior parte desses gastos destinados à aquisição de alimentos concentrados para a suplementação, tanto na época das águas como da seca (SIGNORETTI, 2017). As constantes oscilações nos preços dos concentrados tradicionalmente utilizados na dieta de vacas leiteiras, como milho e farelo de soja, reforçam a busca por fontes alternativas de concentrados para fabricação de rações, que sejam capazes de manter níveis desejáveis de produção e de qualidade do leite (GONZAGA NETO et al., 2015).

1.5 Uso da raiz de mandioca na alimentação de ruminantes

A Mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) é uma cultura anual que é amplamente cultivada em regiões tropicais e subtropicais, utilizada na alimentação humana, para o processamento do amido e na maioria das vezes os subprodutos do seu processamento são absorvidos na alimentação animal (WANAPAT et al., 2018). A mandioca é uma cultura resistente, tolerante à seca e a doenças, que requer poucos insumos, podendo ser cultivadas em solos de baixa fertilidade, incluindo baixos níveis de fósforo disponível, baixo teor de bases trocáveis, alto teor de alumínio e alta temperatura (WANAPAT & KANG, 2015; HOWELER, 2017; JIWUBA et al., 2021). Além disso, é uma cultura de alta produtividade. À exemplo, em 2022 a produção brasileira de raiz de mandioca, foi de 18,2 milhões de toneladas colhidas em área total de 1,27 milhões de hectares, representando produtividade de 14,86 toneladas por hectare (CONAB, 2023). O Pará é o principal produtor de mandioca no Brasil, com uma produção totalizando 4,06 milhões de toneladas em 2022, correspondendo a 21,95% de toda a produção brasileira (IBGE, 2024).

A raiz da mandioca e seus subprodutos têm sido utilizados de forma estratégica nas fazendas como fontes energéticas na alimentação de vacas leiteiras, com o objetivo de substituir total ou parcialmente alimentos convencionais no período de escassez de alimento ou épocas em que os demais ingredientes correspondentes a esse alimento, apresentam elevação de preço (SANTOS et al., 2019).

No entanto, o uso da raiz de mandioca fresca na alimentação de animais é limitado devido: (i) à sua deterioração poucos dias após ser colhida, comprometendo sua conservação e (ii) à alta concentração de ácido cianídrico (HCN) de algumas das variedades produzidas. A raiz fresca da mandioca pode ser classificada de acordo com o teor de ácido cianídrico, as variedades mansas caracterizam-se, principalmente, por apresentar teores de cianeto abaixo de 100 mg/kg de polpa e as variedades com concentrações de cianeto acima de 100 mg/kg são

denominadas bravas (BORGES et al., 2002; CHERDTHONG et al, 2018). O HCN tem efeitos citotóxicos graves na mitocôndria respiratória devido causar inibição da enzima citocromo oxidase (KHAILOVA et al, 2017). Em ruminantes, a dosagem letal mínima de HCN é de cerca de 2 mg/kg de peso corporal (RADOSTITS et al., 2007).

Com o intuito de viabilizar o uso da silagem da raiz de mandioca na alimentação animal, torna-se imprescindível o emprego de métodos de processamento, podendo ser realizado pela sua desidratação (SANTOS et al., 2015) ou conservação anaeróbica por meio da ensilagem (SILVA et al., 2022). O processo de ensilagem diminui significativamente a concentração de cianetos totais (IWUOHA & UBENG, 2013). Além disso, a utilização da raiz de mandioca em forma de silagem, é um importante método de preservação usado para manter as características nutricionais da raiz da mandioca e a qualidade das dietas para ruminantes.

Diversos fatores como, clima, cultivar, qualidade do solo, época de colheita, entre outros pode influenciar na variação da composição química da raiz da mandioca e consequentemente, na composição da silagem da raiz da mandioca. Silva et al. (2010), encontraram quantidades de 34,4% de MS, 2,70% de MM, 2,40% de PB, 12% de FDN e 2,07% de FDA na silagem da raiz de mandioca. Enquanto Vieira et al. (2017), verificaram que a silagem da raiz de mandioca contém 43,21% de matéria seca (MS), 3,55% de matéria mineral (MM), 3,19% de proteína bruta (PB), 3,17% de extrato etéreo (EE), 8,79% de fibra em detergente neutro (FDN) e 2,16% de fibra em detergente ácido (FDA).

A raiz da mandioca tem sido usada nas dietas de vacas leiteiras devido a suas características nutricionais e de produção como mostra vários estudos. Srisaikhram et al. (2018), avaliaram a utilização de polpa fermentada de mandioca na alimentação de vacas leiteiras nos níveis de 0, 20 e 40% em substituição ao concentrado e não observaram efeito na produção e composição do leite, e recomendaram a substituição do concentrado por polpa de mandioca fermentada até o nível de 40%, pois podem ser benéficos para vacas leiteiras em lactação. Saraiva et al. (2019), avaliaram a substituição de palma por raiz de mandioca integral (moída diariamente) e silagem de milho nas proporções de 0, 25, 50, 75 e 100% na alimentação de vacas em lactação com produção média de leite de 16 kg/dia, não verificaram efeito sobre a produção de leite e recomendaram a substituição completa da palma por raiz de mandioca e silagem de milho nas dietas de vacas em lactação.

Ao avaliar a suplementação de vacas em pastejo, com inclusão da silagem da raiz de mandioca (SRM) em substituição ao milho nas proporções de 0, 26, 52, 78% e sem suplementação concentrada (SSC), Galvão (2022) relatou que produção de leite diária (PLD), a produção de leite diária corrigida (PLC), teor de proteína, lactose, caseína e extrato seco

desengordurado (ESD) e o nitrogênio uréico do leite (NUL) foram, maiores para os animais que receberam suplementação concentrada (milho e silagem da raiz de mandioca) comparados aos SSC.

A utilização da silagem da raiz de mandioca (SRM) nas dietas de vacas em lactação se mostra favorável em decorrência de estudos prévios de suas características nutricionais, apresentando composição semelhante a grãos de cereais como milho e sorgo com teores significativos de carboidratos solúveis, que são de alta digestibilidade, favorecendo a maior disponibilidade de nutrientes para absorção e síntese do leite.

Somado a isso os estudos citados mostram resultados positivos para o uso da mandioca sobre a produção e composição do leite levando a hipótese de que uso da SRM na dieta de vacas possa causar variação da qualidade, composição química, rendimentos e economicidade de queijos confeccionados com esse leite. Além disso, torna-se importante fazer a avaliação comportamental, visando analisar o efeito da inclusão da silagem da raiz de mandioca no suplemento sobre o comportamento ingestivo dos animais.

REFERÊNCIAS

- ABIC. Associação Brasileira das Indústrias de Queijo. **Indústria de queijos: como continuar crescendo?** Março de 2023. Disponível em: https://www.abiq.com.br/noticias/ler.asp?codigo=2448&codigo_categoria=6&codigo_subcategoria=29.
- AULDIST, M. J. *et al.* Incorporating mixed rations and formulated grain mixes into the diet of grazing cows: Effects on milk composition and coagulation properties, and the yield and quality of Cheddar cheese. **Journal of Dairy Science**, 99(6), 4196–4205. 2016.
- ANTUNES, L.; SAITO, M. M. A evolução das enzimas coagulantes. **Food Ingredients Brasil**, v. 16, n. 1, p. 38-42, 2011.
- BONAFIDE RESEARCH. **Visão Geral do Mercado de Queijo Brasil, 2027**. Março de 2023. Disponível em: <https://www.marketresearch.com/Bonafide-Research-Marketing-Pvt-Ltd-v4230/Brazil-Cheese-Overview-32807418/>.
- BORDINI, F.W. *et al.* Avaliação microbiológica de queijo tipo colonial mediante presença ou ausência de certificação comercial no sul do Brasil. **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, v.14, p. 3212-3227, 2020.
- BORGES, M.F. *et al.* **Avaliação de variedades de mandioca para consumo humano**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 37, p.1559-1565. 2002.
- BEAUCHEMIN, K.A. Effects of digestive and ruminative mastication on digestion of forage by cattle. **Animal Feed Science and Technology**, v.40, p.41-56, 1992.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Decreto nº 9.013, de 29 de março de 2017. Regulamenta a Lei nº 1.283, de 18 de dezembro de 1950, e a Lei nº 7.889, de 23 de novembro de 1989, que dispõem sobre a inspeção industrial e sanitária de produtos de origem animal. **Diário Oficial União**, 30 de março de 2017, Brasília.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. Portaria nº 368, de 4 de setembro de 1997. [Aprova o Regulamento Técnico sobre as condições Higiênico-Sanitárias e de Boas Práticas de Fabricação para Estabelecimentos Elaboradores/Industrializadores de Alimentos]. **Diário Oficial da União**, 8 set 1997. Seção1, p.19697.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, do Abastecimento e da Reforma Agrária. Portaria nº 146, de 7 de março de 1996. [Aprova os regulamentos técnicos de identidade e qualidade dos produtos lácteos]. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, 11 mar. 1996. Seção1, p.3977-3986.
- CARVALHO, J. D. G. *et al.* The quality of Minas Frescal cheese produced by diferente technological processes. **Food Control**, v. 18, n. 1. p. 262-267, 2007.
- CERUTTI, W. G. *et al.* Fatty acid profiles of milk and Minas frescal cheese from lactating grazed cows supplemented with peanut cake. **Journal of Dairy Research**, v. 83, n. 1, p. 42–49, 2016.

CHERDTHONG A. *et al.* Effects of feeding fresh cassava root with high-sulfur feed block on feed utilization, rumen fermentation, and blood metabolites in Thai native cattle. **Tropical Animal Health and Production**. Aug;50(6):1365-1371, 2018.

CHIBISA, G. E. *et al.* Relative contribution of ruminal buffering systems to pH regulation in feedlot cattle fed either low- or high-forage diets. **Animals**, 10, 1164–1172, 2016.

CONAB. **Mandioca**. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/analises-do-mercado-agropecuário-e-extrativista/analises-do-mercado/historico-mensal-de-mandioca>. Abril de 2023.

CONBOY STEPHENSON, R.*et al.* Carotenoids in Milk and the Potential for Dairy Based Functional Foods. **Foods**, 10, 1263. 2021.

COSTA, E. I. *et al.* Feeding behavior and responses in grazing lactating cows supplemented with peanut cake. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 44, n. 4, p. 138–145, 2015.

DAGAEW, G. *et al.* Ruminal fermentation, milk production efficiency, and nutrient digestibility of lactating dairy cows receiving fresh cassava root and solid feed-block containing high sulfur. **Fermentation**, v. 7: 114, 2021.

DE LA TORRE, S. *et al.* Dairy cows eating grass produce milk with a higher proportion of fat-soluble antioxidants. **Sustainable meat and milk production from grasslands**, p.443, 2018.

DE MIRANDA, N.M.Z. *et al.* Novas leveduras com potenciais características probióticas isoladas do fermento endógeno de queijo Minas artesanal. **Brazilian Journal of Microbiology**, v. 54, 1021–1033 2023.

DE OLIVEIRA, W. F. *et al.* Production, chemical composition, and economic viability of Minas Frescal cheese from buffaloes supplemented with açai seed. **Tropical animal health and production**, 52(5):2379-2385. 2020.

DILL-MCFARLAND, K. A. *et al.* Diet Influences Early Microbiota Development in Dairy Calves without Long-Term Impacts on Milk Production. **Applied and Environmental Microbiology**, 9; 85(2): e 02141-18. 2019.

DOKOU, S. *et al.* Composition, organoleptic characteristics, fatty acid profile and oxidative status of cow's milk and white cheese after dietary partial replacement of soybean meal with flaxseed and lupin. **Animals**. v. 13, 1159, 2023.

DOS SANTOS, S. *et al.* Características tecnológicas, de qualidade e potencialidades da cadeia produtiva de queijo colonial na região Sul do Brasil: uma revisão. **FTT Journal of Engineering and Business**, v. 1, n. 2, p. 50-64, 2017.

ELMHADI, M.E. *et al.* Subacute ruminal acidosis in dairy herds: Microbiological and nutritional causes, consequences, and prevention strategies. **Animal Nutrition**, v.10, 148–155, 2022.

FAULKNER, H. *et al.* Effect of different forage types on the volatile and sensory properties of bovine milk. **Journal of Dairy Science**, v. 101, n. 2, p. 1034-1047, 2018.

FERREIRA, A. *et al.* Effect of replacing ground corn and soybean meal with licuri cake on the performance, digestibility, nitrogen metabolism and ingestive behavior in lactating dairy cows. **Animal**, 11(11), 1957-1965, 2017.

FRITZEN-FREIRE, *et al.* A influência da incorporação de Bifidobacterium Bb-12 e ácido láctico nas propriedades do queijo minas frescal. **Jornal de Engenharia de Alimentos**, 96,621–627, 2010.

GUERRA, M. G. *et al.* Perfil metabólico proteico de vacas em lactação alimentadas com milho e ureia a pasto. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 70, n. 4, p. 1266–1274, 2018.

GONZAGA NETO, S. *et al.* Milk production, intake, digestion, blood parameters, and ingestive behavior of cows supplemented with by-products from the biodiesel industry. **Tropical Animal Health and Production**, v. 47, n. 1, p. 191-200, 2015.

GULATI, A. *et al.* Outdoor grazing of dairy cows on pasture versus indoor feeding on total mixed ration: Effects on gross composition and mineral content of milk during lactation. **Journal of dairy science**, 101:2710–2723, 2018.

HERNÁNDEZ, L.H.V. *et al.* Milk Yield and Milk Fatty Acids from Crossbred F1 Dairy Cows Fed on Tropical Grasses and Supplemented with Different Levels of Concentrate. **Animals**, 12, 2570, 2022.

HILLS, J. L. *et al.* Invited review: An evaluation of the likely effects of individualized feeding of concentrate supplements to pasture-based dairy cows. **Journal of dairy science**, v. 98, n. 3, p. 1363–1401, 2015.

HOWELER, R.H. **Cassava cultivation and soil productivity**. In Achieving Sustainable Cultivation of Cassava; Hershey, C., Ed.; Burleigh Dodds Science: Cambridge, UK, Volume 1, pp. 1-16, 2017.

HUMER, E. *et al.* Invited review: Practical feeding management recommendations to mitigate the risk of subacute ruminal acidosis in dairy cattle. **Journal of dairy science**, 101, 872–888. 2018.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa da Pecuária Municipal**. Janeiro de 2024. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/9107-producao-da-pecuaria-municipal.html?=&t=publicacoes>

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa da Pecuária Municipal. Produção de origem animal por tipo de produto**. Janeiro de 2024. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/ppm/tabelas>

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Levantamento sistemático da produção agrícola. Estatística da produção agrícola**. Janeiro de 2024. Disponível em: [IBGE | Biblioteca | Detalhes | Indicadores IBGE : estatística da produção agrícola](#)

IWUOHA, G. *et al.* Detoxification effect of fermentation on cyanide content of cassava tuber. **Journal of Applied Sciences and Environmental Management**, 17, 567–570, 2013.

JIWUBA, P. C. *et al.* Enhancement values of cassava by-product diets on production and haemato-biochemical indices of sheep and goats: a review. **Tropical Animal Health and Production**, 53(2), 2021

KHAILOVA, L.S. *et al.* Effect of cyanide on mitochondrial membrane depolarization induced by uncouplers. **Biochemistry Moscow** 82, 1140-1146, 2017.

KRÖGER, I. *et al.* Feeding Diets Moderate in Physically Effective Fibre Alters Eating and Feed Sorting Patterns without Improving Ruminal pH, but Impaired Liver Health in Dairy Cows. **Animals**, 9, 128, 2019.

LIMA MACIEL, D. *et al.* Physicochemical, nutritional, and sensory attributes of Minas frescal cheese from grazing cows fed a supplement containing different levels of babassu coconut (*Orbignya speciosa*). **International Dairy Journal**, 105176, 2021.

MAGAN, J. B. *et al.* Compositional and functional properties of milk and dairy products derived from cows fed pasture or concentrate-based diets. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, 20(3), 2769–2800, 2021.

MELO, M. T. P. *et al.* Composição de ácidos graxos do queijo e leite de vacas alimentadas com casca de banana. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 70, n. 3, p. 965–974, 2018.

MORRIS, D.L. *et al.* Effects of high-starch or high-fat diets formulated to be isoenergetic on energy and nitrogen partitioning and utilization in lactating Jersey cows. **Journal of dairy Science**. 103, 4378–4389, 2020.

MCGUINNESS, L. *et al.* Impact of feeding regimes and lactation stage on sensory attributes of Cheddar cheese, **Food Research International**, v. 180, 114046, 2024.

NRC. **Nutrient requeriments of dairy cattle**. Washington, DC: The National Academies Press, 2021.

O'CALLAGHAN, T. F. *et al.* Effect of pasture versus indoor feeding systems on raw milk composition and quality over an entire lactation. **Journal of dairy Science**. 99:9424–9440, 2016.

O'CALLAGHAN, T. F. *et al.* Effect of pasture versus indoor feeding systems on quality characteristics, nutritional composition, and sensory and volatile properties of full-fat Cheddar cheese. **Journal of Dairy Science**, 100, 6053–6073, 2017.

O'CALLAGHAN, T.F. *et al.* Influence of Supplemental Feed Choice for Pasture-Based Cows on the Fatty Acid and Volatile Profile of Milk. **Foods**, 8, 137, 2019.

PERRY, K. S. P. Queijos: aspectos químicos, bioquímicos e microbiológicos. **Revista Scielo**. p. 293-300, v. 27, n. 2. São Paulo, 2004.

RADOSTITS, O.M. *et al.* 2007. *Veterinary Medicine: A Textbook of the Diseases of Cattle, Sheep, Goats, Pigs, and Horses*, 10th ed. Saunders Elsevier. London, UK

ROCHA, D. T.; CARVALHO, G. R.; RESENDE, J. C. Cadeia produtiva do leite no Brasil: produção primária. **Circular técnica**. 123. EMBRAPA. ISSN 1678-037X, 16p, Juiz de Fora MG Agosto, 2020.

ROCHE, J. R. *et al.* A 100-Year Review: A century of change in temperate grazing dairy systems. **Journal of Dairy Science**, v. 100, n. 12, p. 10189–10233, 2017.

SCHROEDER, G. F. *et al.* Effects of fat supplementation on milk production and composition by dairy cows on pasture: A review. **Livestock Production Science**, v. 86, n. 1–3, p. 1–18, 2004.

SANTOS, V. L. F. *et al.* Rumen parameters of sheep fed cassava peel as a replacement for corn. **Small Ruminant Research**, 133(1), 88-92, 2015.

SANTOS, N. J. A. dos *et al.* Physicochemical characteristics and fatty acid composition of the meat of lambs fed cassava silage and dry tamarindo (*Tamarindus indica*). **Animal Production Science**, v. 59, p. 1373–1381, 2019.

SARAIVA, T. A. *et al.* Effect of association of fresh cassava root with corn silage in replacement for cactus cladodes on dairy cow performance. **Tropical Animal Health and Production**, May;52(3):927-933, 2020.

SILVA, M. J. M. DOS S. *et al.* Replacement of corn with pre-dried cassava root silage in the diet for dairy goats. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, 44(1), e55947, 2022.

SILVA, T. *et al.* Peanut cake as a substitute for soybean meal in the diet of goats. **Journal of Animal Science**, v. 93, n. 6, p. 2998–3005, 2015.

SILVA, L. S. *et al.* Soybean oil modulates the fatty acid synthesis in the mammary gland, improving nutritional quality of the goat milk. **Small Ruminant Research**, v. 183, p. 106041, 2020.

SIGNORETTI, R. D. Produção eficiente de leite em pasto de qualidade. **Pesquisa & Tecnologia**, v. 14, n. 1, p. 1–5, 2017.

SOUZA, I. A. *et al.* Qualidade microbiológica de queijo minas frescal comercializado na zona da mata mineira. **Rev. Inst. Laticínios Cândido Tostes**, Juiz de Fora, 2017.

SRISAIKHAM, S. *et al.* Effect of feeding fermented fresh cassava pulp on lactoperoxidase activity and performance of holstein friesian crossbred lactating dairy cows. **PIM 1st International Conference** June 21, 2018.

VAN SOEST, P. J. **Ecologia nutricional do ruminante**. 2.ed. Ithaca: Universidade Cornell, 1994.

VIEIRA, P. A. S. *et al.* Parâmetros ruminais e balanço de nitrogênio em bovinos alimentados com silagem da raiz de mandioca. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 37, n. 8, p. 883-890, 2017.

WANAPAT, M. *et al.* Strategic supplementation of cassava top silage to enhance rumen fermentation and milk production in lactating dairy cows in the tropics. **Tropical Animal Health and Production**, 50, 1539-1546, 2018.

WANAPAT, M., & KANG, S. Cassava chip (*Manihot esculenta* Crantz) as an energy source for ruminant feeding. **Animal Nutrition**, 1(4), 266–270, 2015.

2 CAPÍTULO I - CARACTERÍSTICAS E CUSTOS DO QUEIJO MINAS FRESCAL ORIUNDO DE VACAS SUPLEMENTADAS A PASTO COM SILAGEM DA RAIZ DE MANDIOCA

RESUMO

Objetivou-se avaliar o rendimento de produção, as características físico-química e sensorial, e determinar o custo econômico de produção do queijo Minas frescal com a inclusão de silagem de raiz de mandioca em substituição ao milho no suplemento alimentar de vacas leiteiras. Foram utilizadas 10 vacas da raça Girolando, com peso médio de $373,45 \pm 63,55$ kg e média inicial de 76 dias de lactação, distribuídas em dois quadrados latinos 5×5 simultâneos. Cinco tratamentos foram avaliados, sendo eles: I – vacas em pastejo sem suplementação concentrada (SSC); II - vacas em pastejo recebendo 5 kg de suplemento concentrado com 0% de SRM; III - vacas em pastejo recebendo 5 kg de suplemento concentrado com 26% de SRM; IV - vacas em pastejo recebendo 5 kg de suplemento concentrado com 52% de SRM e V - vacas em pastejo recebendo 5 kg de suplemento concentrado com 78% de SRM. A inclusão da SRM foi feita em substituição do milho fubá. Foram analisados os teores de gordura, proteína, extrato seco total, umidade, gordura no extrato seco, acidez, pH, rendimento, análise colorimétrica e teste de aceitação sensorial dos queijos. Foram analisados o custo do suplemento em reais por kg, o custo com suplemento animal por dia, o custo diário com a suplementação animal por dia, o custo do litro do leite, o custo do leite para produzir 1kg de queijo, o custo com a fabricação do queijo, o custo total por vaca ao dia, o custo total por kg de queijo, a receita bruta e lucros da produção de queijos. A suplementação concentrada aumentou o teor de proteína ($P < 0,02$) do queijo e a produção individual (kg de queijo/vaca/dia) ($P < 0,01$). A inclusão da SRM no concentrado não afetou ($P > 0,11$) a composição físico-química, sensorial e os rendimentos de produção do queijo. O maior nível de silagem da raiz de mandioca aumentou em 48,91% o custo do suplemento. A despesa diária de suplementação por vaca aumentou em 42,80% com o maior nível de silagem de raiz de mandioca. A suplementação concentrada elevou a produção de queijo. O maior nível de silagem de raiz de mandioca (78%) aumentou os custos de fabricação e custo total por quilo de queijo em comparação ao tratamento sem silagem de raiz de mandioca. A inclusão de silagem da raiz de mandioca gerou maior receita bruta em comparação ao tratamento sem silagem de raiz de mandioca, enquanto o tratamento sem suplementação concentrada teve menor receita bruta. O aumento da inclusão de silagem de raiz de mandioca resultou em lucros mais baixos por quilo de queijo em comparação ao tratamento sem silagem de raiz de mandioca. O lucro líquido por quilo de queijo do tratamento SSC foi maior do que os lucros líquidos gerados pela suplementação concentrada. A silagem da raiz de mandioca pode ser incluída em até 78 % em substituição ao milho, sem causar prejuízos na produção, composição e qualidade do queijo Minas frescal, porém encarece o custo do quilo do suplemento, reduzindo a lucratividade.

Palavras-chave: Alimentos alternativos, produção de queijos, suplementação concentrada, vacas leiteiras.

ABSTRACT

The objective was to evaluate the production yield, physical-chemical and sensorial characteristics, and determine the economic cost of producing Minas frescal cheese with the inclusion of cassava root silage replacing corn in the dietary supplement for dairy cows. Ten Girolando cows were used, with an average weight of 373.45 ± 63.55 kg and an initial average of 76 days of lactation, distributed in two simultaneous 5×5 Latin squares. Five treatments were evaluated, namely: I – cows grazing without concentrated supplementation (SSC); II - grazing cows receiving 5 kg of concentrated supplement with 0% SRM; III - grazing cows receiving 5 kg of concentrated supplement with 26% SRM; IV - grazing cows receiving 5 kg of concentrated supplement with 52% SRM and V - grazing cows receiving 5 kg of concentrated supplement with 78% SRM. The inclusion of SRM was made to replace cornmeal. The contents of fat, protein, total dry extract, moisture, fat in the dry extract, acidity, pH, yield, colorimetric analysis and sensory acceptance test of the cheeses were analyzed. The cost of the supplement in reais per kg, the cost of animal supplement per day, the daily cost of animal supplementation per day, the cost of a liter of milk, the cost of milk to produce 1kg of cheese, the cost of cheese production, the total cost per cow per day, the total cost per kg of cheese, the gross revenue and profits from cheese production. Concentrated supplementation increased cheese protein ($P < 0.02$) content and individual production (kg of cheese/cow/day) ($P < 0.01$). The inclusion of SRM in the concentrate did not affect ($P > 0.11$) the physicochemical, sensorial composition or production yield of the cheese. The higher level of cassava root silage increased the cost of the supplement by 48.91%. Daily supplement expenditure per cow increased by 42.80% with the higher level of cassava root silage. Concentrated supplementation increased cheese production. The higher level of cassava root silage (78%) increased manufacturing costs and total cost per kilogram of cheese compared to the treatment without cassava root silage. The inclusion of cassava root silage generated greater gross revenue compared to the treatment without cassava root silage, while the treatment without concentrated supplementation had lower gross revenue. Increased cassava root silage inclusion resulted in lower profits per kilogram of cheese compared to the no cassava root silage treatment. The net profit per kilogram of cheese from the SSC treatment was greater than the net profits generated by the concentrated supplementation. Cassava root silage can be included in up to 78% in replacement of corn, without causing harm to the production, composition and quality of Minas frescal cheese, but it increases the cost per kilo of the supplement, reducing profitability.

Keywords: Alternative foods, cheese production, concentrated supplementation, dairy cows.

2.1 Introdução

A alimentação representa o maior custo variável da atividade leiteira, sendo necessário o planejamento para escolha dos ingredientes que farão parte das dietas (NOGUEIRA et al., 2021). A maioria dos alimentos concentrados energéticos utilizados na produção animal são provenientes de produtos tradicionais como milho, sorgo, os quais, vêm tendo fortes oscilações dos preços nos últimos anos (KEIM et al., 2022). Este cenário, tem aumentado a busca por alimentos alternativos com capacidade de serem utilizados na alimentação das vacas, e que reduzam os custos de produção (ARAÚJO et al., 2019) sem comprometer a qualidade nutricional do leite e derivados lácteos.

O Brasil devido à sua biodiversidade se destaca pela vasta disponibilidade de produtos com potencial para serem utilizados na alimentação animal (PINTO et al., 2020). Dentre os produtos disponíveis para essa finalidade, a mandioca (*Manihot esculenta*) se sobressai pela sua rusticidade e capacidade de produção em diferentes ecossistemas e fertilidade dos solos. Sua raiz apresenta características nutricionais atraentes, como a quantidade de energia, advinda do quantitativo de carboidrato de fácil utilização, o que a torna uma importante opção para ser utilizada na alimentação animal (WANAPAT & KANG, 2015; HOWELER, 2017; JIWUBA et al., 2021). A raiz da mandioca possui aproximadamente 38% de matéria seca e 78 % de carboidratos não fibrosos (SARAIVA et al., 2019), demonstrando que, apesar da alta umidade, apresenta elevada concentração de energia digestível, característica positiva para ser utilizada na alimentação de vacas leiteiras, principalmente em substituição à ingredientes concentrados energéticos.

Embora haja informações científicas sobre o uso da raiz de mandioca na alimentação de ruminantes, analisando o consumo, desempenho, produção leiteira (MARQUES et al., 2022; KHEJORNART et al., 2022; NASCIMENTO et al., 2021; SULISTYOWATI et al., 2021; SANTOS et al., 2019; SARAIVA et al., 2019; PERTIWI et al., 2019; WANAPAT et al., 2018; VIEIRA et al., 2017), ainda são escassos os trabalhos com a utilização da silagem da raiz da mandioca na alimentação animal e seu efeito na produção e composição de queijos de vacas em lactação à pasto.

A substituição total do milho pela silagem de raiz de mandioca não alterou a produção de leite das vacas (média de 13,25 litros) manejadas a pasto e nem os parâmetros de produção e composição do leite (Galvão, 2022). Porém, ao avaliar quando os animais receberam suplementação concentrada (milho e silagem da raiz de mandioca) comparados aos sem suplementação, relatou que a produção de leite, teor de proteína, lactose, caseína, extrato seco

desengordurado (ESD) e o nitrogênio ureico do leite (NUL) foram maiores, alterando assim a composição final do leite. No entanto, até o momento, nenhum estudo avaliou os efeitos da inclusão de SRM no suplemento de vacas sobre a composição química ou na lucratividade de produtos lácteos, como o queijo.

Sendo assim, objetivou-se avaliar os efeitos da substituição do milho pela inclusão de silagem de raiz de mandioca no suplemento alimentar de vacas leiteiras no rendimento de produção, nas características físico-química e sensorial, e determinar o custo econômico de produção do queijo Minas frescal

2.2 Material e Métodos

2.2.1 Considerações éticas

Todos os procedimentos experimentais realizados nesse estudo com animais foram autorizados pela Comissão de Ética de Uso de Animais da Universidade Federal Rural da Amazônia – CEUA, sob o número de protocolo 015/2018. Os testes sensoriais foram aprovados pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da Universidade Estadual do Pará – UEPA (Processo 4.106.18).

2.2.2 Localização, delineamento experimental, manejo alimentar e tratamentos

O estudo foi realizado nas instalações do Setor de Produção Animal da Universidade Federal Rural da Amazônia – UFRA/Campus Parauapebas-PA, localizado sob as coordenadas Lat. 06° 04' 16,4"S; Long. 049° 49' 8,3"W; Alt: 270 m, entre os meses de janeiro a abril de 2020. Durante a execução do experimento, as médias da temperatura e umidade relativa do ar atingiram 28,14°C e 77,50%, respectivamente. O estudo foi conduzido no período chuvoso amazônico, registrando uma precipitação pluviométrica acumulada de 1582mm, equivalente a uma média mensal de 395,5 mm.

No experimento foram utilizadas 10 vacas primíparas da raça Girolando ($\frac{3}{4}$ sangue da holandesa e $\frac{1}{4}$ sangue Gir leiteiro), apresentando peso médio de $373,45 \pm 63,55$ kg e média inicial de 76 dias de lactação. O delineamento experimental ocorreu em dois quadrados latinos simultâneos de 5×5 , levando o período de lactação em consideração para balanceamento do efeito residual. Antes do início do experimento, os animais passaram por um período de adaptação com duração de 30 dias. O experimento foi dividido em cinco períodos experimentais

de 20 dias cada, sendo 14 dias destinados à adaptação e 6 dias para coleta de dados, em cada período.

Previamente ao início do experimento, a raiz de mandioca foi adquirida na zona rural do município de Parauapebas. As raízes foram colhidas no campo e transportadas para as instalações do setor de bovinocultura leiteira da UFRA – Parauapebas. Em seguida foi realizada a limpeza superficial com água corrente, para a retirada do excesso de terra e sujidades. Após secar, a raiz de mandioca foi triturada em triturador forrageiro sem a utilização de peneiras e ensiladas em tambores de plástico (bombonas) de 200 litros com tampa. A compactação da raiz nas bombonas foi realizada por meio de socadores de madeira.

Os silos foram abertos após no mínimo 150 dias da ensilagem. No momento da abertura de cada silo, foram descartados a porção superior deteriorada, aferido a temperatura, em seguida foram coletadas amostras para determinações de pH e posteriores análises laboratoriais. Para análise do pH, foram coletadas subamostras de 9 g de silagem em um béquer de 250 mL e adicionados 60 ml de água destilada, as leituras foram realizadas três vezes consecutivas em intervalo de 30 minutos (SILVA e QUEIROZ, 2002). A silagem de raiz de mandioca (SRM) apresentou pH médio de 4,04. A composição da SRM (% base MS), foi 39,29 % de matéria seca (MS), 3,40 % de proteína bruta (PB), 0,25% de extrato etéreo (EE), 2,61% de matéria mineral (MM), 97,39 de matéria orgânica (MO), fibra insolúvel em detergente neutro (FDN) de 8,29% e carboidratos não fibrosos (CNF) de 85,44%, seguindo os métodos descritos por Detmann et al. (2012).

As vacas foram mantidas em sistema de pastejo rotacionado de *Megathyrus maximus* cv Mombaça e receberam cinco tratamentos distintos:

- I – Vacas em pastejo sem suplementação concentrada (SSC);
- II - Vacas em pastejo suplementadas com 5 kg de MS de suplemento concentrado sem a inclusão de silagem de raiz de mandioca (0% de SRM);
- III - Vacas em pastejo suplementadas com 5 kg de MS de suplemento concentrado com 26% de silagem de raiz de mandioca (26% SRM);
- IV - Vacas em pastejo suplementadas com 5 kg de MS de suplemento concentrado com 52% de silagem de raiz de mandioca (52% SRM) e;
- V - Vacas em pastejo suplementadas com 5 kg de MS de suplemento concentrado com 78% de silagem de raiz de mandioca (78% SRM).

Para o tratamento com animais alimentados a pasto e sem suplementação concentrada (SSC), foi fornecido apenas sal mineralizado na quantidade de 100 gramas/animal/dia, após a ordenha, sendo 50g pela manhã e 50g à tarde.

O nível de inclusão de SRM no concentrado correspondeu à substituição gradual do milho fubá até 100% de substituição (Tabela 1). O concentrado padrão foi composto por farelo de soja, ureia, suplemento mineral e milho, sendo os demais com a substituição do milho pela SRM. O fornecimento da suplementação concentrada foi realizado duas vezes ao dia, sendo 50% do total sempre após cada ordenha, em cocheiras individuais. Todos os suplementos foram formulados com base no NRC (2001), calculados para serem isonitrogenadas e para atenderem às exigências nutricionais de vacas leiteiras primíparas com 400 kg e produção de 14 kg/dia com 4,0% de gordura.

Todos os animais, recebendo seus respectivos tratamentos, foram mantidos em regime de pastejo, em um mesmo lote. O fornecimento de água foi realizado à vontade por meio de bebedouros (no pasto e nos cochos de suplementação).

Tabela 1. Proporção, composição química, custos dos ingredientes, manutenção das pastagens e outros custos utilizados para a formulação dos suplementos experimentais para vacas leiteiras, contendo diferentes níveis de inclusão da silagem de raiz de mandioca (SRM) em substituição ao milho

Itens*	SSC	Níveis inclusão de SRM no suplemento concentrado, % MS				Custos Ingredientes e outros R\$/kg**
		0	26	52	78	
<i>Proporção de ingredientes, g/kg de MS</i>						
Milho grão moído	-	794	529	264	0	1,30
Silagem da Raiz Mandioca	-	0	260	520	780	0,87
Farelo de Soja	-	147	147	147	147	2,40
Suplemento Mineral ¹	100	44	44	44	44	4,33
Uréia: Sulf. de amônia (9:1)	-	15	20	25	29	3,20
Manutenção das pastagens (R\$ vaca dia ⁻¹) ***	-	-	-	-	-	1,69
Outros custos de produção, (R\$ vaca dia ⁻¹) ****	5,24	5,24	5,24	5,24	5,24	5,24

Composição química do suplemento concentrado, % da MS

						<i>Megathyrus maximus</i> cv Mombaça ²
MS	99,8	88,2	75,9	63,7	51,4	25,36
MM	99,9	1,6	2	2,5	2,9	9,67

MO	-	98,3	97,9	97,5	97,1	90,33
PB	-	16,2	17	17,2	17,3	10,40
EE	-	4,2	3,3	2,4	1,4	1,36
FDNcp	-	17,6	14,8	11,9	9,1	61,88
CNFcp	-	57,8	61,8	65,9	70	16,69
FDNi	-	3,6	3,7	3,8	3,9	23,00
<i>Nível de substituição do milho pela SRM, %</i>	-	<i>0</i>	<i>33</i>	<i>66</i>	<i>100</i>	

¹ Composição do suplemento mineral - Cálcio:200 (g/kg); Sódio:74 (g/kg); Fósforo: 100 (g/kg); Enxofre: 12 (g/kg); Magnésio: 15 (g/kg); Zinco: 4896 (mg/kg); Manganês: 6285 (mg/kg); Ferro:2000 (mg/kg); Cobre: 1650 (mg/kg); Flúor: 1000,00 (mg/kg; máx.); Cobalto: 200 (mg/kg); Iodo: 195 (mg/kg); Selênio: 32 (mg/kg); Cromo: 20 (mg/kg).

*MS: Matéria seca; MM: Matéria mineral; MO: Matéria orgânica; PB: Proteína bruta; EE: Extrato etéreo; FDNcp: Fibra insolúvel em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína; CNF: Carboidratos não fibrosos; FDNi: Fibra insolúvel em detergente neutro indigestível

** Custos dos ingredientes em reais por quilograma de matéria natural.

*** Incluem custo com a irrigação, adubação, herbicida.

****Incluem-se custos de mão de obra, ordenha, energia elétrica, entre outros (materiais de limpeza, sanidade, inseminação).

² Composição química referente a amostra do pastejo simulado.

2.2.3 Análises químicas

As amostras de forragem e dos ingredientes dos suplementos foram analisadas no Laboratório de Nutrição Animal da UFRA/Campus Parauapebas, seguindo os métodos descritos por Detmann et al. (2012), quanto aos seus teores de Matéria Seca (INCT-CA G-003/1), cinzas (INCT-CA M-001/1), PB (INCT-CA N-001/1), FDN (INCT-CA F-002/1), cinza insolúvel em detergente neutro (INCT-CA M-002/1), proteína insolúvel em detergente neutro (INCT-CA N-004/1) e EE (INCT-CA G-004/1).

2.2.4 Coleta e análise do leite

O leite foi obtido através de ordenha mecânica, duas vezes ao dia às 07h00 e às 16h00, respeitando-se as boas práticas de higiene de acordo com o Regulamento Técnico de Boas Práticas Agropecuárias destinadas aos produtores rurais fornecedores de leite para a fabricação de produtos lácteos artesanais, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), Nº 73, de 23/12/2019 (BRASIL, 2019).

No 18º dia de cada período experimental, foram coletadas amostras de aproximadamente 300 mL de leite de cada animal, na ordenha da manhã (150 mL) e da tarde (150 mL), fazendo-se amostras compostas de acordo com a produção de leite. De cada

amostra composta foi retirada uma alíquota (50 ml) que foi acondicionada em frascos plásticos contendo Bronopol® (2-bromo-2-nitropropano-1,3-diol), devidamente identificados e acondicionados em caixa térmica mantidos entre 2 e 6° C, e então encaminhados para o Laboratório de Qualidade do Leite do Centro de Pesquisa em Alimentos da Escola de Veterinária da Universidade Federal de Goiás, para determinação dos teores de gordura, proteína, lactose, caseína, extrato seco total (EST), extrato seco desengordurado do leite (ESD) e nitrogênio ureico do leite (NUL), segundo a metodologia descrita pela International Dairy Federation protocols (ISO 9622/IDF 141, 2013; Tabela 2).

Tabela 2. Composição do leite vacas primíparas em lactação suplementadas com diferentes níveis de inclusão da silagem da raiz de mandioca em substituição ao milho no suplemento concentrado

Variável ¹	Níveis inclusão de SRM no suplemento concentrado, %				SSC ²
	MS				
	0	26	52	78	
Gordura, %	3,85	3,63	3,65	3,57	3,86
Proteína, %	3,16	3,23	3,13	3,19	2,93
Lactose, %	4,43	4,43	4,49	4,43	4,39
Caseína, %	2,46	2,55	2,47	2,51	2,28
EST, %	12,37	12,25	12,20	12,16	12,15
ESD, %	8,52	8,62	8,56	8,58	8,28
NUL (mg/dL)	11,58	10,55	12,77	10,6	13,07
pH	6,93	6,99	6,90	6,81	6,90
Acidez (°D)	17,50	17,00	18,00	18,00	17,00

¹ EST, %: concentração de extrato seco total; ESD, %: concentração de extrato seco desengordurado; NUL: Nitrogênio ureico no leite;

² SSC: Sem suplementação concentrada.

2.2.5 Fabricação do queijo Minas Frescal

A coleta do leite para a fabricação do queijo Minas frescal era feita no 18º dia de cada período experimental. A produção dos queijos foi realizada na Universidade Federal Rural da Amazônia, município de Parauapebas-PA. De cada vaca (unidade experimental), foram produzidos três queijos (cada queijo oriundo de exatamente 1 kg de leite), sendo dois queijos usados nas análises físico-químicas, e um queijo para posterior análise sensorial.

Antes da produção dos queijos, foram conduzidas análises para determinar as características físicas do leite. As análises foram realizadas em duplicata para os teores de acidez em °Dornic; análise de pH e densidade a 15°C. Os parâmetros físico-químicos foram

avaliados conforme estabelecido na Instrução Normativa N° 76/2018, que é a legislação vigente para regulamentação técnica de identidade e qualidade de leite cru refrigerado (BRASIL, 2018).

No 19º dia de cada período experimental, foi realizada a fabricação do queijo Minas frescal, seguindo a metodologia descrita por Silva (2005). O leite de cada vaca foi pesado, filtrado e submetido à pasteurização lenta (65°C por 30 minutos). Posteriormente, o leite foi resfriado até 39°C, temperatura em que foram adicionados o cloreto de cálcio na concentração de 50% (40 mL/100L) e o coalho (30 mL/100L), sendo este diluído em parte igual de água filtrada. Passados 40 a 60 minutos, após a coagulação do leite, foi realizado o corte da massa com faca inox em cubos de 1,5 a 2,0 cm, intercalando a agitação e o repouso para promover a dessoragem. Após a drenagem do soro, a massa foi colocada em formas plásticas em seguida fazendo-se à salga (700 g/100L de sal branco refinado). Os queijos foram resfriados em temperatura de 6 e 10 °C por aproximadamente 24 horas e no dia seguinte foram retirados das formas e pesados em balança eletrônica (Ohaus Adventurer™) para determinação do rendimento da massa, e reservados para posteriores análises de composição químicas e sensorial.

2.2.6 Análises Físico-Químicas do queijo Minas frescal

As análises foram realizadas segundo as metodologias descritas na Instrução Normativa nº 68 de 12/12/2006 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento–MAPA, que fornece Métodos Analíticos Oficiais Físico-Químicos para Controle de Leite e Produtos Lácteos (BRASIL, 2006).

Após o processo de fabricação, os queijos produzidos foram analisados no Laboratório de Análises de Alimentos, da Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA), Campus – Parauapebas, quanto ao pH, determinado utilizando-se potenciômetro digital (Tecnopon –mPA-210P), previamente calibrado, introduzindo-se o eletrodo diretamente em 5 g da amostra homogeneizada com 50 mL de água destilada. A acidez titulável foi feita utilizando 5 g da amostra homogeneizada com 50 mL de água destilada, a titulação da amostra foi feita com hidróxido de sódio N/9 (Sigma Aldrich) e os resultados foram expressos em porcentagem de ácido láctico.

A umidade e extrato seco total (EST, %) foram determinados pelo método de secagem em estufa a 105 °C até peso constante, utilizando 5g da amostra. O teor de PB foi determinado pelo método de Kjeldahl, através do nitrogênio do alimento multiplicando-se pelo fator de conversão de nitrogênio de 6,38. Os resultados foram expressos em porcentagem de N. As

análises dos teores de gordura foram realizadas no laboratório de lácteos na cooperativa Estação Conhecimento APA do Igarapé Gelado – COOAPAIG. O teor de gordura foi determinado com o auxílio de um butirômetro adicionando-se 10 mL de ácido sulfúrico, 3 g de queijo sobre o ácido e 1 mL de álcool amílico. O resultado da análise foi obtido através da leitura direta na escala do butirômetro. O extrato seco desengordurado (ESD, %) foi determinado a partir do resultado obtido de extrato seco total, obtido por subtração deste com a gordura.

2.2.7 Rendimento

Foram calculados o rendimento bruto (Equação 1), sugerida por Andreatta et al. (2009), rendimento ajustado (Equação 2) e o rendimento individual (Equação 3), para o teor de umidade do queijo (RAJ), foi calculado considerando um valor de 57% como referência para umidade do queijo Minas frescal, conforme sugerido por (OLIVEIRA, 1986).

Equação 1.

$$\text{Rendimento Bruto} = \frac{\text{Massa de leite utilizada (Kg)}}{\text{Massa de queijo obtida (Kg)}}$$

Equação 2.

$$\begin{aligned} \text{Rendimento ajustado (RAJ)} \\ = \frac{(\text{rendimento bruto}) \times (100 - (\% \text{umidade queijo}))}{(\% \text{umidade desejada})} \end{aligned}$$

Equação 3.

$$\text{Redimento individual} = \frac{\text{Produção de leite kg por dia}}{\text{Rendimento bruto}}$$

2.2.8 Análise instrumental da cor dos queijos

A análise da coloração do queijo foi realizada utilizando-se o colorímetro (Chroma Meter Minolta, Japão CR- 400), com sistema CIE L*a*b*, definido por L*, a*, b*; onde o parâmetro L* indica a luminosidade, variando numa escala de zero a 100, representando, respectivamente, o preto e o branco; o parâmetro a* refere-se à contribuição das cores verde (-)/vermelho(+); e o parâmetro b*, as cores azul(-)/amarelo(+) (HUNTERLAB, 1996). As medições foram realizadas em triplicata com o aparelho previamente calibrado com iluminação

D65, usando a parte interna do queijo para avaliação, imediatamente após o corte (QUEIROGA et al., 2013). Para representar a tonalidade e a intensidade da cor dos queijos, foi calculado o Chroma (C), utilizando a seguinte equação: $[(a^{*2} + b^{*2})^{0.5}]$.

2.2.9 Avaliação sensorial do queijo

A avaliação sensorial foi realizada após aprovação pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da Universidade Estadual do Pará – UEPA (Processo 4.106.18). A análise sensorial dos queijos Minas frescal foi realizada com 100 julgadores não treinados de ambos os sexos, maiores de idade, que não possuíam nenhum tipo de alergia ou intolerância ao alimento avaliado. Foi realizada nos cinco períodos experimentais (20 provadores por período experimental). O julgador recebeu antes da avaliação um termo (Termo de Consentimento Livre e Esclarecido - TCLE) de concordância em participar da pesquisa que detalhava a importância da pesquisa (Anexo 1).

Utilizou-se o teste de aceitação sensorial descrito por Meilgaard et al. (1999), com escala hedônica estruturada que possuía exatamente 10 pontos, variando de (0) = desgostei muitíssimo; (5) = nem gostei/ nem desgostei e (10) = gostei muitíssimo (Anexo 2). As amostras foram codificadas e cortadas em cubos, com peso de ~ 25 g, e fornecidas em copinhos descartáveis, acompanhada com água e biscoito tipo cream cracker, entre as amostras, para limpeza do palato. Cada provador recebeu 10 amostras, que foram servidas simultaneamente e classificadas pelos julgadores. Os atributos avaliados foram: aparência, cor, aroma, textura, sabor e avaliação global. Posteriormente, foi aplicado o teste de intenção de compra utilizando escala hedônica estruturada ancorada em (5) pontos: (1) = certamente não compraria; (3) = talvez comprasse/ talvez não comprasse e (5) = certamente compraria de acordo com DUTCOSKY (2015).

2.2.10 Avaliação dos índices econômicos

Os preços dos ingredientes (Tabela 1) e o preço de venda do queijo foram obtidos a partir dos preços de mercado no estado do Pará, Brasil, durante janeiro de 2020 e todos os valores foram expressos em reais (R\$).

O custo dos suplementos foi calculado a partir dos preços de cada ingrediente, multiplicado pela quantidade incluída na formulação do suplemento para produção de 100 kg de suplemento concentrado (SANTOS et al., 2009). O custo da mineralização foi calculado a

partir da precificação do suplemento mineral no mercado de Parauapebas-PA, em janeiro de 2020 *versus* a quantidade fornecida.

O custo com suplemento (R\$/animal/dia), foi obtido pela multiplicação do preço do kg do suplemento (R\$/dia) pela quantidade em kg fornecida do suplemento (GALVÃO et al.; 2023). O Custo diário com suplementação (R\$/animal/dia), foi obtido pelo somatório do custo com suplemento (animal/dia) e o custo da mão de obra para a suplementação.

O custo total (R\$/vaca/dia): somatório do custo diário com suplementação (R\$/animal/dia), mão de obra e o custo da pastagem.

O custo leite (R\$/kg de leite) foi calculado pela divisão do custo total da vaca dia pela produção de leite (kg/dia) (GALVÃO et al., 2023).

O custo da fabricação do Kg do queijo (R\$/kg de queijo), foi obtido pelo somatório dos custos dos ingredientes, mais o custo do kg do leite (R\$/kg de leite), embalagens, energia e mão de obra para produzir o queijo.

O Custo total do kg do queijo (R\$/Kg de queijo): foi calculado somatório do custo com suplemento (animal/dia), pastagem, mão de obra e o gasto com a fabricação do queijo.

Receita bruta (RB) animal/dia: Foi calculado como a produção (kg de queijo vaca/dia) *versus* o preço do queijo praticada à época (ARCANJO et al., 2022); expresso em R\$/dia.

O Lucro líquido do queijo (R\$/kg de queijo), foi computado como a diferença entre RB da venda do Kg queijo e o Custo Total do kg de queijo (R\$/kg de queijo).

2.2.11 Análise estatística

Os resultados foram submetidos à análise de variância segundo delineamento em quadrado latino 5×5. Posteriormente, foi feito contraste ortogonal, em que foi testado o tratamento sem suplementação concentrada *versus* todos os tratamentos com suplementação (-1 -1 -1 -1 +4), sendo 0%, 26%, 52% e 78% de inclusão da SRM e o tratamento SSC, respectivamente). Procedendo-se à decomposição ortogonal da soma de quadrados dos tratamentos com inclusão da SRM em contrastes relativos aos efeitos de ordem linear (-3 -1 +1 +3 0) e quadrática (+1 -1 -1 +1 0) para os tratamentos com suplementação.

Todos os procedimentos estatísticos foram realizados utilizando PROC MIXED por intermédio do programa SAS (Statistical Analysis System) adotando-se o nível de crítico de 5% de probabilidade para o erro tipo I. Considerou-se efeito aleatório o animal, período e quadrado latino. Tendências foram declaradas quando $0,05 < P \leq 0,10$.

Bruto	6,63	6,50	6,44	6,36	6,96	0,30	0,41	0,94	0,08
Ajustado	5,63	5,56	5,85	5,79	5,98	0,34	0,52	0,97	0,37
Individual	2,03	2,05	2,11	2,06	1,38	0,14	0,69	0,72	<0,01

¹ EST: Extrato seco total em %; ESD: Extrato desengordurado em %; GES: Gordura do extrato seco em % do EST.

² SSC: Sem suplementação concentrada

³ EPM: Erro padrão da média.

⁴ P Valor para L: Efeito linear ou Q: Efeito quadrático e SSCxSup: Efeito de contraste entre o tratamento SSC x tratamentos com suplementação (independente do nível de inclusão).

⁵ Rendimento bruto: kg de leite/kg de queijo; Rendimento ajustado: kg de leite/kg de queijo (com correção na composição do queijo); Produção de queijo por vaca: kg de queijo/vaca dia

A luminosidade (L*) apresentou tendência de aumento linear (P=0,09; Tabela 4) e a coordenada verde/vermelho (a*) apresentou tendência (P = 0,06) de redução linear com a inclusão da SRM. A coordenada amarelo/azul (b*) e índice de saturação (Chroma) foram maiores (P<0,01; Tabela 4) para os queijos dos animais suplementados quando comparado aos animais SSC.

Tabela 4. Tonalidade, intensidade e luminosidade dos queijos Minas frescal oriundos de vacas suplementadas com diferentes níveis de inclusão da silagem da raiz de mandioca em substituição ao milho no suplemento concentrado ou sem receber suplemento concentrado.

Variável ¹	Níveis inclusão de SRM no suplemento concentrado, % MS				SSC ²	EPM ³	Valor-P ⁴		
	0	26	52	78			L	Q	SSC × Sup
L*	87,25	87,44	87,39	87,64	87,62	0,20	0,09	0,83	0,26
a*	-1,83	-1,78	-1,90	-2,01	-1,92	0,28	0,06	0,28	0,66
b*	17,48	16,85	17,59	17,40	15,77	0,82	0,69	0,45	<0,01
Chroma	17,59	16,96	17,70	17,44	15,70	0,86	0,83	0,56	<0,01

¹L*: luminosidade; a*: intensidade de verde; b*: intensidade de amarelo; índice de Chroma: saturação e intensidade da cor.

² SSC: Sem suplementação concentrada

³ EPM: Erro padrão da média.

⁴P Valor para L: Efeito linear ou Q: Efeito quadrático e SSCxSup: Efeito de contraste entre o tratamento SSC x tratamentos com suplementação (independente do nível de inclusão).

Não houve efeito (P>0,11) da inclusão da SRM na dieta das vacas sobre os atributos sensoriais e intenção de compra do queijo Minas frescal (Tabela 5). Porém ao avaliar o contraste entre o queijo dos animais suplementados (Sup) e SSC, verificou-se que os queijos provenientes

dos animais que receberam a suplementação concentrada apresentaram maiores notas para aparência e cor ($P < 0,03$).

Tabela 5. Notas na escala hedônica dos testes sensoriais atribuídos aos queijos Minas frescal oriundos de vacas suplementadas com diferentes níveis de inclusão da silagem da raiz de mandioca em substituição ao milho no suplemento concentrado ou sem receber suplemento concentrado.

Variável	Níveis de inclusão de SRM no suplemento concentrado, % MS				SSC ¹	EPM ²	Valor-P ³		
	0	26	52	78			L	Q	SSC
									× Sup
<i>Escala de 1-10</i>									
Aroma	6,7	6,7	6,8	6,9	6,7	0,19	0,68	0,33	0,55
Aparência	7,5	7,4	7,6	7,5	7,3	0,18	0,35	0,70	0,03
Cor	7,5	7,5	7,6	7,3	7,2	0,18	0,33	0,11	0,03
Sabor	6,1	6,4	6,2	6,1	6,3	0,18	0,88	0,30	0,55
Textura	6,9	6,8	7,0	7,0	7,0	0,28	0,62	0,94	0,86
Impressão global	6,6	6,7	6,7	6,4	6,7	0,19	0,66	0,15	0,45
<i>Escala de 1-5</i>									
Intenção de compra	2,6	2,5	2,51	2,6	2,5	0,08	0,97	0,23	0,88

¹ SSC: Sem suplementação concentrada

² EPM: Erro padrão da média.

³ P Valor para L: Efeito linear ou Q: Efeito quadrático e SSCxSup: Efeito de contraste entre o tratamento SSC x tratamentos com suplementação (independente do nível de inclusão).

A inclusão da silagem da raiz de mandioca (SRM) em diferentes níveis (26%, 52% e 78%) na formulação do concentrado aumentou o preço do suplemento/kg (Tabela 6). A inclusão máxima da SRM (78%) no concentrado, aumentou em 48,91% o custo do suplemento, onde foram gastos R\$ 0,76 a mais para substituir todo o milho pela SRM. A despesa diária com a suplementação por vaca, teve um aumento de 42,80% com a inclusão do maior nível de SRM quando comparado ao tratamento sem inclusão da SRM, sendo gastos R\$ 3,66 a mais por dia. Enquanto o gasto diário para alimentar os animais com suplementação mineral foi 16 vezes mais barato comparado ao custo do suplemento sem SRM, sendo este o mais barato entre os suplementos (Tabela 6).

A suplementação concentrada elevou a produção de queijo em relação ao tratamento sem suplementação (apenas pastagem mais suplementação mineral). O aumento da inclusão de SRM no suplemento, até 52% de substituição elevou a produção de queijo, todavia, a substituição total do milho, diminuiu a produção de queijo (Tabela 6). O maior nível de inclusão da SRM gerou R\$ 4,36 a mais de gasto para a fabricação do kg do queijo e R\$ 1,66 a mais no custo total por kg de queijo, comparado ao tratamento sem inclusão de SRM (Tabela 6). O

tratamento SSC apresentou os menores custos de fabricação e custo total por kg de queijo, porém apresentou menor produção de queijo.

A inclusão da SRM no suplemento gerou maior receita bruta em relação ao tratamento sem SRM. Já a receita bruta do tratamento SSC foi R\$ 17,70 menor, comparada à média dos tratamentos com suplementação (Tabela 6). O aumento da inclusão da SRM no suplemento gerou menores lucros (R\$/kg de queijo) quando comparado ao tratamento sem SRM no suplemento, que teve um ganho de R\$ 1,66 a mais que o tratamento com maior nível de inclusão da SRM. O lucro líquido (R\$/kg de queijo) do tratamento SSC foi maior que os lucros líquidos (R\$ kg⁻¹ de queijo) gerados pela suplementação concentrada.

Tabela 6. Índices econômicos gerados com produção de queijos Minas frescal oriundos de vacas suplementadas com diferentes níveis de inclusão da silagem da raiz de mandioca em substituição ao milho no suplemento concentrado ou sem receber suplemento concentrado.

Variáveis	Níveis inclusão de SRM no suplemento concentrado, % MS				SSC ¹
	0	26	52	78	
Produção (kg de queijo vaca/dia)	2,03	2,05	2,11	2,06	1,38
Custo do leite (R\$/litro)	1,13	1,25	1,31	1,44	0,78
Custo do leite para produzir 1kg de queijo (R\$)	7,49	8,15	8,76	9,57	5,45
Custo do suplemento (R\$/kg)	1,62	2,01	2,20	2,38	0,43
Custo com Suplemento (R\$/animal/dia)	8,25	10,20	11,11	11,91	0,43
Mão de obra para suplementação (animal/dia)	0,30	0,30	0,30	0,30	0,10
Custo diário com a suplementação (animal/dia)	8,55	10,50	10,41	12,21	0,53
Custo com fabricação do queijo (R\$/Kg de queijo)	5,90	6,66	7,18	10,26	2,54
Custo total (R\$/vaca/dia)	13,78	15,73	15,73	17,45	5,77
Custos total (R\$/Kg de queijo)	6,78	7,66	7,43	8,44	4,18
Preço de venda (R\$/kg de queijo)	26,00	26,00	26,00	26,00	26,00
Receita bruta (R\$/animal/dia)	52,83	53,35	55,06	53,76	35,88
Lucro líquido (R\$/kg de queijo)	19,22	18,34	18,57	17,56	21,82

¹ SSC: Sem suplementação concentrada

2.4 Discussão

A composição físico-química do queijo Minas frescal produzido no estudo está de acordo com os parâmetros estipulados pelo Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Produtos Lácteos, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) (BRASIL 1996, 2004), apresentando umidade superior a 55%, caracterizando-o como queijo de alta umidade. Foi observado valor médio de 63,30% de umidade para os queijos obtidos neste estudo.

Mudanças na composição de nutrientes da dieta podem afetar a composição química do leite e, portanto, a composição dos derivados desses produtos (GULATI et al. 2018). O teor de proteína característico do queijo Minas Frescal pode variar de 12 a 18% de acordo com a Instrução Normativa vigente (BRASIL 1996, 2004), e os valores observados no estudo encontram-se dentro desse intervalo. Os teores de proteínas dos queijos encontrados no estudo foram maiores quando os animais receberam suplementação concentrada, refletindo o comportamento observado para o teor de proteína leite. Galvão (2022) relatou um aumento da proteína do leite de vacas primíparas recebendo suplementação concentrada e relacionou esse aumento com a maior disponibilidade de nutrientes absorvidos e sintetizados no leite, provenientes do aumento da digestibilidade dos nutrientes.

Os valores de acidez titulável e pH dos queijos deste estudo não foram influenciados pelas dietas. Figueiredo et al. (2015) avaliaram características do queijo Minas Frescal artesanal em diferentes meses do ano e relataram valores de pH variando de 4,69 a 5,31. Por outro lado, Lima Maciel et al. (2021), que seguiram o mesmo processo de fabricação do queijo deste experimento, relataram valores médios variando de 6,67 a 6,75. De acordo com Nunes & Caldas (2017), os queijos Minas frescal são classificados como levemente ácidos (pH entre 5 e 6) e, portanto, os valores de pH observados no presente estudo estariam de acordo com essa classificação.

A composição do leite tem significativa influência no rendimento do queijo, um teor mais elevado de proteína pode aumentar a quantidade de caseína disponível para a coagulação, contribuindo para um maior rendimento de queijo (PASZCZYK et al., 2022). A proporção de caseína, desempenha um papel crucial nesse processo, pois, ao coagular-se pela ação do coalho, forma uma rede conhecida como paracaseinato de cálcio. Essa rede retém, em diversas proporções, os demais componentes do leite, tais como gordura, lactose e sais minerais (FURTADO, 2005; SOARES et al., 2019). Assim, era esperado o aumento do rendimento, uma

vez que houve aumento nos teores de proteína e caseína do leite, somado ao aumento da produção de leite (GALVÃO, 2022).

Apesar da umidade dos queijos não apresentarem significância entre os tratamentos, os queijos dos animais SSC foram numericamente maiores, apresentando a tendência de maior rendimento bruto, isso é devido ao efeito da proporção de água no peso do queijo. A proporção de água no queijo aumenta o rendimento, mascarando potenciais variações na produção econômica do queijo (DE OLIVEIRA et al., 2020). Portanto, o rendimento do queijo deve ser ajustado para umidade, do ponto de vista industrial, esta variável padroniza diferentes produções com diferentes níveis de umidade (MEZA-NIETO et al. 2013).

No presente trabalho, os queijos das vacas suplementadas com a SRM apresentaram tendência de alta luminosidade (L^*) conforme aumentou-se a inclusão da SRM no suplemento. De acordo com a Instrução Normativa nº 146 (BRASIL/1996) do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), o queijo Minas frescal é classificado como um queijo de cor esbranquiçada.

Ao analisar a coordenada a^* , que se refere à contribuição das cores verde (-)/vermelho (+), verificou-se valores negativos em todos os tratamentos. Essa observação era esperada, pois a contribuição para a cor é muito pequena. No entanto, houve uma tendência de redução na intensidade da cor vermelha à medida que se aumentou a inclusão da SRM no suplemento, o que contribuiu para a intensidade da cor branca. Essa resposta, apresenta-se como positiva, considerando que as percepções de consumidores em relação as características ideais do queijo Minas frescal, em estudo realizado com escala hedônica, apontam a preferência dos consumidores quando o queijo apresenta alta intensidade de cor branca (OLIVEIRA et al., 2017).

O aumento da intensidade da cor amarela (b^*) e o índice Chroma (C^*) dos queijos quando os animais receberam suplementação concentrada (Tabela 4), que influenciou diretamente na cor e aparência dos queijos. A cor dos produtos lácteos é altamente dependente da concentração de carotenoides, especialmente β -caroteno (NOZIÈRE et al., 2006). Os teores de carotenos podem variar entre os alimentos, onde dietas a base de forragem apresentam maior concentração de carotenoides (O'CALLAGHAN et al, 2017), quanto que dietas conservadas e concentrados, apresentam menores concentrações. Apesar do milho e da silagem da raiz de mandioca apresentarem baixos teores de carotenoides (KIMURA et al. 2007; LUTEROTTI, & KLJAK, 2010), o somatório destes no suplemento pode ter contribuído para intensificação e percepção da cor amarela dos queijos, quando comparado aos animais que consumiram apenas

pasto, levando a crer que o efeito na cor dos queijos tem sido proveniente da suplementação concentrada (FRÉTIN et al., 2019; PANTHI et al., 2019).

Os queijos dos animais que receberam suplementação concentrada tiveram maiores notas de acordo com a aparência e cor. Não houve efeito das dietas sobre a textura do queijo Minas frescal, indicando que o queijo produzido com o leite das vacas recebendo ou não suplementação concentrada em suas dietas pode ser considerado macio (KILCAWLEY et al., 2018). As características visuais dos queijos são frequentemente avaliadas antes da compra ou consumo, e a cor desempenha um papel importante na identificação dos alimentos. Além disso, a cor pode criar expectativas que influenciam as preferências gustativas dos consumidores (DRAKE & DELAHUNTY, 2017).

A inclusão crescente da SRM no suplemento causou o encarecimento do kg suplemento, devido maior custo de aquisição/produção e operacional, comparado a inclusão de milho grão (LIMA et al. 2015). Houve a redução do ingrediente mais barato (milho) e de mais fácil de operacionalização (R\$ 1,48 MS kg⁻¹) pela SRM (R\$ 2,17MS kg⁻¹), que conseqüentemente elevou o custo do suplemento à medida que foi incluída no suplemento. Além disso, outro fato importante a se considerar foi o uso crescente da ureia que também contribuiu para encarecimento do suplemento, pois teve que entrar em maior proporção à medida que se incluiu SRM, a fim de tornar as dietas isoprotéicas. Esse resultado é consistente com estudo de Galvão et al (2023), que verificou maior gasto no suplemento com a inclusão de silagem de raiz de mandioca no suplemento de vacas leiteiras.

A logística desde aquisição, preparo e fornecimento de um suplemento influencia diretamente nos resultados econômicos de um sistema de produção, sendo necessário avaliar a viabilidade da suplementação (HEARD et al., 2021). Neste estudo a inclusão da SRM, que foi o ingrediente mais caro, gerou maiores custos diários, que refletiu diretamente sobre o custo para a produção de queijo, quando comparado com fornecimento do suplemento com milho. Galvão et al (2023) testou a inclusão máxima da SRM em substituição ao milho na dieta de vacas leite e verificou que o uso da SRM encareceu os custos diários. Já Santos et al. (2009), substituindo silagem de milho por silagem de parte aérea de mandioca, na suplementação de vacas leiteiras, observaram redução dos custos de alimentação devido ao baixo custo desse subproduto da mandioca.

As receitas brutas dos tratamentos com SRM, foram maiores que a receita do tratamento sem SRM, em virtude da maior produção do quilo de queijo à medida que se incluiu a SRM suplemento. No entanto, devido os maiores gastos para a produção de queijo gerados pela suplementação com a SRM, os lucros líquidos foram menores em comparação ao tratamento

sem SRM. A menor receita no tratamento com apenas suplementação mineral foi devido a menor produção de queijo, embora os custos dessa produção tenham sido significativamente baixos, em comparação a suplementação concentrada, sendo justificado pelo menor gasto com mineralização (GALVÃO et al 2023).

2.5 Conclusão

A silagem da raiz de Mandioca pode ser incluída em até 78% em substituição ao milho em dietas de vacas a pasto, sem causar prejuízos na produção, composição e qualidade do queijo Minas frescal, porém encarece os custos de produção por elevar o custo do quilo do suplemento e diminui a lucratividade. A suplementação concentrada aumenta o teor de proteína e rendimento da produção de queijo minas frescal, mas acarreta custos mais altos e lucros menores.

REFERÊNCIAS

- AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA (ANVISA). Resolução RDC nº 12, de 02 de janeiro de 2001. Aprova o Regulamento Técnico sobre Padrões Microbiológicos para Alimentos. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, 10 jan. 2001. Seção 1, p. 45-53.
- ARAÚJO, R. A. *et al.* Performance of lactating cows fed with cake of babassu: ingestive behavior, intake, digestibility, production and quality of milk. **Biological Rhythm Research**, v. 00, n. 00, p. 1–11, 2019.
- ARCANJO, H. M. *et al.* Cotton cake as an economically viable alternative fibre source of forage in a high-concentrate diet for finishing beef cattle in feedlots. **Tropical Animal Health and Production**. 54 (2): 98-112, 2022.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, do Abastecimento e do Abastecimento. Portaria nº 146, de 7 de março de 1996. Aprova o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de queijos. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, 11 mar. 1996.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Departamento de Inspeção de Produtos de Origem Animal. Instrução Normativa nº 4, de 01 de março de 2004. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 2004.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Métodos Analíticos Oficiais Físico-Químicos, para Controle de Leite e Produtos Lácteos. Instrução Normativa nº 68 de 12 de dezembro de 2006. **Diário Oficial da União**, Brasília, Seção 1, página 8, de 14 de dezembro de 2006.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº. 76, de 26 de novembro de 2018. Regulamentos Técnicos que fixam a identidade e as características de qualidade que devem apresentar o leite cru refrigerado, o leite pasteurizado e o leite pasteurizado tipo A. **Diário Oficial República Federativa do Brasil**, Brasília, 30 nov. 2018. Seção 1, p.9.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº. 73, de 23 de dezembro de 2019. Regulamento Técnico de Boas Práticas Agropecuárias destinadas aos produtores rurais fornecedores de leite para a fabricação de produtos lácteos artesanais. **Diário Oficial República Federativa do Brasil**, Brasília, 30 dez. 2019. Seção 1, p. 120.
- CIPOLAT-GOTET, C. *et al.* Phenotypic analysis of cheese yields and nutrient recoveries in the curd of buffalo milk, as measured with an individual model cheesemanufacturing process. **Journal of Dairy**, 98, 633–645. 2015.
- DE OLIVEIRA, Wildiney Freire *et al.* Production, chemical composition, and economic viability of Minas Frescal cheese from buffaloes supplemented with açai seed. **Tropical Animal Health and Production**, v. 52, p. 2379-2385, 2020.
- DETMANN, E. *et al.* Métodos para análise de alimentos - INCT - Ciência Animal. 1. ed. Visconde do Rio Branco: Suprema, 2012.

DRAKE, M. A.; DELAHUNTY, C.M. Sensory character of cheese and its evaluation. **Cheese**. 517–545, 2017.

DUTCOSKY, S.D. **Análise Sensorial de Alimentos**. 4a Edição revista e ampliada. Curitiba: PUCPress, 2015. p. 531.

FIGUEIREDO, S. P. *et al.* Characteristics of raw milk and artisanal cheese produced in Serro in different months). **Archives of Veterinary Science**, v.20, n.1, p.68-81, 2015.

FURTADO, M.M. **Principais problemas dos queijos: Causas e Prevenção**. São Paulo: Fonte Comunicações e Editora, 2005. 200 p.

FRÉTIN, M. *et al.* Milk fat composition modifies the texture and appearance of Cantal-type cheeses but not their flavor. **Journal of Dairy Science**. 102:1–13. 2019.

GALVÃO, L. T. O. **Inclusão da silagem da raiz de mandioca (*Manihot esculenta*) em substituição ao milho nos suplementos concentrados de vacas leiteiras primíparas em sistema de pastejo**; Tese (Doutorado em Saúde e Produção Animal na Amazônia) - Universidade Federal Rural da Amazônia, 2022.

GALVÃO, L. T. O. *et al.* VIABILIDADE ECONÔMICA DA UTILIZAÇÃO DA SILAGEM DA RAIZ DE MANDIOCA NO SUPLEMENTO DE VACAS LEITEIRAS. **AGRI-ENVIRONMENTAL SCIENCES**, v. 9, n. 1, p. 15-15, 2023.

GULATI, A. *et al.* Grazing of dairy cows on pasture versus indoor feeding on total mixed ration: Effects on low-moisture part- 24 skim Mozzarella cheese yield and quality characteristics in mid and late lactation. **Journal of Dairy Science**, 101, 1–20. 2018.

HEARD, J. W. *et al.* Predicting Immediate Marginal Milk Responses and Evaluating the Economics of Two-Variable Input Tactical Feeding Decisions in Grazing Dairy Cows. **Animals** 2021, 11, 1920.

HOWELER, R.H. **Cassava cultivation and soil productivity**. In Achieving Sustainable Cultivation of Cassava; Hershey, C., Ed.; Burleigh Dodds Science: Cambridge, UK, Volume 1, pp. 1-16, 2017.

HUNTERLAB. CIE L*a*b* color scale: applications note, v.8, n.7, 1996. Acesso em 02 de março de 2023. On line. Disponível em: http://www.hunterlab.com/color_theory.php.

ISO 9622/IDF 141, 2013. Milk and liquid milk products — Guidelines for the application of mid-infrared spectrometry, 2nd ed. **International Dairy Federation**.

JIWUBA, P. C. *et al.* Enhancement values of cassava by-product diets on production and haemato-biochemical indices of sheep and goats: a review. **Tropical Animal Health and Production**, 53(2), 2021.

JOHNSON, A. D. **Sample preparation and chemical analysis of vegetation**. Measurement of grassland vegetation and animal production. Anais...Aberystwyth: Commonwealth Agricultural Bureaux: 1978.

KEIM, J. P. *et al.* The Replacement of Ground Corn with Sugar Beet in the Diet of Pasture-Fed Lactating Dairy Cows and Its Effect on Productive Performance and Rumen Metabolism. **Animals** 2022, 12, 1927.

KHEJORNART, P. *et al.* Cassava pulp added to fermented total mixed rations increased tropical sheep's nutrient utilization, rumen ecology, and microbial protein synthesis. **Journal of Advanced Veterinary and Animal Research**. 31;9(4):754-760, 2022.

KIMURA, M. *et al.* Screening and HPLC methods for carotenoids in sweetpotato, cassava and maize for plant breeding trials. **Food Chemistry**, 100(4), 1734–1746, 2007.

LIMA, L. P. *et al.* Milk production and economic assessment of cassava bagasse in the feed of dairy cows. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, 37 (3): 307-313, 2015.

LIMA MACIEL, D. *et al.* Physicochemical, nutritional, and sensory attributes of Minas frescal cheese from grazing cows fed a supplement containing different levels of babassu coconut (*Orbignya speciosa*). **International Dairy Journal**, 105176. 2021.

LUTEROTTI, S.; KLJAK, K. Spectrophotometric estimation of total carotenoids in cereal grain products. **Acta Chimica Slovenica**, 57 (4), pp. 781-787, 2010.

MARQUES, R. O. *et al.* Production, intake, and feeding behavior of dairy goats fed alfalfa via grazing and cassava. **Revista Brasileira de Zootecnia**. 51: e20210102, 2022.

MCGUIRE, Raymond G. Reporting of objective color measurements. **HortScience**, v. 27, n. 12, p. 1254-1255, 1992.

MEILGAARD, M. *et al.* **Sensory evaluation techniques**. Boca Raton: CRC Press, 1999. 2 v. 387p.

MEZA-NIETO, M.A. *et al.* 2013. Effect of β -lactoglobulin A and B whey protein variants on cheese yield potential of a model milk system. **Journal of Dairy Science**, 96, 6777–6781

NOGUEIRA, M. M. B. *et al.* Composição físico-química de silagem da parte aérea e resíduos do processamento da mandioca. **Revista Conexão na Amazônia**, v. 2, n. 2, p. 142-155, 2021.

NOZIÈRE, P. *et al.* Carotenoids for ruminants: From forages to dairy products. **Animal Feed Science and Technology**, 131, 418–450, 2006.

NRC. Nutrient requirements of dairy cattle. 7. ed. Washington, DC: The National Academies Press, 2001.

NUNES, M. M., CALDAS, E. D. Preliminary Quantitative Microbial Risk Assessment for *Staphylococcus enterotoxins* in fresh Minas cheese, a popular food in Brazil. **Food Control**, 73, 524-531, 2017.

O'CALLAGHAN, T. F. *et al.* Effect of pasture versus indoor feeding systems on quality characteristics, nutritional composition, and sensory and volatile properties of full-fat Cheddar cheese. **Journal of Dairy Science**, 100(8), 6053–6073, 2017.

OLIVEIRA, J.S. **Queijo**: fundamentos tecnológicos. 2.ed. Campinas:Unicamp, 1986. 146p.

OLIVEIRA, E. W. *et al.* Reformulating Minas Frescal cheese using consumers' perceptions: Insights from intensity scales and check-all-that-apply questionnaires. **Journal of dairy science**, v. 100, n. 8, p. 6111-6124, 2017.

PANTHI, R. R. *et al.* Effect of pasture versus indoor feeding regimes on the yield, composition, ripening and sensory characteristics of Maasdam cheese. **International Journal of Dairy Technology**. 72:435–446. 2019.

PASZCZYK, B. *et al.* Chemical Composition, Fatty Acid Profile, and Lipid Quality Indices in Commercial Ripening of Cow Cheeses from Different Seasons. **Animals** (Basel). 14;12(2):198. 2022.

PERTIWI, H. *et al.* Nutritional Evaluation of Cassava (*Manihot esculenta*) Peels as a Dietary Supplement in Tropical *Friesian Holstein* Cross Breed Dairy Cattle. **Veterinary Medicine International**. Volume 2019, Article ID 6517839, 4 pages.

PINTO, C. S. *et al.* Potential alternative feed sources for ruminant feeding from the biodiesel production chain by-products. **South African Journal of Animal Science**, v. 50, 2020.

QUEIROGA, E. R. C. R. *et al.* Nutritional, textural and sensory properties of Coalho cheese made of goats', cows' milk and their mixture. **LWT-Food Science and Technology**, v. 50, n. 2, p. 538-544, 2013.

SANTOS, N. J. A. *et al.* Physicochemical characteristics and fatty acid composition of the meat of lambs fed cassava silage and dry tamarindo (*Tamarindus indica*). **Animal Production Science**, v. 59, p. 1373–1381, 2019.

SANTOS, G. T. S. Replacement of Corn Silage with Cassava Foliage Silage in the Diet of Lactating Dairy Cows: Milk Composition and Economic Evaluation. **Brazilian Archive of Biology and Technology** 52 (n. special): 259-267, 2009.

SARAIVA, T. A. *et al.* Effect of association of fresh cassava root with corn silage in replacement for cactus cladodes on dairy cow performance. **Tropical Animal Health and Production**. May;52(3):927-933, 2020.

SILVA, D. J.; QUEIROZ, A.C. *Análise de Alimentos (métodos químicos e biológicos)*. 3. ed. Viçosa, MG: UFV, p. 235, 2002.

SILVA, F. T. Queijo Minas frescal. Brasília: **Embrapa**. 2005. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/994574/queijo-minas-fr>. Acesso em 08 de janeiro de 2022.

SULISTYOWATI, E. *et al.* Milk Production and Milk Income Over Feed Cost of Dairy Cow Fed Fermented Cassava, Tabut Block, and Concentrate Containing *Curcuma xanthorrhiza* and Yeast. **Advances in Biological Sciences Research**. Indonésia, v. 13, 2021.

VIEIRA, P. A. S. *et al.* Parâmetros ruminais e balanço de nitrogênio em bovinos alimentados com silagem da raiz de mandioca. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 37, n. 8, p. 883-890, agosto 2017.

WANAPAT, M. *et al.* Strategic supplementation of cassava top silage to enhance rumen fermentation and milk production in lactating dairy cows in the tropics. **Tropical Animal Health and Production**. 50, 1539–1546, 2018.

WANAPAT, M., & KANG, S. Cassava chip (*Manihot esculenta* Crantz) as an energy source for ruminant feeding. **Animal Nutrition**, 1(4), 266–270, 2015.

3 CAPÍTULO II - VACAS SUPLEMENTADAS COM SILAGEM DA RAIZ DE MANDIOCA EM REGIME DE PASTEJO ALTERAM O COMPORTAMENTO?

RESUMO

Objetivou-se avaliar o comportamento em pastejo de vacas, com a inclusão de silagem de raiz de mandioca (SRM) no suplemento. Foram utilizadas 10 vacas da raça Girolando, com peso médio de $373,45 \pm 63,55$ kg e média inicial de 76 dias de lactação, distribuídas em dois quadrados latinos 5×5 simultâneos. Os tratamentos avaliados foram: I – vacas em pastejo sem suplementação concentrada (SSC); II - vacas em pastejo recebendo 5 kg de suplemento concentrado com 0% de SRM; III - vacas em pastejo recebendo 5 kg de suplemento concentrado com 26% de SRM; IV - vacas em pastejo recebendo 5 kg de suplemento concentrado com 52% de SRM e V - vacas em pastejo recebendo 5 kg de suplemento concentrado com 78% de SRM. A inclusão da SRM foi feita em substituição do milho fubá. Os animais foram submetidos à período de adaptação ao experimento com duração de 30 dias. O experimento foi dividido em cinco períodos experimentais de 20 dias cada. A observação do comportamento ocorreu no 10º dia de cada período experimental durante 24 horas consecutivas, com intervalos para cada ordenha. Durante as observações comportamentais foram coletados dados e avaliadas as atividades (pastejando, ruminando, ócio, outras atividades), mastigação merícica, eficiência de alimentação, eficiência de ruminação e os parâmetros fisiológicos. Os animais SSC tiveram menor tempo em ócio ($P < 0,009$) e maior tempo pastejando ($P < 0,004$). Também tiveram maior eficiência de alimentação da FDN, maior eficiência na ruminação da FDN e maior consumo da FDN ($P < 0,001$) e apresentaram tendência ($P = 0,061$) de maior tempo de mastigação total (TMT). Além disso, os animais SSC tiveram menor frequência cardíaca ($P < 0,014$), frequência respiratória ($P < 0,001$), temperatura retal ($P < 0,022$) e Temperaturas de superfície para as áreas lateral direita ($P < 0,003$) e lateral do úbere ($P < 0,047$). A inclusão da SRM no concentrado não afetou os tempos das atividades de ócio, deitado, pastejando, ruminando e outras atividades. Também não alterou número de mastigações merícica por bolo (NMB), o número de mastigações merícica por dia (NMD), o tempo gasto por bolo ruminal (TBR), o número de bolos ruminados por dia (BRD), a eficiência alimentar da MS, a eficiência de ruminação da MS e o consumo de matéria seca ($P > 0,284$). Porém reduziu o consumo de FDN ($P < 0,009$). Apresentou tendência de redução linear na eficiência de alimentação FDN ($P = 0,097$), e redução linear na eficiência de ruminação da FDN ($P = 0,098$). Não houve efeito ($P > 0,168$) da inclusão da SRM na frequência cardíaca (FC) e respiratória (FR) e temperaturas de superfícies. Todavia, houve efeito quadrático ($P < 0,053$) da inclusão da SRM na temperatura retal (TR). A silagem de raiz de mandioca em substituição ao milho no suplemento concentrado não altera as atividades comportamentais das vacas em sistema de pastejo, mas reduz o consumo de FDN. A suplementação concentrada reduziu a eficiência de alimentação e ruminação da FDN, porém, aumentou a eficiência de alimentação da MS e o tempo ócio das vacas reduzindo o tempo em pastejo.

Palavras – chave: Comportamento ingestivo, silagem da raiz de mandioca, tempo de pastejo, tamanho da partícula

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the grazing behavior of cows, with the inclusion of cassava root silage (SRM) in the supplement. Ten Girolando cows were used, with an average weight of 373.45 ± 63.55 kg and an initial average of 76 days of lactation, distributed in two simultaneous 5×5 Latin squares. The treatments evaluated were: I – grazing cows without concentrated supplementation (SSC); II - grazing cows accept 5 kg of concentrated supplement with 0% SRM; III - grazing cows receiving 5 kg of concentrated supplement with 26% SRM; IV - grazing cows receiving 5 kg of concentrated supplement with 52% SRM and V - grazing cows receiving 5 kg of concentrated supplement with 78% SRM. The inclusion of CRS replaced cornmeal. The animals were subjected to a period of adaptation to the experiment lasting 30 days. The experiment was divided into five experimental periods of 20 days each. Behavior observation occurred on the 10th day of each experimental period for 24 consecutive hours, with intervals for each milking. During behavioral observations, data were collected and evaluated such as activities (grazing, ruminating, idleness, other activities), chewing, feeding efficiency, rumination efficiency and physiological parameters. SSC animals spent less time idle ($P<0,009$) and more time grazing ($P<0,004$). They also had higher FDN feeding efficiency, greater NDF rumination efficiency and greater NDF consumption ($P<0,001$) and showed a tendency ($P=0.061$) for longer total chewing time (TMT). Furthermore, SSC animals had lower heart rate ($P<0,014$), respiratory rate ($P<0,001$), rectal temperature ($P<0,022$) and surface temperatures for the right lateral ($P<0,003$) and lateral areas of the udder ($P<0,047$). The inclusion of SRM in the concentrate did not affect the times of idle, lying, grazing, ruminating, and other activities. It also did not change the number of chews per bolus (NMB), the number of chews per day (NMD), the time spent per bolus (TBR), the number of bolus chewed per day (BRD), the feed efficiency of the DM, DM rumination efficiency and dry matter intake ($P>0,284$). However, it reduced FDN consumption ($P<0,009$). There was a trend towards a linear reduction in NDF feeding efficiency ($P=0.097$), and a linear reduction in NDF rumination efficiency ($P=0.098$). There was no effect ($P>0,168$) of the inclusion of SRM on heart rate (HR) and respiratory rate (RR) and surface temperatures. However, there was a quadratic effect ($P<0,053$) of the inclusion of SRM on rectal temperature (RT). Cassava root silage replacing corn in the concentrated supplement does not alter the behavioral activities of grazing cows, but it reduces FDN consumption. Concentrated supplementation reduced the feeding and rumination efficiency of FDN, but increased DM feeding efficiency and cow idleness, reducing grazing time.

Keywords: Ingestive behavior, cassava root silage, grazing time, particle size

3.1 Introdução

As forragens desempenham um papel crucial na dieta dos ruminantes, proporcionando a base para a conversão de fibras de qualidade inferior em proteína de alto valor biológico. Este processo é particularmente relevante para as vacas leiteiras, cujos níveis adequados de fibra na alimentação não apenas influenciam a produção leiteira, mas também afetam diretamente sua saúde e bem-estar, estimulando comportamentos essenciais como mastigação, salivação, ruminação e motilidade ruminal (ADESOGAN et al., 2019).

Apesar dos potenciais benefícios econômicos e ambientais dos sistemas de produção de leite a pasto, há uma grande demanda por melhorias, de forma a contornar adversidades como a sazonalidade da produção forrageira, assim como a adoção de estratégias de manejo do pasto que possibilitem aos animais ingerirem um alimento de elevada qualidade nutricional (COSTA et al., 2015; ROCHE et al., 2017).

Mesmo diante dos avanços na otimização do aproveitamento de pastagens para mitigar os desafios sazonais, as necessidades energéticas das vacas geralmente não são integralmente supridas por dietas baseadas exclusivamente em pasto, principalmente quando se trata de animais com potencial genético mais definido para a produção de leite, tornando essencial fornecer nutrientes e energia via suplemento para complementação a oferta das forragens (SILVA et al., 2015).

A principal fonte de energia utilizada na alimentação de ruminantes proveniente dos grãos e raízes é o amido, que apresenta disponibilidade energética superior à dos carboidratos estruturais (ADESOGAN et al., 2019). No entanto, a base do suplemento concentrado nas dietas de vacas leiteiras é proveniente do milho, que sofre oscilação do preço, elevando os custos de produção e por consequência reduz a renda dos produtores de leite (GUTIERREZ et al., 2019). Assim, é necessário avaliar fontes alternativas regionais que tenham condições de substituir de forma parcial ou total os alimentos energéticos convencionalmente utilizados (SILVA et al., 2015).

Uma das fontes alternativas no Brasil, com vasta disponibilidade, usada na alimentação de ruminantes, é a mandioca, sendo um dos alimentos mais conhecidos e consumidos no mundo, principalmente nas regiões tropicais, onde sua produção ocorre com maior intensidade (RIVAS et al., 2021; FAO, 2019). A raiz da mandioca é considerada uma fonte potencial de energia na dieta de ruminantes, por apresentar alto teor de carboidratos solúveis – CNF (78,1%,

MS), semelhante a composição de grãos de cereais como milho e sorgo (SARAIVA et al., 2020; BIZZUTI et al., 2021). Embora haja informações científicas sobre o uso da raiz de mandioca na alimentação de ruminantes (GALVÃO, 2022; MARQUES et al., 2022; KHEJORNART et al., 2022; NASCIMENTO et al., 2021; SULISTYOWATI et al., 2021; PERTIWI et al., 2019; WANAPAT et al., 2018; VIEIRA et al., 2017), ainda são escassos os trabalhos com a utilização da silagem da raiz da mandioca na alimentação animal e seu efeito no comportamento de vacas em lactação mantidas à pasto.

O comportamento ingestivo do animal é constituído pelos tempos de alimentação, ruminação, ócio, eficiência de alimentação e ruminação. Dependendo da dieta fornecida o padrão alimentar dos ruminantes é alterado, podendo impactar na digestão dos alimentos e na velocidade com que passam pelo trato gastrointestinal com a finalidade de superar condições limitantes ao consumo e obter a quantidade de nutrientes necessária (DADO et al., 1995). Dessa forma, torna-se importante avaliar o efeito de um alimento incluído na alimentação sobre o comportamento dos animais.

Sendo assim, objetivou-se avaliar o comportamento alimentar de vacas leiteiras com a inclusão de silagem de raiz de mandioca em substituição ao milho no suplemento.

3.2 Material e Métodos

Todos os procedimentos experimentais realizados nesse estudo foram autorizados pela Comissão de Ética no Uso de Animais da Universidade Federal Rural da Amazônia – CEUA, sob o número de protocolo 015/2018.

3.2.1 Localização, delineamento experimental e, manejo alimentar

O experimento foi conduzido nas instalações da Universidade Federal Rural da Amazônia – UFRA, localizado no município de Parauapebas-PA/Campus Parauapebas-PA, localizado sob as coordenadas Lat. 06° 04' 16,4"S; Long. 049° 49' 8,3"W; Alt: 270 m, entre os meses de janeiro a abril de 2020. Durante a execução do experimento, as médias da temperatura e umidade relativa do ar atingiram 28,14°C e 77,50%, respectivamente. O estudo foi conduzido no período chuvoso amazônico, registrando uma precipitação pluviométrica acumulada de 1582mm, equivalente a uma média mensal de 395,5 mm.

No experimento foram utilizadas 10 vacas primíparas da raça Girolando ($\frac{3}{4}$ sangue da holandesa e $\frac{1}{4}$ sangue Gir leiteiro), com peso médio de $373,45 \pm 63,55$ kg e média inicial de 76

dias de lactação. As vacas foram distribuídas em dois quadrados latinos 5×5 simultâneos de acordo com o período de lactação, balanceados para efeito residual. Antes do início do experimento, os animais foram submetidos à um período inicial de adaptação ao experimento com duração de 30 dias. O experimento foi dividido em cinco períodos experimentais de 20 dias cada e a observação do comportamento ocorreu no 10º dia de cada período experimental durante 24 horas consecutivas.

Para a confecção da silagem, a raiz de mandioca foi adquirida na zona rural do município de Parauapebas. Em seguida foi realizada a limpeza superficial com água corrente, para a retirada do excesso de terra e sujidades. Após secar, a raiz de mandioca foi triturada em triturador forrageiro sem a utilização de peneiras e ensiladas em tambores de plástico (bombonas) de 200 litros com tampa. A compactação da raiz nas bombonas foi realizada por meio de socadores de madeira.

Os silos foram abertos após o mínimo 150 dias da ensilagem. No momento da abertura de cada silo, foram descartados a porção superior deteriorada, aferido a temperatura, em seguida foram coletadas amostras para determinações de pH e posteriores análises laboratoriais. (SILVA e QUEIROZ, 2002). A silagem de raiz de mandioca (SRM) apresentou pH médio de 4,04. A composição da SRM (% da MS) foi 39,29 % de matéria seca (MS), 3,40 % de proteína bruta (PB), 0,25% de extrato etéreo (EE), 2,61% de matéria mineral (MM), 97,39% de matéria orgânica (MO), fibra insolúvel em detergente neutro (FDN) de 8,29% e carboidratos não fibrosos (CNF) de 85,44%, seguindo os métodos descritos por Detmann et al. (2012).

As vacas foram mantidas em sistema de pastejo rotacionado de *Megathyrus maximus* cv Mombaça e receberam 5 diferentes tratamentos, onde o nível de inclusão de SRM no concentrado correspondeu à substituição gradual do milho fubá até 100% de substituição:

I – Vacas em pastejo sem suplementação concentrada (SSC);

II - Vacas em pastejo suplementadas com 5 kg de MS de suplemento concentrado sem a inclusão de silagem de raiz de mandioca (0% de SRM);

III - Vacas em pastejo suplementadas com 5 kg de MS de suplemento concentrado com 26% de silagem de raiz de mandioca (26% SRM);

IV - Vacas em pastejo suplementadas com 5 kg de MS de suplemento concentrado com 52% de silagem de raiz de mandioca (52% SRM) e;

V - Vacas em pastejo suplementadas com 5 kg de MS de suplemento concentrado com 78% de silagem de raiz de mandioca (78% SRM).

O concentrado padrão foi composto por farelo de soja, ureia, suplemento mineral e milho, sendo os demais com a substituição do milho pela SRM (Tabela 1). A suplementação

concentrada foi fornecida duas vezes ao dia (50% do total sempre após cada ordenha), em cocheiras individuais. Os suplementos foram formulados de acordo com o NRC (2001), calculadas para serem isonitrogenadas e para atenderem às exigências nutricionais de vacas leiteiras primíparas com 400 kg e produção de 14 kg/dia com 4,0% de gordura.

Para o tratamento com animais alimentados a pasto sem suplementação concentrada (SSC), foi fornecido apenas sal mineralizado na quantidade de 100 gramas/animal/dia, após a ordenha, sendo 50g pela manhã e 50g à tarde. Todos os animais, recebendo seus respectivos tratamentos, foram mantidos em regime de pastejo, em um mesmo lote. O fornecimento de água foi realizado à vontade por meio de bebedouros (no pasto e nos cochos de suplementação).

Tabela 1. Proporção e composição química dos ingredientes utilizados para a formulação dos suplementos experimentais para vacas leiteiras, contendo diferentes níveis de inclusão da silagem de raiz de mandioca (SRM) em substituição ao milho

Itens*	SSC	Níveis inclusão de SRM no suplemento concentrado, % MS				<i>Megathyrus maximus</i> cv Mombaça ²
		0	26	52	78	
<i>Proporção de ingredientes, g/kg de MS</i>						
Milho grão moído	-	794	529	264	0	-
Silagem da Raiz Mandioca	-	0	260	520	780	-
Farelo de Soja	-	147	147	147	147	-
Suplemento Mineral ¹	100	44	44	44	44	-
Uréia: Sulf. de amônia (9:1)	-	15	20	25	29	-
<i>Composição química do suplemento concentrado, % da MS</i>						
MS	99,8	88,2	75,9	63,7	51,4	25,36
MM	99,9	1,6	2	2,5	2,9	9,67
MO	-	98,3	97,9	97,5	97,1	90,33
PB	-	16,2	17	17,2	17,3	10,40
EE	-	4,2	3,3	2,4	1,4	1,36
FDNcp	-	17,6	14,8	11,9	9,1	61,88
CNFcp	-	57,8	61,8	65,9	70	16,69
FDNi	-	3,6	3,7	3,8	3,9	23,00
<i>Nível de substituição do milho pela SRM, %</i>	-	0	33	66	100	

¹ Composição do suplemento mineral - Cálcio: 200 (g/kg); Sódio: 74 (g/kg); Fósforo: 100 (g/kg); Enxofre: 12 (g/kg); Magnésio: 15 (g/kg); Zinco: 4896 (mg/kg); Manganês: 6285 (mg/kg); Ferro: 2000 (mg/kg); Cobre: 1650 (mg/kg); Flúor: 1000,00 (mg/kg; máx.); Cobalto: 200 (mg/kg); Iodo: 195 (mg/kg); Selênio: 32 (mg/kg); Cromo: 20 (mg/kg).

*MS: Matéria seca; MM: Matéria mineral; MO: Matéria orgânica; PB: Proteína bruta; EE: Extrato etéreo; FDNcp: Fibra insolúvel em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína; CNF: Carboidratos não fibrosos; FDNi: Fibra insolúvel em detergente neutro indigestível

² Composição química referente a amostra do pastejo simulado.

3.2.2 Coleta de variáveis comportamentais

A observação do comportamento foi subdividida em quatro períodos de seis horas (manhã, tarde, noite e madrugada) com registro de atividades específicas a cada dez minutos (SILVA et al. 2006). Durante a avaliação noturna, os animais foram submetidos à iluminação artificial, a qual foram previamente adaptados por nove dias e quando necessário fez-se o uso de binóculos. Com o intuito de facilitar a visualização nos horários noturnos, os animais eram enumerados em seus dorsos com tinta *spray* refletiva atóxica antes do início das coletas. A avaliação visual foi realizada por pessoas treinadas, sendo designado de três a quatro observadores para o grupo de dez animais, com revezamentos de observadores a cada quatro horas.

Avaliou-se as seguintes atividades: pastejando, ruminando, ócio (quando não realizavam nenhuma atividade), outras atividades (andando pela pastagem, brincando, etc.), de acordo com a metodologia proposta por Johnson e Combs (1991). Os dados foram analisados em minutos por dia (min/dia) de observação comportamental.

3.2.3 Mastigação merícica, eficiência de alimentação e ruminação

Durante as observações comportamentais procedeu-se a contagem do número e tempo de mastigações por bolo ruminal, por meio de observações individuais de cada animal ao longo de três períodos do dia, manhã, tarde e noite, de modo que se observasse três bolos ruminais por animal em cada intervalo de tempo com a utilização de cronômetros digitais. Em cada bolo ruminal foi registrado o número de mastigações, desde o momento em que este chegava à boca até que o mesmo fosse deglutido, sendo utilizado o tempo despendido na mastigação, do número de bolo ruminal, para o cálculo do número total de mastigações merícicas por dia, determinados de acordo com metodologia de Burger et al. (2000) nas quais:

$MND = BRD * MMnb$; Em que: MND = número de mastigações merícicas por dia; BRD = Número de bolos ruminados por dia e MMnb = número de mastigações merícicas por bolo ruminal.

$BRD = TRUm/MMtb$; Em que: $TRUm$ = tempo de ruminação em minutos por dia e $MMtb$ = tempo de mastigação merícica em minutos por bolo ruminal.

$TMT = TAL + TRU$; Em que: TMT = tempo de mastigação total em horas por dia; TAL = Tempo gasto diariamente em alimentação (horas) e TRU = tempo de ruminação (hora/dia).

$EALMS = CMS/TAL$; Em que: $EALMS$ = eficiência de alimentação com base na matéria seca consumida por hora (kg/h) e CMS = consumo de matéria seca (kg/dia).

$EALFDN = CFDN/TAL$; Em que: $EALFDN$ = eficiência de alimentação com base na FDN consumida por hora (kg/h) e $CFDN$ = Consumo diário de FDN (kg/dia).

$ERUMS = CMS/TRU$; Em que: $ERUMS$ = eficiência de ruminação da MS por hora (kg/h).

$ERUFDN = CFDN/TRU$; Em que: $ERUFDN$ = eficiência de ruminação da FDN por hora (kg/h).

Para a determinação do consumo de forragens, foi utilizada a fibra insolúvel em detergente neutro indigestível (FDNi) como indicador interno, obtida após 240 horas de incubação *in situ* dos alimentos fornecidos, pastagem amostrada (via pastejo simulado) e fezes, conforme recomendado por Detmann et al. (2012), utilizando-se sacos de TNT (Tecido Não Tecido).

3.2.4 Monitoramento ambiental, parâmetros fisiológicos

Durante as observações comportamentais foram coletados dados meteorológicos por meio de termômetros eletrônicos afixados nos piquetes experimentais e sala de ordenha. Foram coletadas informações de temperatura ambiente (°C) e umidade relativa. Para caracterização do ambiente térmico utilizou-se a média de todos os dias de observações. Com base nos dados de temperatura e umidade relativa, coletados ao longo do dia, calculou-se o índice de temperatura e umidade – ITU, conforme proposto por Thom (1958; Tabela 2).

Tabela 2. Dados meteorológicos médios obtidos nos dias de observação do comportamento, nos meses de janeiro a abril de 2020, no município de Parauapebas/PA.

Fatores climáticos				
Horário	UR%	TA (°C)	ITU	ITGU
07:00	90,8	26,42	68,28	68,45
10:00	85,48	28,22	70,08	71,77
13:00	80,88	28,60	70,46	74,09

16:00	80,4	27,70	69,56	71,61
19:00	93,68	25,58	67,14	67,47
22:00	92,5	25,06	66,92	66,77
01:00	97,76	24,78	66,64	66,45
04:00	98,80	23,42	65,28	65,25
Média	90,04	26,23	68,05	68,98

UR: Umidade relativa do ar; TA: Temperatura ambiente; ITU: índice de temperatura e umidade; ITGU: Índice de temperatura de globo e umidade.

Finalizada a ordenha após terminado a avaliação comportamental, as vacas foram encaminhadas para o tronco de contenção, onde coletou-se dados fisiológicos: frequência cardíaca (FC), frequência respiratória (FR), temperatura retal (TR) e temperatura de superfície (TS).

A FC foi determinada com o auxílio de estetoscópio contando-se o número de batimentos cardíacos em 15 segundos e multiplicando-se o resultado por quatro para cálculo da FC minuto^{-1} , a FR foi medida pela observação dos movimentos laterais do flanco e com o auxílio do estetoscópio, durante 15 segundos, e os valores multiplicados por quatro para o cálculo da FR minuto^{-1} , a TR foi mensurada com a utilização de termômetro clínico digital, TERMOMED, fabricado pela INCOTERM.

A temperatura de superfície foi obtida através de imagens termográficas capturadas por câmera infravermelha (FLIR®Sistema T300), com coeficiente de emissividade igual a 0,98. Antes da coleta das imagens, os animais foram conduzidos a uma área sombreada para evitar interferência da radiação solar e as capturas de imagens foram realizadas imediatamente. Foram coletadas cinco fotos de cada animal em cada período experimental: lateral direita do animal, lateral esquerda, pescoço e cabeça, região lateral do úbere, região posterior do úbere (Figura 1-A, B, C, D e E). As coletas de imagens eram realizadas após finalizado a avaliação comportamental, a captura das imagens era realizada a uma distância de aproximadamente 1,5 m do animal, sem incidência de radiação solar, eram capturadas imagens na mesma área de cada região avaliada. As imagens foram analisadas por meio do software da câmera termográfica (DALTRO et al., 2017).

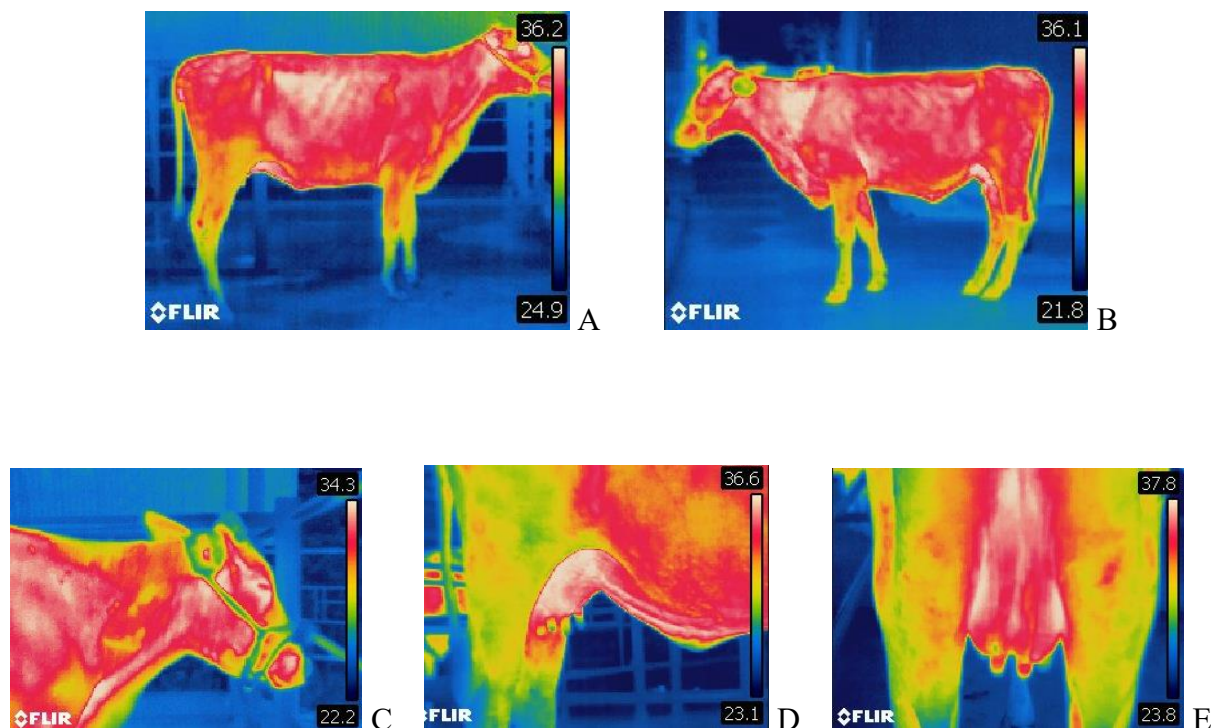


Figura 1. Áreas correspondentes às regiões onde a temperatura superficial foi extraída: (A) lateral direita do animal, (B) lateral esquerda, (C) tábua do pescoço, (D) região lateral do úbere, (E) região posterior do úbere.

3.2.5 Estatística

Os resultados foram submetidos à análise de variância segundo delineamento em quadrado latino 5×5. Posteriormente, foi feito contraste ortogonal, em que foi testado o tratamento sem suplementação concentrada *versus* todos os tratamentos com suplementação (-1 -1 -1 -1 +4), sendo 0%, 26%, 52% e 78% de inclusão da SRM e o tratamento SSC, respectivamente). Procedendo-se à decomposição ortogonal da soma de quadrados dos tratamentos com inclusão da SRM em contrastes relativos aos efeitos de ordem linear (-3 -1 +1 +3 0) e quadrática (+1 -1 -1 +1 0) para os tratamentos com suplementação.

Todos os procedimentos estatísticos foram realizados utilizando PROC MIXED por intermédio do programa SAS (Statistical Analysis System) adotando-se o nível de crítico de 5% de probabilidade para o erro tipo I. Considerou-se efeito aleatório o animal, período e quadrado latino. Tendências foram declaradas quando $0,05 < P \leq 0,10$.

3.3 Resultados

Não houve efeito ($P>0,284$) da inclusão da silagem de raiz de mandioca (SRM) no suplemento concentrado sobre as atividades comportamentais, em que a média de tempo utilizado para as atividades foram: 12,64% ócio, 17,99% deitado, 31,82% pastejando, 14,71% ruminando, 19,23% ruminando deitado e 3,61% em outras atividades, correspondendo a 2,95; 4,37; 7,66; 3,56; 4 e 0,86 horas diárias, respectivamente (Tabela 3).

Os animais sem suplementação concentrada (SSC) passaram menos ($P<0,009$) tempo em ócio (8,97%) e maior tempo ($P<0,004$), cerca de 1,38 horas a mais em pastejo (37,71%) do que os animais que receberam suplementação concentrada que passaram em média 12,28% em ócio e 31,85% pastejando (Tabela 3).

Tabela 3. Comportamento de vacas suplementadas com diferentes níveis de inclusão da silagem da raiz de mandioca em substituição ao milho no suplemento concentrado ou sem receber suplemento concentrado

Variável ¹	Níveis inclusão de SRM no suplemento concentrado, %				SSC ²	EPM ³	Valor-P ⁴		
	MS						L	Q	SSC × Sup
	0	26	52	78					
Ócio (hora)	2,58	2,88	3,22	3,10	2,17	0,49	0,103	0,414	0,009
Deitado (hora)	4,44	4,24	4,58	4,23	3,85	0,39	0,893	0,820	0,266
Pastejando (hora)	7,67	7,86	7,37	7,76	9,05	0,45	0,985	0,899	0,004
Ruminando (hora)	3,68	3,52	3,36	3,69	3,27	0,51	0,847	0,291	0,252
Ruminando deitado (hora)	4,68	4,59	4,69	4,43	4,93	0,73	0,422	0,731	0,170
Outras Atividades (hora)	0,95	0,91	0,78	0,79	0,73	0,28	0,284	0,745	0,301

² SSC: Sem suplementação concentrada

³ EPM: Erro padrão da média.

⁴ P Valor para L: Efeito linear ou Q: Efeito quadrático e SSCxSup: Efeito de contraste entre o tratamento SSC x tratamentos com suplementação (independente do nível de inclusão).

Houve efeito de redução no consumo de FDN (CFDN) das dietas com a inclusão da SRM no concentrado ($P<0,009$). Também foi verificada tendência de redução linear ($P=0,097$; Tabela 4) na eficiência de alimentação da fibra em detergente neutro (EALFDN), e tendência de redução ($P=0,098$; Tabela 4) na eficiência de ruminação da fibra em detergente neutro (ERFDN).

O número de mastigações merícica por bolo (NMB), o número de mastigações merícica por dia (NMD), o tempo gasto por bolo ruminal (TBR), o número de bolos ruminados por dia

(BRD), a eficiência alimentar da MS (EALMS), a eficiência de ruminação da MS (ERMS) e o consumo de matéria seca, não foram influenciados ($P>0,170$) pela inclusão da SRM no concentrado das vacas (Tabela 4).

Ao avaliar o contraste da suplementação concentrada (Sup) *versus* o sem suplementação concentrada (SSC), foi verificado que os animais que não receberam suplementação concentrada tiveram maior ($P<0,001$) eficiência de alimentação da fibra em detergente neutro (EALFDN), maior ($P<0,001$) eficiência na ruminação da FDN (ERFDN) e maior consumo da FDN ($P<0,001$; Tabela 4). Além disso os animais apresentaram tendência ($P=0,061$) de maior tempo de mastigação total (TMT) quando comparado aos animais que receberam suplementação concentrada em sua dieta (Tabela 4).

Tabela 4. Eficiências de alimentação e ruminação de vacas suplementadas com diferentes níveis de inclusão da silagem da raiz de mandioca em substituição ao milho no suplemento concentrado ou sem receber suplemento concentrado

Variável ¹	Níveis inclusão de SRM no suplemento concentrado, % MS				SSC ²	EPM ³	Valor-P ⁴		
	0	26	52	78			L	Q	SSC × Sup
NMB (nº/bolo)	41,16	43,98	41,37	43,98	42,2	2,37	0,973	0,351	0,390
NMD (nº/dia)	12679	11929	10611	12900	10817	1830,44	0,893	0,170	0,324
TBR (min/bolo)	0,75	0,77	0,74	0,75	0,73	0,03	0,691	0,837	0,165
BRD (nº bolos/dia)	300,63	280,35	257,24	294,73	255,1	44,29	0,726	0,271	0,336
TMT (hora/dia)	11,24	11,38	10,53	11,45	12,15	0,58	0,910	0,404	0,061
EALMS (kg/MS/h)	1,09	1,03	1,05	1,12	0,93	0,16	0,761	0,461	0,136
EALFDN (kg/FDN/h)	0,49	0,42	0,43	0,41	0,57	0,05	0,097	0,501	0,001
ERMS (kg/MS/h)	2,64	3,19	2,69	2,26	3,15	0,72	0,369	0,238	0,322
ERFDN (kg FDN/h)	1,18	1,24	1,07	0,81	1,92	0,25	0,098	0,348	<0,001
CMS (kg/dia)	8,35	8,12	7,8	7,76	8,25	1,16	0,289	0,822	0,622
CFDN (kg/dia)	3,78	3,27	3,20	2,81	5,09	0,34	0,009	0,745	<0,001

¹NMB - número de mastigações meréricas por bolo; NMD – número de mastigações meréricas por dia; TBR – tempo gasto por bolo ruminal em minutos (min/bolos); BRD - número de bolos ruminados por dia; TMT tempo de mastigação total, (hora/dia); EALMS - eficiência alimentar da MS (Kg de MS/h); EALFDN - eficiência

alimentar da FDN, (Kg de FDN/h); ERMS - eficiência de ruminação da MS, (Kg de MS/hora); ERFDN - eficiência de ruminação da FDN, (Kg de FDN/hora); CMS - Consumo de matéria seca; CFDN - Consumo de fibra em detergentes neutro.

² SSC: Sem suplementação concentrada

³ EPM: Erro padrão da média.

⁴ P Valor para L: Efeito linear ou Q: Efeito quadrático e SSCxSup: Efeito de contraste entre o tratamento SSC x tratamentos com suplementação (independente do nível de inclusão).

Não foi observado efeito ($P>0,168$) da inclusão da SRM na dieta sobre a frequência cardíaca (FC), respiratória (FR) e temperaturas de superfícies. Todavia, os níveis de inclusão da SRM influenciaram na temperatura retal (TR), com efeito quadrático ($P<0,053$; Tabela 5), com a inclusão da SRM.

Ao avaliar o contraste entre os dados fisiológicos dos animais suplementados (Sup) e SSC, verificou-se que os animais SSC tiveram menor FC ($P<0,014$), FR ($P<0,001$) e TR ($P<0,022$) e menor temperatura superficial do lateral direita ($P<0,003$) e lateral do úbere ($P<0,047$; Tabela 5).

Tabela 5. Valores médios de frequência cardíaca, frequência respiratória, temperatura retal e temperatura de superfície de vacas suplementadas com diferentes níveis de inclusão da silagem da raiz de mandioca em substituição ao milho no suplemento concentrado ou sem receber suplemento concentrado

Variável ¹	Níveis inclusão de SRM no suplemento concentrado, % MS				SSC ²	EPM ³	Valor-P ⁴		
	0	26	52	78			L	Q	SSC×Sup
FC (bpm)	132,4	124,4	122,8	136,0	107,2	10,45	0,786	0,168	0,014
FR (mbm)	87,2	96,4	86,0	80,0	64,9	15,11	0,234	0,207	0,001
TR (°C)	38,24	38,45	38,34	38,13	38,01	0,12	0,354	0,053	0,022
<i>Termografia infravermelha (temperatura de superfície)</i>									
LD (°C)	29,26	29,38	29,02	29,02	28,26	0,39	0,263	0,198	0,003
LE (°C)	29,07	28,73	28,73	28,81	28,48	0,35	0,480	0,332	0,156
LU (°C)	30,14	30,13	30,18	30,34	29,77	0,39	0,148	0,600	0,047
TP (°C)	29,58	29,41	29,39	29,24	29,15	0,46	0,364	0,890	0,318
PU (°C)	30,42	30,66	30,07	30,31	29,95	0,42	0,284	0,664	0,190

¹ FC- frequência cardíaca (batimentos cardíacos em um minuto); FR- frequência respiratória (movimentos de flanco em um minuto); TR-Temperatura retal; LD – Lateral direita; LE- Lateral esquerda; LU- Lateral do úbere; TP- Tábua do pescoço; PU- Posterior do úbere.

² SSC: Sem suplementação concentrada

³ EPM: Erro padrão da média.

3.4 Discussão

O maior tempo de pastejo dos animais que não receberam suplementação concentrada, está diretamente relacionada com o tipo de dieta, uma vez que esses animais tiveram que passar mais tempo pastejando para atenderem a exigência de nutrientes necessária ao longo do dia, enquanto os animais que receberam suplementação concentrada em suas dietas passaram menos tempo em pastejo e se saciaram mais rápido, devido a suplementação concentrada ter causado um efeito substitutivo em relação a quantidade de forragem necessária ser coletada para atender as exigências nutricionais das vacas.

Os animais sem suplementação concentrada (SSC) tiveram menor tempo de ócio (Tabela 3), já que despenderam maior parte do tempo em busca de alimento, o que reduziu o tempo ocioso. Já os animais que receberam suplementação concentrada, tiveram uma captação adicional de nutrientes provenientes do suplemento e suas necessidades metabólicas diárias foram atendidas mais rapidamente, como consequência, apresentaram maior tempo ocioso. Brandão et al. (2016) verificou que a suplementação concentrada (proteica/energética na proporção de 0,4% do peso corporal) de novilhos, aumentou o número de pastejo e período de ócio. Santana Júnior et al. (2013), também constataram que o fornecimento de concentrado reduz o tempo de pastejo e, conseqüentemente, o tempo de ruminação, aumentando assim o número de períodos ociosos. No entanto, neste estudo o tempo de ruminação não foi alterado.

A forma física das dietas e a quantidade de fibra em detergente neutro (FDN) são fatores importantes que podem alterar o comportamento ingestivo dos animais, como o tempo de pastejo, tempo de ruminação e ócio. O tempo de ruminação está altamente correlacionado ao consumo de fibra em detergente neutro (FDN), onde o aumento do consumo de FDN provoca aumento no tempo de ruminação, devido à maior necessidade de processamento da fibra. Sendo assim, dietas com partículas menores e mais digestíveis podem reduzir o tempo de ruminação, já alimentos com alto teor de parede celular tendem a aumentar esse tempo (VAN SOEST, 1994; BRANDÃO, et al., 2016). Apesar da diferença no consumo de fibra em detergente neutro das dietas (Tabela 4) observado, a alteração no tempo de ruminação dos animais com inclusão ou não de suplementação concentrada na dieta (Tabela 4), não foi constatada. O que pode estar relacionado com a qualidade das dietas. Os suplementos concentrados podem ter sido digeridos de forma mais eficiente, em virtude da menor concentração de FDN e maiores quantidade de carboidratos não fibrosos (Tabela 1) que possuem maior facilidade de digestão, exigindo menos tempo de ruminação para processar os alimentos. Já a forragem pode ter apresentado uma alta qualidade nutricional que atendeu as necessidades dos animais de forma eficiente.

A inclusão ou não de suplementação concentrada nas dietas de vacas leiteira, não influenciou no CMS e consequentemente, não alterou a eficiência alimentar e de ruminação da MS dos animais (Tabela 4). Os ingredientes (milho e SRM) dos suplementos concentrados energéticos são altamente digestíveis, o que possivelmente permitiu aos animais extraírem mais nutrientes de uma quantidade menor de matéria seca, sem haver necessidade de consumir grandes volumes de alimento (NASCIMENTO et al., 2019). O CMS é influenciado por vários fatores dietéticos, sendo o conteúdo de FDN da forragem dietética o principal fator que afeta o CMS em ruminantes, podendo limitar fisicamente a quantidade de alimento que um animal pode consumir de uma vez devido ao enchimento ruminal (MERTENS, 1987; SHIPANDENI et al., 2023). Devido seu tamanho a fibra pode ocupar mais espaço no trato digestivo, reduzindo a capacidade do animal de consumir grandes volumes de matéria seca em um curto período.

O uso de suplementação concentrada não interferiu nos resultados para o número de mastigações meréricas por bolo (NMB), número de mastigações meréricas por dia (NMD), tempo gasto por bolo ruminal (TBR) e número de bolos ruminados por dia (BRD), podendo ser explicados pela ausência de variação no tempo gasto na ruminação (TRU; Tabela 4) para os animais que receberam ou não suplementação concentrada.

Vários fatores podem afetar o consumo da fibra em detergente neutro de vacas em lactação, como por exemplo o teor de FDN dos ingredientes das dietas, bem como suas interações (CARPINELLI et al., 2019). Neste estudo, o consumo de FDN foi afetado pela inclusão do SRM no suplemento concentrado, havendo redução no consumo FDN (Tabela 4), pois, os suplementos contendo SRM apresentam menores teores de FDN em sua composição quando comparado ao suplemento com milho (Tabela 1). Além disso, o maior consumo de FDN (Tabela 4) observado para os animais que se alimentaram apenas com pasto, foi devido a quantidade proporcional desse componente na forragem e o maior enchimento do rúmen (MERTENS, 1992). Isso era esperado, uma vez que, o conteúdo de FDN da forragem (61,88%) é maior que a concentração presente nos suplementos concentrados.

Mesmo não havendo diferença significativa no tempo de ruminação, os animais SSC apresentaram tendência de maior tempo de mastigação total (TMT; Tabela 4) que está relacionado com o maior consumo FDN, a concentração de FDN e o tamanho das partículas (Tabela 1). A ausência de efeitos significativos sobre o tempo total de mastigação (h/dia) para os animais que receberam suplementação concentrada (milho e SRM), pode estar relacionada à similaridade entre os tamanhos de partículas.

Os animais SSC foram mais eficientes na alimentação e ruminação da fibra em detergente neutro - FDN (Tabela 4). Características físicas da dieta como o tamanho de

partículas tem papel significativo na eficiência de alimentação e ruminação de animais ruminantes. Dietas volumosas apresentam tamanho de partículas maiores comparado com as partículas das silagens. A fração de FDN das forragens é um fator responsável pela regulação do pH no rumem e estímulo de mastigação e produção de saliva (CAO et al, 2021). Com isso, entende-se que o CFDN do pasto forneceu para o animal uma fonte de fibra de boa qualidade, que permitiu bom funcionamento do rumem, consequentemente melhorou a eficiência de utilização da FDN, além disso, os animais apresentaram menores parâmetros termorregulatórios, não estando em situação de estresse severo (Tabela 5) o que pode ter favorecido as eficiências de alimentação e ruminação da FDN.

Animais em condições de estresse por calor respondem com ajustes termorregulatórios e metabólicos, que podem afetar a sua saúde, o desempenho e o comportamento em geral (OLIVEIRA & ANGRECKA, 2018). Neste estudo foi verificado que as frequências cardíacas (FC) e respiratória (FR) e temperatura retal (TR), e de superfície dos animais SSC foram menores quando comparada aos animais que receberam suplementação concentrada, demonstrando que a suplementação concentrada causou variação nos parâmetros termoregulatórios (Tabela 5). A suplementação concentrada, especialmente com alimentos ricos em energia, pode aumentar o metabolismo e, consequentemente, a produção de calor metabólico. Isso pode ter implicações no equilíbrio térmico, especialmente em condições ambientais desfavoráveis (RIVAS, 2016).

A inclusão da silagem da raiz de mandioca (SRM), não afetou a FC e FR dos animais, no entanto o maior nível de inclusão (78%) de SRM, reduziu a temperatura retal dos animais (Tabela 5). A suplementação com milho e inclusão da SRM forneceram um adicional de energia proveniente dos carboidratos não fibrosos (Tabela 1), em comparação com o pasto levando os animais a utilizarem os mecanismos de dissipação de calor para perda do calor excedente, havendo variação nos valores da FR, FC e TR, para assim evitar o comprometimento do desempenho. Em pesquisa com bovinos, Oliveira et al. (2012), observaram que animais que consumiram maior quantidade de carboidratos não fibrosos apresentaram maior FR e atribuíram tal resultado ao fato de o alimento ser de elevada digestibilidade, permitindo uma liberação mais rápida de calor metabólico na digestão, indicando uma maior capacidade de fermentação, gerando assim mais calor.

À medida que a temperatura do ambiente se eleva, a frequência respiratória aumenta, possibilitando maior troca de calor com o ambiente. Uma frequência de até 60 mov/min indica ausência de estresse térmico (HAHN PARKHURST & GAUGHAN 1997). No trabalho os animais SSC foram os que apresentaram menor FR (64,9 mov/min) demonstrando menor

variação. A temperatura retal ideal em vacas está entre 38,0 e 39,2 °C (AMMER et al., 2016). Neste trabalho a temperatura retal para os animais SSC foi de 38,01 °C, estando dentro do limite aceitável.

3.5 Conclusão

A silagem de raiz de mandioca em substituição ao milho no suplemento concentrado não altera as atividades comportamentais das vacas em sistema de pastejo, mas reduziu o consumo de FDN. A suplementação concentrada interfere no tempo de pastejo e ócio dos animais e compromete a eficiência de alimentação da FDN, eficiência na ruminação da FDN, o consumo da FDN, tempo de mastigação total o que causa variação nos parâmetros fisiológicos dos animais.

REFERÊNCIAS

- ADESOGAN, A.T. *et al* Symposium review: Technologies for improving fiber utilization. **Journal of Dairy Science**, v.102, p.1–30, 2019.
- AMMER, S. *et al*. Comparison of different measuring methods for body temperature in lactating cows under different climatic conditions. **J. Dairy Res.** 83:165–172, 2016.
- BIZZUTI, B. E. *et al*. Potential use of cassava by-product as ruminant feed. **Tropical Animal Health and Production**, 53(1). 2021.
- BRANDÃO, R. K. C. *et al*. Comparison of protein and energy supplementation to mineral supplementation on feeding behavior of grazing cattle during the rainy to the dry season transition. **SpringerPlus**, 5(1), 2016.
- BURGER, P. J. *et al*. Comportamento ingestivo em bezerros holandeses alimentados com dietas contendo diferentes níveis de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 29, 236–242. 2000.
- CAO, Y. *et al*. Physically effective neutral detergent fiber improves chewing activity, rumen fermentation, plasma metabolites, and milk production in lactating dairy cows fed a high-concentrate diet. **Journal of Dairy Science**, v. 104, n. 5, p. 5631–5642, 2021.
- CARPINELLI, N.A. *et al*. Technical note: a novel approach to estimate dry matter intake of lactating dairy cows through multiple on-cow accelerometers. **Journal of Dairy Science**. v. 102, n. 12, p. 11483–11490, 2019.
- CORREIA B.R. *et al*. Feeding behavior of feedlot-finished young bulls fed diets containing peanut cake. **Tropical Animal Health and Production**. 47:1075–1081, 2015.
- DADO, R.G.; ALLEN, M.S. Intake limitations, feeding behavior, and rumen function of cows challenged with rumen fill from dietary fiber or inert bulk. **J. Dairy Sci.** v.78, p.118–133, 995.
- DALTRO, D. DOS S. *et al*. Infrared thermography as a method for evaluating the heat tolerance in dairy cows. **Revista Brasileira De Zootecnia**, 46(5), 374–383. 2017.
- DETMANN, E. *et al*. **Métodos para análise de alimentos** - INCT - Ciência Animal. 1. ed. Visconde do Rio Branco: Suprema, 2012.
- FAO. FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **DAIRY MARKET REVIEW**: Overview of global dairy market developments in 2021.
- GALVÃO, L. T. O. **Inclusão da silagem da raiz de mandioca (*Manihot esculenta*) em substituição ao milho nos suplementos concentrados de vacas leiteiras primíparas em sistema de pastejo**; Tese (Doutorado em Saúde e Produção Animal na Amazônia) - Universidade Federal Rural da Amazônia, 2022.

GUTIERREZ, G. S. *et al.* Performance of crossbred lactating cows at grazing in response to nitrogen supplementation and different levels of concentrate feed. **Arquivos Brasileiros de Medicina Veterinária e Zootecnia**. v. 71, n. 3, p. 1005-1014, May-Jun 2019.

HAHN, G.L.; *et al.* **Cattle respiration rate as a function of ambient temperature**. v.40, p.97-121, 1997.

HODGSON, J. **Ingestive behavior**. In: LEAVER, J. D. (Ed.). *Herbage intake handbook*. Hurley: British Grassland Society, p. 113-138. 1982.

JOHNSON, T.R. AND D.K. COMBS. Effects of prepartum diet, inert rumen bulk, and dietary polyethylene glycol on dry matter intake of lactating dairy cows. **Journal Dairy Science**, 74: 933-944, 1991.

KHEJORNART, P. *et al.* Cassava pulp added to fermented total mixed rations increased tropical sheep's nutrient utilization, rumen ecology, and microbial protein synthesis. **Journal of Advanced Veterinary and Animal Research**. 31;9(4):754-760, 2022.

MARQUES, R. O. *et al.* Production, intake, and feeding behavior of dairy goats fed alfalfa via grazing and cassava. **Revista Brasileira de Zootecnia**. 51: e20210102, 2022.

MERTENS, D. R. Predicting intake and digestibility using mathematical models of ruminal function. **J. Anim. Sci.** 64:1, 1987.

MERTENS, D. R. Regulation of forage intake. In: FAHEY J. R. G. C. (Ed.) *Forage quality, evaluation and utilization*. **Madison: American Society of Agronomy**, 1994. p.450-493.

MULLER, P.B. **Bioclimatologia aplicada aos animais domésticos**. 3. ed. Porto Alegre: Sulina, 1989. 262p.

NASCIMENTO, C. D. O. *et al.* Effect of roughage-toconcentrate ratios combined with different preserved tropical forages on the productive performance of feedlot lambs. **Small Ruminant Research**, v. 182, p. 15-21, 2020.

NASCIMENTO, T. V. C. *et al.* Effects of condensed tannin-amended cassava silage blend diets on feeding behavior, digestibility, nitrogen balance, milk yield and milk composition in dairy goats. **Animal - The international journal of animal biosciences**. v. 15, 100015, 2021.

OLIVEIRA, P.T.L. *et al.* Comportamento ingestivo e parâmetros fisiológicos de bovinos Sindi alimentados com teores crescentes de feno de erva-sal. **Brasileira de Ciências Agrárias**, v.7, n.1, p.180-188, 2012.

OLIVEIRA, P.; ANGRECKA, S. Relationship between THI level and dairy cows' behaviour during summer period. **J. Anim.** 17, 226–233, 2018.

PERTIWI, H. *et al.* Nutritional Evaluation of Cassava (*Manihot esculenta*) Peels as a Dietary Supplement in Tropical *Friesian Holstein* Cross Breed Dairy Cattle. **Veterinary Medicine International**. Volume 2019, Article ID 6517839, 4 pages.

RIVAS, D. V. *et al.* Factors Related to the Starch Content during the Extraction Process of Cassava (*Manihot Esculenta*, Crantz) Crop. **Annals of the Romanian Society for Cell Biology**. v. 25, p. 10441 – 10448. 2021.

ROCHE, J. R. *et al.* A 100-Year Review: A century of change in temperate grazing dairy systems. **Journal of Dairy Science**, v. 100, n. 12, p. 10189–10233, 2017.

SANTANA JÚNIOR H. *et al.* Ingestive behavior of supplemented grazing heifers on compensatory nutrition. **Arch Zootec**. 62(237):62–71, 2013.

SARAIVA, T. A. *et al.* Effect of association of fresh cassava root with corn silage in replacement for cactus cladodes on dairy cow performance. **Tropical Animal Health and Production**. 52, 927–933. 2020.

SILVA, D. J.; QUEIROZ, A.C. *Análise de Alimentos (métodos químicos e biológicos)*. 3. ed. Viçosa, MG: UFV, p. 235, 2002.

SILVA, M. D. A. *et al.* Avaliação da composição químico-bromatológica das silagens de forrageiras lenhosas do semiárido brasileiro. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 36, n. 1, p. 571-578, jan./fev. 2015.

SHIPANDENI, M. N. T. *et al.* Effects of starch sources varying in particle sizes on ruminal fermentation, nutrient flow, starch digestibility, and lactation performance of dairy cows, **Journal of Animal Science**, Volume 101, skad147, 2023.

SORIANI, N. *et al.* Rumination time during the summer season and its relation ships with metabolic conditions and milk production. **Journal of Dairy Science**, v. 96, n. 8, p. 5082–5094, 2013.

SULISTYOWATI, E. *et al.* Milk Production and Milk Income Over Feed Cost of Dairy Cow Fed Fermented Cassava, Tabut Block, and Concentrate Containing *Curcuma xanthorrhiza* and Yeast. **Advances in Biological Sciences Research**. Indonésia, v. 13, 2021.

SUJANI, S.; SERESINHE, R. T. Exogenous enzymes in ruminant nutrition: A review. **Asian Journal of Animal Science**, v.93, p.85-99, 2015.

THOM, E.C. **The discomfort indexes**. **Weatherwise**, Washington, v.12, p.57-9, 1958

VAN SOEST, P. J. 1994. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2. ed., Ithaca: Cornell 448 University Press.

VIEIRA, P. A. S. *et al.* Parâmetros ruminais e balanço de nitrogênio em bovinos alimentados com silagem da raiz de mandioca. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 37, n. 8, p. 883-890, agosto 2017.

WANAPAT, M. *et al.* Strategic supplementation of cassava top silage to enhance rumen fermentation and milk production in lactating dairy cows in the tropics. **Tropical Animal Health and Production**. 50, 1539–1546, 2018.

WU H, *et al.* Effect of Grape Marc Added Diet on Live Weight Gain, Blood Parameters, Nitrogen Excretion, and Behaviour of Sheep. **Animals** (Basel). 12(3):225, 2022.

ANEXOS



**SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA
CAMPUS DE PARAUAPEBAS**

ANEXO 1

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)

Você está sendo convidado(a) como voluntário(a) a participar da pesquisa: **Raiz de mandioca (*Manihot esculenta* crantz) em substituição ao milho na suplementação de vacas leiteiras.**

Essa pesquisa irá gerar dados a respeito da utilização da silagem de mandioca em substituição ao milho na dieta de vacas, mostrando se esta dieta pode ser uma alternativa para os produtores da região tendo em vista que durante o período de estiagem os alimentos tornam-se mais escassos aumentando os custos para manter os animais na propriedade, além disso irá mostrar a influência desta nas qualidades sensoriais do queijo Minas Frescal. O objetivo desse projeto é gerar dados sobre a influência da inclusão da silagem de mandioca na dieta, sobre características organolépticas de queijos Minas Frescal, para verificar a aceitação e intenção de compra de queijos Minas Frescal confeccionados a partir de leite de vacas alimentadas com diferentes níveis de inclusão de raiz de mandioca, que será parte de uma dissertação de mestrado do programa de pós-graduação em Produção Animal na Amazônia. Esta pesquisa seguirá a resolução n. 466 de 12 de dezembro de 2012 que se constitui no atual documento-referência para a organização da dinâmica de funcionamento dos Comitês de Ética em pesquisa em Seres Humanos, comitês, têm como propósito fazer a gestão dos protocolos de pesquisa e dos procedimentos de regulamentação da revisão ética na pesquisa com seres humanos no meio acadêmico. Sua participação é importante para que possamos compreender as possíveis interferências. O procedimento de coleta de material dados será serão da seguinte forma: Os julgadores serão escolhidos de forma aleatória, após assinar o termo o julgador expressará sua aceitação pelo produto, através de uma ficha seguindo uma escala previamente estabelecida que varia gradativamente entre **desgostei muitíssimo** e **gostei muitíssimo**, A análise sensorial do queijo minas frescal será realizada com 125 provadores entre eles alunos e funcionários da UFRA- Campus Parauapebas, de ambos os sexos, maiores de idade, que não possuam nenhum tipo de alergia ou tolerância a lactose. O teste será realizado em uma sala própria para esse fim com controle de luz e temperatura, as amostras serão codificadas e cortadas em cubos, com peso de 25 g, e fornecidas em copinhos descartáveis. Será fornecido juntamente com os queijos água mineral e biscoito tipo *cream cracker*, entre as amostras, para limpeza do palato. As amostras com seus respectivos códigos serão simultaneamente servido e classificado pelos provadores para avaliar o aceitação geral, Os atributos avaliados serão: aparência, cor, aroma, textura, sabor e avaliação global utilizando se escala hedonica estruturada com 10 pontos (1 = desgostei muitissimo; 5 = nem gostei/ nem desgostei; 10 = gostei muitissimo). Além disso, ainda serão aplicados o teste de intenção de compra utilizando escala hedônica estruturada ancorada em 5 pontos (1 = certamente não compraria; 3 = talvez comprasse/ talvez não

comprasse; 5 = certamente compraria). Os riscos que esta pesquisa poderá oferecer são mínimos, pois os queijos serão submetidos a análises microbiológicas previstas pela ANVISA 2001 (*Estafilococcus*, Coliformes a 45°, *Listeria monocytogenes* e *Salmonella sp.*), no entanto pode ocorrer alergia em pessoas que não sabem que é intolerante a lactose, risco de intoxicação por consumo de amostra contaminada e, infecções, causando náuseas, vômitos, dores abdominais, diarreia e sudorese, caso se sinta desconfortável em função do alimento disponibilizado para a degustação ou com o questionário, você pode desistir. Não haverá pagamento para você participar. A sua participação é voluntária e sua desistência é permitida em qualquer momento do estudo, sem que lhe traga prejuízos. Será assegurado sigilo quanto à sua identidade. Uma cópia deste consentimento informado será arquivada no Curso de Zootecnia da Universidade Federal Rural da Amazônia, e outra será fornecida a você mediante o surgimento de qualquer efeito colateral que coloque em risco a saúde do participante ou cause desconforto ao mesmo, caso isso aconteça a equipe dará auxílio ao participante e o mesmo não será penalizado por deixar a pesquisa. As pessoas que possuem alergia ou intolerância à lactose não participaram da pesquisa. Já a previsão de benefícios diretos aos julgadores será a sua contribuição com a pesquisa para a comunidade acadêmica, a colaboração dos voluntários é essencial ao desenvolvimento da pesquisa, os voluntários terão acesso a pesquisa durante todo os seus processos.

Em caso de dúvida você poderá chamar por Cláudia Siqueira Caldas discente da Universidade Federal Rural da Amazônia (Rodovia PA 257 KM 13 Caixa Postal 3017 Cidade Nova | 68515-000 |), Matrícula: 2016012169 (Tel:(91) 989311431 – email:claudiasiqueira455@gmail.com). Caso esta não seja localizada, poderá ainda ser contatada a orientadora da pesquisa Professora Kaliandra Souza Alves, SIAPE: 13546791 (Tel: (94) 992081580 – email:kaliandra.souza.alves@gmail.com), ou o Comitê de Ética em Pesquisa em seres humanos, situado no térreo do bloco 4 da Universidade do Estado do Pará, campus VIII, Av. Hiléia s/n. Agrópolis do INCRA, Bairro Amapá – Marabá – Pará. Telefone: (94) 3312 2103. E.mail: cepuepamaraba@yahoo.com.br.

Declaro que concordo em participar desse estudo. Recebi uma cópia deste termo de consentimento livre e esclarecido e me foi dada a oportunidade de ler e esclarecer as minhas dúvidas.

CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Declaro que fui esclarecido(a) sobre o objetivo da pesquisa, assim como os riscos e benefícios envolvidos na minha participação. Declaro ainda que, por minha livre vontade, aceito participar nesta pesquisa, cooperando com a coleta de dados para análise.

Data: / / _____

ANEXO 2

Ficha avaliativa do painel sensorial

PPGIZT - Programa de Pós-Graduação Integrado em Zootecnia nos Trópicos.

Por favor, avalie as características da amostra servida, marcando, na linha indicada a intensidade da característica em questão, aproximando-se de 0 (zero) para **desgostei**

muitíssimo e de 10 para **gostei muitíssimo**. O ponto central da reta representa **nem gostei/nem desgostei**. Entre uma amostra e outra, beba água e coma biscoito.

N. da Amostra	
Aroma	Desgostei – 0 muitíssimo muitíssimo 10 – Gostei
Aparência	Desgostei – 0 muitíssimo muitíssimo 10 – Gostei
Cor	Desgostei – 0 muitíssimo muitíssimo 10 – Gostei
Sabor	Desgostei – 0 muitíssimo muitíssimo 10 – Gostei
Textura	Desgostei – 0 muitíssimo muitíssimo 10 – Gostei
Impressão global	Desgostei – 0 muitíssimo muitíssimo 10 – Gostei
Intenção de compra	☐ Certamente compraria ☐ Possivelmente compraria ☐ Talvez comprasse/talvez não comprasse ☐ Possivelmente não compraria ☐ Certamente não compraria