



UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL
E RECURSOS PESQUEIROS



**VALOR NUTRITIVO DE DIETAS À BASE DE TUCUMÃ (*Astrocaryum aculeatum*
MEYER.) EM SUBSTITUIÇÃO AO MILHO (*Zea mays*) NA ALIMENTAÇÃO DE
VACAS LEITEIRAS**

LUCIANA GUIMARÃES DE LIMA

Manaus - Amazonas

Agosto, 2025

LUCIANA GUIMARÃES DE LIMA

**VALOR NUTRITIVO DE DIETAS À BASE DE TUCUMÃ (*Astrocaryum aculeatum*
MEYER.) EM SUBSTITUIÇÃO AO MILHO (*Zea mays*) NA ALIMENTAÇÃO DE
VACAS LEITEIRAS**

Orientador(a): Dr. Michel do Vale Maciel

Coorientador: Dr. Marcos Vinicius de Castro Ferraz Junior

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal e Recursos Pesqueiros da Universidade Federal do Amazonas como requisito final para obtenção do grau de Mestre em Ciência Animal e Recursos Pesqueiros, área de concentração Produção Animal.

Manaus - Amazonas

Agosto, 2025

Ficha Catalográfica

Elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

- L732v Lima, Luciana Guimarães de
Valor nutritivo de dietas à base de tucumã (*Astrocaryum aculeatum* MEYER.) em substituição ao milho (*Zea mays*) na alimentação de vacas leiteiras / Luciana Guimarães de Lima. - 2025.
35 f. : il., color. ; 31 cm.
- Orientador(a): Michel do Vale Maciel.
Coorientador(a): Marcos Vinicius de Castro Ferraz Junior .
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal do Amazonas, Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal e Recursos Pesqueiros, Manaus, 2025.
1. Custos de alimentação. 2. Digestibilidade de nutrientes. 3. Parâmetros bioquímicos sanguíneos. 4. Produção de leite. 5. Resíduos agroindustriais.
I. Maciel, Michel do Vale. II. Ferraz Junior, Marcos Vinicius de Castro.
III. Universidade Federal do Amazonas. Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal e Recursos Pesqueiros. IV. Título
-

LUCIANA GUIMARÃES DE LIMA

**VALOR NUTRITIVO DE DIETAS À BASE DE TUCUMÃ (*Astrocaryum aculeatum*
MEYER.) EM SUBSTITUIÇÃO AO MILHO (*Zea mays*) NA ALIMENTAÇÃO DE
VACAS LEITEIRAS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal e Recursos
Pesqueiros da Universidade Federal do Amazonas, como requisito para obtenção do grau de
Mestre em Ciência Animal e Recursos Pesqueiros.

Aprovada em 31 de julho de 2025.

BANCA EXAMINADORA

Documento assinado digitalmente
 MICHEL DO VALE MACIEL
Data: 16/09/2025 09:55:27-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Michel do Vale Maciel – Presidente
Universidade Federal do Amazonas

Documento assinado digitalmente
 JASIEL SANTOS DE MORAIS
Data: 12/09/2025 20:38:09-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Jasiel Santos de Moraes – Membro
Universidade Federal Rural de Pernambuco

Documento assinado digitalmente
 MARIA GABRIELA DA CONCEIÇÃO
Data: 12/09/2025 13:12:54-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof.^a Dr.^a Maria Gabriela da Conceição – Membro
Universidade Federal do Cariri

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, como em toda a minha vida, rendo graças a Deus por Sua infinita e grandiosa bondade. A Ele devo tudo o que sou e tenho, e diante dEle – com o coração repleto de gratidão – coloco mais este sonho realizado.

Ao meu amoroso e cuidadoso marido, Francisco Junior, ele, que é meu maior incentivador e que viveu comigo todas as fases do mestrado, especialmente os dois árduos meses de coletas durante o experimento. Meu amor, não existem palavras nas quais eu consiga expressar o meu amor e gratidão por tê-lo comigo! Obrigada por tanto, o amo com todo o meu coração.

Aos meus pais, Lucileno Guimarães Junior e Regilene dos Santos, pelo apoio constante, amor dedicado e por sempre, em todos os momentos, acreditarem e incentivarem os meus sonhos, amo vocês infinitamente.

À minha querida irmã, Ramilly Guimarães de Sena, melhor amiga e fiel companheira, aquela que sempre tem uma palavra de incentivo e não permite que eu desanime, obrigada por acreditar tanto em mim e vibrar cada vitória. Eu amo você!

À minhas amigas de mestrado Rayana Paixão e, especialmente, Jamires Souza, parceira de experimento. Essa etapa não seria a mesma sem você, obrigada por partilhar comigo tantos momentos de alegria e os de aflição que surgiram durante o processo.

Ao meu orientador Dr. Michel do Vale Maciel, pelo acolhimento, conselhos e incentivo durante esses anos e, especialmente, por exercer com maestria a sua função de compartilhar seu conhecimento.

Aos membros do Laboratório de Farmácia da Universidade Federal do Amazonas – BIOFAR e Laboratório de Nutrição Animal do ICZES – UFAM/Parintins.

Ao Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal e Recursos Pesqueiros – PPGCARP, bem como ao Programa Institucional de Apoio à Pós-Graduação *strictu sensu* – POSGRAD, da Universidade Federal do Amazonas, por todo suporte concedido durante esta trajetória.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Amazonas – FAPEAM, pelo financiamento concedido para realização do projeto Uso do Tucumã (*Astrocaryum aculeatum*) na Alimentação de Ruminantes e Produção de Derivados Lácteos do edital N° 010/2022 – PDCA/AM e pela concessão da bolsa de Mestrado.

E a todos, que contribuíram e ajudaram de alguma forma para o sucesso desse trabalho.

RESUMO

O custo de fontes tradicionais de alimentos para suplementação tem se tornado um fator limitante à lucratividade dos sistemas de produção. Entre as estratégias empregadas, destaca-se a substituição por fontes alternativas, como os resíduos da agroindústria. O tucumã (*Astrocaryum aculeatum* Meyer) apresenta propriedades nutricionais relevantes e surge como opção promissora. Este estudo teve como objetivo avaliar a substituição do milho por níveis crescentes do resíduo da casca de tucumã (RCT) na alimentação de vacas leiteiras. Foram estimados o consumo e a digestibilidade dos nutrientes, além de realizadas coletas sanguíneas para verificar a influência dessa inclusão sobre parâmetros bioquímicos, bem como sobre a produção de leite e o custo do concentrado. Os resultados de consumo e digestibilidade não apresentaram significância para os efeitos linear e quadrático, exceto para os coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca (CDAMS) e da matéria orgânica (CDAMO), que apresentaram efeito linear decrescente ($p < 0,05$). No perfil bioquímico, não houve significância ($p > 0,05$); colesterol, ureia, FA, AST e GGT permaneceram dentro dos valores de referência para a espécie. Entretanto, glicose, P e Ca apresentaram médias abaixo dos valores de referência em todos os níveis de inclusão, enquanto proteínas totais ficaram abaixo nos níveis de 20% e 30%. A produção de leite e a produção corrigida para 3,5% de gordura não diferiram estatisticamente ($p > 0,05$), mantendo-se estáveis em relação aos valores anteriores. Contudo, observou-se redução significativa no custo do concentrado nas dietas com 30% de RCT. Dessa forma, recomenda-se a inclusão de até 30% desse resíduo na dieta de vacas leiteiras.

Palavras-chaves: Custos de alimentação; Digestibilidade de nutrientes; Parâmetros bioquímicos sanguíneos; Produção de leite; Resíduos agroindustriais.

ABSTRACT

The cost of traditional feed sources for supplementation has become a limiting factor for the profitability of production systems. Among the strategies adopted, the use of alternative sources such as agro-industrial residues has gained attention. Tucumã (*Astrocaryum aculeatum* Meyer) presents relevant nutritional properties and emerges as a promising option. This study aimed to evaluate the replacement of corn with increasing levels of tucumã peel residue (TPR) in the diet of dairy cows. Nutrient intake and digestibility were estimated, and blood samples were collected to assess the influence of this inclusion on biochemical parameters, as well as on milk production and feed cost. Results for intake and digestibility showed no significant linear or quadratic effects, except for the apparent digestibility coefficients of dry matter (ADCDM) and organic matter (ADCOM), which presented a decreasing linear effect ($p < 0.05$). Regarding the biochemical profile, no significant effects were observed ($p > 0.05$); cholesterol, urea, ALP, AST, and GGT remained within the reference values for the species. However, glucose, P, and Ca averages were below reference values at all levels of inclusion, while total protein was below reference at 20% and 30%. Milk yield and 3.5% fat-corrected milk yield showed no statistical differences ($p > 0.05$), remaining stable compared to pre-inclusion values. Nevertheless, a significant reduction in feed cost was observed in diets containing 30% TPR. Therefore, the inclusion of tucumã peel residue is recommended at levels of up to 30% in the diet of dairy cows.

Keywords: Feeding costs; Nutrient digestibility; Blood biochemical parameters; Milk production; Agro-industrial residues.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – (A) Casca do tucumã in natura; (B) Separação e secagem das cascas; (C) Cascas secas; (D) Cascas de tucumã moídas.....	13
Figura 2 – (A) Vista superior da propriedade Fazenda Santa Rosa; (B) Instalação onde ficam as vacas leiteiras.	12
Figura 3 – (A) Fornecimento do concentrado; (B) Vaca do experimento alimentando-se de capim picado no cocho.	15
Figura 4 – (A) Amostras de fezes identificadas para refrigeradas; (B) Fezes e capim após secagem.	16
Figura 5 – (A e B) Coleta de sangue por punção venosa da veia jugular.....	17
Figura 6 – (A) Centrífuga; (B) Amostras de soro e plasma após centrifugação; (C) Pipeta e ponteira para separação; (D) Soro e plasma em eppendorfs para refrigeração e posterior análise.	18
Figura 7 – (A) Amostras no equipamento AMA 2000; (B) Reagentes utilizados.	19
Figura 8 – (A) Ordenhadeira mecânica; (B) Leite transferido para balde inox; (C) Leite pesado em balança digital.....	19

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Composição bromatológica da suplementação de acordo os níveis de inclusão do resíduo da casca de tucumã.	14
Tabela 2 – Composição bromatológica dos ingredientes do concentrado e volumoso.	14
Tabela 3 - Consumo de nutrientes e coeficiente de digestibilidade aparente de vacas alimentadas com farelo da casca de tucumã em substituição ao milho na dieta.	21
Tabela 4 - Parâmetros bioquímicos do sangue (valores médios) de vacas alimentadas com farelo da casca de tucumã em substituição ao milho na dieta.	24
Tabela 5 - Produção de leite, produção de leite corrigida a 3,5% de gordura, eficiência alimentar, consumo de concentrado (valores médios), custo da ração e custo por Kg de concentrado de vacas alimentadas com farelo da casca de tucumã em substituição ao milho.	25

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO.....	1
2.	OBJETIVOS.....	4
2.1.	Objetivo Geral	4
2.2.	Objetivos Específicos	4
3.	REVISÃO DE LITERATURA	5
3.1.	Bovinocultura de Leite no Estado do Amazonas.....	5
3.2.	Alimentos Alternativos.....	5
3.3.	O Tucumã (<i>A. aculeatum</i>)	6
3.4.	Parâmetros Bioquímicos do Sangue	8
3.4.1.	Metabolismo Energético.....	8
3.4.2.	Metabolismo Proteico.....	9
3.4.3.	Metabolismo Enzimático	10
3.4.4.	Metabolismo Mineral	11
4.	MATERIAL E MÉTODOS.....	12
4.1.	Local do Experimento e Animais	12
4.2.	Obtenção e Preparo do Resíduo da Casca de Tucumã (<i>A. aculeatum</i>).....	13
4.3.	Dietas Experimentais	13
4.4.	Determinação do Consumo e Digestibilidade	15
4.5.	Coleta Sanguínea	17
4.6.	Produção de Leite e Custo	19
4.7.	Análise Estatística	20
5.	RESULTADOS	20
5.1.	Consumo e Digestibilidade.....	20
5.2.	Parâmetros Bioquímicos.....	23
5.3.	Produção de Leite e Custo	24
6.	CONCLUSÃO.....	26
7.	REFERÊNCIAS	27

1. INTRODUÇÃO

A avaliação do valor nutritivo dos alimentos consumidos pelos animais tem sido um desafio para os nutricionistas. A variedade de alimentos utilizados na alimentação de ruminantes é muito grande, mas o valor nutricional de um alimento depende de uma complexa interação entre seus constituintes e os microrganismos do trato digestivo nos processos de digestão, absorção, transporte e utilização de metabólitos, além da própria condição fisiológica do animal. Para que o animal ruminante possa expressar seu potencial genético máximo, é necessário o fornecimento de níveis adequados de nutrientes por meio de uma ração balanceada (Dutra *et al.*, 1997).

Considerando que a nutrição do animal representa 70% dos gastos, e um dos fatores de grande influência no valor econômico da dieta ofertada a esses animais principalmente nos períodos de estiagem é a demanda dos produtos usuais como milho e farelo de soja, os produtores buscam alternativas de valores econômicos inferiores e de considerável valor nutritivo para atender a demanda nutricional do rebanho, já que o preço dos concentrados pode ser um fator limitante na alimentação de vacas, devendo o criador dispor de alternativas viáveis para minimizar os custos. (Martins *et al.*, 2000; Rodrigues Filho *et al.*, 2001).

Entre as estratégias utilizadas, tem-se a substituição por fontes alternativas como os resíduos da agroindústria, onde subprodutos das frutas gerados no processo de industrialização para fabricação de sucos e polpas não têm mercado definido para a sua comercialização. Além disso, são produzidos em larga escala, em determinadas épocas do ano, uma vez que a industrialização está atrelada à safra (Souza *et al.*, 2012; Jobim *et al.*, 2006). Cruz *et al.* (2013) observaram o grande potencial de utilizar diferentes subprodutos da fruticultura na alimentação de ruminantes, porém, informações relacionadas à forma de utilização e valores nutricionais desses resíduos ainda são escassas.

É importante conhecer as alternativas locais que, associadas às pesquisas, comprovam o potencial socioeconômico e ambiental de espécies, como por exemplo o tucumã (*Astrocaryum aculeatum*). Seus frutos são compostos por um caroço lenhoso, de cor quase preta e contém uma amêndoa de massa branca, oleaginosa, bastante dura e recoberta por uma película de cor parda, aderente, o caroço é recoberto externamente, por uma polpa amarelo-alaranjada e oleosa de pouca consistência. Pesando em média 30

gramas o fruto fresco maduro com 40% de umidade. A polpa externa representa 39,2% do fruto, a casca lenhosa do caroço 38,8% e a amêndoa 22% (Pesce, 2009).

O tucumã (*Astrocaryum aculeatum* Meyer.) espécie pertencente à família da *Arecaceae* (Palmeiras), conhecida popularmente pelo nome de tucumanzeiro, destaca-se devido ao elevado conteúdo de lipídios, apresentando quantidade expressiva do precursor da vitamina A, teores satisfatórios de fibra e vitamina E (Ribeiro & Soares 1995; Bony, 2010; Lubrano *et al.*, 1994). O óleo é considerado comestível, com coloração amarela extraído do mesocarpo, possui características organolépticas e nutritivas de alto valor para a indústria de alimentos e cosmética (Bacelar-Lima *et al.*, 2006; Cavalcante, 1991; Chaves & Pachnik, 1947; Yuyama, 1998; Clement *et al.*, 2005; Eloy, 2000).

Trabalhos anteriores já demonstraram que na composição química do fruto do tucumã encontra-se, em média, 46% de umidade, 5% de proteínas, 30% de lipídios, 9% de fibras e 3% em minerais, apresentando, ainda, elevado potencial de pró-vitamina A (caroteno) (Guedes *et al.*, 2005; Morais & Dias, 2001; Ribeiro & Soares, 1995; Yuyama, 2005; Marinho & Castro, 2002).

O consumo da polpa de tucumã gera coprodutos como cascas e sementes e, embora a casca não seja habitualmente consumida como alimento, sua composição é rica em compostos bioativos, em proporções maiores até do que a polpa, possibilitando sua utilização como fonte de matéria-prima para a indústria farmacêutica e de alimentos, quer seja para humanos ou animal (De Souza Filho *et al.*, 2013; Jobim *et al.*, 2014; Matos *et al.*, 2019; Sagrillo *et al.*, 2015).

Poucos estudos têm sido realizados afim de contribuir para a sua domesticação e aproveitamento, sendo sua comercialização ainda caracterizada por um mercado meramente local. Dessa forma, o aproveitamento do resíduo da casca de tucumã (RCT) significa benefícios de aspecto econômico pela redução na concentração de fontes proteicas e energéticas tradicionais na alimentação animal e ambiental pela grande quantidade de resíduos que deixarão de ser descartados no meio ambiente (Mota *et al.*, 2014).

A aplicação de ingredientes alimentícios alternativos, como a casca de frutos, é considerada estratégia potencial, pois pode aumentar o valor agregado ao produto final. Anualmente, 95% dos coprodutos de vegetais (cascas, caules, sementes e folhas) são descartados durante o preparo e processamento. Pesquisas apontam que o conteúdo nutricional das cascas de vegetais é benéfico para a saúde humana, pois contém vitaminas,

minerais e fibras, sendo grande desperdício eliminá-lo na natureza (Melikoglu *et al.*, 2013; Moo-Huchin *et al.*, 2014).

A inclusão de fontes energéticas alternativas, como o resíduo da FCT, em rações para vacas em lactação tem como principal objetivo diminuir tais custos, mantendo os níveis de produção de leite, opção que além de ser uma alternativa sustentável de reaproveitamento de matéria orgânica de origem vegetal na cadeia produtiva, atua colaborando com a preservação dos recursos naturais e com a produção animal sustentável (Pedroso *et al.*, 2009; Geron, 2007).

Embora o RCT apresente altos teores de fibra (70% FDN) e baixa degradabilidade em seus componentes (18%), caracterizando-o como um alimento de baixo teor de nutrientes digestíveis totais (NDT) e, conseqüentemente, energia disponível no rúmen, a substituição do milho pelo RCT pode agregar à dieta de vacas leiteiras, alterando a fonte de energia de carboidratos não fibrosos (CNF) para extrato etéreo (EE), disponibilizando energia a ser absorvida no intestino (Sá, 2023)

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo Geral

Avaliar a substituição do milho (*Zea mays*) por níveis crescentes do resíduo da casca de tucumã (*Astrocaryum aculeatum*) na alimentação de vacas leiteiras.

2.2. Objetivos Específicos

- Avaliar o consumo e a digestibilidade de dietas formuladas com resíduo da casca de tucumã em substituição ao milho na alimentação de vacas leiteiras;
- Analisar a influência do resíduo da casca de tucumã sobre os parâmetros bioquímicos do sangue de vacas leiteiras;
- Avaliar a produção do leite de vacas leiteiras alimentadas com o resíduo da casca de tucumã em níveis de substituição ao milho;
- Avaliar o custo do Kg do concentrado com níveis de substituição do milho pelo resíduo da casca de tucumã.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1. Bovinocultura de Leite no Estado do Amazonas

A pecuária é historicamente uma importante atividade econômica para o Brasil, sendo o país beneficiado por sua extensão territorial que possibilita grandes áreas de pastagens, além de possuir variabilidade climática, permitindo a produção de diferentes produtos pecuários pelo país (Neto *et al.*, 2021).

No ano de 2022, a produção leiteira no Amazonas foi estimada em 44,18 milhões de litros com 90.915 vacas ordenhadas, obtendo produtividade de 485 litros por vaca ano, um aumento de 0,99% em relação ao estimado no ano anterior, representando 0,12% da produção nacional. Dentre os 62 municípios, Autazes possui a maior produção do Estado, com 13 milhões de litros, seguido de Careiro da Várzea com 9 milhões de litros e Apuí com 4,96 milhões de litros produzidos (IBGE, 2022; EMBRAPA, 2023; MAPA, 2024).

A pecuária leiteira enfrenta limitações que não são exclusivas do Estado do Amazonas, ocorrendo assim em todo território nacional, como pastagens degradadas, baixo padrão genético dos animais para produção de leite, ausência de alternativas tecnológicas validadas para diferentes regiões de produção e baixa qualidade do leite produzido. Tais fatores tornam a atividade um desafio para produtores, pesquisadores e técnicos do setor, onde ações como conservação dos solos, a formação, renovação e manutenção de pastagens, ofertar uma dieta com valor nutricional adequado, andam lado a lado com a competitividade no mercado (custos, lucratividade, escala de produção, etc.) (Bressan, 2003).

3.2. Alimentos Alternativos

O Brasil apresenta uma grande variedade de frutas que por meio de seu processamento agroindustrial geram um grande volume de subprodutos e resíduos (Gomes; Leite; Ribeiro, 2007).

Os subprodutos agroindustriais são classificados como os produtos provenientes do que resta de uma substância onde o produto principal foi extraído, já os resíduos são o restante de qualquer produto. Tanto do ponto de vista econômico como ambiental, agregar valor aos mesmos é interessante, uma vez que minimizaria o desperdício e criaria potencialmente uma nova fonte alimentar. (Silva, 2007; Sousa *et al.*, 2011).

Entre as mais variadas alternativas de viabilizar a suplementação animal de forma econômica é o uso de resíduos oriundos da produção agroindustrial, sendo possível

devido a forma anatômica do estômago dos ruminantes, que dispõe de uma complexa microbiota no rúmen que degrada tais alimentos, transformando resíduos vegetais em nutrientes (Silva Filho *et al.*, 2001).

Segundo Miranda *et al.* (2001), estudar resíduos de alimentos que possuem valor econômico, ecológico, e nutricional para os animais é de grande importância, porém, para que se possa aproveitar as vantagens econômicas é necessário ampliação dos estudos básicos e aplicados para a produção e comercialização de novos recursos tecnológicos e inovadores. Além de conhecer o valor energético dos alimentos para a formulação de rações, assim como a composição química, a disponibilidade dos nutrientes, a concentração e a disponibilidade de energia e proteína dos alimentos, levando em consideração os benefícios econômicos, mas também nutricionais (Strada *et al.*, 2005).

As principais vantagens do uso de alimentos alternativos estão associadas à redução dos custos, maior disponibilidade de alimentos no momento da formulação da dieta já que muitos possuem nutrientes desejados, e a facilidade de processamento. As desvantagens estão relacionadas à aquisição durante todo o ano, a falta de informações nutricionais de alguns tipos de resíduos e a oferta adequada a cada fase de vida do animal. Alguns subprodutos possuem pouco tempo de vida útil, sendo um entrave no transporte, na conservação nutricional, manipulação e armazenamento (Meneghetti & Domingues, 2008; Giordani Junior *et al.*, 2014).

Alguns fatores podem influenciar significativamente no uso dos resíduos agroindustriais, como o custo de logística, perdas nutricionais no armazenamento a curto, médio e longo prazo, teor de matéria seca principalmente em alimentos úmidos, composição nutricional e os resultados encontrados após o início da utilização dos componentes na dieta animal (Pedroso & Carvalho, 2006).

Sendo assim, para garantir o sucesso na utilização de subprodutos na alimentação animal é necessário um bom planejamento, armazenamento adequado e o seu uso correto. Além de cuidados como a verificação da disponibilidade e sazonalidade do produto, garantindo assim um planejamento eficiente, fornecendo alimento de qualidade o ano todo (Chaves *et al.*, 2014).

3.3. O Tucumã (*A. aculeatum*)

O tucumã é considerado nativo do norte da América do Sul, onde tem seu centro de dispersão até a Guiana Francesa e Suriname. O gênero *Astrocaryum* apresenta diversas variações de espécimes, tais como: *Astrocaryum vulgare* Mart., *A. aculeatum* Meyer., *A.*

segregatum Dr., *A. princeps* Bard., *A. giganteum* Bar., *A. tucumã* Mart., *A. acaule* Mart., *A. cantensis*, *A. chonta* Mart., *A. leisphota* Bard., *A. undata* Mart. No entanto, no estado do Amazonas, a espécie comumente encontrada é o *A. aculeatum* Meyer (Villachica, 1996).

A árvore floresce entre março e julho e frutifica na época chuvosa, de dezembro a abril, embora alguns frutos possam ser encontrados durante o ano inteiro. Esta frutificação tem início entre 4 e 8 anos, quando as árvores atingem 1,5 até 5 m de altura. A polpa é apreciada e consumida pela população na forma in natura ou como recheio de sanduíches, tapioca, cremes e sorvetes. As fibras das folhas e o estipe são usados para confecção de artesanatos e utensílios como redes, cordas e arcos (Calzavara, 1968; Shanley & Medina, 2005; Yuyama, 2008; Bacelar-Lima, 2006).

O tucumã (*A. aculeatum*) apresenta propriedades nutricionais relevantes, como baixo teor de açúcar, elevado índice lipídico; sendo este fonte importante de calorias, pró-vitamina A e E e ácidos graxos oleico rico em fibras e ômega 3, 6 e 9, possui poder antioxidante e seu consumo fortalece o sistema imunológico, bem como, quimicamente, o óleo extraído da polpa do tucumã apresenta propriedades anti-inflamatórias e na indústria de cosméticos é um excelente hidratante corporal e de produtos capilares (Ferreira *et al.*, 2008; Bony *et al.*, 2012; Oliveira *et al.*, 2014; Yuyama *et al.*, 2008).

Foi observada a comercialização de 367,8 toneladas de Tucumã nas feiras e mercados, o que sugere potencial de produção de resíduos oriundo do despulpamento do fruto pelas agroindústrias, tornando o resíduo de tucumã uma fonte interessante de alimento alternativo na alimentação econômica e ambientalmente (Didonet e Ferraz, 2014; Loureiro *et al.*, 2007).

No despulpamento é aproveitado apenas 12% da massa seca do fruto e as demais partes são descartadas; desse total, 61% é constituído do epicarpo (casca) e semente. A busca por reciclagem desse material se faz necessário para o descarte correto do resíduo oriundo do despulpamento (Coradin; Camillo; Vieira, 2022)

Com teor de proteína próximo ao do milho (10% PB), o epicarpo (casca) do fruto possui um bom valor de extrato etéreo (12,66% MS) e matéria seca 89% MS (Miller *et al.*, 2013). Tais características apresentam potencial de seu uso como aditivo energético na alimentação dos animais.

Resultados satisfatórios foram encontrados em pesquisa no uso do farelo do resíduo (casca) de tucumã na alimentação de ruminantes por Budel *et al.*, (2023), onde avaliaram a emissão de metano, ingestão, digestibilidade, desempenho e metabólitos sanguíneos em

ovinos suplementados com bolo cupuaçu e tucumã na Amazônia oriental, concluindo que a suplementação com o tucumã não comprometeu os metabólitos sanguíneos dos ovinos. Em trabalhos realizados com óleo do tucumã, obtiveram-se resultados positivos nos produtos da fermentação do acetato para o propionato, causando uma baixa na produção de metano (Ramos *et al.*, 2018), e em dietas concentradas para bovinos, a casca do tucumã pôde ser substituída em até 25% do milho, e o tempo de 72 horas de incubação é suficiente para estimar a degradação *in situ* da casca de Tucumã em substituição ao milho (Tavares *et al.*, 2020)

Tais resultados mostram que o tucumã pode ser uma alternativa viável a ser utilizada na nutrição animal, especialmente para ruminantes, pois além de contribuir para produtividade e economia, pode diminuir a dependência de pastagens causando maior sustentabilidade ambiental.

3.4. Parâmetros Bioquímicos do Sangue

A composição bioquímica do sangue reflete o equilíbrio entre ingresso, egresso e metabolização dos nutrientes no tecido animal. Mecanismos metabólico-hormonais complexos estão envolvidos nessa homeostase e a desestabilização ocasiona redução do desempenho zootécnico e até mesmo doenças associadas à produção, dependendo do grau de desequilíbrio. Portanto, análises bioquímicas séricas auxiliam a determinar o funcionamento de vários sistemas do organismo, sendo importantes para revelar a condição nutricional e a intervenção clínica adequada em casos de distúrbios do animal (González *et al.*, 2000; Russel & Roussel, 2007; Lima *et al.*, 2015).

3.4.1. Metabolismo Energético

Segundo Dirksen & Breitner (1993) os componentes bioquímicos sanguíneos mais comumente determinados no perfil metabólico representam as principais vias metabólicas do organismo, com a glicose, o colesterol e os triglicerídeos representam o metabolismo energético; a ureia, a hemoglobulina, as globulinas, a albumina, a creatinina e as proteínas totais representam o metabolismo proteico; e o cálcio, o fósforo, o magnésio, o sódio e o potássio representam os macrominerais. Também são estudados metabólitos indicadores do funcionamento hepático, tais como as enzimas AST (aspartato aminotransferase), GGT (gama-glutamilttransferase) e FA (fosfatase alcalina). Por isso, variações dos metabólitos sanguíneos em vacas leiteiras permitem estimar o processo de adaptação metabólica a novas situações fisiológicas ou de alimentação (Wittwer & Contreras, 1980;

Gonzalez, 2000). A glicose é considerada o mais importante metabólito usado como fonte de energia para a oxidação respiratória. É considerada vital para funções animais, tais como: lactação e metabolismo cerebral. A concentração de glicose sanguínea pode indicar falhas na homeostase, como por exemplo, nas cetoses (González & Silva, 2006).

Na digestão dos ruminantes, o fígado é responsável pela síntese da glicose a partir de moléculas precursoras na via da gliconeogênese, onde o ácido propiônico produz 50% dos requerimentos, os aminoácidos gliconeogênicos contribuem com 25% e o ácido láctico com 15%. Devido à alta eficiência dos mecanismos homeostáticos, os níveis de glicose sanguínea permanecem relativamente constantes, sendo regulados principalmente pelos hormônios insulina e glucagon – atuando sobre o glicogênio – e pelos glicocorticoides – atuando sobre a gliconeogênese. Quando o fornecimento energético não é suficiente, esses hormônios estimulam a degradação de glicogênio hepático e a síntese de nova glicose no fígado, quando o balanço energético se torna negativo, estimulam a mobilização de triglicerídeos para fornecer ácidos graxos como fonte de energia na forma de acetil-CoA e glicerol como precursor de glicose hepática. A dieta não possui grande efeito sobre a glicemia, em função desses mecanismos homeostáticos, exceto em animais com grave desnutrição. Entretanto, o fato de ser um metabólito vital para as necessidades energéticas do organismo, sua inclusão no perfil metabólico é justificada (González, 2018).

Análises do colesterol sanguíneo estão relacionadas ao desempenho produtivo, tendo em vista sua influência na performance reprodutiva dos ruminantes, sendo precursor de hormônios esteroides importantes como a progesterona, além de vitamina D, ácidos biliares e é um componente das membranas celulares e micelas biliares (Godoy *et al.*, 2004; Ribeiro *et al.*, 2003).

Os triglicerídeos atuam grande parte como fonte de energia metabólica celular, acumulando-se no tecido adiposo, seu principal local de metabolismo endógeno em ruminantes, de onde são mobilizados em resposta às demandas de energia do corpo. O catabolismo dos triglicerídeos envolvem as ações de enzimas lipases pancreática e hepática, hormônio sensível do tecido adiposo, lipoproteínas encontradas em células endoteliais e lisossomais, contidas na maioria das células especializadas em os hidrolisarem (Godoy *et al.*, 2004; Gonzalez & Silva, 2017; Kaneko *et al.*, 2008).

3.4.2. Metabolismo Proteico

O metabolismo proteico desempenha funções fundamentais na nutrição de ruminantes e de outras espécies animais, estando relacionado com o fígado, onde a síntese de proteínas principalmente acontece, além de ser um dos indicativos do estado nutricional. Dentre os metabólitos que podem ser avaliados para sua determinação, encontra-se as proteínas totais, ureia e creatinina (Peixoto & Osório, 2007; Manguiera, 2008; Payne e Payne, 1987).

As proteínas totais, refletem o estado proteico e através dos seus parâmetros no sangue avaliam-se aspectos do estado nutricional, já que desordem nos seus valores pode ser um indicativo de desidratação e infecções em níveis elevados e quadros de deficiência de proteínas na dieta quando baixos. A redução das proteínas totais está relacionada a falhas hepáticas, transtornos renais e intestinais, hemorragias ou por deficiência na alimentação. Dietas com menos de 10% de proteína bruta causam diminuição dos níveis proteicos no sangue de ruminantes (González, 2018; Kaneko *et al.*, 2008).

A ureia é um metabólito sintetizado no fígado a partir da amônia, proveniente do catabolismo dos aminoácidos e da reciclagem de amônia no fígado, sua concentração varia de acordo com o nível de proteína da dieta e funcionamento renal. Sua excreção ocorre principalmente pela urina e em menor significância via intestinal e no leite. Em ruminantes, a concentração de ureia sanguínea é influenciada diretamente por aporte nutricional, sendo indicador sensível e imediato da ingestão de proteínas, ao contrário da albumina, indicador do status proteico em longo prazo (González & Scheffer, 2003).

A quantidade de energia ofertada na ração tem efeito sobre a ureia, não havendo um bom balanceamento entres esses indicadores pode-se ocasionar em elevação de seus níveis no sangue, assim como a baixa pode alterar o metabolismo dos microrganismos ruminais (Ferguson & Chalupa, 1989; Santos, 2008).

Quanto à creatinina, a mesma é formada a partir da creatina, um metabólito de energia muscular, entretanto, seus níveis são pouco afetados pela dieta e não tem uma relação direta com o consumo de proteínas. Com isso, a creatinina é um indicativo mais confiável de função renal, pois está ligada à taxa de filtração glomerular, devido sua excreção renal (Peixoto & Osório, 2007; González, 2018; Kaneko *et al.*, 2008; Silva, 2017).

3.4.3. Metabolismo Enzimático

A avaliação das enzimas hepáticas, tais como aspartato aminotransferase (AST), gama glutamiltransferase (GGT) e fosfatase alcalina (FA) são importantes para análise dos parâmetros do funcionamento hepático, onde o fígado é essencial para metabolização dos

ingredientes advindos da dieta, podendo mostrar a ocorrência de distúrbios metabólicos (Mundim *et al.*, 2007).

A enzima aspartato aminotransferase (AST), é usada na detecção e mensuração de lesões nos hepatócitos, promovendo a catalisação de transaminação reversível de aspartato e 2-cetoglutarato em oxalacetato e glutamato, e tem como cofator piridoxal-fosfato. A gama glutamiltransferase (GGT) é uma enzima que tem papel de catalisar a transferência de grupos gamacarboxila do glutamato a um peptídeo, podendo ser encontrada nas membranas e no citosol de células, especialmente no epitélio dos ductos biliares e túbulos renais, sendo enzimas que detectam colestase, quando o fluxo biliar fica comprometido, possibilitando que as células biliares extravasem para a corrente sanguínea. A Fosfatase Alcalina (FA) promove catalisação da hidrólise de ésteres do ácido fosfórico sob condições alcalinas. Sua maior parte é de origem sérica e hepática, estando presente nas células do epitélio biliar e nas membranas caniculares dos hepatócitos (González & Silva, 2017).

3.4.4. Metabolismo Mineral

Os minerais fazem parte do grupo essencial para um bom funcionamento na fisiologia animal, sendo componentes inorgânicos que não são produzidos pelo organismo e precisam ser obtidos através da dieta e estão divididos em macros e microminerais, tendo seus níveis em maior e menor concentração no organismo, são elementos importantes na estrutura e nos tecidos, atuando como ativador de ações hormonais, ativação enzimática e participando do equilíbrio ácido básico. O fósforo (P) e o cálcio (Ca), representam cerca de três das substâncias minerais do organismo do animal, contribuindo com mais da metade dos minerais presentes no leite e têm papel fundamental no tecido ósseo (Guedes *et al.*, 2016; González & Silva, 2017; Morrison, 1966).

O fósforo (P) é um macromineral essencial e com grande concentração no organismo, atuando nos ossos, compondo o DNA, RNA e os fosfolipídeos, valendo salientar que os ruminantes fazem o processo de reciclagem desse elemento através da saliva e sua absorção ruminal e intestinal. As pastagens em grande maioria são pobres em P, o que pode ocasionar em deficiência deste no organismo de animais que ficam em regime de pasto, e apesar de não causar problema de imediato, a longo prazo pode trazer problemas como osteoporose, infertilidade e dentre outros problemas aos animais (Spears, 1999; Patino, 2000; González & Silva, 2017).

Quanto ao cálcio (Ca), este faz parte da matriz óssea, atuando na regulação metabólica, fazendo parte da ativação de proteases, tendo importante ação na coagulação sanguínea, ajudando na contração muscular juntamente com a troponina C, transmissão de impulsos nervosos e com participação na atuação hormonal. Suas variações no sangue não acontecem de forma abrupta, devido a um ajustado controle endócrino, porém, com o avanço da idade esses níveis tendem a diminuir. Uma dieta proteica equilibrada gera uma eficiência em seus níveis por está diretamente ligado a valores séricos satisfatórios, já que o cálcio orgânico está ligado a albumina (Spears, 1999; Patino, 2000).

O magnésio é um bom indicador do estado nutricional, pois tem seus níveis ligados diretamente a dieta. Não havendo um controle homeostático, ele é excretado pelos rins e tem função de cofator de diversas enzimas, sendo um importante componente dos ossos e atuando em atividades neuromusculares (Spears, 1999).

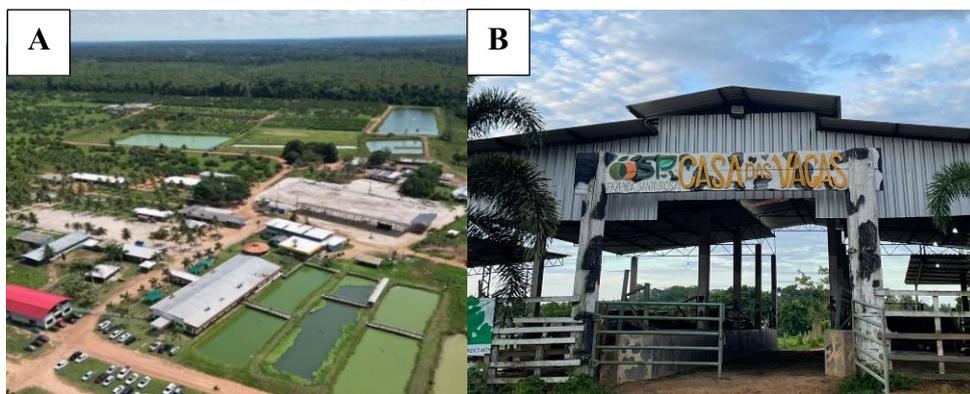
4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1. Local do Experimento e Animais

O estudo foi conduzido em uma propriedade privada “Fazenda Santa Rosa” (Figura 2), localizada no município de Iranduba – AM, ramal do Caldeirão, S/N, sendo o experimento aprovado pela Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA) da Universidade Federal do Amazonas (UFAM), sob registrado de nº 23105.013038/2024-55.

Foram utilizadas quatro vacas mestiças na metade da lactação, com peso médio de \pm 350 kg, distribuídas em um delineamento experimental quadrado latino (4×4), onde cada período experimental teve a duração de 15 dias, sendo nove dias destinados à adaptação e os demais para coleta de amostras e dados.

Figura 1 – (A) Vista superior da propriedade Fazenda Santa Rosa; (B) Instalação onde ficam as vacas leiteiras.



Fonte: Arquivo Pessoal (2024)

4.2. Obtenção e Preparo do Resíduo da Casca de Tucumã (*A. aculeatum*)

As cascas do tucumã (*A. aculeatum*) foram coletadas na Feira da Manaus Moderna, localizada no Centro de Manaus – AM, onde trabalhadores liberais realizam o despulpamento para venda e descartam a casca e o caroço, a retirada foi realizada *in natura*. Posteriormente, foi feita a separação tendo em vista que apenas o epicarpo (casca) foi utilizado. As mesmas foram secas em telas posicionadas de forma horizontal e alocadas em estufa para plantas, ficando no local de 5 a 7 dias, a depender do clima, considerando o período de chuva da região na época (fevereiro – março), com temperatura média de aproximadamente 24°C a 29°C para as mínimas e máximas e umidade relativa do ar com média de 80%. Após a completa secagem, as cascas foram moídas em um desintegrador DPM-4 (Nogueira), até atingir a condição de farelo para armazenamento.

Figura 2 – (A) Casca do tucumã *in natura*; (B) Separação e secagem das cascas; (C) Cascas secas; (D) Cascas de tucumã moídas.



Fonte: Arquivo Pessoal (2024)

4.3. Dietas Experimentais

Os tratamentos consistiram em quatro níveis (0%, 10%, 20% e 30%) de suplementação do resíduo da casca de tucumã (RCT) em substituição ao milho. A fonte de volumoso foi capim picado de *Panicum maximum* cv. Mombaça fornecido no cocho durante o dia; durante a noite os animais foram mantidos em regime de pastejo, considerando o sistema de semiconfinamento da propriedade. A

suplementação foi ofertada em 1% do peso corporal, duas vezes ao dia, às 7:00 e 15:00 horas, em igual proporção.

Os ingredientes do concentrado e volumoso consumidos foram coletados a cada período para determinação de sua composição bromatológica de acordo com os níveis de inclusão (Tabela 1 e 2). As análises de MS, PB, MM, MO e FDN foram realizadas segundo procedimentos descritos por Silva & Queiroz (2002). Enquanto os valores de EE foram estimados conforme trabalho realizado com resíduo da casca de tucumã por Sá (2023).

Tabela 1 – Composição bromatológica da suplementação de acordo os níveis de inclusão do resíduo da casca de tucumã.

Ingredientes	Níveis de Inclusão da Casca de Tucumã (%)			
	0%	10%	20%	30%
Farelo de Soja	34,29	34,29	34,29	34,29
Milho	64,29	57,86	51,43	45,00
Ureia	1,42	1,42	1,42	1,42
Resíduo da Casca de Tucumã	0	6,43	12,86	19,29
Composição Bromatológica (%) ¹				
MS	90,44	90,54	90,64	90,73
PB	26,88	26,89	26,90	26,91
MM	3,71	4,10	4,48	4,87
MO	94,89	94,51	94,12	93,74
FDN	14,96	17,88	20,81	23,73
EE ²	3,45	3,87	4,29	4,71
CNF	51,00	47,26	43,52	39,78
CHOT	65,96	65,14	64,33	65,51

¹MS=Matéria seca; PB=Proteína bruta; MM=Matéria mineral; MO=Matéria orgânica; FDN=Fibra em detergente neutro; EE=Extrato etéreo; CNF=Carboidratos não fibrosos; CHOT=Carboidratos totais.

²Adaptado de Sá (2023).

Tabela 2 – Composição bromatológica dos ingredientes do concentrado e volumoso.

Volumoso	Composição Bromatológica (%) ¹				
	MS	PB	MM	MO	FDN
Farelo de Soja	91,00	49,55	7,00	93,00	14,83
Milho	90,00	9,53	2,00	98,00	15,36
Resíduo da Casca de Tucumã	91,50	9,68	8,00	92,00	60,81
<i>Panicum maximum</i> cv. Mombaça	91,12	8,00	10,00	90,00	78,47

¹ MS=Matéria seca; PB=Proteína bruta; MM=Matéria mineral; MO=Matéria orgânica; FDN=Fibra em detergente neutro.

Figura 3 – (A) Fornecimento do concentrado; (B) Vaca do experimento alimentando-se de capim picado no cocho.



Fonte: Arquivo Pessoal (2024)

4.4.Determinação do Consumo e Digestibilidade

A determinação do consumo e digestibilidade dos nutrientes da dieta foi feita por meio da estimativa de excreção fecal utilizando-se o indicador externo NANOLIPE®, baseado na molécula de lignina, sendo fornecido na forma de cápsula de 500 mg/vaca/dia, em dose única diária, às 7:00 horas, durante o fornecimento da dieta, em um período de sete dias, consistindo em dois dias (8º e 9º) para adaptação aos indicadores e cinco dias (10º ao 14º) para coleta da amostra de fezes 1 vez ao dia. Ao final dos cinco dias de coleta, havia um “pool” por animal com cerca de 1Kg. Além das fezes, foram coletadas amostras do volumoso consumido em todos os períodos.

As amostras individuais das fezes coletadas (Figura 4) foram identificadas e refrigeradas para posterior secagem em estufa ventilada a 60°C, moídas e peneiradas em peneira com malha de 1,0mm.

Figura 4 – (A) Amostras de fezes identificadas para refrigeradas; (B) Fezes e capim após secagem.



Fonte: Arquivo Pessoal (2024)

A análise do indicador NANOLIPE® foi realizada no Laboratório de Produtos e Pesquisas Simões Saliba P2S2 – Minas Gerais, por espectrometria de absorção no infravermelho com transformada de Fourier (FT-IV) (Saliba *et al.*, 2013; Saliba *et al.*, 2015). A concentração do indicador nas fezes é expressa em mg/g de fezes. A produção fecal (PF) foi calculada da seguinte maneira, conforme Saliba (2005):

$$PF = \frac{\text{Quantidade NANOLIPE® fornecido}(g)/\text{concentração LIPE® na fezes}}{105^{\circ}}$$

Onde PF = Produção Fecal

A digestibilidade dos nutrientes foi calculada a partir das quantidades dos ingeridos/excretados e da porcentagem do nutriente determinada no alimento e fezes, através da seguinte fórmula:

$$Dnut (\%) = \frac{\text{Nutriente Consumido } (g) - \text{Nutriente Fezes } (g)}{\text{Nutriente Consumido}} \times 100$$

Para o estudo do consumo dos nutrientes, foi realizado um ensaio de digestibilidade *in vitro* dos alimentos das dietas no aparelho Dayse Incubator modelo D220 da ANKOM Technology. Foi coletado inóculo de rúmen de um bovino adulto portando cânula ruminal, sendo este alimentado com de milho, soja e capim *in natura*. Os procedimentos realizados para a análise foram desenvolvidos conforme proposto por (Tilley & Terry 1963). O consumo foi obtido pela razão entre a produção fecal obtida pelos indicadores e o inverso da digestibilidade, conforme a equação relatada por Prigge *et al.*, (1981):

$$\text{Consumo (Kg dia de MS)} = \text{ProduçãoFecal} / (1 - \text{digestibilidade})$$

Para os cálculos de consumo de MO, PB, MM, FDN, baseou-se na expressão do produto do consumo de matéria seca (CMS) pela composição do nutriente consumido dividido por 100, conforme formula abaixo:

$$\text{Consumo} = \frac{\text{CMS} \times \text{composição do nutriente consumido}}{100}$$

Para determinação da digestibilidade in vitro da MS, foi realizado o cálculo do produto da digestibilidade in vitro dos alimentos pelas suas respectivas proporções nas dietas.

$$\text{DIVMS} = \text{DIV dos alimentos} \times \text{proporção na dieta}$$

Para a digestibilidade da MO, PB e FDN, foi utilizado a fórmula:

$$\text{CD} = \frac{(\text{Kg de nutriente ingerido} - \text{Kg de nutriente excretado})}{\text{Kg de nutriente ingerido}} \times 100$$

4.5. Coleta Sanguínea

Para análise dos parâmetros bioquímicos, as coletas de sangue foram realizadas no 15º de cada período experimental com agulha (25x8), quatro (4) horas após o fornecimento do trato da manhã, através de punção jugular. Foram coletadas amostras (5mL/vaca) em tubos de ensaio Vacutainer® sem anticoagulante para análises de bioquímica sérica e tubo com fluoreto de sódio para análise de glicose.

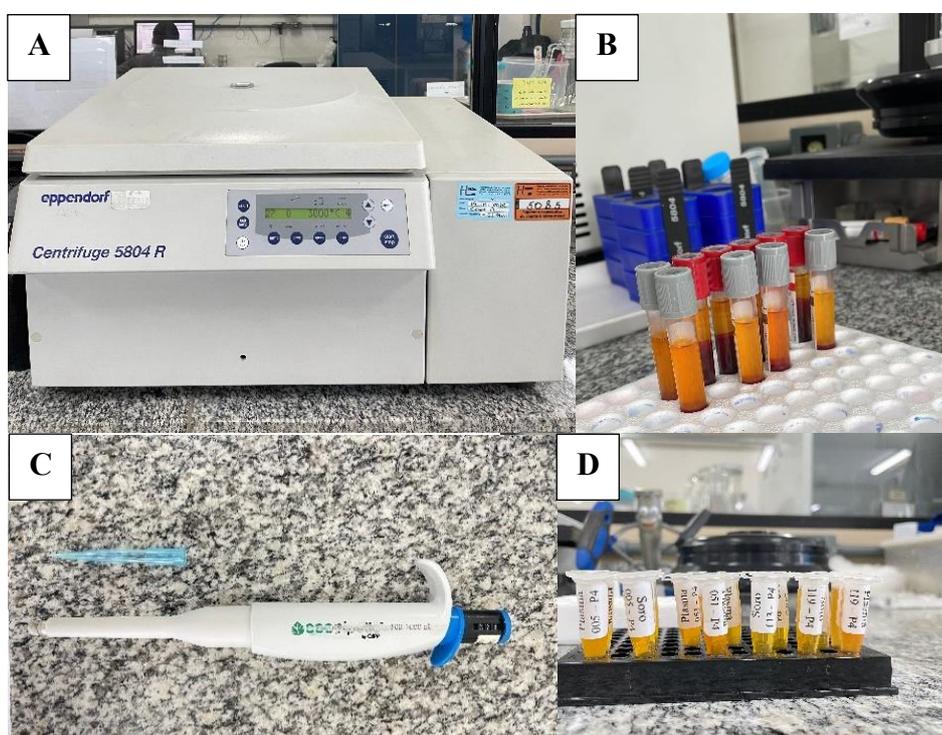
Figura 5 – (A e B) Coleta de sangue por punção venosa da veia jugular.



Fonte: Arquivo Pessoal (2024)

Após a coleta, as amostras foram devidamente homogeneizadas e imediatamente acondicionadas em refrigeração, posteriormente sendo encaminhadas ao Laboratório BIOFAR da Faculdade de Ciências Farmacêuticas – Universidade Federal do Amazonas, para separação do soro e plasma através de centrifugação a 3.000 rpm por 5 min, sendo armazenadas em micro tubos eppendorfs® identificados e congelados à temperatura de -20°C, para posterior análise. Todas as análises bioquímicas tiveram parâmetros determinados por meio de kits comerciais através do analisador automático AMA 2000.

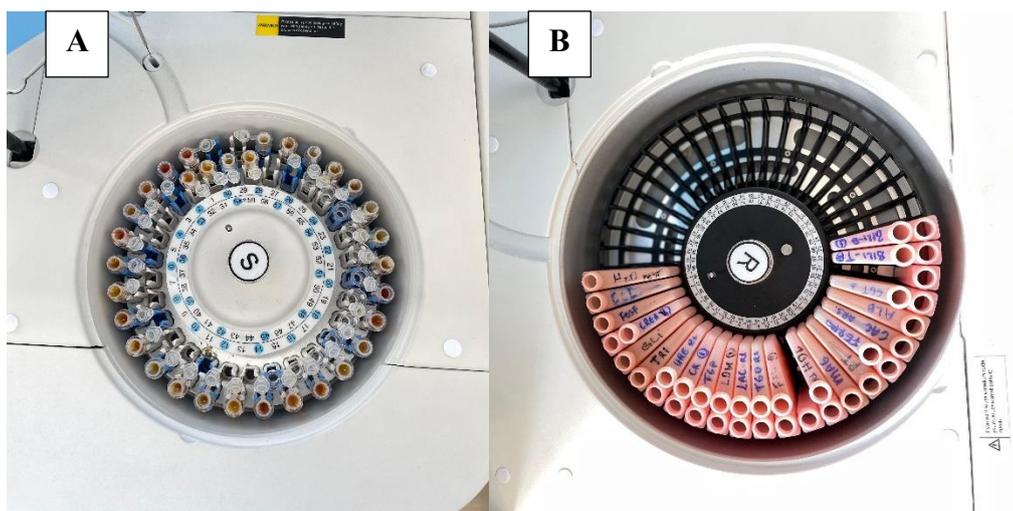
Figura 6 – (A) Centrífuga; (B) Amostras de soro e plasma após centrifugação; (C) Pipeta e ponteira para separação; (D) Soro e plasma em eppendorfs® para refrigeração e posterior análise.



Fonte: Arquivo Pessoal (2024)

As análises de glicose foram feitas pelos níveis plasmáticos através do kit comercial Bioclin (REF. K082-2); através do soro sanguíneo foram feitas análises de colesterol (REF. K083-2), proteínas totais (Laborlab. Protal - REF. 1770260), ureia (REF. K056-1), aspartato aminotransferase (REF. K048-6), gama glutamiltransferase (REF. K080-2), fosfatase alcalina (REF. K224-2), fósforo (REF. K068-1) e cálcio (REF. K051-2).

Figura 7 – (A) Amostras no equipamento AMA 2000; (B) Reagentes utilizados.



Fonte: Arquivo Pessoal (2024)

4.6. Produção de Leite e Custo

As vacas foram ordenhadas mecanicamente, uma vez ao dia, 6:00 às 08:00h. A produção diária foi quantificada com auxílio de balança digital com escada de 2g. A produção de leite do 12º ao 14º dia de cada período experimental foram computadas para determinação da produção média. A produção de leite corrigida (PLC) para 3,5% de gordura foi estimada segundo a fórmula de Sklan *et al.* (1992):

$$PLC = (0,432 + 0,1625 \times \text{teor de gordura do leite}) \times \text{kg de leite}$$

Figura 8 – (A) Ordenhadeira mecânica; (B) Leite transferido para balde inox; (C) Leite pesado em balança digital.



Fonte: Arquivo Pessoal (2024)

Para o cálculo do Kg do concentrado foram somados todos os custos dos insumos utilizados na suplementação (farelo de soja, milho, ureia e resíduo da casca de tucumã), e conforme o aumentava-se o nível de inclusão de RCT em cada tratamento (10, 20 e 30%), diminuía-se a quantidade de milho ofertada, conseqüentemente havendo redução no custo do concentrado.

4.7. Análise Estatística

Os dados foram analisados por meio do programa computacional Statistical Analysis System (SAS 2009), utilizando-se o procedimento PROC GLM. No modelo foram incluídos os níveis da dieta como efeito fixo e animal e período como efeito aleatório e o consumo, coeficiente de digestibilidade, parâmetros sanguíneos e produção de leite como variável resposta. Para verificar o efeito de ordem linear e quadrática, foram utilizados contrastes ortogonais e o comando LSMEANS foi usado para gerar as médias individuais para cada nível

Para testar a normalidade dos resíduos e homogeneidade das variâncias foi realizado o teste de Shapiro-Wilk e de Tukey, respectivamente, e os outliers $\pm 2,5$ dos resíduos foram removidos. Para todas as análises realizadas foi adotado o nível de significância do valor de $p < 0,05$.

5. RESULTADOS

5.1. Consumo e Digestibilidade

O consumo e digestibilidade aparente das vacas alimentadas com inclusão do RCT em substituição ao milho estão Tabela 3. O consumo de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), matéria mineral (MM), matéria orgânica (MO) e fibra em detergente neutro (FDN) não foram influenciados ($P > 0,07$) pela inclusão de tucumã no concentrado. Embora a adição do RCT no concentrado tenha aumentado os teores de FDN e EE e, diminuído o teor de CNF (Tabela 2), devido altos teores desses nutrientes em comparação ao milho (Tabela 1), isso não foi suficiente para promover alterações no consumo da MS e conseqüentemente, na ingestão dos nutrientes.

O consumo de dietas com altos níveis de EE possibilita o comprometimento da ingestão de alimentos por reduzir a digestão da fibra e a taxa de passagem da digesta pelo trato gastrintestinal, como resultado do efeito negativo da presença de gordura no ambiente ruminal sobre o crescimento microbiano, sobretudo dos microrganismos

celulolíticos (NRC, 2001). Entretanto, a adição até 30% do resíduo da FCT não comprometeu o consumo dos animais avaliados.

Estudos mostram que a redução no consumo de MS, comumente verificada em trabalhos com fontes suplementares de lipídios na dieta, pode estar relacionada à concentração plasmática de determinados ácidos graxos resultantes do metabolismo dessas fontes lipídicas. Os principais ácidos graxos que parecem estar envolvidos neste mecanismo são o 18:2n-6 e o 18:1n-9. Além desses aspectos, as fontes lipídicas testadas poderiam ainda afetar o consumo pela ação direta sobre os hormônios intestinais, pela oxidação de ácidos graxos no fígado e pela aceitabilidade das fontes utilizadas (Allen, 2000).

Jenkins et al. (1996) não observaram redução na ingestão de MS em vacas alimentadas com 3,5% de fontes de óleo protegidas, mesmo quando os animais apresentaram altas concentrações plasmáticas de 18:2n-6. Jenkins & Thies (1997), em estudo realizado com ovinos alimentados com dietas ricas em ácidos graxos insaturados, verificaram redução no consumo de MS, como consequência da maior concentração plasmática de 18:2n-6.

Tabela 3 - Consumo de nutrientes e coeficiente de digestibilidade aparente de vacas alimentadas com farelo da casca de tucumã em substituição ao milho na dieta.

Parâmetros	Níveis de Substituição na Dieta				EPM ⁶	P - valor ⁷	
	0%	10%	20%	30%		L	Q
Consumo (kg/dia)							
MS ¹	7,38	7,11	6,98	6,96	0,52	0,26	0,63
PB ²	1,29	1,25	1,23	1,23	0,50	0,07	0,39
MM ³	0,52	0,50	0,50	0,52	0,09	0,97	0,73
MO ⁴	6,86	6,61	6,47	6,44	0,45	0,20	0,63
FDN ⁵	3,56	3,45	3,38	3,55	0,43	0,91	0,53
Coeficiente de Digestibilidade Aparente (%)							
MS	56,11	55,27	53,98	52,40	2,19	0,02	0,74
PB	65,50	62,05	62,21	59,57	8,01	0,34	0,92
MO	58,88	58,12	56,34	54,92	2,15	0,01	0,76
FDN	39,46	38,80	38,14	39,43	2,64	0,90	0,47

¹Matéria Seca (MS), ² Proteína Bruta (PB), ³Matéria Mineral (MM), ⁴ Matéria Orgânica (MO) e Fibra em Detergente Neutro (FDN); ⁶Erro Padrão da Média (EPM); ⁷L= Efeito Linear, Q=Efeito Quadrático (P < 0,05).

Os níveis de inclusão do RCT no concentrado influenciaram ($P < 0,01$) a digestibilidade aparente da MS e MO, mas não alterou ($P > 0,34$) a digestibilidade da PB e FDN da dieta (Tabela 3).

Conforme Sá (2023), embora a casca de tucumã apresente teor de PB próximo ao do milho, sua digestibilidade é baixa, sendo indisponível, o que explica a redução significativa nos valores de CDAMS e CDAMO. Embora o CDAFDN não tenha apresentado diferença estatística, as pequenas variações ocorridas podem ser explicadas pelo fato de os animais serem mantidos em regime de semi confinamento com suplementação de 1% do peso vivo (PV), consumindo assim maior volume de fibras.

Oliveira (2008) observou redução significativa ($p < 0,05$) do coeficiente de digestibilidade da MS, a partir do nível de 21% de farelo de girassol na alimentação de vacas, resultado semelhante ao encontrado no presente estudo, e que pode ser explicado pelo maior teor de fibra presente no farelo da casca de tucumã.

Bassi et al. (2012), avaliando o consumo e digestibilidade, comparou animais sem suplementação e animais consumindo suplementos contendo como fontes lipídicas grão de soja, caroço de algodão triturado e semente de linhaça, sendo inseridas no suplemento em diferentes diâmetros geométricos. Como resultado, foi detectado que animais sem suplementação tiveram um maior consumo de matéria seca, e o menor consumo ficou para os animais que estavam consumindo suplemento com caroço de algodão. Tal conclusão pode ser explicada pelo fato de o ingrediente apresentar alto teor de FDN, o que limitaria o consumo. Quando o parâmetro foi o coeficiente de digestibilidade dos nutrientes, apenas o tratamento que continha suplementação com semente de linhaça teve redução na digestibilidade de FDN, que pode ser explicado devido as grandes concentrações de ácidos graxos insaturados deste ingrediente, pois quanto maior o nível de instauração dos ácidos graxos, maior é o efeito ionóforo sobre os microrganismos ruminais.

A redução na digestibilidade aparente da MO sugere a ocorrência de alterações no ambiente ruminal pela suplementação lipídica, como relatado por Enjalbert et al. (1994), que observaram redução nas digestibilidades da MO com a utilização de diferentes formas de ácidos graxos poli-insaturados na dieta de ovinos.

Oliveira (2008), Alves (2008), Jorge et al. (2008), Henrique et al. (2003) e Carvalho et al. (2006) não encontraram diferenças significativas na digestibilidade da fração proteica com a elevação dos níveis de inclusão de alimentos alternativos nas rações, corroborando com os presentes resultados.

5.2. Parâmetros Bioquímicos

Os parâmetros do perfil bioquímico sanguíneos estão apresentados na Tabela 4. A inclusão de tucumã no concentrado não influenciou ($P > 0,05$) as concentrações de colesterol, glicose, ureia, proteínas totais, fosfatase alcalina (FA), aspartato aminotransferase (AST), gama glutamiltransferase (GGT), fósforo e cálcio sanguíneo.

A determinação dos níveis plasmáticos de colesterol é um bom indicador do metabolismo energético no fígado, principalmente na exportação de lipídios na forma de lipoproteínas de muito baixa densidade (Ndlovu *et al.*, 2007). Níveis plasmáticos baixos de colesterol indicam um quadro de déficit energético e comprometimento da função hepática (Pimentel *et al.*, 2013), enquanto concentrações aumentadas predis põem à ocorrência de distúrbios metabólicos.

A inexistência de variações nas concentrações no soro das enzimas hepáticas AST, GGT e FA indica que neste estudo os animais em lactação suplementados com RCT não sofreram alterações consideráveis no tecido hepático durante o metabolismo do resíduo (Kaneko *et al.*, 2008). Para Radostits *et al.* (2002), animais que estão sadios não apresentam valores de enzimas hepáticas acima da média de referência, caso esse quadro esteja presente é possível que uma degeneração das células hepáticas esteja ocorrendo. Silva *et al.* (2016) avaliando parâmetros sanguíneos de vacas suplementadas com diferentes fontes proteicas (resíduo de feijão, farelo de soja, farelo de girassol e farelo de algodão) não tiveram efeito sobre os parâmetros dessas enzimas mostrando uma variação adequada dos valores séricos das enzimas GGT e AST.

Para a glicose, as médias obtidas ficaram abaixo do valor de referência em todos os níveis que foram incluídos RCT. Este resultado não se atribui à dieta, tendo em vista que o metabólito é pouco sensível às variações do aporte de energia na ração, uma vez que sua concentração sanguínea é regulada por um eficiente mecanismo hormonal destinado a manter constante as concentrações de glicose. Por isso, o déficit de energia deve ser muito intenso para que diminua a concentração de glicose sanguínea (Rowlands, 1980). Sob condições de campo, em ocasiões ocorre hipoglicemia, e seja qual for a causa ela indica um estado patológico com importantes implicações na saúde e na produção (González, 2018).

As proteínas totais apresentaram médias abaixo do valor de referência para a espécie nos níveis de 20 e 30%. Os níveis plasmáticos das proteínas totais são indicativos de estado nutricional e a baixa desses valores podem estar relacionadas com deficiência de

proteína na dieta. Segundo Kaneko *et al.*, (2008), dietas com menos de 10% de proteína bruta causam diminuição dos níveis proteicos no sangue de ruminantes.

Os minerais fósforo (P) e cálcio (Ca) tiveram suas médias abaixo do valor de referência em todos os níveis, variando de 2,53 a 2,85 mg/dL e de 7,33 a 8,78 mg/dL, respectivamente. Estes resultados podem ser atribuídos à insuficiência na mineralização realizada na propriedade, onde o sal mineral ofertado não estava adequado à categoria, especialmente no que diz respeito ao P, levando em consideração que os animais são mantidos em regime de semiconfinamento e a deficiência do mesmo é o distúrbio mineral mais comum devido à deficiência generalizada em solos e forrageiras. Quanto ao Ca, o firme controle endócrino, faz com que seus níveis variem muito pouco (17%) comparado com o fósforo (variação de 40%). Portanto, o nível sanguíneo de Ca não é um bom indicador do estado nutricional, enquanto os níveis de fósforo refletem diretamente o estado nutricional com relação a este mineral (González *et al.*, 2000; González, 2018).

Tabela 4 - Parâmetros bioquímicos do sangue (valores médios) de vacas alimentadas com farelo da casca de tucumã em substituição ao milho na dieta.

Parâmetros	Níveis de Substituição na Dieta				EPM ¹	P - Valor ²		Referências *
	0%	10%	20%	30%		L	Q	
Colesterol (mg/dL)	87,25	90,25	97,00	93,50	37,39	0,76	0,86	80 – 120
Glicose (mg/dL)	46,00	42,00	33,00	41,00	14,91	0,48	0,44	45 – 75
Ureia (mg/dL)	36,00	35,25	32,25	38,50	9,94	0,84	0,49	23 - 58
Proteínas totais (mg/dL)	6,35	7,30	5,35	5,88	1,27	0,25	0,74	6,6 – 7,5
FA (UI/L)	45,25	60,50	60,00	55,55	26,88	0,64	0,46	0 – 488
AST (UI/L)	107,25	108,00	124,00	108,75	39,13	0,82	0,69	78 – 132
GGT (UI/L)	20,00	25,50	17,00	14,25	9,35	0,24	0,40	15 – 39
Fósforo (mg/dL)	2,85	2,75	2,53	2,70	0,91	0,74	0,77	3,4 – 7,1
Cálcio (mg/dL)	7,33	8,78	7,48	8,25	2,10	0,76	0,75	9,7 – 12,4

FA: Fosfatase alcalina; AST: Aspartato aminotransferase; ALT: Alanina aminotransferase; GGT: Gama glutamiltransferase. ¹EPM: Erro Padrão da Média; ²L= Efeito Linear, Q=Efeito Quadrático (P < 0,05). *Referências: Kaneko et al. (2008); Butler (2000).

5.3. Produção de Leite e Custo

Os valores da produção de leite (PL) e custo do Kg do concentrado estão apresentados na Tabela 5. Os valores da PL, da produção de leite corrigida (PLC) para 3,5% de gordura e a eficiência de produção de leite, expressa em kg de leite produzido/kg de MS

consumida não apresentaram diferença estatística para os efeitos linear e quadrático ($p > 0,05$).

Este resultado indica que possivelmente o aporte de nutrientes para o animal e especialmente para a glândula mamária não foi limitado pelos níveis do resíduo da casca de tucumã incluído nas rações experimentais. Tais dados, confirmam os achados de Vargas *et al.* (2002), que não verificaram influência significativa na PL ao incluir lipídios na dieta (níveis de 3 e 7% da MS), bem como de Santos *et al.* (2001), onde a inclusão de 7% de lipídios não afetou a produção de leite.

Uma meta-análise realizada recentemente por pesquisadores canadenses (Eugène *et al.*, 2008) mostrou que de maneira geral a suplementação com lipídios melhora a eficiência alimentar (kg de leite corrigido para 4% de gordura/kg de matéria seca ingerida) de vacas em lactação em 7%, além de reduzir em 9% a produção de metano (CH₄) desses animais. Diversos estudos também mostram claramente os benefícios da suplementação lipídica sobre o desempenho reprodutivo de vacas leiteiras (Grimard *et al.*, 1995; Santos & Sá Filho, 2006; Sartori & Guardieiro, 2010). Whitlock *et al.* (2003), ao avaliarem o efeito da inclusão de lipídeos em dietas não encontraram diferenças na produção de leite.

Tabela 5 - Produção de leite, produção de leite corrigida a 3,5% de gordura, eficiência alimentar, consumo de concentrado (valores médios), custo da ração e custo por Kg de concentrado de vacas alimentadas com farelo da casca de tucumã em substituição ao milho.

Parâmetros	Níveis de Substituição na Dieta				EPM ²	P - valor ³	
	0%	10%	20%	30%		L	Q
Produção de Leite (Kg)	6,72	6,62	6,61	6,87	0,89	0,83	0,70
Produção Corrigida 3,5% (Kg)	7,31	7,01	6,75	7,11	1,22	0,76	0,60
Eficiência Alimentar (Kg) ¹	0,91	0,93	0,94	0,99	0,13	0,43	0,84
Custo por Kg de concentrado (R\$)	2,59	2,49	2,39	2,29			

¹EPL (kg) = PL (kg/dia)/CMS (kg/dia); ²EPM: Erro Padrão da Média; ³L= Efeito Linear, Q=Efeito Quadrático (P < 0,05).

Também na tabela 5, encontram-se os dados referentes ao custo do Kg do concentrado. A redução no custo das dietas contendo RCT foi atribuída ao efeito da substituição do milho pela casca. As dietas com 30% do resíduo foram as que apresentaram menor custo, apresentando uma redução por vaca de R\$ 0,3 no Kg do concentrado em relação à dieta sem casca. No cálculo para período de 30 dias, as dietas com níveis de 10; 20 e 30% permitiriam economia no Kg do concentrado de R\$ 3,00; 6,00 e 9,00 reais em relação à dieta sem casca de tucumã. O elevado preço dos alimentos

concentrados (milho e farelo de soja) comumente utilizados na alimentação animal são os principais responsáveis pelos altos custos das dietas. Neste sentido, a avaliação de alimentos alternativos, como os resíduos da agroindústria, na dieta de vacas lactantes contribui para redução dos gastos com alimentação dos rebanhos e, ao mesmo tempo, possibilita garantir níveis satisfatórios de produtividade (Souza *et al.*, 2005)

6. CONCLUSÃO

Embora tenha apresentado resultados significativamente negativos quanto à digestibilidade aparente da MS e MO, o farelo da casca de tucumã se mostra como uma alternativa segura, sustentável, economicamente viável e promissora, tendo em vista que não provocou impactos significativos no consumo dos nutrientes avaliados, nem alterações expressivas nos parâmetros bioquímicos ou na produção de leite, resultando em redução no custo do concentrado (R\$), sendo sua inclusão recomendada em até 30% da dieta, especialmente para sistemas de produção familiar com vacas de baixa a média produção ou que estejam no 2/3 ao final da lactação, contribuindo assim para o aproveitamento de resíduos agroindustriais sem significativas perdas.

7. REFERÊNCIAS

ALLEN, M. S. Effects of diet on short-term regulation of feed intake by lactating dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, v. 83, n. 7, p. 1598-1624, 2000.

ALVES, A. F. **Substituição do farelo de soja por farelo de algodão de alta energia na dieta de vacas em lactação**. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Mato Grosso, Cuiabá, 76p. 2008.

BACELAR-LIMA, C. G.; MENDONÇA, M. S.; BARBOSA, T. C. T. S. Morfologia floral de uma população de tucumã, *Astrocaryum aculeatum* G. Mey. (*Areceaceae*) na Amazônia Central. **Acta Amazônia**, v. 36, n. 4, p. 407-412, 2006.

BASSI, M.S. *et al.* Grãos de oleaginosas na alimentação de novilhos zebuínos: consumo, digestibilidade e desempenho. **Revista Brasileira Zootecnia**, v.41, n.2, p.353-359, 2012.

BONY, E. **Composition chimique et propriétés anti-inflammatoires de l'huile de pulpe d'awara (*Astrocaryum vulgare* M.)**. Montpellier, p. 225. Tese (Doutorado na França) – Nutrition-santé. Science des procédés-sciences des aliments, Université Montpellier. 2010.

BONY, E. *et al.* Awara (*Astrocaryum vulgare* M.) pulp oil: Chemical characterization, and anti-inflammatory properties in a mice model of endotoxic shock and a rat model of pulmonary inflammation. **Fitoterapia**, v. 83, p. 33-43, 2012.

BRESSAN, M. *et al.* Histórico do Projeto Plataforma Tecnológica do Leite e principais desafios ao desenvolvimento da cadeia produtiva do leite no Brasil. In: **Anais do Workshop sobre Identificação das Principais Restrições ao Desenvolvimento da Cadeia Produtiva do Leite da Região Norte**, Juiz de Fora, Minas Gerais, Brasil, p. 21-37, 2003.

BUDEL, J. C. C.; *et al.* Methane emission, intake, digestibility, performance and blood metabolites in sheep supplemented with cupuassu and tucuma cake in the eastern Amazon. **Frontiers in Veterinary Science**, v. 10, 25 abr. 2023.

BUTLER, W.R. Nutritional interactions with reproductive performance in dairy cattle. **Animal Reproduction Science**, v.60-61, p.449-457, DOI: 10.1016/S0378-4320(00)00076-2. 2000.

CALZAVARA, B. B. Fruticultura tropical amazônica. In: I Seminário Brasileiro de Fruticultura. **Anais...** Cruz das Almas, Bahia, 1968.

CARVALHO, G. G. P. *et.al.* Desempenho e digestibilidade de ovinos alimentados com farelo de cacau (*Theobroma cacao* l.) em diferentes níveis de substituição. **Ciência Animal Brasileira**, 7(2):115-122. 2006.

CAVALCANTE, P. B. **Frutas comestíveis da Amazônia**. 5. ed. Belém: CEJUP, CNPq, Museu Paraense Emílio Goeldi, p. 279. 1991.

CHAVES, B. W. *et al.* Utilização de resíduos industriais na dieta de bovinos leiteiros. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, v.18, p. 150-156. 2014

CHAVES, J. M.; PECHNIK, E. Tucumã (*Astrocaryum vulgare* Mart.). **Revista Química Industrial**, v.16, n. 5, p. 184-191, 1947.

CLEMENT, C. R.; LLERAS, P. E.; VAN LEEUWEN, J. O potencial das palmeiras tropicais no Brasil: acertos e fracassos das últimas décadas. **Revista Brasileira de Agrociência**, v. 9, n. 1-2, p. 67-71, 2005.

CORADIN, L.; CAMILLO, J.; VIEIRA, I. C. G. (ed.). **Espécies nativas da flora brasileira de valor econômico atual ou potencial: plantas para o futuro: região Norte**. Brasília, DF: MMA, 2022.

CRUZ, S. S. *et al.* Resíduos de frutas na alimentação de ruminantes. **Revista Eletrônica Nutritime** – ISSN 1983-9006, artigo 222, v. 10, n. 06, p. 2909–2931. 2013.

CUNHA, O. F. R.; *et al.* Avaliação bioeconômica do uso da torta de dendê na alimentação de vacas leiteiras. **Ciência Animal Brasileira**, v.13, p. 315-322, 2012.

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**, v. 52, p. 2379–2385. 2020.

DE SOUZA FILHO, O. C. *et al.* The in vitro genotoxic effect of Tucumã (*Astrocaryum aculeatum*), an Amazonian fruit rich in carotenoids. **Journal of Medicinal Food**, v. 16, n. 11, p. 1013-1021. 2013.

DIDONET, A. A.; FERRAZ, I. D. K. O comércio de frutos de tucumã (*Astrocaryum Aculeatum* G. Mey - *Arecaceae*) nas feiras de Manaus (Amazonas, Brasil). **Revista Brasileira de Fruticultura**. Jaboticabal - SP, v. 36, n. 2, p. 353-362, 2014.

DIRKSEN, G.; BREITNER, W. New quick-test for semi quantitative determinations of beta-hydroxybutyric acid in bovine milk. **Journal Veterinary Medical Animal Physiology Pathology Clinical Medical**, v. 40, p. 779-784, 1993.

DRACKLEY, J. K. *et al.* Infusion of long-chain fatty acids varying in saturation and chain length into the abomasum of lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.75, p.1517- 1526, 1992.

DUTRA, A. R. *et al.* Efeitos dos níveis de fibra e das fontes de proteínas sobre a síntese de compostos nitrogenados microbianos em novilhos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 26, n. 4, p. 797-805, 1997.

ELOY, L. **Valorização da produção dos óleos fixos no Bailique, Mazagão e Maruanum, Amapá, Brasil**. 129f. Monografia (Especialização em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Instituto de Pesquisas Científicas e Tecnológicas do Estado do Amapá – IEPA, Macapá, 2001.

EMBRAPA. Anuário do Leite. **Leite de baixo carbono**, 2023. Disponível em: embrapa.br/gado-de-leite. Acesso em: 14 de jul. de 2024.

ENJALBERT, F. *et al.* Effects of different forms of polyunsaturated fatty acids on rumen fermentation and total nutrient digestibility of sheep fed prairie hay based diets. **Small Ruminant Research**, v.14, p.127-135, 1994.

ÈUGENE, M. *et al.* Meta-analysis on the effects of lipid supplementation on methane production in lactating dairy cows. **Canadian Journal of Animal Sciences**, v. 88, p. 331-334, 2008.

FERGUSON, J. D.; CHALUPA, W. Impact of Protein Nutrition on Reproduction in Dairy Cows. **Journal of Dairy Science**, v. 72, n. 3, p. 746–766, 1989.

FERREIRA, E. S.; LUCIEN, V. G.; AMARAL, A. S. *et al.* Physicochemical characterization of the fruit and oil extracted from tucuman (*Astrocaryum vulgare Mart.*). **Alimentos e Nutrição**, v. 19, p. 427-433, 2008.

FONTANELI, R. S.; FONTANELI, R. S. Uso e abuso da espectroscopia no infravermelho (NIRS). In: Simpósio Internacional Avanços em Técnicas de Pesquisa em Nutrição de Ruminantes. **Anais...** Pirassununga, p. 160-193, 2007.

GERON, L.V. Utilização de resíduos agroindustriais na alimentação de animais de produção. **PUBVET**, v.1, n. 9, ed. 9, art.312, ISSN 1982-1263, 2007.

GIORDANI JUNIOR, R. *et al.* Resíduos agroindustriais e alimentação de ruminantes. **Revista Brasileira de Ciências da Amazônia**, v. 3, n. 1, p. 93–104, 2014.

GODOY, M. M. *et al.* Parâmetros reprodutivo e metabólico de vacas da raça Guzera suplementadas no pré e pós-parto. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 33, n. 1, p. 103–111, 2004.

GOMES, D. I. *et al.* Performance and digestibility of growing sheep fed with açai seed meal-based diets. **Tropical Animal Health and Production**, v. 44, n. 7, p. 1751-1757, 2012.

GOMES, J. A. F.; LEITE, E. R.; RIBEIRO, T. P. **Alimentos e alimentação de ovinos e caprinos do semi-árido brasileiro**. 1ª ed. Sobral: Embrapa Caprinos, p. 23. 2007.

GONZÁLEZ, F. H. D. **Doze Leituras em Bioquímica Clínica Veterinária**. 2018.

GONZÁLEZ, F. H. D. O perfil metabólico no estudo de doenças da produção em vacas leiteiras. **Arquivo da Faculdade Veterinária UFRGS**, v. 25, n. 02, p. 13-33, 1997.

GONZÁLEZ, F. H. D.; BARCELLOS, J. O.; OSPINA, H.; RIBEIRO, L. A. O. **Perfil Metabólico em ruminantes: seu uso em nutrição e doenças nutricionais**. Porto Alegre, Brasil, Gráfica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2000.

GONZÁLEZ, F. H. D.; SILVA, S. C. **Introdução à Bioquímica Veterinária**. 2ed. Porto Alegre: UFRGS, 2017.

GRIMARD, B. *et al.* Influence of postpartum energy restriction on energy status, plasma LH and estradiol secretion and follicular development in suckled beef cows. **Journal of Reproduction and Fertility**, v.104, p.173- 179, 1995.

GUEDES, A. M. M.; FRANÇA, L. F.; CORRÊA, N. C. F. Caracterização física e físico-química da polpa de Tucumã (*Astrocaryum vulgare, Mart.*). In: Congresso Latino Americano De Ciências Dos Alimentos. Campinas, **Anais...** Campinas, Sociedade Brasileira de Ciência dos Alimentos, 2005.

GUEDES, L. F. *et al.* Metabolismo de Cálcio e Fósforo Em Ovinos. **Nucleus Animalium**, v. 8, n. 2, p. 13–28, 2016.

HENRIQUE, W. *et al.* Digestibilidade e balanço de nitrogênio em ovinos alimentados à base de dietas com elevado teor de concentrado e níveis crescentes de polpa cítrica peletizada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 32(6):007-2015, (Supl. 2). 2003.

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Pesquisa da Pecuária Municipal (PPM)**. 2022. Disponível em: www.ibge.gov.br. Acesso em 14 de jul. de 2024.

JAIN, N. C. **Essential of veterinary hematology. copyrights by Lea and Febiger Philadelphia**. USA, 1993.

JENKINS, T.C.; BATEMAN, H.G.; BLOCK, S.M. Butylsoyamide increases unsaturation of fatty acids in plasma and milk of lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.79, p.585-590, 1996.

JENKINS, T.C.; THIES, E. Plasma fatty acids in sheep fed hydroxyethylsoyamide: a fatty acylamide that resist biohydrogenation. **Lipids**, v.32, p.173-178, 1997.

JOBIM, C. C. *et al.* Subprodutos da agroindústria na alimentação de bovinos. *In: Simpósio Sobre Manejo Estratégico da Pastagem, Viçosa – MG. Anais...* Viçosa – MG: Universidade Federal de Viçosa; DZO. p. 329-358. 2006.

JOBIM, M. L. *et al.* Antimicrobial activity of Amazon *Astrocaryum aculeatum* extracts and its association to oxidative metabolism. **Microbiological Research**, v. 169, n. 4, p. 314-323. 2014.

JORGE, J. R. V. *et al.* Lipídios em dietas para novilhos holandeses: digestibilidade aparente. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal.**, 9(4):743-753. 2008.

KANEKO, J. J.; HARVEY, J. W.; BRUSS, M. L. **Clinical Biochemistry of Domestic Animals**. 6ª ed. San Diego: Academic Press, p. 916, 2008.

LIMA, M.B. *et al.* Intervalos de referência sanguíneos e a influência da idade e sexo sobre parâmetros hematológicos e bioquímicos de ovinos da raça Santa Inês criados na Amazônia Oriental. **Revista Acta Amazônica**, v. 45, n. 3, p. 317 – 322, 2015.

LOUREIRO, R. R. S. *et al.* Farelo de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill.) na alimentação de poedeiras comerciais. **Acta Scientiarum Animal Sciences**, v.29, n.4, p.387-394, 2007.

LUBRANO, C.; ROBIN, J. R.; KHAIAT, A. Composition en acides gras, stérols et tocophérols d’huiles de pulpe de fruits de six espèces de palmiers de Guyane. **Revista Oléagineux**, v. 49, n. 2, p. 59-65, 1994.

MANGUEIRA, J. M. **Perfil metabólico de ovinos Santa Inês submetidos a dietas contendo diferentes níveis de feno de Jurema Preta (*Mimosa tenuiflora* Wild.) e Faveleira (*Cnidocolus phyllacanthus* Pax e K. Hoffm.) no semiárido paraibano**. Monografia (Graduação) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Saúde e Tecnologia Rural, Patos, 2008.

MAPA. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA E PECUÁRIA. **Mapa do Leite**, 2024. Disponível em <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/producao-animal/portaldoleite/mapa-do-leite/>. Acesso em 14 de jul. de 2024.

MARINHO, H. A.; CASTRO, J. S. Carotenóides e valor de pró-vitamina A em frutos da região amazônica: pajurá, piquiá, tucumã e umari. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 17. **Anais...** Belém: SBF, 2002.

MARTINS, A. S. *et al.* Digestibilidade aparente de dietas contendo milho ou casca de mandioca como fonte energética e farelo de algodão ou levedura como fonte proteica em novilhas. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v. 29, p. 269-277, 2000.

MARTINS, C. C. *et al.* Temporary storage of jussara palm seeds: effects of time, temperature and pulp on germination and vigor. **Horticultura Brasileira**, v. 22, n. 2, p. 271-276, 2004.

MATOS, K. A. N. *et al.* Peels of tucumã (*Astrocaryum vulgare*) and peach palm (*Bactris gasipaes*) are by-products classified as very high carotenoid sources. **Food chemistry**, v. 272, p. 216-221, 2019.

MELIKOGLU, M.; LIN, C. S. K.; WEBB, C. Analysing global food waste problem: pinpointing the facts and estimating the energy content. **Central European Journal of Engineering**, v. 3, n. 2, p. 157-164, 2013.

MENEGHETTI, C. D. C.; DOMINGUES, J. L. Características nutricionais e uso de subprodutos da agroindústria na alimentação de bovinos. **Revista Eletrônica Nutritime**, v. 5, n. 2, p. 512-536, 2008.

MILLER, W. M. P. *et al.* Flour from tucum (*Astrocaryum vulgare* Mart) residue in the diet of laying hens. **Revista Acadêmica: Ciências Agrárias e Ambientais**, v.11, p.105-114, 2013.

MIRANDA, I. P. A. *et al.* **Frutos de palmeiras da Amazônia**. Manaus: MCT, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia – INPA. 2001.

MOO-HUCHIN, V. M. *et al.* Determination of some physicochemical characteristics, bioactive compounds and antioxidant activity of tropical fruits from Yucatan, Mexico. **Food Chemistry**, v. 152, p. 508-515, 2014.

MORAIS, J. D.; DIAS, M. R. P. **Elaboração do doce em massa e néctar de tucumã (*Astrocaryum vulgare* Mart)**. 96f. Monografia (Especialização em Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal do Pará. Belém, 2001.

MORRISON, F. B. **Alimentos e alimentação dos animais: elementos essenciais para alimentar, cuidar e explorar os animais domésticos, incluindo aves**. [s.l.] USAID, 1966.

MUNDIM, A. V. *et al.* Influência da ordem e estádios da lactação no perfil bioquímico sanguíneo de cabras da raça Saanen. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 59, n. 2, p. 306-312, abr. 2007.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of dairy cattle**. 7.ed. Washington, D.C.: National Academy Press, 381p. 2001.

NDLOVU, T. *et al.* Assessing the nutritional status of beef cattle: current practices and future prospects. **African Journal of Biotechnology**, v.6, p.2727-2734, DOI: 10.5897/AJB2007.000-2436. 2007.

NETO, C. D. S. M.; DE FREITAS, A. P. G; MILAGRES, D. C. R. Frequência de *Babesia* spp. em bezerras holandesas no município de Patos de Minas – MG. **Brazilian Journal of Animal and Environmental Research**, v. 4, n. 4, p. 5782-5791. 2021.

NOGUEIRA, O. L. *et al.* **A cultura do açaí**. Coleção plantar. EMBRAPA, Brasília, DF. 1995.

OLIVEIRA, A. S. **Co-produtos da extração de óleo de sementes de mamona e girassol na alimentação de ruminantes**. Tese de Doutorado, Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais, 166p. 2008.

OLIVEIRA, R. L. *et al.* Alimentos alternativos na dieta de ruminantes. **Revista Científica de Produção Animal**, v. 15, n. 2, p. 141-160, 2014.

PATINO, H. O. **Perfil metabólico em ruminantes: seu uso em nutrição e doenças nutricionais**. 2000.

PAYNE, J. M.; PAYNE, S. **The metabolic profile**. 1 ed. Oxford: Oxford University Press, p. 179, 1987.

PEDROSO, A. M.; SANTOS, F. A. P.; BITTAR, C. M. Substituição do milho em grão por farelo de glúten de milho na ração de vacas em lactação em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n. 8, p. 1614-1619, 2009.

PEDROSO, A. M. & CARVALHO, M. P. Polpa cítrica e farelo de glúten de milho (2006). *In*: PEDROSO, A. M.; Treinamento online: Subprodutos para ruminantes: estratégias para reduzir o custo de alimentação. Piracicaba: **AgriPoint**, v. 2, p. 1-35, 2006.

PEIXOTO, L. A. P.; OSÓRIO, M. T. M. Perfil metabólico proteico e energético na avaliação do desempenho reprodutivo em ruminantes. **Revista Brasileira de Agrociência**, v. 13, n. 3, p. 299–304, 2007

PESCE, C. **Oleaginosas da Amazônia**. 2 Ed., ver. e atual. Belém: Museu Paraense Emilio Goeldi. Núcleo de Estudos Agrários e Desenvolvimento Rural, 2009.

PIMENTEL, J.J. de O.; LANA, R. de P.; TEIXEIRA, R.M.A.; ABREU, D.C. de; GHEDINI, C.P. Produção de leite em função de níveis de suplementação com concentrados para vacas leiteiras pastejando capim-elefante. **Revista Brasileira de Higiene e Sanidade Animal**, v.7, p.61-78, DOI: 10.5935/1981-2965.20130005. 2013.

RADOSTITS, O. M.; BLOOD, D. C.; GAY, C. C. **Veterinary medicine. A textbook of the diseases of cattle, sheep, pigs, goats and horses**. [s.l.] Bailliere Tindall Ltd, 1994.

RAMOS, A. F. O. *et al.* Tucumã Oil Shifted Ruminant Fermentation, Reducing Methane Production and Altering the Microbiome but Decreased Substrate Digestibility Within a RUSITEC Fed a Mixed Hay – Concentrate Diet. **Frontiers in Microbiology**, v. 9, 2018.

RIBEIRO, C. C.; SOARES, M. S. Caracterização do fruto e elaboração de geleia da polpa de tucumã (*Astrocaryum vulgare* Mart.). *In: Encontro Regional do Norte e Nordeste Da Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia e Alimentos*, 5. Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos, p. 213. 1995.

RIBEIRO, L. A. O. *et al.* Perfil metabólico de borregas Corriedale em pastagem nativa do Rio Grande do Sul. **Acta Scientiae Veterinariae**. v. 31, n.3, p. 167 - 170, 2003.

RODRIGUES FILHO, J. A.; CAMARÃO, A. P.; AZEVEDO, G. P.C. Utilização da torta de amêndoa de dendê na alimentação de ruminantes. Belém: **Embrapa Amazônia Oriental**, 24p. (Embrapa Amazônia Oriental. Documentos, 111). 2001.

ROWLANDS, G. J. Metabolites in the blood of beef and dairy cattle. **Wild. Rev. Nutr. Diet**. v. 35, p. 172-235. 1980.

RUSSELL, K. E.; ROUSSEL, A. J. Evaluation of the ruminant serum chemistry profile. **Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice**, v 23, n. 3 p 403–426, 2007.

SÁ, K. N. **Avaliação do resíduo de tucumã (*Astrocaryum aculeatum*) na alimentação de ruminantes**. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Amazonas, Manaus. 2023.

SAGRILLO, M. R. *et al.* Os extratos de frutos de Tucuma (*Astrocaryum aculeatum* Meyer) diminuem os efeitos citotóxicos do peróxido de hidrogênio nos linfócitos humanos. **Food chemistry**, v. 173, p. 741-748. 2015.

SALIBA, E. O. S.; FERREIRA, W. M.; PEREIRA, R. A. N. Lignin from Eucalyptus grandis as indicator an rabbits in digestibility trials. **Tropical and Subtropical Agroecosystem**, v. 3, n. 3, p. 107- 109, 2013.

SANTOS, F.L. *et al.* Efeito da suplementação de lipídios na ração sobre a produção de ácido linoléico conjugado (CLA) e a composição da gordura do leite de vacas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30, p. 1931- 1938, 2001.

SANTOS, G. T. Efeito de diferentes volumosos sobre os constituintes sanguíneos de vacas da raça holandesa. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 9, n. 1, p. 35–44, 2008.

SANTOS, J. E. P.; SÁ FILHO, M. F. Nutrição e reprodução em bovinos. *In: Simpósio Internacional de Reprodução Animal Aplicada*, 2. 2006, Londrina. **Anais...** Londrina: UEL/USP, p.30-54. 2006.

SARTORI, R.; GUARDIEIRO, M. M. Fatores nutricionais associados à reprodução da fêmea bovina. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, p.4 22-432, 2010.

SHANLEY, P.; MEDINA, G. **Frutíferas e plantas úteis na vida amazônica**. Belém: CIFOR, 2005.

SILVA FILHO, J. C.; ARMELIN, M. J. A.; SILVA, A. G. Determinação da composição mineral de subprodutos agroindustriais utilizados na alimentação animal pela técnica de ativação neutrônica. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 34, n. 2, p. 235-241, 2001.

SILVA, G. S. **Hematologia de Ovinos Alimentados com Farelo da Casca de Tucumã (*Astrocaryum aculeatum*)**. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2024.

SILVA, J. A. *et al.* Parâmetros sanguíneos de vacas leiteiras mantidas em pasta suplementadas com diferentes fontes proteicas. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 17, p. 174-185, 2016.

SILVA, V. B. **Resíduo úmido de cervejaria na alimentação de cabras**. 53f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 2007.

SOUSA, M. S. B. *et al.* Caracterização nutricional e compostos antioxidantes em resíduos de polpas de frutas tropicais. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, n. 3, p. 554-559, 2011.

SOUZA, A. L. *et al.* Casca de Café em Dietas de Vacas em Lactação: Consumo, Digestibilidade e Produção de Leite. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, p. 2496-2504, 2005.

SOUZA, L. C. *et al.* Development of microorganisms during storage of wet brewery waste under aerobic and anaerobic conditions. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 41, p. 188-193, 2012.

SPEARS, J. W. Reevaluation of the Metabolic Essentiality of the Minerals-ReviewAsian-Australasian. **Journal of Animal Sciences**, v. 12, n. 6, p. 1002–1008, 1999.

STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM – SAS OnDemand for Academics. **Users guide**. Cary: 2009.

STRADA, E. S. O. *et al.* Uso de enzimas na alimentação de frangos de corte. **Revista Brasileira Zootecnia**, v. 34, p. 2369-2375, 2005.

TAVARES, R. T. *et al.* Degradabilidade *in situ* Da Casca Do Tucumã (*Astrocaryum aculeatum*) em Substituição ao Milho em Dieta para Bovinos. Manaus. **Atena Editora**, v. 3, cap. 15, p. 127-134, 2020.

VARGAS, L.H. *et al.* Adição de lipídios na ração de vacas leiteiras: parâmetros fermentativos ruminais, produção e composição do leite. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 31, p. 522-529, 2002.

VILLACHICA, H. **Frutales y hortalizas promisorias de la Amazonía: tratado de cooperación amazonica**. Lima: Secretaria Pro-Tempore, Tratado de Cooperacion Amazonica, p. 367, 1996.

WHITLOCK, L. A. *et al.* Milk production and composition from cows fed high oil or conventional corn at two forage concentrations. **Journal Dairy Science**, v. 86, p. 2428-2437, 2003.

YUYAMA, L. K. O. *et al.* Biodisponibilidade dos carotenóides do buriti (*Mauritia flexuosa* L.) em ratos. **Acta Amazônica.**, Manaus, v. 28, n. 4, p. 409-415, 1998.

_____. Polpa e casca de tucumã (*Astrocaryum aculeatum* Meyer): quais os constituintes nutricionais? **Nutrire: Revista da Sociedade Brasileira de Alimentação e Nutrição**, v. 30, p. 225, 2005.

_____. Processamento e avaliação da vida-de-prateleira do tucumã (*Astrocaryum aculeatum* Meyer) desidratado e pulverizado. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 28, n. 2, p. 408-412. 2008.