



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO SUDOESTE DA BAHIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**

**SEMENTE DE SERINGUEIRA NA ALIMENTAÇÃO DE  
CORDEIROS**

Autor: Flávio Moreira de Almeida  
Orientador: Prof. Dr. José Augusto Gomes Azevêdo

ITAPETINGA  
BAHIA – BRASIL  
Março de 2015

**FLÁVIO MOREIRA DE ALMEIDA**

**SEMENTE DE SERINGUERA NA ALIMENTAÇÃO DE  
CORDEIROS**

Tese apresentada, como parte das exigências para obtenção do título de DOUTOR EM ZOOTECNIA, no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia.

Orientador: Prof. Dr. José Augusto Gomes Azevêdo

Co-orientadores: Prof. Dr. Luiz Gustavo Ribeiro Pereira  
Prof. Dr. Robério Rodrigues Silva

ITAPETINGA  
BAHIA – BRASIL  
Março de 2015

636.085 Almeida, Flávio Moreira de.

A446s Semente de seringueira na alimentação de cordeiros. / Flávio Moreira de Almeida. – Itapetinga-BA: UESB, 2015.

86f.

Tese apresentada, como parte das exigências para obtenção do título de DOUTOR EM ZOOTECNIA, no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia. Sob a orientação do Prof. D. Sc. José Augusto Gomes Azevêdo e coorientação do Prof. D. Sc. Luiz Gustavo Ribeiro Pereira e Prof. D. Sc. Robério Rodrigues Silva.

1. Cordeiros – Semente de seringueira - Alimentação. 2. Ovinos – Lipídeos na Alimentação. 3. Borracha – Coprodutos - Sustentabilidade. I. Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia - Programa de Pós-Graduação de Doutorado em Zootecnia, *Campus* de Itapetinga. II. Azevêdo, José Augusto Gomes. III. Pereira, Luiz Gustavo Ribeiro. IV. Silva, Robério Rodrigues. V. Título.

**CDD(21): 636.085**

Catalogação na Fonte:

Adalice Gustavo da Silva – CRB 535-5<sup>a</sup> Região

Bibliotecária – UESB – Campus de Itapetinga-BA

Índice Sistemático para desdobramentos por Assunto:

1. Cordeiros – Semente de seringueira - Alimentação
2. Ovinos – Lipídeos na Alimentação
3. Borracha – Coprodutos - Sustentabilidade

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO SUDOESTE DA BAHIA - UESB  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA  
Área de Concentração: Produção de Ruminantes

Campus Itapetinga-BA

**D E C L A R A Ç Ã O D E A P R O V A Ç Ã O**

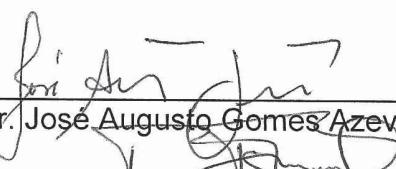
**Título:** “Semente de seringueira na alimentação de cordeiros”.

**Autor (a):** Flávio Moreira de Almeida

**Orientador (a):** Prof. Dr. José Augusto Gomes Azevedo

**Co-orientador (a):** Prof. Dr. Robério Rodrigues Silva

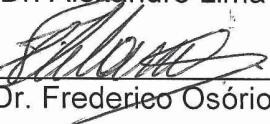
Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de DOUTOR EM ZOOTECNIA, ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: PRODUÇÃO DE RUMINANTES, pela Banca Examinadora:

  
Prof. Dr. José Augusto Gomes Azevedo – UESC

  
Prof. Dr. Robério Rodrigues Silva – UESB

  
Prof. Dr. Douglas dos Santos Pina - UFMT

  
Dr. Alexandre Lima Ferreira – EMBRAPA-MG

  
Dr. Frederico Osório Velasco – EMBRAPA-MG

Data de realização: 05 de março de 2015.

“Mais difícil do que publicar um livro é escrever um bom livro”.

*Jorge Amado*

À minha querida esposa Tainá, e meu lindo filho Davi.  
Amo vocês.

DEDICO

## AGRADECIMENTOS

À Deus e Meishu-Sama por terem guiado meu espírito.

À Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia e Universidade Estadual de Santa Cruz pela estrutura cedida para minha capacitação e realização das atividades de pesquisa.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela bolsa de estudos.

Ao professor José Augusto Gomes Azevêdo. Exemplo de mestre e cidadão. Por tudo serei sempre grato.

Ao professor Luiz Gustavo Ribeiro Pereira por ter me motivado desde o início a seguir aprimorando o conhecimento.

Aos meus amigos Mateus, Mineiro, Chachá, Diogo, Jovem, Mato Grosso, Garrote, Gordo, Paulinho, Raimundinho, Oká, e Priscila Badaró que mais uma vez não me ajudaram em absolutamente nada (repito: ABSOLUTAMENTE NADA) na elaboração e conclusão desse trabalho, porém sempre me proporcionaram momentos inesquecíveis favorecendo para a formação do meu ser, o que em tese, pode ter ajudado a encarar os desafios da pesquisa. Vocês sempre serão importantes para mim.

Aos parceiros(as) de experimento em especial à Jorge Alberth, Abdon, Ivan, Gustavo Cara, Jeferson, Leandro, Pablo, Breno, Débora, Lígia, Gisele, Ismênia e a todos aqueles que colaboraram de maneira esporádica, meus sinceros agradecimentos.

Aos colegas de estudo: Marcus Vinícius, Yann, Fernando, Ícaro, Daniel, Thon, Milena, Daiane e Taiala.

Aos cordeiros que sem opção doaram o tempo e a vida por esse trabalho.

## BIOGRAFIA

FLÁVIO MOREIRA DE ALMEIDA, filho de Henrique Almeida e Regina Moreira de Almeida, nasceu em Ilhéus, no dia 21 de dezembro de 1984.

Em fevereiro de 2010, concluiu o curso de Medicina Veterinária, na Universidade Estadual de Santa Cruz onde também iniciou o curso de mestrado em Ciência Animal e defendeu o título em março de 2012.

Em março de 2012, iniciou o Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, no nível de Doutorado, área de concentração Produção de Ruminantes, na Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, realizando estudos na área de nutrição e produção de ruminantes e defendeu a tese em março de 2015.

## SUMÁRIO

	Página
EPÍGRAFE.....	ii
DEDICATÓRIA.....	iii
AGRADECIMENTOS.....	iv
BIOGRAFIA.....	v
LISTA DE FIGURAS .....	Ix
LISTA DE TABELAS .....	x
I – REFERENCIAL TEÓRICO .....	01
1. Introdução geral .....	01
2. Revisão de literatura.....	02
2.1.Seringueira .....	02
2.2. Importância Econômica.....	03
2.3.Fruto e semente da seringueira.....	03
2.4.Utilidade da semente de seringueira.....	04
2.5.Estimativa de oferta da semente de seringueira.....	05
2.6.Lipídeos na alimentação de ruminantes.....	05
3. Referências Bibliográficas .....	07
II – OBJETIVOS.....	10
RESUMO .....	11
ABSTRACT .....	14
4. INTRODUÇÃO.....	17
5. MATERIAL E MÉTODOS .....	18
5.1. Local .....	18
5.2. Animais e alojamento.....	18
5.3. Dietas experimentais.....	18
5.4. Coleta e análise de amostras.....	19
5.5. Balanço de nitrogênio.....	22
5.6. Balanço hídrico.....	22

5.7. Comportamento Ingestivo.....	22
5.8. Abate dos animais.....	23
5.9. Cinética de fermentação ruminal <i>in vitro</i> .....	24
5.10. Degradabilidade <i>in vitro</i> .....	26
5.11. Ácidos graxos voláteis.....	26
5.12. Estatísticas.....	26
6. RESULTADOS.....	27
6.1.Consumo.....	27
6.2.Digestibilidade.....	27
6.3.Balanço de nitrogênio.....	27
6.4.Balanço hídrico.....	27
6.5.Desempenho.....	27
6.6.Comportamento Ingestivo.....	32
6.7.Eficiência alimentar e ruminal.....	32
6.8.Pesos e rendimentos.....	32
6.9.Avaliação qualitativa.....	32
6.10. Cortes da carcaça .....	32
6.11. Componentes não carcaça.....	36
6.12. Cinética de produção de gases.....	39
6.13. Degravabilidade <i>in vitro</i> .....	40
6.14.Ácidos graxos voláteis.....	40
7. DISCUSSÃO .....	42
7.1.Consumo.....	42
7.2.Digestibilidade.....	44
7.3.Balanço de nitrogênio.....	46
7.4.Balanço hídrico.....	47
7.5.Desempenho.....	47
7.6.Comportamento Ingestivo.....	48
7.7.Eficiência alimentar e ruminal.....	50
7.8.Pesos e rendimentos.....	51
7.9.Avaliação qualitativa.....	52
7.10. Cortes da carcaça .....	52
7.11. Componentes não carcaça.....	53

7.12. Cinética de produção de gases.....	53
7.13. Degradabilidade <i>in vitro</i> .....	55
7.14. Ácidos graxos voláteis.....	55
8. CONCLUSÃO .....	56
9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	57

**LISTA DE FIGURAS**

	Página
FIGURA 1. Presença dos animais no comedouro (%).....	46

## LISTA DE TABELAS

	Página
Tabela 1. Composição química da silagem de sorgo e da semente de seringueira.....	19
Tabela 2. Composição química e distribuição dos nutrientes nas diferentes partes da semente de seringueira.....	20
Tabela 3. Proporção e composição química das dietas.....	21
Tabela 4. Consumo diário dos nutrientes em função dos níveis da semente de seringueira (SS) nas dietas em cordeiros confinados.....	28
Tabela 5. Digestibilidade aparente das dietas em função dos níveis da semente de seringueira (SS) nas dietas em cordeiros confinados.....	29
Tabela 6. Balanço de nitrogênio em função dos níveis da semente de seringueira (SS) nas dietas em cordeiros confinados.....	30
Tabela 7. Balanço hídrico em função dos níveis da semente de seringueira (SS) nas dietas em cordeiros confinados.....	31
Tabela 8. Desempenho, consumo e rendimentos de carcaça de cordeiros confinados em função dos níveis da semente da seringueira (SS) nas dietas.	31
Tabela 9. Tempo despendido na alimentação, ruminação e ócio em função dos níveis da semente de seringueira (SS) nas dietas em cordeiros confinados.....	33
Tabela 10. Número de períodos, tempo por período, percentual do tempo e quilograma por refeição em função dos níveis da semente de seringueira (SS) nas dietas em cordeiros confinados.....	34
Tabela 11. Eficiência alimentar (EAL), de ruminação (ER) e parâmetros mastigatórios em função dos níveis da semente de seringueira (SS) nas dietas em	35

cordeiros confinados.....	
Tabela 12. Pesos e rendimentos ao abate de cordeiros confinados em função dos níveis da semente da seringueira (SS) nas dietas.....	36
Tabela 13. Características qualitativas e espessura de gordura subcutânea (EGS) de cordeiros confinados em função dos níveis da semente da seringueira (SS) nas dietas.....	37
Tabela 14. Rendimentos de cortes da carcaça de cordeiros confinados em função dos níveis da semente da seringueira (SS) nas dietas.....	37
Tabela 15. Pesos dos componentes não-carcaça de cordeiros confinados em função dos níveis da semente da seringueira (SS) nas dietas.....	38
Tabela 16. Proporção dos pesos componentes não-carcaça em função do peso de corpo vazio (PCV) de cordeiros confinados em função dos níveis da semente da seringueira (SS) nas dietas.....	39
Tabela 17. Estimativa dos parâmetros da cinética de produção de gases <i>in vitro</i> de dietas contendo níveis da semente da seringueira (SS).....	40
Tabela 18. Degradabilidade <i>in vitro</i> da matéria seca das dietas contendo níveis da semente da seringueira (SS) em diferentes tempos.....	41
Tabela 19. Descrição da concentração dos ácidos graxos voláteis Acético, Propriônico e Butírico <i>in vitro</i> em função de níveis de inclusão da semente da seringueira (SS) em diferentes tempos.....	41

## I – REFERENCIAL TEÓRICO

### 1. INTRODUÇÃO GERAL

A produção mundial de alimentos é um desafio em que sua complexidade é encarada como um dos grandes desafios da humanidade. É cada vez maior a demanda por quantidade e ao mesmo tempo informações inerentes a qualidade, origem e impactos causados na produção de alimentos.

A expectativa de crescimento da população global não é o único fator preocupante no que tange a demanda por alimentos, pois o enriquecimento das áreas urbanas tem mudado o padrão alimentar e produtivo da população economicamente ativa. Neste cenário, a maior parte da população não está diretamente relacionada à produção de alimentos e se coloca inteiramente dependente do abastecimento oriundo das zonas rurais cada vez proporcionalmente menos populosa.

Para suprir a demanda por quantidade e qualidade, processos contínuos de modernização das técnicas produtivas têm elevado a produção de alimentos principalmente dos grãos e cereais que são a base da dieta de animais ruminantes em confinamento.

Os preços praticados no mercado para os grãos e cereais tiveram crescimento na primeira década do século XXI. O crescimento econômico, a expansão mundial dos biocombustíveis, flutuação das taxas cambiais e a inflação dos preços de energia têm sido apontadas como principais causas para a alta do preço das principais *commodities*.

A falta de previsibilidade de preço, a oferta e distribuição dos grãos e cereais que são os ingredientes tradicionalmente utilizados na alimentação de animais ruminantes em confinamento têm estimulado a busca por alimentos alternativos ou não tradicionais que possam suprir total ou parcialmente as demandas nutricionais de animais ruminantes em sistemas tecnificados.

A semente da seringueira (*Hevea brasiliensis*) possui concentração de lipídeos entre 350,0 a 450,0 g/Kg, característica esta que a torna um potencial substituto de alimentos energéticos tradicionais nas dietas de animais ruminantes. Além disso, a semente não é aproveitada pelos produtores de látex, e também não possui destinação comercial definida. Entretanto, por se tratar de uma fonte pouco estudada, os efeitos de sua inclusão em dietas para ruminantes ainda é pouco conhecido.

Utilizar alimentos com alta concentração de lipídeos como a semente da seringueira, pode contribuir com o fornecimento de energia para animais em sistemas tecnificados, além de promover um equilíbrio mais adequado entre os carboidratos estruturais e não estruturais da dieta.

Entretanto, efeitos indesejáveis como a diminuição no consumo voluntário e na digestibilidade dos carboidratos têm sido relatados quando sua utilização ultrapassa a capacidade de metabolização ruminal destes compostos. Os resultados dos estudos são conflitantes no que diz respeitos aos limites de utilização de lipídeos, principalmente em ovinos, cujos parâmetros nutricionais são em sua maioria comparados com os de grandes ruminantes.

Para que seja possível recomendar a utilização da semente de seringueira na alimentação de ruminantes, foi proposto neste trabalho avaliar os efeitos da sua inclusão na dieta de cordeiros confinados sobre o consumo, digestibilidade, balanço de nitrogênio, desempenho, características da carcaça, não carcaça, comportamento ingestivo e na degradabilidade *in vitro*.

## 2. Revisão de literatura

### 2.1. Seringueira

A seringueira pertence ao gênero *Hevea*, da família Euphorbiaceae, e tem a *Hevea brasiliensis* como a espécie mais importante do gênero (Li e Fox., 2012). Nativa da região amazônica é encontrada naturalmente nas matas dos Estados do Acre, Amazonas, Rondônia, Pará e em áreas vizinhas do Peru e Bolívia. Consiste na principal fonte mundial de látex para a produção de borracha natural de cunho comercial.

Apesar de existirem mais de 2500 plantas superiores que produzem látex, apenas a seringueira se estabeleceu como uma fonte comercial importante devido ao seu alto rendimento e excelentes propriedades físicas (Aoki et al., 2014).

A borracha é um polímero de hidrocarbonetos, constituída de unidades de poliisopreno ( $C_5H_8$ ), e a borracha natural é um metabólito secundário (cis 1,4 poliisopreno) originado no floema secundário da planta (An et al., 2014). É considerada a matéria-prima industrial mais importante produzida por plantas, devido às suas

propriedades físicas únicas, incluindo a capacidade de resistência, elasticidade, abrasão, eficiente dispersão de calor e maleabilidade em baixas temperaturas (Aoki et al., 2014).

## **2.2. Importância econômica**

A produção mundial de borracha natural alcançou em 2011 mais de  $10 \times 10^6$  toneladas, e a Tailândia é o principal produtor junto com a Indonésia (Ho, 2014). A previsão segundo Prachaya (2009) é que de 2008 a 2018, o consumo mundial de derivados da borracha irá aumentar de 9,6 para  $13,8 \times 10^6$  toneladas, o que significa um crescimento anual de 3,7%.

No início do século XX, o Brasil detinha o monopólio da produção mundial da borracha natural, mas, em 2013 foi responsável por apenas 1,2% do total do mercado mundial que é de  $12,0 \times 10^6$  toneladas (RSN, 2014). Apesar de pouco relevante no cenário mundial, o Brasil tem registrado nos últimos 10 anos um crescimento médio anual de 3,65% da área plantada de seringueira (IBGE, 2012).

O desenvolvimento da cultura da borracha se faz necessário diante da dependência mundial deste recurso, que mesmo sendo substituída em parte pela borracha sintética - derivada do petróleo- ainda é essencial na produção de materiais de alta tecnologia como pneumáticos para indústria aeroespacial, utensílios e instrumentação de saúde humana.

## **2.3. Fruto e semente da seringueira**

O fruto é uma cápsula tricoca (com três mericarpos), lenhosa, algo subglobosa, depressa nos septos, de maneira que em corte transversal se apresenta trilobada. Sendo tricoco, há apenas uma semente em cada lóculo, pendente na placenta central (Viégas & Carvalho, 2000). O completo desenvolvimento dos frutos leva cerca de cinco meses e durante esse período, grande quantidade de frutos pequenos são abortados, principalmente nos dois primeiros meses de desenvolvimento devido à autopolinização (Gonçalves & Marques, 2008).

As sementes apresentam testa crustácea, brilhante, com manchas salpicadas e esbranquiçadas, cujo padrão de desenhos pode servir para distinguir variedades e clones da mesma espécie (Viégas & Carvalho, 2000). O endosperma é espesso, oleoso, ocultando no interior dois cotilédones planifoliáceos. A parte interna da semente (endosperma) se posiciona central e ligeiramente desacoplada da casca externa.

#### **2.4. Utilidade da semente de seringueira**

No mundo contemporâneo é constante a busca por eficiência no uso dos recursos naturais independentemente do setor em que se está inserido, principalmente quanto ao aproveitamento de materiais que possam gerar algum benefício à sociedade, e que o conhecimento de técnicas para sua utilização, não possui plena divulgação.

Para se obter maior rendimento financeiro na heveicultura, é possível aproveitar a madeira de árvores improdutivas e pela diversificação com outras atividades em consórcio como a cacaucultura, apicultura e bovinocultura.

Estudos recentes (Ahmad et al., 2014; Eka et al., 2010; Mohd-Setapar et al., 2013; Wibowo, 2013; Zhu et al., 2011, 2014) têm direcionado atenção à semente da seringueira (SS), excepcionalmente utilizada na produção de mudas para o replantio. Mesmo os países tradicionalmente exportadores de borracha e que possuem as maiores áreas de plantio como a Tailândia, Malásia e Indonésia, a SS não é coletada para fins comerciais e apenas 25% das sementes que caem possuem qualidade suficiente para ser utilizada no replantio (Suprayudi et al., 2014 ).

A não existência de cadeias produtivas e comerciais definidas, é considerada um grande desperdício (Qin Ng et al., 2014) devido ao potencial produtivo e também a concentração de lipídios presente na SS, que pode variar de 350,0 a 450,0 g/Kg (Kittigowittana et al., 2013). Na indonésia, há relatos de que depois de tratada adequadamente, a semente tem sido utilizada como fonte alimentar humana (Oyewusi et al., 2007).

A alta concentração de lipídios tem despertado interesse de pesquisadores para as mais variadas finalidades. O óleo resultante da extração da semente tem sido testado como potencial inibidor de corrosão (Udiandeye et al., 2011), matéria prima para a produção de policloreto de polivinila ou PVC (Balkose et al., 2010), polímeros de poliuretano (Bakare et al., 2008) e produção de biodiesel (Ahmad et al., 2014).

É inegável que a busca por soluções para substituir matérias primas não renováveis por bioproductos tenham importância estratégica para os países, e estejam em voga, porém estes estudos ainda são insuficientes para promover uma mudança consistente na concepção do potencial produtivo destes bioproductos.

## **2.5. Estimativa de oferta da semente de seringueira**

O potencial produtivo de óleo da SS nos países do sudeste asiático é estimado em 1,94 milhões de toneladas (Zhu et al., 2014), considerando uma concentração de até 450,0 g/Kg na semente (Kittigowittana et al., 2013), é possível estimar em até 4,31 milhões de toneladas da SS que caem das árvores sem pleno aproveitamento.

Trabalhos mais antigos relatavam uma produtividade média de 136 Kg/ha ano de SS (Jamieson e Baughman 1930), e atualmente é possível constatar produções médias de 1553,19/Kg/ha ano e alguns clones chegam a produzir 2060,0/Kg ha/ano (Zhu et al., 2014). É possível que atualmente, com práticas produtivas mais intensivas e em condições climáticas favoráveis, a tendência é que sejam alcançados valores de produtividade mais elevados do que os encontrados por Jamieson e Baughman (1930).

No Brasil, a área plantada de seringueira segundo dados do IBGE (2012) é de 138,28 mil ha, sendo São Paulo o estado com a maior área plantada (52,4 mil ha) seguido da Bahia (32,8 mil ha). Estima-se que a produção de SS somente no estado da Bahia seja de mais de 16,0 mil toneladas anuais.

A maior parte dos seringais da Bahia está localizada na região Sul em especial o território do Baixo Sul, que possui característica edafoclimática favorável a planta. O Baixo Sul baiano é uma microrregião que apresenta problemas sociais graves como desemprego, baixo nível de escolaridade e renda, cujo IDH médio dos municípios é de 0,577 (PNUD, 2013), valor este abaixo da média do estado (0,660) e do país (0,727). Neste cenário, há grande oferta de mão de obra que pode ser empregada na coleta e possível beneficiamento da SS.

## **2.6. Lipídeos na alimentação de ruminantes**

Os lipídeos são compostos orgânicos que são relativamente insolúveis em água, mas solúveis em solventes orgânicos. Os triglicerídeos, fosfolipídeos e galactolipídeos são comumente encontrados nos alimentos. O teor de lipídios na maioria das sementes, cereais e das forragens varia de 10,0 a 30,0 g/Kg de matéria seca, sendo composto principalmente por ácidos graxos insaturados (Jenkins & Harvatine, 2014).

Os lipídeos são considerados fontes energéticas com alta concentração de energia prontamente disponível, pois são constituídos de grande proporção de ácidos graxos, os quais possuem 2,25 vezes mais energia que os carboidratos. Além disso, os lipídeos são utilizados em rações por aumentarem a capacidade de absorção de

vitaminas lipossolúveis, fornecerem ácidos graxos essenciais e atuarem como precursores de diferentes metabólitos (Bassi et al., 2012)

Palmquist & Jenkins (1980) sugeriram que a inclusão dos lipídeos em dietas para ruminantes seja limitada em até 5% da MS total, visto que os microrganismos ruminais não possuem mecanismos fisiológicos para digeri-los tão eficientemente como o fazem para os carboidratos e as proteínas.

De acordo com Palmquist & Mattos (2006), alguns ácidos graxos são tóxicos para os microorganismos responsáveis pela biohidrogenação no rúmen, tais como ácidos graxos de cadeia média (10 a 14 átomo de carbono) e ácidos graxos poli-insaturados de cadeia longa, o que sugere que não só o comprimento da cadeia, mas também o nível de insaturação pode afetar a fermentação ruminal e, consequentemente, a ingestão de nutrientes.

Tem-se sugerido que os lipídeos promovem redução na produção de metano, onde a fonte de lipídio utilizada dita a magnitude do efeito promovido (Machmüller et al., 1998). Elevar a utilização da energia no rúmen, maximizar a utilização do nitrogênio pelas bactérias ruminais e reduzir as perdas por metano e amônia são alguns objetivos dos nutricionistas em elevar eficiência no desempenho animal.

O excesso de lipídeos na dieta de animais ruminantes pode afetar a digestão e a taxa de passagem da fibra, desta maneira a atividade mastigatória pode sofrer interferência (Harvatine & Allen, 2005). De acordo com Kargar et al., (2010) o comportamento ingestivo de animais consumindo dietas com alto lipídeo tem sido pouco estudado e a magnitude dos seus efeitos sobre os parâmetros comportamentais não estão totalmente elucidados.

Apesar do considerável incremento energético proporcionado pelos lipídios, sua inclusão em dietas de animais ruminantes tem sido relatada como responsável pela redução no desempenho (Cunha et al., 2008; Madruga et al., 2008) de cordeiros em virtude do menor consumo observado (Dayani et al., 2011; Piona et al., 2012; Urano et al., 2006). Este efeito ocorre em sua maioria, quando a capacidade de metabolização lipídica pelos microrganismos ruminais é extrapolada, e o efeito desejado acaba sendo minimizado.

### 3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AHMAD, J.; YUSUP, S.; BOKHARI, A.; KAMIL, R.N.M. Study of fuel properties of rubber seed oil based biodiesel. *Energy Conversion and Management*, v.78, p.266-275, 2014.
- AN, F.; LIN, W.; CAHILL, D.; ROOKES, J.; KONG, L. Variation of phloem turgor pressure in *Hevea brasiliensis*: An implication for latex yield and tapping system optimization. *Industrial Crops and Products*, v.58, p.182-187, 2014.
- AOKI, Y.; TAKAHASHI, S.; TAKAYAMA, D.; OGATA, Y.; SAKURAI, N.; SUZUKI, H.; ASAواتراتانکول, K.; WITITSUWANNAKUL, D.; WITITSUWANNAKUL, R.; SHIBATA, D.; KOYAMA, T.; NAKAYAMA, T. Identification of laticifer-specific genes and their promoter regions from a natural rubber producing plant *Hevea brasiliensis*. *Plant Science*, v.225, p.1-8, 2014.
- BAKARE, I.O.; PAVITHRAN, C.; OKIEIMEN, F.E.; PILLAI, C.K.S. Synthesis and characterization of rubber-seed-oil-based polyurethanes. *Journal of Applied Polymer Science*, v.109, p.3292-3301, 2008.
- BALKÖSE, D.; EGBUCHUNAM, T.O.; OKIEIMEN, F.E. Thermal behaviour of metal soaps from biodegradable rubber seed oil. *Journal of Thermal Analysis and Calorimetry*, v.101, p.795-799, 2010.
- BASSI, M.S.; LADEIRA, M.M.; CHIZZOTTI, M.L.; CHIZZOTTI, F.H.M.; OLIVEIRA, D.M.; NETO, O.R.M. Grãos de oleaginosas na alimentação de novilhos zebuínos: consumo, digestibilidade e desempenho. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.41, p.353-359, 2012.
- CUNHA, M.D.G.G.; CARVALHO, F.F.R.D.; VÉRAS, A.S.C.; BATISTA, A.M.V. Desempenho e digestibilidade aparente em ovinos confinados alimentados com dietas contendo níveis crescentes de caroço de algodão integral. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.37, p.1103-1111, 2008.
- DAYANI, O.; DADVAR, P.; AFSHARMANESH, M. Effect of dietary whole cottonseed and crude protein level on blood parameters and performance of fattening lambs. *Small Ruminant Research*, v.97, p.48-54, 2011.
- EKA, H.D.; TAJUL, A.Y.; NADIAH, W.W.A. Potential use of Malaysian rubber (*Hevea brasiliensis*) seed as food, feed and biofuel. *International Food Research Journal*, v.17, p.527-534, 2010.
- GONÇALVES, P.D.S.; MARQUES, J.R.B. Melhoramento genético da seringueira: passado, presente e futuro. *Seringueira*. Viçosa: EPAMIG, p.399-498, 2008.
- HARVATINE, K.J.; ALLEN, M.S. Effects of fatty acid supplements on feed intake, and feeding and chewing behavior of lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*, v.89, p.1104-1112, 2006.
- HO, C.C. The production of natural rubber from *Hevea brasiliensis* latex: colloidal properties, preservation, purification and processing, In: Natural rubber materials, *Royal Chemical Society*, v.4, p. 73-106, 2014.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. Área plantada de seringueira no estado da Bahia. 2012. Disponível em : <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/listabl.asp?c=1613&z=p&o=18>> Acesso em: 12 jun. 2014.
- JAMIESON, G.S.; BAUGHMAN, W.F. Para rubber seed oil. *Journal of the American Oil Chemist's Society*, v.7, p.419-421, 1930.
- JENKINS, T.C.; HARVATINE, K.J. Lipid feeding and milk fat depression. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*, v.30, p.623-642, 2014.

- KARGAR, S.; KHORVASH, M.; GHORBANI, G.R.; ALIKHANI, M.; YANG, W.Z. Short communication: Effects of dietary fat supplements and forage:concentrate ratio on feed intake, feeding, and chewing behavior of Holstein dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.93, p.4297-4301, 2010.
- KITTIGOWITTANA, K.; WONGSAKUL, S.; KRISDAPHONG, P.; JIMTAISONG, A. Fatty Acid Composition And Biological Activities Of Seed. **International Journal of Applied Research in Natural Products**, v.6, p.1-7, 2013
- LI, Z.; FOX, J.M. Mapping rubber tree growth in mainland Southeast Asia using time-series MODIS 250 m NDVI and statistical data. **Applied Geography**, v.32, p.420-430, 2012.
- MACHMÜLLER, A.; OSSOWSKI, D.A.; WANNER, M.; KREUZER, M.; Potential of various fatty feeds to reduce methane release from rumen fermentation in vitro (Rusitec). **Animal Feed Science Technology**, v.71, p.117-130, 1998.
- MADRUGA, M.S.; VIEIRA, T.R.L.; CUNHA, M.D.G.G.; FILHO, J.M.P.; EGYPTO, R.D.C. R.; QUEIROGA, W.H. Efeito de dietas com níveis crescentes de caroço de algodão integral sobre a composição química e o perfil de ácidos graxos da carne de cordeiros Santa Inês. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, p.1496-1502, 2008.
- MOHD-SETAPAR, S.H.; NIAN-YIAN, L.; KAMARUDIN, W.N.W.; IDHAM, Z.; NORFAHANA, A.T. Omega-3 emulsion of Rubber (*Hevea brasiliensis*) seed oil. **Agricultural Sciences**, v.4, p.84, 2013.
- OYEWUSI, P.A.; AKINTAYO, E.T.; OLAOFE, O. The proximate and amino acid composition of defatted rubber seed meal. **Journal of Food Agriculture and Environment**, v.5, p.115, 2007.
- PALMQUIST, D.L.; MATTOS, W.R.S. Metabolismo de lipídeos. **Nutrição de ruminantes**. Jaboticabal: FUNEP, p.287-310, 2006.
- PALMQUIST, D.L.; JENKINS, T.C. Fat in Lactation Rations 1, 2: Review. **Journal of dairy science**, v.63, p.1-14, 1980
- PIONA, M.N.M.; CABRAL, L.D.S.; ZERVOUDAKIS, J.T.; ABREU, J.G.D.; GALATI, R.L.; CAETANO, G.G.G.D.P.; SILVA, A.R.D. Níveis de Caroço de algodão na dieta de cordeiros confinados. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.13, p.110-122, 2012.
- PRACHAYA, J. Rubber Economist Quarterly Report. London And Bangkok, **International Journal Of Applied Research In Natural Products**, v.2, p.45-49, 2009.
- PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO HUMANO -PNUD. 2013. Ranking do IDH dos Municípios do Brasil. Disponível em : < <http://www.pnud.org.br/arquivos/ranking-idhm-2010.pdf>> Acesso em: 14 jun. 2014.
- QIN NG, W. P.; LIM, M.T.; LAM, H.L.; YUSUP, S. Overview on economics and technology development of rubber seed utilisation in Southeast Asia. **Clean Technologies and Environmental Policy**, v.16, p.439-453, 2014.
- RUBBER STATISTICAL BULLETIN - RSN. July – September, v.73, 2014.
- SUPRAYUDI, M.A.; INARA, C.; EKASARI, J.; PRIYOUTOMO, N.; HAGA, Y.; TAKEUCHI, T.; SATOH, S. Preliminary nutritional evaluation of rubber seed and defatted rubber seed meals as plant protein sources for common carp *Cyprinus carpio* L. juvenile diet. **Aquaculture Research**. doi:10.1111/are.12452 , 2014.
- UDIANDEYE, J.A.; OKEWALE, A.O.; ETUK, B.R.; IGBOKWE, P.K. Investigation of the use of ethyl esters of castor seed oil and rubber seed oil as corrosion inhibitors. **International Journal of Basic & Applied Sciences**, v.11, p.48-54, 2011.

URANO, F.S.; PIRES, A.V.; SUSIN, I.; MENDES, C.Q.; RODRIGUES, G.H.; ARAUJO, R.D.; MATTOS, W.R.S. Desempenho e características da carne de cordeiros confinados alimentados com grãos de soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.41, p.1525-1530, 2006.

VIEGAS, I.J.; CARVALHO, J.G. **Seringueira, nutrição e adubação no Brasil**. Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, 2000, 284p.

WIBOWO, A.D.K. Study on production process of biodiesel from rubber seed (*Hevea brasiliensis*) by in situ (trans) esterification method with acid catalyst. **Energy Procedia**, v.32, p.64-73, 2013.

Zhu, Y.; Xu, J.; Mortimer, P.E. The influence of seed and oil storage on the acid levels of rubber seed oil, derived from *Hevea brasiliensis* grown in Xishuangbanna, China. **Energy**, v.36, p.5403-5408, 2011.

ZHU, Y.; LI, Q.; XU, J.; LI, Q.; MORTIMER, P.E. Investigation of rubber seed yield in Xishuangbanna and estimation of rubber seed oil based biodiesel potential in Southeast Asia. **Energy**, v.69, p.837-842, 2014.

## II – OBJETIVOS

### Geral

Avaliar o valor nutritivo da semente de seringueira como fonte alternativa de alimento para cordeiros.

### Específicos

- Avaliar o consumo de nutrientes e água, a digestibilidade, o balanço de nitrogênio e o desempenho de cordeiros confinados consumindo semente da seringueira em diferentes níveis.
- Avaliar o comportamento ingestivo de cordeiros confinados consumindo semente de seringueira em diferentes níveis.
- Avaliar os fatores quantitativos e qualitativos da carcaça de cordeiros alimentados com dietas contendo diferentes níveis da semente da seringueira.
- Avaliar a degradabilidade e a cinética de fermentação ruminal *in vitro* de dietas contendo níveis de semente da seringueira.

## RESUMO

ALMEIDA, Flávio Moreira de. **Semente de seringueira na alimentação de cordeiros.** Itapetinga, BA: UESB, 2015. 86 p. Tese. (Doutorado em Zootecnia, Área de Concentração em Produção de Ruminantes).\*

Objetivou-se com o trabalho avaliar o efeito da inclusão da semente de seringueira (SS) na dieta, sobre a cinética de produção de gases e degradabilidade *in vitro* e também sobre o consumo a digestibilidade, os balanços hídrico e de nitrogênio, o desempenho, o comportamento ingestivo, as características da carcaça e dos componentes não carcaças de 36 cordeiros machos,  $\frac{1}{2}$  Santa Inês  $\times \frac{1}{2}$  Dorper, castrados, com peso corporal médio inicial de  $19,59 \pm 3,39$  Kg e idade média de seis meses. Nos estudos *in vitro*, as dietas foram formuladas com relação volumoso/concentrado de 40:60, e inclusão (0,0; 80,0; 160,0 e 240,0 g/Kg de MS) da SS na matéria seca (MS) da dieta. Foram utilizados 64 frascos distribuídos em 4 dietas experimentais e 16 repetições. A pressão foi medida utilizando um transdutor de pressão nos tempos de 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 17, 20, 24, 28, 34, 48, 72, 96 horas após a incubação. Para determinação da degradabilidade *in vitro*, amostras das dietas foram armazenadas em sacos de poliéster ANKON, e foram submetidos ao mesmo procedimento metodológico da cinética de produção de gases. No total foram 76 frascos distribuídos em 4 dietas, 3 tempos (12, 24 e 96h) e 6 repetições por tempo. A mesma dieta foi utilizada nos experimentos com ovinos sendo designadas às unidades experimentais em delineamento inteiramente casualizado, sendo quatro dietas experimentais com nove repetições. Ao final de 56 dias de experimento, os animais foram abatidos e as características de carcaça e dos componentes não-carcaça foram avaliadas. Nos estudos *in vitro*, a inclusão da SS proporcionou efeito quadrático na produção de gás oriundo da fração não fibrosa da dieta e tem seu ponto máximo estimado em 70,59 g/Kg de inclusão da SS na dieta. O mesmo comportamento foi observado para o VFT em que o ponto máximo estimado é de 57,13 g/Kg da SS. O período de latência aumentou linearmente à inclusão da SS. O VFCF assim como as taxas de degradação das frações fibrosas e não fibrosas não foram influenciadas pela inclusão da SS nas dietas. A incubação até as 12 horas após o início do procedimento não foi suficiente para serem encontradas diferenças na degradabilidade da MS dos substratos. A partir de 24 horas de incubação foi possível observar diferenças significativas na degradabilidade da MS que tiveram comportamento quadrático em que o ponto de máximo estimado seria encontrado com a inclusão de 96,25 g/Kg da SS na dieta. Após 96 horas de incubação, a inclusão da SS

inferiu diminuição linear na degradabilidade das dietas. Não houve efeito na concentração dos ácidos graxos acético, propiônico e butírico entre as dietas avaliadas nos tempos de 12 e 24 horas. A inclusão da SS influenciou negativamente o consumo de MS (CMS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), carboidratos não fibrosos (CNF) e nutrientes digestíveis totais (NDT). Por outro lado, o consumo de extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro corrigido para cinzas e PB (FDNcp) e FDN indigestível, aumentaram em função da inclusão de SS. Houve diminuição linear na digestibilidade aparente da MS, MO, FDNcp e dos CNF com o aumento dos níveis de SS nas dietas, assim como para o NDT. O consumo, a excreção fecal e a quantidade retida de nitrogênio (N) diminuíram linearmente assim como o consumo da água. Ocorreu melhor utilização da água em função do CMS nas dietas com níveis da SS. A excreção de água na urina, o balanço hídrico e o consumo de água em função do CMS diminuíram linearmente em função da inclusão da SS nas dietas. A conversão alimentar não foi influenciada pelas dietas, no entanto, a inclusão da SS nas dietas influenciou negativamente o desempenho. A inclusão da SS promoveu aumento linear no tempo despendido na alimentação (min/dia, min/Kg MS, min/Kg FDNcp) e ruminação (min/dia e min/Kg MS), em contrapartida, houve decréscimo no tempo destinado ao ócio. O tempo em minutos por período de alimentação aumentou e o tempo por período de ócio, diminuiu linearmente em função da inclusão da SS nas dietas. Ocorreu maior participação do tempo em alimentação e ruminação e menor participação do tempo em ócio em percentual do tempo (% em 24h) com a inclusão da SS nas dietas. A quantidade de MS consumida durante cada período de refeição, a eficiência alimentar para MS e FDNcp, assim como a eficiência de ruminação de MS diminuíram linearmente a inclusão da SS na dieta, e efeito contrário ocorreu para o número de bolos ruminais (nº/dia), a quantidade em gramas por bolo ruminal e o tempo (h) de mastigação total. O peso ao abate dos cordeiros foi similar entre as dietas avaliadas, no entanto houve diferença para o peso de corpo vazio (PCV), de carcaça quente e fria que diminuíram linearmente à inclusão da SS nas dietas assim como os pesos de carcaça quente e fria. A perda de peso por resfriamento houve efeito quadrático e seu ponto mínimo estimado em 86,6 g/Kg da SS. As carcaças apresentaram diminuição linear no grau de cobertura de gordura e na conformação da carcaça em função da inclusão da SS nas dietas e efeito quadrático foi observado para a espessura de gordura subcutânea com ponto de máximo estimado em 48,4 g/Kg da SS na dieta. Ocorreu decréscimo linear nos pesos da meia carcaça (PMC), pernil e do lombo. Quando comparado as médias dos pesos dos cortes

em percentual ao PMC, apenas houve diferença para o lombo, apresentando comportamento linear decrescente em função da inclusão da SS à dieta. Os pesos da cabeça, pele, gordura omental, gordura mesentérica e gorduras internas totais regrediram de modo linear à inclusão da SS nas dietas. Na proporção dos componentes não-carcaça em função do PCV, apenas houve efeito significativo para o trato gastrointestinal que aumentou sua proporção em função dos níveis da SS nas dietas. A inclusão de até 240,0 g/Kg na dieta confere desempenho animal compatível com sistemas de confinamento que visem de médio a alto desempenho. A presença da casca da semente nas dietas pode ter sido a principal responsável pela limitação no consumo e interferência nos parâmetros ligados à ruminação. A utilização de produtos regionais como a semente de seringueira na alimentação de cordeiros pode ser uma alternativa para diminuir dependência de alimentos tradicionalmente utilizados em sistemas de produção.

**Palavras chave:** borracha, coprodutos, lipídeos, ovinos, sustentabilidade.

---

\* Orientador: José Augusto Gomes Azevêdo, Dr. UFV e Co-orientadores: Luiz Gustavo Ribeiro Pereira, Dr. UFMG e Robério Rodrigues Silva, Dr. UEM.

## ABSTRACT

ALMEIDA, Flávio Moreira de. **Rubber seed in the feeding of lambs.** Itapetinga, BA: UESB, 2015. 86 p. Thesis. (PhD in Animal Science, Area of Concentration in Ruminant Production).\*

The objective of the study was to evaluate the effect of inclusion of rubber seed (RS) in the diet, on the gas production kinetics and in vitro degradability and also on consumption digestibility, the water and nitrogen balance, performance, feeding behavior, carcass characteristics and components not carcasses of 36 lambs,  $\frac{1}{2}$  Dorper  $\times$   $\frac{1}{2}$  Santa Ines, castrated, with initial body weight of  $19.59 \pm 3.39$  kg and an average age of six months. Into *in vitro* studies, diets were formulated with ratio roughage/concentrate of 40:60, and inclusion (0,0; 80,0; 160,0 and 240,0 g/kg DM) of the RS in the dry matter (DM) diet. 64 bottles distributed in 4 experimental diets and 16 replications were used. The pressure was measured using a pressure transducer for times of 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 17, 20, 24, 28, 34, 48, 72 and 96 hours after incubation. To determine the *in vitro* degradability, samples of the diets were stored in Ankon polyester bags, and underwent the same methodological procedure of gas production kinetics. A total of 76 bottles distributed in four diets, 3 times (12, 24 and 96h), and 6 replicates per time. The same diet was used in the experiments with sheep being assigned to experimental units in a randomized design, with four experimental diets with nine replications. At the end of 56 days of the experiment, the animals were slaughtered and carcass and non-carcass components were evaluated. Into *in vitro* studies, the inclusion of RS provided quadratic effect in the production of gases coming from the non fiber fraction of the diet and has a peak estimated at 70,59 g/kg inclusion of RS in the diet. The same behavior was observed for the total final volume (TFV) in which the peak is estimated at 57,13 g/kg of RS. The latency period increased linearly to the inclusion of RS. The final volume of fibrous carbohydrate (FVFC) and degradation rate of fibrous and non-fibrous fractions were not affected by the inclusion of RS in the diets. Incubation until 12 hours after the start of the procedure was not enough to be found differences in degradability of DM of substrates. From 24 hours of incubation was observed significant difference in degradation of DM that have a quadratic behavior in the estimated maximum point would be found with the addition of 96,25 g/kg RS in the diet. After 96 hours of incubation, the inclusion of RS inferred linear decrease the degradability of diets. There was no effect on the concentration of fatty acids acetic,

propionic and butyric between diets evaluated in the time of 24 hours. The inclusion of RS adversely affect intake (DMI), organic matter (OM), crude protein (CP), non-fiber carbohydrates (NFC) and total digestible nutrients (TDN). Moreover, the use of (EE), neutral detergent fiber corrected for ash and PB (NDFap) and indigestible NDF increased due to the inclusion of RS. There was a linear decrease in apparent digestibility of DM, OM, NDFap and NFC with increasing RS levels in diets, as well as for the TDN. Consumption, fecal excretion and the retained amount of nitrogen (N) decreased linearly as well as water consumption. There better use of water as a function of the DMI diets with RS. The water excretion in the urine, the water balance and the DMI function in water consumption decreased linearly with the inclusion of RS in the diets. Feed conversion was not affected by diets, however, the inclusion of RS in the diets negatively affected the performance. Inclusion of RS promoted linear increase in time spent in feeding (min/day, min/kg DM, min/kg NDFap) and rumination (min/day min/kg DM), in contrast, there was a decrease in time for the leisure . The time in minutes per feeding period and increased time for leisure time, decreased linearly as a function of the RS inclusion in diets. There was a higher share of time eating and ruminating and lower participation in leisure time as a percentage of the time with the inclusion of RS in the diets. The amount of dry matter consumed during each meal, feed efficiency for DM and NDFap, as well as DM rumination efficiency linearly decreased the inclusion of RS in the diet, and opposite effect occurred for the number of ruminal bolus (n/day ), the amount in grams per rumen cake and the time (h) total chewing. The final weight of lambs was similar among the evaluated diets, however was no difference in the empty body weight (EBW), hot and cold carcass which decreased linearly to the inclusion of RS in the diet as well as hot and cold carcass weights. The cooling for weight loss there was a quadratic effect and its minimum estimated at 86,6 g/kg of RS. The carcasses showed a linear decrease in the degree of fat cover and carcass conformation due to the inclusion of RS in the diets and quadratic effects were observed for fat thickness with maximum point estimated at 48,4 g/kg RS in diet. There was a linear decrease in the half carcass weights (HCW), ham and loin. When compared the average weight of the cuts in percentage per HCW, there was only difference for fillets presented decreasing linear behavior due to the inclusion of the RS diet. The head weights, skin, omental, mesenteric fat and total internal fats regressed linearly to the inclusion of RS in the diets. The proportion of non-carcass components due to the EBW, only significant effects for the gastrointestinal tract which increased its

proportion in the light of the RS levels in the diets. The inclusion of up to 240,0 g/kg in the diet gives animal performance compatible with containment systems aimed at medium to high performance. The presence of the seed coat in the diet may have been primarily responsible for the limitation in consumption and interference in the parameters related to rumination. The use of local products such as the rubber seed in lambs can be an alternative to reduce dependence traditionally used in food production.

**Key-Words:** co-products, lipids, rubber, sheep, sustainability

---

\* Advisor: José Augusto Gomes Azevedo, Dr. UFV and Co-advisors: Luiz Gustavo Ribeiro Pereira, Dr. UFMG and Robério Rodrigues Silva, Dr. UEM.

#### **4. INTRODUÇÃO**

Estudos recentes (Ahmad et al., 2014; Eka et al., 2010; Mohd-Setapar et al., 2013; Wibowo, 2013; Zhu et al., 2014) têm direcionado atenção à semente da seringueira (SS), excepcionalmente utilizada na produção de mudas para o replantio. Mesmo os países tradicionalmente exportadores de borracha e que possuem as maiores áreas de plantio como a Tailândia, Malásia e Indonésia, a SS não é coletada para fins comerciais e apenas 25% das sementes que caem possuem qualidade suficiente para ser utilizada no replantio (Suprayudi et al., 2014 ).

A não existência de cadeias produtivas e comerciais definidas, é considerada um grande desperdício (Qin Ng et al., 2014) devido ao potencial produtivo e também pela concentração de lipídeos presente na SS, que pode variar de 350,0 a 450,0 g/Kg (Kittigowittana et al., 2013).

Os lipídeos são utilizados para aumentar a densidade energética das dietas (Obeidat et al., 2012), elevar a eficiência alimentar pela redução da emissão de metano entérico (Patra, 2014), minimizar a formação de pó durante operações de mistura e manuseio de alimentos para animais (Awawdeh et al., 2009), além de contribuir para um equilíbrio adequado entre carboidratos estruturais e não estruturais na dieta (Hess et al., 2008) e diminuir o consumo de água.

Estudos com SS em monogástricos demonstraram o potencial em sua utilização (Babatunde et al., 2010; Narahari e Kothandaraman, 1983; Tean et al., 2002), entretanto, em ruminantes existem poucos estudos (Chanjula, 2011; Chujai, 1988, 2011; Njwe, 1988) que comprovem sua eficácia.

Assim, objetivou-se avaliar o efeito da inclusão da semente de seringueira (SS) na dieta, sobre a cinética de produção de gases e degradabilidade *in vitro* e também sobre o consumo a digestibilidade, os balanços hídrico e de nitrogênio, o desempenho, o comportamento ingestivo, as características da carcaça e dos componentes não carcaças de cordeiros confinados.

## 5. MATERIAL E MÉTODOS

### **5.1. Local**

Os estudos *in vitro* foram conduzidos nas dependências do Laboratório de Degradabilidade da Embrapa Gado de Leite em Coronel Pacheco, estado de Minas Gerais, Brasil. A avaliação dos cordeiros foi conduzida no Laboratório de Pesquisa em Nutrição e Alimentação de Ruminantes (LAPNAR) da Universidade Estadual de Santa Cruz em Ilhéus-BA. O protocolo experimental e os procedimentos adotados nesta pesquisa foram integralmente aprovados (Protocolo nº 026/13) pela Comissão de Ética no Uso de Animais da Universidade Estadual de Santa Cruz (CEUA-UESC) por estar de acordo com os princípios éticos da experimentação animal.

### **5.2. Animais e alojamento**

Foram utilizados 36 ovinos machos  $\frac{1}{2}$  Santa Inês  $\times \frac{1}{2}$  Dorper, castrados, com peso corporal médio inicial de  $19,59 \pm 3,39$  Kg e idade média de seis meses. Os animais foram identificados, vermifugados e confinados em baias de  $1\text{ m}^2$ , com piso ripado, providas de bebedouros e comedouros individuais sob galpão coberto. Os animais passaram por um período de adaptação de 15 dias às condições do experimento e às instalações e 56 dias para experimentação dividida em quatro períodos de 14 dias para coleta de dados. Para determinação do desempenho, os cordeiros foram pesados após jejum de sólidos de 16 horas no primeiro e no 56º dia.

### **5.3. Dietas experimentais**

Os tratamentos foram designados às unidades experimentais em delineamento inteiramente casualizado, sendo quatro dietas experimentais com nove repetições. As dietas foram formuladas com relação volumoso/concentrado de 40:60, e inclusão (0,0; 80,0; 160,0 e 240,0 g/Kg de MS na matéria seca (MS) da dieta.

O volumoso utilizado foi a silagem de sorgo da variedade Ponta Negra, o concentrado foi formulado à base de farelo de soja, milho grão moído, ureia, calcário calcítico e mistura mineral. A SS foi coletada manualmente na cidade de Ituberá-BA, armazenada por um período de 2 meses em local coberto e ventilado, em seguida foi triturada e seca em estufa de ventilação forçada a 55°C durante 48 horas, para a eliminação por volatilidade do ácido cianídrico (HCN) (Ravindran & Ravindran, 1988).

A composição química da silagem de sorgo e da SS encontra-se na Tabela 1. Para melhor compreensão dos efeitos da SS sobre os parâmetros de consumo e digestibilidade, a composição química da SS integral, bem como a casca e o endosperma separados da semente, encontram-se na Tabela 2. A proporção dos ingredientes assim como a composição química das dietas encontra-se na Tabela 3.

Os animais foram alimentados duas vezes ao dia (8 h e 16 h) e a quantidade fornecida foi ajustada diariamente, de modo que sobrasse em torno de 10% do total fornecido.

**Tabela 1.** Composição química da silagem de sorgo e da semente de seringueira.

Item	Silagem de sorgo	Semente de seringueira
g/Kg MS		
Matéria seca (g/Kg MN)	236,1	880,2
Matéria orgânica	953,6	984,3
Proteína bruta	78,3	103,1
Extrato etéreo	25,2	287,6
FDN <sub>cp</sub>	590,2	566,5
FDA <sub>cp</sub>	326,7	322,8
Carboidratos não fibrosos	260,0	27,1
PIDA	14,4	10,3
PIDA (g/Kg PB)	180,0	100,3

MS, matéria seca; MN, matéria natural; FDN<sub>cp</sub>, fibra em detergente neutro corrigida para cinza e proteína; FDA<sub>cp</sub>, fibra em detergente ácido corrigida para cinza e proteína; PIDA, proteína insolúvel em detergente ácido; PB, proteína bruta.

#### 5.4. Coleta e análise de amostras

A quantidade de concentrado e volumoso oferecidos foi registrada diariamente, assim como foram coletadas as amostras da silagem de sorgo e das sobras de cada animal, sendo essas posteriormente congeladas. As amostras foram agrupadas, de forma proporcional, a cada período de 14 dias, constituindo-se em amostras compostas, as quais foram parcialmente secas em estufa com ventilação forçada segundo método INCT-CA G-001/1. (Detmann et al., 2012).

Em cada período houve cinco dias de coleta de fezes direto da ampola retal dos animais, com posterior identificação e armazenamento em freezer. Em seguida foi preparada uma amostra composta por animal em cada período.

As amostras de alimentos, sobras e fezes foram avaliadas quanto aos teores de MS, segundo método INCT-CA G-003/1, matéria mineral (MM) segundo método INCT-CA M-001/1, proteína bruta (PB) segundo método INCT-CA N-001/1, fibra em detergente neutro (FDN) segundo método INCT-CA F-001/1 e correções para proteína e cinzas, respectivamente, segundo método INCT-CA N-004/1 e INCT-CA M-002/1, e extrato etéreo (EE) segundo método INCT-CA G-004/1, conforme descritos por Detmann et al. (2012).

Tabela 2. Composição química e distribuição dos nutrientes nas diferentes partes da semente de seringueira.

Item	Semente de seringueira		
	Casca	Endosperma	Semente
Matéria seca (g/Kg MN)	896,9	853,5	870,9
		g/Kg MS	
Matéria orgânica	997,1	966,4	978,7
Proteína bruta	16,0	170,0	108,1
Extrato etéreo	14,9	472,7	288,7
FDN <sub>cp</sub>	945,8	319,0	570,9
CNF	20,4	4,7	11,0
PIDA	15,6	6,7	10,3
PIDA g/Kg PB	977,5	39,1	100,3
	Distribuição dos constituintes %		
Matéria seca	40,2	59,8	-
Proteína bruta	6,0	94,0	-
Extrato etéreo	2,1	97,9	-
FDN <sub>cp</sub>	66,6	33,4	-

MS, matéria seca; MN, matéria natural; FDN<sub>cp</sub>, fibra em detergente neutro corrigida para cinza e proteína; CNF, carboidratos não fibrosos; PIDA, proteína em detergente ácido; PB, proteína bruta.

Os carboidratos não fibrosos (CNF) foram calculados como proposto por Hall (2003), em que: CNFcp (g/KgMS) = 100 – (PB + FDNCp + EE + MM), onde: PB = proteína bruta; FDNCp = fibra em detergente neutro corrigido para proteína e cinzas; EE = extrato etéreo; MM = matéria mineral, todos em g/Kg MS.

Os nutrientes digestíveis totais (NDT) foram calculados segundo Weiss (1999), porém utilizando a FDN e CNF corrigido para cinzas e proteína, pela seguinte equação:

NDT (g/KgMS) = PBD + FD<sub>NcpD</sub> + CNF<sub>cpD</sub> + 2,25EED. em que: PBD = PB digestível; FD<sub>NcpD</sub> = FD<sub>Ncp</sub> digestível; CNF<sub>cpD</sub> = CNF<sub>cp</sub> digestíveis; e EED = EE digestível.

Tabela 3. Proporção e composição química das dietas

Item (g/Kg MS)	Inclusão da semente de seringueira (g/Kg)			
	0,0	80,0	160,0	240,0
Silagem de sorgo	400,0	400,0	400,0	400,0
Semente de seringueira	0,0	80,0	160,0	240,0
Farelo de soja	197,8	194,2	190,7	187,1
Milho grão moído	361,7	286,3	210,8	135,3
Ureia	6,0	6,0	6,0	6,0
Calcário calcítico	14,5	13,5	12,5	11,6
Mistura mineral <sup>1</sup>	20,0	20,0	20,0	20,0
Composição química				
Matéria seca (g/Kg MN)	619,9	625,2	630,4	632,1
Matéria orgânica	924,5	930,2	938,6	940,4
Proteína bruta	201,4	196,7	197,5	192,9
Extrato etéreo	29,9	43,3	58,1	78,4
FDN <sub>cp</sub>	315,6	354,2	383,4	425,7
FDA <sub>cp</sub>	163,6	186,0	208,4	230,8
Carboidratos não fibrosos	377,6	336,0	299,7	243,3
PIDA	8,4	9,6	10,8	12,0
PIDA (g/Kg PB)	41,6	48,8	54,8	62,5

1: Composição: Na, 147 g/Kg; Ca, 120 g/Kg; P, 87 g/Kg; S, 18 g/Kg; Fe, 18 g/Kg; Zi, 3,8 g/Kg; MN, 1,3 g/Kg; F, 0,87 g/Kg; Cu, 0,59 g/Kg; Mo, 0,3 g/Kg; I, 80 mg/Kg; Co, 40 mg/Kg; Cr, 20 mg/Kg; Se, 15 mg/Kg; Monensina sódica 1300 mg/Kg.

FDN<sub>cp</sub>, fibra em detergente neutro corrigida para cinza e proteína; FDA<sub>cp</sub>, fibra em detergente ácido corrigida para cinza e proteína; PIDA, proteína insolúvel em detergente ácido; MS, matéria seca; PB, proteína bruta; MN matéria natural.

A excreção fecal para determinação da digestibilidade foi estimada a partir do indicador interno fibra em detergente neutro indigestível (FDNi) conforme Carvalho et al. (2013).

### **5.5. Balanço de nitrogênio**

Não possível realizar coletas de urina durante o primeiro período experimental, portanto para o balanço de nitrogênio (BN) foram usados os dados de consumo, excreção urinária e fecal de N referentes ao segundo, terceiro e quarto períodos. Foram realizadas coletas *spot* de urina (Bastos et al., 2014) em micção espontânea dos animais, aproximadamente 4 horas após o fornecimento da alimentação matinal.

As amostras foram filtradas em gaze e uma alíquota de 10 mL foi separada e diluída com 40 mL de ácido sulfúrico (0,036 N) (Chizzotti et al., 2008) e destinada à quantificação das concentrações urinárias de nitrogênio e creatinina.

As concentrações de creatinina foram estimadas utilizando-se kits comerciais (Bioclin). O volume urinário foi estimado a partir da relação entre a excreção de creatinina e o peso corporal (PC) de cada animal (mg/Kg PC/dia) proposta por Kozloski et al. (2005) e a concentração média nas amostras de urina (mg/dL), multiplicando-se pelo respectivo PC.

A concentração de N na urina foi medida pelo método de Kjeldahl, seguindo os procedimentos descritos por Detmann et al. (2012). Para determinação do BN foi utilizado a fórmula: BN ou  $N_{retido} = N_{consumido} - (N_{fezes} + N_{urina})$ .

### **5.6. Balanço hídrico**

Entre o 50º e o 54º dias de avaliação, o consumo de água ofertada (CAO) foi mensurado pela diferença entre o oferecido e as sobras. O consumo de água da dieta (CAD) foi obtido por meio da determinação do teor de MS dos alimentos e das sobras referentes aos dias avaliados. O mesmo foi feito para a determinação da excreção água das fezes (EAF) e urina (EAU). O balanço hídrico (BH) foi estimado pela subtração da água excretada em relação ao total de água consumida.

### **5.7. Comportamento ingestivo**

Para medir as variáveis de comportamento ingestivo, os animais foram submetidos a períodos de 24h de observação visual, onde o tempo de alimentação, ruminação e ócio foram registrados a cada 10 minutos de intervalo de acordo com a metodologia proposta por Fischer et al. (1998).

Durante a observação noturna o ambiente foi mantido com iluminação artificial. A média do número de mastigações por bolo ruminal e a média do tempo despendido de

mastigação por bolo ruminal foram registrados em três momentos nos horários das 10 às 12 h, 14 às 16 h e 18 às 20 h, utilizando-se cronômetro digital.

A eficiência alimentar (EAL) e de ruminação (ERU) assim como o tempo de mastigação total (TMT) e o número de bolos ruminais (BOL), foram calculados conforme Burger et al. (2000).

### **5.8. Abate dos animais**

Após os 56 dias de experimentação, os cordeiros passaram por jejum de sólidos de 16 horas e foram pesados antes do abate para obtenção do peso corporal ao abate (PA). Os procedimentos do abate foram realizados em concordância com as normas vigentes do Regulamento de Inspeção Industrial e Sanitária dos Produtos de Origem Animal (Brasil, 1952).

Os cordeiros foram insensibilizados por concussão cerebral e a sangria foi efetuada pela secção das artérias carótidas e veias jugulares. Após cada abate, os componentes corporais dos animais foram pesados individualmente. O trato gastrointestinal (TGI), bexiga e vesícula biliar foram pesados com e sem conteúdo interno para determinação do peso de corpo vazio (PCV).

Após o abate e evisceração, as carcaças foram pesadas para determinação do peso da carcaça quente (PCQ), em seguida foram encaminhadas para a câmara de resfriamento a 4°C por onde permaneceram por 24 horas para se obter o peso de carcaça fria (PCF).

A conformação de carcaça (CON) e o grau de cobertura de gordura (GCG) foram determinados de acordo com metodologia proposta por Osório et al. (2002), onde: 1,0 muito pobre; 1,5 pobre; 2,0 aceitável; 2,5 média; 3,0 boa; 3,5 muito boa; 4,0 superior; 4,5 muito superior; e 5,0 excelente para a conformação. GCG: 1,0 excessivamente magra; 1,5 muito magra; 2,0 magra; 2,5 ligeiramente magra; 3,0 normal; 3,5 ligeiramente engordurada; 4,0 gorda; 4,5 muito gorda; e 5,0 excessivamente gorda.

A espessura de gordura subcutânea (EGS) foi medida com paquímetro, a três quartos de distância a partir do lado medial do músculo *Longissimus dorsi*, para o lado lateral da linha dorso-lombar.

A perda de peso por resfriamento (PPR), o rendimento de carcaça quente (RCQ), rendimento de carcaça fria (RCF) e o rendimento de carcaça biológico (RCB) foram obtidos da seguinte forma.

$$\text{PPR} = \text{PCQ} - \text{PCF} \quad \text{RCQ} = \frac{\text{PCQ}}{\text{PA}} \times 100$$

$$\text{RCF} = \frac{\text{PCF}}{\text{PA}} \times 100 \quad \text{RCB} = \frac{\text{PCF}}{\text{PCV}} \times 100$$

A carcaça após retirada do pescoço, foi dividida ao meio para obtenção do peso da meia carcaça (PMC) e em seguida foram feitos oito cortes, conforme Furusho-Garcia et al. (2004), obedecendo às seguintes definições:

O pernil corresponde à região sacral, contendo o cíngulo pélvico. O corte foi realizado na altura da última vértebra.

A paleta corresponde às regiões anatômicas do cíngulo escapular e braço, sendo a base óssea formada pela escápula e úmero.

O lombo tem a sua base óssea desde a primeira até a última vértebra lombar. As secções foram realizadas entre a última vértebra torácica e a primeira lombar e entre a última lombar e a primeira sacral.

A costeleta é a região entre a 1<sup>a</sup> e a 13<sup>a</sup> vértebra torácica, juntamente com 1/3 do corpo das costelas correspondentes.

A costela/fralda corresponde à região anatômica da parede abdominal e os 2/3 restantes da região torácica.

### **5.9. Cinética de fermentação ruminal *in vitro***

Amostras de 300 mg de cada dieta foram acondicionadas em frascos de vidro com capacidade de 50 mL. Para a avaliação da cinética de fermentação ruminal *in vitro* foram utilizados 64 frascos distribuídos em 4 dietas experimentais e 16 repetições. Cada frasco foi previamente autoclavado, seco e recebeu injeção de CO<sub>2</sub>. Foram adicionados, 28,125 mL de meio de cultura conforme relação proposta por Theodorou et al., (1994).

A solução tampão, macro e micromineral, preparada conforme descrição de Menke e Steingass (1988). O meio de cultura foi preparado duas horas antes à incubação, sendo mantida aquecida a 39°C com aferição contínua da temperatura utilizando um termômetro imerso na solução, sob gaseificação contínua de CO<sub>2</sub>.

O inóculo ruminal foi obtido de três bovinos machos, fistulados no rúmen, mantido a pasto de *Brachiaria*. A coleta foi realizada ao amanhecer, e utilizando um funil envolto com uma fralda de algodão limpa o líquido ruminal foi filtrado e

direcionado a uma garrafa térmica pré aquecida a 39°C e imediatamente levada ao laboratório para a incubação dos frascos.

No laboratório, o líquido ruminal foi novamente filtrado através de camadas de gaze de algodão sob injeção contínua de CO<sub>2</sub> e mantido aquecido a 39°C. A inoculação foi feita por meio de injeção de 3,125 ml do inoculo por frasco, utilizando um micropipetador. Os frascos foram vedados com rolhas de borracha, sendo posteriormente mantidos a 39°C em sala climatizada.

A pressão (psi = pressão por polegada quadrada) originada dos gases acumulados na parte superior dos frascos foi medida utilizando um transdutor de pressão tipo acoplado à uma seringa de 6 mm, nos tempos de 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 17, 20, 24, 28, 34, 48, 72, 96 horas após a incubação. Os resultados foram corrigidos para o branco (frasco contendo fluido ruminal com meio de cultura, sem a presença de amostra) e comparados ao alimento padrão para validação do procedimento metodológico.

A equação de regressão utilizada para a conversão de pressão (P) para volume [V (mL) = 3.6015\*P - 0.0125\*P<sup>2</sup> - 0.1118 ( $R^2 = 0,99$ )], foi padronizada seguindo metodologia proposta por Maurício et al. (2003). As variáveis da cinética dos carboidratos fibrosos (CF) e não-fibrosos (CNF) foram estimadas a partir da técnica de produção de gases *in vitro*. Foi utilizado o modelo bicompartimental, ajustado às curvas de produção cumulativa dos gases (Schofield et al., 1994).

$$V = VFCNF / (1 + \exp(2 - 4 * kdCNF * (T - L))) + VFCF / (1 + \exp(2 - 4 * kdCF * (T - L)))$$

Em que: VFCNF equivale ao volume máximo dos gases da fração dos CNF; kdCNF, à taxa de degradação (h<sup>-1</sup>) desta mesma fração (CNF); VFCF, ao volume máximo de gás da fração dos CF; kdCF, à taxa de degradação (h<sup>-1</sup>) dos CF; e T e L, aos tempos de incubação (horas) e à latência (horas), respectivamente.

### **5.10. Degradabilidade *in vitro***

Para determinação da degradabilidade *in vitro*, amostras das dietas foram armazenadas em sacos de poliéster ANKON, e foram submetidos ao mesmo procedimento metodológico da cinética de produção de gases. No total foram 76 frascos distribuídos em 4 dietas, 3 tempos (12, 24 e 96h) e 6 repetições por tempo. Os dados de

foram obtidos pela diferença de peso encontrada entre as pesagens efetuadas antes e após a incubação ruminal expressos em g/Kg de MS.

### **5.11. Ácidos graxos voláteis**

As análises foram realizadas com o equipamento Waters Alliance e2695 com Detector PAD 2998 (*photodiode array detector*), com sistema de separação constituído de coluna de fase reversa C18 ODS 80A (150 x 4,6 mm x 5 µm). As condições de análise foram: Fase móvel isocrática constituída de 100% de solução aquosa ácida, ácido fosfórico, pH 2,35-2,55, fluxo de 1.0 mL/min, temperatura do forno de 40 +/- 5 °C, volume de injeção de amostra de 10 microlitros, corrida de 20 minutos e detector com comprimento de onda de excitação em 210 nm. A quantificação foi obtida por curva de calibração, anexo, com uso de padrões externos.

### **5.12. Estatísticas**

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado. Os dados foram submetidos à análise de variância utilizando o procedimento MIXED e regressão pelo procedimento REG ambos do software SAS® (*Statistical Analysis System*, versão 9.1).

Os dados obtidos sobre os parâmetros da produção dos gases dos CNF e CF, nos diferentes tempos de incubação, foram ajustados por regressão não-linear pelo método de GaussNewton. O peso corporal inicial (PCI) foi utilizado como co-variável para o ganho médio diário (GMD). Os modelos de regressão foram selecionados com base nos coeficientes de determinação e da significância dos coeficientes de regressão. Para todos os procedimentos estatísticos adotou-se 0,05 como nível crítico de probabilidade para o erro tipo I.

## 6. RESULTADOS

### 6.1. Consumo

O consumo de MS, MO, PB, CNF e NDT (g/Kg, g/KgPC e g/KgPC<sup>0,75</sup>) diminuiu linearmente ( $P<0,05$ ) à medida que foi adicionado a SS nas dietas. Por outro lado, para o consumo de EE, FDN<sub>cp</sub> e FDN<sub>i</sub> houve aumento linear ( $P<0,05$ ) em função da inclusão da SS (Tabela 4).

### 6.2. Digestibilidade

Houve diminuição linear ( $P<0,05$ ) na digestibilidade da MS, MO, FDN<sub>cp</sub> e dos CNF com o aumento dos níveis da SS nas dietas assim, como o NDT. Não foi observado diferença ( $P>0,05$ ) na digestibilidade aparente da PB e do EE entre as dietas (Tabela 5).

### 6.3. Balanço de nitrogênio

O consumo, a excreção fecal e a quantidade retida de nitrogênio (N) tanto em g/dia e g/Kg de PC<sup>0,75</sup> reduziram ( $P<0,05$ ) em função da inclusão da SS nas dietas (Tabela 6).

### 6.4. Balanço hídrico

A inclusão da SS na dieta promoveu diminuição linear ( $P<0,05$ ) no CAD e no CAO que consequentemente influenciaram o menor CAT nessas dietas (Tabela 7). A EAF o BH e o consumo de água em função do CMS diminuíram ( $P<0,05$ ) linearmente em função da inclusão da SS nas dietas.

### 6.5. Desempenho

Não houve diferenças entre as médias ( $P>0,05$ ) para a conversão alimentar (CA) dos animais das dietas avaliadas, no entanto, a inclusão da SS nas dietas influenciou negativamente no peso final (PF), ganho total (GT), e no ganho médio diário (GMD) (Tabela 8).

Tabela 4. Consumo diário dos nutrientes em função dos níveis da semente de seringueira (SS) nas dietas em cordeiros confinados.

Item	Inclusão da SS (g/Kg)				EPM	P <sup>-1</sup>	Regressão		Equação	r <sup>2</sup>
	0,0	80,0	160,0	240,0			L	Q		
Kg/dia										
MS	1,11	1,02	0,95	0,86	0,01	<,0001	*	*	<sup>1</sup>	0,99
MO	1,02	0,95	0,89	0,81	0,01	<,0001	*	*	<sup>2</sup>	0,99
PB	0,24	0,22	0,20	0,18	0,01	<,0001	*	*	<sup>3</sup>	0,99
EE	0,03	0,04	0,05	0,06	0,01	0,0052	*	*	<sup>4</sup>	0,99
FDN <sub>cp</sub>	0,32	0,32	0,34	0,36	0,01	0,0023	*	*	<sup>5</sup>	0,94
CNF	0,42	0,35	0,28	0,20	0,01	<,0001	*	*	<sup>6</sup>	0,99
FDNi	0,08	0,10	0,13	0,15	0,01	<,0001	*	*	<sup>7</sup>	0,99
NDT	0,82	0,74	0,68	0,59	0,15	0,0002	*	*	<sup>8</sup>	0,99
g/KgPC										
MS	41,80	39,26	37,05	35,12	0,40	0,0003	*	*	<sup>9</sup>	0,99
MO	38,55	36,51	34,81	33,04	0,35	0,0007	*	*	<sup>10</sup>	0,99
PB	9,14	8,54	8,04	7,29	0,09	0,0009	*	*	<sup>11</sup>	0,99
EE	1,37	1,76	2,10	2,45	0,05	0,0044	*	*	<sup>12</sup>	0,99
FDN <sub>cp</sub>	12,00	12,51	13,46	14,97	0,15	0,0004	*	*	<sup>13</sup>	0,95
CNF	16,03	13,69	11,21	8,33	0,27	<,0001	*	*	<sup>14</sup>	0,99
FDNi	3,13	4,02	5,19	6,14	0,80	<,0001	*	*	<sup>15</sup>	0,99
g/KgPC <sup>0,75</sup>										
MS	94,66	88,42	83,22	78,07	0,98	<,0001	*	*	<sup>16</sup>	0,99
g/Kg CMS										
EE	32,8	44,7	56,5	69,2	0,15	<,0001	*	*	<sup>17</sup>	0,99

<sup>1</sup>Ŷ= 1,110-0,0001x; <sup>2</sup>Ŷ= 1,024-0,0008x; <sup>3</sup>Ŷ= 0,243-0,0002x; <sup>4</sup>Ŷ= 0,038+0,0001x; <sup>5</sup>Ŷ= 0,315+0,0002x;  
<sup>6</sup>Ŷ= 0,427-0,0009x; <sup>7</sup>Ŷ= 0,083+0,0002x; <sup>8</sup>Ŷ= 0,820-0,0009x; <sup>9</sup>Ŷ= 41,64-0,027x; <sup>10</sup>Ŷ= 38,46-0,022x;  
<sup>11</sup>Ŷ= 9,16-0,007x; <sup>12</sup>Ŷ= 1,38+0,004x; <sup>13</sup>Ŷ= 11,75+0,012x; <sup>14</sup>Ŷ= 16,15-0,032x; <sup>15</sup>Ŷ= 3,08+0,012x; <sup>16</sup>Ŷ= 94,33-0,068x; <sup>17</sup>Ŷ= 33,52+0,151x.

\* significativo a 5%

EPM, erro padrão da média

L, linear

Q, quadrático

MS, matéria seca; MO, matéria orgânica; PB, proteína bruta; FDN<sub>cp</sub>, fibra em detergente neutro corrigida para cinza e proteína; CNF, carboidratos não fibrosos; FDNi, fibra em detergente neutro indigestível; NDT, nutrientes digestíveis totais.

Tabela 5. Digestibilidade aparente das dietas em função dos níveis da semente de seringueira (SS) nas dietas em cordeiros confinados.

Item	Inclusão da SS (g/Kg)				Regressão				Equação	$r^2$
	0,0	80,0	160,0	240,0	EPM	P <sup>-1</sup>	L	Q		
Kg/Kg										
MS	0,745	0,711	0,677	0,631	0,052	0,0002	*	*	<sup>1</sup>	0,99
MO	0,759	0,724	0,691	0,647	0,051	0,0003	*	*	<sup>2</sup>	0,99
PB	0,820	0,815	0,824	0,807	0,026	0,5090	ns	ns	$\hat{Y}=81,631$	
EE	0,792	0,837	0,872	0,877	0,076	0,0905	ns	ns	$\hat{Y}=84,451$	
FDN <sub>cp</sub>	0,591	0,514	0,472	0,462	0,079	0,0019	*	ns	<sup>3</sup>	0,88
CNF	0,845	0,841	0,822	0,770	0,056	0,0107	*	ns	<sup>4</sup>	0,83
NDT	0,734	0,720	0,711	0,686	0,038	<,0001	*	*	<sup>5</sup>	0,95

<sup>1</sup> $\hat{Y}=0,747-0,0004x$ ; <sup>2</sup> $\hat{Y}=0,760-0,0004x$ ; <sup>3</sup> $\hat{Y}=0,573-0,0005x$ ; <sup>4</sup> $\hat{Y}=0,856-0,0003x$ ; <sup>5</sup> $\hat{Y}=0,735-0,0001x$

\* significativo a 5%

ns, não significativo.

EPM, erro padrão da média

L, linear

Q, quadrático

MS, matéria seca; MO, matéria orgânica; PB, proteína bruta; FDN<sub>cp</sub>, fibra em detergente neutro corrigida para cinza e proteína; CNF, carboidratos não fibrosos; NDT, nutrientes digestíveis totais.

Tabela 6. Balanço de nitrogênio em função dos níveis da semente de seringueira (SS) nas dietas em cordeiros confinados.

Item	Inclusão da SS g/Kg				EPM	P <sup>-1</sup>	Regressão		Equação	r <sup>2</sup>
	0,0	80,0	160,0	240,0			L	Q		
N, g/dia										
Consumido	42,06	37,93	35,22	31,16	0,71	<,0001	*	*	<sup>1</sup>	0,99
Fezes	7,53	6,81	6,25	6,34	0,14	0,0088	*	*	<sup>2</sup>	0,83
Urina	14,07	13,44	12,50	11,86	0,69	0,4474	ns	ns	$\hat{Y} = 12,95$	
Excreção total	21,60	20,24	18,75	18,20	0,72	0,1183	ns	ns	$\hat{Y} = 19,68$	
Retido	20,46	17,68	16,47	12,96	0,82	0,0024	*	*	<sup>3</sup>	0,96
N, g/Kg de PC <sup>0,75</sup> dia										
Consumido	3,45	3,13	2,94	2,69	0,04	<,0001	*	*	<sup>4</sup>	0,98
Fezes	0,62	0,57	0,52	0,55	0,01	0,0191	*	*	<sup>5</sup>	0,66
Urina	1,17	1,11	1,04	1,05	0,05	0,6874	ns	ns	$\hat{Y} = 1,09$	
Excreção total	1,79	1,68	1,57	1,59	0,05	0,2707	ns	ns	$\hat{Y} = 1,65$	
Retido	1,66	1,45	1,37	1,10	0,06	0,0015	*	*	<sup>6</sup>	0,95
N%/N consumido										
Fezes	18,00	18,18	17,77	20,43	0,32	0,0964	ns	ns	$\hat{Y} = 18,59$	
Urina	33,83	35,72	35,80	39,93	1,84	0,5210	ns	ns	$\hat{Y} = 36,32$	
Excreção total	51,82	53,91	53,57	60,36	1,87	0,2122	ns	ns	$\hat{Y} = 54,91$	
N%/N total excretado										
Urina	63,22	63,96	64,52	62,64	1,28	0,9572	ns	ns	$\hat{Y} = 63,58$	
Fezes	36,78	36,04	35,48	37,36	0,95	0,8643	ns	ns	$\hat{Y} = 36,42$	

<sup>1</sup> $\hat{Y} = 41,961 - 0,0443x$ ; <sup>2</sup> $\hat{Y} = 7,370 - 0,0051x$ ; <sup>3</sup> $\hat{Y} = 20,267 - 0,0296x$ ; <sup>4</sup> $\hat{Y} = 3,430 - 0,0030x$ ; <sup>5</sup> $\hat{Y} = 0,670 - 0,0003x$ ;

<sup>6</sup> $\hat{Y} = 1,647 - 0,0022x$ .

\* significativo a 5%

ns, não significativo

EPM, erro padrão da média

L, linear

Q, quadrático

N, Nitrogênio.

Tabela 7. Balanço hídrico em função dos níveis da semente de seringueira (SS) nas dietas em cordeiros confinados.

Item	Inclusão da SS g/Kg				Regressão				Equação	$r^2$
	0,0	80,0	160,0	240,0	EPM	P <sup>-1</sup>	L	Q		
Kg/dia										
CAO	2,30	1,63	1,69	1,15	0,10	0,0006	*	*	<sup>1</sup>	0,86
CAD	1,42	1,25	1,18	1,13	0,02	0,0004	*	*	<sup>2</sup>	0,92
CAT	3,72	2,88	2,86	2,28	0,12	0,0006	*	*	<sup>3</sup>	0,89
EAF	0,73	0,62	0,55	0,48	0,02	<0,0001	*	*	<sup>4</sup>	0,98
EAU	1,12	1,00	1,00	1,01	0,04	0,0005	ns	ns	$\hat{Y}=1,03$	
BH	1,86	1,26	1,32	0,78	0,10	0,7598	*	*	<sup>5</sup>	0,86
Kg/Kg CMS										
Água	3,34	2,81	3,07	2,67	0,09	0,0425	*	ns	<sup>6</sup>	0,57

<sup>1</sup> $\hat{Y}=1,395-0,00125x$ ; <sup>2</sup> $\hat{Y}=2,301-0,00476x$ ; <sup>3</sup> $\hat{Y}=3,696-0,00601x$ ; <sup>4</sup> $\hat{Y}=0,7424-0,00114x$ ; <sup>5</sup> $\hat{Y}=1,89-0,00458x$ ; <sup>6</sup> $\hat{Y}=3,319-0,00255x$ .

\* significativo a 5%

ns, não significativo

EPM, erro padrão da média

L, linear

Q, quadrático

CMS, consumo de matéria seca

CAD, consumo de água da dieta; CAO, consumo de água ofertada; CAT, consumo de água total; EAF, excreção de água nas fezes; EAU, excreção de água na urina; BH, balanço hídrico.

Tabela 8. Desempenho, consumo e rendimentos de carcaça de cordeiros confinados em função dos níveis da semente da seringueira (SS) nas dietas.

Item	Inclusão da SS (g/Kg)				Regressão				Equação	$r^2$
	0,0	80,0	160,0	240,0	EPM	P <sup>-1</sup>	L	Q		
Kg										
PCI	19,83	19,66	19,55	19,33	0,54	0,8691	ns	ns	$\hat{Y}=19,59$	
PF	33,85	31,82	31,71	30,35	0,61	0,0027	*	ns	<sup>1</sup>	0,90
GT	14,63	12,77	11,48	10,32	0,40	0,0013	*	*	<sup>2</sup>	0,98
GMD	0,261	0,228	0,205	0,184	0,01	0,0013	*	*	<sup>3</sup>	0,98
CA	4,38	4,70	4,42	4,53	0,16	0,1032	ns	ns	$\hat{Y}=4,50$	

<sup>1</sup> $\hat{Y}=33,80-0,0166x$ ; <sup>2</sup> $\hat{Y}=14,45-0,0178x$ ; <sup>3</sup> $\hat{Y}=-0,2580,0003x$

\* significativo a 5%

EPM, erro padrão da média

L, linear

Q, quadrático

PCI, peso corporal inicial; PF, peso final; GT, ganho total; GMD, ganho médio diário; CA, conversão alimentar.

### **6.6. Comportamento ingestivo**

A inclusão da SS nas dietas promoveu aumento ( $P<0,05$ ) linear no tempo despendido na alimentação (min/dia, min/Kg MS, min/Kg FDNcp) e ruminação (min/dia e min/Kg MS), em contrapartida, houve decréscimo ( $P<0,05$ ) no tempo destinado ao ócio nas dietas com níveis da SS (Tabela 9). O tempo em minutos por período de alimentação aumentou ( $P<0,05$ ) e o tempo por período de ócio diminuiu ( $P<0,05$ ) linearmente em função da inclusão da SS nas dietas.

Ocorreu maior ( $P<0,05$ ) participação do tempo em alimentação e ruminação e menor ( $P<0,05$ ) participação do tempo em ócio em percentual do tempo (%) em 24h) com a inclusão da SS nas dietas. A quantidade de MS consumida durante cada período de refeição diminuiu ( $P<0,05$ ) de modo linear à inclusão da SS (Tabela 10).

### **6.7. Eficiência alimentar e ruminal**

A eficiência alimentar (EAL) para MS e FDNcp, assim como a eficiência de ruminação (ER) de MS diminuíram ( $P<0,05$ ) linearmente à inclusão da SS na dieta (Tabela 11), e efeito contrário ocorreu para o número de bolos ruminais (nº/dia), a quantidade em gramas por bolo ruminal e o tempo (h) de mastigação total (TMT).

### **6.8. Pesos e rendimentos**

O PCV, PCQ, PCF, RCQ e RCF diminuíram linearmente à inclusão da SS nas dietas (Tabela 12). Para o PPR houve efeito quadrático e seu ponto mínimo estimado em 86,66 g/Kg da SS na dieta.

### **6.9. Avaliação qualitativa**

As carcaças apresentaram diminuição linear ( $P<0,05$ ) na GCG e CON em função da inclusão da SS (Tabela 13) nas dietas e efeito quadrático foi observado para a EGS com ponto de máximo estimado em 48,44 g/Kg da SS na dieta.

### **6.10. Cortes da carcaça**

As dietas com níveis da SS proporcionaram decréscimo linear ( $P<0,05$ ) no PMC, no peso do pernil e do lombo (Tabela 14). Quando comparado as médias dos pesos dos cortes em percentual ao PMC, apenas houve diferença ( $P<0,05$ ) para o corte do lombo, apresentando comportamento linear decrescente em função da inclusão da SS à dieta.

Tabela 9. Tempo despendido na alimentação, ruminação e ócio em função dos níveis da semente de seringueira (SS) nas dietas em cordeiros confinados.

Item	Inclusão da SS (g/Kg)			EPM	P <sup>-1</sup>	Regressão		
	0,0	80,0	160,0			240,0	L	Q
<b>Alimentação</b>								
Min/dia	226,6	259,7	295,2	306,9	6,9	<,0001	*	*
Min/Kg MS	220,9	270,6	325,7	385,3	12,0	<,0001	*	1
Min/Kg FDNcp	768,9	851,0	893,6	896,4	30,89	0,4307	ns	0,99
<b>Ruminação</b>								
Min/dia	421,1	437,2	475,2	474,4	6,0	0,0013	*	*
Min/Kg MS	399,3	450,4	521,8	581,2	13,2	<,0001	*	3
Min/Kg FDNcp	1396,9	1417,8	1432,0	1360,0	34,44	0,8941	ns	0,99
Ócio Min/dia	792,2	743,0	669,4	658,6	9,8	<,0001	*	4
							Ŷ = 1401,7	
								0,93
<sup>1</sup> Ŷ = 230,6+3,454x; <sup>2</sup> = 218,4+6,849x; <sup>3</sup> Ŷ = 422,3+2,475x; <sup>4</sup> Ŷ = 395,6+7,710x; <sup>5</sup> Ŷ = 787,0-5,930x								

\* significativo a 5%

ns, não significativo

EPM, erro padrão da média

L, linear

Q, quadrático

MS, matéria seca; FDN<sub>cp</sub>, fibra em detergente neutro corrigida para cinza e proteína.

Tabela 10. Número de períodos, tempo por período, percentual do tempo e quilograma por refeição em função dos níveis da semente de seringueira (SS) nas dietas em cordeiros confinados.

\* significativo a 5%  
não significativo

ns, nao significa

EPM, erro padrao da media

L, linear

Q, quadrático

MS, matière s

Tabela 11. Eficiência alimentar (EAL), de ruminação (ERU) e parâmetros mastigatórios em função dos níveis da semente de seringueira (SS) nas dietas em cordeiros confinados.

Item	Inclusão da SS (g/Kg)			Regressão						
	0,0	80,0	160,0	240,0	EPM	P <sup>-1</sup>	L	Q	Equação	R <sup>2</sup>
<b>EAL (g/h)</b>										
MS	349,0	259,1	212,1	182,9	10,5	<,0001	*	*	1	0,93
FDNcp	100,0	82,8	76,7	77,5	3,0	0,0222	*	*	2	0,76
<b>ERU (g/h)</b>										
MS	175,5	146,3	122,9	111,5	5,7	0,0003	*	*	3	0,96
FDNcp	50,9	46,6	44,5	47,5	1,7	0,6506	ns	ns	$\hat{Y} = 47,4$	
<b>Bolos</b>										
(nº/dia)	624,1	703,2	759,6	732,4	13,6	0,0025	*	*	4	0,70
g MS/Bolo	0,5	0,7	0,8	0,9	0,1	<,0001	*	*	5	0,98
g FDNcp/Bolo	2,0	2,2	2,3	2,1	0,1	0,5686	ns	ns	$\hat{Y} = 2,1$	
s/Bolo	42,0	38,3	39,3	40,0	0,8	0,4711	ns	ns	$\hat{Y} = 39,9$	
<b>TMT (h/dia)</b>										
	10,8	11,6	12,8	13,0	0,1	<,0001	*	*	6	0,93

\*  $\hat{Y} = 332,6 - 6,817x$ ;  $^2\hat{Y} = 95,34 - 0,919x$ ;  $^3\hat{Y} = 171,4 - 2,693x$ ;  $^4\hat{Y} = 647,6 + 4,764x$ ;  $^5\hat{Y} = 0,606 + 0,013x$ ;  $^6\hat{Y} = 10,88 + 0,098x$

ns, não significativo

\* significativo a 5%

EPM, erro padrão da média

L, linear

Q, quadrático

MS, matéria seca; FDN<sub>cp</sub>, fibra em detergente neutro corrigida para cinza e proteína; TMT, tempo de mastigação total.

Tabela 12. Pesos e rendimentos ao abate de cordeiros confinados em função dos níveis da semente da seringueira (SS) nas dietas.

Item	Inclusão da SS (g/Kg)				EPM	P <sup>-1</sup>	Regressão		Equação	r <sup>2</sup> /R <sup>2</sup>
	0,0	80,0	160,0	240,0			Kg	L	Q	
<b>Rendimento (Kg/100 Kg PC)</b>										
RCQ	50,0	49,6	47,9	46,4	0,4		*	*	<sup>4</sup>	0,95
RCB	54,9	55,2	54,9	53,8	0,3		ns	ns	$\hat{Y} = 56,14$	
RCF	48,6	48,6	46,7	44,7	0,4		*	*	<sup>5</sup>	0,91
<b>Kg/100 Kg PCQ</b>										
PPR	2,6	2,0	2,5	3,6	0,1		*	*	<sup>6</sup>	0,99

<sup>1</sup> $\hat{Y} = 30,2 - 0,019x$ ; <sup>2</sup> $\hat{Y} = 17,06 - 0,0113x$ ; <sup>3</sup> $\hat{Y} = 16,68 - 0,011x$ ; <sup>4</sup> $\hat{Y} = 50,33 - 0,015x$ ; <sup>5</sup> $\hat{Y} = 49,22 - 0,017x$ ; <sup>6</sup> $\hat{Y} = 2,616 - 0,011x + 0,00007x^2$

\* significativo a 5%

ns, não significativo

EPM, erro padrão da média

L, linear

Q, quadrático

PA, peso ao abate; PCV, peso corporal vazio; PCQ, peso de carcaça quente; PCF, peso de carcaça fria; PC, peso corporal; RCQ, rendimento de carcaça quente; RCB, rendimento de carcaça biológico; RCF, rendimento de carcaça fria; PPR, perda de peso por resfriamento.

### 6.11. Componentes não carcaça

Os pesos da cabeça, pele, gordura omental (GO), gordura mesentérica (GM) e gorduras internas totais regrediram ( $P<0,05$ ) de modo linear à inclusão da SS nas dietas (Tabela 15).

Na proporção dos componentes não-carcaça em função do PCV (Tabela 16), apenas houve efeito significativo ( $P<0,05$ ) para o TGI que aumentou sua proporção em função dos níveis da SS nas dietas.

Tabela 13. Características qualitativas e espessura de gordura subcutânea (EGS) de cordeiros confinados em função dos níveis da semente da seringueira (SS) nas dietas.

Item	Inclusão da SS (g/Kg)				Regressão				Equação	$r^2/R^2$
	0,0	80,0	160,0	240,0	EPM	P <sup>-1</sup>	L	Q		
GCG	3,89	3,61	3,06	3,06	0,09	0,0015	*	*	<sup>1</sup>	0,89
COM	3,72	3,56	3,44	3,06	0,09	0,0767	*	*	<sup>2</sup>	0,92
EGS(mm)	3,61	4,41	2,66	1,94	0,04	0,3350	*	*	<sup>3</sup>	0,81

<sup>1</sup> $\hat{Y} = 3,861 - 0,00382x$ ; <sup>2</sup> $\hat{Y} = 3,761 - 0,00264x$ ; <sup>3</sup> $\hat{Y} = 3,7911 + 0,00572x - 0,00005903x^2$

\* significativo a 5%

EPM, erro padrão da média

L, linear

Q, quadrático

GCG, grau de cobertura de gordura; CON, conformação da carcaça; EGS, espessura de gordura subcutânea.

Tabela 14. Rendimentos de cortes da carcaça de cordeiros confinados em função dos níveis da semente da seringueira (SS) nas dietas.

Item	Inclusão da SS (g/Kg)				Regressão				Equação	$r^2$
	0,0	80,0	160,0	240,0	EPM	P <sup>-1</sup>	L	Q		
Kg										
PMC	7,64	7,29	6,90	6,29	0,16	0,0184	*	*	<sup>1</sup>	0,98
Pescoço	0,81	0,73	0,72	0,73	0,01	0,2998	ns	ns	$\hat{Y} = 0,74$	
Paleta	1,41	1,33	1,30	1,22	0,03	0,1775	ns	ns	$\hat{Y} = 1,31$	
CF	1,68	1,66	1,49	1,41	0,04	0,0505	ns	ns	$\hat{Y} = 1,55$	
Pernil	2,70	2,54	2,44	2,22	0,05	0,0302	*	*	<sup>2</sup>	0,98
Lombo	0,78	0,71	0,68	0,53	0,02	0,0044	*	*	<sup>3</sup>	0,92
Costeleta	1,14	0,98	0,93	0,92	0,03	0,1394	ns	ns	$\hat{Y} = 0,99$	
Kg/100KgPMC										
Paleta	18,41	18,20	18,84	19,33	0,31	0,5203	ns	ns	$\hat{Y} = 18,69$	
CF	21,99	22,82	21,53	22,35	0,30	0,4350	ns	ns	$\hat{Y} = 22,17$	
Pernil	35,35	34,88	35,43	35,30	0,25	0,8776	ns	ns	$\hat{Y} = 35,24$	
Lombo	10,17	9,70	9,81	8,46	0,26	0,0111	*	*	<sup>4</sup>	0,80
Costeleta	14,88	13,48	13,49	14,55	0,37	0,4184	ns	ns	$\hat{Y} = 14,10$	

<sup>1</sup> $\hat{Y} = 7,69 - 0,0055x$ ; <sup>2</sup> $\hat{Y} = 2,70 - 0,019x$ ; <sup>3</sup> $\hat{Y} = 0,78 - 0,009x$ ; <sup>4</sup> $\hat{Y} = 10,17 - 0,086x$

\* significativo a 5%

ns, não significativo

EPM, erro padrão da média

L, linear

Q, quadrático

PCF, peso de carcaça fria; PMC, peso de meia carcaça; CF, costela fralda.

Tabela 15. Pesos dos componentes não-carcaça de cordeiros confinados em função dos níveis da semente da seringueira (SS) nas dietas.

Item	Inclusão da SS (g/Kg)				Regressão					
	0,0	80,0	160,0	240,0	EPM	P <sup>-1</sup>	L	Q	Equação	r <sup>2</sup>
	Kg									
Sangue	1,27	1,11	1,14	1,16	0,04	0,5954	ns	ns	$\hat{Y} = 1,17$	
Cabeça	1,42	1,25	1,26	1,24	0,01	0,0145	*	*	<sup>1</sup>	0,65
Pele	3,18	2,96	2,78	2,54	0,07	0,0044	*	*	<sup>2</sup>	0,99
Patas	0,80	0,78	0,75	0,73	0,01	0,2883	ns	ns	$\hat{Y} = 0,76$	
Língua	0,09	0,10	0,10	0,09	0,01	0,5466	ns	ns	$\hat{Y} = 0,09$	
Coração	0,15	0,15	0,15	0,14	0,01	0,0961	ns	ns	$\hat{Y} = 0,14$	
Pulmão	0,39	0,34	0,35	0,34	0,01	0,6889	ns	ns	$\hat{Y} = 0,35$	
Fígado	0,59	0,54	0,55	0,55	0,01	0,5497	ns	ns	$\hat{Y} = 0,55$	
Rins	0,10	0,09	0,09	0,09	0,01	0,3852	ns	ns	$\hat{Y} = 0,09$	
Baço	0,07	0,06	0,06	0,06	0,01	0,1126	ns	ns	$\hat{Y} = 0,06$	
Calda	0,13	0,12	0,09	0,09	0,01	0,1805	ns	ns	$\hat{Y} = 0,10$	
GO	0,70	0,59	0,57	0,48	0,04	0,2562	*	ns	<sup>3</sup>	0,94
GM	0,36	0,33	0,28	0,25	0,01	0,0433	*	*	<sup>4</sup>	0,99
GPR	0,25	0,24	0,25	0,20	0,02	0,7583	ns	ns	$\hat{Y} = 0,23$	
GP	0,05	0,05	0,05	0,06	0,01	0,7583	ns	ns	$\hat{Y} = 0,049$	
GIT	1,44	1,21	1,11	0,94	0,06	0,0661	*	*	<sup>5</sup>	0,97
TGI	1,97	1,99	2,01	1,97	0,04	0,9783	ns	ns	$\hat{Y} = 1,98$	

<sup>1</sup> $\hat{Y} = 1,387 - 0,0007x$ ; <sup>2</sup> $\hat{Y} = 3,203 - 0,00243x$ ; <sup>3</sup> $\hat{Y} = 0,767 - 0,00145x$ ; <sup>4</sup> $\hat{Y} = 0,3673 - 0,000625x$ ; <sup>5</sup> $\hat{Y} = 1,462 - 0,00242x$ ,

\* significativo a 5%

ns, não significativo

EPM, erro padrão da média

L, linear

Q, quadrático

GO, gordura omental; GM, gordura mesentérica; GPR, gordura perirenal; GP, gordura pélvica; GIT, gorduras internas totais; TGI, trato gastrointestinal.

Tabela 16. Proporção dos pesos componentes não-carcaça em função do peso de corpo vazio (PCV) de cordeiros confinados em função dos níveis da semente da seringueira (SS) nas dietas.

Item	Inclusão de SS (g/Kg)				Regressão					
	0,0	80,0	160,0	240,0	EPM	P <sup>-1</sup>	L	Q	Equação	r <sup>2</sup>
Kg/100 Kg PCV										
Sangue	4,18	3,90	4,14	4,61	0,14	0,3290	ns	ns	$\hat{Y} = 4,20$	
Cabeça	4,70	4,42	4,58	4,97	0,08	0,1120	ns	ns	$\hat{Y} = 4,66$	
Pele	10,57	10,50	10,01	10,14	0,21	0,7542	ns	ns	$\hat{Y} = 10,30$	
Pata	2,65	2,76	2,73	2,90	0,04	0,1121	ns	ns	$\hat{Y} = 2,75$	
Língua	0,30	0,35	0,36	0,34	0,01	0,5455	ns	ns	$\hat{Y} = 0,33$	
Coração	0,50	0,53	0,54	0,56	0,01	0,5207	ns	ns	$\hat{Y} = 0,53$	
Pulmão	1,29	1,22	1,27	1,35	0,04	0,3843	ns	ns	$\hat{Y} = 1,27$	
Fígado	1,96	1,91	1,97	2,20	0,05	0,1733	ns	ns	$\hat{Y} = 2,00$	
Rins	0,33	0,32	0,32	0,37	0,01	0,3606	ns	ns	$\hat{Y} = 0,33$	
Baco	0,23	0,20	0,20	0,22	0,01	0,6955	ns	ns	$\hat{Y} = 0,21$	
Calda	0,13	0,12	0,09	0,09	0,01	0,4431	ns	ns	$\hat{Y} = 0,10$	
GO	2,30	2,06	2,06	1,83	0,12	0,5969	ns	ns	$\hat{Y} = 2,06$	
GM	1,20	1,11	0,99	0,98	0,04	0,1821	ns	ns	$\hat{Y} = 1,09$	
GPR	0,83	0,83	0,92	0,78	0,05	0,3281	ns	ns	$\hat{Y} = 0,83$	
GP	0,17	0,16	0,17	0,21	0,01	0,3281	ns	ns	$\hat{Y} = 0,17$	
GIT	4,45	4,21	4,17	3,85	0,19	0,7525	ns	ns	$\hat{Y} = 4,16$	
TGI	6,54	7,03	7,31	7,83	0,14	0,0079	*	*	<sup>1</sup>	0,99
TCNC	39,94	39,49	40,42	41,12	39,94	0,3939	ns	ns	$\hat{Y} = 39,49$	

<sup>1</sup> $\hat{Y} = 6,551 + 0,0052x$

\* significativo a 5%

EPM, erro padrão da média

L, linear

Q, quadrático

GO, gordura omental; GM, gordura mesentérica; GPR, gordura perirenal; GC, gordura pélvica; GIT, gorduras internas totais; TGI, trato gastrointestinal; TCNC, total de componentes não-carcaça.

### 6.12. Cinética de produção de gases

A inclusão da SS proporcionou (Tabela 17) efeito quadrático ( $P<0,05$ ) na produção de gás oriundo da fração não fibrosa da dieta e para o VFT cujos pontos máximos são estimados em 70,59 e 57,13 g/Kg de inclusão da SS na dieta respectivamente. O VFCF assim como as taxas de degradação das frações fibrosas e não fibrosas não foram influenciadas ( $P>0,05$ ) pela inclusão da SS nas dietas.

### 6.13. Degradabilidade *in vitro*

A incubação até as 12 horas (Tabela 18) após o início do procedimento não foi suficiente para serem encontradas diferenças ( $P>0,05$ ) na degradabilidade da MS dos substratos.

Tabela 17. Estimativa dos parâmetros da cinética de produção de gases *in vitro* de dietas contendo níveis da semente da seringueira (SS).

Item	Inclusão da SS g/Kg				Regressão				Equação	$r^2/R^2$
	0,0	80,0	160,0	240,0	EPM	L	Q			
ml g/MS										
VFCNF	79,67	89,65	74,16	59,92	3,98	*	*	<sup>1</sup>	0,92	
VFCF	119,88	127,62	110,37	116,53	3,47	ns	ns	$\hat{Y} = 118,60$		
VFT	199,55	217,28	184,53	176,46	4,49	*	*	<sup>2</sup>	0,70	
$(h^{-1})$										
kdCNF	0,04	0,04	0,03	0,05	0,01	ns	ns	$\hat{Y} = 0,04$		
kdCF	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	ns	ns	$\hat{Y} = 0,012$		
Horas										
L	6,84	8,04	7,88	10,53	0,37	*	*	<sup>3</sup>	0,81	

<sup>1</sup> $\hat{Y} = 81,01459 + 0,13352x - 0,00094562x^2$ ; <sup>2</sup> $\hat{Y} = 203,31550 + 0,11427x - 0,0010x^2$ ; <sup>3</sup> $\hat{Y} = 6,691 + 0,01363x$

\* significativo a 5%

ns, não significativo

EPM, erro padrão da média

L, linear

Q, quadrático

VFCNF, volume final dos carboidratos não fibrosos; VFCF, volume final dos carboidratos fibrosos; VFT, volume final total; kdCNF, taxa de degradação dos carboidratos não fibrosos; kdCF, taxa de degradação dos carboidratos fibrosos; L, latência.

A partir de 24 horas de incubação foi possível observar diferenças significativas ( $P<0,05$ ) na degradabilidade da MS que tiveram comportamento quadrático em que o ponto de máximo estimado seria encontrado com a inclusão de 96,25 g/Kg da SS na dieta. Após 96 horas de incubação, a inclusão da SS proporcionou diminuição linear ( $P>0,05$ ) na degradabilidade das dietas.

### 6.14. Ácidos graxos voláteis

A inclusão da SS não interferiu ( $P>0,05$ ) na concentração dos ácidos graxos acético, propiônico e butírico e não alterou ( $P>0,05$ ) a relação entre o ácidos acético e propiônico entre as dietas avaliadas nos tempos de 12 e 24 horas (Tabela 19).

Tabela 18. Degradabilidade *in vitro* da matéria seca das dietas contendo níveis da semente da seringueira (SS) em diferentes tempos.

Tempo	Inclusão da SS g/Kg				EPM	Regressão		Equação	$r^2/R^2$
	0,0	80,0	160,0	240,0		L	Q		
g/Kg MS									
12h	233,2	307,4	244,1	236,6	16,0	ns	ns	$\hat{Y} = 255,3$	
24h	291,1	313,6	290,6	278,1	4,2	ns	*	<sup>1</sup>	0,76
96h	557,5	542,3	493,3	486,0	7,0	*	*	<sup>2</sup>	0,92

<sup>1</sup> $\hat{Y}=293,911+0,250x-0,0013x^2$ ; <sup>2</sup> $\hat{Y}= 559,31700-0,32954x$

\* significativo a 5%

ns, não significativo

EPM, erro padrão da média

L, linear

Q, quadrático

Tabela 19. Descrição da concentração dos ácidos graxos voláteis Acético, Propriônico e Butírico *in vitro* em função de níveis de inclusão da semente da seringueira (SS) em diferentes tempos.

Item	Inclusão da SS g/Kg				EPM	Regressão		Média
	0	80	160	240		L	Q	
Acético μmol/mL								
12 h	6,18	6,28	6,48	6,13	0,22	ns	ns	$\hat{Y} = 6,26$
24 h	8,63	8,98	8,81	8,95	0,16	ns	ns	$\hat{Y} = 8,8$
Propriônico								
12 h	2,83	3,33	3,16	3,05	0,10	ns	ns	$\hat{Y} = 3,09$
24 h	5,19	5,40	5,68	5,27	0,17	ns	ns	$\hat{Y} = 5,38$
Butírico								
12 h	1,42	1,54	1,43	1,43	0,05	ns	ns	$\hat{Y} = 1,45$
24 h	2,23	2,43	2,25	2,25	0,07	ns	ns	$\hat{Y} = 2,29$
A:P								
12 h	2,18	1,89	2,05	2,01	0,04	ns	ns	$\hat{Y} = 2,03$
24 h	1,66	1,66	1,55	1,70	18,65	ns	ns	$\hat{Y} = 1,64$

A:P, relação ácido acético e propriônico

ns, não significativo

EPM, erro padrão da média

L, linear

Q, quadrático

## 7. DISCUSSÃO

### 7.1. Consumo

Dietas com a inclusão da SS não proporcionaram o mesmo consumo da dieta com alimentos tradicionais em cordeiros confinados. A diminuição no CMS (Tabela 4) dos cordeiros com a inclusão da SS se deve em parte pela composição química, em particular da casca da semente, que possuiu 945,5 g/Kg de FDNcp (Tabela 2).

As dietas com níveis crescentes da SS proporcionaram redução no consumo dos CNF e maior consumo de FDNcp e também de FDNi, que por fazer parte da fração indigestível da fibra (Tylutki et al., 2008) pode ter ocasionado retenção da digesta por mais tempo no rúmen diminuído o fluxo no trato gastrointestinal, o que potencializa a inibição do consumo voluntário (Oliveira et al., 2012).

A redução no CMS linearmente à inclusão da SS teve efeito direto na redução do consumo de MO, PB, e NDT, entretanto, para o consumo de EE houve um efeito positivo devido à maior concentração deste nutriente nas dietas com SS.

Os níveis crescentes de EE nas dietas com SS também podem ter contribuído para a diminuição no consumo devido ao efeito inibidor causado pelos ácidos graxos insaturados aos microorganismos celulolíticos ruminais afetando sua atividade (Jenkins & Harvatine, 2014), retendo mais tempo a digesta no rúmen (Allen, 2000). Além disso, estudos têm demonstrado que a presença de ácidos graxos insaturados no intestino estimula a produção de colecistoquinina (Choi e Palmquist, 1996) e de glucagon-like-peptide-1 (GLP-1) (Litherland et al., 2005) que possuem ação no controle da saciedade (Allen, 2000) limitando o consumo (Harvatine & Allen 2006).

Os ovinos são considerados ruminantes seletores intermediários (Van Soest, 1994), pois apresentam características anatômicas, fisiológicas e comportamentais específicas dentro do grupo dos animais ruminantes. De acordo com Wallis et al. (2014) a ingestão de alimentos alternativos como a SS é freqüentemente baixa porque os animais necessitam de tempo e/ou oportunidade de aprendizagem sobre o valor nutricional de novos sabores e, nesse tempo, eles tendem a consumir alimentos previamente conhecidos, a que eles estão disponíveis (Launchbaugh et al., 1997).

As dietas variaram a concentração de EE entre 29,9 e 78,4 g/Kg para a dieta sem SS e a dieta com o nível mais alto de inclusão da SS (240,0 g/Kg), porém foi observado que o consumo de EE (Tabela 4) em função do CMS variou de 32,8 a 69,2 g/Kg. Portanto, observou-se diariamente a existência de preferência pelo concentrado na dieta

sem SS e seleção do volumoso à medida que foi incluída a SS, em virtude de uma provável relutância em consumir a SS.

Muitos compostos de plantas são voláteis e alguns destes estão associados com as preferências dos animais aos alimentos utilizados. É provável que o HCN na SS não tenha sido fator responsável pela diminuição na aceitação dos animais ao concentrado das dietas com SS em virtude da prévia detoxicação da semente.

De acordo com Ravindran & Ravindran (1988), a estocagem da SS e a exposição ao calor, proporcionam eliminação de grande parte do HCN, sugerindo então, que após o tratamento, a SS tenha sido eficientemente detoxificada. Entretanto, a literatura é ainda escassa quanto à presença de outros compostos na SS que possam interferir no consumo.

O consumo sob níveis crescentes da SS estão em conformidade com resultados encontrados em ensaios com outras oleaginosas como o caroço de algodão (Dayani et al., 2011; Piona et al., 2012). O consumo diário de MS (0,869 Kg/dia) para o nível mais alto de inclusão da SS foi inferior ao consumo de 0,938 Kg/dia relatado por Piona et al. (2012) que forneceram 280,0 g/Kg de caroço de algodão na dieta de ovinos confinados, entretanto, quando comparado o consumo em função do peso corporal (35,12 contra 18,4 g/KgPC) os resultados do atual experimento demonstrou-se mais promissor.

Dietas com soja grão (Soares et al., 2012), óleo de soja (Awawdeh et al., 2009) e torta de girassol (Blanco et al., 2014) tiveram resultados similares ao atual estudo. Apesar de apresentar valores de consumo inferiores à dieta sem SS, os cordeiros que consumiram SS mesmo no nível mais alto de inclusão (240,0 g/Kg) obtiveram valores equivalentes a ensaios com a mesma relação V:C.

Neste estudo, o CMS variou de 35,1 a 39,3 g/KgPC nas dietas contendo SS (Tabela 4) sendo similar (35,8 g/KgPC) ao encontrado por Rufino et al. (2013) que trabalharam com ovinos Santa Inês alimentados com silagem de milho, farelo de soja e milho grão com a mesma relação volumoso/concentrado (40:60) deste experimento.

Trabalhos com a SS na alimentação animal são escassos, em parte devido à heveicultura estar localizada tradicionalmente em áreas onde a pecuária é explorada de modo insatisfatório. Além disso, os poucos (Njwe et al., 1988; Rachmawan, 2008) trabalhos relataram baixo potencial da SS na alimentação de ruminantes.

Nos níveis de inclusão de 160,0 e 240,0 g/Kg da SS, os valores encontrados para consumo em função do peso corporal metabólico (83,22 e 78,17 g/KgPC<sup>0,75</sup>) são superiores aos 54,2 e 35,7 g/KgPC<sup>0,75</sup> relatados por Njwe et al, (1988) quando incluíram

200,0 e 300,0 g/Kg de SS na dieta de ovinos. Entretanto, para estes autores a inclusão de até 200 g/Kg de SS na dieta não afetou o consumo, diferentemente do que aconteceu neste experimento.

Os resultados sugerem que mesmo tendo efeito na diminuição do consumo, a inclusão da SS até 240 g/Kg, proporcionou consumo satisfatório para ovinos em crescimento quando o peso corporal e o peso corporal metabólico são utilizados como parâmetro comparativo.

## 7.2. Digestibilidade

A digestibilidade da MS (Tabela 5) no nível mais alto de inclusão de SS (0,631 Kg/Kg) foi similar ao encontrado em ensaio com caroço de algodão e semente de girassol (0,560 e 0,527 Kg/Kg) (Chuntrakort et al., 2014).

A diminuição na digestibilidade da MS e da MO (Tabela 5) pode levar a uma interpretação equivocada quanto aos níveis crescentes de EE nas dietas com SS. Segundo Jenkins e McGuire (2006), efeitos tóxicos dos ácidos graxos aos microrganismos ruminais especialmente as bactérias celulolíticas, (Patra & Yu, 2013) podem ocorrer e exceder a capacidade de biohidrogenação, interferindo na fermentação ruminal (Jenkis & Harvatine, 2014).

Além disso, a redução da digestibilidade dos nutrientes pode ser resultante de um efeito físico dos ácidos graxos no ambiente ruminal, que dificultaria a aderência dos microrganismos à superfície da partícula e impediria a ação das celulases necessárias para iniciar a degradação (Sullivan et al., 2004).

Quanto maior o grau de insaturação dos ácidos graxos, maior o efeito negativo sobre os microorganismos ruminais afetando assim a fermentação ruminal (Jenkis & Harvatine, 2014). Devido a alta concentração de ácidos graxos insaturados (837,0 g/Kg/EE) e poliinsaturados (510,0 g/Kg/EE) no óleo da SS (Kittigowittana et al., 2013; Bakare et al., 2008) não é possível descartar sua participação na redução da digestibilidade dos componentes das dietas.

Isto leva a pressuposição de que o maior consumo de EE (Tabela 4) nas dietas com níveis crescentes da SS tenha sido o principal mecanismo de diminuição na digestibilidade das frações fibrosas e da MS. Porém, a diminuição na digestibilidade da MS e do FDNcp neste estudo parece estar mais relacionada ao aumento no consumo de frações indigestíveis do FDN em virtude do maior consumo da SS (Tabela 4).

O efeito dos ácidos graxos na dieta ainda é muito discutido, principalmente quanto aos níveis de inclusão e a composição química destes ácidos graxos. O limiar para determinação dos efeitos dos lipídeos na digestibilidade da fibra é complexo, envolve fatores de difícil mensuração e os resultados sobre a eficácia de sua utilização ainda são inconsistentes (Obeidat et al., 2012).

A digestibilidade da PB foi similar ( $P>0,05$ ) entre as dietas. Este resultado está de acordo com o resultado apresentado por Blanco et al. (2014) que incluíram torta de girassol na dieta de cordeiros em até 70g de EE/Kg de MS e não encontrou diferença na digestibilidade da proteína. A ausência de efeito de óleos vegetais sobre a digestibilidade da PB em dietas para ruminantes também foi relatada por Manso et al. (2006) e Awawdeh et al. (2009).

Os resultados encontrados levam a pressupor que houve um aproveitamento da proteína contida na SS semelhante ao observado no milho, já que este foi o componente parcialmente substituído nas dietas (Tabela 3).

Devido à característica fibrosa da SS (570,9 g/Kg de FDNcp) a digestibilidade da proteína pode ser limitada se estiver intimamente ligada às frações insolúveis da fibra (Tylutki et al., 2008), em especial a lignina. Entretanto, 940,0 g/Kg da proteína presente na SS (Tabela 2) estão alocados no endosperma, que por sua vez tem menor participação no conteúdo total de FDNcp da semente.

Desta forma, os componentes protéicos presentes na SS podem estar em sua maioria disponível à fermentação ruminal, diferentemente de subprodutos regionais como a torta de dendê e farelo de cacau que possuem grande parte da proteína intimamente ligada às frações indigestíveis da fibra (Azevêdo et al., 2012) o que reduz a sua disponibilidade para o metabolismo animal.

A diminuição na digestibilidade aparente dos CNF pode estar relacionada com o maior consumo de EE nas dietas com a inclusão da SS devido aos lipídeos não consistirem como fonte de energia fermentescível para os microorganismos ruminais (Dewhurst et al., 2000) provocando diminuição na população, assim diminuindo a capacidade de degradação dos CNF.

Resultados semelhantes foram encontrados por Morgado et al. (2014) que atribuíram a adição 42,0 g/Kg de óleo de girassol na dieta de ovinos, à queda na digestibilidade dos CNF. Entretanto, a menor inclusão (30,0 g/Kg) de óleo de canola, girassol e mamona na dieta de ovinos não foi suficiente para alterar a digestibilidade

dos CNF em ovinos de acordo com Maia et al. (2012), demonstrando a variabilidade das respostas em dietas com alimentos ricos em lipídeos.

Os menores valores encontrados para NDT (Tabela 5) nas dietas com a SS, estão relacionados à diminuição no consumo (Tabela 4) e coeficiente de digestibilidade da PB, FDNcp e CNF, pois estes nutrientes fazem parte do cálculo do NDT.

### **7.3. Balanço de Nitrogênio**

As dietas foram calculadas para serem isonitrogenadas, porém, devido à diminuição no CMS, a ingestão de N na forma de proteína reduziu linearmente à inclusão de SS (Tabela 6). Apesar de ter apresentado menor excreção fecal de N ( $P<0,05$ ) em g/dia e em g/Kg de PC<sup>0,75</sup>, os cordeiros que consumiram dietas com SS foram menos eficientes na retenção do nitrogênio quando comparado aos cordeiros consumindo dieta sem a SS.

O fato de não ter encontrado diferença ( $P>0,05$ ) para excreção de N urinário e total, indica que o consumo de N foi determinante para menor retenção encontrada nas dietas com a SS. Segundo Alves et al. (2014) quando não há diferença na digestibilidade do N, o consumo é quem influencia no BN, quando as contribuições endógenas de N não são contabilizadas.

As dietas com menor inclusão da SS propiciaram maior consumo de CNF (Tabela 4) o que pode ter fornecido maior aporte de energia para os microorganismos ruminais (Ma et al., 2014), que por sua vez pode elevar a eficiência de uso da proteína degradável e reduzir a excreção de N urinário. Entretanto, o maior consumo de CNF não foi suficiente para diminuir as perdas de N através da urina em g/dia.

O percentual de N excretado nas fezes e na urina em função do N consumido e do N total excretado não foi influenciado pelas dietas, portanto as excreções de N independentemente da via utilizada, seguiu o mesmo comportamento entre as dietas.

A média em percentual da excreção total de N em função do N consumido (54,91 %) foi inferior e mais eficiente que os 70,5% relatado por Ma et al., (2014) com ovinos mestiços ½ sangue Dorper, utilizando a mesma relação volumoso concentrado (40:60).

Esperava-se que o maior consumo de N tivesse efeito sobre a excreção de N urinário, ou então fosse esta via de excreção a que mais representasse as excreções totais de N o que de fato não ocorreu.

#### **7.4. Balanço hídrico**

Devido ao menor consumo de MS das dietas com SS, o CAD (Tabela 7) diminuiu linearmente ( $P<0,05$ ). A ingestão de água pelo animal está relacionada com diferentes variáveis: PC; CMS; consumo de energia; efeitos das estações do ano (temperatura, radiação e umidade); efeito restrição; qualidade da água (NRC, 2007). A queda ( $P<0,05$ ) no CAO em função da inclusão de SS na dieta está relacionada à diminuição no CMS (Pimentel et al., 2012) em especial os carboidratos.

O maior consumo de EE nestas dietas (Tabela 4) também proporcionou diminuição no CAD, CAO e CAT, devido à insolubilidade deste componente e a menor necessidade de água para seu metabolismo quando comparado aos carboidratos. O incremento calórico oriundo do metabolismo dos lipídeos é inferior ao proporcionado pelo metabolismo dos carboidratos, especialmente os não fibrosos. É possível que tenha ocorrido menor produção de calor oriunda da fermentação das dietas com inclusão de SS o que tende a minimizar a perda de água por evapotranspiração e consequentemente a necessidade de água

A diminuição da EAF e o menor CAT contribuíram para a queda no BH e que juntamente como menor consumo de água em Kg em função do CMS, pode se inferir que os níveis de SS na dieta, proporcionaram menor uso da água e maior eficiência em função do CMS.

#### **7.5. Desempenho**

O menor CMS e NDT (Tabela 4) nas dietas com níveis da SS confirmam a hipótese de que quando há limitação dietética, ocorre comprometimento no desempenho (Fimbres et al., 2002). As médias do PF e GT dos cordeiros foram influenciadas pelo menor ( $P<0,05$ ) GMD ocorrido em virtude do menor consumo das dietas com inclusão da semente da SS.

A inclusão de alimentos ricos em lipídeos como a SS tem sido relatada como responsável pela redução no desempenho (Cunha et al., 2008; Madruga et al., 2008) de cordeiros em virtude do menor consumo observado (Dayani et al., 2011; Piona et al., 2012; Urano et al., 2006).

Apesar do menor ( $P<0,05$ ) GMD dos animais alimentados com a SS (Tabela 8), verificou-se que a conversão alimentar (CA) não foi influenciada ( $P>0,05$ ) pelas dietas, o que ocorreu devido ao menor ( $P<0,05$ ) CMS nestas dietas. O valor médio para a CA (4,50) foi semelhante (CA = 4,9) ao encontrado por Brand et al. (2001) em cordeiros

consumindo dietas com 180,0 g/Kg de canola integral, e menor ante ao relatado (CA = 7,02) por Dayani et al. (2011) que incluíram 200,0 g/Kg de caroço de algodão na dieta de cordeiros.

Os resultados de GMD com inclusão da SS (0,184 a 0,228 Kg/dia) estão em conformidade com estudos de desempenho de cordeiros alimentados com sementes oleaginosas (Brand et al., 2001; Cunha et al., 2008; Dayani et al. 2011; Madruga et al., 2008; Soares et al., 2012).

Ainda que tenha provocado redução ( $P<0,05$ ) no desempenho de cordeiros confinados, o GMD observado (0,184 Kg/dia) no nível mais alto de inclusão da SS (240,0 g/Kg) pode ser considerado estratégico em regiões em que o preço de alimentos convencionais como milho e farelo de soja inviabilizam seu uso na alimentação de cordeiros confinados. O uso de estratégias alternativas de alimentação baseado em recursos locais aumentam as opções do produtor no planejamento de programas de terminação de cordeiros e reduz a dependência de insumos não locais (Hartwell et al., 2010).

### **7.6. Comportamento ingestivo**

Os ovinos são considerados ruminantes seletores intermediários (Van Soest, 1994), pois apresentam características anatômicas, fisiológicas e comportamentais específicas dentro do grupo dos animais ruminantes. De acordo com Wallis et al. (2014) a ingestão de alimentos alternativos como a SS é frequentemente baixa porque os animais necessitam de tempo e/ou oportunidade de aprendizagem sobre o valor nutricional de novos alimentos e, nesse tempo, eles tendem a consumir alimentos previamente conhecidos, a que eles estão disponíveis (Launchbaugh et al., 1997).

Muitos compostos de plantas são voláteis e alguns destes estão associados com as preferências dos animais aos alimentos utilizados. É provável que o HCN na SS não tenha sido fator responsável pela diminuição na aceitação dos animais ao concentrado das dietas com SS em virtude da prévia detoxicação da semente. Entretanto, a literatura é escassa quanto à presença de outros compostos na SS que possam interferir no consumo.

A menor palatabilidade das dietas com SS pode ser parcialmente explicada pelo maior tempo despendido na alimentação (Tabela 9) e o maior tempo observado para cada período de alimentação em função da inclusão da SS o que influenciou o menor consumo de MS por período de alimentação (Tabela 10). Teoricamente, o maior tempo

por período de alimentação pode ser uma vantagem em virtude da redução da ocorrência de comportamentos estereotipados induzidos por estresse e tédio (Curtis e Houpt 1983).

Os cordeiros passavam maior tempo selecionando a dieta devido a uma possível resistência em consumir dietas com a SS. A coleta das informações relativas ao comportamento ingestivo dos animais (Figura 1) possibilitou observar os picos de maior ocorrência da atividade de ingestão de alimento durante a manhã e a tarde. Em todas as dietas avaliadas, os horários de maior presença dos animais no comedouro coincidiram com horários próximos ao de fornecimento das dietas (8:00 e 16:00 horas).

Segundo Fischer et al. (1998), quando o alimento é distribuído duas vezes ao dia, as refeições que se seguem à distribuição do alimento são as mais importantes e duram cerca de 1 a 3 horas. Foi constatado que o animal que iniciava um período alimentar estimulava os animais das baías adjacentes independente da dieta fornecida. Porém a duração e a frequencia destes períodos foi afetada pela dieta (Tabelas 9 e 10).

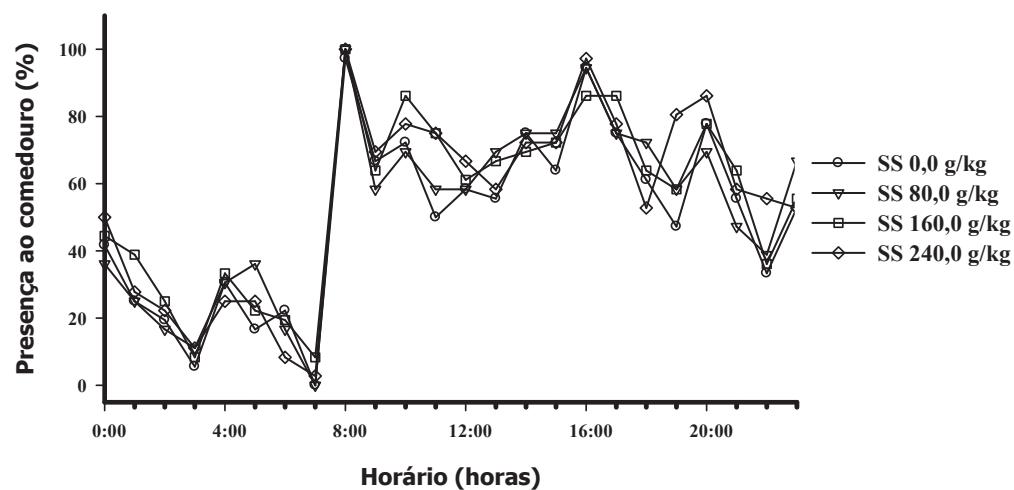


Figura 1. Presença dos animais no comedouro (%)

O menor CMS e o maior tempo despendido na alimentação nas dietas com a SS influenciaram no maior tempo necessário para se ingerir MS e FDNcp (min/Kg).

Devido ao maior consumo de FDNcp (Tabela 4) nas dietas com a SS, a ruminação expressa em min/dia e min/Kg de MS, aumentou linearmente (Tabela 9) pois

a concentração de fibra na dieta é positivamente relacionado ao tempo de ruminação (Dulphy et al., 1980).

Hubner et al., (2008) concluíram que o incremento do nível de FDN na dieta afeta o CMS, com reflexos diretamente proporcionais sobre os tempos despendidos em ingestão e ruminação e inversamente proporcionais sobre o tempo de ócio dos animais.

Apesar de proporcionar maior consumo de FDNi, as dietas com níveis da SS não influenciaram no tempo de ruminação do FDNcp expresso em min/Kg FDNcp. Em virtude do maior tempo destinado à alimentação e ruminação, o tempo destinado ao ócio (Tabela 9) e também tempo por período de ócio diminuiu em função da inclusão da SS nas dietas.

### **7.7. Eficiência Alimentar e ruminal**

A eficiência alimentar da MS decresceu linearmente à inclusão de SS nas dietas, pois segundo Bastos et al., (2014) a EAL sofre efeito do consumo, e também do tempo destinado a alimentação. Mesmo tendo demonstrado maior consumo de FDNcp, os cordeiros que consumiram dietas com níveis de inclusão da SS foram menos eficientes no consumo deste componente expresso em g/h (Tabela 11) devido ao maior tempo despendido na alimentação destas dietas (Tabela 9).

A eficiência de ruminação da MS expressa em g/h decresceu de modo linear em função da inclusão da SS devido ao maior conteúdo e consumo de FDNcp e sua fração indigestível destas dietas. Por este mesmo motivo, ocorreu aumento no número de bolos ruminais e também maior tempo de mastigação total (TMT). Além disso, para cada bolo ruminado, a inclusão da SS provocou aumento linear na quantidade em gramas de MS ruminado por bolo.

A presença da casca da semente de seringueira nas dietas pode ter sido a principal responsável pela limitação no consumo e interferência nos parâmetros ligados à ruminação. Devido a característica semi-oca da semente de seringueira, é possível efetuar uma separação entre o endosperma e a casca, para que sejam estudados os efeitos de cada porção no comportamento ingestivo dos cordeiros.

Estes estudos poderão ser úteis no entendimento da influência destes componentes no comportamento dos animais e se é necessário o fornecimento isolado de algum destes componentes.

### 7.8. Pesos e rendimentos

Quanto maior a inclusão da SS na dieta dos cordeiros, menor ( $P<0,05$ ) os valores observados para o PCV, PCQ e PCF. Para o PA, não houve diferença significativa ( $P>0,05$ ) entre as médias dos animais das dietas experimentais, possivelmente devido ao abate não ser realizado de forma simultânea para todos os animais, e que confere período distinto de jejum pré abate.

O peso médio (15,28 Kg) das carcaças dos cordeiros para o PCF foi superior ao preconizado pelo sistema europeu de classificação de carcaça (European Union, 1994) que recomenda peso máximo de 13 Kg (Penã et al., 2005) para as carcaças serem classificadas na categoria C, de menor valor agregado.

Para se enquadrar nessa característica, os animais deveriam se abatidos mais precoces, o que não foi possível ser realizado. Entretanto, a carne ovina brasileira tem tido pouca participação no mercado internacional, e de acordo com Siqueira et al., (1999) o consumidor brasileiro tem preferência por carcaças mais pesadas o que determina um peso de abate em torno de 28 à 30 Kg de PC, valores estes próximos ao encontrado neste estudo.

O RCQ e RCF decresceram linearmente ( $P<0,05$ ) a inclusão da SS na dieta. O mais alto nível de inclusão da SS resultou em RCQ de 46,1 Kg/100Kg PC que foi superior ao relatado por Paim et al. (2014) que trabalharam com cordeiros Santa Inês alimentados com caroço de algodão e abatidos com peso de 29,8 Kg e RCQ de 43,8 kg/100kg PC.

Quando o produtor é remunerado pelo rendimento de carcaça, a inclusão da SS na dieta de cordeiros pode ser um fator limitante devido ao menor rendimento proporcionado. Entretanto, na ovinocultura regional esta prática de resarcimento ainda é pouco adotada.

Comportamento quadrático foi encontrado para a PPR (Tabela 12) e estima-se que a inclusão de 86,6 g/Kg da SS possa promover menor PPR. Cunha et al. (2008b) encontraram valores de PPR semelhantes em carcaças de cordeiros alimentados com caroço de algodão.

Segundo Martins et al. (2000), em ovinos, de forma geral, os índices de PPR estão em torno de 2,5%, podendo ocorrer oscilação entre 1 e 7%, de acordo com a uniformidade da cobertura de gordura, o sexo, peso, temperatura e umidade relativa da câmara fria.

A cobertura de gordura na carcaça é um dos fatores mais importantes para a proteção do tecido muscular ante a rápida redução de temperatura na câmara fria, já que os lipídeos são conhecidos como isolante térmico (Mahgoub et al., 2002).

A menor média para PPR observada nas carcaças dos animais do nível 80,0 g/Kg da SS, ocorreu devido à maior EGS (Tabela 13) observada para este mesmo grupo de carcaças. Os resultados para EGS foram influenciados negativamente pela inclusão da SS na dieta e variaram de 1,94 a 4,41 mm para a carcaça com maior para a de menor nível de inclusão. Esse resultado foi superior ao relatado (1,22 mm) por Fernandes Jr et al. (2013) para cordeiros consumindo dietas com torta de girassol.

### **7.9. Avaliação qualitativa**

A cobertura de gordura da carcaça avaliada de modo subjetivo pelo GCG (Tabela 14) diminuiu linearmente em função da inclusão da SS, porém, as carcaças avaliadas não apresentaram déficit de cobertura de gordura, sendo satisfatório para garantir proteção da musculatura contra o frio.

Na avaliação da CON, houve decréscimo linear em função da inclusão da SS, e os valores médios foram de 3,72 a 3,06 referentes à não inclusão e ao nível mais alto da SS nas dietas, o que as classificam como “boa” e “muito boa” carcaças (Osório et al., 2002).

### **7.10. Cortes da carcaça**

Os pesos da meia carcaça, dos cortes de pernil e do lombo (Tabela 114) decresceram linearmente à inclusão da SS à dieta. Estes parâmetros estão relacionados diretamente ao PCF (Xenofonte et al., 2009) que também decresceu linearmente à inclusão da SS. Entretanto, quando comparado o percentual do peso médio dos cortes em função do PMC (Tabela 14), somente foi encontrado diferença para o percentual do lombo, que apresentou valores inferiores nas dietas com níveis da SS.

Esta informação demonstra que os cortes do pescoço, paleta, costela fralda, pernil e costeleta, não foram influenciados pelo PMC. Efeito contrário foi relatado por Louvandini et al. (2007) que afirmam que animais mais pesados apresentam maior desenvolvimento da região do flanco em relação aos membros. A proporção do peso do lombo em relação à meia carcaça foi influenciada negativamente em função da inclusão da SS, em virtude da diferença no PMC entre as dietas.

De acordo com Cañeque et al. (1989), somente têm-se encontrado pequenas diferenças no peso dos cortes das carcaças de diferentes conformações. Resultados de pesquisa revelam que carcaças de melhor conformação podem apresentar pesos de cortes significativamente similares a carcaças de pior conformação (Reis et al., 2001).

### **7.11. Componentes não carcaça**

Os menores pesos da cabeça e do sangue observado nas dietas com SS estão relacionados ao menor PCV destes animais, devido a alta correlação existente entre estes parâmetros (Tabela 15).

Ocorreu menor deposição de GO, GM e GIT nos cordeiros que consumiram a SS na dieta. O excesso destes componentes pode estar relacionado ao período de desenvolvimento corporal dos animais que pode ter sido mais precoce ou mesmo à alta concentração de energia na dieta. Este comportamento também pode ser observado em ensaios com cordeiros (Cabral et al., 2013; Karin et al., 2007; Singh et al., 2004).

As vísceras apresentam crescimento precoce (Louvandini et al., 2007) e tendem a ser menos representativos com a evolução do PC. No entanto, os componentes não-carcaça em percentual ao PCV (Tabela 16) foram similares entre os cordeiros independente da dieta experimental, mesmo apresentando distintos PCV (Tabela 12). A única exceção foi para o TGI que foi mais representativo nos níveis de inclusão da SS na dieta. A maior representatividade do TGI nesse caso está diretamente relacionada aos menores RCQ e RCF encontrados nesse estudo para os animais que consumiram SS.

A proporção média (39,49 Kg/100Kg PCV) de todos os componentes não carcaça (TCNC) foi superior ao relatado por Peña et al. (2005) que em 100 cordeiros abatidos, encontraram média de 35 Kg/100Kg PCV, porém a idade dos animais estudados por Peña et al. (2005) foi superior, deste modo, TCNC tendem a ser menos representativos que animais abatidos mais precoce.

### **7.12. Cinética de produção de gases**

O volume final de gases produzidos pela degradação dos carboidratos não fibrosos foi influenciado pela inclusão da SS nas dietas, embora a taxa de degradação dos CNF não tenha apresentado efeito significativo (Tabela 17). Deste modo, é possível inferir que após 96 horas de incubação, a extensão da degradação dos componentes não fibrosos tenha sido o principal fator na diferenciação dos resultados e não à taxa de degradação.

A inclusão da SS nas dietas estudadas provocou um *input* inicial (até 80,0 g/Kg da SS na MS da dieta) na produção gases oriundo das frações não fibrosas e à medida que se elevou a inclusão da SS, a produção de gases da degradação destes componentes foi comprometida, desta maneira, demonstrado efeito quadrático.

Este comportamento pode estar relacionado à maior concentração de lipídeos presente nas dietas com maior inclusão da SS, e este componente nutricional tende em níveis elevados a prejudicar a colonização e consequente degradação das frações não fibrosas dos carboidratos (Jenkins & Harvatine, 2014).

Esperava-se que com as dietas com maior participação da SS fossem proporcionar maior produção de gases oriundos da degradação dos carboidratos fibrosos (CF), uma vez que os gases produzidos a partir dos CF originam-se da FDNcp (Detmann et al., 2009), porém este efeito não foi observado. Este resultado pode ser uma consequência da baixa qualidade da FDNcp da SS.

A ausência de efeito para os parâmetros dos CF presume que foram satisfeitos ou mantidos os fatores que afetam o desenvolvimento de microorganismos que utilizam este componente e a sua degradabilidade, tais como a sincronização entre a liberação de energia e nitrogênio (Russel et al., 1992), para todas as dietas avaliadas.

Os carboidratos fibrosos compreendem as fibras disponíveis e indisponíveis, representados pela celulose e hemicelulose, juntamente com a lignina, sendo parcialmente disponíveis no rúmen (Mertens, 1997). A ausência de efeito nas taxas de degradação dos CF sugere que a inclusão da SS em dietas possa não causar efeito de repleção ruminal típico de alimentos ricos em frações fibrosas, porém nem sempre os efeitos observados *in vitro* podem ser totalmente replicados *in vivo*.

O volume total produzido pela degradação dos carboidratos (VFT) seguiu comportamento quadrático similar ao encontrado para o VFCNF, desta forma, admite-se que os componentes não fibrosos tiveram maior participação na diferenciação da produção de gases totais observada, mesmo sendo o VFCF numericamente superior entretanto menos influente no VFT.

O maior período de latência, que corresponde ao tempo de adesão e colonização das bactérias (indispensável para início da degradação via atividade enzimática bacteriana) encontrado nas dietas com SS está relacionado à maior concentração de FDNcp nestas dietas pois de acordo com Detmann et al. (2009) a fração fibrosa está diretamente associada à maior parte dos eventos envolvidos na colonização do substrato.

### **7.13. Degradabilidade *in vitro***

A degradabilidade da MS após 24 (Tabela 18) horas de incubação teve comportamento quadrático similar ao encontrado para o VFT (Tabela 17), o que sustenta a hipótese de que níveis de inclusão da SS próximos a 80 g/Kg podem proporcionar maior aproveitamento da MS da dieta.

Os efeitos provocados pelo alto nível de inclusão da SS quanto à magnitude da redução da digestibilidade está relacionada não só à quantidade, mas principalmente ao tipo de ácido graxo, sendo que os lipídios ricos em ácidos graxos insaturados como a semente de seringueira (Kittigowittana et al., 2013) tendem a provocar maior depressão na digestibilidade (Doreau & Chilliard, 1997).

Isto ocorre em virtude da alta capacidade reativa destes ácidos graxos com as membranas celulares, processo que normalmente resulta em perda da sua natureza bifásica, provocando a morte da célula microbiana, sendo as bactérias arqueasmetanogênicas, Gram positivas e os protozoários os mais suscetíveis (Fortaleza et al., 2013).

### **7.14. Ácidos graxos voláteis**

Esperava-se que a inclusão da SS nas dietas proporcionasse maior produção de ácido acético, menor produção de ácido propiônico e consequentemente a relação entre esses ácidos graxos fosse influenciada em virtude da diferença na concentração de FDNcp entre as dietas avaliadas. Entretanto nenhum efeito foi observado, o que sugere que a inclusão da SS em até 240,0 g/Kg na dieta não interfere na produção de ácidos graxos ruminais.

## 8. CONCLUSÃO

A inclusão de até 240,0 g/Kg na dieta confere desempenho animal compatível com sistemas de confinamento que visem de médio a alto desempenho. A presença da casca da semente nas dietas pode ter sido a principal responsável pela limitação no consumo e interferência nos parâmetros ligados à ruminação. A utilização de produtos regionais como a semente de seringueira na alimentação de cordeiros pode ser uma alternativa para diminuir dependência de alimentos tradicionalmente utilizados em sistemas de produção.

## 9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AHMAD, J.; YUSUP, S.; BOKHARI, A.; KAMIL, R.N.M. Study of fuel properties of rubber seed oil based biodiesel. **Energy Conversion and Management**, v.78, p.266-275, 2014.
- ALLEN, M.S. Effects of diet on short-term regulation of feed intake by lactating dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, v.83, p.1598-1624, 2000.
- ALVES, E.M.; MAGALHÃES, D.R.; FREITAS, M.A.; SANTOS, E.J.; PEREIRA M.L.A.; PEDREIRA, M.S. Nitrogen metabolism and microbial synthesis in sheep fed diets containing slow release urea to replace the conventional urea. **Acta Scientiarum**, v.36, p.55-62, 2014.
- AWAWDEH, M.S.; OBEIDAT, B.S.; ABDULLAH, A.Y.; HANANEH, W.M. Effects of yellow grease or soybean oil on performance, nutrient digestibility and carcass characteristics of finishing Awassi lambs. **Animal Feed Science and Technology**, v.153, p.216-227, 2009.
- AZEVÊDO, J.A.G.; VALADARES FILHO, S.C.; PINA, D.S.; DETMANN, E.; PEREIRA, L.G.R.; VALADARES, R.F.D.; FERNANDES, H.J.; COSTA e SILVA, L.F.; BENEDETI, P.B. Nutritional diversity of agricultural and agro-industrial by-products for ruminant feeding. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.64, p.1246-1255, 2012.
- BABATUNDE, G.M.; POND, W.G.; PEO JR, E. R. Nutritive value of rubber seed (*Hevea brasiliensis*) meal: utilization by growing pigs of semipurified diets in which rubber seed meal partially replaced soybean meal. **Journal of Animal Science**, v.68, p.392-397, 1990.
- BAKARE, I.O.; PAVITHRAN, C.; OKIEIMEN, F.E.; PILLAI, C.K.S. Synthesis and characterization of rubber-seed-oil-based polyurethanes. **Journal of Applied Polymer Science**, v.109, p.3292-3301, 2008.
- BASTOS, M.P.; CARVALHO, G.G.P.; PIRES, A.J.; SILVA, R.; SANTOS, E.D.J.; CHAGAS, D.M.T.; BARROSO, D.S. Ingestive Behavior and Nitrogen Balance of Confined Santa Ines Lambs Fed Diets Containing Soybean Hulls. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**, v.27, p.24-29, 2014.
- BLANCO, C.; GIRÁLDEZ, F.J.; PRIETO, N.; MORÁN, L.; ANDRÉS, S.; BENAVIDES, J.; BODAS, R. Effects of dietary inclusion of sunflower soap stocks on nutrient digestibility, growth performance, and ruminal and blood metabolites of light fattening lambs. **Journal of Animal Science**, v.92, p.4086-4094, 2014.
- BRAND, T.S.; MERWE, G.D.V.; YOUNG, D. Full-fat canola as protein source in diets for finishing lambs. **Small Ruminant Research**, v.41, p.235-238, 2001.
- BRASIL. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA. **Regulamento da Inspeção industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal**. Brasília, DF, 1952, 154p.
- BÜRGGER, P.A.; PEREIRA, J.C.; QUEIROZ, A.D.; SILVA, J.D.; VALADARES FILHO, S.D.C.; CECON, P.R.; CASALI, A.D.P. Comportamento ingestivo em bezerros holandeses alimentados com dietas contendo diferentes níveis de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, p.236-242, 2000.
- CABRAL, I.S.; AZEVÊDO, J.A.G.; ALMEIDA, F.M.; PEREIRA, L.G.R.; ARAÚJO, G.G.L.; CRUZ, C.L.S.; OLIVEIRA, G.A. Performance and characteristics of carcass and non-carcass components of lambs fed peach-palm by-product. **Tropical animal health and production**, v.45, p.1737-1743, 2013.
- CAÑEQUE, V.; RUIZ DE HUIDOBRO, F.; DOLZ, J.F.; HERNANDEZ, J.A. **Producción de carne de cordero**. Madrid: Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación, 520p., 1989. CARVALHO, G.G.P.C.; GARCIA, R.; PIRES, A.J.V.; SILVA, R.R.; DETMANN, E.; OLIVEIRA, R.L.; RIBEIRO, L.S.O. Long-term Bias of Internal Markers in Sheep and Goat Digestion Trials. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**, v.26, p.65-71, 2013.

CHANJULA, P.; SIRIWATHANANUKUL, Y.; LAWPETCHARA, A. Effect of Feeding Rubber Seed Kernel and Palm Kernel Cake in Combination on Nutrient Utilization, Rumen Fermentation Characteristics, and Microbial Populations in Goats Fed on *Briacharia humidicola* Hay-based Diets. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**, v.24, p.73-81, 2011.

CHIZZOTTI, M.L.; VALADARES FILHO, S.D.C.; VALADARES, R.F.D.; CHIZZOTTI, F.H.M.; TEDESCHI, L. O. Determination of creatinine excretion and evaluation of spot urine sampling in Holstein cattle. **Livestock Science**, v.113, p.218-225, 2008.

CHOI, B.R.; PALMQUIST, D.L. High fat diets increase plasma cholecystokinin and pancreatic polypeptide, and decrease plasma insulin and feed intake in lactating cows. **The Journal of Nutrition**, v.126, p.2913-2919, 1996.

CHUJAI, S.; CHANJULA, P.; SIRIWATHANANUKUL, Y.; LAWPETCHARA, A. Effects of levels of rubber seed kernel and palm kernel cake in concentrate on feed intake and rumen fermentation in goats fed *Briacharia*. **Khon Kaen Agricultural Journal**, v.39, p.43-54, 2011.

CHUJAI, S.; CHANJULA, P.; SIRIWATHANANUKUL, Y.; LAWPETCHARA, A. Nutrient Utilization and Rumen Fermentation Characteristics of Goats Influenced by Dietary Combinations of Rubber Seed Kernel and Palm Kernel Cake. **Proceedings of the 7th IMT-GT UNINET and The 3rd International PSU-UNS Conferences on Bioscience**. v.1050, p.7-97, 1988.

CHUNTRAKORT, P.; OTSUKA, M.; HAYASHI, K.; TAKENAKA, A.; UDCHACHON, S.; SOMMART, K. The effect of dietary coconut kernels, whole cottonseeds and sunflower seeds on the intake, digestibility and enteric methane emissions of Zebu beef cattle fed rice straw based diets. **Livestock Science**, v.161, p.80-89, 2014.

CUNHA, M.D.G.G.; CARVALHO, F.F.R.D.; VÉRAS, A.S.C.; BATISTA, A.M.V. Desempenho e digestibilidade aparente em ovinos confinados alimentados com dietas contendo níveis crescentes de caroço de algodão integral. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, p.1103-1111, 2008.

CUNHA, M.D.G.G.; CARVALHO, F.F.R.; GONZAGA NETO, S.; CESAR, M. Características quantitativas de carneça de ovinos Santa Inês confinados alimentados com rações contendo diferentes níveis de caroço de algodão integral. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, p.1112-1120, p.2008b.

CURTIS, S.E.; HOUPP, K.A. Animal ethology: its emergence in animal science. **Journal of Animal Science**, v.57, p.234-247, 1983.

DAYANI, O.; DADVAR, P.; AFSHARMANESH, M. Effect of dietary whole cottonseed and crude protein level on blood parameters and performance of fattening lambs. **Small Ruminant Research**, v.97, p.48-54, 2011.

DETMANN, E.; SILVA, J.F.C.; VÁSQUEZ, H.M.; HENRIQUES, L.T.; HADDADE, I.R. Cinética da degradação ruminal dos carboidratos de quatro gramíneas tropicais em diferentes idades de corte e doses de adubação nitrogenada: técnica de produção de gases. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, p.149-158, 2009.

DETMANN, E.; SOUZA, M.A.; VALADARES FILHO, S.C. **Métodos para Análise de Alimentos**, , 2012, 214p.

DEWHURST, R.J.; DAVIES, D.R.; MERRY, R.J. Microbial protein supply from the rumen. **Animal Feed Science and Technology**, v.85, p.1-21, 2000.

DOREAU, M.; CHILLIARD, Y. Digestion and metabolism of dietary fat in farm animals. **British Journal of Nutrition**, v. 78, p.15-35, 1997.

DULPHY, J.P.; REMOND, B.; THERIEZ, M. Ingestive behaviour and related activities in ruminants. In: RUCKEBUSH, Y., THIVEND, P. (Eds.). **Digestive physiology and metabolism in ruminants**. Springer Netherlands, p.103-122, 1980.

EKA, H.D.; TAJUL, A.Y.; NADIAH, W.W.A. Potential use of Malaysian rubber (*Hevea brasiliensis*) seed as food, feed and biofuel. **International Food Research Journal**, v.17, p.527-534, 2010.

EUROPEAN UNION. Modelo comunitario de clasificacion de canales de ovinos ligeros. European Community Standards for the classification of Light Lambs Carcasses, Brochure. Publishing Bureau of the European Communities, 1994.

FERNANDES JR, F.; RIBEIRO, E. L.A.; MIZUBUTI, I.Y.; SILVA, L.D.D.F.; BARBOSA, M.A.A.F.; PRADO, O. P. P.; CONSTANTINO, C. Características de carcaça e qualidade da carne de cordeiros Santa Inês alimentados com torta de girassol em substituição ao farelo de algodão. **Semina: Ciências Agrárias**, v.34, p.3999-4014, 2013.

FIMBRES, H.; HERNANDEZ-VIDAL, G.; PICON-RUBIO, J.F.; KAWAS, J.R.; LU, C.D. Productive performance and carcass characteristics of lambs fed finishing ration containing various forage levels. **Small Ruminant Research**, v.43, p.283-288, 2002.

FISCHER, V.; DESWYSEN, A.G.; DÈSPRES, L.; DUTILLEUL, P.; LOBATO, J. F. P. Nycterohemeral patterns of ingestive behavior of sheep. **Brazilian Journal of Animal Sciences**, v.27, p.362-369, 1998.

FURUSHO-GARCIA, I.F.; PEREZ, J.R.O.; BONAGURIO, S.; LIMA, A.L.; QUINTÃO, F.A. Estudo dos cortes da carcaça de cordeiros Santa Inês puros e cruzas Santa Inês com Texel, Ille de France e Bergamácia. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, p.453-462, 2004.

HALL, M.B. Challenges with nonfiber carbohydrate methods. **Journal of Animal Science**, v.81, p.3226-3232, 2003.

HARTWELL, B.W.; INIGUEZ, L.; KNAUS, W.F.; MADSEN, J. Awassi lamb growth responses and carcass traits, and economic benefits associated with reduced-cost diets made from locally available feed resources. **Small Ruminant Research**, v.93, p.48-52, 2010.

HARVATINE, K.J.; ALLEN, M.S. Effects of fatty acid supplements on feed intake, and feeding and chewing behavior of lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.89, p.1104-1112, 2006.

HESS, B.W.; MOSS, G.E.; RULE, D.C. A decade of developments in the area of fat supplementation research with beef cattle an sheep. **Journal of Animal Science**, v.86 (E. Suppl.) p.188-204, 2008.

HUBNER, C.H.; PIRES, C.C.; GALVANI, D.B. Comportamento ingestivo de ovelhas em lactação alimentadas com dietas contendo diferentes níveis de fibra em detergente neutro. **Ciência Rural**, v.38, p.1078-1084, 2008.

JENKINS, T.C.; MCGUIRE, M.A. Major advances in nutrition: impact on milk composition. **Journal of Dairy Science**, v.89, p.130-1310, 2006.

JENKINS, T.C.; HARVATINE, K.J. Lipid feeding and milk fat depression. **Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice**, v.30, p.623-642, 2014.

KITTIGOWITTANA, K.; WONGSAKUL, S.; KRISDAPHONG, P.; JIMTAISONG, A. Fatty Acid Composition And Biological Activities Of Seed. **International Journal of Applied Research in Natural Products**, v.6, p.1-7, 2013.

KARIM, S.A.; PORWAL, K.; KUMAR, S.; SINGH, V.K. Carcass traits of Kheri lambs maintained on different system of feeding management. **Meat science**, v.76, p.395-401, 2007.

KOZLOSKI, G.V.; FIORENTINI, G.; HÄRTER, C.J.; SANCHEZ, L.M.B.C. Uso da creatinina como indicador da excreção urinária em ovinos. **Ciência Rural**, v.35, p.98-102, 2005.

LAUNCHBAUGH, K.L.; PROVENZA, F.D.; WERKMEISTER, M.J. Overcoming food neophobia in domestic ruminants through addition of a familiar flavor and repeated exposure to novel foods. **Applied Animal Behaviour Science**, v.54, p.327-334, 1997.

- LI, Z.; FOX, J.M. Mapping rubber tree growth in mainland Southeast Asia using time-series MODIS 250 m NDVI and statistical data. **Applied Geography**, v.32, p.420-430, 2012.
- LITHERLAND, N.B.; THIRE, S.; BEAULIEU, A.D.; REYNOLDS, C.K.; BENSON, J.A.; DRACKLEY, J.K. Dry matter intake is decreased more by abomasal infusion of unsaturated free fatty acids than by unsaturated triglycerides. **Journal of Dairy Science**, v.88, p.632-643, 2005.
- LOUVANDINI, H.; NUNES, G.A.; GARCIA, J.A.S.; MCMANUS, C.; COSTA, D.M.; ARAÚJO, S.C. Desempenho, características de carcaça e constituintes corporais de ovinos Santa Inês alimentados com farelo de girassol em substituição ao farelo de soja na dieta. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, p.603-609, 2007.
- MA, T.; DENG, K.D.; TU, Y.; JIANG, C.G.; ZHANG, N.F.; LI, Y.L.; DIAO, Q.Y. Effect of Dietary Concentrate:forage Ratios and Undegraded Dietary Protein on Nitrogen Balance and Urinary Excretion of Purine Derivatives in Dorper X thin-tailed Han Crossbred Lambs. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**, v.27, p.161-168, 2014.
- MADRUGA, M.S.; VIEIRA, T.R.L.; CUNHA, M.D.G.G.; FILHO, J.M.P.; EGYPTO, R.D.C. R.; QUEIROGA, W.H. Efeito de dietas com níveis crescentes de caroço de algodão integral sobre a composição química eo perfil de ácidos graxos da carne de cordeiros Santa Inês. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, p.1496-1502, 2008.
- MAHGOUB, O.; LU, C.D. Influence of various levels of metabolisable energy on chemical composition of whole carcass and non-carcass portion of goats and sheep. **South African Journal of Animal Science**, v.34, p.81-84, 2004.
- MAIA, M.D.O.; SUSIN, I.; FERREIRA, E.M.; NOLLI, C.P.; GENTIL, R.S.; PIRES, A.V.; MOURÃO, G.B. Intake, nutrient apparent digestibility and ruminal constituents of sheep fed diets with canola, sunflower or castor oils. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.41, p.2350-2356, 2012.
- MANSO, T.; BODAS, R.; CASTRO T.; JIMENO, V.; MANTECÓN, A.R.. Animal performance and fatty acid composition of lambs fed with different vegetable oils. **Meat Science**, v.83, p.511-516, 2009.
- MARTINS, R.C.; OLIVEIRA, N.; OSORIO, J.C.S.; OSORIO, M.T.M. **Peso vivo ao abate como indicador do peso e das características quantitativas e qualitativas das carcaças em ovinos jovens da raça Ideal**. Bagé: Embrapa Pecuária Sul, 2000, 32p.
- MERTENS, D. R. Creating a system for meeting the fiber requirements of dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.80, p.1463-1481, 1997.
- MOHD-SETAPAR, S.H.; NIAN-YIAN, L.; KAMARUDIN, W.N.W.; IDHAM, Z.; NORFAHANA, A.T. Omega-3 emulsion of Rubber (*Hevea brasiliensis*) seed oil. **Agricultural Sciences**, v.4, p.84, 2013.
- MORGADO, E.S.; EZEQUIEL, J.M.B.; GALZERANO, L.; SANTOS, V.C. Consumo, digestibilidade e balanço de nitrogênio de cordeiros alimentados com alto teor de amido ou fibra solúvel em detergente neutro associados ao óleo de girassol. **Semina**, v.35, p.457-466, 2014.
- NARAHARI, D.; KOTHANDARAMAN, P. The influence of processing and storage on hydrogen cyanide and tannin contents of para-rubber seed and its products. **Animal Feed Science and Technology**, v.9, p.319-323, 1983.
- NJWE, R.M., CHIFON, M.K.; NTEP, R. Potential of rubber seed as protein concentrate supplement for dwarf sheep of Cameroon. In utilization of research results on forage and agricultural by-product materials as animal feed resources in africa. **Proceedings of the first joint workshop held in Lilongwe, Malawi**, p.488-502, 1988.
- NRC. National Research Council. **Nutrient requirements of small ruminants: sheep, goats, cervids, and new world camelids**. Washington: National Academy Press, 2007, 384p.

- OBEIDAT, B.S.; AWADEH, M.S.; TELFAH, B.T.; BALLOU, M.A. Calcium salts of long chain fatty acids in Awassi ewe lamb's diet: Effects on nutrient intake, digestibility, and blood metabolites. **Livestock Science**, v.150, p.391-396, 2012.
- OLIVEIRA, A.S.; DETMANN, E.; CAMPOS, J.M.S.; PINA, D.S.; SOUZA, S.M.; COSTA, M.G. Meta-análise do impacto da fibra em detergente neutro sobre o consumo, a digestibilidade e o desempenho de vacas leiteiras em lactação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, p.1587-1595, 2011.
- OSÓRIO, J.C.S.; OSÓRIO, M.T.M.; OLIVEIRA, N.M.; SIEWERDT, L. **Qualidade, morfologia e avaliação de carcaças**. Pelotas, RS: Editora e Gráfica Universitária – UFPEL, 2002, 195p.
- PAIM, T.D.P.; VIANA, P.; BRANDÃO, E.; AMADOR, S.; BARBOSA, T.; CARDOSO, C.; LOUVANDINI, H. Carcass traits and fatty acid profile of meat from lambs fed different cottonseed by-products. **Small Ruminant Research**, v.116, p.71-77, 2014.
- PATRA, A.K.; YU, Z. Effects of coconut and fish oils on ruminal methanogenesis, fermentation, and abundance and diversity of microbial populations in vitro. **Journal of Dairy Science**, v.96, p.1782-1792, 2013.
- PATRA, A.K. A meta-analysis of the effect of dietary fat on enteric methane production, digestibility and rumen fermentation in sheep, and a comparison of these responses between cattle and sheep. **Livestock Science**, v.162, p.97-103, 2014.
- PEÑA, F.; CANO, T.; DOMENECH, V.; ALCALDE, M.J.; MARTOS, J.; GARCIA-MARTINEZ, A.; RODERO, E. Influence of sex, slaughter weight and carcass weight on “non-carcass” and carcass quality in Segureña lambs. **Small Ruminant Research**, v.60, p.247-254, 2005.
- PIMENTEL, P.G.; REIS, R.B.; LEITE, L.A.; CAMPO, W.E.; NEIVA, J.N.M.; SATURNINO, H.M.; COELHO, S.G. Intake, digestibility of nutrients and ingestive behavior of dairy cows fed with cashew nut. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.64, p.640-648, 2012.
- PIONA, M.N.M.; CABRAL, L.D.S.; ZERVOUDAKIS, J.T.; ABREU, J.G.D.; GALATI, R.L.; CAETANO, G.G.G.D.P.; SILVA, A.R.D. Níveis de Caroço de algodão na dieta de cordeiros confinados. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.13, p.110-122, 2012.
- QIN NG, W. P.; LIM, M.T.; LAM, H.L.; YUSUP, S. Overview on economics and technology development of rubber seed utilisation in Southeast Asia. **Clean Technologies and Environmental Policy**, v.16, p.439-453, 2014.
- RACHMAWAN, O. The Effect of Fermented Rubber Seed Meal Levels in Ration on The Dry Matter Intake, Feed Efficiency, Daily Gain, and Slaughter Weight of Ram. **Journal of the Indonesian Tropical Animal Agriculture**, v.33, p.72-78, 2008.
- RAVINDRAN, V.; RAVINDRAN, G. Some nutritional and anti-nutritional characteristics of para-rubber (*Hevea brasiliensis*) seeds. **Food Chemistry**, v.30, p.93-102, 1988.
- REIS, W.D.; JOBIM, C.C.; MACEDO, F.A.; MARTINS, E.N.; CECATO, U. Características da carcaça de cordeiros alimentados com dietas contendo grãos de milho conservados em diferentes formas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, p.1308-1315, 2001.
- RUFINO, L.D.A.; PEREIRA, O.G.; RIBEIRO, K.G.; VALADARES FILHO, S.C.; CAVALI, J.; PAULINO, P.V.R. Effect of substitution of soybean meal for inactive dry yeast on diet digestibility, lamb's growth and meat quality. **Small Ruminant Research**, v.111, p.56-62, 2013.
- RUSSEL, J. B.; O'CONNOR, J. D.; FOX, D. G.; VAN SOEST, P. J.; SNIFFEN, C. J. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: I. Ruminal fermentation. **Journal of Animal Science**, v.70, p.3551-3561, 1992.

SINGH, N.P.; SANKHYAN, S.K.; PRASAD, V.S.S. Effect of supplementary concentrate on growth and carcass characteristics in crossbred sheep of dual purpose. **Indian Journal of Animal Sciences**, v.74, p.73–76, 2004.

SIQUEIRA, E.R. Confinamento de ovinos. In: SIMPÓSIO PAULISTA DE OVINOCULTURA E ENCONTRO INTERNACIONAL DE OVINOCULTURA, **Anais...** Botucatu, p.52-59, 1999.

SOARES, S.B.; FURUSHO-GARCIA, I.F.; PEREIRA, I.G.; ALVES, D.D.O.; SILVA, G.R.D.; ALMEIDA, A.K.D.; SENA, J.A.B. Performance, carcass characteristics and non-carcass components of Texel x Santa Inês lambs fed fat sources and monensin. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.41, p.421-431, 2012.

SULLIVAN, H.M.; BERNARD, J.K.; AMOS, H.E.; JENKINS, T.C. Performance of lactating dairy cows fed whole cottonseed with elevated concentrations of free fatty acids in the oil. **Journal of Dairy Science**, v.87, p.665-671, 2004.

SUPRAYUDI, M.A.; INARA, C.; EKASARI, J.; PRIYOUTOMO, N.; HAGA, Y.; TAKEUCHI, T.; SATOH, S. Preliminary nutritional evaluation of rubber seed and defatted rubber seed meals as plant protein sources for common carp *Cyprinus carpio L.* juvenile diet. **Aquaculture Research**. doi:10.1111/are.12452 , 2014.

TEAN, B.; SATH, K.; SAMKOL, P.; LY, J. Utilization by pigs of diets containing Cambodian rubber seed meal. **Livestock Research for Rural Development**, v.14, p.1, 2002.

TYLUTKI, T.P.; FOX, D.G.; DURBAL, V.M.; TEDESCHI, L.O.; RUSSELL, J.B.; VAN AMBURGH, M.E.; PELL, A.N. Cornell Net Carbohydrate and Protein System: A model for precision feeding of dairy cattle. **Animal Feed Science and Technology**, v.143, p.174-202, 2008.

URANO, F.S.; PIRES, A.V.; SUSIN, I.; MENDES, C.Q.; RODRIGUES, G.H.; ARAUJO, R.D.; MATTOS, W.R.S. Desempenho e características da carne de cordeiros confinados alimentados com grãos de soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.41, p.1525-1530, 2006.

VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**. Washington, Cornell University Press, 1994, 476p.

WALLIS, H.R.; THOMAS, D.T.; SPEIJERS, E.J.; VERCOE, P.E.; REVELL, D.K. Short periods of prior exposure can increase the intake by sheep of a woody forage shrub, *Rhagodia preissii*. **Small Ruminant Research**, v.121, p.280-288, 2014.

WEISS, W.P. Energy prediction equations for ruminant feeds. In: CORNELL NUTRITION CONFERENCE FOR FEED MANUFACTURERS. **Proceeding**, v.61, p.176-185, 1999.

WIBOWO, A.D.K. Study on production process of biodiesel from rubber seed (*Hevea brasiliensis*) by in situ (trans) esterification method with acid catalyst. **Energy Procedia**, v.32, p.64-73, 2013.

XENOFONTE, A.R.B.; CARVALHO, F.F.R.; BATISTA, A.M.V.; MEDEIROS, G.R. Características de carne de ovinos em crescimento alimentados com rações contendo farelo de babaçu. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, p.392-398, 2009.

ZHU, Y.; LI, Q.; XU, J.; LI, Q.; MORTIMER, P.E. Investigation of rubber seed yield in Xishuangbanna and estimation of rubber seed oil based biodiesel potential in Southeast Asia. **Energy**, v.69, p.837-842, 2014.