



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

**ALCALOIDES PIPERIDÍNICOS DE ALGAROBA EM  
DIETAS PARA CAPRINOS**

Autor:  
Weiber da Costa Gonçalves

Orientador:  
Prof. D.Sc.Herymá Giovane de Oliveira Silva

ITAPETINGA  
BAHIA – BRASIL  
MARÇO DE 2019

**WEIBER DA COSTA GONÇALVES**

**ALCALOIDES PIPERIDÍNICOS DE ALGAROBA EM DIETAS  
PARA CAPRINOS**

Tese apresentada, como parte das exigências para obtenção do título de DOUTOR EM ZOOTECNIA, ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia.

Orientador:

Prof. D.Sc.Herymá Giovane de Oliveira Silva

Co-orientadora:

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

ITAPETINGA  
BAHIA – BRASIL  
MARÇO DE 2019

636.085 Gonçalves, Weiber da Costa.  
G63a Alcaloides piperidínicos de algaroba em dietas para caprinos. / Weiber da Costa Gonçalves. – Itapetinga-BA: UESB, 2019.

74f.

Tese apresentada, como parte das exigências para obtenção do título de DOUTOR EM ZOOTECNIA, ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia. Sob a orientação do Prof. D.Sc. Herymá Giovane de Oliveira Silva e coorientação da Profª. D.Sc. Mara Lúcia Albuquerque Pereira.

1. Caprinos - Dieta – Algaroba. 2. Alimentação de ruminantes - Algaroba – Parâmetros nutricionais. 3. Caprinos – Algaroba - Parâmetros ruminais. I. Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia - Programa de Pós-Graduação de Doutorado em Zootecnia, *Campus* de Itapetinga. II. Silva, Herymá Giovane de Oliveira. III. Pereira, Mara Lúcia Albuquerque. IV. Título.

**CDD(21): 636.085**

Catálogo na Fonte:

Adalice Gustavo da Silva – CRB 535-5ª Região  
Bibliotecária – UESB – Campus de Itapetinga-BA

Índice Sistemático para desdobramentos por Assunto:

1. Caprinos - Dieta – Algaroba
2. Alimentação de ruminantes - Algaroba – Parâmetros nutricionais
3. Caprinos – Algaroba - Parâmetros ruminais

DECLARAÇÃO DE APROVAÇÃO

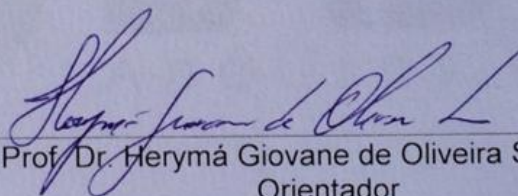
**Título:** "Alcaloides piperidínicos de algaroba em dietas para caprinos"

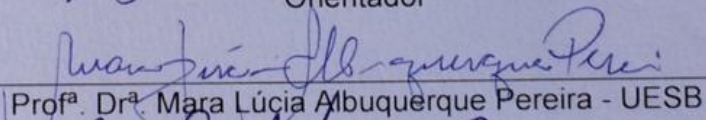
**Autor (a):** Weiber da Costa Gonçalves

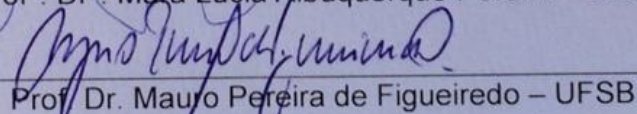
**Orientador (a):** Prof. Dr. Herymá Giovane de Oliveira Silva

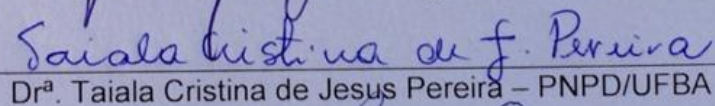
**Co-orientador (a):** Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Mara Lúcia Albuquerque Pereira

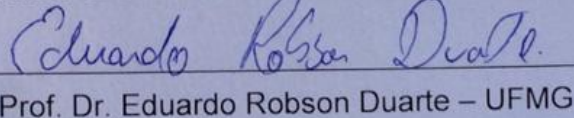
Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de DOUTOR EM ZOOTECNIA, ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: PRODUÇÃO DE RUMINANTES, pela Banca Examinadora:

  
Prof. Dr. Herymá Giovane de Oliveira Silva – UESB  
Orientador

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

  
Prof. Dr. Mauro Pereira de Figueiredo – UFSB

  
Dr<sup>a</sup>. Taiala Cristina de Jesus Pereira – PNP/UFBA

  
Prof. Dr. Eduardo Robson Duarte – UFMG

Data de realização: 11 de março de 2019.

*“O degrau de uma escada não serve simplesmente para que alguém permaneça em cima dele, destina-se a sustentar o pé de um homem pelo tempo suficiente para que ele coloque o outro um pouco mais alto”.*

*(Thomas Huxley)*

*À minha família que é a minha base,  
meu alicerce na conquista de mais este SONHO.*

*Dedico.*

## AGRADECIMENTOS

*A Deus, por sua imensa bondade, por ter conduzido meus passos e me guardado permitindo essa conquista.*

*Aos meus pais, Valdeci Gonçalves de Carvalho e Maria Idalina da Costa, pessoas que fizeram de mim o ser humano que sou hoje, vocês são a minha base, meu exemplo de vida, meu tudo! Jamais poderei agradecer tudo o que vocês fizeram e fazem por mim, amo vocês.*

*À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Ensino Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de estudos.*

*À Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – Campus Itapetinga e ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da UESB, por fornecerem a infraestrutura necessária para a realização desta pesquisa; e aos seus profissionais, coordenadores, professores e funcionários, pela competência, dedicação e colaborações.*

*À minha querida e melhor irmã, Eurália Aparecida de Carvalho, pela torcida e apoio quando necessitei e a todos os familiares que mesmo longe têm se feito presentes em minha vida, vocês foram e são partes essenciais na busca do sucesso.*

*Aos amigos de república, Lucas Farias, Renan Cardoso e Thiago Ferreira, pelo bom convívio, pela força nas horas dos estudos e por serem pessoas que posso sempre contar. Sem esquecer-me dos amigos agregados, Artur Sampaio, Wesley Amaral e Rodrigo Amorim, que me acolheram quando cheguei a Itapetinga. Não poderia deixar de mencionar pessoas que deixam meus dias mais felizes, Aline Gonçalves, Lohanne Damasceno, Daniella Cangussú, Diego Mendes, Estela Pezenti, Malu França, Laize Vieira e Floresce Veriato, sem vocês não teria a menor graça.*

*Ao meu orientador, Prof<sup>o</sup>. D. Sc. Herymá Giovane de Oliveira Silva, pela orientação e incentivo durante a pós-graduação, sempre acessível para conversas amigáveis ou mesmo na socialização de seus conhecimentos, você é mais do que um orientador!*

*À minha co-orientadora, D.Sc. Mara Lúcia Albuquerque Pereira, pela orientação, incentivo e confiança.*

*Aos amigos do grupo de pesquisa em caprinos e ovinos, sem os quais não teria conseguido executar todas as tarefas pertinentes à condução de campo.*

*Ao amigo José Queiroz, servidor do Laboratório de Forragicultura da UESB, pelo apoio na realização das análises químico-bromatológicas, pela paciência e extrema competência com que exerce seu cargo.*

*E a todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho.*

*Só posso pedir que Deus continue iluminando o caminho de vocês, para que vocês prosperem em tudo que desejarem realizar.*

*O meu muito OBRIGADO!!!*

*“Sucesso é a soma de pequenos esforços, repetidos o tempo todo”.*

*(Robert Collier)*



## **BIOGRAFIA**

Weiber da Costa Gonçalves, natural de Unaí – Minas Gerais, filho de Valdeci Gonçalves de Carvalho e Maria Idalina da Costa, nasceu em 27 de março de 1989.

Em 2008, iniciou o curso de Graduação em Zootecnia, na Universidade Estadual de Montes Claros - UNIMONTES, em Janaúba - MG, finalizando-o em 2013.

Em 2014, iniciou o curso de Mestrado em Zootecnia, na Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – UESB, na área de Concentração em Produção de Ruminantes, em Itapetinga-BA, finalizando-o em 2015.

Em 2015, iniciou o curso de Doutorado em Zootecnia, na Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – UESB, na área de Concentração em Produção de Ruminantes, em Itapetinga-BA, finalizando-o em 2019.

## SUMÁRIO

	<b>Página</b>
LISTA DE FIGURAS.....	viii
LISTA DE TABELAS.....	ix
RESUMO.....	x
ABSTRACT.....	xii
I - REFERENCIAL TEÓRICO.....	1
1.1 INTRODUÇÃO.....	1
1.2 REVISÃO DE LITERATURA.....	2
1.2.1 Algaroba “ <i>Prosopis juliflora</i> ”.....	2
1.2.2 Alcaloides.....	4
1.2.3 Aditivos melhoradores de desempenho.....	8
1.2.4 Aditivos melhoradores de desempenho alternativos.....	10
1.3 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	12
II - OBJETIVO GERAL .....	22
III - MATERIAL E MÉTODOS .....	23
3.1 Experimento 1.....	23
3.1.1 Delineamento experimental.....	23
3.1.2 Local e manejo alimentar dos animais.....	24
3.1.3 Coleta de amostras.....	26
3.1.4 Análises químicas e bromatológicas dos alimentos, sobras e fezes.....	27
3.1.5 Análises urinárias, balanço de N e síntese de proteína microbiana.....	28
3.1.6 Análises do fluido ruminal.....	29
3.1.7 Análises do sangue.....	30
3.1.8 Análise estatística.....	31
3.2 Experimento 2.....	31
3.2.1 Delineamento experimental.....	31
3.2.2 Local e manejo alimentar dos animais.....	32
3.2.3 Avaliação da palatabilidade.....	32
3.2.4 Avaliação da preferência.....	33
3.2.5 Análise estatística.....	33
IV - RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	35
V – CONCLUSÕES.....	47
VI – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	48
VII – ANEXOS.....	54
7.1 Fotos coleta fluido ruminal.....	54
7.2 Chave de identificação de protozoários.....	55

**LISTA DE FIGURAS**

	<b>Página</b>
<b>Figura 1.</b> Algarobeira ( <i>Prosopis juliflora</i> ) e vagens.....	3
<b>Figura 2.</b> Estrutura química da juliprosopina (1), prosoflorina (2) e juliprosina (3).....	7

## LISTA DE TABELAS

	<b>Página</b>
<b>Tabela 1.</b> Pesquisas desenvolvidas utilizando a <i>Prosopis juliflora</i> na Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia.....	5
<b>Tabela 2.</b> Pesquisas desenvolvidas utilizando alcaloides piperidínicos de <i>Prosopis juliflora</i> na Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia...	6
<b>Tabela 3.</b> Proporção dos ingredientes utilizados nos concentrados.....	24
<b>Tabela 4.</b> Composição química do feno de Tifton 85, concentrado padrão e dieta total experimental em ensaio com caprinos.....	25
<b>Tabela 5.</b> Distribuição dos coeficientes para o contraste polinomial empregado na decomposição da soma dos quadrados.....	31
<b>Tabela 6.</b> Consumo de matéria seca, nutrientes e energia por caprinos alimentados ou não com alcaloides piperidínicos da algaroba (APA).....	35
<b>Tabela 7.</b> Digestibilidade aparente de nutrientes (%) por caprinos alimentados ou não com alcaloides piperidínicos da algaroba (APA).....	36
<b>Tabela 8.</b> Peso corporal e variação em caprinos alimentados ou não com alcaloides piperidínicos da algaroba (APA).....	37
<b>Tabela 9.</b> Volume urinário e concentração plasmática (***) de creatinina para caprinos alimentados ou não com alcaloides piperidínicos da algaroba (APA).....	37
<b>Tabela 10.</b> Balanço de nitrogênio em caprinos alimentados ou não com alcaloides piperidínicos da algaroba (APA).....	38
<b>Tabela 11.</b> Excreções diárias de ureia e nitrogênio ureico (NUR) na urina, concentração de ureia e nitrogênio ureico no plasma (NUP), produção e eficiência microbiana em caprinos alimentados ou não com alcaloides piperidínicos da algaroba (APA).....	39
<b>Tabela 12.</b> Média do pH, concentrações de ácidos graxos voláteis (AGV's) individuais e totais, expressos em mmol/L e em percentual do total (%), razão acetato:propionato (A:P), metano em mmol/L (CH <sub>4</sub> ) e nitrogênio amoniacal (N-NH <sub>3</sub> , mg/dL) em fluido ruminal de caprinos alimentados ou não com alcaloides piperidínicos da algaroba (APA).....	40
<b>Tabela 13.</b> Concentração média e distribuição de protozoários ruminais (x 10 <sup>4</sup> /mL) em caprinos alimentados ou não com alcaloides piperidínicos da algaroba (APA).....	42
<b>Tabela 14.</b> Média do tempo (min) gasto nas atividades avaliando, consumindo e ócio, número de vezes de levantamento da cabeça (Lev.Cab.), visitas ao cocho e bebedouro, consumo de matéria seca em gramas (CMS), taxa de ingestão de matéria seca por minutos (MS/min) para avaliação da palatabilidade e em porcentagem do consumo total (IMS%, percentual de cada concentrado consumido em relação ao consumo total) para avaliação da preferência de caprinos alimentados ou não com alcaloides piperidínicos da algaroba (APA)	45

## RESUMO

GONÇALVES, W. da C. **Alcaloides piperidínicos de algaroba em dietas para caprinos**. Itapetinga: UESB, 2018. 74 p. (Tese – Doutorado em Zootecnia Produção de Ruminantes) \*.

Objetivou-se avaliar os efeitos dos níveis de inclusão de alcaloides piperidínicos de algaroba (APA) em dietas sobre os parâmetros nutricionais e ruminais em caprinos: consumo e digestibilidade dos nutrientes; excreção urinária de creatinina, ureia, derivados de purina e síntese ruminal de proteína microbiana; população de protozoários e produtos da fermentação ruminal; palatabilidade e preferência dos concentrados. **Experimento 1:** o delineamento experimental foi disposto em quadrado latino duplo 5 x 5. Às dietas adicionaram-se monensina sódica (2,7 mg/kg MS) e APA (0; 9,2; 18,4 e 27,6 mg/kg MS). O ensaio foi composto por cinco períodos de 25 dias. Foram utilizados dez caprinos mestiços de Anglo Nubiano x SRD, machos não castrados, com idade aproximada de 210 dias e peso corporal inicial médio de 27,99±1,33 kg. O consumo de MS, nutrientes e energia foram similares para as dietas aditivadas com monensina (MON) e APA. A dieta com APA incrementou o consumo de MS, MO, PB, EE, CNF, NDT e energia, quando se compara com a dieta sem aditivo. Em relação aos coeficientes de digestibilidade, houve similaridade para MS, MO, FDN, PB, EE e NDT nas dietas com MON e APA ( $P>0,05$ ). Entretanto, para digestibilidade do CNF o aditivo APA foi superior a MON ( $P<0,05$ ). Não houve diferença para o volume urinário e concentração plasmática de creatinina entre as dietas aditivadas e sem aditivo ( $P>0,05$ ). Observou-se diferença para a excreção urinária de creatinina entre a dieta aditivada com APA e a sem aditivo ( $P<0,05$ ). Para o balanço de nitrogênio, não houve diferença entre as dietas aditivadas ( $P>0,05$ ). Houve similaridade nas excreções urinárias de ureia e nitrogênio ureico para ambas as dietas ( $P>0,005$ ). O mesmo ocorreu para produção e eficiência microbiana. No entanto, houve diferença quanto aos níveis plasmáticos de ureia e nitrogênio ureico entre as dietas aditivadas ( $P<0,05$ ), e também

quando comparado à dieta sem aditivo com a dieta com APA ( $P < 0,05$ ). Nenhum efeito foi observado ( $P > 0,05$ ) para ácidos graxos voláteis (AGV's) e a produção de metano ( $\text{CH}_4$ ) entre as dietas aditivadas com APA em relação à MON. Houve diferença na concentração do  $\text{N-NH}_3$  no rúmen entre as dietas aditivadas, com menor valor para MON quando comparado ao APA ( $P < 0,05$ ). A dieta aditivada com 27,6 mg/kg de MS de APA elevou em 27,08% a concentração de  $\text{N-NH}_3$  em relação à dieta controle. Para a quantificação da população total dos protozoários ruminais e identificação dos gêneros, não houve diferença entre animais dos grupos MON e APA ( $P > 0,05$ ), com exceção do gênero *Isotricha* spp. ( $P < 0,05$ ). O gênero *Entodinium* spp. foi dominante. A concentração de protozoários variou de 1,28 a  $2,61 \times 10^6/\text{mL}$  no fluido ruminal. Quanto à classificação dos protozoários (pequenos, médios ou grandes), houve predomínio dos médios. **Experimento 2:** para avaliação da palatabilidade, o delineamento foi disposto em quadrado latino quádruplo 4 x 4, sendo quatro dietas (as dietas foram as mesmas do experimento 1, porém, sem a monensina). Na avaliação de preferência o delineamento foi inteiramente casualizado (DIC) com quatro dietas. O ensaio experimental teve duração de 32 dias. Foram utilizados oito caprinos adultos mestiços de Anglo Nubiano x SRD, machos não castrados, com peso corporal inicial médio de  $46,92 \pm 0,99$  kg. A inclusão do APA no concentrado não alterou a palatabilidade dos alimentos, visto que não foram observadas diferenças para as variáveis em análise (Avaliando, consumindo, ócio, CMS e taxa de ingestão), quando comparadas à dieta sem aditivo ( $P > 0,05$ ). Os concentrados aditivados com APA foram preferidos pelos caprinos, visto que houve diferença entre a dieta sem aditivo e com APA ( $P < 0,05$ ). O ajuste foi quadrático para essa avaliação, com ponto de máximo em 16,9 mg/kg MS. Ambos os ensaios ajudam a justificar a aplicação do APA na alimentação de ruminantes, por se tratar de um produto alternativo, mas é necessário avaliar sua ação sobre outros segmentos na produção animal.

**Palavras-chave:** consumo, digestibilidade, manipulação ruminal, palatabilidade, protozoários

---

\* Orientador: Herymá Giovane de Oliveira Silva, D.Sc., UESB e Co-Orientadora: Mara Lúcia Albuquerque Pereira, D.Sc., UESB.

## ABSTRACT

GONÇALVES, W. da C. **Mesquite Piperidine alkaloids in diets for goats**. Itapetinga: UESB, 2018. 74 p. (Thesis - Doctorate in Animal Production of Ruminants) \*.

The aim was to evaluate the effects of inclusion levels of mesquite piperidine alkaloids (MPA) in diets on nutritional and ruminal parameters in goats: intake and digestibility of nutrients; urinary creatinine excretion, urea, purine derivatives and ruminal microbial protein synthesis; protozoa population and ruminal fermentation products; palatability and preference of concentrates. Experiment 1: the experimental design was a 5 x 5 double Latin square. Sodium monensin (2.7 mg / kg DM) and MPA (0,9.2, 18.4 and 27.6 mg / kg DM) were added in the diets. The trial consisted of five periods of 25 days. Ten crossbred goats (Anglo Nubian x no defined race), uncastrated, male, with an approximate age of 210 days and mean initial body weight of  $27.99 \pm 1.33$  kg were used. Intake of DM, nutrients and energy were similar for monensin (MON) and MPA diets. The MPA diet increased the intake of DM, OM, CP, EE, NFC, TDN and energy when compared to the diet without additive. In relation to the digestibility coefficients, there were similarities for DM, OM, NDF, CP, EE and TDN in the diets with MON and MPA ( $P > 0.05$ ). However, for NFC digestibility the MPA additive was higher than MON ( $P < 0.05$ ). There was no difference for urinary volume and plasma creatinine concentration among the additives diets and no additive diet ( $P > 0.05$ ). Differences were observed in the urinary excretion of creatinine between the diet with MPA and without additive ( $P < 0.05$ ). For the nitrogen balance, there was no difference between the additives diets ( $P > 0.05$ ). There was similarity in the urinary excretions of urea and urea nitrogen for both diets ( $P > 0.005$ ). The same occurred for microbial production and microbial efficiency. However, there were differences in plasma levels of urea and urea nitrogen between the additives diets ( $P < 0.05$ ), and also when compared to the diet without additive with the MPA diet ( $P < 0.05$ ). There was not effect ( $P > 0.05$ ) for volatile fatty acids (VFA) and methane ( $\text{CH}_4$ ) production between MPA diets with relation to MON. There was a difference in rumen  $\text{N-NH}_3$

concentration among the additives diets, with lower value for MON when compared to MPA ( $P < 0.05$ ). The diet with 27.6 mg / kg MPA DM increased the N-NH<sub>3</sub> concentration in relation to the control diet by 27.08%. For the quantification of the total population of ruminal protozoa and identification of genera, there was no difference between animals of the MON and MPA groups ( $P > 0.05$ ), except for the genus *Isotricha* spp. ( $P < 0.05$ ). The genus *Entodinium* spp. was dominant. The concentration of protozoa ranged from 1.28 to 2.61 x 10<sup>6</sup> / mL in the ruminal fluid. Regarding the protozoa classification (small, medium or large), there was a predominance of medium. Experiment 2: to evaluate the palatability, the design was arranged in a 4 x 4 quadruple latin square, with four diets (diets were the same as in experiment 1, but without monensin). In the preference evaluation the design was completely randomized with four diets. The experimental trial lasted 32 days. Eight adult male goats (Anglo Nubian x no defined race), uncastrated, with mean initial body weight of 46.92 ± 0.99 kg, were used. The MPA inclusion in the concentrate did not alter the food palatability. No differences were observed for the variables under analysis (Intake, leisure, DMI and ingestion rate), when compared to the diet without additive ( $P > 0.05$ ). Concentrates with MPA were preferred by goats. There was difference between the diet without additive and MPA ( $P < 0.05$ ). The adjustment was quadratic for this evaluation, with maximum point at 16.9 mg / kg DM. Both assays help to justify the MPA application to ruminant feed, as it is an alternative product, but it is necessary to evaluate its action on other segments in animal production.

**Keywords:** digestibility, intake, palatability, protozoa, ruminal manipulation

---

\* Adviser: Herymá Giovane de Oliveira Silva, D. Sc., UESB e Co-adviser: Mara Lúcia Albuquerque Pereira, D. Sc, UESB



# I – REFERÊNCIAL TEÓRICO

## 1.1 Introdução

A população humana até 2050 atingirá 9,6 bilhões a nível global (UN DESA, 2015). Nessa perspectiva, existirá uma demanda crescente por produtos de origem animal de alta qualidade, sendo necessário adotar medidas para maximizar a produção e manter a saúde animal (BROWN et al., 2016).

Nesse contexto, o uso de aditivos melhoradores de desempenho, como por exemplo, a monensina sódica tem se apresentado como uma estratégia, contribuindo para lucratividade da atividade com ruminantes. No entanto, tem sido discutido a aplicação dos aditivos melhoradores de desempenho na produção animal, devido à seleção de bactérias resistentes a antimicrobianos (LEE et al., 2004), representando risco à saúde pública (TAYLOR e PALMER, 2016). Assim, vários países vêm proibindo o emprego desses fármacos nos sistemas de produções com animais.

Nesse cenário, o movimento para eliminar os aditivos melhoradores de desempenho associado à demanda por proteína animal, abre caminho para o desenvolvimento de produtos alternativos que tenha ação semelhante ou superior aos existentes no mercado. A adoção de plantas ricas em metabólitos secundários, tem sido estudada em alimentos para animais (RIRA et al., 2015), como por exemplo, a *Prosopis juliflora*, leguminosa arbórea com ampla distribuição no Nordeste Brasileiro.

Obtendo, resultados potenciais na mitigação de metano *in vitro* visto que os alcaloides de *P. juliflora* desestabilizam de maneira seletiva as relações entre a população microbiana, bactérias fibrolíticas e metanogênicas (SANTOS et al., 2013), e melhoram o desempenho de ovinos confinados. No entanto, são necessários ensaios com outras espécies, e diferentes seguimentos (leite, reprodução, qualidade de carne) a fim de estabelecer os níveis adequados e não prejudiciais de utilização na alimentação de ruminantes.

O uso de alcaloides provenientes de *P. juliflora* como aditivo parece ser uma alternativa interessante, pois estes compostos são conhecidos pelos seus efeitos

nutricionais, que aumentam a disponibilidade de aminoácidos, efeitos estes comprovados pelo fato que seus princípios ativos bloqueiam a atividade de enzimas descarboxilases (descarboxilação de aminoácidos) presentes no lúmen intestinal, e conseqüentemente melhoram a retenção de proteína, resultando em melhor desempenho.

Todavia, além de apresentar ação semelhante na microbiota ruminal, é interessante que essas novas alternativas não modifiquem as características do alimento prejudicando o consumo. Dessa maneira, a compreensão dos mecanismos de ação dos produtos alternativos tem potencial para recuperar aspectos benéficos e sustentáveis da atividade pecuária.

## 1.2 REVISÃO DE LITERATURA

### 1.2.1 Algaroba “*Prosopis juliflora*”

A algarobeira gênero *Prosopis* (Figura 1), família Fabaceae é encontrada no Brasil principalmente na região nordeste, África, Austrália, Argentina, Índia, Havaí, Egito, Etiópia, Caribe, Camarões, América Central, Paquistão, Nigéria, Quênia, Paraguai, Peru, Peru-Ecuador, Espanha, Portugal, Senegal, Estados Unidos, Iêmen, Sri Lanka, Sudão e Uganda (TEWARI e MAJETI, 2016).

As espécies desse gênero são adaptadas a longos períodos de estiagem com baixo índice pluviométrico (150 a 700 mm). Podendo durante os primeiros anos interceptar água subterrânea ou de outras fontes. Além disso, por meio de suas folhas podem absorver umidade proveniente de orvalho ou chuvas leves (PASIECZNIK et al., 2001).

A *P. juliflora*, que aparece com maior regularidade, apresenta galhada armada com espinhos e caule convoluto. As flores são suavemente amarelas, as folhas bipinadas, os frutos possuem mesocarpo encurvado e o epicarpo duro com sementes, e adocicado (MWANGI e SWALLOW, 2008; PASIECZNIK et al., 2001). Têm crescimento acelerado, devido ao sistema radicular profundo (YODA et al., 2012). Com os cotilédones dobrados protegem as folhas novas, garantindo assim que as mudas

sobrevivam à seca (HENCIYA et al., 2016). Consegue se desenvolver em situações pouco favoráveis (solos salinos e rochosos). Sendo indicada para o reflorestamento de áreas assoladas (VALLEJO et al., 2012). Visto que sendo uma leguminosa fixa nitrogênio ao solo, possibilitando a reestruturação (VELARDE, FELKER e GARDINER, 2005).



**Figura 1.** Algarobeira (*Prosopis juliflora*) e vagens. Fonte: aprisconet.blogspot.com

As vagens de *P. juliflora* dispõem de relevante valor nutricional, apresentando proteínas, minerais (ferro e cálcio), fibras, lipídios e carboidratos. Seu teor de proteína variando de 7 a 11% (BIGNE et al., 2015). Devido às suas características nutricionais, há muitos anos tem se usufruído das vagens para alimentação animal e humana. E quando moídas servem de substrato para geleias, bebidas e outros fins culinários (dos SANTOS et al., 2013; CATTANEO et al., 2014).

Utilizadas na ração animal, as vagens de *P. juliflora* propiciam redução dos custos para o produtor. Se comparada aos alimentos tradicionais utilizados na alimentação animal, é um recurso de valor financeiro inferior. Além, das características nutricionais que permitem seu uso nas rações para animais, vale destacar que a árvore apresenta bom desenvolvimento nas regiões semiáridas, região onde poucas espécies conseguem se estabelecer (TEWARI e MAJETI, 2016). A produção de vagens por

árvore varia de 2 a 10,5 kg chegando a produzir 6 toneladas/hectare/ano ou mais (VALENCIA et al., 2007).

Quando a produção de vagens está reduzida, a madeira pode ser vendida, uma vez que é de alta qualidade (RODRIGUEZ et al., 2019). Todos os aspectos abordados demonstram que a cultura da *P. juliflora* tem forte potencial para geração de empregos e receita para o agricultor (LOPEZ-FRANCO et al., 2013). Isso permitiria que produtores melhorassem seus parâmetros econômicos e conseqüentemente a qualidade de vida (GUSMÃO et al., 2016).

Existe grande receio quanto aos recursos hídricos e sua aplicação na agricultura no Nordeste brasileiro. Sendo a qualidade e disponibilidade de água o principal entrave para a agricultura irrigada. A *P. juliflora* com todas as qualidades consegue se estabelecer e florescer com pouca água, além de resistir à salinidade do solo e da água (AL-SOQEER et al., 2017).

Diante das possibilidades de uso e da busca por alimentos alternativos para o Nordeste brasileiro a Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – UESB vem desenvolvendo pesquisas com as vagens da *P. juliflora* para alimentação animal desde 2007, tendo produzido diversos artigos, dissertações e teses com bovinos, caprinos, ovinos e conservação de forragem, obtendo resultados positivos como alimento e recentemente com o uso de seus metabólitos (Tabela 1 e 2).

### **1.2.2 Alcaloides**

Os alcaloides fazem parte do grupo de metabólitos secundários que apresentam nitrogênio em sua estrutura. Devido às qualidades medicinais tem despertado amplo interesse por pesquisadores. Apresentando variados e consideráveis efeitos fisiológicos sobre animais e humanos (JAMWAL et al., 2018). Isso se deve a diversidade estrutural de seus componentes biologicamente ativos (MOLOUDIZARGARI et al., 2013; ERHARUYIA et al., 2014).

**Tabela 1.** Pesquisas desenvolvidas utilizando a *Prosopis juliflora* na Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia.

Produto	Categoria	Resultados	Autor	Ano
Farelo vagem	Ovinos	Redução no preço final da dieta	REBOUÇAS	2007
Farelo vagem	Cabras	66,7% de substituição não altera produção de leite e apresenta maior margem bruta de lucro.	OLIVEIRA	2009
Farelo vagem	Ovinos	Rações com 30% de farelo e associado com ureia até 1,5% na MS total podem ser utilizados sem prejudicar consumo e parâmetros nutricionais.	ALVES	2009
Farelo vagem	Ovinos	Digestibilidade MS e PB superiores, maior eficiência de alimentação e ruminação.	ALMEIDA	2010
Farelo vagem	Cabras	Maior viabilidade bioeconômica para dietas de cabras lactantes.	SANTOS	2011
Farelo vagem	Cordeiros	Maior ganho médio diário com 30% substituição.	PEREIRA	2012
Farelo, vagem e amido	Cordeiros	Características <i>in vivo</i> e na carcaça não foram influenciadas pelas frações de algaroba.	PAULA	2012
Farelo vagem	Vacas	Menor excreção e concentração de ureia e N-ureico no leite, urina e sangue, melhor utilização da proteína no rúmen.	SILVA	2013
Farelo, vagem e amido	Cordeiros	Dietas contendo amido, farelo integral e vagem picada de algaroba na silagem com capim elefante aumentam a concentração de $\Omega 3$ na carne ovina, mas não alteram a razão $\Omega 6/\Omega 3$ .	CRUZ	2013
Farelo fino	Novilhas	Inclusão de 1,5% do farelo fino de algaroba na ração promoveu aumento no consumo de MS.	AGUIAR	2014
Vagem	Cordeiros	Maiores de compactidade de carcaça, costeleta, braço anterior e costela/fralda, cortes que aumentam o retorno econômico.	FARIAS	2014
Vagem	Cordeiros	Os músculos <i>Triceps brachii</i> e o <i>Semimembranosus</i> apresentaram valores superiores de matéria mineral para a adição de 40% de vagem de algaroba.	JUNQUEIRA	2014
Vagem	Cordeiros	Maiores teores de ácidos graxos hipocolesterolêmicos. Menores teores de ácidos graxos saturados, maiores teores de ácidos graxos insaturados com uma consequente relação AGI/AGS maior.	VIEIRA	2014
Farelo, vagem e amido	Cordeiros	Carne de boa qualidade e saudável para o consumo humano.	CRUZ	2015
Farelo vagem	Cordeiros	Máximos ganhos médios de pesos totais e diários em 48,99 e 48,65% de farelo. Redução do custo/kg.	SOUSA	2015
Vagem	Cordeiros	Maior coeficiente de digestibilidade aparente para CNF, com 40% de inclusão de algaroba.	BASTOS	2016
Farelo vagem	Cordeiros	Maior aproveitamento dos nutrientes, e melhor balanço de nitrogênio, como concentrado energético.	AYUB	2018

**Tabela 2.** Pesquisas desenvolvidas utilizando alcaloides piperidínicos de *Prosopis juliflora* na Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia.

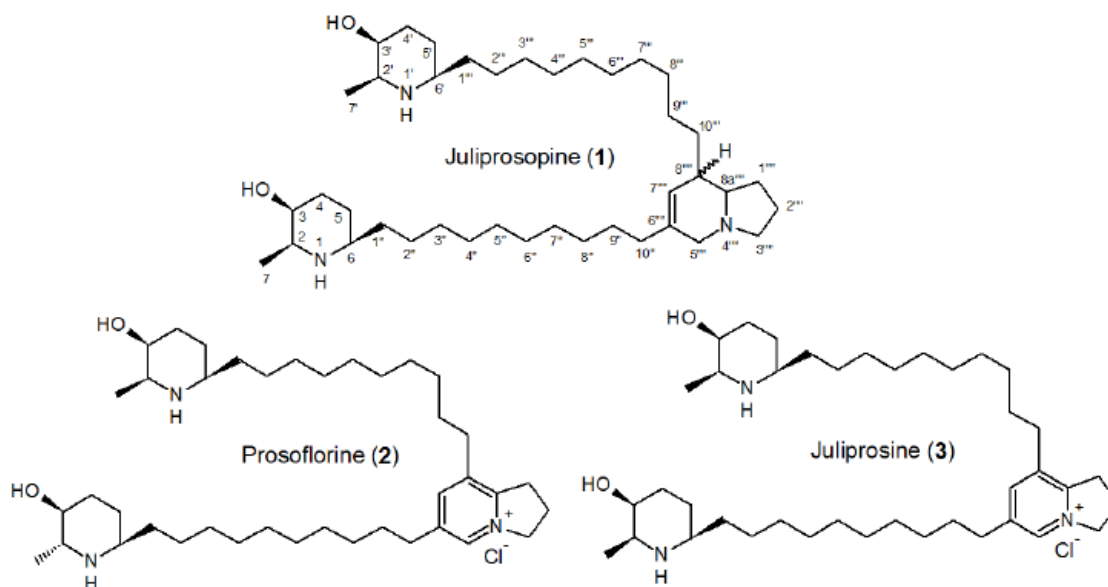
Categoria	Resultados	Autor	Ano
Ensaio <i>in vitro</i>	Os APA possuem princípio ativo com eficiência para seletividade da microbiota ruminal.	MOREIRA	2014
Cordeiros	A dieta com APA proporcionou melhor conversão alimentar de 4,61 kg/kg.	SANTOS	2016
Cordeiros	A adição de APA na dose de 9,2 mg kg <sup>-1</sup> MS da dieta promove maior peso corporal final em cordeiros durante o confinamento, devido ao aumento na eficiência de síntese microbiana.	SANTOS	2017
Caprinos	O N retido aumentou em função dos níveis de APA.	OLIVEIRA	2018
Cordeiros	A presença de APA gerou redução de 13,3% na produção de CH <sub>4</sub> . A adição de 27,8 mg/kg de APA reduziu as perdas de nitrogênio nas fezes (16%) e aumentou o N retido em 18%.	SOUSA	2018

Cerca de 12.000 compostos estão inseridos na família dos alcaloides, estes possuem baixo peso molecular (FACCHINI, 2001). A biossíntese de alcaloides está correlacionada à disponibilidade de alguns aminoácidos como triptofano, tirosina e lisina (TAIZ e ZEIGER, 2006; KHALIL, 2017). Os alcaloides estão presentes em torno de 20% das espécies vegetais (MEMELINK et al., 2001). A *P. juliflora* é uma dessas espécies com abundância nesses compostos. No entanto, os alcaloides existentes nessa planta são do tipo piperidina com estrutura complexa e natureza alcalina (CHOUDHARY et al., 2005).

Alcaloides deste grupo apresentam em sua estrutura um anel heterocíclico saturado, característica específica desse grupo (REYNOLDS, 2005). Eles são considerados compostos de defesa, em virtude de muitos alcaloides piperidínicos serem tóxicos (GREEN et al., 2012). A toxicidade tem sido associada à capacidade que os alcaloides piperidínicos apresentam de dessensibilizar receptores nicotínicos de acetilcolina (GREEN et al., 2010), inicialmente incitam os receptores, no entanto a permanência nos locais de ação inibem a condução de cátions (Na<sup>+</sup>, Ca<sup>2+</sup> e K<sup>+</sup>). De maneira que caso ocorra à ação na junção neuromuscular, os alcaloides produziram fasciculações instáveis no músculo esquelético que são rapidamente seguidas de paralisia, evoluindo para insuficiência respiratória (GREEN et al., 2012).

Os alcaloides de núcleo piperidínico identificados em *P. juliflora* são: juliprosopina, juliprosina, juliprosineno (TABOSA et al., 2000) e prosoflorina (dos SANTOS et al., 2013). A estrutura química desses compostos pode ser observada na figura 2. Singh e Verma (2016) avaliaram os efeitos tóxicos dos alcaloides da *P.*

*juliflora* em estudo de toxicidade aguda e subaguda em ratos. Os resultados comprovaram o caráter tóxico e associaram essa toxicidade com os alcaloides. O maior contribuinte para a toxicidade animal foi a juliprosopina, sendo esse o principal alcaloide da detectado. Os autores destacaram ainda, que existe sinergia entre os alcaloides, e que a mistura total dos alcaloides aponta maior toxicidade quando comparado às frações separadas.



**Figura 2.** Estrutura química da juliprosopina (1), prosopflorina (2) e juliprosina (3).  
Fonte: dos SANTOS et al. (2013).

Manifestações neurológicas foram observadas (hiperatividade, postura anormal, etc), enfatizando a ação no sistema nervoso. Entretanto, fatores físicos e comportamentais associados com testes químicos e histológicos, comprovaram a toxicidade em diferentes órgãos. O fígado e o rim, dois órgãos essenciais foram afetados desfavoravelmente pelos alcaloides, no fígado foi observada degeneração inicial nos hepatócitos com citoplasma granular, tendo estes duas a três vezes o tamanho dos hepatócitos adjacentes. O inchaço dos hepatócitos comprimiam as paredes sinusoidais hepáticas, reduzindo o fluxo sanguíneo nos sinusóides hepáticos. Em contrapartida nos rins foram observadas distorção e ruptura na micro anatomia do córtex renal, com aumento das células com citoplasma granular eosinofílico, as células epiteliais inchadas fecharam o lúmen dos túbulos. Além disso, foi observada conduta sexual anormal, denotando ação adversa dos alcaloides também nos órgãos sexuais. Constatou-se

intensa degeneração testicular e séria desorganização dos túbulos seminíferos, apontando morte celular (SINGH e VERMA, 2016).

Nesse aspecto, os alcaloides de *P. juliflora* também são vistos como causadores de alterações nas mitocôndrias dos neurônios dos núcleos centrais (MAIOLI et al., 2012; SILVA et al., 2013). Já que avaliações dos músculos masseter, bucinador e lingual por meio de histologia, mostraram diversos graus de atrofia. Essas evidências ajudam a esclarecer os distúrbios na mastigação e deglutição em animais contaminados. Em contrapartida, a atrofia muscular pode ser associada a distúrbios de inervação, uma vez que se constatou lesões nos núcleos dos nervos trigêmeo, hipoglosso e facial em bovinos (TABOSA et al., 2006; CÂMARA et al., 2009), caprinos (TABOSA et al., 2000) e ovinos (ALMEIDA et al., 2017) que ingeriram como única, ou predominantemente como fonte alimentar a *P. juliflora*.

A *P. juliflora* deve ser vista como um complemento nutricional para os animais na região Nordeste Brasileira. Os pecuaristas devem ser esclarecidos sobre os níveis seguros de utilização, com o intuito de minimizar sua ação tóxica nos animais. Dessa forma, são necessários estudos de toxicidade em longo prazo, com o intuito de excluir possíveis efeitos em menores concentrações aplicadas por longos períodos (SINGH e VERMA, 2016).

### **1.2.3 Aditivos melhoradores de desempenho**

Em torno de 70% dos gastos na produção de ruminantes é associado à alimentação, e por isso, aprimorar a capacidade de conversão alimentar promove resultados lucrativos na atividade. A adoção de aditivos em dietas permite maximizar a eficiência da produção e saúde animal (BACH, 2012).

Em dietas de terminação, a monensina tem sido o aditivo com uso mais frequente (SAMUELSON et al., 2016) melhorando a associação crescimento/alimentação (ELLIS et al., 2012), ao modificar a fermentação ruminal (BUTAYE et al., 2003). Os ionóforos carboxílicos, grupo ao qual a monensina está inserida são caracterizados por formar complexos catiônicos ( $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ) aumentando o transporte através das membranas lipídicas bimoleculares (MOLLENHAUER et al., 1990). São capazes de diminuir as perdas de energia e



proteína no rúmen atuando com transporte de cátions em um gradiente de concentração (PAGE, 2003).

A monensina apresenta seletividade para  $\text{Na}^+$ , ligando-o fora da célula e conduzindo-o para o interior, e produzindo concentrações elevadas desse cátion intracelularmente. O aumento do  $\text{Na}^+$  é equilibrado pela saída de  $\text{K}^+$ , mas a essa saída é lenta, ocasionando aumento de prótons ( $\text{H}^+$ ) e resultando em alcalose intracelular (NOVILLA, 2018). No ambiente ruminal, a monensina altera a sinergia funcional dos microrganismos, diminuindo os substratos disponíveis ao inibir microrganismos específicos (SCHAREN et al., 2017).

Do mesmo modo, a monensina promove redução de bactérias Gram-positivas, elevando as Gram-negativas (MORSY et al., 2015; SCHAREN et al., 2017). Essa alteração é relevante para os ruminantes, já que as bactérias Gram-positivas são associadas à produção de hidrogênio, lactato, metano e amônia (RUSSELL e STROBEL, 1989).

O uso da monensina reduz o consumo de ração, melhora produção leiteira (DUFFIELD et al., 2008a) e ganho de peso (DUFFIELD et al., 2012), e tem ação positiva sobre a saúde, melhorando o metabolismo de nitrogênio e energia (RUSSELL e STROBEL, 1989). Esse ionóforo é também um anticoccidiano, inibindo fungos e protozoários (DUFFIELD et al., 2008b; RUSSELL e STROBEL, 1989). A seleção de bactérias Gram-negativas eleva os níveis de propionato e em contrapartida acetato, butirato e hidrogênio são reduzidos (ODONGO et al., 2007; JOHNSON et al., 2009).

Vale ressaltar, que além dos potenciais benefícios destacados com a utilização da monensina, e outros ionóforos na alimentação de ruminantes tem sido relevante para redução da produção de metano enterico. A produção de metano nos ruminantes implica em déficit (2 a 15%) na energia proveniente da alimentação (van NEVEL e DEMEYER, 1996; HESS et al., 2004). Dessa maneira, a perda energética de metano reduz a conversão da ração, em produção. Logo, reduzir a emissão de metano dos ruminantes é interessante não só para proteção do meio ambiente, mas para a longevidade e desenvolvimento sustentável da atividade pecuária (HUHTANEN et al., 2015; PICKERING et al., 2015).

Alterações nas dietas com elevação do nível de amido é a maneira típica pela qual tem se conseguido diminuir o metano ruminal (BENCHAAR et al., 2013; DE NARDI et al., 2016), bem como o uso de aditivos alimentares (ASANUMA et al., 2015;

GUYADER et al., 2015) e escolha genética de animais superiores (KNAPP et al., 2014; PINARES-PATIÑO et al., 2013). É importante salientar que a monensina é tóxica para os animais e a ação inibitória da metanogênese ruminal é provisória (ZHANG et al., 2018).

#### 1.2.4 Aditivos melhoradores de desempenho alternativos

Com o intuito de monitorar a resistência aos antimicrobianos, a utilização corriqueira de ionóforos como agentes melhoradores de desempenho foi proibida pela União Europeia em 2006 (LLONCH et al., 2017). Uma vez que, o uso desses fármacos apresenta potencialidade para seleção de resistência antimicrobiana em bactérias patogênicas de humanos (AARESTRUP et al., 2008), comprometendo a efetividade do tratamento com agentes antimicrobianos na medicina humana e veterinária (CASEWELL et al., 2003).

O empenho global para banir o uso de aditivos melhoradores de desempenho associado à demanda crescente por proteína animal abre caminho para busca de produtos alternativos (BROWN et al., 2016).

Nesse contexto, tem se avaliado probióticos, prebióticos, peptídeos antimicrobianos e extratos naturais (SALIM et al., 2013; ROSTAMI et al., 2015). A adoção de extratos naturais ricos em compostos secundários provenientes de diferentes plantas tem sido uma estratégia para produção animal (RIRA et al., 2015).

Estudo avaliando o efeito do extrato metanólico do fruto de *P. juliflora*, no cultivo *in vitro* de larvas de nematódeos gastrintestinas em caprinos, indicou diminuição significativa no número de larvas infectantes de diferentes gêneros utilizando esse extrato metanólico (BATATINHA et al., 2011).

A ação antimicrobiana dos alcaloides piperidínicos de *P. juliflora* foi avaliada, constatado que na fração ativa existe predomínio de juliprosopina, sendo o principal responsável pela ação antibacteriana das vagens, folha e flor. Ao comparar a área de inibição dos alcaloides com antimicrobianos convencionais, verificou-se similaridade. O resultado mostrou que *E.coli*, *P.putida*, *B. cereus*, *Klebsiella* sp., *S.aureus*, *Salmonella* sp., *Acinetobacter* sp. e *Alcaligen* sp., são suscetíveis. Constatando-se, que as características biocidas foram semelhantes aos ionóforos, ligando-se a membrana

celular dos protozoários, bactérias e favorecendo o transporte de cátions pela membrana (SINGH et al., 2011).

Os alcaloides piperidínicos de *P. juliflora* possuem dupla polaridade, apresentando longas cadeias de carbono e a polar devido aos anéis indólicos e heterocíclicos que confere aos alcaloides atributos anfotéricos, sendo essas características responsáveis pela ação perturbadora da membrana celular, desencadeando em morte celular, por modificar o transporte de íons. Apresentam atividade citotóxica desencadeada pelo bloqueio dos canais de cálcio na membrana celular, caracterizando particularidade de ionóforo (CHOURDARY et al., 2005).

Na célula eucariota, o íon cálcio apresenta-se como mensageiro versátil, pois regula vários processos celulares como: metabolismo, motilidade, transporte, ciclo celular e expressão gênica (PERMYAKOV e KRETSINGER, 2009). Alterações nesse íon são analisadas e decodificadas por proteínas de ligação  $\text{Ca}^{2+}$  que atuam como sensores de cálcio  $\text{Ca}^{2+}$  (HASHIMOTO e KUDLA, 2011). A avaliação da função do cálcio em células eucariotas já apresentam bons resultados. No entanto, seu papel nas células procariotas ainda é pouco relatado. Ainda assim, relatórios tem demonstrado que as bactérias são capazes de realizar equilíbrio intracelular de cálcio (KNIGHT et al., 1991; HERBAUD et al., 1998). E que a expressão de vários genes é determinada por alterações no cálcio, de acordo elevação do cálcio externo (NASEEM et al., 2009; PATRAUCHAN et al., 2007).

As proteínas de ligação ao cálcio procarióticas possuem grande diversidade estrutural, cuja ligação com o cálcio pode desencadear diferentes reações moleculares, como por exemplo, estabilização da estrutura. Sendo que a afinidade das proteínas pelo cálcio que ditarão a força dessa modificação. Nessa perspectiva, as características estruturais das proteínas de ligação ao cálcio procarióticas indicam que poderiam funcionar como sensores, transdutores de sinal, tampões ou desencadear papel regulatório ou estrutural (DOMINGUEZ et al., 2015).

### 1.3 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AARESTRUP, F.M.; WEGENER, H.C.; COLLIGNON, P. Resistance in bacteria of the food chain: epidemiology and control strategies. **Expert Review of Anti-infective Therapy**. v.6, n.5, p.733–750, 2008.

AGUIAR, Luzyanne Varjão. **Aditivo palatilizante e aglomerante elaborado com vagem de algaroba (*Prosopis juliflora* (sw.) DC) para alimentação animal**. 2014. 98 p. Tese (Doutorado em Zootecnia – Produção de ruminantes) – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Itapetinga, 2014.

ALMEIDA, Paulo José Presídio. **Suplementação para ovinos em pastejo na época seca**. 2010. 75 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia – Produção de ruminantes) – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Itapetinga, 2010.

ALMEIDA, V.M.; ROCHA, B.P.; PFISTER, J.A.; MEDEIROS, R.M.; RIET-CORREA, F.; CHAVES, H.A.; SILVA FILHO, G.B.; MENDONÇA, F.S. Spontaneous poisoning by *Prosopis juliflora* (Leguminosae) in sheep. **Pesquisa Veterinária Brasileira**. v.37, p.110-114, 2017.

AL-SOQEER, A.A.; ALSUBAIE, Q.D.; MOTAWEI, M.I.; MOUSA, H.M.; ABDEL-SALAM, A.M. Isolation and identification of allergens and biogenic amines of *Prosopis juliflora* genotypes. **Electronic Journal of Biotechnology**. v.30, p.24-32, 2017.

ALVES, Evanilton Moura. **Farelo da vagem de algaroba associado a níveis de ureia na alimentação de ovinos**. 2009. 58 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia – Produção de ruminantes) – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Itapetinga, 2009.

ASANUMA, N.; YOKOYAMA, S.; HINO, T. Effects of nitrate addition to a diet on fermentation and microbial populations in the rumen of goats, with special reference to *Selenomonas ruminantium* having the ability to reduce nitrate and nitrite. **Animal Science Journal**. v.86, n.4, p.378–384, 2015.

AYUB, Bruna Rayet. **Avaliação nutricional e valor energético de alimentos para cordeiros**. 2018. 190 p. Tese (Doutorado em Zootecnia – Produção de ruminantes) – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Itapetinga, 2018.

BACH, A. 2012. Key indicators for measuring dairy cow performance. In: BEEVER, H.P.S.M.a.D. (Ed.), **Proceedings of the FAO Symposium: Optimization of feed use efficiency in ruminant production systems**. FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS and ASIAN-AUSTRALASIAN ASSOCIATION OF ANIMAL PRODUCTION SOCIETIES, Bangkok, Thailand, 2012, p.33-44.

BASTOS, Milena Patrícia Viana. **Feno de capim Tifton associado à vagem de algarobeira ou palma forrageira na alimentação de cordeiros**. 2016. 61 p. Tese (Doutorado em Zootecnia – Produção de ruminantes) – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Itapetinga, 2016.

BATATINHA, M. J. M.; ALMEIDA, G. N.; DOMINGUES, L. F.; SIMAS, M. M. S.; BOTURA, M. B.; CRUZ, A. C. F. G.; ALMEIDA, M. A. O. Efeitos dos extratos aquoso e metanólico de algaroba sobre culturas de larvas de nematodeos gastrintestinais de caprinos. **Ciência Animal Brasileira**. v.12, n.3, p. 514-519, 2011.

BENCHAAR, C.; HASSANAT, F.; GERVAIS, R.; CHOUINARD, P.Y.; JULIEN, C.; PETIT, H.V.; MASSÉ, D.I. Effects of increasing amounts of corn dried distillers grains with solubles in dairy cow diets on methane production, ruminal fermentation, digestion, N balance, and milk production. **Journal of Dairy Science**. v.96, n.4, p.2413–2427, 2013.

BIGNE, F.; PUPPO, M.C.; FERRERO, C. Rheological and microstructure characterization of composite dough with wheat and mesquite (*Prosopis* spp) flours. **International Journal of Food Properties**. v.19, p.243-256, 2015.

BROWN, K.; UWIERA, R.R.E.; KALMOKOFF, M.L.; BROOKS, S.P.J.; INGLIS, G.D. Antimicrobial growth promoter use in livestock: a requirement to understand their modes of action to develop effective alternatives. **International Journal of Antimicrobial Agents**. v.49, n.1, p.12-24, 2016.

BUTAYE, P.; DEVRIESE, L.A.; HAESEBROUCK, F. Antimicrobial Growth Promoters Used in Animal Feed: Effects of Less Well Known Antibiotics on Gram-Positive Bacteria. **Clinical Microbiology Reviews**. v.16, n.2, p.175-188, 2003.

CÂMARA, A.C.L.; COSTA, N.A.; RIET-CORREA, F.; AFONSO, J.A.B.; DANTAS, A.F.M.; MENDONÇA, C.L.; SOUZA, M.I. Intoxicação espontânea por vagens de *Prosopis juliflora* (Leg. Mimosoideae) em bovinos em Pernambuco. **Pesquisa Veterinária Brasileira**. v.29, p.233-240, 2009.

CASEWELL, M.; FRIIS, C.; MARCO, E.; MCMULLIN, P.; PHILLIPS, I. The European ban on growth-promoting antibiotics and emerging consequences for human and animal health. **The Journal of Antimicrobial Chemotherapy**. v.52, n.2, p.159–61, 2003.

CATTANEO, F.; SAYAGO, J.; ALBERTO, M. R.; ZAMPINI, I. C.; ORDOÑEZ, R. M.; CHAMORRO, V.; PAZOS, A.; ISLA, M. I. Anti-inflammatory and antioxidant activities, functional properties and mutagenicity studies of protein and protein hydrolysate obtained from *Prosopis alba* seed flour. **Food Chemistry**. v.161, p.391–399, 2014.

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-RAHMAN; GILANI, ANWAR-UL-HASSAN.; AHMAD, V.U. Juliflorine: A potent natural peripheral anionic-site-binding inhibitor of acetylcholinesterase with calcium-channel blocking potential, a leading candidate for Alzheimer's disease

therapy. **Biochemical and Biophysical Research Communications**, v.332, p.1171–1179, 2005.

CRUZ, Braulio Crisanto Carvalho da. **Caracterização Físico-Química e composição química do Semimembranosus e Tríceps brachii de cordeiros Dorper x Santa Inês alimentados com diferentes componentes da algaroba**. 2015. 110 p. Tese (Doutorado em Zootecnia – Produção de ruminantes) – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Itapetinga, 2015.

CRUZ, Christian Albert Carvalho da. **Estudo do *Longissimus lumborum* e *Biceps femoris* de cordeiros alimentados com diferentes componentes da algaroba**. 2013. 128 p. Tese (Doutorado em Zootecnia – Produção de ruminantes) – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Itapetinga, 2013.

de NARDI, R.; MARCHESINI, G.; LI, S.; KHAFIPOUR, E.; PLAIZIER, K.J.; GIANESELLA, M.; RICCI, R.; ANDRIGHETTO, I.; SEGATO, S. Metagenomic analysis of rumen microbial population in dairy heifers fed a high grain diet supplemented with dicarboxylic acids or polyphenols. **BMC Veterinary Research**. v.12, n.1, p.12-29, 2016.

DOMÍNGUEZ, D.C.; GURAGAIN, M.; PATRAUCHAN, M. Calcium binding proteins and calcium signaling in prokaryotes. **Cell Calcium**. v.57, n.3, p.151-165, 2015.

dos SANTOS, E.T.; PEREIRA, M.L.A.; da SILVA, C.F.P.G.; SOUZA-NETA, L.C.; GERIS, R.; MARTINS, D.; 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**. v.14, n.4, p.8496–8516, 2013.

DUFFIELD, T.F.; MERRILL, 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**. v.90, n.12, p.4583-4592, 2012.

DUFFIELD, T.F.; RABIEE, A.R.; LEAN, I.J. A meta-analysis of the impact of monensin in lactating dairy cattle. Part 1. Metabolic effects. **Journal of Dairy Science**. v.91, n.4, p.1334-1346, 2008a.

DUFFIELD, T.F.; RABIEE, A.R.; LEAN, I.J. A meta-analysis of the impact of monensin in lactating dairy cattle. Part 2. Production effects. **Journal of Dairy Science**. v.91, n.4, p.1347-1360, 2008b.

ELLIS, J.L.; DIJKSTRA, J.; BANNINK, A.; KEBREAB, E.; HOOK, S.E.; ARCHIBEQUE, S.; FRANCE, J. Quantifying the effect of monensin dose on the rumen volatile fatty acid profile in high-grain-fed beef cattle. **Journal of Animal Science**. v.90, n.8, p.2717-2726, 2012.

ERHARUYIA, O.; FALODUNA, A.; LANGER, P. Medicinal uses, phytochemistry and pharmacology of *Picralima nitida* (Apocynaceae) in tropical diseases: A review. **Asian Pacific Journal of Tropical Medicine**. v.7, p.1-8, 2014.

FACCHINI, P.J. Alkaloid biosynthesis in plants: biochemistry, cell biology, molecular regulation, and metabolic engineering applications. **Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology**. v.52, n.1, p.29–66, 2001.

FARIAS, Thon Jovita. **Características de carcaça e não carcaça de cordeiros Dorper x Santa Inês alimentados com palma forrageira ou vagem de algaroba**. 2014. 66 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia – Produção de ruminantes) – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Itapetinga, 2014.

GREEN, B.T.; LEE, S.T.; PANTER, K.E.; BROWN, D.R. Piperidine alkaloids: human and food animal teratogens. **Food and Chemical Toxicology**. v.50, p.2049–2055, 2012.

GREEN, B.T.; LEE, S.T.; PANTER, K.E.; WELCH, K.D.; COOK, D.; PFISTER, J.A.; KEM, W.R. Actions of piperidine alkaloid teratogens at fetal nicotinic acetylcholine receptors. **Neurotoxicol Teratol**. v.32, p.383–390, 2010.

GUSMÃO, R.P.; CAVALCANTI-MATA, M.E.R.M.; DUARTE, M.E.M.; GUSMÃO, T.A.S. Particle size, morphological, rheological, physicochemical characterization and designation of minerals in mesquite flour (*Prosopis juliflora*). **Journal of Cereal Science**. v.69, p.119-124, 2016.

GUYADER, J.; EUGENE, M.; DOREAU, M.; MORGAVI, M.; GERARD, C.; LONCKE, C.; MARTIN, C. Nitrate but not tea saponin feed additives decreased enteric methane emissions in nonlactating cows. **Journal of Animal Science**. v.93, n.11, p.5367–5377, 2015.

HASHIMOTO, K.; KUDLA, J. Calcium decoding mechanisms in plants. **Biochimie**. v.93, n.12, p.2054–2059, 2011.

HENCIYA, S.; SETURAMAN, P.; JAMES, A.R.; TSAI, Y.H.; NIKAM, R.; WU, Y.C.; DAHMS, H.U.; CHANG, F.R. Biopharmaceutical potentials of *Prosopis* spp. (Mimosaceae, Leguminosa). **Journal of Food and Drug Analysis**. v.25, n.1, p.187-196, 2016.

HERBAUD, M.L.; GUISEPPI, A.; DENIZOT, F.; HAIECH, J.; KILHOFFER, M.C. Calcium signalling in *Bacillus subtilis*. **Biochimica et Biophysica Acta**. v.1448, n.2, p.212–226, 1998.

HESS, H.D.; BEURET, R.A.; LOTSCHER, M.; HINDRICHSEN, I.K.; MACHMULLER, A.; CARULLA, J.E.; LASCANO, C.E.; KREUZER, M. Ruminal fermentation, methanogenesis and nitrogen utilization of sheep receiving tropical grass hay–concentrate diets offered with *Sapindus saponaria* fruits and *Cratylia argentea* foliage. **Animal Science**. v.79, n.1, p.177–189, 2004.

HUHTANEN, P.; CABEZAS-GARCIA, E.H.; UTSUMI, S.; ZIMMERMAN, S. Comparison of methods to determine methane emissions from dairy cows in farm conditions. **Journal of Dairy Science**. v.98, p.3394–3409, 2015.

JAMWAL, K.; BHATTACHARYA, S.; PURI, S. Plant growth regulator mediated consequences of secondary metabolites in medicinal plants. **Journal of Applied Research on Medicinal and Aromatic Plants**. v.9, p.26-38, 2018.

JOHNSON, M.C.; DEVINE, A.A.; ELLIS, J.C.; GRUNDEN, A.M.; FELLNER, V. Effects of antibiotics and oil on microbial profiles and fermentation in mixed cultures of ruminal microorganisms, **Journal of Dairy Science**. v.92, n.9, p.4467-4480, 2009.

JUNQUEIRA, Rodrigo Soares. **Parâmetros físico-químicos e composição centesimal dos músculos de cordeiros Dorper x Santa Inês alimentados com vagem de algaroba ou palma forrageira**. 2014. 70 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia – Produção de ruminantes) – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Itapetinga, 2014.

KHALIL, A. Role of biotechnology in alkaloids production. In: NAEEM, M.; AFTAB, T.; KHAN, M.M.A. (Eds.), **Catharanthus roseus: Current Research and Future Prospects**. Springer International Publishing, Cham, 2017. p.59–70.

KNAPP, J.R.; LAUR, G.L.; VADAS, P.A.; WEISS, W.P.; TRICARICO, J.M. Invited review: Enteric methane in dairy cattle production: Quantifying the opportunities and impact of reducing emissions. **Journal of Dairy Science**. v.97, n.6, p.3231-3261, 2014.

KNIGHT, M.R.; CAMPBELL, A.K.; S.M. SMITH, S.M.; TREWAVAS, A.J. Recombinant aequorin as a probe for cytosolic free Ca<sup>2+</sup> in *Escherichia coli*. **FEBS Lett**. v.282, p.405–408, 1991.

LEE, K.W.; EVERTS, H.; BEYNEN, A.C. Essential oils in broiler nutrition. **International Journal of Poultry Science**, v.3, p.738-752, 2004.

LLONCH, P.; HASKELL, M.J.; DEWHURST, R.J.; TURNER, S.P. Current available strategies to mitigate greenhouse gas emissions in livestock systems: an animal welfare perspective. **Animal: an International Journal of Animal Bioscience**. v.11, n.2, p.274-284, 2017.

LÓPEZ-FRANCO, Y.L.; CERVANTES-MONTAÑO, C.I.; MARTÍNEZ-ROBINSON, K.G.; LIZARDI-MENDOZA, J.; ROBLES-OZUNA, L.E. Physicochemical characterization and functional properties of galactomannans from mesquite seeds (*Prosopis* spp.). **Food Hydrocolloids**. v.30, p.656-660, 2013.

MAIOLI, M.A.; LEMOS, D.E.C.V.; GUELF, M.; MEDEIROS, H.C.D.; RIET-CORREA, F.; MEDEIROS, R.M.T.; BARBOSA-FILHO, J.M.; MINGATTO, F.E. Mechanism for the uncoupling of oxidative phosphorylation by juliprosopine on rat brain mitochondria. **Toxicon**. v.60, p.1355-1362, 2012.

MEMELINK, J.; VERPOORTE, R.; KIJNE, J.W. ORCAnization of jasmonate-responsive gene expression in alkaloid metabolism. **Trends in Plant Science**. v.6, n.5, p.212-219, 2001.

MOLLENHAUER, H.H.; MORRE, D.J.; ROWE, R.D. Alteration of intracellular traffic by monensin: mechanism, specificity and relationship to toxicity. **Biochimica et Biophysica Acta**. v.1031, n.2, p.225-246, 1990.

MOLOUDIZARGARI, M.; MIKAILI, P.; AGHAJANSHAKERI, S.; ASGHARI, H.M.; SHAYEGH, J. Pharmacological and therapeutic effects of *Peganum harmala* and its main alkaloids. **Pharmacognosy Reviews**. v.7, p.199-2012, 2013.



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

MORSY, A.S.; SOLTAN, Y.A.; SALLAM, S.M.A.; KREUZER, M.; ALENCAR, S.M.; ABDALLA, A.L. Comparison of the *in vitro* efficiency of supplementary bee propolis extracts of different origin in enhancing the ruminal degradability of organic matter and mitigating the formation of methane. **Animal Feed Science and Technology**. v.199, p.51–60, 2015.

MWANGI, E.; SWALLOW, B. *Prosopis juliflora* invasion and rural livelihoods in the lake Baringo area of Kenya. **Conservation & Society**, v.6, n.2, p.130-140, 2008.

NASEEM, R.; WANN, K.T.; HOLLAND, I.B.; CAMPBELL, A.K. ATP regulates calcium efflux and growth in *E. coli*. **Journal of Molecular Biology**. v. 391, n.1, p.42–56, 2009.

NOVILLA, M.N. Ionophores. In: **Veterinary Toxicology** (3ed.), Basic and Clinical Principles. Academic Press, 2018, p.1073-1092.

ODONGO, N.E.; BAGG, R.; VESSIE, G.; DICK, P.; OR-RASHID, M.M.; HOOK, S.E.; GRAY, J.T.; KEBREAB, E.; FRANCE, J.; MCBRIDE, B.W. Long-term effects of feeding monensin on methane production in lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**. v.90, n.4, p.1781-1788, 2007.

OLIVEIRA, Ana Rosa Alves de. **Alcaloides piperidínicos de algaroba como aditivo nutricional para caprinos**. 2018. 68 p. Tese (Doutorado em Zootecnia – Produção de ruminantes) – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Itapetinga, 2018.

OLIVEIRA, Carlos Alberto Santana de. **Farelo da vagem de algaroba em substituição ao milho grão moído em dietas para cabras em lactação**. 2009. 52 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia – Produção de ruminantes) – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Itapetinga, 2009.

PAGE, S.W. *The Role of Enteric Antibiotics in Livestock Production: A Review of Published Literature*. Canberra, ACT, Australia: Avcare Limited, 2003.

PASIECZNIK, N.M.; FELKER, P.; HARRIS, P.J.C.; HARSH, L.N.; CRUZ, G.; TEWARI, J.C.; MALDONADO, L.J. **The *Prosopis juliflora* e *Prosopis pallida* complex: a monograph**. HDRA, Coventry, UK. 2001. 172p.

PATRAUCHAN, M.A.; SARKISOVA, S.A.; FRANKLIN, M.J. Strain-specific proteomes of *Pseudomonas aeruginosa* to biofilm-associated growth and tocalcium. **Microbiology**. v.153, p.3838–3851, 2007.

PAULA, Thiara Jacira Vicuna Mendes Oliveira de. **Biometria de cordeiros Dorper x Santa Inês alimentados com diferentes frações de algaroba**. 2012. 39 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia – Produção de ruminantes) – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Itapetinga, 2012.

PEREIRA, Taiala Cristina de Jesus. **Substituição do milho pelo farelo de algaroba em dietas peletizadas para cordeiros**. 2012. 72 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia – Produção de ruminantes) – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Itapetinga, 2012.

PERMYAKOV, E.A.; KRETSINGER, R.H. Cell signaling, beyond cytosolic calcium in eukaryotes, **Journal of Inorganic Biochemistry**. v.103, p.77–86, 2009.

PICKERING, N.K.; ODDY, V.H.; BASARAB, J.; CAMMACK, K.; HAYES, B.; HEGARTY, R.S.; LASSEN, J.; MCEWAN, J.C.; MILLER, S.; PINARES-PATIÑO, C.S.; HAAS, Y.de. Animal board invited review: genetic possibilities to reduce enteric methane emissions from ruminants. **Animal: an International Journal of Animal Bioscience**. v.9, n.9, p.1431-1440, 2015.

PINARES-PATIÑO, C.S.; HICKEY, S.M.; YOUNG, E.A.; DODDS, K.G.; MACLEAN, S.; MOLANO, G.; SANDOVAL, E.; KJESTRUP, H.; HARLAND, R.; HUNT, C.; PICKERING, N.K.; MCEWAN, J.C. Heritability estimates of methane emissions from sheep. **Animal: an International Journal of Animal Bioscience**. v.7, n.2, p.316–321, 2013.

REBOUÇAS, Gesiane Moura Neves. **Farelo de vagem de algaroba na alimentação de ovinos Santa Inês**. 2007. 44 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia – Produção de ruminantes) – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Itapetinga, 2007.

REYNOLDS, T. Hemlock alkaloids from Socrates to poison aloes. **Phytochemistry**. v.66, p.1399–1406, 2005.

RIRA, M.; CHENTLI, A.; BOUFENERAB, S.; BOUSSEBOUAA, H. Effects of plants containing secondary metabolites on ruminal methanogenesis of sheep *in vitro*. **Energy Procedia**. v.74, p.15-24, 2015.

RODRIGUEZ, I.F.; PÉREZ, M.J.; CATTANEO, F.; ZAMPINI, I.C.; CUELLO, A.S.; MERCADO, M.I.; PONESSA, G.; ISLA, M.I. Morphological, histological, chemical and functional characterization of *Prosopis alba* flours of different particle sizes. **Food Chemistry**. v.274, p.583-591, 2019.

ROSTAMI, F.; GHASEMI, H.A.; TAHERPOUR, K. Effect of *Scrophularia striata* and *Ferulago angulata*, as alternatives to virginiamycin, on growth performance, intestinal microbial population, immune response, and blood constituents of broiler chickens. **Poultry Science**. v.94, n.9, p.2202–9, 2015.

RUSSELL, J.B.; STROBEL, H.J. Effect of ionophores on ruminal fermentation. **Applied and Environmental Microbiology**. v.55, n.1, p.1–6, 1989.

SALIM, H.M.; KANG, H.K.; AKTER, N.; KIM, D.W.; KIM, J.H.; KIM, M.J.; NA, J.C.; JONG, H.B.; CHOI, H.C.; SUH, O.S.; KIM, W.K. Supplementation of direct-fed microbials as an alternative to antibiotic on growth performance, immune response, cecal microbial population, and ileal morphology of broiler chickens. **Poultry Science**. v.92, n.8, p.2084–90, 2013.

SAMUELSON, K.L.; HUBBERT, M.E.; GALYEAN, M.L.; LOEST, C.A. Nutritional recommendations of feedlot consulting nutritionists: The 2015 New Mexico State and Texas Tech University survey. **Journal of Animal Science**. v.94, n.6, p.2648-2663, 2016.

SANTOS, Alana Batista dos. **Farelo da vagem de algaroba associado a fontes proteicas em dietas de cabras lactantes**. 2011. 91 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia – Produção de ruminantes) – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Itapetinga, 2011.

SANTOS, E.; PEREIRA, M. L. A.; DA 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* 23 ruminal digestion. **International Journal of Molecular Sciences** (Online), v.14, p. 8496-8516, 2013.

SANTOS, Edileusa de Jesus dos. **Extrato alcaloídico foliar e farelo de algaroba como aditivos em dietas para cordeiros**. 2016. 95 p. Tese (Doutorado em Zootecnia – Produção de ruminantes) – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Itapetinga, 2016.

SANTOS, Josivânia Rodrigues de Araújo. **Extrato alcaloídico da farinha de vagens integrais de algarobeiras em dietas para cordeiros confinados**. 2017. 77p. Tese (Doutorado em Zootecnia – Produção de ruminantes) – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Itapetinga, 2017.

SCHÄREN, M.; DRONG, C.; KIRI, K.; RIEDE, S.; GARDENER, M.; MEYER, U.; HUMMEL, J.; URICH, T.; BREVES, G.; DÄNICKE, S. Differential effects of monensin and a blend of essential oils on rumen microbiota composition of transition dairy cows. **Journal of Dairy Science**. v.100, n.4, p.2765–2783, 2017.

SILVA, Camilla Flávia Portela Gomes da. **Silagem de sorgo com alto e baixo tanino e farelo de algaroba na alimentação de vacas leiteiras**. 2013. 94 p. Tese (Doutorado em Zootecnia – Produção de ruminantes) – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Itapetinga, 2013.

SILVA, V.D.A.; PITANGA, B.P.S.; NASCIMENTO, R.P.; SOUZA, C.S.; COELHO, P.L.C.; MENEZES-FILHO, N.; SILVA, A.M.M.; COSTA, M.F.D.; EL-BACHAÏ, R.S.; VELOZO, E.S.; COSTA, S.L. Juliprosopine and Juliprosine from *Prosopis juliflora* Leaves Induce Mitochondrial Damage and Cytoplasmic Vacuolation on Cocultured Glial Cells and Neurons. **Chemical Research in Toxicology**. v.26, p.1810-1820, 2013.

SINGH, S.; SWAPNIL, S.KV. Antibacterial properties of Alkaloid rich fractions obtained from various parts of *Prosopis juliflora*. **International Journal of Pharma Sciences and Research**. v.2, n.3, p.114-120, 2011.

SINGH, S.; VERMA, S.K. Synergistic effects of the alkaloids of *Prosopis juliflora*, causing multiple organ toxicity in mouse model. **Journal of Biologically Active Products from Nature**. v.6, n.4, p.323-336, 2016.

SOUSA, Larisse Borges. **Alcaloides piperidínicos de *Prosopis juliflora* como aditivo nutricional para cordeiros**. 2018. 57 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia – Produção de ruminantes) – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Itapetinga, 2018.

SOUSA, Leandro Borges. **Suplementos contendo farelo de algaroba para cordeiros recriados em pastejo diferido de capim urocloa e terminados em confinamento**. 2015. 62 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia – Produção de ruminantes) – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Itapetinga, 2015.

TABOSA, I.M.; SOUZA, J.C.A.; BARBOSA-FILHO, J.M.; ALMEIDA, R.N.; GRAÇA, D.L.; RIET-CORREA, F. Neuronal vacuolation of the trigeminal nuclei in goats caused by the ingestion of *Prosopis juliflora* pods (mesquite Supply of). **Veterinary and Human Toxicology**. v.42, p.155–158, 2000.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. Secondary metabolites and plant defense. In: TAIZ, L.; ZEIGER, E. (Ed.), **Plant Physiology**, Sinauer Associates, Inc., Sunderland, 2006. p.283-308.

TAYLOR, S.D.; PALMER, M.; The action mechanism of daptomycin. **Bioorganic & Medicinal Chemistry**, v.24, p.6253-6268, 2016.

TEWARI, J. e MAJETI, P. *Prosopis juliflora* (SW) dc: Potential for Bioremediation and Bioeconomy. In: **Bioremediation and Bioeconomy**. Amsterdam: Elsevier, 2016. p.49-76.

UN DESA - United Nations, Department of Economic and Social Affairs Population Division. *World population prospects: the 2015 revision*. UN Department of Economic and Social Affairs Population Division; 2015.

VALENCIA, C.C.M.; PONCE, H.; CASTELLANOS, P.J.; QUIÑONES, V.; SORIANO, R. 2007. Árboles nativos y producción de forraje en la zona semiárida de la comarca lagunera. Memorias de la XXII Reunión Nacional sobre Caprinocultura. Zacatecas, Zac. México, Asociación Mexicana de Producción Caprina.

VALLEJO, V.E.; ARBELI, Z.; TERÁN, W.; LORENZ, N.; DICK, R.P.; ROLDAN, F. Effect of land management and *Prosopis juliflora* (Sw.) DC trees on soil microbial community and enzymatic activities in intensive silvopastoral systems of Colombia. **Agriculture, Ecosystems and Environment**. v.150, p.139-148, 2012.

VAN NEVEL, C.J.; DEMEYER, D.I. Feed additives and other interventions for decreasing methane emissions. In: Wallace, R.J., Chesson, A. (Eds.), **Biotechnology in Animal Feeds and Animal Feeding**. Wiley-VCH Veriag GmbH, Weinheim, Germany, 1996, p.329–349.

VELARDE, M.; FELKER, P.; GARDINER, D. Influence of elemental sulfur, micronutrients, phosphorus, calcium, magnesium and potassium on growth of *Prosopis alba* on high pH soils in Argentina. **Journal of Arid Environments**. v.62, p.525–539, 2005.

VIEIRA, Viviane Figueiredo. **Cordeiros alimentados com palma forrageira ou vagem da algaroba: avaliação química da costela/fralda.** 2014. 81 p. Tese (Doutorado em Zootecnia – Produção de ruminantes) – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Itapetinga, 2014.

YODA, K.; ELBASTI, M.A.; HOSHINO, B.; NAWATA, H.; YASUDA, H. Root system development of *Prosopis* seedlings under different soil moisture conditions. **Journal of Arid Land Studies.** v.22, n.1, p.13-16, 2012.

ZHANG, Z.W.; CAO, Z.J.; WANG, Y.L.; WANG, Y.J.; YANG, H.J.; LI, S.L. Nitrocompounds as potential methanogenic inhibitors in ruminant animals: A review. **Animal Feed Science and Technology.** v.236, p.107-114, 2018.

## **II - OBJETIVO GERAL E ESPECÍFICO**

Avaliar os efeitos dos níveis de inclusão de alcaloides piperídínicos de algaroba em dietas sobre os parâmetros nutricionais e ruminais em caprinos: consumo e digestibilidade dos nutrientes; excreção urinária de creatinina, ureia, derivados de purina e síntese ruminal de proteína microbiana; população de protozoários e produtos da fermentação ruminal; palatabilidade e preferência dos concentrados.

### III - MATERIAL E MÉTODOS

Os procedimentos adotados com os animais neste trabalho estiveram de acordo como os princípios éticos da experimentação animal, aprovados no protocolo 115/2015 pelo Comitê de Ética no Uso de Animais da UESB.

O aditivo utilizado para avaliação foi obtido por processo de patente verde BR 10 2012 030155 5. Extração de alcaloides piperidínicos de vagens de algarobeira (*Prosopis juliflora*).

A escolha das doses de alcaloides piperidínicos da algaroba (APA) foi baseada em ensaios “*in vitro*” de digestão ruminal e “*in vivo*” com ovinos, em que foram utilizadas doses de APA variando de 0,1 a 2,78 ppm para uma razão substrato/volume ruminal de 0,01 g/ml (PEREIRA et al., 2017; SANTOS, 2017; SOUSA, 2018). Dose superior a 2,78 ppm não causou sinais clínicos de intoxicação em ovinos (BRITO, 2018). Santos (2017) avaliou a inclusão de APA na alimentação de ovinos com nível máximo de 9,2 mg/kg de matéria seca da dieta total e recomendou a utilização de doses maiores.

O estudo foi dividido em dois experimentos. No primeiro avaliou-se o consumo, digestibilidade, balanço de nitrogênio, eficiência/síntese de proteína microbiana e parâmetros ruminais (pH, AGV's, metano, nitrogênio amoniacal e protozoários). No segundo foram avaliadas a palatabilidade e preferência.

#### **3.1 Experimento 1.**

##### ***3.1.1 Delineamento experimental***

O delineamento experimental foi disposto em quadrado latino duplo 5 x 5 com cinco dietas. Às dietas adicionaram-se monensina sódica (2,7 mg/kg MS) e APA (0; 9,2; 18,4 e 27,6 mg/kg MS). Ambos adicionados na mistura mineral. O ensaio foi composto por cinco períodos de 25 dias, totalizando 125 dias experimentais.

### 3.1.2 Local e manejo alimentar dos animais

O experimento foi conduzido no setor de Caprinocultura do *Campus* Juvino Oliveira da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – UESB, na cidade de Itapetinga – BA. Sendo realizado de maio a setembro de 2015, e a temperatura ambiental mensurada diariamente apresentando média de 23,12°C no período em avaliação. Foram utilizados dez caprinos mestiços de Anglo Nubiano x SRD, machos não castrados, com idade aproximada de 210 dias e peso corporal inicial médio de 27,99±1,33 kg.

A dieta foi constituída de feno de capim Tifton 85 e concentrado, na razão 20:80. A proporção dos ingredientes e composição do feno e do concentrado pode ser observada na Tabela 3 e 4.

**Tabela 3.** Proporção dos ingredientes utilizados nos concentrados.

Ingredientes	Milho	Farelo de soja	Sal mineral <sup>1</sup>	Total
Proporções (%)	71,42	26,01	2,57	100

<sup>1</sup>Cálcio - 120,00 g; Fósforo - 87,00 g; Sódio - 147,00 g; Enxofre - 18,00 g; Cobre - 590,00 mg; Cobalto - 40,00 mg; Cromo - 20,00 mg; Ferro - 1.800,00 mg; Iodo - 80,00 mg; Manganês - 1.300,00 mg; Selênio - 15,00 mg; Zinco - 3.800,00 mg; Molibdênio - 300,00 mg; Flúor (máx.) - 870,00 mg; Solubilidade do Fósforo (P) em Ácido Cítrico a 2% (min.) - 95,00 %.

Os animais foram vermífugados com Dectomax® (Doramectin 1% - Zoetis) 1 ml para cada 50 kg de peso vivo aplicado por via intramuscular, vacinados com Poli-Star Vallée contra Botulismo e outras Clostridioses (2 ml por via subcutânea), identificados por brincos e tratados com complexo vitamínico ADE. Realizou-se a adaptação gradual ao concentrado até atingir o nível de 80%, ao mesmo tempo em que se adaptavam às gaiolas metabólicas. As exigências dos caprinos foram determinadas conforme estimativas de predição do NRC (2007), sendo considerado ganho de peso diário de 180 g.

As dietas foram ofertadas *ad libitum* diariamente às 07h00 e 16h00, de forma a permitir 15% do ofertado em sobras e os bebedouros lavados e reabastecidos diariamente. Os animais foram pesados no início e final de cada período (com jejum de sólido) para a avaliação da variação do peso corporal e obtenção do peso corporal médio para se expressar o consumo diário de nutrientes diário, em kg/dia, em percentagem do peso corporal (%PC) e em função do peso metabólico (g/PC<sup>0,75</sup>).



Entretanto, o consumo voluntário diário foi calculado pela diferença entre a dieta total oferecida e as sobras que foram colhidas e pesadas uma vez ao dia em balança digital durante os dias de coleta.

**Tabela 4.** Composição química do feno de Tifton 85, concentrado padrão e dieta total experimental em ensaio com caprinos.

Itens <sup>1</sup>	Feno de Tifton 85	Concentrado	Dieta Total <sup>2</sup>
Matéria seca	88,94	87,40	87,71
Matéria orgânica	93,60	95,75	95,32
Matéria mineral	6,40	4,25	4,68
Proteína bruta	9,69	19,13	17,24
Extrato etéreo	1,55	3,35	2,99
Fibra em detergente neutro (FDN)	77,66	16,33	28,60
FDNcp <sup>3</sup>	71,04	13,82	25,26
Fibra em detergente ácido	38,72	4,99	11,74
Carboidratos totais	82,36	73,27	75,09
Carboidratos não fibrosos	11,32	59,45	49,82
Lignina	6,13	1,21	2,19
Hemicelulose	38,94	11,34	16,86
Celulose	32,59	3,78	9,54
Nutrientes digestíveis totais (NDT)	54,79	82,10	76,64
Energia (Mcal/kg)			
Energia líquida (EL)	1,22	1,89	1,76
Energia digestível (ED)	2,42	3,62	3,38
Energia metabolizável (EM)	1,99	3,21	2,96

<sup>1</sup>Nutrientes em porcentagem da matéria seca; <sup>2</sup>Razão volumoso:concentrado 20:80; <sup>3</sup>Corrigido para cinzas e proteína; Energia determinada conforme NRC (2007).

Durante todo o experimento, o volumoso e o concentrado oferecidos foram registrados diariamente. Após 21 dias de adaptação às dietas com aditivos, procederam-se as coletas de amostras (alimentos, sobras, fezes, urina, fluido ruminal e sangue) para posterior análise.

### ***3.1.3 Coleta de amostras***

As sobras totais foram coletadas por animal e acondicionadas em sacos plásticos. As amostras foram colocadas em estufa de ventilação forçada a 60°C por 24 h apenas para eliminar a umidade de campo, uma vez que, se trata de alimentos que já apresentam matéria seca (MS) elevada. Em seguida, as amostras foram moídas em moinho de faca tipo Willey (peneira com crivos de 1 mm). Após serem homogeneizadas as quatro amostras individuais de cada animal foram utilizadas para formar uma amostra composta representativa que foi armazenada em freezer para posterior análise laboratorial.

A digestibilidade foi realizada pelo método de coleta total de fezes, utilizando-se bolsas coletoras. No entanto, para não interferir no consumo dos animais realizou-se a adaptação dos animais às bolsas a partir do 17º dia de cada período. No 21º dia de adaptação as bolsas foram fechadas. As fezes foram acondicionadas em sacos plásticos e pesadas sempre no dia seguinte ao fechamento no período da manhã antes de ser ofertada a dieta, durante quatro dias. A retirada das fezes das bolsas foi realizada pela manhã e tarde antes da oferta da ração.

Após mensurar a quantidade de fezes produzidas em 24 h, foram retiradas amostras individuais de cada animal. As amostras foram pré-secas em estufa de ventilação forçada a 60°C por 72 horas, sendo registrado peso inicial (antes da estufa) e final (pós-estufa). Em seguida, as amostras foram moídas em moinho de faca tipo Willey (peneira com crivos de 1 mm). Posteriormente, as amostras individuais de fezes de cada animal foram transformadas em uma composta (proporção de 20% de fezes de cada dia), que foram armazenadas para posterior análise laboratorial.

Para análises de urina foi adotado o mesmo padrão de quatro dias de coleta, utilizando-se coletores abaixo das gaiolas metabólicas para armazenar a urina. Sobre os recipientes de coleta foram colocadas telas de 1 mm para evitar que outros resíduos contaminassem a amostra. Antes da alimentação da tarde o volume urinário produzido das 07h00min até as 16h00min foi transferido para o freezer que foi ajustado para manter temperatura de conservação, sendo adicionados 50 ml de ácido sulfúrico a 20% para conservação dos metabólitos da urina. No dia seguinte antes da alimentação da manhã, a urina produzida à noite foi misturada a anterior refrigerada e adicionou-se mais 50 ml de ácido sulfúrico, totalizando 100 ml de ácido sulfúrico. A urina total de 24

h foi pesada e filtrada em oito camadas de gazes, amostrada e congelada em freezer a -20°C, para posteriores análises.

O fluido ruminal foi coletado no 24º dia, quatro horas após a alimentação da manhã. Sendo realizada a tricotomia e assepsia com solução de Iodo-PVPI (1%) em uma área de aproximadamente 5 cm<sup>2</sup>, localizada na parte ventral do abdômen esquerdo, abaixo da fossa paralombar e cranialmente à articulação do joelho. Foram puncionados 15 ml de fluido ruminal, com auxílio de cateter humano (Solidor®, 14,2, BioMed Health CareProducts, Haryana – Índia) acoplado a seringas estéreis.

No 25º dia de cada período foram realizadas coletas de sangue na veia jugular (assepsia com solução de Iodo-PVPI 1%), após a pesagem dos animais em jejum antes do fornecimento da dieta da manhã, utilizando tubos (Vacutainer™) de 5 ml com EDTA.

#### ***3.1.4 Análises químicas e bromatológicas dos alimentos, sobras e fezes***

As amostras foram analisadas no laboratório de Forragicultura e Pastagens da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – UESB, *Campus* Juvino Oliveira, Itapetinga – BA. Nos alimentos e sobras foram determinados os teores de MS, matéria mineral (MM), proteína bruta (PB) e extrato etéreo (EE) (AOAC, 2010), a matéria orgânica (MO) foi obtida pela fórmula:  $MO (\%) = 100 - MM\%$ . Para as análises de fibra em detergente neutro (FDN), as amostras foram tratadas com alfa-amilase termoestável, e corrigidas para cinzas e proteína residual (MERTENS, 2002).

A correção da FDN para os compostos nitrogenados e estimação dos conteúdos 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 da fibra em detergente ácido (FDA) tratado com ácido sulfúrico a 72%. Os carboidratos totais (CT) foram estimados a partir do proposto por Sniffen et al. (1992):

$$CT = 100 - (\%PB + \%EE + \%MM)$$

Os teores de carboidratos não fibrosos (CNF) foram calculados com adaptação ao proposto por Hall (2003), utilizando o FDN<sub>cp</sub>, onde:

$$CNF = MO - (\%FDN_{cp} + \%PB + \%EE + \%MM)$$

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

$$\text{NDT} = \text{PBD} + \text{FDNcpD} + \text{CNFcpD} + 2,25\text{EED}$$

Em que: PBD: PB digestível; FDNcpD: FDNcp digestível; CNFcpD: CNFcp digestíveis e EED: EE digestível.

Os teores de nutrientes digestíveis totais estimados (NDTest) dos alimentos e dietas totais foram calculados conforme equações descritas pelo NRC (2001).

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

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

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

A transformação de ED para energia metabolizável (EM) foi feita segundo a equação:

$$\text{EM (Mcal/kg)} = 1,01 \times \text{ED (Mcal/kg)} - 0,45$$

Uma vez determinado o teor de excreção fecal da matéria seca, foram calculados os coeficientes de digestibilidade (CD) dos demais nutrientes por meio da razão do que foi consumido de cada nutriente e sua respectiva excreção fecal, sendo o valor multiplicado por 100 (SILVA e LEÃO, 1979), como demonstrado a seguir:

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

### **3.1.5 Análises urinárias, balanço de nitrogênio e síntese de proteína microbiana**

As amostras de urina foram destinadas a quantificação das concentrações urinárias de ureia, nitrogênio total, creatinina, alantoína, ácido úrico, xantina e hipoxantina. O teor de nitrogênio total foi determinado pelo método de Kjeldhal (SILVA e QUEIROZ, 2002). As concentrações de creatinina, ácido úrico e ureia na urina foram determinadas utilizando *kits* comerciais (Bioclin®). As análises de alantoína, xantina e hipoxantina foram realizadas pelo método colorimétrico, descrito por Chen e Gomes (1992).

A conversão dos valores de ureia em nitrogênio ureico foi realizada pela multiplicação dos valores obtidos pelo fator 0,4667. O balanço de nitrogênio (N-retido, g/dia) foi calculado como:

$$\text{N-retido} = \text{NI} - \text{NF} - \text{NU}$$

Sendo o NI: nitrogênio ingerido em gramas; NF: nitrogênio fecal excretado em gramas e NU: nitrogênio urinário em gramas.

A excreção total de derivados de purina foi calculada pela soma das quantidades de alantoína, ácido úrico, xantina e hipoxantina presentes na urina, expressas em mmol/dia. A quantidade de purinas microbianas absorvidas (mmol/dia) foi estimada a partir da excreção de derivados de purina total (mmol/dia), por meio da equação proposta por Belenguer et al. (2002) para caprinos:

$$PA \text{ (mmol/dia)} = DP/0,76$$

Sendo PA = purinas absorvidas (mmol/dia); DP = excreção de derivados de purinas totais (mmol/dia) e o valor de 0,76 corresponde à taxa de recuperação das purinas.

O fluxo intestinal de nitrogênio microbiano (g NM/dia) foi estimado a partir da quantidade de purinas absorvidas (mmol/dia), de acordo com a equação:

$$NM \text{ (g/dia)} = PA / (0,92 \times 1,97)$$

Assumiu-se que 0,92 é a digestibilidade verdadeira das bases purinas no duodeno e 1,97 a razão entre as bases purinas e o conteúdo de nitrogênio na população microbiana extraída do rúmen de caprinos (BELENGUER et al., 2002).

A eficiência de síntese de proteína microbiana foi obtida através da razão da proteína microbiana produzida (g/dia) com o consumo de nutrientes digestíveis totais (kg/dia).

### **3.1.6 Análises do fluido ruminal**

O pH do fluido ruminal foi mensurado usando um potenciômetro digital imediatamente após a coleta. Em 3 ml de fluido ruminal foram adicionados 60 µl de ácido sulfúrico a 40%, sendo o material congelado para posterior análise do nitrogênio amoniacal. A quantificação do nitrogênio amoniacal ruminal foi obtida após destilação, segundo técnica descrita por Fenner em 1965, adaptada por Vieira (1980).

Em seguida, foram adicionados 200 µl de ácido metafosfórico a 25% em 2 ml de fluido ruminal. O material foi centrifugado a 4°C, por 10 min a 14000 rpm. Posteriormente, o sobrenadante foi pipetado e transferido para tubos *Ependorf*, e congelados para posterior análise de ácidos graxos voláteis (AGV's). Para determinação da concentração de AGV's, as amostras foram enviadas para a Universidade Federal de Viçosa, sendo realizada por meio de cromatografia gasosa. As análises foram realizadas em cromatógrafo a gás modelo CG -17 marca SHIMADZU, equipado com detector FID. Para registro e análise dos cromatogramas, o aparelho é acoplado a um

microcomputador, utilizando-se o programa GC Solution. Os compostos foram separados e identificados em uma coluna capilar DB1 (30 m x 0,25 mm).

A estimativa da produção de metano (CH<sub>4</sub>) foi calculada pela equação proposta por Moss et al. (2000), que leva em consideração os ácidos graxos voláteis:

$$\text{CH}_4 = (\text{ácido acético} \times 0,45) - (\text{ácido propiônico} \times 0,275) + (\text{ácido butírico} \times 0,40)$$

Amostras de 1 ml do fluido ruminal foram diluídas em 9 ml de solução de formaldeído a 10% para conservação das estruturas morfológicas dos protozoários e armazenadas para posterior identificação e quantificação de protozoários (DEHORITY, 1993).

Com o auxílio de uma micropipeta foi retirada uma alíquota de 1,0 ml do fluido ruminal (a 10% de solução de formaldeído), adicionando em um tubo contendo 9,0 ml de solução salina (0,9% de NaCl +1L de água destilada), logo em seguida, cinco alíquotas de 10 µl da diluição foram retiradas e colocadas na lâmina, juntamente com uma gota de solução de lugol e depois a lamínula para ser realizada a quantificação e identificação dos protozoários, sob a luz de um microscópio óptico, utilizando a objetiva de 10X e 40X para proceder à visualização e caracterização dos indivíduos por amostras. Sendo quantificados e identificados todos os indivíduos da lâmina.

As concentrações de pequenos, médios e grandes protozoários por mililitro de fluido ruminal foram determinadas após a visualização em microscópio óptico, utilizando-se a objetiva de 10X (DIRKSEN, 1993; FRANZOLIN et al., 2000). Considerou-se como pequenos protozoários com tamanho de até 40 x 60 µm, médios protozoários medindo entre 40 x 60 µm até 100 x 150 µm e grandes protozoários maiores que 100 x 150 µm. Os gêneros foram classificados de acordo com as características morfológicas descritas por Dehority (1984), adaptadas por D'Agosto e Carneiro (1999).

### **3.1.7 Análises do sangue**

As amostras foram transportadas para o laboratório, onde foram centrifugadas a 3500 rpm por 10 minutos, o plasma foi pipetado e acondicionado em tubos *Ependorf*, sendo congelado para análise posterior. No plasma sanguíneo foram determinadas as concentrações de creatinina e ureia utilizando espectrofotômetro. Ambas realizadas utilizando *kits* comerciais (Bioclin®).

### 3.1.8 Análise estatística

Os dados foram analisados para delineamento em quadrado latino duplo  $5 \times 5$  utilizando o procedimento MIXED do SAS (Statistical Analysis System, versão 9.2.). Realizou-se contraste polinomial para análise dos níveis de APA nas dietas (A e B) (Tabela 5). Os dados referentes a protozoários foram transformados em logaritmos (log x em base 10). O modelo matemático utilizado foi:

$$\gamma_{ijkl} = \mu + \tau_i + p_j + c_k + q_l + \varepsilon_{ijkl},$$

Em que  $\gamma_{ijkl}$  = observação,  $\mu$  = média populacional,  $\tau_i$  = efeito da dieta ( $i = 1$  a  $5$ ),  $p_j$  = efeito do período ( $j = 1$  a  $5$ ),  $c_k$  = efeito caprino ( $k = 1$  a  $5$ ),  $q_l$  = efeito do quadrado ( $l = 1$  e  $2$ ) e  $\varepsilon_{ijkl}$  = erro residual. Os efeitos dos níveis de APA foram avaliados por polinômios ortogonais testando efeitos lineares (L) e quadráticos (Q) (Tabela 5). A significância foi declarada em  $P \leq 0,05$ .

**Tabela 5.** Distribuição dos coeficientes para o contraste polinomial empregado na decomposição da soma dos quadrados.

Contrastes	Coeficientes <sup>1</sup>				
	Monensina	Concentração de APA			
	2,7	0	9,2	18,4	27,6
A	3	0	-1	-1	-1
B	0	3	-1	-1	-1
L	0	-3	-1	1	3
Q	0	-1	1	-1	1

<sup>1</sup>Concentrações em mg/kg de MS da dieta total.

## 3.2 Experimento 2.

### 3.2.1 Delineamento experimental

Para avaliação da palatabilidade, o delineamento foi disposto em quadrado latino quádruplo  $4 \times 4$ , sendo quatro dietas (as dietas foram as mesmas do experimento 1, porém, sem a monensina) e quatro dias. Na avaliação de preferência o delineamento foi inteiramente casualizado (DIC) com quatro dietas. O ensaio experimental teve duração de 32 dias. Destes, os primeiros 16 dias para avaliação da palatabilidade (12 dias de adaptação ao manejo, mais 4 dias de coleta de dados) e os outros 16 dias para determinação da preferência (12 dias de adaptação ao manejo, mais 4 dias de coleta de dados).

### 3.2.2 Local e manejo alimentar dos animais

O experimento foi conduzido no setor de Caprinocultura do *Campus* Juvino Oliveira da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – UESB, na cidade de Itapetinga – BA. Sendo realizado de outubro a novembro de 2015, e a temperatura ambiental mensurada diariamente apresentando no período média de 28,06°C. Foram utilizados oito caprinos adultos mestiços de Anglo Nubiano x SRD, machos não castrados, com peso corporal inicial médio de 46,92±0,99 kg.

Os animais foram mantidos, das 07h00 às 16h30min (total de 09h30min), em piquetes de capim Tifton 85 durante o período experimental na avaliação da palatabilidade. Às 16h30min todos os animais foram recolhidos e distribuídos em gaiolas individuais, tendo apenas água disponível até às 06h30min do dia seguinte (14 horas de jejum), quando por um espaço de tempo limitado de 30 minutos, os concentrados foram oferecidos *ad libitum*.

Para determinação da preferência, todos os animais foram confinados com acesso *ad libitum* às quatro dietas concentradas, feno capim Tifton 85 e água, fornecida em comedouros individuais (n=5 vasilhames por baia, sendo um para o feno e as outras para cada concentrado) ao mesmo tempo. Os concentrados foram fornecidos duas vezes ao dia (07h00 e às 16h00), sendo fornecidos 70% do concentrado no período da manhã e 30% no período da tarde, as sobras foram mensuradas antes do fornecimento do dia seguinte. A posição dos vasilhames com concentrado foi alternada para que não ocorresse efeito de local.

### 3.2.3 Avaliação da palatabilidade

A palatabilidade foi avaliada considerando a quantidade de concentrado ingerido em 30 minutos, a partir do fornecimento do concentrado e o tempo que realmente o animal levou ingerindo, a escolha por este tempo deve-se ao fato de que o *feedback* positivo ocorre durante os 15 minutos iniciais da alimentação com aumentos dos ácidos graxos voláteis –  $\beta$ -hidroxibutirato e de insulina no sangue das veias porta e jugular (BRYANT et al., 1991). Para isso, observadores munidos de cronômetro foram responsáveis pela mensuração do tempo.

Todas as demais variáveis foram avaliadas ao mesmo tempo durante os 30 minutos de fornecimento do alimento (Avaliando: o ato do animal cheirar o alimento, porém sem ingerir e o tempo gasto nesse ato; Consumindo: o tempo gasto na ingestão



do alimento ofertado; Ócio: foi considerado como ócio quando o animal não desempenhava nenhuma das outras atividades em avaliação, estando às vezes deitado ou em pé dentro da baía; Levantamento de cabeça: essa variável foi avaliada em termos de quantidade e não de tempo, ou seja, quantas vezes o animal levantou a cabeça no momento do consumo do alimento em avaliação; Cocho: o número de vezes em que o animal foi até o cocho, com ou sem ingestão do alimento; Água: o número de vezes que o animal foi até o bebedouro e ingeriu água, porém sem quantificar o volume ingerido). O tempo de 30 minutos é um período curto para a avaliação da variável ruminando por este motivo ela não foi avaliada.

Após os 30 minutos, os vasilhames contendo os concentrados foram recolhidos, pesados e a ingestão do concentrado calculada pela diferença entre o valor fornecido e as sobras.

As variáveis analisadas foram:

- a) Ingestão de Matéria Seca (IMS)
- b) Tempo de Ingestão
- c) Taxa de IMS = IMS/Tempo de Ingestão

### ***3.2.4 Avaliação da preferência***

A preferência foi estabelecida pela quantidade de alimentos consumidos em condição de livre escolha entre os quatro concentrados. Os pesos dos animais foram registrados no início e no final do ensaio experimental.

### ***3.2.5 Análise estatística***

Os dias foram considerados medidas repetidas, os concentrados são os tratamentos (n=4) e os animais são as unidades experimentais. As médias foram analisadas por contrastes ortogonais e polinominais. Os dados foram analisados pelo procedimento PROC MIXED dos SAS (Statistical Analysis System, versão 9.2.), conforme modelo abaixo:

*Palatabilidade:*

$$Y_{ipj(k)} = \mu + A_i + Per_j + T_{(k)} + \varepsilon_{ipj(k)}, \quad i, p, j, k = 1, \dots, r$$

Sendo:  $Y_{ipj(k)}$  = observação  $ipj(k)$ ;  $\mu$  = média;  $A_i$  = Efeito animal;  $Per_j$  = Efeito de período;  $T_{(k)}$  = Efeito de tratamento dentro de quadrado;  $\varepsilon_{ipj(k)}$  = erro aleatório onde  $\varepsilon_{ipj(k)}$

= variância do erro quando a média 0 e variância  $\sigma^2$  e  $r$  = número de tratamentos, animais e períodos.

*Preferência:*

$$Y_{ij} = \mu + A_i + T_j + \varepsilon_{ij}$$

Sendo:  $Y_{ij}$  = observação  $ij$ ;  $\mu$  = média;  $A_i$  = Efeito animal;  $T_j$  = Efeito do tratamento,  $\varepsilon_{ij(k)}$  = erro aleatório.

## IV – RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Experimento 1.

O consumo de MS, nutrientes e energia foram similares para as dietas aditivadas com monensina (MON) e alcaloides piperidínicos de algaroba (APA) ( $P>0,05$ ) (Tabela 6). Normalmente, animais alimentados com ionóforos em dietas com alta proporção de concentrado tendem a reduzir o consumo. Isso se deve ao fato dos ionóforos proporcionarem maior contribuição energética, uma vez que, elevam os níveis de succinato no tecido hepático do animal. Esse aumento é associado a alterações na fermentação ruminal, desencadeadas por variações microbianas no âmbito ruminal, que são associadas à redução das bactérias gram positivas e crescimento das gram negativas (OLIVEIRA et al., 2013). Ainda assim, não foram constatadas reduções no consumo em ambos aditivos.

**Tabela 6.** Consumo de matéria seca, nutrientes e energia por caprinos alimentados ou não com alcaloides piperidínicos da algaroba (APA).

Itens	Dietas <sup>1</sup>					EPM <sup>2</sup>	MON vs APA <sup>3</sup>	0 vs APA <sup>4</sup>	Contrastes <sup>5</sup>	
	MON 2,7	Níveis de APA 0    9,2    18,4    27,6							L	Q
	g/dia									
MS	953,50	887,21	971,89	929,34	991,44	±18,46	0,7612	0,0301	0,0493	0,0172*
MO	896,77	834,07	916,70	876,03	934,59	±17,31	0,7091	0,0242	0,1951	0,2667
FDN	210,11	198,85	220,06	210,20	216,00	±4,15	0,5707	0,0781	0,3675	0,9201
PB	161,25	150,64	163,99	158,80	169,90	±3,29	0,6331	0,0306	0,0308	0,0248*
EE	24,75	22,91	26,20	24,56	25,17	±0,55	0,6249	0,0391	0,4297	0,9916
CNF	458,10	421,95	464,10	443,37	478,37	±9,47	0,8284	0,0251	0,2031	0,1681
NDT	755,78	707,89	782,75	750,67	793,81	±15,11	0,5167	0,0285	0,1596	0,4517
	Energia Mcal/dia									
EL	1,85	1,73	1,92	1,84	1,95	0,04	0,5167	0,0285	0,1596	0,4517
ED	3,33	3,12	3,45	3,31	3,50	0,07	0,5167	0,0285	0,1596	0,4517
EM	2,92	2,70	3,04	2,89	3,09	0,07	0,5166	0,0285	0,1596	0,4517

<sup>1</sup>MON: monensina sódica e níveis de inclusão de APA em miligramas por quilo de matéria seca da dieta total (mg/kg MS); <sup>2</sup>Desvio padrão; <sup>3</sup>Contraste: monensina *versus* níveis de inclusão de APA; <sup>4</sup>Contraste: dieta sem aditivo *versus* níveis de inclusão de APA; <sup>5</sup>Contrastes polinomiais; MS: matéria seca, MO: matéria orgânica, FDN: fibra em detergente neutro, PB: proteína bruta, MM: matéria mineral, EE: extrato etéreo, CNF: carboidratos não fibrosos, NDT: nutrientes digestíveis totais, EL: energia líquida, ED: energia digestível e EM: energia metabolizável; \*Equações não se ajustaram aos dados.

Na produção animal o consumo de MS é a variável de maior correlação, em virtude de conter os nutrientes que possam atender as necessidades nutricionais dos animais em manutenção, ganho e reprodução (DIAS et al., 2008). A dieta com APA incrementou o consumo de MS, MO, PB, EE, CNF, NDT e energia, quando se compara com a dieta sem aditivo ( $P < 0,05$ ), apresentando ajuste quadrático para MS, PB e MM, porém os coeficientes de regressão não foram significativos ( $P > 0,05$ ). A relação entre a ingestão de MS e seus componentes manteve-se semelhantes, indicando que não houve diferença quanto à seleção entre as dietas.

No que tange aos coeficientes de digestibilidade, houve similaridade para MS, MO, FDN, PB, EE e NDT nas dietas com MON e APA ( $P > 0,05$ ). Entretanto, para digestibilidade do CNF o aditivo APA foi superior a MON ( $P < 0,05$ ), aumentando a digestibilidade do CNF em 2,5%. Os CNFs representam a fração dos carboidratos de alta fermentação no rúmen, podendo ainda ser digeridos no intestino. São importantes fontes de energia para os ruminantes, sendo utilizados rapidamente pela microbiota ruminal (DETMANN et al., 2014). Para digestibilidade do EE e CNF o ajuste foi quadrático (Tabela 7). Este comportamento pode ser identificado pelas diferenças entre os níveis de APA e o controle (ex. DCNF: -0,6 para o nível de 9,2 e -1,2 para os outros dois), que pode ser justificado pela maior ingestão destes nutrientes em relação à dieta controle (Tabela 6). Porém os coeficientes de regressão não foram significativos ( $P > 0,05$ ).

**Tabela 7.** Digestibilidade aparente de nutrientes (%) por caprinos alimentados ou não com alcaloides piperidínicos da algaroba (APA).

Itens	Dietas <sup>1</sup>					EPM <sup>2</sup>	MON vs APA <sup>3</sup>	0 vs APA <sup>4</sup>	Contrastes <sup>5</sup>	
	MON	Níveis de APA							L	Q
	2,7	0	9,2	18,4	27,6					
DMS	81,12	81,07	82,62	82,32	81,39	±0,44	0,3472	0,3224	0,8710	0,7291
DMO	81,62	81,70	83,25	82,92	82,39	±0,42	0,2183	0,2494	0,3140	0,3397
DFDN	51,60	50,36	55,05	54,62	50,53	±1,03	0,4680	0,2213	0,7550	0,1789
DPB	75,57	77,14	77,51	78,18	76,50	±0,56	0,1817	0,8491	0,8147	0,5797
DEE	68,88	78,58	71,28	78,75	67,61	±0,99	0,1242	0,1119	0,7169	0,0006*
DCNF	94,99	98,38	97,82	97,14	97,17	±0,35	0,0068	0,2504	0,1923	0,0166*
DNDT	87,16	87,24	88,83	88,49	87,95	±0,43	0,2186	0,2502	0,3145	0,3396

<sup>1</sup>MON: monensina sódica e níveis de inclusão de APA em miligramas por quilo de matéria seca da dieta total (mg/kg MS); <sup>2</sup>Desvio padrão; <sup>3</sup>Contraste: monensina *versus* níveis de inclusão de APA; <sup>4</sup>Contraste: dieta sem aditivo *versus* níveis de inclusão de APA; <sup>5</sup>Contrastes polinomiais; DMS: digestibilidade da matéria seca, DMO: digestibilidade da matéria orgânica, DFDN: digestibilidade da fibra em detergente neutro, DPB: digestibilidade da proteína bruta, DEE: digestibilidade do extrato etéreo, DCNF: digestibilidade dos carboidratos não fibrosos e DNDT: digestibilidade dos nutrientes digestíveis totais; \*Equações não se ajustaram aos dados.

Não foi observada variação no peso corporal dos caprinos alimentados com as dietas aditivadas com MON, APA e dietas sem aditivo (Tabela 8).

**Tabela 8.** Peso corporal e variação em caprinos alimentados ou não com alcaloides piperidínicos da algaroba (APA).

Itens	Dietas <sup>1</sup>					EPM <sup>2</sup>	MON vs APA <sup>3</sup>	0 vs APA <sup>4</sup>	Contrastes <sup>5</sup>	
	MON	Níveis de APA							L	Q
		2,7	0	9,2	18,4					
PI	34,55	34,97	35,82	35,22	35,81	±0,93	0,1924	0,4275	0,2163	0,6701
PF	38,70	38,17	39,15	38,65	39,47	±0,96	0,5628	0,1777	0,2769	0,5770
VA	4,15	3,19	3,33	3,43	3,66	±0,29	0,3798	0,7158	0,7241	0,3484

<sup>1</sup>MON: monensina sódica e níveis de inclusão de APA em miligramas por quilo de matéria seca da dieta total (mg/kg MS); <sup>2</sup>Desvio padrão; <sup>3</sup>Contraste: monensina *versus* níveis de inclusão de APA; <sup>4</sup>Contraste: dieta sem aditivo *versus* níveis de inclusão de APA; <sup>5</sup>Contrastes polinomiais; PI: peso corporal inicial em quilos, PF: peso corporal final em quilos e VA: variação no peso corporal.

Não houve diferença para o volume urinário e concentração plasmática de creatinina entre as dietas aditivadas e sem aditivo ( $P > 0,05$ ) (Tabela 9). Porém, observou-se diferença para a excreção urinária de creatinina entre a dieta aditivada com APA e a sem aditivo ( $P < 0,05$ ). A dieta com APA aumentou a excreção urinária de creatinina por peso corporal (mg/PC) em 27,4%. Presumiu-se que, a taxa de filtração glomerular tenha aumentado e em contrapartida a excreção de creatinina também. Haja vista que, o consumo de MS, PB e absorção de aminoácidos são os principais causadores de alterações na taxa de filtração glomerular, sendo condizente com os dados do estudo, uma vez que as dietas com APA proporcionaram maior consumo de MS.

**Tabela 9.** Volume urinário e concentração plasmática (\*\*) de creatinina para caprinos alimentados ou não com alcaloides piperidínicos da algaroba (APA).

Itens	Dietas <sup>1</sup>					EPM <sup>2</sup>	MON vs APA <sup>3</sup>	0 vs APA <sup>4</sup>	Contrastes <sup>5</sup>	
	MON	Níveis de APA							L	Q
		2,7	0	9,2	18,4					
Volume urinário										
L/dia	1,15	0,99	1,09	1,08	1,24	±0,08	0,9257	0,1958	0,3658	0,1512
Creatinina										
mg/PC	16,03	14,05	17,59	21,26	14,87	±0,86	0,3216	0,0463	0,3450	0,1599
mg/dL**	0,60	0,56	0,58	0,66	0,68	±0,02	0,4907	0,1083	0,0735	0,2352

<sup>1</sup>MON: monensina sódica e níveis de inclusão de APA em miligramas por quilo de matéria seca da dieta total (mg/kg MS); <sup>2</sup>Desvio padrão; <sup>3</sup>Contraste: monensina *versus* níveis de inclusão de APA; <sup>4</sup>Contraste: dieta sem aditivo *versus* níveis de inclusão de APA; <sup>5</sup>Contrastes polinomiais.

Para o balanço de nitrogênio, não houve diferença entre as dietas aditivadas ( $P>0,05$ ). Ao comparar à dieta aditivada com APA e a sem aditivo o mesmo foi observado, com exceção das variáveis: nitrogênio ingerido (NI) e o nitrogênio urinário (NU) que diferiram ( $P<0,05$ ) (Tabela 10). As dietas com APA apresentaram maiores perdas de NU, vale ressaltar que houve incremento no consumo para as dietas com APA, o que justifica os maiores valores de NI, uma vez que, a correlação é mediana 61,06% e altamente significativa ( $P<0,0001$ ). Todavia, o balanço de nitrogênio contribui para avaliar a eficiência dos ruminantes no uso do nitrogênio, assim como suas perdas ao ambiente (GENTIL et al., 2007).

Neste aspecto, excessos na excreção de nitrogênio, podem resultar em perdas energéticas para o animal (GONZALEZ et al., 2000). No entanto, deve-se destacar que o balanço de nitrogênio foi positivo, sinalizando que houve retenção de proteína pelo animal, reduzindo perda de tecido muscular. Sugerindo-se que as exigências de proteína foram atendidas (GONÇALVES et al., 2014).

**Tabela 10.** Balanço de nitrogênio em caprinos alimentados ou não com alcaloides piperidínicos da algaroba (APA).

Itens	Dietas <sup>1</sup>					EPM <sup>2</sup>	MON vs APA <sup>3</sup>	0 vs APA <sup>4</sup>	Contrastes <sup>5</sup>	
	MON 2,7	0	9,2	18,4	27,6				L	Q
	g/dia									
NI	25,80	24,10	26,24	25,41	27,19	±0,98	0,6331	0,0306	0,1378	0,2201
NF	6,18	5,42	5,93	5,54	6,29	±0,29	0,6771	0,4125	0,8356	0,2936
NU	10,34	8,41	10,42	9,99	12,34	±0,58	0,6102	0,0329	0,0790	0,1026
NR	9,29	10,28	9,88	9,88	8,55	±0,63	0,9133	0,5532	0,6297	0,3551
ND	19,62	18,68	20,31	19,87	20,90	±0,77	0,6503	0,3042	0,4013	0,7193
	% do PC									
NI	67,54	64,54	67,40	67,15	68,41	±0,02	0,9822	0,5316	0,7502	0,7377
NF	16,33	14,56	15,27	14,41	15,86	±0,01	0,4850	0,7044	0,8086	0,3627
NU	26,58	21,83	26,91	27,03	30,86	±0,01	0,5813	0,0413	0,1067	0,2227
NR	24,63	28,16	25,23	25,70	21,68	±0,02	0,9076	0,2913	0,4130	0,3348
	% do nitrogênio ingerido									
NR	36,02	41,26	37,09	38,63	32,32	±2,10	0,9988	0,2971	0,4648	0,2867
ND	76,22	77,41	77,72	78,40	76,66	±0,73	0,4604	0,9233	0,7147	0,3613
	% do nitrogênio digerido									
NR	46,74	53,47	47,33	49,01	41,57	±2,61	0,8998	0,2236	0,3779	0,3023

<sup>1</sup>MON: monensina sódica e níveis de inclusão de APA em miligramas por quilo de matéria seca da dieta total (mg/kg MS); <sup>2</sup>Desvio padrão; <sup>3</sup>Contraste: monensina *versus* níveis de inclusão de APA; <sup>4</sup>Contraste: dieta sem aditivo *versus* níveis de inclusão de APA; <sup>5</sup>Contrastes polinomiais; NI: nitrogênio ingerido, NF: nitrogênio fecal, NU: nitrogênio urinário, NR: nitrogênio retido e ND: nitrogênio digerido.

Houve similaridade nas excreções urinárias de ureia e nitrogênio ureico para ambas as dietas ( $P>0,005$ ). O mesmo ocorreu para produção e eficiência microbiana. No

entanto, houve diferença quanto aos níveis plasmáticos de ureia e nitrogênio ureico entre as dietas aditivadas ( $P < 0,05$ ), e também quando comparado à dieta sem aditivo com a dieta com APA ( $P < 0,05$ ) (Tabela 11). O ajuste foi linear, porém os coeficientes de regressão não foram significativos ( $P > 0,05$ ). Os níveis plasmáticos para MON foram aumentados em 16,21% se comparado à dieta com APA, já a dieta sem aditivo teve elevação de 13,98% quando comparada com o APA.

A menor concentração de nitrogênio ureico plasmático para as dietas aditivadas com APA, poderia ser atribuída a maior disponibilidade de carboidratos no rúmen, visto que houve incremento no consumo de CNF, mesmo considerando que as dietas com APA apresentaram ajuste quadrático na digestibilidade para CNF. Alves (2012) destacou que o nitrogênio ureico no plasma, não é um bom parâmetro para avaliar o consumo de nitrogênio, mas pode ser utilizado como índice de avaliação do nitrogênio não utilizado. Por esse ponto de vista, pôde-se presumir que animais alimentados com a dieta sem aditivo e a aditivada com MON não estavam conseguindo utilizar parte do nitrogênio ingerido, visto que os valores plasmáticos de nitrogênio ureico foram maiores.

**Tabela 11.** Excreções diárias de ureia e nitrogênio ureico (NUR) na urina, concentração de ureia e nitrogênio ureico no plasma (NUP), produção e eficiência microbiana em caprinos alimentados ou não com alcaloides piperídnicos da algaroba (APA).

Itens	Dietas <sup>1</sup>					EPM <sup>2</sup>	MON vs APA <sup>3</sup>	0 vs APA <sup>4</sup>	Contrastes <sup>5</sup>	
	MON 2,7	Níveis de APA 0 9,2 18,4 27,6							L	Q
Excreção g/dia										
Ureia	14,35	13,81	14,54	12,37	14,25	±1,07	0,7916	0,9681	0,8009	0,8027
NUR	6,70	6,45	6,78	5,77	6,65	±0,50	0,7916	0,9681	0,8009	0,8027
Concentração mg/dL										
Ureia	49,97	49,01	42,87	44,63	41,50	±1,21	0,0170	0,0376	0,0084*	0,6933
NUP	23,32	22,87	20,01	20,83	19,37	±0,56	0,0170	0,0376	0,0084*	0,6933
Síntese microbiana g/dia										
Nmic	10,34	8,97	9,49	10,69	11,63	±0,38	0,7653	0,0757	0,0872	0,0767
PBmic	64,60	56,05	59,34	66,82	72,69	±2,39	0,7653	0,0757	0,0872	0,0767
g PB microbiana/kg NDT										
Eficiência	85,79	84,41	77,34	97,26	95,49	±4,02	0,6785	0,5828	0,2536	0,4302

<sup>1</sup>MON: monensina sódica e níveis de inclusão de APA em miligramas por quilo de matéria seca da dieta total (mg/kg MS); <sup>2</sup>Desvio padrão; <sup>3</sup>Contraste: monensina *versus* níveis de inclusão de APA; <sup>4</sup>Contraste: dieta sem aditivo *versus* níveis de inclusão de APA; <sup>5</sup>Contrastes polinomiais; Nmic: nitrogênio microbiano; PBmic: proteína microbiana; \*Equações não se ajustaram aos dados.

O pH ruminal é variável ao longo do dia, sendo influenciado pelo tipo de dieta ofertada ao animal e o tempo decorrido entre um fornecimento e outro, variando entre 5,5 e 7,4 em condições normais (DIRKSEN, 1993). Apesar da utilização de 80% de concentrado, o pH se manteve dentro da margem de normalidade descrita, apresentando variação entre as dietas de 5,57 a 5,94. Não sendo observada diferença entre as dietas aditivadas e sem aditivo ( $P>0,05$ ) (Tabela 12).

Nenhum efeito foi observado ( $P>0,05$ ) para ácidos graxos voláteis (AGV's) e a produção de metano ( $\text{CH}_4$ ) entre as dietas aditivadas com APA em relação à MON. Da mesma forma, não foram observadas diferenças entre a dieta com APA e sem aditivo (Tabela 12).

**Tabela 12.** Média do pH, concentrações de ácidos graxos voláteis (AGV's) individuais e totais, expressos em mmol/L e em percentual do total (%), razão acetato:propionato (A:P), metano em mmol/L ( $\text{CH}_4$ ) e nitrogênio amoniacal ( $\text{N-NH}_3$ , mg/dL) em fluido ruminal de caprinos alimentados ou não com alcaloides piperidínicos da algaroba (APA).

Itens	Dietas <sup>1</sup>					EPM <sup>2</sup>	MON vs APA <sup>3</sup>	0 vs APA <sup>4</sup>	Contrastes <sup>5</sup>	
	MON	Níveis de APA							L	Q
	2,7	0	9,2	18,4	27,6					
pH	5,77	5,57	5,94	5,87	5,67	±0,07	0,7826	0,2165	0,8653	0,4997
Lactato	0,51	0,33	0,42	0,39	0,72	±0,07	0,9980	0,2841	0,2985	0,1094
Acetato (A)	50,86	52,40	46,69	48,80	58,22	±1,73	0,9309	0,7917	0,3617	0,1122
Propionato (P)	24,14	24,84	20,72	28,93	29,48	±1,58	0,5899	0,7106	0,2035	0,3752
Butirato (B)	8,21	9,81	7,81	7,70	8,47	±0,44	0,8501	0,1343	0,6202	0,9481
AGV's totais	83,21	87,05	75,22	85,44	96,17	±3,21	0,7738	0,8630	0,2953	0,1964
A % total	61,72	60,85	61,91	57,37	60,91	±0,87	0,4760	0,7343	0,4243	0,6673
P % total	28,11	27,95	27,89	33,58	30,21	±1,03	0,3647	0,3361	0,1912	0,9364
B % total	10,17	11,20	10,20	9,05	8,88	±0,38	0,4139	0,0725	0,0873	0,4220
A:P	2,31	2,21	2,31	1,74	2,13	±0,11	0,3927	0,6034	0,2997	0,7499
$\text{CH}_4$	19,53	20,67	18,44	17,08	21,48	±0,73	0,7765	0,3779	0,9521	0,2334
$\text{N-NH}_3$	42,61	52,45	53,64	51,94	71,93	±3,01	0,0125	0,2704	0,0024	0,3751

<sup>1</sup>MON: monensina sódica e níveis de inclusão de APA em miligramas por quilo de matéria seca da dieta total (mg/kg MS); <sup>2</sup>Desvio padrão; <sup>3</sup>Contraste: monensina *versus* níveis de inclusão de APA; <sup>4</sup>Contraste: dieta sem aditivo *versus* níveis de inclusão de APA; <sup>5</sup>Contrastes polinomiais.

Os AGV's são oriundos da fermentação microbiana de carboidratos e às vezes proteína no rúmen, e representam a principal fonte de energia para os ruminantes



(BERCHIELLI et al., 2006). A concentração no rúmen é mantida em decorrência dos microrganismos e absorção pelas paredes ruminais, e dependem da qualidade, tipo e rotina de alimentação dos ruminantes (COSTA et al., 2017). A composição da dieta pode influenciar a concentração total de AGV's (BENCHAAAR et al., 2007). No entanto, não houve diferença na composição das dietas no estudo. Porém, o APA aumentou a digestibilidade do CNF ( $P < 0,05$ ), entretanto, esse aumento não foi suficiente para alterar a produção de AGV's.

Houve diferença na concentração do N-NH<sub>3</sub> entre as dietas aditivadas, com menor valor para MON quando comparado ao APA ( $P < 0,05$ ). Tendo ajuste linear para os APA (Tabela 12). Estes resultados indicaram que houve ação inversa do APA sobre a proteólise em relação a MON. A monensina reduz a degradação da proteína alimentar no rúmen aumentando a biodisponibilidade de aminoácidos no intestino (JOUANY e MORGAVI, 2007). Por esse ângulo, a redução nas concentrações do N-NH<sub>3</sub> poderia sugerir que a monensina inibiu a desaminação.

As concentrações de N-NH<sub>3</sub> são um equilíbrio entre sua liberação da degradação proteica e sua absorção pela microbiota ruminal (CIESLAK et al., 2013). A degradação da proteína ruminal inclui outros processos como proteólise e peptidólise, que diferem da desaminação (CASTILLEJOS et al., 2007). Nessa acepção, a concentração de amônia pode não ser o único indicador do metabolismo ruminal da proteína (SOLTAN et al., 2018).

A dieta aditivada com 27,6 mg/kg de MS de APA elevou em 27,08% a concentração de N-NH<sub>3</sub> em relação a dieta controle, ficando acima da faixa ótima de 45 a 69 mg/dL para máxima atividade fermentativa ruminal (GERON et al., 2015; PEREIRA et al., 2009). Entretanto, esteve acima da concentração de 15 mg/dL, tido na literatura como limitante para o crescimento microbiano (ZEOULA et al., 2003; PEREIRA et al., 2009). O efeito no metabolismo do nitrogênio pode estar associado à estrutura química dos compostos. Por esse ponto de vista, o APA devido à natureza básica ioniza-se em soluções aquosas ácidas, nessa condição aumentaria a bioatividade sobre as células microbianas.

Para a quantificação da população total dos protozoários ruminais e identificação dos gêneros, não houve diferença entre animais dos grupos MON e APA ( $P > 0,05$ ), com exceção do gênero *Isotricha* spp. ( $P < 0,05$ ). Apresentando ajuste linear para esse gênero.

Quando comparado à dieta sem aditivo com o APA, nenhuma diferença foi observada ( $P>0,05$ ) (Tabela 13).

**Tabela 13.** Concentração média e distribuição de protozoários ruminais ( $\times 10^4/\text{mL}$ ) em caprinos alimentados ou não com alcaloides piperidínicos da algaroba (APA).

Itens	Dietas <sup>1</sup>					MON vs APA <sup>2</sup>	0 vs APA <sup>3</sup>	Contrastes <sup>4</sup>	
	MON 2,7	Níveis de APA						L	Q
Protozoários <sup>5</sup>									
Pequenos	19,90	16,38	21,15	17,03	29,74	0,5683	0,8755	0,9856	0,0780
Médios	118,44	110,44	102,95	237,61	103,02	0,9614	0,9579	0,9698	0,8960
Grandes	1,76	3,06	3,94	7,18	3,92	0,8026	0,3548	0,6082	0,7101
Gêneros de protozoários									
<i>Entodinium</i>	67,16	93,74	55,63	210,14	101,86	0,8063	0,6599	0,5201	0,4135
<i>E. caudatum</i> *	70,20	33,96	68,57	50,83	32,80	0,8319	0,6297	0,6218	0,5891
<i>Charonina</i>	2,66	2,04	3,52	0,85	1,30	0,7328	0,2974	0,7010	0,7219
<i>Dasytricha</i>	0,08	0,10	0,05	0,00	0,36	0,6108	0,5386	0,8033	0,0525
<i>Isotricha</i>	0,00	0,04	0,27	0,00	0,36	0,0316	0,1904	0,0089	0,2980
Total	140,10	129,88	128,04	261,82	136,68	0,9342	0,9758	0,8694	0,9231

<sup>1</sup>MON: monensina sódica e níveis de inclusão de APA em miligramas por quilo de matéria seca da dieta total (mg/kg MS); <sup>2</sup>Contraste: monensina *versus* níveis de inclusão de APA; <sup>3</sup>Contraste: dieta sem aditivo *versus* níveis de inclusão de APA; <sup>4</sup>Contrastes polinomiais; <sup>5</sup>Considerou-se pequeno, protozoários com tamanho de até 40 x 60  $\mu\text{m}$ , médio medindo até 100 x 150  $\mu\text{m}$  e grande protozoários maiores que 100 x 150  $\mu\text{m}$ . \*Classificação feita por gêneros, no entanto este foi possível identificar a espécie.

*Isotricha* = 395,63 + 66,2887x

Foram constatados quatro gêneros de protozoários para todas as dietas, essa menor diversidade de ciliados no rúmen pode ter relação direta com o tipo de dieta (volumosa ou concentrada) ofertada aos animais (WILLIAMS, 1986). Todavia, o pH ruminal e as interações entre populações de bactérias e populações de protozoários também exercem influência (MENEZES et al., 2012). Alterações no pH ruminal causada por aditivos alimentares poderiam criar condições benéficas para que populações microbianas específicas dominem com o tempo (PATRA e YU, 2015). A menor diversidade neste estudo deve-se à maior proporção de concentrado (NIGRI et al., 2017), uma vez que, maior diversidade foram observadas com diferentes razões de volumoso (CARVALHO et al., 2011; RUFINO et al., 2011; TYMENSEN et al., 2012;

FREITAS et al., 2017; NIGRI et al., 2017). Indicando que, a composição dos ciliados se transformou de acordo alteração na dieta (ABRAR et al., 2016).

O gênero *Entodinium* spp. foi dominante, representando na média 98,12% da população dos ciliados (Tabela 13). Esse gênero tem sido relatado como abundante e mais frequente em ruminantes por diversos trabalhos (CARVALHO et al., 2011; RUFINO et al., 2011; MENEZES et al., 2012; COSTA et al., 2017; FREITAS et al., 2017; NIGRI et al., 2017). Seu desenvolvimento é maximizado em dietas concentradas (FRANZOLIN e DEHORITY, 1996), devido à disponibilidade de carboidratos (WILLIAMS, 1986). O estudo corrobora com os fatos relatados, haja vista que as dietas aditivadas com APA proporcionaram maior consumo e digestibilidade do CNF (Tabela 6 e 7), propiciando ambiente favorável ao seu desenvolvimento.

Em compensação, o gênero *Charonina* spp. aparece com 1,69% do total de protozoários, é pouco observado, mas pode ser abundante em animais alimentados com dietas volumosas (DEHORITY e MATTOS, 1978), porém tem baixa concentração em animais alimentados com dietas com altos teores de carboidratos de fácil digestão, o que provavelmente justifique seu percentual.

Por não apresentarem uma membrana mais externa, os protozoários são sensíveis a monensina (SPEARS, 1990). Nessa circunstância, a subclasse Holotricha (*Buetschilia* e *Isotricha*) é mais vulnerável (CHOUDHARY et al., 2004). Tal fato foi observado no estudo, visto que houve redução da população do gênero *Isotricha* spp. para a dieta aditivada com MON quando comparada a dieta aditivada com APA ( $P < 0,05$ ). Esse grupo de ciliados tem capacidade limitada de degradar FDN, tendo como uso principal os carboidratos solúveis (CARVALHO et al., 2011).

Pelo perfil enzimático descrito por Oliveira et al. (2007), os holotríquios apresentam amilase, invertase, pectinases e poligalacturonase, indicando que podem usar amido, pectina e açúcar em quantidade como energia. Conferindo-lhes maior capacidade de ingestão e armazenamento de polissacarídeos (HEALD et al., 1952). Nessa circunstância, deve-se ficar atento a esse grupo, pois são considerados agentes na metanogênese ruminal, na medida em que a presença desses holotríquios eleva a emissão de metano (BELANCHE et al., 2012). Esse efeito ocorre devido à relação positiva entre o seu tamanho e a quantidade de bactérias metanogênicas em endossimbiose (BELANCHE et al., 2014), indicando que a eliminação desses ciliados

seja uma ferramenta na mitigação de metano, porém essa relação precisa ser melhor evidenciada.

Finlay et al. (1994) relataram relação dos *Entodinium* spp. com a produção de metano. Os autores relatam que foram encontradas bactérias metanogênicas no citoplasma desse gênero, nesse sentido reduções na sua população acarretariam em reduções na produção de metano. É provável que a participação dos protozoários na metanogênese tenha sido superestimada (MORGAVI et al., 2010; MORGAVI et al., 2011). Nesse caso, acredita-se que os APA atuem diretamente sobre as *Archaeas* metanogênicas, visto que a contagem total de protozoários não foi alterada pelas dietas aditivadas, e nem a produção de metano.

A concentração de protozoários variou de 1,28 a 2,61 x 10<sup>6</sup>/mL no fluido ruminal. Podendo variar de 10<sup>4</sup> até 10<sup>6</sup> segundo Kamra (2005) e Kozloski (2011). O APA pode ter ação sobre os protozoários, no entanto sem alterar a população total. Não existem estudos sobre a ação antiprotozoária do APA sobre protozoários ruminais. É importante destacar que a metanogênese ruminal envolve diversas etapas biológicas, sendo catalisadas por muitas enzimas e coenzimas (ZHANG et al., 2018).

Quanto à classificação dos protozoários (pequenos, médios ou grandes), houve predomínio dos médios (Tabela 13). Esse comportamento foi atribuído aos *Entodinium* spp. que foram dominantes. Seguido dos pequenos protozoários como *Charonina* spp. e parte também por pequenos *Entodinium* spp. Que podem se apresentar nessas duas classificações mediante o meio e disponibilidade de substratos.

Em dietas com alto concentrado existe uma tendência em aparecer quantidades elevadas de pequenos protozoários, devido ao pH mais ácido onde os pequenos ciliados são mais resistentes a fermentação ruminal (LENG, 1982). Os grandes ciliados são mais sensíveis a alterações no ecossistema ruminal (KAMRA, 2005). A diferença observada entre a dieta aditivada com MON e APA, tendo a monensina o menor percentual de grandes está associada ao efeito tóxico sobre os ciliados, uma vez que, nesse estudo foram identificados na categoria dos holotríquios, que são sensíveis (CHOUDHARY et al., 2004). Neste aspecto, a utilização do aditivo APA é bom, porque não exerce toxicidade sobre esse grupo de protozoários com destaque para *Isotricha* spp., vale ressaltar que o APA incrementou o consumo de MS e componentes nutricionais das dietas pelos animais (Tabela 6), o que possivelmente favoreceu o desenvolvimento deste gênero que apresenta correlação positiva de 46,41%.

## Experimento 2.

O incremento no consumo de MS e componentes nutricionais (Tabela 6) reforçam os resultados obtidos no ensaio de palatabilidade e preferência para o as dietas aditivadas com APA (Tabela 14). O ensaio indicou que a inclusão do APA no concentrado não alterou a palatabilidade dos alimentos, visto que não foram observadas diferenças para as variáveis em análise (Avaliando, consumindo, ócio, CMS e taxa de ingestão), quando comparadas a dieta sem aditivo ( $P>0,05$ ). No entanto, os concentrados aditivados com APA foram preferidos pelos caprinos, visto que houve diferença entre a dieta sem aditivo e com APA ( $P<0,05$ ). Tendo as dietas com APA apresentado um ajuste quadrático para essa avaliação, com ponto de máximo em 16,9 mg/kg MS.

**Tabela 14.** Média do tempo (min) gasto nas atividades avaliando, consumindo e ócio, número de vezes de levantamento da cabeça (Lev.Cab.), visitas ao cocho e bebedouro, consumo de matéria seca em gramas (CMS), taxa de ingestão de matéria seca por minutos (MS/min) para avaliação da palatabilidade e em porcentagem do consumo total (IMS%, percentual de cada concentrado consumido em relação ao consumo total) para avaliação da preferência de caprinos alimentados ou não com alcaloides piperidínicos da algaroba (APA).

Itens	Dietas <sup>1</sup>				EPM <sup>2</sup>	0 vs APA <sup>3</sup>	Contrastes <sup>4</sup>	
	0	9,2	18,4	27,6			L	Q
Palatabilidade								
Avaliando	0,00	0,00	0,00	0,00	±0,00	-	-	-
Consumindo	26,84	27,89	28,22	29,02	±0,47	0,1485	0,0977	0,8892
Ócio	3,16	2,11	1,78	0,98	±0,47	0,1485	0,0977	0,8892
Lev. Cab.	36,13	49,63	50,25	49,25	±5,69	0,0841	0,1561	0,3499
Cocho	1,38	2,75	1,25	0,63	±0,33	0,8659	0,1934	0,1329
Bebedouro	0,50	0,38	0,88	1,00	±0,24	0,6472	0,3468	0,8171
CMS	558,56	545,63	605,81	596,81	±39,02	0,7525	0,5568	0,9763
MS/min	20,14	19,26	21,00	20,58	±1,33	0,9564	0,7611	0,9193
Preferência								
IMS%	19,01	33,47	29,00	18,52	±1,48	0,0337	0,6823	0,0002

<sup>1</sup>Níveis de inclusão de APA em miligramas por quilo de matéria seca da dieta total (mg/kg MS); <sup>2</sup>Desvio padrão; <sup>3</sup>Contraste: dieta sem aditivo *versus* níveis de inclusão de APA; <sup>4</sup>Contrastes polinomiais; IMS% =  $19,3269 + 1,5407x - 0,04555x^2$

Existem relatos de casos de intoxicação de caprinos consumindo a *P. juliflora* como único alimento, ou proporções superiores a 50% da dieta por períodos prolongados (TABOSA et al., 2000), sendo o quadro associado aos alcaloides presentes

em sua estrutura. Podendo ser o provável motivo para os animais reduzirem o consumo no ensaio de preferência (LOPES et al., 2014; RIET-CORREA et al., 2012). Ambos os ensaios ajudam a justificar a aplicação do APA na alimentação de ruminantes, por se tratar de um produto alternativo, na busca contínua por novos produtos naturais bioativos (YU et al., 2018; ZHAO et al., 2015). Entretanto, é necessário avaliar sua ação sobre a produção animal nos seguimentos reprodutivos, leiteiro e qualidade de carne para determinação dos níveis ideais para cada categoria.

## V - CONCLUSÕES

Os alcaloides piperidínicos de algaroba aumentam o consumo de nutrientes, não alteram a palatabilidade dos alimentos e são preferidos pelos caprinos. Não reduz a população total de protozoários. Aumenta a população dos holotríquios.

Os parâmetros de fermentação (pH, AGV's e CH<sub>4</sub>) não são alterados, mas os alcaloides piperidínicos de algaroba elevam o N-NH<sub>3</sub> na dose de 27,6 mg/kg MS.

## VI - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRAR, A.; WATANABE, H.; KITAMURA, T.; KONDO, M.; BAN-TOKUDA, T.; MATSUL, H. Diversity and fluctuation in ciliate protozoan population in the rumen of cattle. **Animal Science Journal**, v.87, p.1188-1192, 2016.

ALVES, E.M. Farelo da vagem de algaroba associado a níveis de ureia na alimentação de ovinos: balanço de nitrogênio, N-ureico no plasma e parâmetros ruminais. **Acta Scientiarum Animal Sciences**, v.34, n.3, p.287-295, 2012.

AOAC - Association of Official Analytical Chemists. Official Methods of Analysis. 18th ed, 3th Review, Washington: AOAC, 2010. 1094p.

BELANCHE A, de la FUENTE, G.; MOORBY, J.M.; NEWBOLD, C.J. Bacterial protein degradation by different rumen protozoal groups. **Journal Animal Science**, v.90, p.4495–4504, 2012.

BELANCHE, A.; de la FUENTE, G.; NEWBOLD, C.J. Study of methanogen communities associated with diferente rumen protozoal populations, **Microbiology Ecology**, v.90, p.663-677, 2014.

BELENGUER, A.; YAÑEZ, D.; BALCELLS, J.; OZDEMIR, N.H. Urinary excretion of purine derivatives and prediction of rumen microbial outflow in goats. **Livestock Production Science**, v.77, n.3, p.127-135, 2002.

BENCHAAR, C.; PETIT, H.V.; BERTHIAUME, R.; OUELLET, D.R.; CHIQUETTE, J.; CHOUNARD, P.Y. Effects of essential oils on digestion, ruminal fermentation, rumen microbial populations, milk production, and milk composition in dairy cows fed alfalfa silage or corn silage. **Journal of Dairy Science**, v.90, p.886–897, 2007.

BERCHIELLI, T.T.; PIRES, A.V.; OLIVEIRA, S.G. **Nutrição de ruminantes**. Jaboticabal: Funep, 2006, v.2, 574p.

BRYANT, J. P.; PROVENZA, F. D.; PASTOR, J.; REICHARDT, P. B.; CLAUSEN, T. P.; TOIT, J. T. Interactions between woody plants and browsing mammals mediated by secondary metabolites. **Annual Review of Ecology and Systematics**, v.22, p.431-446, 1991.

CARVALHO, L.F.P.B.; AMORIM, G.L.; MATOS, D.S.de.; BATISTA, A.M.V.; MORAES, A.C.A.de.; CABRAL, A.M.D. Protozoários do rúmen de caprinos submetidos a dieta com casca de soja. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, v.12, n.1, p.244-253, 2011.



CASTILLEJOS, L.; CALSAMIGLIA, S.; FERRET, A.; LOSA, R. Effects of dose and adaptation time of a specific blend of essential oil compound on rumen fermentation. **Animal Feed Science and Technology**. v.132, n.3, p.186–201, 2007.

CHOUDHARY, U.B.; UPADHYAYA, R.S.; SINGH, N. Effect of feeding monensin and vitamin e on rumen ciliate population in goats. **Indian Journal of Animal Sciences**, v.74, n.9, p.980-982, 2004.

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; International Feed Resources Unit, 1992, 21p. (Occasional publication).

CIESLAK, A.; SZUMACHER-STRABEL, M.; STOCHMAL, A.; OLESZEK, W. Plant components with specific activities against rumen methanogens. **Animal**. v.7, p.253-265, 2013.

COSTA, F.A.A.; FERNANDES, L.B.; GARCIA, V.P.; SOARES, W.V.B.; FRANZOLIN, R. Degradabilidade de gramíneas, fermentação e protozoários no rúmen de bovinos em dietas com diferentes aditivos. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, v.18, n.2, p.269-281, 2017.

D'AGOSTO, M.; CARNEIRO, M.E. Evaluation of lugol solution used for counting rumen ciliates. **Revista Brasileira de Zoologia**, v.16, p.725-729, 1999.

DEHORITY, B.; MATTOS, W. Alterações diurnas e efeito da ração nas concentrações dos ciliados do rúmen Charon ventriculi. **Applied and Environmental Microbiology**, v.36, p.953-958, 1978.

DEHORITY, B.A. 1993. Laboratory manual for classification and morphology of rumen ciliate protozoa. CRC Press. Boca Raton.

DEHORITY, B.A. Evaluation of subsampling and fixation procedures used for counting rumen protozoa. **Applied and Environmental Microbiology**. v.48, p.182–185, 1984.

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, 2012. 214p.

DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S.C.; PAULINO, M.F. et al. Nutritional aspects applied to grazing cattle in tropics: a review based on Brazilian results. **Semina Ciências Agrárias**, v.35, p.2829-2854, 2014.

DIAS, A. M.; SILVA, F.F.; VELOSO, C.M.; ÍTAVO, L.C.V.; PIRES, A.J.V.; SOUZA, D.R.; SÁ, J.F.; MENDES, F.B.L.; NASCIMENTO, P.V. Bagaço de mandioca em dietas de novilhas leiteiras: consumo de nutrientes e desempenho produtivo. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 60, n. 4, p. 987-995, 2008.

FENNER, H. Method for determining total volatile bases in rumen fluid by steam distillation. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 48, n. 4, p. 249-251, 1965.

FINLAY, B.J.; ESTEBAN, G.; CLARKE, K.J.; WILLIAMS, A.G.; EMBLEY, T.M.; HIRT, R.P. Some rumen ciliates have endosymbiotic methanogens. **FEMS Microbiology Letters**, v.117, p.157-161, 1994.

FRANZOLIN, R.; FRANZOLIN, M.H.T. População de protozoários ciliados e degradabilidade ruminal em búfalos e bovinos zebuínos sob dieta à base de cana de açúcar. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, p.1853-1861, 2000.

FREITAS, C.E.S.; DUARTE, E.R.; ALVES, D.D.; MARTINELE, I.; D'AGOSTO, M.; CEDROLA, F.; FREITAS, A.A.M.; SOARES, F.D.S.; BELTRAN, M. Sheep fed with banana leaf hay reduce ruminal protozoa population. **Tropical Animal Health and Production**, v.49, n.4, p.807-812, 2017.

GENTIL, R.S.; PIRES, A.V.; SUSIN, I. et al. Digestibilidade aparente de dietas contendo silagem de cana de açúcar tratada com aditivo químico ou microbiano para cordeiros. **Acta Scientiarum Animal Science**, v.29, n.1, p.63-69, 2007.

GERON, L.J.V.; GARCIA, J.; COSTA, F.G.; AGUIAR, S.C.; OLIVEIRA, E.B.; SILVA, M.I.L.; CABRAL, L.S.; PIERANGELI, M.A.P.; ZEOULA, L.M.; MEXIA, A.A. Ruminal parameters and nitrogen balance in sheep fed diets containing residue from the extraction of tamarind pulp. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v.36, n.5, p.3411-3420, 2015.

GONCALVES, G. S.; PEDREIRA, M. S.; PEREIRA, M. L. A.; SANTOS, D. O.; SOUZA, D.D.; PORTO JUNIOR, A.F. Nitrogen metabolism and microbial production of dairy cows fed sugarcane and nitrogen compounds. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 15, p. 48-61, 2014.

GONZALEZ, F.H.D.; BARCELLOS, J.; PATINO, H.O. **Perfil metabólico em ruminantes. Seu uso em nutrição e doenças nutricionais**. Porto Alegre: Editora UFRGS, p.106, 2000.

HALL, M.B. Challenges with non-fiber carbohydrate methods. **Journal of Animal Science**. v.81, n.12, p.3226-3232, 2003.

HEALD, P.J.; OXFORD, A.E.; SUGDEN, B. A convenient method for preparing massive suspensions of virtually bacteria-free ciliate protozoa of the genera *Isotricha* and *Dasytricha* for manometric studies. **Nature**, v.169, p.1055-1056, 1952.

JOUANY, J.P.; MORGAVI, D.P. Use of 'natural' products as alternatives to antibiotic feed additives in ruminant production. **Animal**, v.1, p.1443-1466, 2007.

KAMRA, D.N. Rumen microbial ecosystem. **Current Science**, v.89, p.124-135, 2005.

KOZLOSKI, G.V. **Bioquímica dos ruminantes**. 3 ed. Santa Maria: UFSM. 2011, 280p.

LENG, R. A. Dynamics of protozoa in the rumen of sheep. **Cambridge: British Journal of Nutrition**, v.48, n.2, p. 399-415, 1982.

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

LOPES, A. C.; SANTOS, M. V. B.; REIS, S. D. S.; BONFIM, W. V. A.; SILVA, W. S.; MACÊDO, J. T. S. A.; PEDROSO, P. M. O.; PIMENTEL, L. A. Intoxicação por *Prosopis juliflora* em ruminantes no estado da Bahia: novos aspectos em surtos espontâneos. **II Encontro Internacional de Sanidade de Animais de produção**, 2014.

MENEZES, D.R.; COSTA, R.G.; ARAÚJO, G.G.L.; PEREIRA, L.G.R.; OLIVEIRA, P.T.L.; SILVA, A.E.V.N.; VOLTOLINI, T.V.; MORAES, S.A. Parâmetros sanguíneos, hepáticos e ruminais de ovinos alimentados com dietas com farelo de mamona destoxificado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.47, n.1, p.103-110, 2012.

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

MORGAVI, D.P.; FORANO, E.; MARTIN, C.; NEWBOLD, C.J. Microbial ecosystem and methanogenesis in ruminants. **Animal**, v.4, p.1024-1036, 2010.

MORGAVI, D.P.; MARTIN, C.; JOUANY, J.P.; RANILLA, M.J. Rumen protozoa and methanogenesis: not a simple cause-effect relationship. **The British Journal of Nutrition**, v.107, p.388-397, 2011.

MOSS, A.R.; JOUANY, J.P.; NEWBOLD, J. Methane production by ruminants: its contribution to global warming. **Annales de Zootechnie**. v.49, n.3, p.231-253, 2000.

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

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. Nutrient requirements of small ruminants. Sheep, goats, cervids, and new world camelids. Washington, D.C.: The National Academy Press, 2007. 362p.

OLIVEIRA, J.S.; ZANINE, A.M.; SANTOS, E.M. Diversidade microbiana no ecossistema ruminal (Microbial diversity in the ecossistema ruminal). *Revista electrónica de Veterinaria*, v.8, n.6, 2007. Disponível em: <<http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n060607/060703.pdf>>. Acesso em: 25 de março de 2018.

OLIVEIRA, M.V.; FERREIRA, I.C.; MACEDO JUNIOR, G.L.; ROSALINSKIMORAES, F.; ANTUNES, M.M.; FRANCA, A.M.S.; NAVES, J.G.; RODRIGUES, V.J.C. Benefícios do uso da monensina sódica na nutrição de cordeiros semiconfinados. **Bioscience Journal**, v.29, n.6, p.1961-1970, 2013.

PATRA, A.K.; YU, K. Effects of adaptation of *in vitro* rumen culture to garlic oil, nitrate, and saponin and their combinations on methanogenesis, fermentation, and abundances and diversity of microbial populations. **Frontiers in Microbiology**, v.6, p.1434, 2015.

PEREIRA, E.P.; MIZUBUTI, I.Y.; VILLARROEL, A.B.S.; OLIVEIRA, S.M.P.; PIMENTEL, P.G. Variáveis ruminais em novilhos alimentados com feno de tifton 85 com diferentes tamanhos de partículas. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v.30, n.1, p.243-250, 2009.

RIET-CORREA, F.; ANDRADE, F. R. M.; CARVALHO, F. K. L.; TABOSA I. M.; GALIZA, G. J.; BERNARDINO, J. N.; SIMÕES, S. V. D.; MEDEIROS, R. M. T. Utilização de vagens de *Prosopis juliflora* na alimentação de ovinos e caprinos. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v.32, n.10, p.987-989, 2012.

RUFINO, L.M.A.; BARRETO, S.M.P.; DUARTE, E.R.; GERASEEV, L.C.; SANTOS, A.C.R.; JARUCHE, Y.G. Efeitos da inclusão de torta de macaúba sobre a população de protozoários ruminais de caprinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.4, p.899-903, 2011.

SANTOS, Josivânia Rodrigues de Araújo. **Extrato alcaloídico da farinha de vagens integrais de algarobeiras em dietas para cordeiros confinados**. 2017. 77p. Tese (Doutorado em Zootecnia – Produção de ruminantes) – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Itapetinga, 2017.

SAS INSTITUTE. Statistical Analysis System. User's guide. Cary: SAS Institute, 2018.

SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos. 3.ed. Viçosa, MG: UFV, 2002. 235p.

SILVA, J.F.C.; LEÃO, M.I. Fundamentos da nutrição dos ruminantes. Piracicaba: Livroceres, 1979. 380p.

SNIFFEN, C.J.; O'CONNOR, J.D.; VAN SOEST, P.J.; FOX, D.G.; RUSSELL, J.B. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, v.70, p.3562-3577, 1992.

SOLTAN, Y.A.; HASHEM, N.M.; MORSY, A.S.; EL-AZRAK, K.M.; EL-DIN, A.N.; SALLAM, S.M. Comparative effects of *Moringa oleifera* root bark and monensin supplementations on ruminal fermentation, nutrient digestibility and growth performance of growing lambs. **Animal Feed Science and Technology**, v.235, p.189-201, 2018.

SOUSA, Larisse Borges. **Alcaloides piperidínicos de *Prosopis juliflora* como aditivo nutricional para cordeiros**. 2018. 57 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia – Produção de ruminantes) – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Itapetinga, 2018.

SPEARS, J.W. **Ionophores and nutrient digestion and absorption in ruminants**. In: Symposium gut metabolism and nutrient supply. Raleigh, 1990.

TABOSA, I.M.; SOUZA, J.C.A.; BARBOSA-FILHO, J.M.; ALMEIDA, R.N.; GRAÇA, D.L.; RIET-CORREA, F. Neuronal vacuolation of the trigeminal nuclei in goats caused by the ingestion of *Prosopis juliflora* pods (mesquite Supply of). **Veterinary and Human Toxicology**, v.42, p.155–158, 2000.

TYMENSEN, L.; BARKLEY, C.; MCALLISTER, T.A. Relative diversity and community structure analysis of rumen protozoa according to T-RFLP and microscopic methods. **Journal of Microbiological Methods**, v.88, p.1-6, 2012.

VIEIRA, P. F. **Efeito do formaldeído na proteção de proteínas e lipídios em rações para ruminantes**. 1980. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 1980.

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

WILLIAMS, A.G. 1986. Rumen holotrich ciliate protozoa. **Microbiological Reviews**, 50: 25–49.

YU, X.; DUAN, K.T.; WANG, Z.X.; CHEN, H.P.; GAN, X.Q.; HUANG, R.; LI, Z.H.; FENG, T.; LIU, J.K. Anemhupehins A–C, podocarpane diterpenoids from *Anemone hupehensis*. **Natural Products and Bioprospecting**, v.8, n.1, p.31–35, 2018.

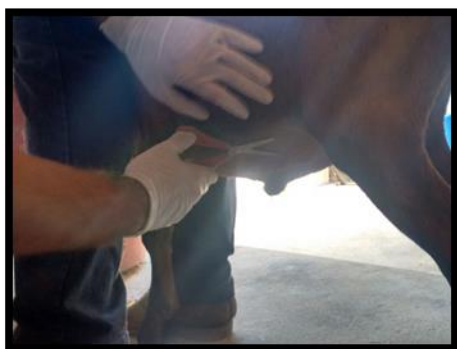
ZEOULA, L.M.; CALDAS NETO, S.F.; GERON, L.J.V.; MAEDA, E.M.; PRADO, I.N.; DIAN, P.H.M. Substituição do milho pela farinha de varredura de mandioca (*Manihot esculenta*, Crantz) em rações de ovinos: consumo, digestibilidade, balanços de nitrogênio e energia e parâmetros ruminais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.2, p.491-502, 2003.

ZHANG, Z.W.; CAO, Z.J.; WANG, Y.L.; WANG, Y.J.; YANG, H.J.; LI, S.L. Nitrocompounds as potential methanogenic inhibitors in ruminant animals: A review. **Animal Feed Science and Technology**, v.236, p.107-114, 2018.

ZHAO, Z.Z.; CHEN, H.P.; FENG, T.; LI, Z.H.; DONG, Z.J.; LIU, J.K. Four new sesquiterpenoids from cultures of the fungus *Phellinidium sulphurascens*. **Natural Products and Bioprospecting**, v.5, p.23–28, 2015.

## VII – ANEXOS

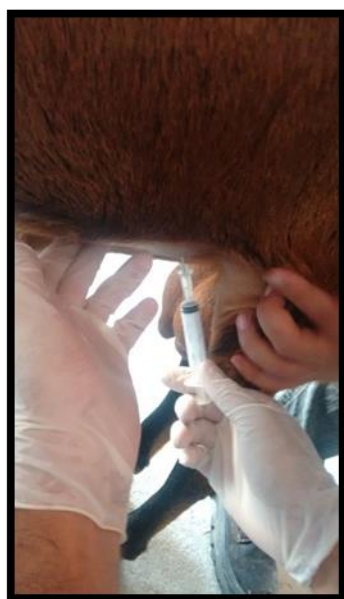
7.1 Tricotomia e assepsia (A e B), introdução do cateter com seringa (C) e coleta do fluido ruminal (D) em caprinos alimentados ou não com alcaloides piperidínicos de algaroba.



A



B



C

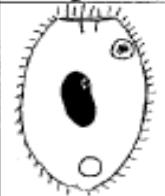

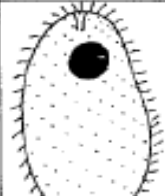



D





## 7.2 Chave de identificação protozoários

Livro: **Nutrição de Ruminantes**. Páginas 119 a 122. Autores: Telma Teresinha Berchielle; Alexandre Vaz Pires; Simone Gisele de Oliveira - Jaboticabal. 2006

**Tabela 4** - Características morfológicas dos principais gêneros de protozoários ruminais.




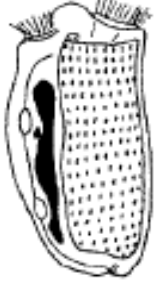
Gêneros	Figura	Morfologia	Macronúcleo	Vacúolo	Largura	Comprimento
<i>Buetschlia</i>		Corpo oval com duas zonas ciliares (anterior e posterior). Uma coroa ciliada anterior. Placas esqueléticas ausentes.	Macronúcleo elíptico	Um vacúolo contrátil na região posterior e um vacúolo de concreção (acúmulo de sólidos) na região anterior.	20-30 $\mu\text{m}$	30-35 $\mu\text{m}$
<i>Isotricha</i>		Cílios cobrindo o corpo em cinécias longitudinais, paralelas ao eixo do corpo. Placas esqueléticas ausentes.	Macronúcleo triangular	Vários vacúolos contráteis	73-128 $\mu\text{m}$ ( <i>I. prostoma</i> ) e 108-155 $\mu\text{m}$ ( <i>I. intestinalis</i> ).	105-207 $\mu\text{m}$ ( <i>I. prostoma</i> ) e 135-200 $\mu\text{m}$ ( <i>I. intestinalis</i> ).
<i>Dasytricha</i>		Cílios cobrindo o corpo em cinécias oblíquas ao eixo do corpo. Abertura do vestíbulo localizada na extremidade posterior do corpo. Placas esqueléticas ausentes.	Macronúcleo esférico a elíptico.	Um vacúolo contrátil	38-53 $\mu\text{m}$	60-100 $\mu\text{m}$
<i>Charonina</i>		O corpo é relativamente alongado. Ciliatura somática reduzida. Zonas ciliares presentes apenas nas regiões anterior e posterior do corpo. Vestíbulo distinto e longo. Placas esqueléticas ausentes.	Macronúcleo esférico a elíptico		9-15 $\mu\text{m}$	28-46 $\mu\text{m}$

**Tabela 4** - Características morfológicas dos principais gêneros de protozoários ruminais. (continuação)



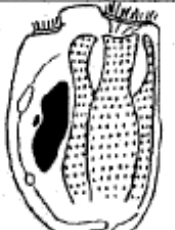



Gêneros	Figura	Morfologia	Macronúcleo	Vacúolo	Largura	Comprimento
<i>Entodinium</i>		A forma corporal varia entre as diferentes espécies (arredondada, alongada, simétrica, assimétrica). Única banda ciliar em volta da abertura oral. Placas esqueléticas ausentes.	Geralmente alongado	Presença de vacúolo contrátil em algumas espécies.	14-90 $\mu\text{m}$	22-115 $\mu\text{m}$
<i>Diplodinium</i>		A forma do corpo varia entre as diferentes espécies. Placas esqueléticas ausentes. Presença de espinhos (de 1 a 6) na região posterior de algumas espécies. Placas esqueléticas ausentes.	Macronúcleo com o terço anterior inclinado à direita, localizado no meio do corpo.	Vacúolo contrátil encontrado em algumas espécies.	20-80 $\mu\text{m}$	30-120 $\mu\text{m}$
<i>Eodinium</i>		Corpo geralmente pequeno. Placas esqueléticas ausentes.	Macronúcleo reto, em bastão, próximo à extremidade esquerda do corpo.	Dois vacúolos contráteis	20-40 $\mu\text{m}$	40-70 $\mu\text{m}$
<i>Eremoplastron</i>		A forma do corpo varia entre as espécies, podendo apresentar duas projeções na região posterior do corpo, ou apenas uma grande cauda em forma de espinho. Única placa esquelética estreita.	Macronúcleo triangular ou em forma de bastão, com a extremidade posterior inclinada, à direita.	Dois vacúolos contráteis	25-70 $\mu\text{m}$	35-110 $\mu\text{m}$



**Tabela 4** - Características morfológicas dos principais gêneros de protozoários ruminais. (continuação)

Gêneros	Figura	Morfologia	Macronúcleo	Vacúolo	Largura	Comprimento
<i>Eudiplodinium</i>		A forma do corpo é ovóide para triangular. Uma pequena placa esclerótica alongada e larga, junto ao citóstoma, afilando-se posteriormente.	Macronúcleo presente, semelhante a um 7.	Dois vacúolos contráteis.	80-150 $\mu\text{m}$ .	120-200 $\mu\text{m}$
<i>Diploplastron</i>		Corpo ovóide. Presença de duas placas escleróticas delgadas.	Macronúcleo em bastão. Os macronúcleos apresentam forma do número 7.	Dois vacúolos contráteis à esquerda do macronúcleo	65-87 $\mu\text{m}$	90-128 $\mu\text{m}$
<i>Polyplastron</i>		Corpo ovóide. Presença de cinco placas escleróticas sendo duas bem distintas no lado superior e três pequenas no lado inferior	Macronúcleo presente	Vacúolos pulsáteis numerosos.	97-130 $\mu\text{m}$	122-210 $\mu\text{m}$
<i>Ostracodinium</i>		Corpo elipsóide para triangular. Placa esclerótica larga, única, cobrindo quase completamente o lado superior do ciliado.	Macronúcleo presente.	De dois a três vacúolos contráteis.	36-70 $\mu\text{m}$	50-128 $\mu\text{m}$

**Tabela 4** - Características morfológicas dos principais gêneros de protozoários ruminais. (continuação)

Gêneros	Figura	Morfologia	Macronúcleo	Vacúolo	Largura	Comprimento
<i>Elytroplastron</i>		Presença de quatro placas escleróticas, sendo duas bem definidas no lado superior. No lado inferior presença de uma placa bem desenvolvida e outra pequena.	Macronúcleo presente	Quatro vacúolos contráteis presentes, localizados à esquerda do macronúcleo	76-100 $\mu\text{m}$	100 -160 $\mu\text{m}$
<i>Metadinium</i>		Corpo ovóide para triangular. Duas placas escleróticas largas, unidas ou não na região posterior.	Macronúcleo em forma de E ou F	Dois vacúolos contráteis, localizados nas depressões do macronúcleo	80-140 $\mu\text{m}$	110-210 $\mu\text{m}$
<i>Enoploplastron</i>		Seu corpo lembra os Ostracodínios, porém suas placas escleróticas são separadas em três partes ou parcialmente unidas.	Macronúcleo com depressão na região anterior.	Dois vacúolos contráteis, localizados à esquerda do macronúcleo.	60-78 $\mu\text{m}$	80-110 $\mu\text{m}$
<i>Ophyroscolex</i>		Seu corpo apresenta uma característica marcante, que é a presença de grande quantidade de espinhos na região posterior do corpo. Três placas escleróticas no lado superior do corpo. Espinhos na parte inferior do corpo.		Presença de nove vacúolos contráteis em algumas espécies.	80-110 $\mu\text{m}$	140-190 $\mu\text{m}$
<i>Epidinium</i>		Corpo geralmente alongado, podendo apresentar, em algumas espécies, projeções na região posterior, em forma de espinhos. Três placas escleróticas ligeiramente curvas no lado superior.	Macronúcleo presente.	Dois vacúolos contráteis, presentes encontrados à esquerda do macronúcleo.	40-70 $\mu\text{m}$	80-150 $\mu\text{m}$

