



**ALCALOIDES PIPERIDÍNICOS DE ALGAROBA EM  
DIETAS COM DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE  
PROTEÍNA PARA CORDEIROS**

**ELISEU FERREIRA BRITO**

2018



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

***ALCALOIDES PIPERIDÍNICOS DE ALGAROBA EM DIETAS COM  
DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE PROTEÍNA PARA  
CORDEIROS***

Autor: Eliseu Ferreira Brito  
Orientador: Prof. Dr<sup>a</sup> Mara Lúcia Albuquerque Pereira

ITAPETINGA  
BAHIA – BRASIL  
AGOSTO - 2018

**ELISEU FERREIRA BRITO**

**ALCALOIDES PIPERIDÍNICOS DE ALGAROBA EM DIETAS  
COM DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE PROTEÍNA PARA  
CORDEIROS**

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

Orientadora: Prof. Dr<sup>a</sup> Mara Lúcia Albuquerque Pereira

Coorientador: Prof. Dr. Fábio Andrade Teixeira

ITAPETINGA  
BAHIA – BRASIL  
AGOSTO - 2018

636.085 Brito, Eliseu Ferreira.

B875a Alcaloides piperidínicos de algaroba em dietas com diferentes concentrações de proteína 13 % e 16% para cordeiros. / Eliseu Ferreira Brito. - Itapetinga: Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, 2018. 65fl.

Dissertação apresentada, como parte das exigências para obtenção do título de MESTRE EM ZOOTECNIA, no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia. Área de Concentração em Produção de Ruminantes. Sob a orientação da Profª. D. Sc. Mara Lúcia Albuquerque Pereira.

1.Ovinos - Aditivo fitogênico. 2. Cordeiros–*Prosopis juliflora* - Dietas. 3. Cordeiros – Aditivo fitogênico - Desempenho.I. Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia. Programa de Pós-Graduação em Zootecnia. II. Pereira, Mara Lúcia Albuquerque.III. Título.

CDD(21): 636.085

Catálogo na fonte:

Adalice Gustavo da Silva – CRB/5-535

Bibliotecária – UESB – Campus de Itapetinga-BA

Índice Sistemático para Desdobramento por Assunto:

1. Ovinos - Aditivo fitogênico
2. Cordeiros – *Prosopis juliflora* - Dietas
3. Cordeiros – Aditivo fitogênico - Desempenho

### DECLARAÇÃO DE APROVAÇÃO

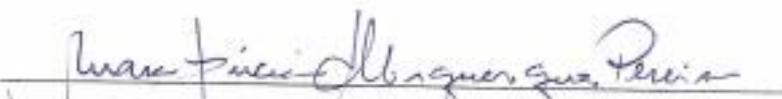
**Título:** "Alcaloides piperidínicos de algaroba em dietas com diferentes concentrações de proteína para cordeiros".

**Autor (a):** Eliseu Ferreira Brito

**Orientador (a):** Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Mara Lúcia Albuquerque Pereira

**Coorientador (a):** Prof. Dr. Fábio Andrade Teixeira

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

  
Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Mara Lúcia Albuquerque Pereira – UESB

  
Dr<sup>a</sup>. Alana Batista dos Santos - CNPq/UESC

  
Prof. Dr. Herymá Giovane de Oliveira Silva - UESB

Data de realização: 01 de agosto de 2018.

“Talvez não tenha conseguido fazer o melhor, mas lutei  
para que o melhor fosse feito.”

*(Martin Luther King jr).*

“Minha pena ‘esferográfica’ é a enxada que vai cavando é  
‘o arado milenário que sulca’.

Meus versos tem relances de enxada, gume de foice e o  
peso do machado.

Cheiro de currais e gosto de terra”.

Cora Coralina

À

Minha Família, em especial

Meu pai e minha mãe,

Meus irmãos e

Meus sobrinhos,

Que são meu esteio e onde está atrelado minha estrutura.

Aos

Mestres, pela partilha de conhecimentos

em especial à

Prof<sup>ª</sup>. Mara Lúcia Albuquerque Pereira.

DEDICO!

*Um sonho feito de ideias foi lapidado pelas  
dificuldades, impulsionado pelo desejo de acertar e  
fortalecido pelo medo de errar.*

*A compreensão de alguns nos confortou.*

*Os obstáculos colocados por outros nos  
desafiaram.*

*E aqui chegamos...*

*Com a certeza de que durante todo tempo o nosso  
objetivo foi fazer destes dias algo especial e  
inesquecível.*

*Se não houver frutos, valeu a beleza das flores.*

*Se não houver flores, valeu a sombra das folhas.*

*Se não houver folhas, valeu a intenção da semente.*

## AGRADECIMENTOS

*A DEUS, pela vida e conceder-me força e saúde para superar as minhas limitações e concretizar mais um objetivo;*

*À minha família, em especial meus pais João Evangelista de Brito Meira e Maria Ferreira Brito pelo amor incondicional, exemplos de honestidade e caráter, pelos conselhos e por me apoiarem em todas minhas decisões. Aos meus irmãos; Eulene, Laurinda, Jarilson, Geraldo, Tamirese Henrique. Sobrinhos; Higor, Larisse, M<sup>a</sup>. Clara, Kaleb, M<sup>a</sup>. Fernanda, Migue e Bella.*

*À Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia - UESB e ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia pela realização de mais uma etapa acadêmica.*

*À FAPESB - Fundação de apoio e amparo à pesquisa do Estado da Bahia e a CAPES - Coordenação de Aperfeiçoamento do Pessoal de Nível superior pela concessão das Bolsas.*

*À Professora Dr<sup>a</sup>. e Orientadora Mara Lúcia Albuquerque Pereira pelo acolhimento, orientação, paciência e ensinamentos transmitidos.*

*Ao professor Cesar pela coordenação do grupo de pesquisa, amizade e pelos momentos de integração.*

*Ao professor Herymá, pela colaboração na formulação das dietas, nos dados Estatísticos e também por ceder a matéria para ministrar aula na disciplina estágio docência.*

*Ao professor Dr. Fábio Andrade Teixeira pela paciência, compreensão e empenho em resolver minhas pendências.*

*Aos demais professores do Programa de Pós-graduação em Zootecnia, pelos ensinamentos e convivência durante este tempo.*

*Aos colegas do LAFA, George, Leandro, em especial Larisse, Karine, Erick, Maicon, Nadjane, Ana Cristina, Joane, Viginia, Pallas, Thamires, Diego Santana, Helio, Cleiton,*

*A Paulo José Presídio Almeida pelo empréstimo dos animais para o experimento.*

*Aos Amigos que participaram na condução do experimento; Liz, Kelly, Leozinha, Fernanda, Cristóvão, George Soares, Karine, Larisse, Leandro, Elane, Laís, Ana Cláudia, Sansão, Eva, Thamires Rocha, Antonio Ferraz (Dajega), Dicastro, Sinvaldo (Buquira), Amanda Miranda, Bruna Miranda, Katiele, Fernando Barreto, Helio,*

*Gleisson, Cleiton, Luciano Ribas, Vinícius Rotandando, Darlei. A todos colegas da pós-graduação em Zootecnia UESB.*

*Aos colegas de República; João Colatino, Alan e Heslei.  
Aos Funcionários da UESB, José Queiroz, laboratório de forragicultura pelo auxílio,  
durante as análises laboratoriais, Raquel e Roberta secretárias da pós-graduação.*

*A todas as pessoas que influenciaram diretamente ou indiretamente para a realização desse trabalho, o meu muito obrigado.*

## **BIOGRAFIA**

ELISEU FERREIRA BRITO, Natural de Manoel Vitorino-Bahia, filho de João Evangelista de Brito Meira e Maria Ferreira Brito. Nasceu em 26 de Maio de 1970.

Em 2008, ingressou no curso de Graduação em Zootecnia, pela Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – UESB em Itapetinga Bahia concluindo em Fevereiro 2014.

Em 2016, iniciou o curso de Mestrado, no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, na área de concentração e Produção de Ruminantes, na Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Finalizando em 2018.

## SUMÁRIO

	Página
LISTA DE TABELAS.....	X
RESUMO.....	XI
ABSTRACT.....	XIII
I - REFERENCIAL TEÓRICO.....	16
1.2 Ionóforos e relações sintróficas no rúmen.....	18
1.3 Monensina sódica.....	20
1.4 Efeitos dos ionóforos no metabolismo da energia.....	22
1.5 Efeitos dos ionóforos no metabolismo de proteína.....	23
1.6 Extrato de vagem de agarobeira.....	26
II - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICA.....	31
III - OBJETIVO.....	37
3.1 Objetivo Geral.....	37
3.2 Objetivo Específico.....	37
IV – CAPÍTULO.....	38
ALCALOIDES PIPERIDÍNICOS DE ALGAROBA EM DIETAS COM DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE PROTEÍNA PARA CORDEIROS	
4.1 Introdução.....	38
V - Materiais e Métodos.....	39
5.1 Local, animais e dietas experimentais.....	39
5.2 Desempenho produtivo, consumo e digestibilidade de nutrientes.....	41
5.3 Síntese de proteína microbiana e balanço de nitrogênio.....	43
5.4 Matéria-prima vegetal, obtenção de extrato alcaloídico de algaroba por percolação e partição.....	44
5.5 Análise estatística.....	45
5.6 Resultados.....	45
5.7 Discussão.....	55
VI - CONCLUSÃO.....	59
VII - CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	60
VIII - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	62

**LISTA DE TABELAS**

	Página
<b>Tabela 1</b> Ingredientes e composição química da dieta experimental (g/kg MS).....	40
<b>Tabela 2</b> Consumo de nutrientes por cordeiros alimentados com dietas com diferente concentrações de proteína 13 % e 16 % aditivadas ou não (SA) com alcaloides piperidínicos de algaroba (APA) e monensina (MON).....	46
<b>Tabela 3</b> Digestibilidade dos nutrientes por cordeiros alimentados com dietas com diferente concentração de proteína 13 % e 16 e aditivadas ou não (SA) com alcaloides piperidínicos de algaroba (APA) e monensina (MON).....	48
<b>Tabela 4</b> Desempenho de cordeiros alimentados com dietas contendo diferente concentrações de proteína, 13 % E 16%, e aditivadas ou não (SA) com alcaloides piperidínicos de algaroba (APA) e monensina (MON).....	50
<b>Tabela 5</b> Derivados de purina urinários, purinas microbianas absorvidas e síntese e eficiência microbianas em ovinos alimentados com dietas contendo diferente concentrações de proteína, 13 % E 16, e aditivadas ou não (SA) com alcaloides piperidínicos de algaroba (APA) e monensina (MON).....	52
<b>Tabela 6</b> Balanço de nitrogênio em cordeiros alimentados com dietas contendo diferente concentrações de proteína, 13 % E 16%, e aditivadas ou não (SA) com alcaloides piperidínicos de algaroba (APA) e monensina (MON).....	54

## RESUMO

BRITO, Eliseu Ferreira. **Alcaloides piperidínicos de algaroba em dietas com diferentes concentrações de proteína para cordeiros.** Itapetinga, BA: UESB, 2018. 65p. Dissertação. (Mestrado em Zootecnia, Área de Concentração em Produção de Ruminantes). \*

Objetivou-se avaliar o efeito da adição de alcaloides piperidínicos de algaroba (APA) em comparação à monensina (MON) em dietas com 13% e 16% de proteína bruta (PB) sobre o consumo e a digestibilidade de nutrientes, o ganho de peso corporal, síntese de proteína microbiana e o balanço de nitrogênio. Utilizaram-se 30 ovinos machos, não castrados, mestiços Santa Inês x Bergâmacia, com idade de 150 dias e peso corporal inicial médio de  $23 \pm 4$  kg. O delineamento utilizado foi inteiramente casualizado (DIC) com 5 dietas e 6 repetições. As dietas experimentais foram isoenergéticas e constituídas de duas concentrações de PB e dois aditivos: sem aditivo (SA) com 16% de PB; com APA (31,5 mg/kg MS) e 16% de PB; com MON (31,5 mg/kg MS) e 16% de PB; com MON (31,5 mg/kg MS) e 13% de PB; com APA e 13% de PB. Não foram observados efeitos dos aditivos (APA ou MON) nas dietas com diferentes concentrações de PB em relação à dieta SA ( $P > 0,05$ ) para consumo em (g/kg PC), MS, MO, FDN<sub>cp</sub> e CNF. Entretanto o consumo de NDT reduziu ( $P < 0,05$ ) com o uso de APA e 13% de PB em comparação à dieta SA devido à redução do consumo de PB, o que não afetou o consumo de energia metabolizável (0,3 MJ/kg PC). Não houve diferença ( $P > 0,05$ ) para adição de MON ou APA quando comparada à dieta SA para os coeficientes de digestibilidade dos componentes nutricionais. Foi observado uma redução de 7 e 8% em DPB nas dietas com 13% de PB com os respectivos aditivos APA e MON. A dieta com APA e 13% de PB apresentou menor digestibilidade dos componentes nutricionais, exceto para DCNF e conteúdo de NDT quando comparada à dieta com APA e 16% de PB. Não foram observados efeitos da adição de MON ou APA nas dietas com diferentes concentrações de PB para o ganho de peso corporal e eficiência alimentar, o uso de MON em dieta com menor concentração de PB reduziu o ganho de peso corporal em 23% em relação à dieta sem aditivo com 16% de PB. A eficiência de síntese de proteína microbiana aumentou com APA quando comparada a MON. O balanço de nitrogênio reduziu ( $P < 0,05$ ) nas dietas com 13% de PB e o N retido como percentual do

nitrogênio ingerido não foi alterado ( $P > 0,05$ ) com o uso de APA ou MON e 13% de PB devido à redução ( $P < 0,05$ ) na excreção urinária de nitrogênio total. APA pode ser utilizado como aditivo alternativo à MON em dietas para cordeiros com 16 ou 13% de PB.

**Palavras-chave:** aditivos Naturais fitogênico, desempenho, ionóforo, monensina, ovinos, *Prosopis juliflora* (SW) D.C.

---

\* Orientadora: Mara Lúcia Albuquerque Pereira, Dra. UESB e Co-orientador: Fábio Andrade Teixeira, Dr. UESB.

## ABSTRACT

BRITO, Eliseu Ferreira. **Piperidine alkaloids of algaroba in diets with different 13% and 16% protein concentrations for lambs.** Itapetinga, BA: UESB, 2018. 65p. Dissertation. (Master in Animal Science, Area of Concentration in Ruminant Production).\*

The aim was to evaluate the effect of the addition of mesquite piperidine alkaloids (MPA) compared to monensin (MON) in diets with 13% and 16% of crude protein (CP) on nutrient intake and digestibility, body weight gain, microbial protein synthesis and nitrogen balance. Thirty male, uncastrated sheep, Santa Inês x Bergámacia, aged 150 days and initial body weight of  $23 \pm 4$  kg were used. The design was completely randomized with 5 diets and 6 replicates. The experimental diets were isoenergetic and constituted of two CP concentrations and two additives: no additive (N/A) with 16% CP; with MPA (31.5 mg / kg DM) and 16% CP; with MON (31.5 mg / kg DM) and 16% CP; with MON (31.5 mg / kg DM) and 13% CP; with MPA and 13% CP. There were no effects of the additives (MPA or MON) in the diets with different concentrations of CP in relation to the N/A diet ( $P > 0.05$ ) for intake in (g / kg BW), DM, OM, NDFap and NFC. However, the TDN intake reduced ( $P < 0.05$ ) with MPA and 13% of CP compared to the N/A diet due to the reduction of CP intake, which did not affect the intake of metabolizable energy (0.3 MJ / kg BW). There was no difference ( $P > 0.05$ ) for the addition of MON or MPA when compared to the N/A diet for the digestibility of the nutritional components. A reduction of 7 and 8% in digestibility of CP in the diets with 13% CP was observed with the respective MPA and MON additives. The diet with MPA and 13% of CP had lower digestibility of nutritional components, except for digestibility of NFC and TDN content when compared to MPA diet and 16% CP. No effects of the addition of MON or MPA on diets with different concentrations of CP were observed for body weight gain and feed efficiency, the use of MON in a diet with lower CP concentration reduced the body weight gain by 23% diet without additive with 16% CP. The efficiency of microbial protein synthesis increased with MPA when compared to MON. The nitrogen balance reduced ( $P < 0.05$ ) in the diets with 13% CP and the N retained as a percentage of the nitrogen ingested was not altered ( $P > 0, 05$ ) with the use of MPA or MON and 13% of

CP due to the reduction ( $P < 0.05$ ) in urinary excretion of total nitrogen. MPA can be used as an alternative additive to MON in diets for lambs with 16 or 13% CP.

**Keywords:** natural additives, phytogetic additive, ionophore, monensin, performance, *Prosopis juliflora* (SW) D.C., sheep.

---

\* Adviser: Mara Lúcia Albuquerque Pereira , Dra. UESB e Co-adviser: Fábio Andrade Teixeira, Dr. UESB.

## I - REFERENCIAL TEÓRICO

### 1. Introdução

Com os elevados custos dos insumos para produção animal faz-se necessário o uso de alternativas que melhorem o desempenho animal e aumentem a lucratividade. Nesse contexto, a nutrição tem uma grande importância, uma vez que, a alimentação animal em especial a proteína, é o nutriente em dietas para ruminantes responsável por uma grande proporção dos custos de produção.

Diversas estratégias que potencializam a cadeia produtiva animal e proporcionam benefícios na redução da demanda de insumos têm sido preconizadas. Dentre estas, o uso de aditivos na alimentação de ruminantes objetiva melhorar a resposta animal, por diminuir as perdas energéticas na forma de metano e melhorar a conversão alimentar. Também promove melhoria na saúde, bem-estar animal e auxiliam para reduzir os impactos ambientais da atividade pecuária (Gastaldello junior et al., 2010).

Nos sistemas de produção com elevada suplementação com alimentos concentrados, a monensina reduz a acidose ruminal disponibilizando maior conteúdo de energia para o ganho de peso, levando em conta a crescente demanda por carne de boa qualidade pelos consumidores e a sustentabilidade dos sistemas de produção animal (Gastaldello junior et al., 2013).

Na década de 1950 os antibióticos passaram a ser utilizados como coccidiostáticos na avicultura. Em 1971, surgiram os ionóforos, uma nova classe de antibióticos utilizado como promotores de crescimento, coccidiostáticos, antimicrobianos e reguladores do pH ruminal. Com a necessidade do aumento da produtividade, passaram a ser utilizados no desenvolvimento da produção pecuária intensiva em muitos países (Gonzales et al., 2012).

No entanto, o uso dos aditivos passou a ser estudado não só no controle da acidose ruminal, mas como melhoradores de desempenho nos sistemas de produção animal. Com manipulação da fermentação ruminal, preconiza-se a seleção de bactérias produtoras de ácido succínico, propiônico e também a inibição das produtoras de ácido acético, láctico, butírico, fórmico e hidrogênio (Machado et al., 2011).

Os ionóforos quando suplementados aos ruminantes, atuam sobre as bactérias do rúmen e do intestino grosso, favorecendo o desenvolvimento de algumas bactérias, de modo que o metabolismo das bactérias beneficiadas pode afetar positivamente o desempenho do animal-hospedeiro, proporcionando vantagens metabólicas ou nutricionais, melhorando a saúde do rúmen (Millen, 2008).

Segundo relatos de Graminha et al., (2012), a redução da degradação protéica no rúmen melhora o aproveitamento no intestino delgado, isso por favorecer a passagem dos aminoácidos e serem convertidos em produção por parte dos ruminantes. A melhoria no desempenho animal deve-se ao fato de as bactérias proteolíticas e fermentadoras de aminoácidos serem sensíveis aos ionóforos, o que diminui a concentração de nitrogênio amoniacal no fluido ruminal (Gomes et al., 2012).

Os ionóforos têm efeito positivo sobre as desordens, que envolvem a digestão no rúmen por inibir as principais bactérias causadoras da acidose ruminal, que também são responsáveis pela queda drástica do pH logo após a ingestão de dieta com maior relação concentrado:volumoso. As bactérias como *Lactobacillus spp* e o *Streptococcus bovis* crescem rapidamente quando dietas ricas em amido são fornecidas aos ruminantes, havendo redução das bactérias celulolíticas associada a diminuição da digestão da fibra (Marccuti et al., 2014).

Neste sentido, os ionóforos reduzem a produção de ácido láctico no rúmen por atuarem sobre as bactérias produtoras de tal ácido causador das desordens ruminais. Com ação inibidora sobre essas bactérias promovem um efeito benéfico do ecossistema ruminal, uma vez que, o ácido láctico é responsável por várias desordens metabólicas, quando o pH do rúmen diminui para patamares abaixo de 5,8. Entre os principais distúrbios metabólicos encontrados em ruminantes, destacam-se o timpanismo, a acidose ruminal e a laminitis.

No Brasil, os principais ionóforos usados como promotores de crescimento são a monensina, lasalocida e a salinomina. Os não ionóforos de ação similar no rúmen são ainda pouco explorados no país, sendo este grupo representados pela virginamicina. Contudo, ambas as moléculas utilizadas como promotores de crescimento são produtos que têm demonstrado potencial como melhoradores de desempenho para ruminantes em dieta com maior razão de concentrados, demonstrando melhor eficiência na conversão alimentar (Saran Netto, 2004).

## 1.2 Ionóforos e relações sintróficas no rúmen

Os ionóforos são compostos orgânicos pouco solúveis em água e alta afinidade por lipídios. São moléculas que ligam aos íons metálicos, favorecendo o transporte entre o meio externo e interno da célula, têm baixo peso molecular, produzidos pela fermentação de várias espécies de *Streptomyces spp* e *Actinomadura spp*, que afetam certos microrganismos seletivamente pela alteração da passagem de íons através dos canais da membrana de bactérias gram-positivas. De forma resumida, sua ação no rúmen leva ao aumento da população de bactérias gram-negativas, elevando a produção de ácido propiônico e à diminuição da degradabilidade ruminal de proteína. O ácido propiônico aumenta o aporte total de energia para o animal hospedeiro, enquanto a diminuição da degradabilidade ruminal da proteína aumenta o fluxo de proteína metabolizável para o intestino delgado (Nogueira et al., 2009).

A estrutura dos ionóforos determina sua ação, e capacidade de formar complexos lipossolúveis com cátions e mediar seu transporte através das membranas lipídicas, os mesmos são considerados substâncias lipofílicas, com alta afinidade aos lipídios, a expressão “polieter” refere-se a uma estrutura molecular capaz de complexar substâncias lipo-solúveis com cátions e mediar através das membranas celulares. Em condições normais o interior das células tem maiores concentrações de  $K^+$  e externamente o  $Na^+$  e  $H^+$ , com estas propriedades acima citadas, os ionóforos invertem o fluxo da bomba sódio potássio, provocando um aumento de  $H^+$  intracelular. Causando um desequilíbrio osmoelétrico, uma sequência de reações de homeostase com gasto de energia, o que afeta o crescimento, em especial das bactérias Gram-positivas e algumas sensíveis aos ionóforos, podendo ser tóxicas para muitas espécies bacterianas e protozoárias (Rangel et al., 2008). Sendo as Gram-negativas intrinsecamente mais resistentes a esses antimicrobianos ((Russel & Mantovani, 2002).

Como consequência desta seleção microbiológica provocada pelos ionóforos tem-se uma mudança nos padrões fermentativos ruminais com maior eficiência no aproveitamento energético proteico.

Por conter ação bacteriostática, que seletivamente deprimem ou inibem o crescimento de algumas espécies de microrganismos do rúmen, alterando fluxo de passagem de íons através da permeabilidade da parede celular das bactérias gram-positivas, em virtude do seu envoltório possui uma camada espessa de peptidoglicano porosa e ausência membrana externa, com essas peculiaridades facilita permeabilidade

dos ionóforo, que ao se ligar ao cátion de maior afinidade, transporta para dentro da célula da bactéria pelo mecanismo da bomba iônica, provocando um desequilíbrio em virtude de uma maior concentração de cátion dentro da célula, no esforço de preservar sua osmolalidade, utiliza-se sua energia, de forma excessiva, até consumir as suas reservas, o que afeta o crescimento e definhamento a qual assume nicho sem expressão no ecossistema das bactérias gram-positivas.

De maneira oposta, a presença de uma segunda membrana externa impermeável a grandes partículas de natureza lipofílica existente nas bactérias gram-negativas faz-se mais resistente à ação dos íonóforos, mas pode tornar vulnerável às altas concentrações, e podendo adquirir resistência à algumas espécies de Gram negativa, fazendo que não seja prejudicada as atividades metabólicas, assim aumentando a eficiência energética mediante maior produção de propionato, melhor eficiência proteica e menor produção de metano, a proteólise ruminal, além de contribuírem para a diminuição da produção de ácido lático (Oliveira et al., 2005).

A inibição do crescimento observada nas bactérias, provavelmente, deve-se ao incremento do transporte ativo dependente de energia para dissipar  $H^+$  e  $Na^+$  para fora da célula, na tentativa de manter o equilíbrio, esse processo juntamente com a baixa concentração de  $K^+$  intracelular, reduzem as reservas energéticas e a taxa de síntese de proteína com conseqüente menor capacidade de divisão celular, desse modo, a bomba iônica não opera eficientemente provocando desequilíbrio com maior concentração de cátion intercelular, aumentando a pressão osmótica e a absorção de água, causando o inchamento, a ruptura e morte das células das bactérias sensível potencializando um declínio na população das bactérias gram-positiva (Morais et al., 2011).

Em geral, os antibióticos ionóforos são inibitórias para as bactérias gram-positivas como *Eubacterium*, *Lactobacillus* e *Streptococcus* entre outras que apresentam sensibilidade ou possuem estrutura da parede celular com as mesmas características de gram-positivas, sendo estas espécies bacterianas são responsáveis pelos problemas de acidose ruminal *Butyrivibrio*, *Lachnospira* e *Ruminococcus*. Entretanto, as Bactérias gram-negativas, tais como, espécies de *Bacteroides*, *Prevotella*, *Megasphaera*, *Selenomonas*, *Succinomonas*, *Succinivibrio* e *Veillonella* são resistentes a ionóforos. (Nagaraja et al., 1997).

Os efeitos do ionóforos sobre a digestão da fibra têm sido estudados como a mesma suposição na degradabilidade e aproveitamento do alimento, por beneficiar a

flora bacteriana responsável pela digestibilidade da fibra as fibrolítica, *Fibrobacter* e *succinogenes* é a bactéria com estrutura de parede celular gram-negativa mais abundante no rúmen e é essencial para produção indireta de propionato, pois não produz hidrogênio, mas succinato, como produtos finais de degradação, porém sensível a altas doses de ionóforo (Nagaraja et al., 1997). O aumento da proporção molar de propionato à redução da relação acetato/propionato, que está diretamente relacionado à seleção das bactérias Gram-negativas, ocorrendo maior produção ruminal de propionato, pois essas bactérias possuem a enzima fumarato redutase necessária para a conversão de fumarato em succinato, este sendo metabolizado a propionato, além disso, as bactérias utilizadoras de ácido láctico, que não são inibidas, mas produzem propionato a partir do lactato, contribuindo também para a maior concentração de propionato. Por estas justificativas ocorre diminuição das proporções dos ácidos acético e butírico, sem alterar a produção total de ácido graxo de cadeia curta (AGCC) no rúmen (Hook et al., 2009).

O uso de aditivos ionóforos tem eficiência comprovada nos meios de produção, sendo inovações biotecnológicas poderosas, capazes de incrementar a conversão de alimento grosseiro sem valor alimentício humano em produto animal de alto valor biológico. Promovendo maior rentabilidade aos sistemas de produção animal, De acordo com dados de Tedeschi et al., (2003) a utilização de ionóforos em dietas de gado de corte, específico para produção de carne apresenta uma economia mais de um milhão de quilogramas de milho, que seria necessário para atender a esta demanda e além de outro benefício positivo está relacionado ao meio ambiente pela redução da excreção de nitrogênio e produção de metano.

### 1.3 Monosina sódica

A monensina é um antibiótico do grupo dos ionóforos, utilizado como coccidiostático, antimicrobiano e promotor do crescimento, são compostos produzidos por bactérias, sobretudo do grupo *Streptomyces cinnamonensis*, que apresenta grande afinidade com os lipídios e tóxicos a muitos microrganismos, alterando a homeostase

intracelular e provocando distúrbios celulares funcionais e morfológicos. Atualmente é o aditivo alimentar mais usado em dietas de ruminantes, principalmente em confinamento devido aos efeitos benéficos, melhorador do metabolismo energético e a efetividade dos sistemas de produção, sendo utilizados em 93,9% dos confinamentos brasileiros (Oliveira; Millen, 2011).

O rúmen é considerado um ecossistema microbiano diverso e único sendo a maior parte dos nutrientes do alimento, principalmente as fontes energéticas e protéicas transformados em ácidos graxos de cadeia curta, e massa microbiana, estes AGCC são reflexos da atividade microbiana (bactérias, protozoários e fungos), sendo as bactérias os mais numerosos organismos da massa microbiana, com cerca de 10 bilhões de células por ml de fluido ruminal representando cerca de 60-90% da massa microbiana ruminal, 10-40% por protozoários ciliados e o restante 5-10% por fungos (Kamra, 2005).

De acordo com o método de Gram, as bactérias classificam-se em dois grandes grupos: Gram positivas e Gram negativas. As bactérias ruminais, segue esta mesma classificação e em função do tipo de substrato que fermentam, carboidratos estruturais não-estruturais, proteolíticas, metanogênicas, lácticas e lipolíticas.

Segundo Morais et al., (2011) as bactérias Gram-positivas são mais sensíveis a ação dos ionóforos, do que as espécies Gram-negativas por conter uma segunda membrana composta por proteínas, lipoproteínas e lipopolissacarídeos, que é impermeável à grandes partículas, visto que, a maioria dos ionóforos são compostos de grandes partículas, isso dificulta a entrada nestas bactérias, por outro lado, as bactérias gram positivas possuem uma única camada de peptidoglicano e, por ser porosa, facilitam a entrada dos ionóforos no interior.

Os protozoários, os fungos também têm uma grande importância no ecossistema ruminal, os protozoários fermentam hemicelulose e celulose e, ainda, auxiliam e controlam a fermentação ruminal por englobar grânulos de amido no fluido ruminal, evitando aumento do PH. Os Fungos colonizam as fibras do alimento no rúmen com produção de enzimas de alta atividade, entre elas as celulasas e xilanasas (Kozloski, 2009).

Um dos principais efeitos da monensina é a alteração na relação dos ácidos graxos de cadeia curta (AGCC), principalmente diminuição da relação acetato; propionato, esse efeito por contra da ação nas bactérias gram-positivas, impedindo seu crescimento, mas algumas bactérias gram-negativas podem modificar ou limitar suas funções metabólicas em função da concentração de íons extracelular (Anassoriet al., 2011).

No ecossistema anaeróbico ruminal, os microrganismos habitantes fermentam os carboidratos e proteína para obterem nutrientes necessários para sua sobrevivência e crescimento. Em contrapartida, são disponibilizados aos hospedeiros ruminantes,

produtos finais dessa fermentação, com os ácidos graxos de cadeia curta e a proteína microbiana, são as principais fontes de nutrientes, energia e proteína para o ruminante, porém, outros metabólicos são produzidos como: metano e amônia, que são considerados perdas para o ambiente de energia e proteína(Oliveira et al., 2005).

Em um levantamento feito por Duffield et al.(2012) avaliando os efeitos do uso da monensina na alimentação dos ruminantes, em mais de 60 trabalhos entre artigos e relatórios técnicos, desde do crescimento e terminação de bovinos de corte confinados e constataram que houve um efeito positivo, melhorando a conversão alimentar entre 2,5 a 3,5%, uma redução no consumo de materia seca MS na ordem de 3% e aumento de 2,5% no ganho de peso diário, comparados aos animais que não foram suplementados com a monensina.

Rigobelo et al. (2014) avaliando monensina sódica 275mg dia sobre o desempenho produtivo e características de carcaça de bovinos Nelore terminados em confinamento. Neste trabalho, observaram uma melhora na conversão alimentar e menor consumo de MS em kg, estando condizente com os resultados obtidos com Duffield et al. (2012).

#### **1.4 Efeito dos ionóforos no metabolismo da energia**

A maior parte da energia contida nos alimentos, que são disponibilizado aos ruminantes na forma de ácidos graxos voláteis (AGV), metano e dióxido de carbono, é derivada da fermentação pelos microrganismos ruminais.Quanto ao surgimento dos efeitos sobre o metabolismo energético ruminal, pesquisas mostram que a produção total de ácidos graxos cadeia curta, não foi alterada, mas que houve diminuição da relação acetato: propionato, uma vez que as bactérias produtoras de propionato e utilizadoras de lactato são favorecidas, e as produtoras de acetato, butirato, lactato e amônia são desfavorecidas e por fazer parte das gran possitivas (Guan et al., 2006).

Todavia Rangel et al.(2008) relataram que mecanismo de atuação dos ionóforos, primeiramente ocorre pela alteração na microbiota ruminal e conseqüentemente, levando a um conjunto de ações definido como sistêmico, que afeta positivamente resposta animal, incluindo a melhora do metabolismo energético e proteico, pelo maior incremento da participação de bactérias gram-negativas no rúmen.

O propionato é utilizado para gliconeogênese no fígado e é reconhecido como mais eficiente fonte energética para os ruminantes. Isso disponibiliza mais energia

metabolizável do alimento para ser aproveitado pelos animais, conseqüentemente aumento no desempenho de produção, é atribuído principalmente à melhora da eficiência energética, devido ao aumento da produção do ácido propiônico para utilizada pelos tecidos corporais dos ruminantes (Rangel et al., 2008).

A principal fonte de energia para os ruminantes são os ácidos graxos de cadeia curta (AGCC), produzidos no rúmen a partir da fermentação microbiana de carboidratos e, em alguns casos, da proteína, sendo os principais; acético, propiônico e butírico. Suas proporções emitidas são variáveis, e dependentes da composição da dieta administrada ao animal (Berchielliet al., 2006).

Com o uso da monensina pode diminuir a produção de metano em até 30%, sabe-se que a produção de metano nos ruminantes representa uma perda de energia dos alimentos de 12%, o que deixaria de ser convertido em produção animal (Embrapa, 2006).

Araújo (2005) avaliando o uso da monensina sódica, no consumo, digestibilidade, em cordeiros confinados, observou um menor consumo para a fibra em detergente neutro (CFDN) e fibra em detergente ácido (CFDA) com a inclusão dos níveis de monensina 0,25, 50 e 75 mg/animal dia, para CFDN 419,17; 395,27; 371,37; e 347,47g/animal dia, foi observado o mesmo comportamento para o CFDA 239,46; 225,94; 212,42 e 198,90g/animal dia. E os coeficientes de digestibilidade aparente (CDFDN e CDFDA) ocorreu uma melhora expressiva com o aumento dos níveis de monensina na dieta, CDFDN (%) 54,28; 55,20; 56,46 e 58,07 CDFDA (%) 46,02; 46,06; 46,42 e 47,09.

Com o uso da monensina melhora a digestibilidade da fibra, e influencia negativamente sobre o CMS, logo afetam negativamente a taxa de passagem do alimento do rúmen para os outros compartimentos gástricos. De tal maneira, que a parte fibrosa permanece por mais tempo no ambiente ruminal, prolongando o tempo de fermentação e conseqüentemente alterando os produtos da fermentação (Oliveira et al., 2007).

### **1.5 Efeito dos ionóforos no metabolismo de proteína**

Atribui a monensina no uso mais eficiente da proteína por alterar o desenvolvimento das bactérias proteolíticas e fermentadoras de aminoácidos. Estas são

responsáveis por promoverem a proteólise e deaminação da proteína verdadeira no rúmen, o que diminui a concentração ruminal de amônia.

Deste modo, proporciona uma maior quantidade de aminoácidos, que chegam ao intestino delgado para a absorção, em muitas situações dietéticas a diminuição da proteólise ruminal pode se refletir em melhoria no desempenho animal, sobretudo, nas condições brasileiras em que a maior parte dos ingredientes usados como fonte proteica disponíveis é rica em proteína degradável no rúmen (PDR), o que muitas vezes, favorece a formulação de dietas com excesso de PDR e, conseqüentemente, maior concentração de amônia ruminal (Gomes et al., 2012).

Basicamente, tal benefício deve-se ao fato de as bactérias proteolíticas serem sensíveis aos ionóforos, inibindo seu crescimento populacional, o que também diminui a concentração de N-amoniaco no líquido ruminal, possibilitando disponibilizar maior quantidade de nitrogênio retido e aminoácidos absorvido através do intestino para o metabolismo corporal. Isso pode contribuir com o decréscimo da quantidade de nitrogênio excretada no ambiente. Porém, o excesso de aminoácido circulante pode provocar o aumento do catabolismo e da excreção de N ureico.

De acordo com Tedeschi et al. (2003), o uso de ionóforo, principalmente a monensina, em dieta de bovinos de leite e corte reduz em 4% a excreção de nitrogênio pelo animal e também pode diminuir a degradação proteica no rúmen e aumentar a utilização de proteína 3,5 unidades percentuais, com isso há uma redução do N fecal. Este fato explica a redução do consumo sem afetar o desempenho dos animais, por diminuir a taxa de passagem do alimento pelo trato digestivo, sendo melhor aproveitado.

Em estudo com ovinos e inclusão ou não da monensina, Oliveira et al. (2007) relataram uma redução na perda de nitrogênio fecal em animais alimentados com monensina e, concluíram que essa redução está associada, possivelmente, a um aumento na concentração ruminal de ácido propiônico e, em nível metabólico, redução da degradação dos aminoácidos gliconeogênicos (glutamina, alanina e glicina) para a síntese de glicose. Desse modo, o processo de gliconeogênese foi mantido pelo maior aporte hepático de succinil-CoA, via elevação dos níveis de propionato.

Detmann et al. (2014) ressaltaram a importância da utilização de aditivos que reduzem a desaminação no rúmen da proteína, quando existem baixas concentrações dietéticas de compostos nitrogenados. Nessa condição, uma menor absorção de N nos tecidos deve-se ao fato de maior porcentagem do nitrogênio ingerido ser direcionada

para reciclagem e, como consequência, menor porcentagem do nitrogênio estará disponível para produção.

Russel, (1987), Chen e Russell (1990) examinaram a capacidade de três espécie de bactérias do rúmen que utilizam somente aminoácidos como fonte de energia e produtora de grande quantidade de amônia ruminal para deaminação de proteína, e observaram que estas espécies são as denominadas *Clostridium sticklandii*, *Peptostreptococcus anaerobicus* e *Clostridium aminophilum*, segundo os autores acima o uso da de monensina causou uma redução de aproximadamente, 50% na produção de amônia ruminal, pela redução destas espécies de bacterianas fermentadoras de aminoácidos.

As mesmas apresentam sensibilidade a monensina, diminuindo a população e a produção ruminal de amônia é inibida e foi observado um aumento na proteína bacteriana pela passagem da proteína escape, havendo redução no fluxo de proteína de origem microbiana para o intestino delgado.

Oliveira et al. (2007), estudos com ovinos castrados, utilizando 28 mg monensina (28mg/kg MS), em dieta compostas de 11,4 e 16,5% de PB na MS, concluíram que a adição da monensina diminuiu o consumo dos nutrientes (MS, PB, EE, CT, FDN e NDT) e também reduziu a perda de nitrogênio pelas fezes. A digestibilidade da PB da dieta com alto teor protéico foi superior, não sendo observadas diferenças na digestibilidade dos demais nutrientes, e à exceção do EE, que foi superior na dieta com menor teor protéico.

Oliveira et al. (2005) com o intuito de testar a influência da monensina no consumo e na fermentação ruminal em bovinos recebendo dietas contendo concentrações de proteína bruta na matéria seca 11,4% e 16,5%, respectivamente, verificaram que ocorreu uma redução na produção de amônia, com a incubação do líquido ruminal dos animais que receberam monensina comprovando-se, assim, a eficácia desse ionóforo no controle das bactérias proteolíticas e desaminadoras de aminoácidos. Também notaram um aumento significativo da proteína microbiana no líquido ruminal dos animais alimentados com as dieta contendo baixo e alto teor proteico.

A monensina quando associada à dieta com baixo teor proteico, também ocasionou diminuição da concentração do ácido acético e elevação do pH e da síntese de proteína microbiana ruminal (Oliveira et al., 2005).

Tabeleão et al. (2014) avaliando os efeitos de probióticos e monensina sobre parâmetros metabólicos de cordeiros desmamados mantidos em semiconfinamento, observaram que a inclusão de monensina na dieta dos cordeiros demonstrou ter efeito positivo sobre parâmetros metabólicos e foi observado um menor catabolismo muscular com menores perdas energéticas.

### **1.6 Extrato de vagem de agorobeira**

A algarobeira (*Prosopis juliflora* (Sw.) D.C.) é uma leguminosa arbórea, não oleaginosa, subfamília Fabaceae, pertencente ao gênero *Prosopis*. Nativa das terras áridas das Américas e da África, foi introduzida no Brasil em 1942, no estado de Pernambuco, com o objetivo de aumentar a disponibilidade de recursos naturais principalmente para alimentar animais e também para ser uma alternativa de reflorestamento em áreas desmatadas da Caatinga. Estando difundida na região Nordeste, por constituir-se em uma das raras espécies capazes de possibilitar aos animais e ao homem subsídios necessários para resistir o fenômeno adverso da seca.

A algarobeira tem grande potencial como planta melífera, contribuindo na apicultura, na proteção e recuperação de solos, contribuindo para a fertilidade do solo com o incremento de matéria orgânica, nitrogênio e fósforo, na alimentação animal e como produtos madeireiros (mourões, estacas para cercas), lenha e carvão, álcool, melão, tanino e goma, até na alimentação humana tendo bastante particularidade, consideram uma planta de alto valor econômico e social (Embrapa, 2009; Nascimento, 2011).

Já existem muitas considerações negativas relacionadas à espécie. Entre elas, as mais comuns são as invasões biológicas sobre a vegetação típica da Caatinga. Estimando-se que, as áreas invadidas pela algaroba no Nordeste já se aproximam de um milhão de hectares. Alguns estudos discutem a necessidade de implementação de manejo adequado da algaroba, visando a contenção de sua proliferação e os impactos desta espécie sobre ecossistemas da caatinga podendo comprometer a sobrevivência das espécies nativas (Andrade et al., 2008).

*P. juliflora* ocorre naturalmente no México, América Central e norte da América do Sul (Peru, Equador, Colômbia e Venezuela). Os frutos denominados de vagens, são indeiscentes e variam muito de peso e tamanho, apresenta exocarpo delgado, mesocarpo

carnoso, endocarpo fibroso e sementes duras. A polpa possui cerca de 40% de sacarose e o endocarpo, 41% de celulose (Oliveira et al., 1999).

As vagens apresentam bom valor alimentício, alta digestibilidade e alta palatabilidade, sendo consumidas em maior partes por caprinos, ovinos, bovinos e equinos (Azevedo, 1982).

As análises bromatológicas da vagem de algaroba concluíram, que contém em média, 7,0 a 13% de Proteína bruta (PB), acima de 74 %, coeficiente digestibilidade (CD) 1,6 a 4,06% de extrato etéreo (EE), 26,7 % de fibra detergente neutro (FDN), 60,5 % de carboidrato não fibroso (CNF), 3,8 % Matérias Minerais (MM), com isso vem tornando-as úteis na alimentação humana e animal por milhares de anos, principalmente nas regiões áridas e semiáridas do mundo, porém a composição química das vagens de Algaroba podem variar de acordo com o local onde é produzida (Felker, 1981; Silva & Azevedo, 1998; Embrapa, 2009; Moreira, 2014). Com isso as vagens de algaroba podem servir como alimento alternativo importante principalmente para as regiões mais secas e de fácil aquisição como o semiárido nordestino, por apresentar valores da proteína bruta PB semelhantes ao milho e sorgo, que são os principais alimentos utilizados na composição das rações, podendo ser substituído parcialmente as dietas para ruminantes (Valadares Filho et al., 2001).

No entanto, ingestão do fruto da algarobeira em quantidades excessivas por longo período de tempo pode ocasionar o desenvolvimento de uma doença conhecida como “cara torta” em ruminantes, representando um quadro clínico de disfunção de nervos cranianos, principalmente do núcleo motor do trigêmeo, apresentando dificuldade de mastigação rigidez dentário, salivação excessiva, atrofia muscular, principalmente do masseteres e emagrecimento progressivo, essas são as principais características de intoxicação pelo consumo em grande quantidade dos frutos da algarobeira (Assis et al., 2010).

No Brasil, atualmente a produção anual de vagem *in natura* no nordeste brasileiro pode variar de 0,6 a 1,1 milhões de toneladas, se concentrando inteiramente nessa região (Silva et al., 2002). Estima-se uma produtividade média de frutos de 6 toneladas/ha/ano, dependendo da zona bioclimática em que são cultivados e manejados os algarobais, aos 15 anos de idade, podem apresentar uma produção média acima de 70 kg de vagens por árvore (Ribaski et al., 2009).

As vagens, raízes, caules e folhas de algarobeira têm sido objetos estudados intensivamente quanto às suas propriedades farmacológicas de potente ação contra atividades antibacteriana, podem ser usadas como aditivos fitogênicos na alimentação de ruminantes, como constituintes químicos nas classes de flavonoides, alcaloides piperidínicos e glicosídeos de ácido elágico, que já foram isolados de *P. juliflora*, das raízes caule e folhas (Aqeel et al., 1989; Satish et al., 1999, Nakano et al., 2004).

No grupo de alcaloides encontrados em *P. juliflora* destacam-se como componentes principais a *julifloricina*, *juliprosopina*, *juliprosina*, *juliprosineno*, *juliflorinina* e *isojuliprosina* (Tabosa et al., 2000). Extratos das vagens, sementes e folhas demonstraram diversos efeitos farmacológicos, dos alcaloide de *Prosopis juliflora*, foi estudada *in vitro* e *in vivo* como propriedade antibacteriana contra vários microrganismos, que incluíram 31 espécie bactérias foram atribuídas à presença destes alcaloides ação antimicrobiana mais austerocontra as bacterias gram-positivas (Aqeel et al., 1989; Satish et al., 1999), antifúngica (Ahmad et al., 1989a; Kaushik et al., 2002) e anti-inflamatória (Ahmad et al., 1989b).

Mazucca et al. (2003), avaliando as atividades biológicas do extrato bruto da sementes de três espécies *Prosopis* da Patagônia e alguns de seus princípios ativos verificaram, que todos os extratos obtidos com éter apresentavam atividade antibacteriana, e a atividade antifúngica foi percebida quando a extração foi realizada com metanol e água.

Estão disponíveis para acesso apenas quatro estudos relacionado a algarobeira que relataram os efeitos fitoquímicos citado acima (Batatinha et al., 1997; Tabosa et al., 2000; Hughes et al., 2006; Singh et al., 2011), e apenas uma descrição da avaliação antimicrobiana dos extratos da algarobeira (*Prosopis juliflora*) relatando, que têm o potencial de inibir as cepas bacterianas resistentes a antibióticos (Singh et al., 2011). Estudos (*in vitro*) realizada por Batatinha. (1997), sobre os efeitos tóxicos de *Prosopis juliflora* Sw.D.C Algarobeira em culturas celulares e na fermentação ruminal em bovinos utilizando a técnica RUSITEC (Rumen Simulation Technology), indicou que um extrato alcaloídico das vagens da algaroba aumentou a quantidade de tiamina, tiaminadifosfato, tiaminamonofosfato, proteínas, ácidos propiônico e n-valérico após 23 dias de fermentação, enquanto a produção de metano, ácidos acéticos e i-valérico diminuíram na maior concentração deste extrato. Em estudos realizados por Argôlo et

al. (2010), alguns parâmetros de fermentação ruminal foram avaliados em cabras alimentadas com níveis de farelo de vagem de algaroba (*Prosopis juliflora*), e foi relatado que houve redução da relação acetato/propionato no líquido ruminal e que a substituição do fubá de milho pelo farelo da vagem de algaroba em níveis superiores a 33,3% no concentrado compromete o fluxo de proteína microbiana ao intestino. Com isso decresceram linearmente com o aumento dos teores de farelo de algaroba nas dietas, sem que houvesse alteração no consumo de matéria seca e produção de leite. Nesse mesmo estudo, as dietas contendo 33,3% e 66,6% de farelo de vagem de algaroba em substituição ao milho atenderam as exigências por energia metabolizável das cabras lactantes, sendo seu consumo superior ao da dieta composta somente de milho como principal fonte de energia.

Aqeel et al. (1989) estudaram a atividade antimicrobiana da julifloricina isolada da *P. juliflora*, sobre 40 microrganismos incluindo bactérias, fungos dermatófitos, duas espécies de *Candida sp.* e vírus, encontraram efeito inibitório significativo sobre as bactérias gram-positivas e as espécies de *Candida sp.*, comparativamente a antibióticos e antifúngicos sintéticos.

Os alcaloides da *P. juliflora* inibem o crescimento de bactérias gram-positivas, grupo ao qual pertence a maioria das bactérias fibrolíticas do ecossistema ruminal, que compartilham semelhanças estruturais com a parede celular de arqueas metanogênicas, principais responsáveis pela produção de CO<sub>2</sub> e metano respectivamente.

De acordo com Chourday et al. (2005) as propriedades anfotéricas dos alcaloides se devem aos anéis indólicos e heterocíclicos que conferem caráter polar e o apolar deve-se às longas cadeias de carbono. Esta dupla polaridade pode promover um efeito desorganizador da membrana celular, alterando o transporte de íons e outras importantes substâncias, resultando em morte celular quando em altas concentrações.

Os mesmos autores relatam, que o mecanismo de ação dos alcaloides da *P. juliflora* consiste na atividade citotóxica gerada pelo bloqueio dos canais de cálcio da membrana celular, o que caracteriza suas propriedades como um ionóforo, antimicrobianas que inibem seletivamente o crescimento de microrganismos.

Santos et al. (2013) estudando o extrato clorofórmico básico de vagens de algarobeira para avaliar os prováveis efeitos na microbiota ruminal da variável de degradação do farelo de trigo “*in vitro*” concluíram que o extrato apresenta potencial, como aditivo nutricional melhoradores de desempenho e mitigador dos

impactos ambientais pela emissão de gases de efeito estufa dentre as atividades agropecuárias podendo assim reduzir as perda energética da energia bruta consumida.

## II - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICA

AHMAD, A.; KHURSHEED, A.K.; SABIHA, Q.; VIQARUDDIN, A. Antifungal activity of some hydrosoluble Prosopis juliflora alkaloids. **Fitoterapia**, vol. 60, p.86-89, 1989a.

AHMAD, V.U.;SULTANA, A.; QAZI, S. Alkaloids from the leaves of Prosopis juliflora. **Journal of Natural Products**, vol.52, p.497-501, 1989b.

ANASSORI,E.;DALIRNAGHADEH,B.;PIRMOHAMMADI,R.TAGHIZADEH,A.;AS RI-REZAEI, S.;MAHAM,M.FARAHMAND-AZAR,S.;FARHOOMAND, P. Garlic: A potential alternative for monensin as a rumen modifier. **Livestock Science**,vol. 142, p.276–287, 2011.

ANDRADE, L.A.; FABRICANTE, J.R.; ALVES, A.S. Algaroba (Prosopis juliflora (Sw.) DC.). Impactos sobre a Fitodiversidade e Estratégias de Colonização em Área Invadida na Paraíba, Brasil. **Natureza & Conservação**, vol.6, p.61-67, 2008.

AQEEL, A.; KHURSHEED, A.K.; VIQARUDDIN, A.; SABIHA, Q. Antimicrobial activity of julifloricine isolated from Prosopis juliflora. **Drug Research**, vol. 39, p.652-655, 1989.

ARAÚJO, J.S. **Avaliação do ionóforo monensina sódica no consumo, digestibilidade, ganho de peso e ph ruminal em ovinos**. 2005. 126p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Lavras, Minas Gerais – LAVRAS MG.

ARGÔLO, L. S.; PEREIRA, M. L. A.; DIAS, J. C. T.; CRUZ, J.F.; DEL REI, A.J.; OLIVEIRA, C.A.S. Farelo da vagem de algaroba em dietas para cabras lactantes: parâmetro rumina e síntese de proteína microbiana. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Vol.39, n.3, p.541-548, 2010.

ASSIS, T.S. MEDEIROS, R.M.T., RIET-CORREA, F., GALIZA, G.J.N., DANTAS, A.F.M., OLIVEIRA, D.M. Intoxicações por plantas diagnosticadas em ruminantes e equinos e estimativa das perdas econômicas na Paraíba. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, Vol.30, n.13, p.20, 2010.

AZEVEDO, C.F. de. Algarobeira na alimentação animal e humana. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE ALGAROBIA 1, 1982, Natal. Algaroba. Natal:EMPARN, 1982. p.283-299. (EMPARN. Documentos, 7). **Anais....** ENPARN, 1982.

BATATINHA, M.J.M. **Untersuchungen über toxische Einflüsse von Prosopis juliflora D. C. (algarobeira) auf Zellkulturen sowie auf die Pansenfermentation beim Rind (in-vitro)**, 1997. 189p. Tese (Doutorado veterinary medicine) – Hanôver Alemanha.

BERCHIELLI, T.T.;PIRES, A.V.;OLIVEIRA, S.G. **Nutrição de ruminantes**. Jaboticabal: Funep, vol.2, p.583, 2006.

CHEN, G.; RUSSELL, J.B. Transport and deamination of amino acids by a gram-positive, monensin sensitive ruminal bacterium. **Applied and Environmental Microbiology**, vol.56, p.2186-2192, 1990.

CHOUDHARY, M.I.; NAWAZ, S.A.; ZAHEER-UL-HAQ; AZIM, M.K.; GHAYUR, M.N.; LODHY, M.A.; JALIL, S.; KHALID, A.; AHMED, A.; RODE, B.M.; ATTA-UR-RAMAN; GILANI, A.H.; AHMAD, V.U. Juliflorine: a potent natural peripheral anionic-site-binding inhibitor of acetylcholinesterase with calcium-channel blocking potential, a leading candidate for Alzheimers disease therapy. **Biochemical and biophysical research communications**, Vol.332, p.1171-1179, 2005.

DETMANN, E.; VALENTE, E. E. L.; BATISTA, E. D.; HUHTANEN, P. An evaluation of the performance and efficiency of nitrogen utilization in cattle fed tropical grass pastures with supplementation. **Livestock Science**, vol.162, p.141-153, 2014.

DUFFIELD, T.F.; MERRIL, J.K.; BAGG, R.N. Meta-analysis of the effects of monensin in beef cattle on feed efficiency, body weight gain, and dry matter intake. **Journal of Animal Science**, Vol. 90, p.4583-4592, 2012.

EMBRAPA, Algaroba (*Prosopis juliflora*): Árvore de Uso para a Região Semiárida Brasileira – **Comunicado Técnico 240**, 2009.

EMBRAPA, Utilização de Ionóforos para Bovinos de Corte. **Documentos 101**, 2006.

FELKER, P. Use of tree legumes in semiarid regions. **Society for Economic Botany**, vol.35, p.174-186, 1981.

GASTALDELLO JUNIOR, A.L.; PIRES, A.V.; SUSIN, I.; MENDES, C.Q.; FERREIRA, E.M.; MOURÃO, G.B. Desempenho e características de carcaça de cordeiros alimentados com dietas contendo alta proporção de concentrado adicionadas de agentes tamponantes. **Revista Brasileira Zootecnia**, vol.39, n.3, p.556-562, 2010.

GASTALDELLO JÚNIOR, A.L.; PIRES, A.V.; SUSIN, I.; MENDES, C.Q.; QUEIROZ, M.A.A.; AMARAL, R.C.; GENTIL, R.S.; FERREIRA, E.M.; MOURÃO, G.B.; EASTRIDGE, M.L. Limestone with different particle size and sodium bicarbonate to feedlot lambs fed high grain diets with or without monensin. **Small Ruminant Research**, vol. 114, p.80- 85, 2013.

GOMES, R.C.; ANTUNES, M.T.; SILVA, S.L.; LEME, P.R. Desempenho e digestibilidade de novilhos zebuínos confinados recebendo leveduras vivas e monensina. **Archivos de Zootecnia, Córdoba**, vol. 60, n.232, p.1077-1086, 2012.

GONZALES, E.; MELLO, H. H. C.; CAFÉ, M. B. Uso de antibióticos promotores de crescimento na alimentação e produção animal. **Revista UFG**, n.13, p.48-54, 2012.

GRAMINHA, C.V.; MARTINS, A.L.M.; FALÇÃO, C.A.; BALSALOBRE, M.A.A. **Aditivos na produção de bovinos confinados**, <https://www.google.com.br/search?biw=1366&bih=631&ei=Acesso05/2018>.

GUAN, H.; WITTENBERG, K.M.; OMINSKI, K.H.; KRAUSE, D.O. Efficacy of ionophores in cattle diets for mitigation of enteric methane. **Journal of Animal Science, Champaign**, vol. 84, n.7, p.1896-1906, 2006.

HOOK, S.E.; NORTHWOOD, K.S.; WRIGHT, D.G.; McBRIDE, B.W. Long-term monensin supplementation does not significantly affect the quantity or diversity of methanogens in the rumen of the lactating dairy cow. **Applied and Environmental Microbiology**, vol.75, p.374-380, 2009.

HUGHES, J.B.; SILVA, V.D.A.; SILVA, A.R.; SOUZA, C.S.; SILVA, A.M.M.; VELOZO, E.S.; BATATINHA, M.J.M.; COSTA, M.F.D.; TARDY, M.; EL-BACHÁ, R.S.; COSTA, S.L. Cytotoxicity effect of alkaloidal extract from *Prosopis juliflora* Sw. D.C. (Algaroba) pods on glial cells. **Brazilian Journal Veterinary Research Animal Science**, vol. 43, p.50-58, 2006.

KAMRA, D.N. Rumen microbial ecosystem. **Current Science**, vol.89, n.1, p.124-134, 2005.

KAUSHIK, J.C.; SANJAY, A.; TRIPATHI, N.N. Antifungal properties of some plant extracts against the damping-off fungi of forest nurseries. **Indian Journal of Forestry**, vol.25, n.3-4, p.359-361, 2002.

KOZLOSKI, G.V. **Bioquímica dos ruminantes**. 2º edição Santa Maria: UFMS, 108p. 2009.

MACHADO, F. S.; PEREIRA, L. G. R.; GUIMARAES JR., R.; LOPES, F. C. F.; CARNEIRO, J. C.; CHAVES, A.V.; CAMPOS, M. M.; MORENZ, M. J. F.; Emissões de metano na pecuária: conceitos, métodos de avaliação e estratégias de mitigação. Embrapa Gado de Leite. **Documentos 147**, Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, p.92 2011.

MARCUCCI, M. T.; TOMA, H. S.; SANTOS, M. D.; ROMERO, J. V.; MONTEIRO TOMA, C. D.; CARVALHO, A. M.; CAMARGO, L. M. Efeito do aditivo monensina sódica no metabolismo ruminal de bovinos de corte. **Revista Científica Eletrônica de Medicina Veterinária**, vol. 22, n. 1, p.1-21,2014.

MAZZUCA, M.; KRAUS, W.; BALZARETTI, V. Evaluation of the biological activities of crude extracts from Patagonian *Prosopis* seeds and some of their active principles. **Journal of Herbal Pharmacotherapy**, vol.3, n.2, p.31-37, 2003.

MILLEN, D. D. **Desempenho, avaliação ruminale perfil metabólico sanguíneo de bovinos jovens confinados suplementados com monensina sódica ou anticorpos policlonais**. 2008. 131p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Estadual Paulista, Botucatu, São Paulo.

MORAIS, J. A. S.; BERCHIELLI, T. T.; REIS, R. A. Aditivos. In: BERCHIELLI, T.T.; PIRES, A. V.; OLIVEIRA, S. G. **Nutrição de ruminantes**. Jaboticabal:Funep, p.565 – 590, 2011.

MOREIRA, J.V. **Efeitos de extratos alcaloídicos da vagem de algaroba sobre os produtos de fermentação ruminal in vitro**. 2014. 64p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Itapetinga, Bahia.

NAGARAJA, T. G.; NEWBOLD, C. J.; VAN NEVEL, C. J.; DEMEYER, D. I. Manipulation of ruminal fermentation. In: **The rumen microbial ecosystem**, 2nd ed.; HOBSON, P.N.; STEWART, C.S., Eds; Chapman and Hall, London, United Kingdom, 719p. 1987.

NAKANO, H.; NAKAJIMA, E.; HIRADATE, S.; FUJII, Y.; YAMADA, K.; SHIGEMORI, H.; HASEGAWA, K. Growth inhibitory alkaloids from mesquite (*Prosopis juliflora* (Sw.) DC.) leaves. **Phytochemistry**, vol.65, n.5, p.587-591, 2004a.

NASCIMENTO C.E.S. Invasão da algaroba – Impactos Positivos. Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Semiárido. Petrolina. 2011. **Anais...Petrolina-PE**. 2011.

NOGUEIRA, V. A. N.; FRANÇA, T. N. F.; PEIXOTO, P. V. Intoxicação por antibióticos ionóforos em animais. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, Seropédica, vol. 29, n. 3, p.191-197, 2009.

OLIVEIRA M.V.M., LANA R.P.L., JHAM G.N., PEREIRA J.C., PÉREZ J.R.O. & FILHO S.C.V. Influência da Monensina no Consumo e na Fermentação Ruminal em Bovinos Recebendo Dietas com Teores Baixo e Alto de Proteína. **Revista Brasileira de Zootecnia**, vol.34, n.5, p.1763-1774 , 2005.

OLIVEIRA, C.A.e MILLEN, D.D. Levantamento sobre as recomendações nutricionais e práticas de manejo adotadas por nutricionistas de bovinos confinados no Brasil [CD-ROM]. In: **Anais do 3º Simpósio Internacional de Nutrição de Ruminantes: Rúmen Sustentável e Estratégias de cria e recria: desafios futuros para produção de carne**; 2011, Botucatu. Botucatu: Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista; 2011.

OLIVEIRA, M. R.; RODRIGUES, J.M.E.; CHIAVONE-FILHO, O; MEDEIROS, J.T.N. Study the Conditions of Cultivation of the Algaroba and Jurema Preta and Determination Calorific Power. **Revista de Ciência e Tecnologia**, n.14, p.93-104, 1999.

OLIVEIRA, M.V.M.; LANA, R.P.; EIFERT, E.C.; LUZ, D.F.; PEREIRA, J.C.; PÉREZ, J.R.O.; VARGAS JÚNIOR, F.M. Influência da monensina sódica no consumo e na digestibilidade de dietas com diferentes teores de proteína para ovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**. vol.36, n.3, p.1- 12, 2007.

RANGEL, A.H.N. ; LEONEL, F. DE P.; SIMPLÍCIO, A. A. ; MENDONÇA JÚNIOR, A. F. Utilização de ionóforos na produção de ruminantes, **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, vol.8,n.2, p.173, 2008.

RIBASKI, J.; DRUMOND, M.A.; OLIVEIRA, V.R.; NASCIMENTO, C.E.S. Algaroba (*Prosopis juliflora*): Árvore de Uso Múltiplo para a Região Semiárida Brasileira. Colombo, PR, **COMUNICADO TÉCNICO 240**, 2009.

RIGOBELLO, EVERLON CID; PEREIRA, MURILLO CEOLA STEFANO; VICARI, DANIEL VITOR FERREIRA; MILLEN, DANILO DOMINGUES Utilização de probiótico e monensina sódica sobre o desempenho produtivo e características de carcaça de bovinos Nelore terminados em confinamento. **Revista Brasileira Saúde Produção Animal**, Salvador, vol.15, n.2, p.415-424, 2014.

RUSSEL, J. B.; MANTOVANI, H. C. The bacteriocins of ruminal bacteria and their potential as an alternative antibiotics. **Journal of Molecular Microbiology and Biotechnology**, v. 4, p.347-55, 2002.

RUSSELL, J. B. A proposed model of monensin action in inhibiting ruminal bacteria growth: effects on ion flux and proton motive force. **Journal of Animal Science**, Vol. 64, p.1519-1525, 1987.

SANTOS, E.; PEREIRA, M.L.A.; SILVA, C. P.; SOUZA-NETA, L. ; GERIS, R. ; MARTINS, D.; SANTANA, A.; BARBOSA, L.C.A. ; SILVA, H.G.O. ; FREITAS, G.; FIGUEIREDO, M.P.; DE OLIVEIRA, F.; BATISTA, R. Antibacterial activity of the alkaloid-enriched extract from *Prosopis juliflora* pods and its influence on in vitro ruminal digestion. **International Journal of Molecular Sciences**. vol. 14, p.8496-8516 2013.

SARAN NETTO, A. ; ZANETTI, M.A. ; SALLES, M.S.V. ; MORGULIS, S.C.F. ; FAFTINE, O.L.J. Efeito da adição de salinomicina no sal proteinado sobre o desempenho de novilhas nelore em regime de pastejo em *Brachiaria decumbens*. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 2004; Campo Grande. **Anais...Campo Grande**, vol.41, p.1-5, 2004.

SATISH, S.; RAVEESHA, K.A.; JANARDHANA, G.R. Antibacterial activity of plant extracts on phytopathogenic *Xanthomonas campestris* pathovars. **Lett. Appl. Microbiol.**, vol.28, p.145-147 1999.

SILVA, E. L.; SILVA, J. H. V.; JORDÃO FILHO, J. Valores energéticos e efeitos da inclusão da Farinha Integral de Vagem de Algaroba (*Prosopis juliflora* (Sw.) DC.) em rações de poedeiras comerciais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Vol. 31, n.6, p.2255-2264, 2002.

SILVA, S; AZEVEDO, A. R.; Algarobeira perguntas e respostas: BN/UFC. In: CONGRESSO NORDESTINO DE PRODUÇÃO DE ANIMAL, 1998, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: Universidade Federal do Ceará. P.103, 1998.

SINGH, S.; SWAPNIL, S.K.V. Antibacterial properties of alkaloid rich fractions obtained from various parts of *Prosopis juliflora*. **Int. J. Pharma Sciencie. Research VOL. 2**, p.114-120 2011.

TABELEÃO, V.C; SCHWEGLER, E.;MOURA,S.V.;GOULART, M.A.;WEISER, M.A.; SILVA,V.M. ROOS, T.B.; DEL PINO, F.A.B.;GIL-TURNES,C.;BRAUNES, C.C.;CORRÊA, M.N. Avaliação metabólica do uso de probiótico ou monensina em cordeiros mantidos emsemi-confinamento.**Semina: Ciências Agrárias**, vol. 35, n. 4, p.1837-1845, 2014.

TABOSA, I.M.; QUINTANS-JÚNIOR, L.J.; PAMPLONA, F.V.; ALMEIDA, R.N.; CUNHA, E.V.L.; SILVA, M.S.; SOUZA, J.C.A.; BARBOSA-FILHO, J.M. Isolamento

biomonitorado de alcaloides tóxicos de *Prosopis juliflora* (algaroba). **Revista Brasileira Farmacognosia**, vol.9-10, n.1, p.11-22, 2000.

TEDESCHI, L. O.; FOX, D.G.; TYLUTKI, T.P. Potential environmental benefits of ionophores in ruminant diets. **Journal Environmental Quality** vol. 32, p.1591–1602 2003.

VALADARES FILHO, S.C.; ROCHA JR., V.R.; CAPPELLE, E.R. **Tabelas brasileiras de composição de alimentos para bovinos**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 297p. 2001.

## **III - OBJETIVO**

### **3.1 Objetivo Geral**

Avaliar o efeito de alcaloides piperidínicos extraídos de algaroba(APA) em comparação com a monensina em dietas com diferentes concentrações de proteína (13 e 16%) para cordeiros.

### **3.2 Objetivo Específico**

Avaliar o consumo e digestibilidade de nutrientes, o ganho de peso corporal, síntese de proteína microbiana e o balanço de nitrogênio.

## IV CAPÍTULO

### ALCALOIDES PIPERIDÍNICOS DE ALGAROBA EM DIETAS COM DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE PROTEÍNA PARA CORDEIROS

#### 4.1 Introdução

A técnica de confinamento de ruminantes intensifica a produção animal ao acelerar o ganho de peso corporal, reduzindo o ciclo de produção. Porém, é necessário ser planejado e calculado previamente para não se obter prejuízo. Esse sistema apesar de acelerar a produção, apresenta um custo superior quando comparado ao sistema extensivo tradicional de criação.

A inclusão de aditivos melhoradores da eficiência alimentar e moduladores da fermentação ruminal é uma prática de manejo alimentar comum em confinamentos. Para os ruminantes, um dos aditivos mais utilizados são os ionóforos como a monensina, que melhoram a eficiência energética ao reduzirem a proporção de acetato: propionato (Rogers & Davis, 1982), a quantidade de protozoários ruminais que geram hidrogênio (Russell, 1987), a produção de CH<sub>4</sub> (Ranga Niroshan Appuhamy et al., 2013), controlam a acidose ruminal e melhoram a utilização de proteína da dieta (Sousa, 2018).

No entanto, devido ao surgimento de bactérias resistentes aos antibióticos que são utilizados para tratar infecções humanas e animais, a Comissão Europeia, pelo princípio da precaução, decidiu proibir a inclusão dos antibióticos promotores de crescimento na ração dos animais em acordo com o regulamento CEN<sup>o</sup>. 1831/2003).

O extrato de alcaloídico piperidínico de dealgaroba (APA) (*Prosopis juliflora* (Sw) D.C.) pode ser uma alternativa viável para substituir a monensina na dieta de ruminantes, devido aos seus potenciais efeitos inibitórios sobre bactérias gram-positivas e modificadores da fermentação ruminal, demonstrados em estudos *in vitro* reportados por Santos et al. (2013) e Pereira et al. (2017). Assim, o APA surgiu com o objetivo de ser utilizado como um modulador ruminal favorecendo o metabolismo energético e proteico. Logo, um aditivo alimentar ideal deve melhorar as características de fermentação do rúmen sem afetar negativamente a ingestão ou digestibilidade do alimento (Santos et al., 2013; Cobellis et al., 2016).

Possivelmente, o extrato alcaloídico de algaroba poderá contribuir com a redução da concentração de proteína da dieta sem afetar o desempenho produtivo por melhorar a utilização de energia e proteína da dieta (Santos, 2016; Sousa et al., 2018).

Pouca informação está disponível na literatura sobre a influência de aditivos associados ao nível de proteína sobre o desempenho de cordeiros durante a fase de crescimento e terminação. Portanto, o objetivo deste estudo foi avaliar os efeitos de monensina e de APA em dietas com 13 e 16% de proteína sobre o consumo, a digestibilidade, o desempenho, síntese microbiana e balanço de nitrogênio em cordeiros.

## **V - Material e Métodos**

### **5.1 Local, animais e dietas experimentais**

O experimento foi conduzido no setor de Ovinocultura do *Campus* Juvino Oliveira da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, UESB, na Cidade de Itapetinga, BA. Localizada a 15°09'07" de latitude sul, 40° 15' 32" de longitude oeste, precipitação média anual de 800 mm, temperatura média anual de 27°C e com altitude média de 268 m. Foram utilizados 30 (trinta) cordeiros mestiços Santa Inês x Bergâmacia, machos, não castrados, com idade de 150 dias e peso corporal inicial médio de 23 ± 4 kg. Foram alojados em baias individuais de 1,5 m x 1,0 m, com piso ripado, equipadas com cocho e bebedouro individuais, devidamente identificadas por tratamento.

Antes de iniciar o período experimental, os animais passaram por adaptação de 14 dias, em que foram pesados, identificados com brincos, vacinados contra clostridiose, tratados contra ecto e endoparasitas e com uma dose de complexo vitamínico ADE.

Foi utilizado um delineamento inteiramente casualizado (DIC) com 5 (cinco) dietas e seis repetições, sendo cada animal, uma unidade experimental. O período experimental teve duração de 89 dias, com 15 dias de adaptação as dietas experimentais o ambiente, as instalações, o manejo. O período experimental foi subdividido em três períodos de 29 dias para coletas das amostras, com três dias de coletas para cada período experimental.

O experimento teve início em junho 2017 a setembro de 2017. As dietas foram compostas por feno de Buffel, milho moído, farelo de soja, ureia+ sulfato de amônio, suplemento mineral para ovinos, e aditivadas com 31,5 mg/kg de MS de monensina sódica (MON) e de extrato alcaloídico piperidínico de algaroba (APA). A proporção dos ingredientes e composição química das dietas experimentais estão apresentadas na (Tabela 1).

**Tabela 1.** Ingredientes e composição química da dieta experimental (g/kg MS)

<b>Ingrediente</b>	<b>S/ aditivo 16% PB</b>	<b>APA 16% PB</b>	<b>MON 16% PB</b>	<b>MON 13% PB</b>	<b>APA 13% PB</b>	
Feno deBuffel	333	333	333	333	333	
Milhomoído	498	498	498	579	579	
Farelo de soja	144	144	144	663	663	
Ureia	5	5	5	5	5	
<sup>a</sup> Sal mineral	20	20	20	20	20	
Aditivo (mg)	0,0	31,5	31,5	31,5	31,5	
<b>Composição química (% MS)</b>						
	<b>Volumoso</b>	<b>Concentrado</b>				
	<b>Buffel</b>	<b>S/ aditivo 16% PB</b>	<b>APA 16% PB</b>	<b>MON 16% PB</b>	<b>MON 13% PB</b>	<b>APA 13% PB</b>
<sup>b</sup> MS (% na MN)	79,88	89,8	89,2	89,0	89,5	89,2
<sup>c</sup> MO	93,4	95,0	94,6	95,4	95,6	95,4
<sup>d</sup> PB	4,8	19,6	19,6	19,6	16,7	16,7
<sup>e</sup> EE	0,3	3,4	3,0	3,3	4,1	4,0
<sup>f</sup> CNF	15,0	62,0	62,0	64,0	68,0	64,0
<sup>g</sup> FDNcp	72,0	9,6	9,8	8,4	10,7	11,4
MM	6,6	5,1	5,4	4,6	4,4	4,6
Celulose	39,75	19,65	19,40	18,69	15,55	23,93
Hemicelulose	27,37	77,23	76,71	78,50	81,46	72,55
Lignina	32,88	3,12	3,89	2,81	2,98	3,50
PIDIN	2,39	6,45	6,66	7,17	4,06	4,88
PIDA	2,39	6,45	6,66	7,17	4,05	4,88
ED (MJ/kg MS)	2,82	2,97	2,99	3,0	2,98	2,88
EM (MJ/kg MS)	0,97	2,55	2,57	2,58	2,55	2,46

<sup>a</sup>120 g Ca; 87 g P; 147 g Na; 18 g S; 590 mg Cu; Co40 mg Co; 20 mg Cr; 1,800 mg Fe; 80 mg I; 1,300 mg Mn; 15 mg Se; 3,800 mg v; Mo 300.00 mg; 870 mg F (max.); P solubility in CitricAcidat 2% (min.) - 95.00%. <sup>b</sup>Matéria seca; <sup>c</sup>Matéria orgânica; <sup>d</sup>Proteína bruta; <sup>e</sup>Extrato etéreo; <sup>f</sup>Carboidratos não fibrosos; e <sup>g</sup>Fibra em detergente neutro corrigida para cinza e proteína.

A razão volumoso:concentrado foi de 33,3:66,7 (% da MS da dieta), e fornecidas diariamente às 7:00 e 16:00h, *ad libitum*, de forma a permitir sobras de 5 a 10%, ajustado diariamente de acordo com as sobras do dia anterior. O consumo voluntário de MS foi mensurado durante 89 dias e obtido pela quantidade de feno e concentrado fornecidos subtraída da quantidade de sobras.

## 5.2 Desempenho produtivo, consumo e digestibilidade de nutrientes

Para avaliação do desempenho, os animais foram pesados no início e final do experimento, sendo realizado um jejum sólido de aproximadamente 16 horas, para a avaliação do ganho de peso corporal, consumo de nutrientes diário, em g/kg de PC e g/kg de PC<sup>0,75</sup>. Calculou-se a conversão alimentar (g/g) por meio da razão entre o consumo de matéria seca e o ganho de peso médio diário. A eficiência alimentar em porcentagem foi obtida a partir do ganho de peso corporal dividido pelo consumo de matéria seca.

Durante todo período experimental, o alimento oferecido e as sobras foram pesados para determinar o consumo diário. O consumo individual dos animais foi avaliado durante 89 dias de experimento. Dessa forma, foram avaliados os consumos de MS, MO, MM, PB, FDN<sub>cp</sub>, CNF, EE, NDT e EM. As sobras foram coletadas e retiradas alíquotas de 100g, foram identificadas e armazenadas em freezer, depois secadas em estufa de ventilação forçada a 65°C por 72h e, posteriormente, trituradas em moinho com peneira de 1 mm. Em seguida, foram feitas amostras compostas de cada animal por período e dias de coletas e armazenadas em frascos plásticos transparentes de 250g para posteriores análises.

A avaliação da digestibilidade foi realizada em três períodos de coletas totais de fezes durante três dias cada. A coleta de fezes foram efetuadas com o uso de bolsas coletoras presas ao corpo do animal, antecedidos de três para adaptação à bolsa pelo animal. As fezes foram recolhidas uma vez por dia após servir a alimentação da manhã. A quantidade diária das fezes foi mensurada, retiradas alíquotas de 10% da produção total de cada animal, armazenadas em freezer a -20°C. Posteriormente foram secadas individualmente em estufa de ventilação forçada a 65°C. As amostras, após pré-secagem foram secadas em estufa a 105°C para obtenção da MS. Em seguida, foi obtida uma amostra composta por animal em cada período de coleta para posteriores análises químicas.

Os coeficientes de digestibilidade da MS, PB, EE, FDN<sub>cp</sub> e CNF foram calculados a partir da quantidade de dieta fornecida subtraída da sobra e da excreção fecal e dividindo-se pela quantidade ingerida em cada período de coleta. Segundo proposto por Berchielli et al. (2011), uma vez determinada a excreção fecal de matéria seca, foram calculados os coeficientes de digestibilidade (CD) dos nutrientes:

$$CD = (\text{nutriente ingerido} - \text{nutriente excretado}) \times 100 / (\text{nutriente ingerido})$$

As análises bromatológicas dos alimentos fornecidos, sobras e fezes foram realizadas no laboratório de Forragicultura e Pastagens da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB), Campus Juvino Oliveira situado no município de Itapetinga, Bahia.

Nas amostras de alimentos (sobras e fornecidos) e fezes foram determinados os teores de matéria seca (MS), matéria mineral (MM), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE) (AOAC, 2010). Para as análises de fibra em detergente neutro (FDN), as amostras foram tratadas com alfa-amilase termoestável, sem o uso de sulfito de sódio e corrigidas para cinzas residuais (Mertens, 2002). A correção da FDN para os compostos nitrogenados e estimação dos conteúdos de compostos nitrogenados insolúveis nos detergentes neutro (NIDN) e ácido (NIDA) foram feitas conforme Licitra et al. (1996). A lignina foi obtida a partir da metodologia descrita em Detmann et al. (2012), com o resíduo do FDA tratado com ácido sulfúrico a 72% nas amostras de volumoso e concentrados.

Os carboidratos não fibrosos (CNF) das amostras foram calculados pela equação proposta por Detmann et al. (2010):  $CNF = (100 - \%FDN_{cp} - \%PB - \%EE - \%cinzas)$ .

Em que  $\%FDN_{cp}$  = teor de fibra em detergente neutro, corrigida para cinzas e proteína,  $\%PB$  = teor de proteína bruta,  $\%EE$  = teor de extrato etéreo, e  $\%Cinzas$  = teor de cinza. O CNF foi corrigido para ureia também de acordo com Hall (2001):  $CNF = 100 - ((\%PB - \%PBU + \%U) + \%MM + \%EE + \%FDN_{cp})$ .

Os nutrientes digestíveis totais (NDT) foram calculados segundo Weiss (1999), mas utilizando a FDN e CNF corrigido para cinza e proteína, pela seguinte equação  $NDT = PBD + FDN_{cpD} + CNF_{cpD} + 2,25EED$ .

Em que: PBD= proteína bruta digestível; EED = extrato etéreo digestível; FDN<sub>D</sub>= fibra em detergente neutro digestível; CNF<sub>D</sub> = carboidratos não fibrosos digestíveis.

Os valores de NDT foram convertidos em energia líquida (EL) e energia digestível (ED), utilizando-se as equações sugeridas pelo NRC (2001):

$$EL \text{ (Mcal/kg)} = 0,0245 \times NDT - 0,12;$$

$$ED \text{ (Mcal/kg)} = 0,04409 \times NDT.$$

A transformação de ED para energia metabolizável (EM) foi feita segundo a equação:  $EM \text{ (Mcal/kg)} = 1,01 \times ED \text{ (Mcal/kg)} - 0,45$ . No entanto, todas foram multiplicada por 4,186 para transformar em Megajoule.

### 5.3 Síntese de proteína microbiana e balanço de nitrogênio

Foram feitas coletas de urina spot, 4 h após a alimentação matinal, por micção espontânea, no 3º dia em cada um dos três períodos de coleta. A coleta de urina foi feita por meio de coletores posicionados na saída de urina no animal.. Uma alíquota de 10 mL de urina foi diluída em 40 mL de ácido sulfúrico de normalidade 0,036. Em seguida, o pH foi aferido e, quando necessário, ajustado para valores inferiores a 3, com pequenas gotas de ácido sulfúrico concentrado, a fim de evitar volatilização do NH<sub>3</sub> e destruição bacteriana dos derivados de purina. As amostras de urina foram armazenadas a -20°C e, posteriormente, submetidas às análises das concentrações de creatinina, ureia, alantoína, xantina-hipoxantina e ácido úrico. As análises de ácido úrico, ureia e creatinina foram realizadas por kits comerciais (Bioclin).

O volume urinário foi estimado utilizando a média de excreção diária de creatinina dos tratamentos (41,07 mg/dia/ kg PC) dividida pela concentração de creatinina na urina spot que foi determinada para cada animal.

A excreção de derivados de purinas totais (PT) foi obtida pela soma das quantidades de alantoína, ácido úrico e xantina-hipoxantina excretadas na urina. A quantidade de purinas microbianas absorvidas (mmol/dia) foi estimada a partir da excreção de derivados de purinas totais (mmol/dia), por meio da equação para ovinos proposta por Chen & Gomes (1992).

O fluxo intestinal de nitrogênio microbiano (g NM/dia) foi estimado a partir da quantidade de purinas absorvidas (mmol/dia), segundo a equação de Chen & Gomes (1992).

A estimativa de síntese de PB microbiana (PBM) foi obtida multiplicando-se a NM por 6,25, enquanto a eficiência de síntese de proteína microbiana foi determinada pela fórmula:  $EPBM \text{ g/kg} = PBM \text{ g} / CNDT \text{ kg}$ . Em que CNDT = consumo de nutrientes digestíveis totais.

O balanço de compostos nitrogenados foi obtido pela diferença entre o total de nitrogênio ingerido e o total excretado nas fezes e na urina. A determinação do nitrogênio total nas fezes e na urina foi realizada segundo metodologia descrita por Detmann et al. (2012).

#### **5.4 Matéria-prima vegetal, obtenção de extrato alcaloídico de algaroba por percolação e partição**

As vagens maduras de *Prosopis juliflora* foram obtidas no município de Brumado/BA, colhidas manualmente após caírem no chão e ensacadas, no período de junho a julho de 2014. Foram selecionadas apenas vagens sem alterações no pericarpo. As vagens foram secas ao sol, durante três dias, Ao final da tarde, todo o material foi coberto para evitar a umidade do ar durante a noite. Posteriormente à secagem, no Laboratório de Forragicultura, as vagens foram processadas em moinho tipo Willey com utilização de peneira com malha de 2 mm.

A farinha integral de vagens (algaroba) foi macerada com álcool 99,5%, durante um período de 72 h. Em seguida essa solução foi percolada e armazenada num recipiente fechado. Após o processo de percolação, a solução extraída foi concentrada a vácuo (-600 mmHg), a uma temperatura controlada de 40°C, em evaporador rotatório, obtendo-se, assim, o extrato etanólico bruto (EEB). O EEB foi submetido à partição com a utilização de soluções ácido-básicas e solventes orgânicos, de modo a obter extratos enriquecidos com alcaloides, de acordo com a metodologia de Ott-Longoni et al. (1980), para isolar alcaloides piperidínicos de farinha integral de algaroba (Santos et al., 2013; INPI, 2014).

Parte do EEB (100 g), foi solubilizado em solução aquosa de ácido acético 1,6 M (AcOH, 200 ml) e a solução resultante foi filtrada para se obter a solução aquosa ácida I (SAA-I). A SAA-I foi extraída com clorofórmio (CHCl<sub>3</sub>), em duas lavagens sucessivas de 150 ml, obtendo-se a solução aquosa ácida II (SAA II). A SAA II foi alcalinizada com hidróxido de sódio (NaOH) até atingir pH 9,0, passando a ser denominada de solução aquosa básica I (SAB I). A SAB I, em seguida, passou por tripla lavagem com 100 ml de CHCl<sub>3</sub>, obtendo-se a solução aquosa básica II (SAB II). Esta foi submetida à dupla lavagem com solução de cloreto de sódio (NaCl), resultando na solução aquosa básica III (SAB III) que, posteriormente, foi desidratada com 5 g de sulfato de sódio (Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>), homogeneizada e deixada em repouso durante 2 horas.

Logo em sequência, após filtração, a solução foi transferida para um balão de fundo redondo e, no evaporador rotativo a 57°C, o clorofórmio foi evaporado, obtendo-se o extrato clorofórmico básico (ECB). Uma fração do ECB foi verificando-se a ocorrência de cores castanha a vermelho-alaranjado após a aplicação do reativo Dragendorff, evidenciando assim, a presença de alcaloides.

### 5.5 Análise estatística

A análise dos dados foi realizada pelo procedimento MIXED do programa computacional estatístico SAS, considerando-se um modelo misto. Realizaram-se contrastes para comparação das médias observadas entre as dietas com MON e APA e diferentes concentrações de PB. As dietas com aditivo (MON e APA) foram comparadas com a dieta sem aditivo pelo teste de Dunnett. Adotou-se como nível de significância 5% de probabilidade.

### 5.6 Resultados

Não foram observados efeitos da adição de MON e APA em dietas com diferentes concentrações de PB em relação à dieta sem aditivo ( $P > 0,05$ ) para consumo de matéria seca (CMS, g/kg PC), matéria orgânica (CMO, g/kg PC) consumo de FDNcp (CFDNcp, g/kg PC), e consumo de CNF (CCNF, g/kg PC) e energia metabolizável (MJ/kgPC) (Tabela 2).

Esses resultados demonstraram que tanto APA quanto MON em dietas com 13% de PB mantiveram as respostas de ingestão de fibra em detergente neutro e carboidratos não fibrosos. Foram observadas diferenças ( $P < 0,05$ ) quando se comparou as dietas aditivadas (13% PB) com a dieta sem aditivo para consumo de PB (CPB, g/kg PC), consistente com os conteúdos de PB na composição das dietas (Tabela 1). Foi observado uma redução de 23 e 21% do CPB para MON (13% PB) e APA (13% PB), respectivamente.

**Tabela 2.** Consumo de nutrientes por cordeiros alimentados com dietas com diferente concentrações de proteína 13 % e 16 % aditivadas ou não (SA) com alcaloides piperidínicos de algaroba (APA) e monensina (MON)

Item	Dietas					EPM	P-valor			
	D1 16% PB SA	D2 16% PB APA	D3 16% PB MON	D4 13% PB MON	D5 13% PB APA		D2 vs D3	D4 vs D5	D2 vs D5	D3 vs D4
Consumo (g/dia)										
CMS	1067,9	1074,1	1087,9	902,7	961,3	26,7	0,86	0,46	0,161	0,026
CMO	1008,0	1012,4	1031,1	856,3	910,1	25,10	0,802	0,473	0,178	0,026
CPB	162,9	162,1	164,8	117,1*	128,0*	5,02	0,810	0,344	0,006	0,000
CEE	29,8	23,8*	25,6*	25,9	27,7	0,71	0,163	0,362	0,020	0,905
CFDNcp	299,9	301,4	305,3	273,2	276,3	7,13	0,866	0,893	0,279	0,170
CCNF	524,7	524,6	537,5	465,8	488,9	12,8	0,750	0,570	0,384	0,087
CNDT	717,4	716,9	732,8	624,7	727,9	17,9	0,768	0,954	0,107	0,053
Consumo (g/kg PC)										
CMS	34,3	34,00	32,7	30,8	31,0	0,56	0,439	0,889	0,089	0,273
CMO	32,4	32,0	31,0	29,2	29,4	0,53	0,505	0,917	0,106	0,278
CPB	5,2	5,1	4,9	4,0*	4,1*	0,12	0,494	0,641	0,001	0,001
CEE	1,0	0,7	0,8	0,9	0,9	0,00	0,289	0,815	0,001	0,023
CFDNcp	9,7	9,5	9,2	9,2	8,9	0,20	0,473	0,561	0,244	0,900
CCNF	16,8	16,5	16,1	15,9	15,7	0,31	0,673	0,866	0,414	0,818
CNDT	23,0	22,6	22,1	21,3	20,2*	0,30	0,577	0,295	0,024	0,452
Consumo (g/kg PC <sup>0,75</sup> )										
CPB	12,3	12,1	11,8	9,3*	9,7*	0,29	0,266	0,481	0,000	0,000
CNDT	54,5	53,5	52,9	49,5	47,7*	0,79	0,796	0,417	0,012	0,121
Consumo de Energia										
EL MJ/dia	6,4	6,4	6,4	6,6	6,2	0,04	0,759	0,005	0,224	0,151
EDMJ/dia	12,4	12,3	12,4	12,7	12,1	0,78	0,760	0,005	0,224	0,151
EM MJ/dia	10,6	10,6	10,6	11,0	10,3	0,78	0,781	0,006	0,215	0,153
EM MJ/PC	0,3	0,3	0,3	0,4	0,3	0,01	0,545	0,141	0,816	0,069

Médias seguidas de (\*) diferem ( $P < 0,05$ ) da dieta sem aditivo pelo teste de Dunnett.

Foi observada uma redução ( $P < 0,05$ ) do consumo de EE (CEE, g/kg PC) quando nas dietas aditivadas com 16% de PB em relação às dietas com 13% de PB. A menor concentração de EE pode explicar a redução no consumo de EE nas dietas com maior teor de PB, já que o consumo de MS não foi alterado. As dietas aditivadas com 13% de proteína, o consumo de EE aumentou devido aos maiores conteúdos de EE nessas dietas, que foram preparadas com maior proporção de milho grão moído (Tabela 1). Houve redução do consumo de CEE pelos animais alimentados com dietas com 16% de PB aditivadas com monensina e alcaloides piperídnicos de algaroba quando comparada com a dieta sem aditivo (Tabela 2).

Para o consumo de nutrientes digestíveis totais (CNDT, g/dia) não foi observado efeito significativo ( $P > 0,05$ ) do uso de aditivos e dos teores de PB. No entanto, o consumo de CNDT (g/kg PC e g/kg PC<sup>0,75</sup>) reduziu ( $P < 0,05$ ) na dieta com APA e 13% de PB quando comparada às dietas com APA e 16% de PB e sem aditivos.

O consumo diário de energia líquida (EL), digestível (ED) e metabolizável (EM) não foi alterado pelos níveis de PB e uso de aditivos, com exceção da dieta com APA, cujo consumo de energia foi menor que a dieta com MON quando o teor de PB foi 13%. Quando o consumo de EM foi expresso em MJ/kg PC não se observou diferenças entre as dietas.

Para os coeficientes de digestibilidade dos componentes nutricionais, não houve diferença das dietas com 13% e 16% PB, aditivadas com MON ou APA quando comparada à dieta sem aditivos ( $P > 0,05$ ) (Tabela 3). Entretanto, a dieta com APA associado ao menor nível de PB utilizou promoveu redução da digestibilidade de nutrientes, exceto de CNF, quando comparado ao nível de 16% de PB. Em contrapartida, isso não afetou o conteúdo de NDT, que foi igual entre essas dietas. Mas o teor de NDT da dieta com APA foi menor que da dieta com MON quando o conteúdo de PB foi 13%. Essa diferença contribuiu para o menor consumo de energia na dieta com APA relativa à MON, ambas com 13% de PB (Tabela 2).

Possivelmente, a redução nos coeficientes de digestibilidades da maioria dos componentes nutricionais contribuíram para o decréscimo da concentração de nutrientes digestíveis totais e assim do CNDT quando o APA foi associado ao menor conteúdo de proteína (13% de PB) (Tabelas 2 e 3).

A utilização de MON não afetou a digestibilidade dos nutrientes em ambos os níveis de proteína na dieta. Houve decréscimo de DPB devido à redução de sua concentração nas dietas aditivadas, que não diferiram da dieta com 16% de PB sem

aditivos. Por outro lado, houve aumento da digestibilidade de EE nas dietas com 13% de proteína, provavelmente, como consequência das maiores concentrações de EE nessas dietas, formuladas com maior proporção de milho em relação ao farelo de soja.

A dieta contendo APA com 16% de PB apresentou maior digestibilidade de FDN<sub>cp</sub> comparada à APA com 13% de PB, ambas não diferiram da dieta sem aditivos e com MON. Isto mostra que, o padrão de utilização da FDN no rúmen foi alterado quando se utilizou APA dependendo da disponibilidade de proteína.

**Tabela 3.** Digestibilidade dos nutrientes por cordeiros alimentados com dietas com diferente concentração de proteína 13 % e 16 e aditivadas ou não (SA) com alcaloides piperidínicos de algaroba (APA) e monensina (MON)

Item	Dietas					EPM	P-valor			
	D1	D2	D3	D4	D5		D2	D4	D2	D3
	16%	16%	16%	13%	13%		vs	vs	vs	vs
	SA	APA	MON	MON	APA	D3	D5	D5	D4	
	Digestibilidade aparente dos nutrientes (g/100 g)									
DMS	67,4	68,6	67,9	65,8	64,5	0,54	0,634	0,452	0,016	0,191
DMO	68,00	69,1	68,4	66,4	65,1	0,53	0,649	0,405	0,015	0,199
DPB	64,6	67,2	69,1	64,1	61,5	0,73	0,314	0,175	0,006	0,014
DFDN <sub>cp</sub>	49,1	52,0	48,6	47,5	47,6	0,71	0,122	0,962	0,049	0,611
DCNF	82,5	82,4	82,6	83,0	81,0	0,42	0,877	0,182	0,336	0,800
DEE	63,6	56,3	57,4	67,2	66,8	1,43	0,778	0,912	0,013	0,020
NDT	67,0	66,7	67,2	68,9	65,3	0,42	0,690	0,005	0,242	0,157

Médias seguidas de (\*) diferem ( $P < 0,05$ ) da dieta sem aditivo pelo teste de Dunnett.

Não foram observados efeitos da adição dos aditivos (MON ou APA) nas dietas com diferentes teores de PB em relação à dieta sem aditivo ( $P > 0,05$ ) para ganho de peso corporal final (PC<sub>f</sub>, kg), peso corporal médio (PCM, kg), conversão alimentar (CA) e eficiência alimentar (EA) (Tabela 4).

Entretanto foi observada diferença quando se comparou a dieta aditivada com MON e 13% de proteína bruta PB com a dieta sem aditivo para ganho de peso total (GPT, kg) e ganho médio diário (GMD, g), obtendo-se uma redução de 23% de GPT e GMD para a dieta MON com menor teor de proteína.

O teor de NDT que diferiu entre os aditivos (APA e MON) nas dietas com menor conteúdo de PB causou menor consumo de energia quando APA foi utilizado. Contudo, a quantidade de proteína ingerida associada a MON afetou o ganho de peso corporal dos cordeiros, o que não ocorreu com APA, que propiciou um ganho diário de peso corporal semelhante à dieta sem aditivo e com 16% de PB (Tabela 4).

**Tabela 4.** Desempenho de cordeiros alimentados com dietas contendo diferente concentrações de proteína, 13 % E 16%, e aditivadas ou não (SA) com alcaloides piperidínicos de algaroba (APA) e monensina (MON)

Item	Dietas					EPM	P-valor			
	D1 16%PB SA	D2 16%PB APA	D3 16%PB MON	D4 13%PB MON	D5 13%PB APA		D2 vs D3	D4 vs D5	D2 vs D5	D3 vs D4
PCi (kg)	22,0	23,8	24,1	22,4	24,6	-	-	-	-	-
PCf (kg)	40,6	41,0	41,84	36,8	40,3	1,01	0,792	0,295	0,852	0,140
PCM kg	31,3	32,4	33,0	29,6	32,5	0,84	0,840	0,311	0,977	0,238
GPT kg	18,6	17,2	17,8	14,4*	15,7	0,56	0,707	0,432	0,401	0,053
GMD g	209,3	192,8	199,9	162,0*	176,9	6,30	0,707	0,432	0,401	0,053
CA g/g	5,1	5,7	5,4	5,6	5,7	0,11	0,561	0,683	0,873	0,738
EA %	19,6	17,9	18,8	18,0	17,7	0,37	0,479	0,787	0,872	0,549
CMS %PC	3,4	3,6	3,2	3,1	3,1	0,06	0,479	0,763	0,246	0,445

Médias seguidas de (\*) diferem ( $P < 0,05$ ) da dieta sem aditivo pelo teste de Dunnett.

Não foi observada diferença significativa ( $P > 0,05$ ) para excreção de derivados de purinas totais, purinas microbianas absorvidas e síntese de proteína microbiana quando se comparou as dietas aditivadas com a dieta sem aditivo (Tabela 5). No entanto, os contrastes entre as dietas com APA e MON revelaram uma maior eficiência de síntese microbiana para a dieta com APA nos dois níveis de PB.

**Tabela 5.** Derivados de purina urinários, purinas microbianas absorvidas e síntese e eficiência microbianas em ovinos alimentados com dietas contendo diferente concentrações de proteína, 13 % E 16, e aditivadas ou não (SA) com alcaloides piperidínicos de algaroba (APA) e monensina (MON).

Item	Dietas					EPM	P-valor			
	D116%PB SA	D2 16%PB APA	D3 16%PB MON	D4 13%PB MON	D5 13%PB APA		D2 vs D3	D4 vs D5	D2 vs D5	D3 vs D4
Derivados de purina										
mmol/dia	35,9	39,1	30,2	30,0	34,3	1,60	0,086	0,393	0,342	0,960
Purinas microbianas absorvidas										
mmol/dia	42,7	46,3	36,0	35,7	40,8	1,90	0,095	0,403	0,364	0,971
Síntese de proteína microbiana										
(g/dia)	193,8	287,4	163,4	162,4	185,4	8,60	0,095	0,403	0,364	0,971
Eficiência microbiana										
g/kgNDT	256,1	294,6	223,2	240,1	301,0	9,78	0,015	0,034	0,816	0,534

Médias seguidas de (\*) diferem ( $P < 0,05$ ) da dieta sem aditivo pelo teste de Dunnett.

Não foram observados efeitos dos aditivos (MON e APA) nas dietas com 16% de PB em relação à dieta sem aditivo ( $P > 0,05$ ) para nitrogênio ingerido (NI, g/dia) (Tabela 6). Foram observadas diferenças quando se comparou as dietas aditivadas (MON e APA) com 13% de PB e as dietas com 16% de PB, para o nitrogênio ingerido (NI). Observou-se uma redução de 28 e 21% de NI para MON e APA, respectivamente.

**Tabela 6.** Balanço de nitrogênio em cordeiros alimentados com dietas contendo diferentes concentrações de proteína, 13 % e 16%, e aditivadas ou não (SA) com alcaloides piperídnicos de algaroba (APA) e monensina (MON).

Item	Dietas					EPM	P-valor			
	D1 16% SA	D2 16% APA	D3 16% MON	D4 13% MON	D5 13% APA		D2 vs D3	D4 vs D5	D2 vs D5	D3 vs D4
g/dia										
NI	26,1	25,9	26,3	18,7*	20,6*	0,79	0,840	0,297	0,006	0,000
NU	2,6	3,3	3,2	2,3	2,3	0,14	0,876	0,969	0,002	0,031
NF	9,1	8,5	8,2	6,7*	7,7	0,26	0,645	0,161	0,291	0,050
ND	16,9	17,5	18,3	12,1*	12,9*	0,60	0,531	0,512	0,001	<0,0001
NR	14,3	14,2	15,1	9,8*	10,6*	0,56	0,510	0,526	0,013	0,000
NR %NI	54,1	54,0	56,6	51,4	50,7	0,86	0,342	0,793	0,221	0,061
ND %NI	65,2	67,1	69,1	64,1	62,2	0,67	0,255	0,267	0,008	0,007

Médias seguidas de (\*) diferem ( $P < 0,05$ ) da dieta sem aditivo pelo teste de Dunnett.

Para o nitrogênio excretado na urina não foram observadas diferenças ( $P > 0,05$ ) quando comparou as dietas aditivas com MON e APA nos diferentes teores de PB, com a dieta sem aditivo. Também não foi observada diferença ( $P > 0,05$ ) das dietas aditivadas quando comparadas com a dieta controle para nitrogênio fecal (NF, g/dia), exceto para a dieta MON com 13% de PB que reduziu em 26% o nitrogênio fecal (NF).

O nitrogênio digerido (ND, g/dia) foi similar ( $P > 0,05$ ) entre as dietas com 16% de PB com aditivos comparadas à sem aditivo. Entretanto, foi observada uma redução ( $P < 0,05$ ) de 28 e 24% do ND nas dietas com 13% de PB com MON e APA, respectivamente, quando comparadas com a dieta sem aditivo. Entretanto, as dietas 13% de PB e os aditivos (MON e APA) foram semelhantes entre si. Para o nitrogênio retido (NR, g/dia) não houve diferença ( $P > 0,05$ ) entre as dietas com 16% PB (MON e APA) e a dieta sem aditivo. Ao comparar as dietas com 13% PB (MON e APA) e a dieta sem aditivo, foi observada uma redução ( $P < 0,05$ ) de 31 e 26% para o nitrogênio retido (NR). Para o nitrogênio retido em relação ao ingerido (NR%NI) não foi observada diferença ( $P > 0,05$ ) entre as dietas aditivadas e os teores de PB com a dieta sem aditivo.

As dietas aditivadas com 13 e 16% de PB não diferiram ( $P > 0,05$ ) da dieta sem aditivo para o nitrogênio digerido como porcentagem do ingerido (ND%NI). O contraste revelou diferença ( $P < 0,05$ ) quando se comparou as dietas contendo APA ou MON entre os respectivos níveis de PB. A redução de ND relativo ao ND reduziu 5 pontos percentuais quando a concentração de PB decresceu de 16 para 13% com o uso de ambos aditivos.

## 5.7 Discussão

As hipóteses "a substituição de MON por APA não afeta o desempenho e metabolismo de nitrogênio em cordeiros" e "dieta com 13% de PB aditivada com APA não afeta o desempenho e metabolismo de nitrogênio" não foram rejeitadas.

Os resultados indicaram, que há possibilidade de se utilizar o APA como aditivo nutricional. Pois, a adição do mesmo não afetou consumo dos nutrientes, observando efeito similar à dieta sem aditivo mesmo associado à menor concentração de proteína na dieta. É sabido que o desempenho animal está vinculado diretamente ao consumo de MS, sendo este, quando afetado de forma negativa, aumenta o tempo para o abate.

Os menores consumos de PB observados nos animais alimentados com as dietas com 13% de PB aditivada com MON ou APA deveu-se exclusivamente aos teores de

PB que foram inferiores à dieta sem aditivos (Tabela 2). Contudo, a utilização de APA na dieta com 13%, de proteína decresceu o consumo de NDT e o consumo de energia metabolizável por kg de peso corporal não diferiu das demais dietas. O menor conteúdo de NDT observado nesta dieta refletiu a alteração na digestibilidade aparente total dos nutrientes. No entanto, isso não afetou a utilização de energia metabolizável por kg de peso corporal, indicando que a redução de PB de 16% para 13% com APA contribuiu para melhoria na eficiência de utilização da energia digestível. Isso pode ser ratificado pelo ganho de peso corporal dos cordeiros alimentados com a referida dieta, que não diferiu da dieta sem aditivo com 16% de PB. Em contrapartida, a dieta com MON e 13% de PB proporcionou menor ganho de peso corporal quando comparada à dieta sem aditivo.

Estrada-Angulo et al. (2018) não observaram diferença no consumo de MS e de energia líquida para manutenção e ganho e no ganho diário médio de peso corporal e eficiência alimentar em cordeiros Pelibuey x Katahdin avaliados durante 84 dias e alimentados com 14 e 17% de PB na MS da dieta. Provavelmente, a explicação para o menor desempenho observado com a dieta MON 13% de PB esteja na dose utilizada de 31 mg/kg, que foi acima daquela recomendada por Elanco Animal Health (2016), apesar de não ter havido maior consumo de energia líquida em comparação com a dieta APA 13% de PB.

Consistente com o trabalho de Javed et al. (2010), foi observado maior GMD (152 g) em cordeiros da raça Thalli alimentados com 14% de PB e baixo teor de energia quando comparado com animais alimentados com o menor teor de PB (13%) e alto teor de energia, observando assim, GMD de 125 g nessa condição. Como não foi observado neste trabalho diferença de CMS entre as dietas aditivadas e a dieta sem aditivo, porém foi observado menor ganho de peso dos cordeiros alimentados com a dieta MON e 13% de PB e um ganho de peso corporal similar entre a dieta com APA 13% de PB em comparação à dieta sem aditivo e 16% de PB, fica comprovada a eficácia do APA sobre o desempenho dos cordeiros.

Esses resultados reafirmam uma possível ação ruminal do APA para melhor eficiência de utilização da proteína e energia da dieta, mesmo em menor concentração de proteína, para manter o ganho de peso.

O mesmo não foi evidenciado com a adição da monensina com 13% de PB. O ganho de peso total (GPT) e ganho médio diário (GMD) foi inferior à dieta controle. Com isso, possivelmente a adição do APA proporcionou melhor sincronismo de

utilização de proteína e energia no rúmen, que foi evidenciado pela maior eficiência de síntese microbiana no rúmen (Tabela 5).

Não se observou diferença sobre a digestibilidade dos nutrientes quando se comparou as dietas aditivadas com a controle, independente do nível de proteína utilizado. Esse resultado corrobora com a hipótese de que há a possibilidade de reduzir o teor de PB da dieta sem efeito negativo sobre a digestibilidade dos nutrientes quando associada aos aditivos.

Os resultados indicam que a redução do teor de PB quando associada a adição de APA pode ser uma alternativa viável para manipulação ruminal. Considerando se que, apesar de reduzir a digestibilidade dos nutrientes quando o teor de PB foi reduzido de 16% para 13%, esta diferença não foi observada quando se comparou com dieta sem aditivo. Possivelmente, a explicação para esse resultado seja que a síntese de proteína microbiana e eficiência de síntese não diferiram da dieta controle.

A eficiência de síntese microbiana foi superior para as dietas com APA quando comparadas com MON.

A monensina atua no metabolismo proteico no rúmen diminuindo o crescimento de bactérias proteolíticas com alta capacidade desaminadora e, por consequência, reduzindo a degradação da proteína dietética no rúmen. A maior quantidade de fração proteica não degradada que chega ao duodeno para ser digerida, pode aumentar o fornecimento de nitrogênio na forma de aminoácidos para o metabolismo corporal (Russell & Martin, 1984; Hino & Russell, 1986; Barbosa et al., 2001).

Da mesma forma, que o aumento da proteína não degradada no rúmen digestível, o aumento do fluxo intestinal de proteína microbiana digestível pode ter como consequência excesso de aminoácidos no organismo, que pode contribuir com o aumento de seu catabolismo e eliminação de N total na urina. Neste estudo, não foi observado efeito dos aditivos e dos níveis de proteína na dieta sobre a síntese de proteína microbiana no rúmen (Tabela 5). Não se verificou um aumento do N total urinário com a utilização de APA ou MON, mas o N na urina reduziu quando associados com a menor concentração de proteína dietética, que não diferiu da dieta controle. Da mesma forma, para a excreção fecal de N, os resultados também refletiram o teor de proteína das dietas (Tabela 6).

Para as dietas com MON e APA com 13% de PB, pode-se observar que a quantidade inferior de N digerido causou também menor retenção de N total dietético comparada às dietas com 16% de PB, porém dentro de uma mesma proporção do N

ingerido. Isso sugere que a quantidade de proteína digerida reduziu somente pelo efeito da concentração de proteína na dieta e não dos aditivos. No entanto, os aminoácidos da proteína dietética digestível foram utilizados com maior eficiência para deposição tecidual nas dietas aditivadas, apesar da redução da quantidade de proteína digerida, porque as dietas aditivadas com 13% de PB apresentaram retenção de N dietético no ganho igual à dieta sem aditivos e 16% de PB. Isso pode ser demonstrado pelo percentual de N retido no ganho de peso que foram, respectivamente, 6,8; 7,4; 7,6; 6,0; 6,0% para as dietas sem aditivos (16% de PB), APA (16%), MON (16%), MON (13%) e APA (13%).

A digestibilidade de FDN reduziu quando diminuiu o teor de PB de 16% para 13% aditivada com APA, isso mostra que com 16% de PB, APA foi mais eficiente na utilização de FDNcp. Dietas com baixo conteúdo de proteína, que não fornecem N-amoniacoal e AGCC ramificada suficientes para atender aos requerimentos das bactérias celulolíticas, limitando o crescimento microbiano e afetando negativamente a digestibilidade da fibra, o consumo MS em consequência baixo desempenho animal (Valadares et al., 1997). Como não ocorreu redução do consumo de MS e o ganho de peso corporal não diferiu quando comparadas as dietas APA 13% de PB e a dieta controle, provavelmente, o que deve ter ocorrido foi a modificação de microbioma no rúmen. É provável que o APA possa alterar de forma diferente a monensina, as relações sintróficas entre bactérias gram negativas e/ou arqueas, já que as bactérias gram positivas no rúmen são inibidas por ambos agentes antimicrobianos (Santos et al., 2013; Pereira et al., 2016). Esta hipótese pode ser demonstrada pela maior eficiência de síntese microbiana obtida nas dietas com APA, que foram superiores quando comparada às com MON, para os dois níveis de proteína.

## VI - CONCLUSÃO

Recomenda-se a utilização de alcaloides piperidínicos de algaroba como aditivo alternativo à monensina para reduzir a concentração de proteína de 16% para 13% em dieta para cordeiros por manter o ganho de peso corporal, o nitrogênio dietético retido no ganho com redução de nitrogênio urinário e melhorar a eficiência de síntese microbiana.

## VII - CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os animais apresentavam peso inicial similar, assim, este não foi um fator que influenciou no desempenho animal. De modo geral, os animais tiveram um desempenho semelhante entre as dietas, exceto quando se comparou a dieta com 13% de PB, aditivada com (MON) à dieta sem aditivo. Os cordeiros alimentados com esta dieta apresentaram um GMD inferior à dieta sem aditivo. Em adicional, o contraste dieta MON16% de PB vs MON 13% de PB, revelou uma tendência de queda ( $P = 0,053$ ) para GMD dos animais alimentados com a dieta MON e 13% de PB.

Em contrapartida, não foi observado o mesmo efeito negativo sobre o GMD quando reduziu o teor de PB de 16% para 13% quando associado as dietas contendo o APA como aditivo. Sabe-se que o teor de proteína na dieta é um dos principais fatores que interferem no desempenho animal. Javed et al. (2010) e Lu e Potchoiba (1990) relataram falta de significância sobre o GMD em ovinos alimentados com teores crescentes de energia. Porém, relataram um aumento do GMD nos animais alimentados com teores crescentes de PB (de 12% para 14%). Reafirmando assim, a importância do teor de PB da dieta para o ganho de peso dos animais em crescimento. Destarte, a utilização de algum aditivo associado a redução de PB sem afetar de forma negativa o desempenho animal seria uma ferramenta de grande importância para os sistemas da produção animal. Sabe-se que, normalmente a fonte proteica é a fração mais onerosa da alimentação animal.

Acredita-se que durante a fase de crescimento animal, em confinamento a metionina metabolizável seja primeiro aminoácido limitante, seguido de lisina em animais em crescimento com dieta a base de milho e ureia como fonte de nitrogênio (ESTRADA-ANGULO et al., 2018).

Há evidência que o APA pode ser utilizado como aditivo alimentar. Pois não foi observado efeito negativo sobre a síntese de proteína microbiana. Foram observados valores semelhantes para as variáveis indicadoras de produção microbiana ruminal, tais como, derivados de purina e purinas absorvidas. Porém, foi observado diferença sobre a eficiência microbiana quando se comparou as dietas dieta APA16% de PB vs dieta MON 16%PB, diferindo apenas os aditivos utilizados. Esse resultado mostra que o APA como aditivo comparado com a monensina sódica, foi mais eficiente sobre o

sincronismo da utilização de proteína e energia no rúmen, observando uma redução da eficiência de síntese de proteína microbiana para MON. Provavelmente, a presença do APA manteve concentrações ideais de N-amoniaco para sinergia entre proteína e energia que proporcionou uma melhor eficiência microbiana.

A menor quantidade de nitrogênio ingerido pelos animais alimentados com as dietas MON13%PB e APA13% PB quando comparadas com a dieta controle, é reflexo do menor teor de PB presentes nestas dietas, pois não foi observada diferença para o CMS. Em se tratando de nitrogênio perdido na urina, foi observado uma menor perda nas dietas com 13% de PB, MON e APA em comparação com as dietas com 16% de proteína bruta e aditivadas. Isso provavelmente ocorreu devido ao menor teor de PB, nestas dietas. No entanto, como não diferiu da dieta sem aditivo, este resultado pode contribuir para diminuir a quantidade de nitrogênio excretada no ambiente. Pois, o excesso de aminoácido circulante pode provocar o aumento do catabolismo e da excreção de N-ureico. Os resultados dos contrastes dieta APA16% PB vs APA13% PB evidenciam que o APA pode ser usado como aditivo melhorando o metabolismo proteico.

## VIII - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AOAC - Association of Official Analytical Chemists. **Official Methods of Analysis**. 18th ed, 3th Review, Washington: AOAC, 1094p. 2010.
- BARBOSA, N. G. S.; LANA, R. P.; MÂNCIO, A. B. Fermentação da proteína de seis alimentos por microrganismos ruminais, incubados puros ou com monensina ou Rumensin®. **Revista Brasileira de Zootecnia**, vol.30, n.4, p.1316-1324, 2001.
- BERCHIELLI, T. T.; PIRES, A. V.; OLIVEIRA, S. G. **Nutrição de ruminantes**. 2 ed. Jaboticabal: Funep, 616p. 2011.
- CHEN, X. B.; GOMES, M. J. **Estimation of microbial protein supply to sheep and cattle based on urinary excretion of purine derivatives an overview of technical details**. Bucksburnd: Rowett Research Institute, 21p. 1992.
- COBELLIS, G., YU, Z., FORTE, C., ACUTI, G., TRABALZA-MARINUCCI, M. Dietary supplementation of Rosmarinus officinalis L. leaves in sheep affects the abundance of rumen methanogens and other microbial populations. **Journal of Animal**
- DETMANN, E.; PAULINO, M. F.; VALADARES FILHO, S. C. Otimização do uso de recursos forrageiros basais. In: 3° INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON BEEF CATTLE PRODUCTION, **Anais...** Viçosa, MG, Brazil. p.191-240. 2010.
- DETMANN, E.; SOUZA, M.A.; VALADARES FILHO, S.C.; QUEIROZ, A.C.; BERCHIELLI, T.T.; SALIBA, E.O.S.; CABRAL, L.S.; PINA, D.S.; LADEIRA, M.M.; AZEVEDO, J.A.G. **Métodos para análise de alimentos - INCT - Ciência Animal** Visconde do Rio Branco: Suprema, 214p. 2012.
- ESTRADA-ANGULO, A.; CASTRO-PÉREZ, B.I.; URÍAS-ESTRADA, J.D.; RÍOSRINCÓN, F.G.; ARTEAGA WENCES, Y.; BARRERAS, A.; LÓPEZ OTOB, M. A.; PLASCENCIA, A.; ZINNC, R. Influence of protein level on growth performance, dietary energetics and carcass characteristics of Pelibuey×Katahdin lambs finished with isocalorie diets, **Small Ruminant Research**, vol.160, p.59–64, 2018.
- HALL, M.B. **Calculation of non-structural carbohydrate content of feeds that contain non-protein nitrogen** Florida: University of Florida, 25p. 2001.
- HINO, T.; RUSSELL, J. B. Relative contributions of ruminal bacteria and protozoa to the degradation of protein in vitro. **Journal of Animal Science**, vol.64, p.261-270, 1986.
- INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL (INPI), PEREIRA, M. L. A.; BATISTA, R. **Aditivo à base de extrato vegetal em rações, utilizado como modificador da fermentação ruminal para melhoria do desempenho animal e mitigação da emissão de gases entéricos de efeito estufa**. BR 10 2012 030155-5, 27 jul 2013, 30 dez 2014.

JAVED, S.I., ASIF, J., MUHAMMAD, A. Nutrient digestibility and feedlot performance of lambs fed diets varying protein and energy content. **Tropical Animals Health Production**, Vol. 42, p.941–946, 2010.

LICITRA, G.; HERNANDEZ, T.M.; VAN SOEST, P.J. Standardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminant feed. **Animal Feed Science Technological**, vol.57, n.4, p.347-358 1996.

LU, CD, POTCHOIBA, MJ. Feed intake and weight gain of growing goats fed diets of various energy and protein levels. **Journal of Animal Science**. Vol. 68, p.1751–1759, 1990.

MERTENS, D. R. Gravimetric determination of amylase-treated neutral detergent fiber in feeds with refluxing in beaker or crucibles: collaborative study. **Journal of AOAC International**, vol.85, p.1217-1240, 2002.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of dairy cattle**. 7 ed. Washington: National Academy Press,450p. 2001.

OTT-LONGONI, R.; VISWANATHAN, N.; HESSE, M. The structure of the alkaloid juliprosopine from *Prosopis juliflora* A. DC. **Helvetica Chimica Acta**, 1980.

PEREIRA, T. C. de J.; PEREIRA, M. L. A.; MOREIRA, J. V.; AZEVÊDO, J. A. G. ; BATISTA, R.; DE PAULA, V. F.; OLIVEIRA, B. S.; SANTOS, E. de J. dos. Effects of alkaloid extracts of mesquite pod on the products of in vitro rumen fermentation. **Environmental Science and Pollution Research International**, vol.1, p.1, 2016.

PEREIRA, T. C. J., PEREIRA, M. L. A. MOREIRA, J. V., AZEVEDO, J. A. G. BATISTA, R. PAULA, V. F. OLIVEIRA, B. S. SANTOS, E. J. S. Efeito do alcaloide da vagem de mesquita sobre os produtos da fermentação in vitro. **Environ. Science Pollution Research**, 2017. [http: DOI 10.1007/s11356-016-7761-3](http://DOI.10.1007/s11356-016-7761-3).

RANGA NIROSHAN APPUHAMY, J. A. D., A. B. STRATHE, S. JAYASUNDARA, C. WAGNER-RIDDLE, J. DIJKSTRA, J. FRANCE, AND E. KEBREAB. Anti-methanogenic effects of monensin in dairy and beef cattle: A meta-analysis. **Journal of Dairy Science**. 96, p.5161–5173,2013.

ROGERS, J.A.; DAVIS, C.L. Rumen volatile fatty acid production and nutrient utilization in steers fed a diet supplemented with sodium bicarbonate and monensin. **Journal of Dairy Science**, Champaign, Vol. 65, n.6, p. 944-952, 1982.

RUSSELL, J. B. A proposed model of monensin action in inhibiting ruminal bacteria growth: effects on ion flux and proton motive force. **Journal of Animal Science**, Vol.64, p.1519-1525, 1987.

RUSSELL, J. B.; MARTIN, S. A. Effects of various methane inhibitors on the fermentation of amino acids by mixed rumen micorganisms in vitro. **Journal of AnimalScience**, vol.59, p.1329-1338, 1984.

SANTOS, E. de J. dos. **Extrato alcalóidico foliar e farelo de algaroba como aditivos em dietas para cordeiros**. 2016. 95p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia - Itapetinga Bahia.

SANTOS, E. T.; PEREIRA, M. L. A.; SILVA, C. F. P. G.; SOUZA-NETA, L. C.; GERIS, R.; MARTINS, D.; SANTANA, A. E. G.; BOABOSA, L. C. A.; SILVA, H. G. O.; FREITAS, G. C.; FIGUEIREDO, M. P.; OLIVEIRA, F. F.; BATISTA, R. Antibacterial activity of the alkaloid-enriched extract from *Prosopis juliflora* pods and its influence on in vitro ruminal digestion, *International Journal of Molecular Science*, Vol. 14, n. 4, 8496-8516, 2013.

SOUSA, L.B. **Alcaloides piperidínicos de *prosopis juliflora* como aditivo nutricional para cordeiros**. 2018, 57p. Dissertação (mestrado em Zootecnia) - Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia - Itapetinga Bahia

VALADARES, R.F.D.; GONÇALVES, L.C.; RODRIGUEZ, N.M. Níveis de proteína em dietas de bovinos. Consumo e digestibilidades aparentes totais e parciais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, vol.26, n.6, p.1252-1258, 1997.

WEISS, W. Energy prediction equations for ruminant. In: *Cornell Nutrition Conference For Feed Manufacturers*, 61, Ithaca. *Proceeding...Ithaca: Cornell University*. 176-185p. 1999.