

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS
CAMPUS DE ENGENHARIAS E CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE ZOOTECNIA**

LUANA BUARQUE DE FRANÇA

**OTIMIZAÇÃO DE EXTRAÇÃO DE GORDURA EM EQUIPAMENTO DE
SOXHLET COM MÚLTIPLAS AMOSTRAS**

**RIO LARGO/AL
NOVEMBRO/2022**

LUANA BUARQUE DE FRANÇA

**OTIMIZAÇÃO DE EXTRAÇÃO DE GORDURA EM EQUIPAMENTO DE
SOXHLET COM MÚLTIPLAS AMOSTRAS**

Trabalho de Conclusão de
Curso apresentado ao
Campus de Engenharia e
Ciências Agrárias/UFAL,
como parte dos requisitos
para obtenção do título de
Zootecnista.

Orientador: Prof. Dr. Kedes
Paulo Pereira

RIO LARGO/AL

NOVEMBRO/2022

Catálogo na fonte
Universidade Federal de Alagoas
Biblioteca do Campus de Engenharias e Ciências Agrárias
Bibliotecária Responsável: Myrtes Vieira do Nascimento

F814o França, Luana Buarque de
Otimização de extração de gordura em equipamentos de Soxhlet com
múltiplas amostras. / Luana Buarque de França - 2022.
27 f.; il.

Monografia de Graduação em Zootecnia (Trabalho de conclusão de
curso) – Universidade Federal de Alagoas, Campus de Engenharias e
Ciências Agrárias. Rio Largo, 2024.

Orientação: Dr. Kedes Paulo Pereira

Inclui bibliografia

1. Nutrição animal. 2. Análise de alimentos. 3. Extrato etéreo. I. Título

CDU: 636.084



Biblioteca Campus de Engenharias e Ciências Agrárias
BCECA

Folha de Aprovação

LUANA BUARQUE DE FRANÇA

OTIMIZAÇÃO DE EXTRAÇÃO DE GORDURA EM EQUIPAMENTO DE SOXHLET COM
MÚLTIPLAS AMOSTRAS

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao corpo docente do curso de Graduação em Zootecnia da Universidade Federal de Alagoas, como requisito parcial para obtenção do título de bacharel/bacharela em exemplo.

Banca Examinadora:

Documento assinado digitalmente
gov.br KEDES PAULO PEREIRA
Data: 13/11/2024 16:14:40-0300
Verifique em <https://validar.it.gov.br>

Prof. Dr. Kedes Paulo Pereira, CECA/UFAL (Orientador)

Documento assinado digitalmente
gov.br ELTON LIMA SANTOS
Data: 13/11/2024 16:48:33-0300
Verifique em <https://validar.it.gov.br>

Prof. Dr. Elton Lima Santos, CECA/UFAL (Examinador Interno)

Documento assinado digitalmente
gov.br JUCELANE SALVINO DE LIMA
Data: 13/11/2024 16:22:02-0300
Verifique em <https://validar.it.gov.br>

Prof^a. Dr^a. Jucelane Salvino de Lima, IBEF/UFOPA (Examinadora Externa)

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço ao Senhor meu Deus, por estar sempre me mantendo de pé e me ajudar a tentar mesmo nas horas em que já pensei desistir de tudo; por me mostrar que tudo passa, sejam momentos bons ou ruins e, sempre, tirar de cada um desses momentos um aprendizado diferente.

Aos meus pais, Cyll Francis Amorim de França e Lourdes Andreia de Mesquita Buarque, por me ensinarem tudo que eu sei hoje sobre amor, respeito, honestidade, humildade e perseverança e me ajudarem a continuar percorrendo o meu caminho.

À minha família por estar me incentivando todos os dias a continuar nessa luta.

Ao meu noivo Jônathan Tenório por estar sempre ao meu lado me dando forças e me auxiliando durante esse processo, dando todo o apoio possível.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Kedes Paulo Pereira, pela paciência, confiança e todo apoio prestado.

À Universidade Federal de Alagoas, pela oportunidade concedida de realizar o curso de Graduação em Zootecnia.

E a todos que fizeram parte da minha vida como um todo, onde eu aprendi muito com cada um, seja professores, amigos ou colegas, tanto profissionalmente como pessoalmente; levarei cada aprendizado para toda minha vida. E os melhores deles foram a empatia, a generosidade, o respeito, a compreensão, a persistência e o saber trabalhar em equipe - com as pessoas, cada pessoa é um mundo, é um pensamento, é uma vida e cabe a mim desenvolver a maestria de lidar com cada pessoa que tem um infinito dentro de si. Sou grata a todos que fizeram parte desse processo seja de forma boa ou ruim, mas que de algum modo me trouxeram aprendizados preciosos.

Meu sincero agradecimento!

RESUMO

A análise de alimentos é um dos principais pontos a serem observados na área de nutrição animal, visto que o conhecimento da composição dos alimentos permite que sejam formuladas dietas que atendam as exigências nutricionais dos alimentos e contribuam na qualidade da ração. As técnicas mais utilizadas para determinação do extrato etéreo são: método à quente (Goldfish) e método à frio (Sohxlet), sendo o último o mais usualmente adotado em laboratório de análise de alimentos para animais. O equipamento consiste em um conjunto para aquecimento, evaporação e condensação do solvente que irá “lavar” a amostra que contém o material a ser extraído. O presente trabalho teve como objetivo otimizar a técnica de extração de gordura com equipamento de soxhlet para obtenção do Extrato etéreo (EE) usando de uma até quatro amostras por extrator a fim de avaliar e validar a técnica de extração de gordura utilizando a forma convencional com uma amostra por extrator e comparando com um aumento gradativo até quatro amostras por extrator para determinação do EE, a fim de melhorar o tempo de análise na extração de gorduras utilizando uma ou mais amostras no mesmo extrator. Sendo assim, não houve diferença significativa ($P < 0,05$) para todos os quatro tratamentos utilizando-se as amostras de farelo de soja (FS), silagem de cervejaria (SC), capim braquiária-capiaçu (BRS-CA) e raiz de batata doce (RBD), tornando viável a otimização da técnica de extração de gordura com equipamento de soxhlet para obtenção do Extrato etéreo (EE) para a inclusão quatro amostras por soxhlet para as amostras de farelo de soja, silagem de cervejaria, silagem de capim BRS-Capiaçu e raiz de batata doce.

Palavras-chave: nutrição animal, extrato etéreo, análise de alimentos, otimização

ABSTRACT

Food analysis is one of the main points to be observed in the area of animal nutrition, since knowledge of the composition of foods allows the formulation of diets that meet the nutritional needs of foods and contribute to the quality of the feed. The most used techniques for ethereal extraction are: hot method (Goldfish) and cold method (Sohxlet), the latter being the most commonly adopted in animal feed analysis laboratories. The equipment consists of a set for heating, evaporating and condensing the solvent that will “wash” the sample containing the material to be extracted. The present work aimed to optimize the fat ingestion technique with sohxlet equipment to obtain the ether extract (EE) using one to four samples per extractor in order to evaluate and validate the fat ingestion technique using the conventional way with one sample per extractor and comparing with a stepwise increase four samples per extractor for EE engineering in order to improve the analysis time on vitamin intake using one or more samples in the same extractor. Therefore, there was no significant difference ($P<0.05$) for all four treatments using as selection soybean meal (FS), brewery silage (SC), brachiaria-capiacu grass (BRS-CA) and root of sweet potato (RBD), making it feasible to optimize the fat inheritance technique with sohxlet equipment to obtain the ether extract (EE) for the inclusion of four samples per sohxlet for the exceptions of soybean meal, brewery silage, silage of BRS-Capiacu grass and sweet potato root.

Keywords: animal nutrition, ether extract, food analysis, optimization

Sumário

1.	INTRODUÇÃO	9
2.	REVISÃO DE LITERATURA.....	11
2.1	Nutrição dos ruminantes	11
2.2	Lipídios na nutrição animal	13
2.3	Exigências nutricionais para os ruminantes e não ruminantes	14
2.4	Lipídios relacionados os ruminantes	16
2.5	Métodos e extração do extrato etéreo.....	17
3.	METODOLOGIA	19
4.	RESULTADOS E DISCUSSÃO	21
3	CONCLUSÃO	23
	REFERÊNCIAS	24

1. INTRODUÇÃO

Conhecer a composição dos alimentos permite formulações exatas de dietas que atendam às exigências nutricionais dos alimentos e, portanto, a análise de alimentos é um dos principais pontos a serem observados na área de nutrição animal. Além disso, o controle da formulação pelos ingredientes é assegurado pela análise de alimentos, pois influencia na qualidade da ração, a qual depende de um efetivo e ótimo sistema de qualidade. Ter conhecimento da composição química, da ação no organismo, do valor alimentício e calórico, das propriedades físicas, nutricionais e biológicas é o objetivo da análise de alimentos. (Butolo, 2010)

A fração extrato etéreo contém substâncias solúveis em solventes orgânicos (hexano, éter de petróleo, clorofórmio, benzeno) e, alguns exemplos, são as gorduras, óleos, pigmentos, entre outros. A determinação do extrato etéreo por meio do método à frio (Sohxlet) é a técnica mais utilizada, geralmente adotada em laboratório de análise de alimentos para animais. O equipamento consiste em um conjunto para aquecimento, evaporação e condensação do solvente que irá “lavar” a amostra que contém o material a ser extraído. (Silva & Queiroz, 2005).

Dessa forma, a gordura bruta de forragens secas ou mistura de alimentos é determinada pelo método extrato etéreo e, na análise de alimentos, saber o teor de extrato etéreo é relevante pois compõe a fração de maior energia dos alimentos, provendo menos carboidratos e mais energia com uma quantidade de, aproximadamente, 2,25 vezes mais. (Cechi,2003)

A digestão dos lipídios em ruminantes vem mostrando, cada vez mais, a sua importância, principalmente referente às vantagens da inclusão de fontes de gordura na alimentação de animais, como aumento da densidade energética e eficiência alimentar dos animais (Souza et al., 2009). É importante entender que a digestibilidade da gordura é influenciada pela composição dos ácidos graxos, relacionando-se em função da solubilidade nas fases aquosas ou lipídicas e a maior ou menor solubilidade está associada com o ponto de fusão dos ácidos graxos. O ponto de fusão e a solubilidade são interferidas pelo tamanho da cadeia (número de carbonos), número de insaturações (número de ligações duplas) e tipo de geometria na ligação dupla (trans ou cis). (Silva & Queiroz, 2005)

Sabendo-se que a análise da composição química dos alimentos determina a avaliação da qualidade nutricional dos alimentos, a determinação de lipídios é uma

das análises demandadas nessa avaliação (FENNEMA, 1996), pois os lipídeos são compostos orgânicos bastante energéticos que contêm ácidos graxos essenciais ao organismo e que tem a função de atuar como transportadores de vitaminas lipossolúveis. A determinação de lipídeos em alimentos também é denominada determinação de extrato etéreo e é fundamentada no método de extração com solventes orgânicos (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2008).

A avaliação quantitativa de lipídeos em alimentos estabelece um critério importante para avaliações nutricionais e de processamento. O armazenamento de um alimento pode ser influenciado pelo seu teor de gordura, uma vez que esta constitui frações bastante instáveis. Dessa forma, a rancificação dos alimentos ricos em gorduras ocorre com mais facilidade quando não manuseados da forma correta (Cechi, 2003).

Portanto, o objetivo do trabalho foi otimizar a técnica de extração de gordura com equipamento de soxhlet para obtenção do Extrato Etéreo (EE), usando de uma até quatro amostras por extrator, a fim de avaliar e validar a técnica de extração de gordura, utilizando a forma convencional com uma amostra por extrator e comparando com um aumento gradativo até quatro amostras por extrator para determinação do EE e melhorar o tempo de análise na extração de gorduras utilizando uma ou mais amostras no mesmo extrator.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Nutrição dos ruminantes

O termo nutrição animal tem como definição o conjunto de atividades no qual um organismo vivo digere ou absorve os nutrientes integrados nos alimentos ingeridos, utilizando-os para o seu crescimento, manutenção, reparação dos tecidos corporais e produção. Conhecer profundamente as características e as necessidades de cada espécie e a categoria animal ajuda numa elaboração mais completa e certa que atendam às exigências nutritivas de cada organismo.

Primeiramente, conhecer as necessidades metabólicas da categoria animal é essencial na nutrição animal. Essas necessidades se alteram de acordo com muitas variáveis, são elas: a categoria animal, raça, tamanho, capacidade produtiva; capacidade reprodutiva; nível de produção, estágio de crescimento, ambiente. Ademais, é de suma importância ter o mínimo de noção sobre as funções da nutrição animal dentro do sistema produtivo, pois é parte fundamental para o sucesso ou fracasso na alimentação dos animais.

Dentre as principais funções, pode-se citar:

- **Mantença** - quantidade mínima de cada nutriente a fim de proporcionar as funções orgânicas básicas do organismo animal. Estas funções são: produção de calor para manter a temperatura corporal; Energia para as necessidades internas do animal, caso da respiração, circulação, etc; movimento mínimo; e reparo dos tecidos, órgãos e estruturas;
- **Crescimento** - para que o animal cresça e desenvolva o máximo da sua capacidade genética e ambiental é importante que ofereça nutrientes balanceados. Tanto a energia quanto outros nutrientes também são importantes para construir a estrutura do animal;
- **Reprodução** - a eficiência reprodutiva diminuída está ligada a animais muito obesos ou magros excessivamente. Dessa forma, confere-se a necessidade de ter o domínio sobre o escore de condição corporal dos animais para melhor reprodução;

- Trabalho - A energia será bastante requisitada para execução de trabalho, como por exemplo o ato de mastigar, andar, o processo de digestão etc;
- Lactação - A demanda nutritiva da lactação é bem maior se comparada com a prenhez. As vacas, por exemplo, com o objetivo de que evitem perder muito peso e tenham a vida reprodutiva comprometida, precisam ter uma dieta que possa acatar uma maior ingestão de nutrientes possível;
- Engorda - primeiramente, precisa-se entender que o corpo do animal ocupará todas as exigências e, posteriormente, que irá catalisar os nutrientes para a engorda.

Na nutrição animal, os nutrientes podem ser classificados da seguinte forma:

- Nutrientes Orgânicos:

Os energéticos, no qual tem-se os lipídios (Extrato Etéreo, que podem ser saturados e insaturados), os carboidratos (Extrato não nitrogenado, que podem ser monossacarídeos, oligossacarídeos, polissacarídeos) e a fibra bruta (polissacarídeos). Os proteicos, no qual há as proteínas (aminoácidos essenciais e não essenciais) e o nitrogênio não proteico; e os vitamínicos, que existem as vitaminas lipossolúveis (A, D, E e K) e as hidrossolúveis (complexo B e C)

- Nutrientes Inorgânicos:

Fazendo parte dos nutrientes inorgânicos os sais minerais (macro e microelementos) e a água.

Então, os alimentos são classificados de acordo com o Conselho Nacional de Pesquisas dos EUA (NRC). De forma resumida, volumosos e concentrados é a forma como os alimentos são divididos. Os alimentos volumosos possuem baixo teor energético, altos teores em fibra ou em água. Apresentam menos de 60% de Nutrientes Digestíveis Totais (NDT) e/ou mais de 18% de fibra bruta (FB), podendo ser divididos em secos e úmidos. Os alimentos concentrados normalmente contêm baixo teor de água e de fibra, podendo ter concentrações altas de energia (concentrados energéticos, como o milho), de proteína (concentrados proteicos, como o farelo de algodão) ou ambos (caso da semente de soja). Representam os alimentos com alto teor de energia, mais de 60% de NDT. Apresentam, também, menos de 18% de Fibra Bruta (FB).

Os concentrados podem ser divididos em: concentrados energéticos, que são alimentos ricos em energia e que contém menos de 20% de Proteína Bruta, sendo representados pelos grãos de cereais (tendo o milho como o mais importante) e seus subprodutos, assim como óleos e outras fontes de gordura. As principais características dos concentrados energéticos são o baixo teor de fibra, a grande maioria possui boa aceitabilidade pelos animais, não há muita variação entre seus valores nutritivos dentro de um determinado alimento, são alimentos ricos em fósforo, porém pobres em cálcio, possuem grande variabilidade na qualidade da proteína, mas esta é geralmente baixa quando comparados aos concentrados proteicos que são pobres em Proteína Bruta (PB).

E em concentrados proteicos, que são os alimentos que possuem menos de 18% de fibra e mais de 20% de proteína bruta na matéria seca. O farelo de soja, farelo de algodão, farelo de girassol, soja grão, farelo de amendoim e caroço de algodão são alguns dos seus representantes principais. Portanto, fazer um planejamento nutricional adequado é essencial, pois evita gastos desnecessários e contribui com a lucratividade da atividade. Saber sobre as exigências de cada categoria animal, o potencial nutricional dos alimentos, além dos conhecimentos básicos para balancear a formulação da ração é necessário para garantir, desse modo, um planejamento alimentar mais eficiente.

2.2 Lipídios na nutrição animal

Os lipídeos são compostos orgânicos altamente energéticos que contêm ácidos graxos essenciais ao organismo e que atuam como transportadores de vitaminas lipossolúveis. A determinação de lipídeos em alimentos também é denominada determinação de extrato etéreo e é fundamentada no método de extração com solventes orgânicos (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2008). A avaliação da qualidade nutricional dos alimentos é determinada pela análise de sua composição química. Uma das análises requeridas nessa avaliação é a determinação de lipídeos (FENNEMA, 1996).

O extrato etéreo é a quantidade mínima de gordura contida no alimento. É responsável por determinar a quantidade (percentagem) de gordura presente nos alimentos auxiliando na quantificação de energia. Os animais, sejam eles ruminantes

e não ruminantes, necessitam consumir alimentos que contenham a quantidade de energia necessária para realizar todas as atividades metabólicas de que precisam. Todas as funções e processos vitais e bioquímicos dos animais requerem energia como andar, mastigar, digerir, regular temperatura corporal, manter gradientes iônicos, síntese de proteínas, estocar glicogênio e gorduras, absorver nutrientes pelo TGI, síntese hepática de glicose entre outros. (Thiago H.A. Vendramini)

Segundo Gomes e Simeone (2012), a determinação de lipídios em alimentos ou determinação de extrato etéreo é fundamentada no método de extração com solventes orgânicos. O extrato etéreo é definido como a soma das substâncias extraídas pelo hexano. De acordo com Thiago

H. A. Vendramini ([s/d]), as necessidades energéticas de um animal podem ser determinadas medindo com precisão a ingestão de energia e o gasto de energia; essas medidas são as únicas formas de determinar com precisão a necessidade de energia de cada animal.

Para determinar os requisitos de energia de manutenção tem sido alimentar os animais com uma variedade de consumos de energia e medir a mudança no peso corporal. A energia da ingestão energética pode então ser plotada contra a mudança no peso corporal e as equações de regressão podem ser usadas para ajustar uma linha ou curva através dos pontos de dados.

O ponto em que a mudança no peso corporal é igual a zero é o requisito de energia de manutenção. Tem-se como vantagens não requerer equipamentos de laboratório caros e são necessárias apenas balanças para pesar o alimento e o animal. A desvantagem é que é um procedimento demorado, pois as medições precisam ser concluídas por um período suficiente para garantir que o animal seja realmente estável em peso.

2.3 Exigências nutricionais para os ruminantes e não ruminantes

Segundo Moraes, Araújo e Costa [s/d] as condições ambientais, o nível nutricional, a raça e a espécie, por exemplo, influenciam nas exigências nutricionais dos animais (ARC 1980). Energia é definida como a capacidade de realizar trabalho, existindo em diversas formas.

A energia só pode ser mensurada durante sua transformação de uma forma para outra. Em nutrição, a energia contida em alimentos, fezes, urina e tecidos é

mensurada através da completa combustão da amostra em uma bomba calorimétrica que causa o aumento da temperatura da água circundante à câmara de combustão que é quantificado e convertido na unidade caloria. A energia utilizada pelos animais é obtida dos alimentos através de processos digestivos e metabólicos, considerados energeticamente ineficientes, devido a perdas que ocorrem em cada um dos diversos estágios de assimilação de nutrientes.” (MARCONDES et.al [s/d]).

A energia é representada a partir das seguintes formas: energia bruta (EB), energia digestível (ED), energia metabolizável (EM) e energia líquida (EL). A energia bruta representa o total de energia (calor) liberada durante a completa oxidação de uma amostra em uma bomba calorimétrica, mas tem utilização limitada na nutrição animal por não indicar a disponibilidade dessa energia para o animal. A energia digestível aparente é a diferença entre a EB consumida e a excretada nas fezes, sendo rotineiramente determinada em ensaios de digestibilidade. A energia metabolizável é calculada descontando-se da ED as perdas energéticas na forma de urina e gases, representando a fração energética que será utilizada pelo animal ou perdida como calor. (Chizzotti et.al [s/d])

A proporção de energia perdida na forma urinária e na forma de gases em dietas balanceadas é pouco variável, logo a EM tem sido calculada como 82 % da ED. A energia líquida é definida como a quantidade de energia disponível para os processos de manutenção e para os fins produtivos, sendo subdividida, em função de diferenças na eficiência energética, em energia líquida de manutenção e energia líquida de produção. (Pies Gionbelli et.al [s/d])

A exigência de energia para manutenção é tida como o consumo de oxigênio do corpo, sendo a metade dessas necessidades utilizada pelas paredes do trato gastrointestinal e fígado para absorção e metabolismos de nutrientes digeridos, um terço pela pele, rins e tecido nervoso e o restante para as atividades musculares básicas. (Seal e Reynolds, 1993).

Variações no nível de atividades desses tecidos em função do genótipo, idade, estado fisiológico, nível de alimentação, secreção de ureia e condições ambientais modificam os requerimentos de energia para manutenção. Muitas vezes, as estimativas de exigências preconizadas para caprinos e ovinos são extrapoladas de bovinos, entretanto tem sido relatado na literatura que existem diferenças entre estas espécies. (Resende et.al, 2008)

“Existem inúmeras razões que sustentam as suspeitas dessas divergências, tais como tamanho de órgãos, taxa metabólica, composição corporal, entre outras. Assim, animais onde o maior depósito de gordura encontra-se nos componentes não-carcaça (região interna) apresentam maior exigência de manutenção em relação a animais com maior depósito de gordura externa (Véras et al., 2001).” (Resende et.al, 2008)

Baseado nisso, suspeita-se que as exigências dos caprinos sejam maiores que as de ovinos e bovinos. Segundo o AFRC (1998) as exigências de manutenção para caprinos, com base no peso metabólico, são maiores que para ovinos e similares a bovinos, concluindo que isto deve ser devido ao maior metabolismo basal dos caprinos e bovinos, comparados aos ovinos. Por outro lado, Sahlú et al. (2004) indicaram que a exigência de EMm para ovinos pode ser utilizada para caprinos, o que está de acordo com o CSIRO (1990). (Resende, et.al, 2008)

2.4 Lipídios relacionados os ruminantes

Os animais consomem o alimento para atender suas exigências em energia e outros nutrientes. Animais ruminantes podem utilizar a porção fibrosa de plantas forrageiras como fonte de energia. Entretanto, se por alguma razão a natureza do volumoso disponível restringir o consumo alimentar, este limitará também o desempenho animal, cuja consequência direta é a redução da eficiência do processo produtivo (Pereira et al., 2003).

“Diferenças nos produtos da fermentação proporcionam ao animal diferentes quantidades de nutrientes metabolizáveis, sendo que a predominância de nutrientes glicogênicos (propionato) em relação aos lipogênicos (acetato) pode afetar a quantidade e composição do leite e crescimento animal (Hall, 2001).” (Andrade et.al,2002). “Quando grandes quantidades de amido e açúcares são fornecidas na dieta de ruminantes, a fermentação pode ser direcionada para produção de ácido láctico, podendo provocar acidose e reduzir o aproveitamento da fibra.” (Faturi et.al, 2006)

Os variados fatores como a natureza, concentração, quantidade de forragens, concentrados e minerais (cálcio principalmente) influenciam nos efeitos dos lipídios sobre a digestão ruminal ocasionando difícil previsão e variações constantes. (Jenkins & McGuire, 2006). O aumento da absorção intestinal de ácidos graxos

insaturados ocorre por consequência de uma alta ingestão de ácidos graxos insaturados com uma possibilidade de ultrapassar a capacidade dos microrganismos do rúmen em biohidrogenar.(Rule & Beitz, 1986). Porém, a mudança do perfil lipídico produzido nas carcaças e/ou leite não é garantido apenas com o acréscimo de elevadas quantidades de ácidos graxos na dieta. (Huerta-Leidenz et al., 1991). A diminuição na digestão dos nutrientes e a redução no crescimento microbiano pode acontecer devido à adsorção dos ácidos graxos livres a partículas de alimentos inibindo o contato direto das moléculas microbianas ao substrato ou à ligação das celulasas bacterianas à celulose quando em excesso. O microrganismo ter um contato físico direto com as partículas de alimento é essencial para digestão, principalmente da celulose no rúmen. (Morais et al., 2006)

A utilização dos lipídios na dieta de ruminantes tem sido constante a fim de aumentar a ingestão de energia, já que possui 2,25 vezes mais teor energético que os carboidratos (Reddy et al.,1994), especialmente nas situações em que o consumo de matéria seca (MS) seja insuficiente para atender às exigências nutricionais dos animais.

Uma das principais fontes energéticas na alimentação dos ruminantes é a utilização de lipídios, porém é imprescindível observar sempre os níveis de inclusão nas dietas para que previna transtornos no rúmen e intestinos, que pode ocasionar em uma diminuição do consumo e digestibilidade. Adicionar lipídios na dieta se mostra eficiente em atender as demandas energéticas e seu uso no organismo faz com que ocorra um processo fisiológico bastante elaborado que determina o nível apropriado de suplementação e seus resultados dependem do que foi utilizado como fonte. O aumento do potencial de absorção intestinal e deposição na carne e/ou leite acontece quando os lipídios estão no modo de proteção de cálcio contendo ácidos graxos de cadeia longa. (Carneiro et.al, 2017)

É comum que animais manejados em pastagem natural sejam alimentados aquém de seus requerimentos nutricionais. A utilização do perfil metabólico em ruminantes é uma metodologia bastante útil na avaliação do balanço energético.

2.5 Métodos e extração do extrato etéreo

O extrato etéreo tem, em sua composição, substâncias as quais, em sua grande maioria, são solúveis em solventes orgânicos como o Hexano tendo, como exemplo,

compostos como gorduras de origem vegetal e animal, óleos, pigmentos, entre outros (Silva & Queiroz, 2005).

A determinação do extrato etéreo é de grande importância para a nutrição animal por fazer parte de frações das gorduras e óleos, implicando nos valores de energia dos alimentos para animais, já que são estes componentes que fornecem energia às dietas para o atendimento das exigências nutricionais.

As técnicas mais utilizadas para a extração de gorduras são: método à quente (Goldfish) e método à frio (Soxhlet), sendo o último o mais usualmente adotado em laboratório de análise de alimentos para animais.

O equipamento consiste em um conjunto de vidrarias e equipamento para aquecimento, evaporação e condensação do solvente com objetivo de imudecer a amostra até a retirada total de EE. Contudo, essas técnicas mesmo sendo técnicas simples, sua indicação serve para produtos de origem vegetal e animal (Silva & Queiroz, 2005).

Ao considerar que a amostra perdura por um tempo prolongado submersa no solvente, pode-se ter como uma vantagem visto que com o arraste dos lipídios livres há um aumento da sua eficácia. No método, ocorre a seguinte sequência: a amostra passa por uma secagem, logo após é moída em partículas pequenas e depois colocada em um cartucho poroso. Esse cartucho é posto na câmara de extração que está suspensa sobre o balão que contém o solvente e sob um condensador. Posteriormente, o balão passa por um aquecimento e faz com que o solvente evapore ao mesmo tempo que irá se movimentar na fase gasosa até o condensador, no qual é transformado em um líquido que goteja no cartucho que está com a amostra. Quando o solvente em volta da amostra for maior que a altura máxima do sifão, o líquido ultrapassará e chega no balão, onde ocorrerá aumento da temperatura (aquecimento) e, em seguida, a evaporação, completando o ciclo. (Tolentino et.al, 2015)

O presente trabalho teve como objetivo a otimização da técnica de extração de gordura com equipamento de soxhlet para obtenção do Extrato etéreo (EE) usando de uma até quatro amostras por extrator a fim de avaliar e validar a técnica de extração de gordura utilizando a forma convencional com uma amostra por extrator e comparando com um aumento gradativo até quatro amostras por extrator para determinação do EE.

3. METODOLOGIA

O experimento foi realizado no Laboratório de Nutrição Animal – LABNUTRI, localizado no Campus de Engenharias e Ciências Agrárias – CECA, da Universidade Federal de Alagoas – UFAL e foi efetuada a avaliação da extração de gordura (Extrato Etéreo

- EE) utilizando de uma até quatro amostras por extrator, usando o equipamento soxhlet da marca TECNAL, modelo SELEBIN TE-188

As amostras utilizadas foram: farelo de soja, silagem de cervejaria, BRA capiaçu (capim) e raiz de batata doce. As amostras, inicialmente, foram moídas por moinho de facas tipo willey com peneira de 1mm para posterior análise de EE.

Foram avaliados 4 tratamentos, no qual o tratamento 1 (T1) - foi constituído por uma amostra - Farelo de Soja (FS) por extrator, tratamento 2 (T2) - duas amostras por extrator, tratamento 3 (T3) - três amostras por extrator e tratamento 4 (T4) - quatro amostra por extrator, tendo quatro repetições por tratamento.

No tratamento 1 conteve apenas uma amostra de FS igualmente para as demais amostras. Já no tratamento 2, foram colocadas duas amostras por extrator sendo FS com SC, SC com BRS-CA, BRS-CA com RBD e RBD com FS. No tratamento 3, conteve as amostras FS adicionado à SC e BRS-CA, depois SC com BRS-CA e RBD e, por fim, BRS-CA com RBD e FS. E, no tratamento 4, juntou-se as quatro amostras repetindo o mesmo procedimento dos tratamentos anteriores.

A metodologia de extração segue o padrão da AOAC, adaptado, seguindo a descrição:

balança analítica, chapa quente com condensador acoplado, extrator Soxhlet, Erlenmeyer de boca esmerilhada de 125 ml, papel de filtro comum, reagentes, solvente orgânico PA (Hexano com um volume de 250 ml).

O procedimento foi feito do seguinte modo: tomou-se o peso do sachê (embalagem feita por papel filtro) seco a 55 °C , pesou-se, aproximadamente 1,5 g de amostra, colocou dentro do sachê e, posteriormente, pesou o sachê fechado

com a amostra; colocou-se o sachê no extrator Soxhlet e deixou por 4 horas; após decorrido o período, retirou-se o sachê do extrator e colocou em estufa de ventilação fechada por 24 horas; posteriormente, colocou-se as amostras em um dessecador, esperou esfriar e pesou em balança analítica.

Cálculos

- Resíduo do sachê = (Peso do sachê + resíduo) – (peso do sachê)
- EE (g) = (peso da amostra) – (peso do resíduo)
- % EE = ((EE(g) / (peso da amostra))*100)
- % EE MS (matéria seca) = ((% EE / % ASE amostra seca em estufa de 105°C) * 100)

O delineamento realizado foi inteiramente casualizado e a análise estatística foi executada pelo programa SAS (2002), por meio da análise de variância e comparação entre médias utilizando o teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

O trabalho teve como objetivo otimizar a técnica de extração de gordura com equipamento de soxhlet para obtenção do Extrato etéreo (EE) usando de uma até quatro amostras por extrator a fim de avaliar e validar a técnica de extração de gordura utilizando a forma convencional com uma amostra por extrator e comparando com um aumento gradativo até quatro amostras por extrator para determinação do EE, a fim de melhorar o tempo de análise na extração de gorduras utilizando uma ou mais amostras no mesmo extrator.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após ter feito todo o procedimento com o equipamento soxhlet, na tabela 1 é apresentado os resultados da extração de gordura(extrato etéreo). Não foi observada diferença significativa entre os tratamentos T1 e T2 para os ingredientes farelo de soja (FS) braquiária capiaçu (BRS-CA), mostrando a possibilidade da análise dessas amostras juntas no mesmo soxhlet.

Tabela 1 Extração de gordura (EE) com uma amostra até quatro amostras por soxhlet

	T1	T2	T3	T4	Teste F	CV
FS	26,73	26,94	27,76	27,67	0,1954	0,20
SC	1,26	1,88	1,52	1,65	0,1029	0,07
BRS-CA	11,33	11,64	12,13	12,06	0,3900	0,13
RBD	8,16	8,78	8,60	8,58	0,2029	0,06

FS: (Farelo de Soja); SC: (Silagem de Cervejaria); BRS-CA: (BRS Capiáçu); RBD: (Raiz de batata) doce.

Essa possibilidade é bem vinda ao se pensar na probabilidade de acelerar o tempo de análise de EE nos laboratórios, uma vez que em condições normais o tempo de análise mínima é de quatro horas usando apenas uma amostra por soxhlet e, com essa condição, já se poderia dobrar quantidade de análises por rodada.

Para as amostras T3 e T4, não foi observado diferença significativa ($P < 0,05$), apresentando uma média total de 27,28 para FS; 1,58 para SC; 11,79 para BRS-CA e 8,53 para RBD.

Em percentagem, essas diferenças apresentaram percentuais de 4,89% entre o T1 e T2 da SC e 7,59% para RBD, respectivamente, o que para sua utilização na formulação de rações para animais, por exemplo, é uma diferença significativa.

Um ponto a ser observado é o percentual encontrado pelo controle que em comparação com outros autores foi observado uma média abaixo dos encontrados na literatura como 6,36 % encontrado por (Sousa et al. 2013), 9,9% encontrado por

(Basoni Silva et al. 2010). Possivelmente, essa variação se dá pelo processo de formação desse resíduo que pode variar conforme cada indústria ocasionando essas variações.

Também, não foi observada diferença significativa ($P < 0,05$) entre os tratamentos T3 e T4, não diferindo das amostras referentes a T1, contudo não apresentando uma superestimação da quantidade de gordura das amostras o que o tornaria viável para a inclusão dessa quantidade de amostra por soxhlet.

Possivelmente, esses resultados também não sofreram alterações em relação à quantidade de hexano utilizado, no qual o presente estudo não observou alterações da extração de gordura com o mesmo volume de hexano (250 ml) para o tratamento 1, que obteve apenas uma amostra em relação aos demais tratamentos; além de ter mantido o mesmo tempo quando se analisou com uma amostra até quatro por soxhlet.

Contudo, o ponto positivo no presente trabalho é que, como não houve diferença significativa entre os tratamentos, pode-se afirmar que é viável utilizar quatro amostras por soxhlet com o mesmo volume de hexano usada para uma amostra e com o mesmo tempo de extração.

Observando o coeficiente de variação (CV), constatou-se que para todas as amostras foi observado um coeficiente de variação baixo o que remete em dados bem ajustados demonstrando a não influência do analista na análise, o que ratifica a precisão do procedimento.

3 CONCLUSÃO

A otimização da técnica de extração de gordura com equipamento de soxhlet para obtenção do Extrato etéreo (EE) é viável para a inclusão quatro amostras por soxhlet para as amostras de farelo de soja, silagem de cervejaria, silagem de capim BRS-Capiaçu e raiz de batata doce.

REFERÊNCIAS

MAYARA GALERIANI, T.; MARCOS NUNES COSMO, B. Métodos de determinação de extrato etéreo, proteína bruta e fibra em detergente neutro. Revista Agronomia Brasileira, v. 4, n. 1, 2020.

GOMES, P. et al. Determinação rápida de extrato etéreo utilizando extrator a alta temperatura Comunicado Introdução. [s.l: s.n.].

MARCONDES, M. et al. EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE ENERGIA PARA BOVINOS DE CORTE. [s.l: s.n.]

ALVES, S. et al. [s.l: s.n.]. Disponível em:
<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/916912/1/07Nutricaoeexigenciasnutricionais.pdf18122011.pdf>

BRAS, R.; ZOOTEC. Correspondências devem ser enviadas para: kresende@fcav.unesp.br Revista Brasileira de Zootecnia Avaliação das exigências nutricionais de pequenos ruminantes pelos sistemas de alimentação recentemente publicados. v. 37, p. 161–177, 2008

TOLENTINO et al. EXTRAÇÃO DE LÍPIDIOS: MÉTODO SOXHLET. [s.l: s.n.]. Disponível em: <<https://www.unicruz.edu.br/seminario/anais/>

MAYARA GALERIANI, T.; MARCOS NUNES COSMO, B. Métodos de determinação de extrato etéreo, proteína bruta e fibra em detergente neutro. Revista Agronomia Brasileira, v. 4, n. 1, 2020

BEZERRA, L.R. Desempenho e comportamento metabólico de cordeiros da raça Santa Inês alimentados com diferentes concentrações de *Spirulina platensis* diluída em leite de vaca. 2006. 41f. Dissertação (Mestrado em Sistemas Agrosilvopastoris no semi-árido) – Centro de Saúde e Tecnologia Rural, Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande - PB. BRITO, M.A.;

GONZÁLEZ, F.H.D.; RIBEIRO, L.A.O.; CAMPOS, R.; LACERDA, L.; BARBOSA, P.R.; BERGMANN, G. Composição do sangue e do leite em ovinos leiteiros no sul do Brasil: variações na gestação e lactação. Ciência Rural, v.36, n.3, p.942-948, 2006

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. Banco de dados agregados. Disponível em: <http://www.sidra.ibge.gov.br>. Acesso em: 12 set.

2009. LANA, R.P. Sistema Viçosa de formulação de rações. Viçosa: UFV, 60 p., 2000.

LIMA, A.B.; SILVA, A.M.A.; MEDEIROS, A.N; RODRIGUES, O.G; ARAÚJO, G.T.;

COSTA, R.G. Estudos preliminares da *Calotropis procera* S. W. na dieta de ovino Agropecuária Científica no Semiárido, n. 01, p. 15-24, 2005.

LOUSADA JÚNIOR, J. E. Digestibilidade aparente de subprodutos do processamento de frutas em ovinos. 2003. 92 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2003

SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. Análises de alimentos: Métodos químicos e biológicos. 3 ed. Viçosa, MG: Editora UFV, 2005. 235p.

MIZUBUTI, I. Y.; RIBEIRO, E. L. A.; ROCHA, M. A.; et al. Consumo e digestibilidade aparente das silagens de milho, sorgo e girassol. Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia, v. 31, n. 1, p.267-272, 2002.

ALMEIDA, M. F. DE, VON TIESENHAUSEN, I. M. E. V., AQUINO, L. H. DE., CARVALHO, V. D. DE, ROCHA, G. P., SILVA, M. G. C. M. Composição química e

consumo voluntário das silagens de sorgo, em dois estádio de corte, girassol e milho para ruminantes. Ciência e Prática, v. 19, n.3, p.315-321. 1995

ARAUJO, V. L., RODRIGUEZ, N. M.; GONÇALVES, L. C. et al. Qualidade das silagens de três híbridos de sorgo ensilados em cinco diferentes estádios de maturação. Arq. Bras. Med. Vet. Zootec., v.59, n.1, p.168-174, 2007

ALVARENGA, M. C. V. Consumo e digestibilidade aparente d silagens de sorgo em três momentos de corte e dois tamanhos de partículas, em carneiros. Belo Horizonte: Escola de Veterinária da UFMG, 1993. 82 p. Dissertação (Mestrado).

ALVES FILHO, D.C.; RESTLE, J.; BRONDANI, I.L.; et al. Silagem de sorgo ou milho para terminação de novilhos em confinamento. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 37. 2000, Viçosa. Anais... Viçosa: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2000. (CD Room).

ANDRADE, J. B., CARVALHO, D. D. Estádio de maturação na produção e qualidade da silagem de sorgo. II. Digestibilidade e consumo da silagem. Boletim da Ind. Anim., Nova Odessa, v.49, n.2, p.101-106, 1992.

BERNADINO, M. L. A., RODRIGUEZ, N. M., SANTANA, A. A. C. et al. Silagem de

sorgo de porte médio com diferentes teores de tanino e sicolbência no colmo. I. Nitrogênio amoniacal, pH e perdas de matéria seca. Arq. Bras. Med. Vet. Zootec., v.49, n.2, p.213-223, 1997

- CÂNDIDO, M. J. D. Qualidade e valor nutritivo de silagens de híbridos de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) sob doses crescentes de recomendação de adubação. Viçosa: UFV, 2000. 57p. Dissertação (Mestrado em zootecnia).
- CARVALHO, D. D., ANDRADE, J. B., BIONDI, P. et al. Estádio de maturação na produção e qualidade do sorgo. I. Produção de matéria seca e de proteína bruta. Bol. Ind. Anim., v.49, n.2, p.91-99, 1992
- CARVALHO, L. C. Determinação do valor nutritivo de dez cultivares de capim Sudão (*Sorghum sudanense*). Belo Horizonte: Escola de Veterinária – UFMG, 1996. 100 p. Dissertação (Mestrado).
- CASTRO, G.H.F.; RODRÍGUEZ, N. M.; GONÇALVES, L. C. et al. Produção de metano em ovinos consumindo volumosos tropicais. In: Reunião da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 46.,2009, Maringá. Anais...Maringá: SBZ, 2009.
- MAYNARD, L.A.; LOOSLI, B.S.; HINTZ, H.F. et al. Nutrição animal. 3 ed. Rio de Janeiro: Freitas Bastos, 1984. 726p.
- FURLAN, R.L.; MACARI, M.; FARIA FILHO, D.E. Anatomia e fisiologia do trato gastrintestinal. In: BERCHIELLI, T. T.; PIRES, A. V.; OLIVEIRA, S. G. Nutrição de ruminantes. Jaboticabal: FUNEP, 2006. p.287-310.
- GERON, L.J.V.; MEXIA, A.A.; GARCIA, J. et al. Suplementação concentrada para cordeiros terminados a pasto sobre custo de produção no período da seca. Rev. Semin., v.33, n.2, p.797-808, 2012.
- GONÇALVES, A.; DOMINGUES, J.D. Uso de gordura protegida na dieta de ruminantes. Rev. Nut., v.4, n.5, p.475-486, 2007.
- GOUVÊA, M.M; FRANCO, C.F.J.; MARQUES, F.F.C. et al. Ácidos Linoleicos Conjugados (ALC) – Os Benefícios que Exercem sobre a Saúde Humana e as Principais metodologias Analíticas Aplicadas para a sua Determinação em Leites. Rev. Quim.,v.4, n.6, p.653-669, 2012.
- GRESSLER, M.A.L.; SOUZA, M.I.L. Efeitos da suplementação com gordura protegida sobre a foliculogênese ovariana de ruminantes. Rev. Vet. Zootec., v.3, n.2, p.70-79, 2009.
- HASTENPFLUG, M.; WOMMER, T. P. Ácido linoleico conjugado no leite e carne de ovinos: uma breve revisão. Rev. Agrogeo.,v.4, n.3, 2012.
- JAEGER, S.M.P.L.; DUTRA, A.R.; PEREIRA, J.C. et al. Características da Carcaça de Bovinos de Quatro Grupos Genéticos Submetidos a Dietas com ou sem Adição de Gordura Protegida. R.Bras. Zootec., v.33, n.6, p.1876-1887, 2004

SILVA SOBRINHO, A.G.; MACHADO, M.R.F.; GASTALDI, K.A.G. et al. Efeito da relação volumoso:concentrado e do peso ao abate sobre os componentes da perna de cordeiros Ile de France x Ideal confinados. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.31, n.2, p.1017-1023, 2002.

SILVA, F.F; VALADARES FILHO, S.C.; ÍTAVO, L.C. et al. Consumo, desempenho, características de carcaça e biometria do trato gastrointestinal e dos órgãos internos de novilhos nelore recebendo dietas com diferentes níveis de concentrado e proteína. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.31, n. 4, p.1849-1864, 2002.

SILVA, J.H.V.; RODRIGUES, M.T.; CAMPOS, J. Desempenho de cabras leiteiras recebendo dietas com diferentes relações de volumoso:concentrado. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.28, n.6, p.1412-1418, 1999.

VÉRAS, A.S.C; VALADARES FILHO, S.C.; SILVA, J.F.C. et al. Efeito do nível de concentrado sobre o peso dos órgãos internos e do conteúdo gastrointestinal de bovinos nelore não castrados. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.30, supl 3, p.1120-1126, 2001.

YÁNEZ, E.A.; RESENDE, K.T.; FERREIRA, A.C.D. et al. Restrição alimentar em caprinos:rendimento, cortes comerciais e composição da carcaça. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.35, n.5, p. 2093-2100, 2006

PAULINO, M.F.; FONTES, C.A.A.; JORGE, A.M. et al. Composição corporal e exigências de energia e proteína para ganho de peso de bovinos de quatro raças zebuínas. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.28, n.3, p.627-633, 1999.