



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



**HEMATOLOGIA DE OVINOS ALIMENTADOS COM FARELO DA
CASCA DE TUCUMÃ (*Astrocaryum aculeatum*)**

GISELE SANTOS DA SILVA

MANAUS

2024

GISELE SANTOS DA SILVA

**HEMATOLOGIA DE OVINOS ALIMENTADOS COM FARELO DA
CASCA DE TUCUMÃ (*Astrocaryum aculeatum*)**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal e Recursos Pesqueiros - PPGCARP/UFAM como parte dos requisitos para defesa de mestrado.

Área de Concentração: Produção Animal.

Linha de Pesquisa: Nutrição e produção de ruminantes e monogástricos.

ORIENTADOR: Prof. Dr. Michel do Vale Maciel

COORIENTADOR: Prof. Dr. Fábio Jacobs Dias

MANAUS

2024

Ficha Catalográfica

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

S586h Silva, Gisele Santos
Hematologia de ovinos alimentados com farelo da casca de tucumã (*Astrocaryum aculeatum*) / Gisele Santos Silva . 2024
45 f.: il. color; 31 cm.

Orientador: Michel do Vale Maciel
Coorientador: Fábio Jacobs Dias
Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Recursos
Pesqueiros) - Universidade Federal do Amazonas.

1. Hemograma. 2. bioquímico. 3. nutrição. 4. ovelhas. I. Maciel,
Michel do Vale. II. Universidade Federal do Amazonas III. Título

GISELE SANTOS DA SILVA

**HEMATOLOGIA DE OVINOS ALIMENTADOS COM FARELO DA
CASCA DE TUCUMÃ (*Astrocaryum aculeatum*)**

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

Aprovado em 02 de março de 2024.

BANCA EXAMINADORA

Documento assinado digitalmente
 **MICHEL DO VALE MACIEL**
Data: 11/03/2024 09:49:14-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Dr. Michel do Vale Maciel
Universidade Federal do Amazonas

Documento assinado digitalmente
 **MARCOS VINICIUS DE CASTRO FERRAZ JUNIOR**
Data: 05/03/2024 10:00:41-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Dr. Marcos Vinicius de Castro Ferraz Junior - Membro
Universidade Federal do Amazonas

Documento assinado digitalmente
 **BENITO SOTO BLANCO**
Data: 02/03/2024 14:05:16-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Dr. Benito Soto Blanco - Membro
Universidade Federal de Minas Gerais

A minha mãe, Regilene Santos da Silva e minha vizinha, Raimunda Alves da Mota (*in memoriam*). Agradeço por sempre me dizerem que o estudo e o conhecimento são coisas que ninguém pode nos tirar. Obrigada por terem sido exemplo de amor, bondade, trabalho e honestidade. Obrigada por todo amor que dedicaram a mim em vida.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por ser sempre me abençoar, por ter sido minha força e por iluminar meus caminhos com seu amor e proteção.

Aos meus pais do coração Elioneth Faba e Alcemir Santos por todo amor, obrigada por serem os meus incentivadores orgulhosos. Agradeço por tudo e amo vocês!

Aos meus amados irmãos, Junior Santos, Adriel Santos, Alciele Santos, Eyke Faba e minha caçula Gisela Santos, que mesmo de longe sempre estiveram comigo, me dando forças, incentivos. Amo vocês!

Aos meus orientadores, Prof. Dr. Michel do Vale Maciel e Fábio Jacobs Dias, por toda orientação, ensinamentos, conselhos, profissionalismo e amor a profissão e incentivo à pesquisa.

Aos membros do laboratório de forragicultura e pastagens da Universidade Federal do Amazonas– LAFOPAST e ao Laboratório de Farmácia da Universidade Federal do Amazonas -BIOFAR.

Aos funcionários da Fazenda Experimental da – UFAM/ FAEXP. Em especial ao meu amigo e médico veterinário responsável, Hugo Perdigão. Obrigada pela ajuda e apoio durante esse trabalho.

A todos os meus amigos de vida, em especial as médicas veterinárias e amigas, Nathália Pinheiro e Hervellyn Ferreira, obrigada por todo apoio. Vocês muito especiais para mim!

Aos colegas e amigos de mestrado, em especial Thatiane Nogueira que dividiu essa pesquisa comigo e me confortou quando necessário, obrigada. Aos amigos, Mateus Andrade, Katrine Gomes, Kamila nascimento, Aline Lima, Tayanne Lopes, Maycom Lopes, Terezinha Souza, Beatriz Pires. Vocês são incríveis!

A Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Amazonas – FAPEAM, pelo financiamento concedido para realização deste projeto, sob o Edital de nº 10/2022-PDCA/AM -FAPEAM.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de Mestrado.

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

RESUMO

O presente trabalho teve como objetivo avaliar parâmetros hematológicos e bioquímicos de ovinos alimentados com farelo da casca de tucumã (*Astrocaryum aculeatum*) em substituição ao milho. Para isso, foram utilizadas cinco ovelhas, com média de três anos e peso corporal de 45 kg. Esses animais foram distribuídos aleatoriamente em um delineamento quadrado latino 5x5, onde foram submetidas a dieta composta por volumoso e concentrado, com as proporções de 0%, 5%, 10%, 15% e 20% de inclusão do farelo da casca do tucumã. Para avaliação hematológica e bioquímica foram realizadas coletas sanguíneas a cada 12 dias, sendo feita uma coleta antes da alimentação (0 horas) e uma coleta 4 horas após a alimentação. As análises sanguíneas foram feitas através de equipamentos automáticos e kits comerciais para cada parâmetro avaliado. Os dados obtidos foram submetidos ao procedimento PROXID MIXED para verificar o efeito linear, quadrático, cúbica e desvio da quadrática e posteriormente as médias foram comparadas com os valores de referência da espécie. Houve efeito quadrático, para o parâmetro de concentração de hemoglobina corpuscular média (CHCM) e para a glicose, e efeito linear para o ferro ($p < 0,05$). No hemograma, os leucócitos se apresentaram aumentados em todos os níveis e os linfócitos nos níveis 0%, 10% e 20%. No perfil bioquímico, o colesterol ficou com médias aumentadas e as proteínas totais com médias abaixo do valor de referência. Não foi encontrado efeito de interação entre os níveis de inclusão e o horário das coletas (NxH) para nenhum parâmetro avaliado. Nesse sentido, é possível afirmar que a inclusão do farelo da casca do tucumã até o nível de inclusão de 20% em substituição ao milho não altera os parâmetros hematológicos e bioquímicos, e atende as exigências nutricionais das ovelhas.

Palavras-chaves: Hemograma, bioquímico, nutrição, ovelhas.

ABSTRACT

The present work aimed to evaluate hematological and biochemical parameters of sheep fed with tucumã (*Astrocaryum aculeatum*) bark bran replacing corn. For this, five sheep were used, with an average age of three years and a body weight of 45 kg. These animals were randomly distributed in a 5x5 Latin square design, where a diet consisting of roughage and concentrate was imposed, with proportions of 0%, 5%, 10%, 15% and 20% inclusion of tucumã peel bran. For hematological and biochemical evaluation, blood samples were taken every 12 days, with a collection made before feeding (0 hours) and a collection 4 hours after feeding. Blood analyzes were carried out using automatic equipment and commercial kits for each parameter evaluated. The data obtained were subjected to the PROXID MIXED procedure to verify the linear, quadratic, cubic effect and quadratic deviation and subsequently the means were compared with the reference values of the species. There was a quadratic effect for the mean corpuscular hemoglobin concentration (MCHC) parameter and for glucose, and a linear effect for iron ($p < 0.05$). In the blood count, leukocytes increased at all levels and lymphocytes at levels 0%, 10% and 20%. In the biochemical profile, cholesterol had increased averages and total proteins had averages below the reference value. No interaction effect was found between inclusion levels and collection location (NxH) for any parameter evaluated. In this sense, it is possible to state that the inclusion of tucumã bark bran up to the inclusion level of 20% in replacement of corn does not alter the hematological and biochemical parameters and meets the nutritional criteria of the sheep.

Keywords: Blood count, biochemistry, nutrition, sheep.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	12
2.REVISÃO DE LITERATURA	13
2.1.Ovinocultura no Estado do Amazonas	13
2.2.Aspectos relacionados ao fruto do Tucumã (<i>Astrocaryum aculeatum</i>).....	14
2.3.Hematologia: componentes e avaliações	15
2.4.Metabolismo energético	16
2.5.Metabolismo protéico	16
2.6.Metabolismo enzimático.....	17
2.7.Metabolismo mineral.....	18
3.JUSTIFICATIVA	19
4.HIPÓTESES	19
5.OBJETIVOS.....	20
5.1.Objetivo Geral	20
5.2.Objetivos Específicos	20
6.MATERIAL E MÉTODOS.....	20
6.1.Manejo dos animais e delineamento experimental.....	20
6.2.Manejo alimentar e dieta fornecida	21
6.3.Coleta e processamento das amostras sanguíneas	23
6.4.Análises Estatísticas	26
7.RESULTADOS	26
8.DISSCUSSÃO.....	30
REFERÊNCIAS	37

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1:** Processamento da casca do tucumã - A: casca do tucumã in natura; B: secagem da casca do tucumã; C: casca do tucumã após secagem em estufa; D: casca do tucumã moída. 21
- Figura 2:** Dieta oferatada – A: volumoso (silagem de BRS Capiçu); B: mistura do concentrado (milho moído, farelo de soja, uréia, mistura mineral e casca de tucumã).. 23
- Figura 3:** Contenção para coleta de sangue - A e B: ovelhas contidas para início de coleta; C e D: coleta de sangue por venopunção da veia jugular 24
- Figura 4:** Lâminas de esfregaços sanguíneos de ovelhas alimentadas com farelo da casca de tucumã em diferentes níveis; Células apresentam-se normais, sem alterações qualitativas de tamanho e coloração. A: presença de hemácias e neutrófilo segmentado no canto inferior esquerdo; B e C: visualização de hemácias; D: visualização de hemácias e no canto superior direito presença de eosinófilo. 25

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Composição bromatológica do volumoso e dos ingredientes do concentrado.22

Tabela 2 - Níveis de substituição do farelo da casca do tucumã pelo milho na dieta ... 22

Tabela 3 - Parâmetros do hemograma (coleta 0 horas) - valores médios e desvio padrão de ovelhas alimentadas com farelo de casca de tucumã em substituição ao milho..... 24

Tabela 4 - Parâmetros do hemograma (coleta 4 horas) - valores médios e desvio padrão de ovelhas alimentadas com farelo de casca de tucumã em substituição ao milho..... 25

Tabela 5 - Parâmetros bioquímicos (coleta 0 horas) - valores médios e desvio padrão de ovelhas alimentadas com farelo de casca de tucumã em substituição ao milho..... 28

Tabela 6 - Parâmetros bioquímicos (coleta 4h) - valores médios e desvio padrão de ovelhas alimentadas com farelo de casca de tucumã em substituição ao milho..... 29

1. INTRODUÇÃO

Em 2022, o rebanho ovino no Brasil apresentou um crescimento, totalizando 21.514.274 cabeças, sendo o seu maior produtor o estado da Bahia (IBGE, 2022). A cadeia produtiva de ovinos proporciona diversos produtos e subprodutos que abastecem o mercado, com carne, lã, pele, leite e derivados. Esta por si só mostra um quadro onde essa produção tem sua importância diante do cenário nacional, principalmente para agricultura familiar, pois a criação está destinada tanto para a exploração econômica como para a subsistência das famílias de zonas rurais (VIANA, 2008).

No Amazonas, a pecuária ocupa papel importante na criação dos rebanhos ovinos, onde estima-se que existam cerca de 37.385 cabeças (IBGE, 2022). Nos diferentes tipos de sistema de criação existentes, os ovinos apresentam características positivas, como a habilidade para enfrentar distintas condições climáticas, rusticidade, adaptabilidade a ambientes tropicais e subtropicais, entre outras (GOMES et al., 2014). No entanto, o manejo nutricional de ruminantes segue sendo um dos principais entraves, uma vez que representa o maior custo, sendo cerca de 70% da produção (ALVES et al., 2018).

Atualmente, a utilização de insumos e subprodutos de baixo custo apresentam-se como uma estratégia que pode contribuir de forma positiva na cadeia produtiva de ovinos, buscando atender as necessidades nutricionais dos animais, para que seu potencial produtivo seja desempenhado de forma satisfatória (MATSUDA, 2013). Diversos subprodutos encontrados em determinadas regiões do território nacional, podem ser utilizados na alimentação animal, contribuindo significativamente para reduzir os custos alimentares (FILHO et al., 2007) .

A região possui diversas espécies nativas de plantas frutíferas que apresentam potencial econômico e nutricional, como o tucumã (*Astrocaryum aculeatum*), que vem sendo utilizado em substituição a alimentos com propriedades proteicas e energéticas (SILVA, 2018; XAVIER et al., 2019). Seu fruto apresenta importantes propriedades nutricionais, como fonte de caloria, fibras, pró-vitamina A, principalmente o β -caroteno e lipídeos, o que representa um alto valor energético (FERREIRA et al., 2008; MARINHO e CASTRO, 2002). Apesar de todo seu potencial, poucos estudos foram realizados verificando sua influência no manejo alimentar de ovinos (CLEMENT; LLERAS; VAN LEEUWEN, 2005).

A composição nutricional do tucumã é similar a encontrada no milho, podendo ser usada como uma fonte proteica e/ou energética (MILLER et al., 2013). Entretanto, o efeito da dieta com substituição do tucumã sobre os parâmetros hematológicos e

bioquímicos de ovinos ainda não é bem conhecido. Com isso, o estudo do perfil sanguíneo permitirá avaliar o metabolismo do estado nutricional dos animais (HAIDA et al., 1996).

Avaliações hematológicas, tanto para parâmetros de hemograma como de dosagens bioquímicas, são exames de avaliação da saúde de ruminantes. Cada componente químico do sangue pode mostrar desequilíbrios de origem metabólica ou nutricional (GONZÁLEZ, 2009). A metabolização dos ingredientes oriundos da alimentação está diretamente ligada ao bom funcionamento hepático, sendo importante observar a presença de distúrbios metabólicos através dos níveis das enzimas hepáticas presentes no sangue (MUNDIM et al., 2007).

Diante disso, objetiva-se avaliar diferentes parâmetros sanguíneos de ovinos alimentados com farelo da casca do tucumã em substituição ao milho na dieta, para verificar a influência sobre os aspectos da fisiologia sanguínea.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Ovinocultura no Estado do Amazonas

Segundo o IBGE (2022), no estado do Amazonas, o rebanho ovino é composto de 37.385 cabeças, sendo o maior produtor do Estado o município de Parintins, distribuídos entre 1.705 unidades registradas. De acordo com informações da Secretaria de Estado de Produção Rural do Amazonas (2020), na região, essa atividade se destaca pela característica de subsistência, sendo praticada por agricultores familiares. Segundo Oliveira et al., (2017), essa criação pode se tornar economicamente viável, já que os animais podem ser criados em áreas de várzea ou terra firme, de forma intensiva e/ou extensiva, além de apresentarem em sua maioria um comportamento dócil e um manejo com fácil condicionamento, podendo ser criados em conjunto com outras culturas animais.

Na região norte, assim como em outras regiões, o baixo desenvolvimento produtivo dos rebanhos tem interferência das condições climáticas a que os animais são submetidos. As temperaturas elevadas causam estresse calórico, o que pode causar um declínio na produção em virtude da queda do consumo de alimentos, além de aumentar as exigências para manter os animais (ALMEIDA, 2011; COSTA, 2010).

No Amazonas, mesmo diante de alguns entraves, como o custo de produção, baixa tecnologia aplicada nas propriedades e baixa produtividade, o setor vem se fortalecendo devido a melhoria no manejo dos animais e viabilidade econômica da criação (OLIVEIRA et al., 2017).

2.2. Aspectos relacionados ao fruto do Tucumã (*Astrocaryum aculeatum*)

O tucumã (*Astrocaryum aculeatum*) é descrito como um fruto com baixo teor de açúcar, mas com elevado conteúdo lipídico, características que contribuem para o seu elevado valor energético (AGUIAR, 1996). A proporção lipídica do tucumã dá aporte a sua grande quantidade de óleos e gorduras, esses óleos apresentam sua composição predominantemente em ácidos graxos poliinsaturados, como ácido oleico (46 – 58%), ácido linoleico (3 – 26%), ácido linolênico (0,9 – 5%) e ácidos graxos saturado, como o ácido palmítico (13 – 29%) e ácido esteárico (3 – 9%) (FERREIRA et al., 2008; MARINHO; CASTRO, 2002).

Análises físicas e bioquímicas feitas com o tucumã, mostraram os principais elementos encontrados no caroço de tucumã foram silício, fósforo, cloro, potássio e cálcio, no endocarpo do tucumã foi encontrado silício, potássio e cálcio e na amêndoa do tucumã foi encontrado potássio e cálcio (MAIA, 2022). Esses macros e micronutrientes são minerais indispensáveis aos processos metabólicos animais e por esta razão devem estar presentes na alimentação animal (TOKARNIA; DÖBEREINER; PEIXOTO, 2000). Além de estarem envolvidos com o desempenho produtivo, na manutenção do crescimento e no metabolismo energético (MORRISON, 1966).

Devidos às suas propriedades nutricionais, resultados positivos foram encontrados no uso do farelo do resíduo (casca) de tucumã em substituição ao milho na alimentação de poedeiras comerciais, proporcionando melhor desempenho produtivo e qualidade dos ovos (SILVA, 2018). Também foram encontradas respostas positivas na alimentação de peixes, mostrando que o farelo de milho pode ser substituído por farinha de torta de tucumã em dietas para juvenis de tambaquis (*Collossoma macropomum*) (XAVIER et al., 2019).

Trabalhos realizados com óleo do tucumã usados na alimentação de ruminantes, obtiveram resultados favoráveis nos produtos da fermentação do acetato para o propionato, causando uma baixa na produção de metano (RAMOS et al., 2018). Budel et al., (2023), avaliando a emissão de metano, ingestão, digestibilidade, desempenho e metabólitos sanguíneos em ovinos suplementados com bolo cupuaçu e tucumã na Amazônia oriental, verificaram que a suplementação com o tucumã não comprometeu os metabólitos sanguíneos dos ovinos.

2.3. Hematologia: componentes e avaliações

A hematologia estuda a morfologia e fisiologia do sangue e sua hemostasia (OLIVEIRA; RIBEIRO; VIZZONI, 2013). O sangue é composto pelo plasma que faz a homeostase desse tecido e por células que ficam imersas no líquido plasmático, que sofre o processo de coagulação e forma outro componente chamado soro e forma também os coágulos (ETIM et al., 2014; OLIVEIRA; RIBEIRO; VIZZONI, 2013). Dentre os elementos celulares que compõem o sangue temos os glóbulos vermelhos (hemácias), glóbulos brancos (leucócitos) e as plaquetas/trombócitos (ETIM et al., 2013).

Exames hematológicos são parâmetros importantes para avaliar clinicamente o estado fisiológico e aspectos de alterações patológicas de animais (JAWASREH et al., 2010; KRAL; SUCHÝ, 2000). Uma avaliação de perfil hematológico para qualquer espécie requer a observação dos valores do hematócrito, da dosagem de hemoglobina (glóbulo vermelho), os índices hematimétricos (VCM, HCM e CHCM), análise qualitativa e quantitativa das células sanguíneas hemácias, dos glóbulos brancos (leucócitos totais) e das plaquetas (POLIZOPOULOU, 2010).

A caracterização e quantificação dos eritrócitos é feita pelo eritrograma, que é baseado pelos índices do hematócrito, sendo o VCM (volume corpuscular médio) que corresponde ao tamanho dos eritrócitos, o HCM (hemoglobina corpuscular média) e o CHCM (concentração de hemoglobina corpuscular média) que reflete a intensidade da coloração dos eritrócitos. Esses índices são significativos pois estão relacionados com informações base para o diagnóstico de anemias (ETIM et al., 2014; PETERS et al., 2011). Os eritrócitos ou hemácias (glóbulos vermelhos), são transportadores da hemoglobina e estão envolvidos no transporte de oxigênio e dióxido de carbono no corpo, logo, a contagem baixa dos seus valores mostra que há uma redução no nível de oxigênio e do dióxido de carbono circulante (ISAAC et al., 2013; SOETAN; AKINRINDE; AJIBADE, 2013).

Segundo Etim et al., (2014) o leucograma faz mensuração dos glóbulos brancos ou leucócitos (neutrófilos, eosinófilos, basófilos, linfócitos, monócitos), essas células combatem infecções e atuam na defesa contra patógenos, além da produção e transporte de anticorpos para as respostas imunes. As análises dos níveis de plaquetas são importantes, pois elas exercem um papel fundamental na coagulação sanguínea, sua baixa concentração sugere que a formação de coágulos ou trombos plaquetários será retardada, o que pode levar a uma resultante perda de sangue em caso de lesão.

Esses aspectos são importantes na avaliação de fatores fisiológicos em condições de doenças, assim como na avaliação do estado nutricional que também podem causar alterações sanguíneas (YADAV et al., 2002). Componentes eritrocitários, glóbulos brancos, células plaquetárias, o volume corpuscular médio, a hemoglobina corpuscular média, são os índices que auxiliam no monitoramento de diversas alterações fisiológicas e patológicas relacionadas a alimentação ou a outros fatores que venham alterar os componentes e os parâmetros do sangue (OYAWOYE; OGUNKUNLE, 2004).

2.4. Metabolismo energético

O estudo do perfil de metabólitos sanguíneos para avaliação do status nutricional é feito pelas vias bioquímicas, sendo os principais metabólitos associados à glicose, colesterol e triglicerídeos (PEIXOTO; OSÓRIO, 2007). Análises bioquímicas são exames laboratoriais utilizados na avaliação da saúde dos ruminantes e de outros animais domésticos, onde a identificação dos resultados obtidos deve ser comparada com os valores de referências de cada espécie (SCHALM; JAIN; CARROLL, 1975).

A glicose é uma medida importante para monitorar a saúde e o status metabólico, devido a sua importância no metabolismo intermediário e sua relação com o metabolismo de aminoácidos e lipídeos (FILIPOVIĆ et al., 2011), porém, pode variar rapidamente devido a fatores não dietéticos ou ao estresse (VILLA et al., 2009).

Análises do colesterol sanguíneo estão relacionadas ao desempenho produtivo, pois ele pode influenciar na performance reprodutiva dos ruminantes, por ser precursor de hormônios esteróides importantes como a progesterona (GODOY et al., 2004). Níveis de colesterol plasmático são indicadores adequados do total de lipídeos no plasma, pois correspondem a, aproximadamente, 30% do total e tem relação direta com a alimentação do animal (VILLA et al., 2009).

Os triglicerídeos atuam majoritariamente como fonte de energia metabólica celular, que se acumulam no tecido adiposo que é seu principal local de metabolismo endógeno nos ruminantes, de onde são mobilizados em resposta às demandas de energia do corpo (GODOY et al., 2004).

2.5. Metabolismo protéico

O metabolismo proteico desempenha funções base na nutrição de ruminantes e de outras espécies animais (PEIXOTO; OSÓRIO, 2007). Esse metabolismo está relacionado com o fígado, pois a síntese de proteínas acontece principalmente nesse órgão, além de ser um dos indicativos do estado nutricional e dentre os metabólitos que podem ser

avaliados para sua determinação, encontra-se as proteínas totais, ureia e creatinina (MANGUEIRA, 2008; PAYNE e PAYNE, 1987).

As proteínas totais, são metabólitos que refletem o estado proteico e através dos seus parâmetros sanguíneos permitem avaliar aspectos do estado nutricional, pois, uma desordem nos seus valores pode ser um indicativo de desidratação e infecções quando seus níveis estão elevados e quadros de deficiência de proteínas na dieta quando seus valores estão baixos (GONZÁLES, 2018; PUGH, 2004).

Os níveis séricos da ureia são utilizados com muita frequência na rotina clínica como indicador do metabolismo proteico e nos níveis de proteínas ofertadas na alimentação (GONZÁLEZ et al., 2000). A quantidade de energia ofertada na ração tem efeito sobre a ureia, se não houver um bom balanceamento entres esses indicadores pode ocorrer a elevação dos seus níveis no sangue, podendo também ocorrer sua excreção pelo leite e urina, assim como a baixa dos seus valores pode alterar o metabolismo dos microrganismos ruminais (FERGUSON; CHALUPA, 1989; SANTOS, 2008). Além de demonstrar o estado proteico, a ureia é sintetizada no fígado e se estiver com níveis fisiológicos aumentados ela eleva os níveis de concentração da amônia produzida no rúmen (FERGUSON; CHALUPA, 1989).

Outro componente que faz parte do metabolismo proteico é a creatinina, que é formada a partir da creatina que é um metabólito de energia muscular (PEIXOTO; OSÓRIO, 2007). Porém, seus níveis são pouco afetados pela dieta e não tem uma relação direta com o consumo de proteínas (KANEKO et al., 2008). Com isso, a creatinina e seus níveis plasmáticos são indicativos mais confiáveis de função renal, pois estão ligados a taxa de filtração glomerular, devido sua excreção renal (GONZÁLEZ; SILVA, 2017).

2.6. Metabolismo enzimático

A avaliação das enzimas hepáticas, como a aspartato aminotransferase, gama glutamiltransferase e fosfatase alcalina são importantes para análise dos parâmetros do funcionamento hepático, onde o fígado é essencial para metabolização dos ingredientes oriundos da dieta, podendo mostrar a ocorrência de distúrbios metabólicos (MUNDIM et al., 2007).

Segundo González e Silva (2017), a enzima aspartato aminotransferase (AST), é usada na detecção e mensuração de lesões nos hepatócitos. A AST promove 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 gama-carboxila do glutamato a um peptídeo, podendo ser encontrada nas membranas e no citosol de células, especialmente no epitélio dos ductos biliares e túbulos renais e são enzimas que detectam colestase, quando o fluxo biliar fica comprometido, possibilitando que as células biliares extravasem para a corrente sanguínea (GONZÁLEZ; SILVA, 2017).

A Fosfatase Alcalina (FA) promove a catalisação da hidrólise de ésteres do ácido fosfórico sob condições alcalinas. Sua maior parte é de origem sérica e hepática, onde está presente nas células do epitélio biliar e nas membranas caniculares dos hepatócitos (GONZÁLEZ; SILVA, 2017).

2.7. Metabolismo mineral

Na fisiologia animal os minerais fazem parte do grupo essencial para um bom funcionamento, sendo componentes inorgânicos que não são produzidos pelo organismo e precisam ser obtidos através da dieta (GUEDES et al., 2016). São divididos em macrominerais e microminerais e tem seus níveis em maior e menor concentração no organismo, sendo elementos importantes na estrutura e nos tecidos, atuando como ativador de ações hormonais, ativação enzimática e participando do equilíbrio ácido básico (GONZÁLEZ; SILVA, 2017). 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 (MORRISON, 1966).

O fósforo (P) é um macromineral importante e com grande concentração no organismo, atuando nos ossos, compondo o DNA, RNA e os fosfolipídeos (SPEARS, 1999). A avaliação dos seus níveis é feita através do plasma sanguíneo, os ruminantes fazem o processo de reciclagem desse elemento através da saliva e sua absorção ruminal e intestinal (PATINO, 2000). As pastagens normalmente são pobres em P, o que pode levar a uma deficiência deste no organismo de animais que ficam em regime de pasto, essa deficiência não causa problema de imediato, mas a longo prazo pode trazer problemas como osteoporose, infertilidade e dentre outros problemas aos animais (GÓNZALEZ; SILVA, 2017).

Outro mineral importante para fisiologia animal é o cálcio (Ca), que faz parte da matriz óssea, atuando na regulação metabólica, fazendo parte da ativação de proteases, tem importante ação na coagulação sanguínea, juntamente com a troponina C ajuda na contração muscular, transmissão de impulsos nervosos e tem participação na atuação

hormonal (SPEARS, 1999). As variações dos níveis de cálcio não acontecem de forma abrupta, devido a um ajustado controle endócrino, mas 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, pois o cálcio orgânico está ligado a albumina (PATINO, 2000).

O magnésio é um mineral que é um bom indicador do estado nutricional, pois, tem seus níveis ligados diretamente a dieta por não existir um controle homeostático, ele é excretado pelos rins e tem função de cofator de várias enzimas, sendo um importante componente dos ossos e atua em atividades neuromusculares (SPEARS, 1999).

Um dos microminerais mais importante é o ferro, que é estocado no baço, ele armazena e faz o transporte de oxigênio, elétrons e alguns componentes de enzimas, transporta e participa do processo de síntese de hemoglobina (SPEARS, 1999). No intestino, ele participa do processo de formação das células do sangue, em uma das fases de maturação eritrocitária e a baixa dos seus níveis pode causar anemia (PATINO, 2000).

3. JUSTIFICATIVA

Na produção da ovinocultura, o uso de subprodutos regionais nas rações tem sido uma alternativa para diminuição de custos de manejo alimentar. Cascas oriundas do despulpamento do fruto do tucumã (*Astrocaryum aculeatum*) vem sendo descartados sem um aproveitamento adequado. Baseado na sua composição nutricional, esse produto pode vir a acrescentar de forma positiva na alimentação desses animais. Todavia, pouco se sabe sobre os efeitos da substituição desse subproduto sobre os parâmetros sanguíneos de ovelhas. Com isso, análises do perfil hematológico e bioquímico de ovinos alimentados com farelo da casca do tucumã em substituição ao milho é importante para verificar seus efeitos nutricionais em relação aos aspectos sanguíneos.

4. HIPÓTESES

H₀: A substituição do milho pelo farelo da casca do tucumã na alimentação de ovinos não altera os parâmetros hematológicos e bioquímicos.

H₁: A substituição do milho pelo farelo da casca de tucumã na alimentação de ovinos altera os parâmetros hematológicos e bioquímicos.

5. OBJETIVOS

5.1. Objetivo Geral

Avaliar os efeitos nos parâmetros sanguíneos de ovinos alimentados com farelo da casca de tucumã (*Astrocaryum aculeatum*) em substituição ao milho.

5.2. Objetivos Específicos

- I. Avaliar os efeitos de diferentes níveis de substituição de milho pelo farelo da casca de tucumã sobre os valores do eritrograma e do leucograma;
- II. Avaliar os efeitos de diferentes níveis de substituição de milho pelo farelo da casca de tucumã sobre o perfil energético (glicose, colesterol, triglicerídeos);
- III. Comparar os valores séricos de proteínas totais nos diferentes níveis de substituição de milho pelo farelo da casca de tucumã;
- IV. Analisar a atividade renal através da dosagem de ureia e creatinina em ovelhas mestiças alimentados com diferentes níveis de substituição de milho pelo farelo da casca de tucumã;
- V. Mensurar a atividade hepática através das enzimas: aspartato aminotransferase (AST); gama glutamiltransferase (GGT); Fosfatase Alcalina (FA) nos diferentes níveis de substituição de milho pelo farelo da casca de tucumã;
- VI. Quantificar os níveis séricos de macrominerais (fósforo, cálcio e magnésio) e microminerais (ferro) de ovelhas submetidas a diferentes níveis de substituição de milho pelo farelo da casca de tucumã.

6. MATERIAL E MÉTODOS

6.1. Manejo dos animais e delineamento experimental

O experimento foi conduzido no Setor de Ovinocultura da Fazenda Experimental da Universidade Federal do Amazonas – FAEXP/UFAM-Manaus, no km 922 da BR-174. O estudo e todos os procedimentos experimentais foram realizados e aprovados segundo os critérios da Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA), sob licença de número 1419597/2023. Foram utilizadas ovelhas mestiças (Santa Inês x Dorper), com peso corporal (PC) médio de 45 kg e idade média de 3 anos. Antes do início do experimento, as ovelhas foram identificadas e vacinadas contra Leptospirose, Raiva e Clostridiose, vermifugados para o controle de endoparasitas e ectoparasitas. As ovelhas foram mantidas em baias individuais cobertas, com piso ripado e suspenso, dispostas com cochos e com acesso irrestrito à água.

Os animais foram distribuídos em delineamento experimental quadrado latino 5x5. O período experimental teve duração de 60 dias, dividido em cinco períodos, com duração de 12 dias cada, sendo 5 dias para adaptação das ovelhas às dietas e 1 dia para a realização das coletas.

6.2. Manejo alimentar e dieta fornecida

A casca do tucumã foi coletada na feira da Manaus Moderna (centro comercial do município de Manaus, capital do Estado do Amazonas), oriunda do despulpamento da fruta, ou seja, recolhido apenas à porção que compreende o epicarpo (casca) e uma porção do mesocarpo (polpa) presente na casca. Em seguida, foi seco em estufa a 55 °C por 72 horas no Laboratório de Forragicultura e Pastagem da Universidade Federal do Amazonas (LAFOPAST). Após secagem o material foi moído em equipamento de trituração de grãos, assim obtendo o produto denominado farelo da casca do tucumã, sendo em seguida ensacado e armazenado em local seco e ventilado para posterior utilização nas rações (Figura 1).



Figura 1: A: casca do tucumã *in natura*; B: secagem da casca do tucumã; C: casca do tucumã após secagem em estufa; D: farelo da casca do tucumã.

Os ingredientes da dieta foram analisados para determinação da composição bromatológica do volumoso e dos ingredientes do concentrado (Tabela 1) e a proporção dos ingredientes para os diferentes níveis de substituição (Tabela 2).

As dietas ofertadas foram compostas de 60% de volumoso (silagem de BRS Capiacu) e 40% de concentrado (milho moído, farelo de soja, mistura mineral e farelo da casca de tucumã). Os níveis da dieta foram ofertados nas proporções de 0%, 5%, 10%, 15% e 20% de substituição do milho pelo farelo da casca do tucumã. Todos os ingredientes foram misturados para em seguida serem ofertados aos animais (Figura 2).

Tabela 1 - Composição bromatológica do volumoso e dos ingredientes do concentrado

Ingredientes	Composição química (%)						
	MS	PB	MM	MO	FDN	FDA	HEM
Milho	90,8	9,4	1,4	98,6	20,6	3,1	17,5
Farelo da casca de tucumã	93,9	9,9	4,2	95,8	51,2	27,8	23,4
Farelo de soja	92,8	53	7	93	14,7	6,9	7,8
Silagem de BRS Capiacu	21,9	6,5	8,2	91,8	73,6	40,9	32,7

MS=Matéria seca; PB=Proteína bruta; MM=Matéria mineral; MO=Matéria orgânica
FDN=Fibra em detergente neutro; FDA=Fibra em detergente ácido. HEM=Hemicelulose.

Tabela 2 - Níveis de substituição do farelo da casca do tucumã pelo milho na dieta

Ingredientes	Níveis de substituição dos tratamentos (%)				
	0%	5%	10%	15%	20%
Milho	30	25	20	15	10
Farelo da casca do tucumã	0	5	10	15	20
Farelo de Soja	8	8	8	8	8
Mistura mineral	2	2	2	2	2
Silagem de BRS Capiacu	60	60	60	60	60



Figura 2: A- volumoso (silagem de BRS Capiaçú); B - mistura do concentrado (milho moído, farelo de soja, uréia, mistura mineral e farelo da casca do tucumã).

6.3. Coleta e processamento das amostras sanguíneas

As coletas foram feitas no 12º dia de cada período experimental, a primeira coleta (0h) feita antes da alimentação dos animais e a segunda 4h após o consumo da alimentação, totalizando duas coletas por animal a cada período. As amostras de sangue (5 mL) foram coletadas através de venopunção da veia jugular (Figura 3), utilizando agulha Vacuntainer (25x8) e tubos de ensaio Vacuntainer®, contendo anticoagulante ácido etilenodiaminotetracético (EDTA) para análises de hemograma, tubos de ensaio sem anticoagulante para análises de bioquímica sérica e tubo com fluoreto de sódio para análise de glicose.



Figura 1: A e B: ovelhas contidas para início de coleta; C e D: coleta de sangue por venopunção da veia jugular.

Os frascos contendo o sangue e o anticoagulante foram homogeneizados para adequada mistura e ao término das coletas as amostras foram acondicionadas em caixa térmica refrigerada. Posteriormente, as amostras foram transportadas para o laboratório de Farmácia da Universidade Federal do Estado do Amazonas – BIOPHAR, para o processamento e posterior análises.

As análises de hemograma (eritrograma, leucograma e plaquetas) foram feitas por meio do equipamento automático EquipVet 3000. Foram analisados os parâmetros de hemoglobina (Hb), volume corpuscular médio (VCM), concentração de hemoglobina globular média (CHCM), leucócitos totais (eosinófilos, linfócitos, neutrófilos) e plaquetas. Para melhor auxiliar nos resultados quantitativos e uma observação morfológica das células, foram realizadas análises qualitativas por meio esfregaço sanguíneos, onde as lâminas foram submetidas a ação de um fixador e duas soluções corantes por meio do kit panóptico rápido e em seguida foram lidas por meio de microscópio (Figura 4).

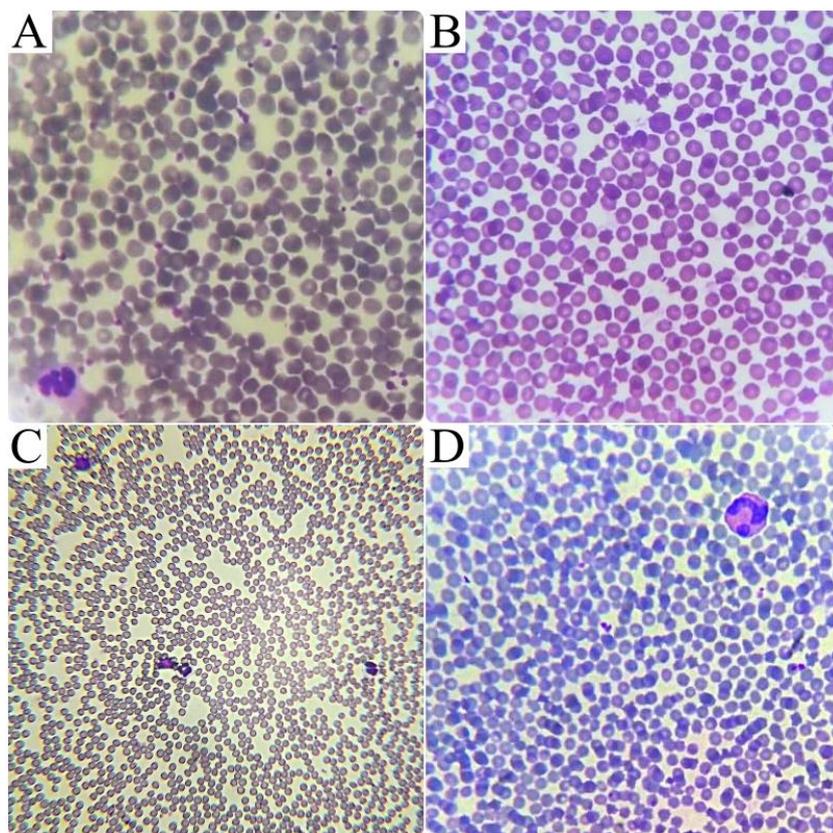


Figura 2: Lâminas de esfregaços sanguíneos de ovelhas alimentadas com farelo da casca de tucumã em diferentes níveis; Células apresentam-se normais, sem alterações qualitativas de tamanho e coloração. A: presença de hemácias e neutrófilo segmentado no canto inferior esquerdo; B e C: visualização de hemácias; D: visualização de hemácias e no canto superior direito presença de eosinófilo.

As amostras sem anticoagulante, para dosagens bioquímicas, foram centrifugadas a 3.000 rpm por 5 minutos, para separação do plasma e do soro, em seguida foram identificadas, armazenadas em tubos de eppendorf e congelados a -20°C para análises. Todas as análises bioquímicas tiveram parâmetros determinados por meio de kits comerciais através do analisador automático AMA 2000.

As análises de glicose foram feitas pelos níveis plasmáticos através do kit comercial (GOD-PAP Liquid Stable - REF 1770130); através do soro sanguíneo foram feitas análises de colesterol (Laborlab. Colesterol COD-PAP Liquid Stable - REF 1770080), triglicerídeos (Triglycerides liquicolor GPO-PAP – REF. 10727), proteínas totais (Laborlab. Protal - REF. 1770260), ureia (Ureia Enzimática – ref. 100/620-250), creatinina (Laborlab Creatinine – REF. 1770100), aspartato aminotransferase (Wiener lab. Got (AST) uv aa líquida – REF. 1752360), gama glutamiltransferase (Wiener lab. Y-G-test cinética AA líquida REF. 1421404), fosfatase alcalina (Alkaline phosphatase liquicolor - REF. 12017.100), fósforo (Laborlab. Phosphorus – REF. 1770250), cálcio

(Wiener lab. Ca-color – REF. 1152004), magnésio (Laborlab. Magnesium – REF. 1770220) e ferro (Wiener Fer-color aa líquida – REF. 1492360).

6.4. Análises Estatísticas

Os dados foram analisados por meio do programa computacional Statistical Analysis System (SAS 2009), utilizando-se o procedimento PROC MIXED. No modelo foram incluídos os níveis da dieta como efeito fixo e animal e período como efeito aleatório e os parâmetros sanguíneos como variável resposta. Para verificar o efeito de ordem linear, quadrática, cúbica e de desvio da quadrática, foram utilizados contrastes ortogonais e o comando LSMEANS foi usado para gerar as médias individuais para cada nível. Foi realizado uma regressão polinomial para verificar os pontos de mínima e máxima das variáveis que apresentaram efeito significativo para os contrastes ortogonais.

Para testar a normalidade dos resíduos e homogeneidade das variâncias foi realizado o teste de Shapiro-Wilk e t-Welch, respectivamente. Quando os dados não obedeceram às premissas, foram transformados pela raiz quadrada ou logaritmizados, e quando necessário foi feita a retirada de outliers. Para todas as análises realizadas foi adotado o nível de significância do valor de $p < 0,05$.

7. RESULTADOS

7.1 Parâmetros hematológicos

Entre os parâmetros avaliados, apenas a concentração de hemoglobina corpuscular média (CHCM), apresentou efeito do tipo quadrático ($p = 0,04$), tendo seu valor mínimo no nível de 2,90%, com média de 42,63%. Não apresentando efeito de interação ($p = 0,66$) entre os níveis e o horário (NxH) e suas médias se encontraram dentro dos valores de referências.

Para os parâmetros de eritrócito, hemoglobina, hematócrito, volume corpuscular média (VCM), plaquetas, neutrófilos e eosinófilos não foi observado efeito para os contrastes ortogonais. Não apresentaram efeito de interação entre níveis e o horário ($p > 0,05$), assim como não tiveram suas médias fora dos valores de referências.

Os leucócitos, apresentaram médias fora dos valores de referência para todos os níveis de inclusão, com variação de 16.168 a 17.399 ($\times 10^3/\mu\text{L}$), enquanto os linfócitos, apresentaram alteração para os níveis 0%, 10% e 20% com médias de 9.077, 9.008 e 1.079 (%), respectivamente. Estes não apresentaram efeito de interação entre níveis e o horário ($p > 0,05$), também não foi observado efeito para os contrastes ortogonais.

Tabela 3 - Parâmetros de hemograma - valores médios e erro padrão da média, valores de significância (p<0,05) de ovelhas alimentados com farelo de casca de tucumã em substituição ao milho na dieta.

Variáveis	Níveis de substituição na dieta					Hora		EPM ¹	p – value ²				p – value ³				Referências*
	0%	5%	10%	15%	20%	0	4		Níveis	Horário	N x H	L	Q	C	D		
Eritrócito (x10 ⁶ /μL)	11,11	11,71	11,29	11,45	11,51	11,52	11,30	0,16	0,19	0,12	0,11	0,32	0,43	0,10	0,13	8,0-16,0	
Hemoglobina (g/dL)	14,94	15,62	14,79	14,91	15,51	15,54	14,76	0,26	0,17	0,05	0,81	0,62	0,44	0,04	0,22	8,0-16,0	
Hematócrito (%)	40,04	39,49	41,40	40,95	41,41	41,17	40,14	15,61	0,87	0,09	0,16	0,41	0,95	0,76	0,54	24-50	
VCM (fL)	36,09	36,69	37,10	36,11	36,04	36,58	36,23	0,33	0,17	0,17	0,75	0,53	0,05	0,32	0,24	23-48	
CHCM (%) ⁴	37,41	37,05	35,90	36,64	38,00	37,30	36,70	0,61	0,25	0,33	0,66	0,70	0,04	0,50	0,46	31-38	
Plaqueta (x10 ³ /μL)	232,81	230,55	237,98	226,84	227,32	22,93	23,28	0,05	0,64	0,33	0,25	0,41	0,52	0,91	0,24	200 - 750	
Leucócito (/μL)	16.168	16.597	15.575	14.958	17.399	16.564	15.714	1,09	0,58	0,17	0,18	0,81	0,30	0,21	0,93	4.000-12.000	
Linfócito (%)	9.077	8.922	9.008	8.164	10.799	9.571	8.815	0,85	0,32	0,10	0,49	0,33	0,17	0,25	0,44	2.000 a 9.000	
Neutrófilo (%)	4.692	3.791	3.232	3.155	3.713	4.512	2.921	4,87	0,23	0,006	0,06	0,10	0,08	0,85	0,99	700 a 6.000	
Eosinófilo (%)	402,12	475,91	135,77	378,74	344,21	546,67	148,03	127,08	0,44	0,001	0,35	0,59	0,45	0,72	0,10	0 a 1.000	

VCM: volume corpuscular médio; CHCM: concentração de hemoglobina corpuscular média; ¹EPM: erro padrão da média; ²NxH: interação entre nível e horário; ³L=efeito linear, Q= efeito quadrático; C= efeito cúbico; D= efeito de desvio da quadrática. *Referência: Jain, 1993; Meyer e Harvey, 2004 - Kaneko et al. (2008), Underwood e Suttle (1999), Blood (1994). ⁴y = 0,3807x² - 2,2073x + 39,434 R² = 0,83.

7.2 Perfil bioquímico

Nas avaliações do perfil bioquímico, a glicose apresentou efeito quadrático ($p=0,04$), mas não houve efeito de interação ($p=0,45$) entre os níveis e horário (NxH) e suas médias se encontraram dentro dos valores de referências. O ferro (Fe), mostrou significância para efeito linear ($p=0,002$), com suas médias acima dos valores de referências para todos os níveis, variando de 109,58 a 174,63 (mg/dL), mas não houve efeito de interação entre os níveis e horário ($p=0,10$).

Os parâmetros de triglicerídeos, ureia, creatinina, enzimas hepáticas aspartato aminotransferase (AST), fosfatase alcalina (FA) e gama glutamiltransferase (GGT), e minerais cálcio (Ca), fósforo (P) e magnésio (Mg) não apresentaram efeito para os contrastes ortogonais. Também não foi observado efeito de interação entre níveis e o horário ($p>0,05$) e suas médias ficaram dentro dos valores de referências.

Para o colesterol, as médias obtidas ficaram acima do valor de referência para todos os níveis, variando de 99,20 a 100,50 (mg/dL). Por outro lado, não foi apresentado efeito de interação entre níveis e o horário ($p>0,05$) e não houve significância para os contrastes ortogonais.

Tabela 4 - Parâmetros bioquímicos - valores médios e erro padrão da média, valores de significância (p<0,05) de ovelhas alimentados com farelo de casca de tucumã em substituição ao milho na dieta.

Variáveis	Níveis de substituição na dieta					Hora			p – value ²				p – value ³			Referências *
	0%	5%	10%	15%	20%	0	4	EPM ¹	Níveis	Horário	N x H	L	Q	C	D	
Colesterol (mg/dL)	99,20	101,40	98,60	109,24	100,50	102,76	100,81	372,85	0,35	0,55	0,62	0,39	0,55	0,25	0,12	52-76
Glicose (mg/dL) ⁴	56,10	64,50	61,70	59,00	57,50	59,48	60,04	23,56	0,15	0,83	0,45	0,72	0,04	0,12	0,61	50-80
Triglicerídeo (mg/dL)	11,98	12,60	12,22	11,47	12,58	12,06	12,28	0,04	0,44	0,58	0,77	0,96	0,73	0,07	0,69	9 – 30
Ureia (mg/dL)	34,01	41,50	37,00	36,47	32,55	35,38	37,43	4,32	0,66	0,35	0,62	0,53	0,29	0,56	0,53	17,12-42,8
Creatinina (mg/dL)	1,66	1,65	1,54	1,60	1,54	1,60	1,60	0,09	0,82	0,98	0,74	0,33	0,82	0,92	0,52	1,2-1,9
PT totais (mg/dL)	5,18	4,86	4,90	5,10	4,98	4,98	5,02	0,11	0,31	0,70	0,77	0,67	0,22	0,09	0,77	6,00-7,90
FA (UI/L)	139,94	131,89	158,46	142,36	164,31	147,10	147,68	97,76	0,16	0,92	0,72	0,06	0,64	0,91	0,08	68-387
AST (UI/L)	120,40	106,20	115,85	112,90	108,89	108,22	117,48	64,79	0,56	0,03	0,24	0,44	0,75	0,24	0,39	60-280
GGT (UI/L)	46,80	46,30	46,70	51,00	47,70	49,56	45,72	3,57	0,87	0,17	0,80	0,61	0,86	0,45	0,62	20-52
Fósforo (mg/dL)	5,95	5,94	5,96	5,95	5,88	5,92	5,94	0,10	0,99	0,89	0,70	0,74	0,74	0,80	0,96	5,0-7,3
Cálcio (mg/dL)	7,71	7,78	7,71	7,75	7,77	7,71	7,77	0,17	0,99	0,65	0,13	0,87	0,98	0,82	0,79	7,6-12,8
Magnésio (mg/dL)	2,71	2,56	2,42	2,33	2,41	2,35	2,61	0,20	0,69	0,12	0,92	0,21	0,50	0,80	0,96	2,2-2,8
Ferro (mg/dL) ⁵	109,58	167,95	169,19	176,51	174,63	161,43	157,72	113,41	0,005	0,69	0,10	0,002	0,02	0,21	0,43	34,6- 37,4

FA: Fosfatase alcalina; AST: Aspartato aminotransferase; GGT: gama glutamiltransferase. ¹EPM: erro padrão da média; ²NxH: interação entre nível e horário; ³L=efeito linear, Q= efeito quadrático; C= efeito cúbico; D= efeito de desvio da quadrática. *Referência: Kaneko et al. (2008); Meyer e Harvey, 2004, Blood, Radostitis e Gay (1994); Underwood e Suttle (1999). ⁴y = -1,4071x² + 8,1729x + 50,72 R² = 0,62. ⁵y = -8,1729x² + 62,903x + 60,764 R² = 0,89.

8. DISCUSSÃO

8.1 Parâmetros hematológicos

Neste experimento, apesar de não apresentarem efeitos estatísticos para a hemoglobina e o hematócrito, os animais que receberam a inclusão do farelo da casca do tucumã tiveram valores médios superiores aos animais que não receberam. Silva, Júnior e Ezequiel (2014), avaliando parâmetros sanguíneos de ovinos a partir da inclusão de fontes lipídicas na dieta, relataram que os parâmetros hematológicos foram alterados à medida que foi feita a inclusão de lipídeo, onde as concentrações de hemácias e hemoglobinas foram de $14,53 \times 10^6/\mu\text{L}$ e $11,34 \text{ g/dL}$, mostrando um aumento em relação aos animais que não receberam a adição ($12,88 \times 10^6/\mu\text{L}$ e $9,42 \text{ g/dL}$), sugerindo que fontes lipídicas alteram os parâmetros eritrocitário.

Os valores do hematócrito são obtidos com base no número de eritrócitos em relação ao volume sanguíneo e esses valores podem ser alterados em função de desidratação e hemólises sofridas pelo animal (LEE et al., 1974). Além disso, a temperatura e a dieta são fatores que podem influenciar no aumento dos níveis do hematócrito (SWENSON e REECE, 1996). Por outro lado, Silva et al., (2006), obtiveram valores dentro do normal para caprinos alimentados com diferentes dietas de lipídeos e proteínas, não influenciando de forma negativa na fisiologia dos animais.

Segundo Gütler et al. (1986), uma dieta carente de nutrientes aliada com esforço físico dos animais pode levar a redução da neoformação dos eritrócitos, hematócritos e hemoglobina. Como uma das funções principais da hemoglobina é o transporte de O_2 e CO_2 pelo organismo, a baixa desses valores pode ocorrer em um animal com intenso esforço física caso esse não tenha uma produção adequada de células (SCHIMIDT-NIELSEN, 1996). Trabalho feito por Nunes et al. (2002), avaliando constituintes sanguíneos de cabras que foram submetidas a dois sistemas de produção, mostram que o regime alimentar não teve influência sobre os valores de hemoglobina e hematócrito, como resultado de uma dieta balanceada para os animais.

A inclusão dos níveis do farelo da casca do tucumã não afetou os valores médios estabelecido por Jain, 1993; Meyer e Harvey, 2004. O CHCM, mostra a concentração de hemoglobina dentro dos eritrócitos/hemácias, sendo esse um parâmetro importante, pois sua diminuição pode indicar quadros anêmicos (STOLF, 2015). O efeito quadrático apresentado pelo CHCM, pode ter como causa, os níveis elevados nas concentrações de

ferro (Tabela 4), pois, essa proteína conjugada tem como um dos principais componentes químicos o ferro (BICALHO e CARNEIRO, 2010).

Os índices hematimétricos analisados a partir do CHCM e do VCM, podem ser alterados pelo calor que ocasiona estresse térmico, levando a uma hemoconcentração plasmática dessas células devido a uma baixa ingestão de água pelos animais (BEZERRA, 2005). Entretanto, níveis médios do CHCM ficaram dentro do valor de referência em conjunto com os valores do VCM, mostrando que a inclusão dos níveis não influenciou de forma negativa os aspectos morfofisiológicos dos eritrócitos. O mesmo padrão foi encontrado por Silva et al., (2006), que obtiveram valores considerados normais para caprinos, alimentados com diferentes níveis de dietas lipídicas.

As plaquetas não tiveram seus valores médios alterados ficando dentro do padrão de referência para a espécie. Estas possuem função primordial na coagulação sanguínea com a formação do tampão plaquetário na hemostasia primária (BIONDO, 2005). A intensa funcionalidade das funções hematopoiéticas e hormonal está relacionado com a produção desses fragmentos citoplasmáticos, que precisam de um ambiente adequado, hormônios e nutrientes para sua produção (FRANÇA et al. 2011).

Um dos fatores que pode alterar os parâmetros plaquetários e eritrocitários é a dieta, uma vez que o processo de produção dessas células e das plaquetas depende de nutrientes e hormônios (BEZERRA et al. 2013). Nesse experimento, esses parâmetros ficaram dentro dos valores normais para a espécie. Sugerindo que a inclusão do farelo da casca do tucumã não causou nenhuma alteração, pois os animais não apresentaram quadros de anêmicos, tendo para esses parâmetros as suas exigências nutricionais atendidas.

Dentre os parâmetros leucocitários avaliados, constatou-se uma leucocitose por linfocitose, possivelmente ocasionada por estresse sofrido pelos animais no momento da coleta sanguínea. Um aumento considerável de leucócitos na corrente sanguínea pode ser constatado em ovinos quando submetidos a estresse, devido a uma esplenocontração causada pela ação da adrenalina, com a liberação dessas células pelos órgãos hematopoiéticos e com a saída de leucócitos marginais para a circulação (JAIN, 1993). Em ovinos, os leucócitos que estão presentes em maior número nos animais adultos são os linfócitos (POLIZOPOULOU, 2010).

Os animais quando estão em situação de estresse, excitação ou medo podem sofrer de leucocitose fisiológica, onde ocorre um aumento transitório na contagem dos leucócitos devido a liberação de adrenalina na corrente sanguínea (TORNQUIST e

RIGAS, 2010). No estudo feito por Lee et al., (1974), observaram que o estresse em bovinos pode causar alterações eritrocitárias, esses achados são corroborados por Thailor (2000), que afirma que a leucocitose fisiológica quando induzida pela adrenalina pode levar ao aumento dos linfócitos e tais alterações foram evidenciadas no presente trabalho.

Para os demais parâmetros leucocitários (neutrófilos e eosinófilos), não foi observado nenhuma alteração. Resultados semelhantes foram encontrados por Lima et al. (2016), utilizando subprodutos alternativos de espécie frutos nativos (buriti - *Mauritia flexuosa*) que avaliaram os parâmetros leucocitários de cabras alimentadas com dietas contendo inclusão de óleo. Bezerra et al. (2013), avaliaram a influência do nível de suplementação sobre o perfil leucocitário de ovelhas da raça Morada NOVA, com níveis de suplementação de 0,5% e 1,5%, e obtiveram médias de neutrófilos e eosinófilos de 3.532 e 4.340, respectivamente, e esses resultados estão dentro do valor de referência para a espécie.

Outro fator que pode influenciar as alterações dessas células de defesa é a idade e a espécie. Animais mais velhos devido a maior exposição desses a parasitas intestinais foi maior quando comparado aos animais mais jovens (Lima et al., 2015). E as espécies de ovinos selvagens podem ter valores de eosinófilos mais altos quando comparado com ovinos domésticos, como constatado por Borjesson et al. (2000). No entanto, tais afirmações não podem ser verificadas nesse experimento, pois os resultados obtidos estão dentro dos valores normais para a espécie.

Os neutrófilos têm como importante função a fagocitose de microrganismo invasores e seus valores aumentam em decorrência a processos (HARVEY, 1997). Os eosinófilos são células que tem forte atuação contra processos alérgicos, mas também fazem fagocitose e atuam em resposta a processos inflamatórios (STOLF, 2015). Com base nos resultados obtidos para essas células, observa-se que os animais não apresentaram reações a processos inflamatórios, bacterianos e virais, assim como a inclusão dos níveis de farelo da casca do tucumã não alteraram, pois os valores apresentados estão dentro do valor de referência para a espécie. Dessa forma, é possível afirmar que a substituição do milho pelas cascas de tucumã não interferiu o atendimento das exigências nutricionais e não provocou balanço energético negativo.

8.2 Perfil bioquímico

Com relação as avaliações do perfil energético, o colesterol apresentou médias acima do valor de referência. O colesterol tem uma relação direta com a dieta, sendo esse

um indicador de lipídeos no plasma sanguíneo (VILLA et al., 2009). Diversos fatores podem ocasionar a elevação dos seus níveis plasmáticos, como a presença dos ácidos graxos insaturados. Durante o processo de despulpamento permanece na casca resquícios da polpa do tucumã e segundo Bora (2001), possui elevado percentual de ácidos graxos insaturados, ácidos linolêicos e olêicos. A adição de cálcio com ácidos graxos também pode alterar o nível folicular assim como os níveis sanguíneos do colesterol (GHOREISHI et al., 2007). Parâmetros sanguíneos de vacas leiteiras suplementadas com fontes de gordura também tiveram um aumento nos valores de colesterol total quando comparada com os animais controle (JÚNIOR et al., 2010).

A glicose apresentou efeito quadrático, mas suas médias ficaram dentro do valor de referência para a espécie, tendo seu pico no nível de 2,9%, com média de 62,59 mg/dL. A partir disso, pode se afirmar que os carboidratos de fermentação rápida presentes na dieta estavam suprindo as necessidades fisiológicas dos animais refletindo em valores dentro da normalidade e que a inclusão do farelo da casca do tucumã não interferiu de forma negativa esses valores. O volume de glicose no sangue é quase equivalente à produção de propionato no rúmen, que por sua vez é regulado pela fonte de energia da dieta (ARCOS-ÁLVAREZ et al., 2022). Com isso, observa-se um aumento a partir da inclusão em comparação com o animal controle e isso contribui para a elevação da taxa de glicose, o que leva a um equilibrado do estado energético. Quando o animal recebe através da dieta uma boa quantidade de alimentos glicídicos ocorre uma estocagem na forma de glicogênio que parcialmente vai ser devolvido a circulação por meio da gliconeogênese hepática (ANDRIGUETO, 1990; MARQUES et al., 2011).

Os triglicerídeos, são fonte de energia metabólica celular que estão presentes no tecido adiposo e nos ruminantes ocorre o metabolismo endógeno (ESPINOZA et al., 2008). O uso de alimentos com teor de gordura é uma possibilidade para melhorar a eficiência alimentar, pois há valores relativamente maiores de energia metabolizável nos lipídeos quando comparados com carboidratos (ESPINOZA et al., 2008; ZACHUT et al., 2008). Respostas bioquímicas de ovelhas submetidas a flushing de curto prazo em região subtropical não tiveram alteração de triglicerídeos e ainda mostrou que a dieta ofertada forneceu mais energia em relação ao pasto (GRESSLER et al., 2015). Nesse trabalho boas condições foram obtidas, pois não houve nenhuma alteração desses parâmetros mostrando que a dieta ofertada em todos os níveis não alterou de forma a prejudicar o status energético dos animais, muito pelo contrário, a dieta se mostrou eficiente a

possibilidade a aumentar os valores de fontes importante de energia, como é apresentado nos valores de glicose.

Para a análise do perfil proteico, a inclusão do farelo na dieta não alterou os resultados da ureia e creatinina, e para as proteínas totais as médias ficaram abaixo do valor de referência para a espécie. A uréia é um indicador imediato da proteína e seu metabolismo está ligado à alimentação, uma dieta com excesso de proteínas leva ao aumento dos seus valores (PATINO, 2000). A dieta não alterou os níveis de ureia sanguínea e isso indica que para essa variável houve uma boa relação entre proteína e carboidratos fermentescíveis (ARRUDA et al., 2008). Quando a taxa de degradação de proteína excede a de carboidratos, grandes quantidades de nitrogênio podem ser perdidas (ALVES et al., 2012). Dessa forma, a substituição da casca de tucumã, rica em carboidratos fibrosos, poderia ter reduzido a disponibilidade de energia através da degradação de carboidratos no rúmen, o que não foi encontrado nesse experimento.

A creatinina plasmática é produzida a partir da enzima creatina e existe uma relação entre o conteúdo corporal dessa enzima e a massa muscular do animal, escore corporal e a taxa de degradação enzimática pelas proteases (CALDEIRA et al., 2007). Isso mostra que o escore corporal dos animais e suas atividades musculares tiveram suas necessidades fisiológicas atendidas, mostrando um bem-estar nutricional e metabólico diante da dieta ofertada. A concentração sérica da creatinina e da ureia permite avaliar o funcionamento da taxa de filtração renal, sendo a creatinina um marcador de lesão renal mais eficaz que a ureia (BORGES et al., 2008). A partir dos resultados obtidos, se pode afirmar que a dieta não interferiu de forma negativa sobre os parâmetros desses metabólitos, mostrando um bom status nutricional assim como um bom funcionalmente da taxa de filtração renal. As proteínas totais apresentaram médias abaixo do valor de referência para a espécie em todos os níveis. 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. Nesse experimento a dieta testada proporcionou baixa ingestão de proteínas para o metabolismo dos animais.

As enzimas hepáticas FA, AST e GGT, não tiveram suas médias alteradas pela inclusão do farelo na dieta. A FA e a AST são enzimas hepática que indicam alguns aspectos de injúria hepática e quando ocorre um aumento dessas enzimas no plasma sanguíneo há indícios de lesão hepática (HOFFMAN e SOLTER, 2008). Trabalho feito por Lima (2013), que avaliou os parâmetros hematológicos e bioquímicos de ovinos alimentados com coprodutos do algodão, mostrou valores médios para as enzimas AST,

FA e GGT, sugerindo que a dieta não alterou os valores desses parâmetros e que os animais não apresentaram alterações hepáticas. Para Radostits et al. (2002), animais que estão saudáveis 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. Uyanik (2001), em um trabalho experimental relatou que não houve efeito nos níveis das enzimas hepáticas quando os ovinos foram alimentados com suplementos dietéticos de cromo. 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.

Nesse experimento não foi observado efeito significativo sobre os tempos de coleta, pois se a dieta ofertada demandasse maior atividade hepática para metabolização de nutrientes da digestão ruminal, os valores médios dessas enzimas poderiam se apresentar aumentados. Com isso, nesse trabalho se pode afirmar que a inclusão do farelo da casca do tucumã na dieta não causou toxicidade e lesão hepática e não foi apresentada nenhum tipo obstrução biliar pelos animais.

Os minerais, fósforo, cálcio e magnésio não tiveram seus valores alterados pela dieta, em contrapartida os valores do ferro tiveram seus parâmetros fora do valor de referência para espécie. O fósforo é um elemento muito importante para o corpo do animal, quando esses estão em sistema extensivo é recomendado a inclusão dele na dieta. O ciclo do fósforo tem relação com a reciclagem da ureia através da saliva, os níveis plasmáticos da ureia dos animais nesse experimento estão dentro dos valores satisfatórios para a espécie, o que pode justificar os valores desse mineral não ter sido alterado. Os níveis adequados de fósforo para o animal é importante, pois caso esse animal apresente valores acima do recomendado, esse excesso pode cristalizar e formar cálculos (HOAR; EMERICK; EMBRY, 1969).

O magnésio é um mineral que está presente nas proteínas e assim como nas células eritrocitárias, se esse não estiver em quantidades adequadas no organismo podem alterar a fluidez das membranas dessas células (TONGYAI et al., 1989). Uma dieta com deficiência de magnésio alterará a atividade celulolítica da microbiota ruminal, pois os esses são essenciais para microrganismo ruminais que catalisam enzimas para funcionamento celular (EBEL e GÜNTHER, 1980). O cálcio é absorvido no intestino delgado e sua manutenção no sangue é por meio de paratormônios e calcitonina junto com a vitamina D3 (SCHNEIDER et al., 1985; BRONNER, 1987). Trabalhos feito por

Sá et al. (2014), que avaliaram a oferta de torta de babaçu com diferentes concentrações para ovinos, os animais do estudo não tiveram seus valores alterados, permanecendo dentro dos valores de referência para a espécie. Com isso, é possível afirmar que a dieta deste experimento supriu a necessidade desses minerais, pois os mesmos se mantiveram dentro dos valores de referência para espécie.

O ferro, apresentou médias acima do valor de referência em todos os níveis, tendo seu pico no nível de 3,85%, com média de 181,80 mg/dL. Esses resultados podem ser relacionados com a influência de uma dieta prévia ao experimento visto que até os animais que não receberam a inclusão também tem suas médias alteradas ou a podem ser relacionados a quantidade de ferro presente na silagem de BRS Capiáçu, ingrediente comum a todos os níveis avaliados, nesse experimento. No trabalho de Kebede et al. (2021), ovelhas alimentadas com uma dieta rica em fibras e taninos, apresentaram diferentes concentrações de ferro em todo trato digestivo, com valores acima da referência para a espécie, mas mesmo com níveis elevados não foram constatadas lesões hepáticas. O excesso de ferro pode causar danos ao fígado, mas existe um limiar alto para tolerância ao ferro, pois uma proteção é feita pela hepcidina que faz o bloqueio do ferro para o exterior das células (KENT e BAHU, 1979; SUTTLE, 2010).

O processo geral de absorção desse mineral é regulado pelas concentrações dietéticas, o farelo da casca do tucumã se mostra um alimento que pode incrementar os níveis de ferro no organismo de animais que tenham baixa concentração desse mineral. Nesse experimento, apesar dos níveis elevados de ferro, os animais não apresentaram nenhum tipo de dano ao fígado, pois, as enzimas hepáticas avaliadas estão dentro dos valores de referência para espécie.

9. CONCLUSÃO

A substituição do milho pelo farelo de casca do tucumã não causou nenhuma alteração significativa nos parâmetros hematológicos e bioquímicos das ovelhas avaliadas. Esses resultados mostram que houve o atendimento das exigências nutricionais e não provocou balanço energético negativo. É recomendado a substituição de até 5% do milho por farelo da casca de tucumã, por melhorar o balanço energético aumentando os níveis de glicose circulante nos animais. No entanto, para os demais parâmetros, pode-se indicar a inclusão de 20% do milho pelo farelo da casca do tucumã na alimentação de ovelhas.

REFERÊNCIAS

- AGUIAR, J. P. L. Tabela de composição de alimentos da Amazônia. **Acta Amazônica**, v. 26, p. 121–126, 1996.
- ALMEIDA, A. C. **Avaliação do conforto térmico em ovinos a céu aberto e em ambiente de confinamento na região norte da Bahia**. Universidade Federal do Vale do São Francisco. Programa de Pós-graduação em Ciência Animal. Petrolina. 2011.
- ALVES, E. M. et al. Farelo da vagem de algaroba associado a níveis de ureia na alimentação de ovinos: balanço de nitrogênio, N-ureico no plasma e parâmetros ruminais. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 34, n. 3, 11 maio 2012.
- ALVES, A.; COLLARES, B. B.; BORILLE, R. Avaliação do custo de diferentes porcentagens de pré-misturas em rações formuladas por quadrado de pearson. **Anais do Salão Internacional de Ensino, Pesquisa e Extensão**, v. 10, n. 2, 2018.
- ARCOS-ÁLVAREZ, D. N. et al. Effect of Adding Extra Virgin Olive Oil to Hair Sheep Lambs' Diets on Productive Performance, Ruminant Fermentation Kinetics and Rumen Ciliate Protozoa. **Animals**, v. 12, n. 19, p. 2588, 28 set. 2022.
- ANDRIGUETO, J.M. Nutrição animal. São Paulo: Nobel. p.396, 1990.
- ARRUDA, D.S.R.; CALIXTO JUNIOR, M.; JOBIM, C.C.; SANTOS, G.T. Efeito de diferentes volumosos sobre os constituintes sanguíneos de vacas da raça holandesa. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal** [online], v.9, n.1, p.35-44, 2008.
- BEZERRA, L. R. et al. Influência da suplementação concentrada e da categoria animal no hemograma de ovinos da raça Morada Nova. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 65, p. 1738-1744, 2013.
- BICALHO, A. P. C.V.; CARNEIRO, R. A. Apostila de Patologia Clínica. p. 13-17, 2010.
- BIONDO, A. W. Interpretação do leucograma. In: Gonzáles, F. H. D., SANTOS, A. P. Anais do II Simpósio de Patologia Clínica da Região Sul do Brasil. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, p. 29 - 35, 2005.
- BORA, P. S., NARAIN, N.; ROCHA, R. V. M.; OLIVEIRA, M., A. C.; AZEVEDO, M. R. Characterisation of the oil and protein fractions of tucuma (*Astrocaryum Vulgare* Mart.) fruit pulp and seed kernel. **Cienc. Technol. Aliment.** 3, 111–116. 2001.
- BORJESSON, D.L.; CHRISTOPHER, M.M.; BOYCE, W.M. Biochemical and hematologic reference intervals for free-ranging desert bighorn sheep. **Journal of Wildlife Diseases**, 36: 294–300. 2000.
- BORGES, N.C.; SILVA, L.A.F.; FIORAVANTE, M.C.S.; CUNHA, P.H.J. da; MORAES, R.R.; GUIMARÃES, P.L.; MARTINS, M.E.P. Avaliação de suco ruminal de

bovinos “a fresco” e após 12 horas de conservação. **Ciência Animal Brasileira**, v.3, p.57-63, 2002.

BUDEL, J. C. DE 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.

CALDEIRA, R.M.; BELO, A.T.; SANTOS, C.C.; VASQUEZ, M.I.; PORTUGAL, A.V. The effect of body condition score on blood metabolites and hormonal profiles in ewes. **Small Ruminant Research**, v.68, n.3, p.233 - 241, 2007.

CLEMENT, C. R.; LLERAS, E.; VAN LEEUWEN, J. O potencial das palmeiras tropicais no Brasil: acertos e fracassos das últimas décadas. **Agrociencia-Sitio en Reparación**, v. 9, n. 1–2, p. 67–71, 2005.

COSTA, C. T. F. Efeito das condições ambientais sobre os parâmetros fisiológicos e comportamento ingestivo de ovinos alimentados com dietas contendo torta de mamona. **Universidade Federal do Vale do São Francisco. Programa de pós-graduação em ciência animal. Petrolina–PE**, 2010.

EBEL, H.; GÜNTHER, T. Magnesium metabolism: a review. 1980.

ESPINOZA, J. L.; PALACIOS, A.; ORTEGA, R.; GUILLEN, A. Efect of fat supplementation on serum concentrations of progesterone, insulin, growth hormone and some lipid metabolites in Pelibuey ewes. **Archivos de Medicina Veterinaria** 40: 135-140, 2008.

ESONU B. O, EMENALOM O. O, UDEDIBIE A. B. I, HERBERT U.; EKPOR C. F.; OKOLI I. C.; IHEUKWUMERE F. C. **Performance and blood chemistry of weaner pigs fed raw mucuna beans (velvet bean) meal**. *Trop. Anim. Production Invest.* 2001; 4: 49-54.

ETIM, N. N. et al. Effects of nutrition on haematology of rabbits: a review. **European Scientific Journal**, v. 10, n. 3, 2014.

ETIM, N. N. et al. Haematological parameters: indicators of the physiological status of farm animals. **British Journal of Science**, v. 10, n. 1, p. 33–45, 2013.

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, mar. 1989.

FERREIRA, E. S. et al. Physicochemical characterization of the fruit and oil extracted from tucuman (*Astrocaryum vulgare* Mart.)/Caracterizacão físico-química do fruto e do óleo extraído de tucumã (*Astrocaryum vulgare* Mart). **Alimentos e Nutrição (Brazilian Journal of Food and Nutrition)**, v. 19, n. 4, p. 427–434, 2008.

- FILHO, L. A. D.; et al. Inclusão de polpa de caju desidratada na alimentação de ovinos: desempenho, digestibilidade e balanço de nitrogênio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, n. 1, p. 147–154, fev. 2007.
- FILIPOVIĆ, N. et al. Relationship between fructosamine with serum protein, albumin and glucose concentrations in dairy ewes. **Small Ruminant Research**, v. 96, n. 1, p. 46–48, mar. 2011.
- FRANÇA, R.T.; LOPES, S.T.A.; MARTINS, D.B.; COSTA, M.M.; LEAL, M.L.R.; MAZZANTI, C.M.A. et al. Valores hematológicos de búfalos em diferentes faixas etárias criados na região central do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Ciências Veterinárias**, 18: 51-54, 2011.
- GRESSLER, M. A. L. et al. Respostas bioquímicas de ovelhas submetidas a flushing de curto prazo em região subtropical. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 16, p. 210-222, 2015.
- GÜNTLER, H.; KETZ, A.; KOLB, E. et al. Fisiologia veterinária. 2.ed. São Paulo: Guanabara. P. 569. 1986.
- GHOREISHI, S.M.; ZAMIRI, M.J.; ROWGHANI, E.; HEJAZI, H. Effect of a calcium soap of fatty acids on reproductive characteristics and lactation performance of fat-tailed sheep. **Pakistan Journal of Biological Sciences**, v.10, n.14, p.2389-2395, 2007.
- GODOY, M. M. et al. Parâmetros reprodutivo e metabólico de vacas da raça Guzerá suplementadas no pré e pós-parto. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 33, n. 1, p. 103–111, fev. 2004.
- GOMES, F. D. S. C. M. et al. **A Cadeia produtiva da ovinocultura do estado de Mato Grosso do Sul**. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E SOCIOLOGIA RURAL, Goiânia, 2014. Anais. Sober, 2014.
- GONZALEZ, F. H. D; SILVA, S. C. DA. Introdução à bioquímica clínica veterinária. 2017.
- GONZÁLEZ, F. H. D. Ferramentas de diagnóstico e monitoramento das doenças metabólicas. **Ciência Animal Brasileira**, 2009.
- GONZÁLEZ, F. H. D.; SILVA, S. C. DA. Introdução à bioquímica clínica veterinária. 2017.
- GONZÁLEZ, F. H. D. **Doze leituras em bioquímica clínica veterinária**. 2018.
- GUEDES, L. F. et al. METABOLISMO DE CÁLCIO E FÓSFORO EM OVINOS. **Nucleus Animalium**, v. 8, n. 2, p. 13–28, 30 nov. 2016.

HAIDA, K. S. et al. Estudo do perfil metabólico de um rebanho leiteiro do oeste do Paraná. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 17, n. 1, p. 72, 19 jan. 1996.

HARVEY, J.W. Hematology indices: Diagnostic values and pitfalls, Lake Buena Vista, FL, 1997. In: ACVIM, 15. Lake Buena Vista, FL. Proceedings... Lake Buena Vista: **American College of Veterinary Internal Medicine**, 1997. p. 7 – 9, 1997.

HOAR, DW; EMERICK, RJ; EMBRY, LB Urolitíase fosfática ovina relacionada ao conteúdo de fósforo e cálcio e aos efeitos de formação de ácido-base de dietas totalmente concentradas. **Revista de Ciência Animal**, v. 4, pág. 647-652, 1969.

HOFFMAN, W.E.; SOLTER, P.F. Diagnostic enzymology of domestic animals. In: Elsevier (ed.) **Clinical Biochemistry of Domestic Animals**. 6 ed. San Diego: California. p. 351-378, 2008.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Rebanho de ovinos e caprinos (ovelhas e carneiros)**. Pesquisa da pecuária municipal – Efetivo de rebanhos por tipo (cabeças) de 2022.

ISAAC, L. J. et al. **Haematological properties of different breeds and sexes of rabbits**. Proceedings of the 18th annual conference of animal science association of Nigeria. **Anais...**2013.

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

JAWASREH, K. et al. Normal hematology and selected serum biochemical values in different genetic lines of Awassi ewes in Jordan. **Internet Journal of Veterinary Medicine**, v. 7, n. 2, 2010.

JÚNIOR, J.E.; RENNÓ, F.P.; PRADA E SILVA, L.F.; GANDRA, J.R.; MATURANA FILHO, M.; FODITSCH, C.; VENTURELLI, B.C. Parâmetros sanguíneos de vacas leiteiras suplementadas com diferentes fontes de gordura. **Ciência Rural**, v.40, n.4, p.950- 956, 2010.

KANEKO, J. J.; HARVEY, J. W.; BRUSS, M. L. **Clinical biochemistry of domestic animals**. [s.l.] Academic press, 2008.

KEBEDE, B. et al. Concentrações de cobre, ferro, zinco e tanino em todo o trato digestivo de cabras e ovelhas tropicais alimentadas com uma dieta rica em taninos e fibras. **Revista de Fisiologia Animal e Nutrição Animal**, v. 5, pág. 841-848, 2021.

KENT, G.; BAHU, R. M. Iron overload. **Pathology of the liver**, p. 148-163, 1979.

KRAL, I.; SUCHÝ, P. Haematological studies in adolescent breeding cocks. **Acta Veterinaria Brno**, v. 69, n. 3, p. 189–194, 2000.

- LEE, J. A., ROUSSEL, J. D. and Beatty, J. F., 1974. Effect of temperature season on bovine adrenal cortical function, blood cell profile, and milk production. **Journal of Dairy Science**, Champaign, 59(1), 104-108.
- LIMA, L. A. et al. Comportamento ingestivo, parâmetros fisiológicos e hematológicos de cabras mestiças em lactação alimentadas com dietas contendo óleo de buriti (*Mauritia flexuosa* L.). 2016.
- LIMA, M. B. de 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. **Acta Amazonica**, v. 45, p. 317-322, 2015.
- LIMA, P. M. T. Parâmetros hematológicos, bioquímicos, ganho em peso e emissão de metano de ovinos Santa Inês alimentados com coprodutos do algodão. 2013.
- MAIA, E. S. Composição química e benefícios nutricionais dos caroços de açaí (*Euterpe precatória*), guaraná (*Paulinia cupana*) e tucumã (*Astrocaryum aculeatum*) na alimentação animal. 2022.
- MARQUES, L.T.; FISCHER, V.; ZANELA, M.B.; RIBEIRO, M.E.R.; STUMPF JÚNIOR, W.; RODRIGUES, C.M. Produção leiteira, composição do leite e perfil bioquímico sanguíneo de vacas lactantes sob suplementação com sal aniônico. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.5, p.1088-1094, 2011.
- 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.
- MARINHO, H. A.; CASTRO, J. **Carotenoides e Valor de Pró vitamina A em frutos da Região Amazônica: pajurá, piquiá, tucumã e umari**. Anais do Congresso. **Anais...Brasil**, 2002.
- MATSUDA, J. Mercado de suplementação animal e seus desafios. **AgroANALYSIS**, v. 33, n. 03, p. 39–42, 2013.
- MENEZES, D. R. et al. Parâmetros sanguíneos, hepáticos e ruminais de ovinos alimentados com dietas com farelo de mamona destoxificado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 47, p. 103-110, 2012.
- MEYER, D.J.; HARVEY, J.W. **Veterinary laboratory medicine: interpretation & diagnosis** 2.ed. Philadelphia: Sauders, 2004.

- MILLER, W.M.P.; CRUZ, F.G.G.; CHAGAS, E.O.; SILVA, A.F.; ASSANTE, R.T. **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.
- 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.
- NUNES, A. S. et al. Efeito de dois regimes de suplementação alimentar e dois sistemas de produção, nos constituintes sanguíneos de cabras Saanen durante a lactação. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 31, p. 1245-1250, 2002.
- OLIVEIRA, F. M. M. et al. Parâmetros de conforto térmico e fisiológico de ovinos Santa Inês, sob diferentes sistemas de acondicionamento. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 9, p. 631–635, 2005.
- OLIVEIRA, M. B. S. C. DE; RIBEIRO, F. C.; VIZZONI, A. G. **Conceitos básicos e aplicados em imuno-hematologia**. 2013.
- OLIVEIRA, R. P. M. et al. Ovinos de corte no estado do Amazonas: ênfase em tecnologias no manejo produtivo. *Terceira Margem Amazônia*, v. 2, n. 9, 2017.
- OYAWOYE, B. M.; OGUNKUNLE, H. N. Biochemical and haematological reference values in normal experimental animals. **New York: Mason**, p. 212–216, 2004.
- 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, 179 p. 1987.
- PEDREIRA, M. S.; BERCHIELLI, T. T. Minerais. In: BERCHIELLI, T. T.; et al. *Nutrição de Ruminantes*. Jaboticabal: FUNEP, 2006.
- PEIXOTO, L. A. P.; OSÓRIO, M. T. M. Perfil metabólico proteico e energético na avaliação do desempenho reprodutivo em ruminantes. *Revista Brasileira de Agrobiologia*, v. 13, n. 3, p. 299–304, 2007.
- PETERS, S. O. et al. Haematological studies on frizzled and naked neck genotypes of Nigerian native chickens. *Tropical animal health and production*, v. 43, p. 631–638, 2011.
- PUGH, D. G. Clínica de ovinos e caprinos. 1^{ra} edn Roca. **São Paulo**, 2004.

POLIZOPOULOU, Z. S. Haematological tests in sheep health management. **Small Ruminant Research**, v. 92, n. 1–3, p. 88–91, ago. 2010.

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.

RADOSTITS, O.M.; MAYHEW, I.G.J.; HOUSTON, D.M. Exame clínico e diagnóstico em veterinária. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, p. 591, 2002.

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, 26 jul. 2018.

SÁ, H. M.; TELES, T. L.; BORGES, I.; JUNIOR, G. L. M.; SILVA, S. P. Perfil metabólico em ovinos alimentados com inclusões crescentes da torta do babaçu na dieta em ovinos. **Veterinária Notícias**, Uberlândia, v. 20, n. 2, p. 48 - 56, 2014.

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.

SECRETARIA DE PRODUÇÃO RURAL. **Programa de Desenvolvimento Integrado e Sustentável do Estado do Amazonas**. 2020. In: <http://www.sepror.am.gov.br/com-apoio-do-governo-do-amazonas-mercado-de-ovinos-e-caprinos-ganha-impulso-em-2019/>. Acesso em: 22/08/2023.

SILVA, M. N.; **HEMATOLOGIA VETERINÁRIA**. 1. ed. Belém-Pará: Universitária da Assessoria de Educação a Distância - EditAEDI, v. 1. 2017.

SILVA, A. F. Farelo do resíduo de tucumã (*Astrocaryum aculeatum*) em substituição ao milho na alimentação de poedeiras comerciais. 2018.

SILVA, G. A. et al. Influência da dieta com diferentes níveis de lipídeo e proteína na resposta fisiológica e hematológica de reprodutores caprinos sob estresse térmico. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 30, p. 154-161, 2006.

SILVA, D. A. V.; JÚNIOR, A. C. H.; EZEQUIEL, J. M. B. Sexo e fontes de lipídeos sobre os parâmetros sanguíneos de ovinos confinados. **Revista Brasileira de Medicina Veterinária**, v. 36, n. 2, pág. 153-158, 2014.

SILVA, David Attuy Vey; JÚNIOR, Antônio Carlos Homem; EZEQUIEL, Jane Maria Bertocco. Sexo e fontes de lipídeos sobre os parâmetros sanguíneos de ovinos confinados. **Revista Brasileira de Medicina Veterinária**, v. 36, n. 2, pág. 153-158, 2014.

- 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.
- SCHMIDT, N. K. Fisiologia animal adaptação e meio ambiente. 5.ed. São Paulo: Santos. 546p. 1996.
- STOLF, L. C. Patologia Clínica Veterinária - Laboratório p. 1 - 14. 2015.
- SUTTLE, N. F. Mineral nutrition of livestock. 4th edn. (CABI Publishing: Wallingford). 2010.
- SCHNEIDER, K. M., G. B. PARKINSON, J. C. Houston and D. D. Leaver. 1,25-Dihydroxyvitamin D 3 increases plasma magnesium and calcium in sheep fed liquid diets low in calcium and magnesium. *Aust. Vet. J.* 62: 82. 1985.
- SWENSON, M. J., REECE, W. O. D. – Fisiologia dos Animais domésticos. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, p.856. 1996.
- SOETAN, K. O.; AKINRINDE, A. S.; AJIBADE, T. O. **Preliminary studies on the haematological parameters of cockerels fed raw and processed guinea corn (Sorghum bicolor)**. Proceedings of 38th Annual Conference of Nigerian Society for Animal Production. **Anais...**2013.
- SPEARS, J. W. Reevaluation of the Metabolic Essentiality of the Minerals-Review-**Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**, v. 12, n. 6, p. 1002–1008, 1 set. 1999.
- TOKARNIA, C. H.; DÖBEREINER, J.; PEIXOTO, P. V. Deficiências minerais em animais de fazenda, principalmente bovinos em regime de campo. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 20, n. 3, p. 127–138, set. 2000.
- UNDERWOOD, E. J.; SUTTLE, N. F. **The mineral nutrition of livestock**. [s.l.] CABI publishing, 1999.
- UYANIK, F. The effects of dietary chromium supplementation on some blood parameters in sheep. **Biological Trace Element Research**, v. 84, p. 93-101, 2001.
- VILLA, A. N. et al. Medidas corporales y concentración sérica y folicular de lípidos y glucosa en vacas Brahman fértiles y subfértiles. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 44, n. 9, p. 1198–1204, set. 2009.
- VIANA, J. G. A. Panorama geral da ovinocultura no mundo e no Brasil. **Revista Ovinos**, v. 4, n. 12, p. 44–47, 2008.
- XAVIER, D. T. O. et al. Substituição do farelo de milho por farinha de torta de tucumã em dietas para tambaqui. **Pubvet**, v. 13, n. 9, p. 1–8, set. 2019.

YADAV, S. P. et al. Haematological parameters of indigenous goat of Andaman. **Indian Veterinary Journal (India)**, 2002.

ZACHUT, M.; ARIELI, A.; LEHRER, H.; ARGOV, N.; MOALLEM, U. Dietary unsaturated fatty acids influence preovulatory follicle characteristics in dairy cows. *Reproduction* 135: 683-692, 2008.