



**EXTRATO ALCALOÍDICO DA FARINHA DE VAGENS  
INTEGRAIS DE ALGAROBEIRAS EM DIETAS  
PARA CORDEIROS CONFINADOS**

**JOSIVÂNIA RODRIGUES DE ARAÚJO SANTOS**

**2017**



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

**EXTRATO ALCALOÍDICO DA FARINHA DE VAGENS  
INTEGRAIS DE ALGAROBEIRAS EM DIETAS  
PARA CORDEIROS CONFINADOS**

Autora: Josivânia Rodrigues de Araújo Santos  
Orientadora: Prof. Dr<sup>a</sup> Mara Lúcia Albuquerque Pereira

ITAPETINGA  
BAHIA-BRASIL  
Abril/2017

**JOSIVÂNIA RODRIGUES DE ARAÚJO SANTOS**

**EXTRATO ALCALOÍDICO DA FARINHA DE VAGENS  
INTEGRAIS DE ALGAROBEIRAS EM DIETAS  
PARA CORDEIROS CONFINADOS**

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

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

Coorientadores: Prof. Dr. Fabiano Ferreira da Silva  
Prof. Dr. Herymá Giovane de Oliveira Silva

ITAPETINGA  
BAHIA-BRASIL  
Abril/2017

636.085 Santos, Josivânia Rodrigues de Araújo.  
S235e Extrato alcaloídico da farinha de vagens integrais de algarobeiras em dietas para cordeiros confinados. / Josivânia Rodrigues de Araújo Santos. – Itapetinga-BA: UESB, 2017.

77f.

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

1. Cordeiros confinados – Aditivos – Ionóforos - Monensina sódica. 2. Proteína microbiana. 3. *Prosopis juliflora* – Extrato - Propriedades. I. Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia - Programa de Pós-Graduação de Doutorado em Zootecnia, *Campus* de Itapetinga. II. Pereira, Mara Lúcia Albuquerque. III. Silva, Fabiano Ferreira da. IV. Silva, Herymá Giovane de Oliveira. V. 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. Cordeiros confinados – Aditivos – Ionóforos - Monensina sódica
2. Proteína microbiana
3. *Prosopis juliflora* – Extrato - Propriedades

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

Campus Itapetinga-BA

DECLARAÇÃO DE APROVAÇÃO

**Título:** "Extrato alcaloídico da farinha de vagens integrais de algarobeiras em dietas para cordeiros confinados".


**Autor (a):** Josivânia Rodrigues de Araújo Santos

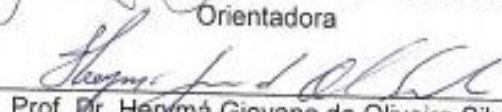
**Orientador (a):** Prof.<sup>a</sup>. Dr.<sup>a</sup>. Mara Lúcia de Albuquerque Pereira.

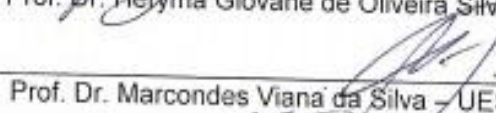
**Co-orientador (a):** Prof. Dr. Fabiano Ferreira da Silva


Prof. Dr. Herymá Giovane de Oliveira Silva


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

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

  
Prof. Dr. Herymá Giovane de Oliveira Silva - UESB

  
Prof. Dr. Marcondes Viana da Silva – UESB

  
Prof. Dr. Márcio dos Santos Pedreira – UESB

  
Dr.<sup>a</sup>. Ana Paula Gomes da Silva – PNP/UESB

Data de realização: 10 de março de 2016

*"Você nunca sabe a força que tem, até quando sua  
única alternativa é ser forte."*

*Johnny Depp*

**EPÍGRAFE**

*A Deus, por me abençoar e me fortalecer em todos os momentos;*

*Aos meus idolatrados pais Francisco Otávio de Araújo (in memoriam) e Juracy Rodrigues de Araújo, pelo amor, carinho, educação e ensinamentos;*

*Ao meu amado filho André Felipe Araújo dos Santos, pelo entendimento, amor e carinho em todos os momentos desta jornada;*

*Ao meu esposo Otanael Oliveira dos Santos, pelo amor, companheirismo e apoio constante durante todos os momentos;*

*Aos meus queridos irmãos Josenaldo Rodrigues de Araújo, José Rodrigues de Araújo, Jorge Rodrigues de Araújo, Jailson Rodrigues de Araújo, Geraldo Rodrigues de Araújo e minha amiga e irmã Josivalda Rodrigues de Araújo.*

**DEDICO!**

*À minha orientadora, Prof<sup>ª</sup> Dr.<sup>a</sup>. Mara Lúcia Albuquerque Pereira, pela preciosa contribuição, sugestões, apoio e incentivo incondicional nos momentos de dificuldades, os quais não foram poucos ao longo dessa jornada.*

**OFEREÇO**



## AGRADECIMENTOS

*A Deus, pelo dom da vida e por todas as bênçãos concedidas;*

*Ao meu amado filho André Felipe Araújo dos Santos, pela compreensão e paciência nos momentos difíceis, como estresse e cansaço, quando não era possível lhe dar a atenção merecida; pelas vezes em que a ausência se fazia necessária ao longo deste curso e, principalmente, pelo grande apoio nos momentos em que tive que lhe tirar da sua caminha para me acompanhar nas aulas, tratos experimentais, coletas e demais atividades em que era necessário levá-lo junto a mim. Você é meu grande incentivo. Amo-te, incondicionalmente!*

*Ao meu esposo e grande companheiro nesta jornada, Otanael Oliveira dos Santos, pelo precioso apoio e fundamental participação (crucial em todas as etapas deste curso), além do grande carinho, compreensão, amizade, paciência e conforto nos momentos difíceis. Amo-te muito!*

*Ao meu saudoso e amado pai, Francisco Otávio de Araújo (in memoriam), que soube me ensinar todos os meus valores, como dignidade, honestidade, perseverança, educação, alegria entre outros. Obrigada por todo carinho, amor, paciência e conselhos em todos os momentos e pelo grande incentivo em todas as etapas da minha vida, acreditando sempre no meu potencial. Sinto muito sua falta! Que Deus te conceda o descanso eterno. Amo-te, infinitamente!*

*A minha querida mãe, Juracy Rodrigues de Araújo, grande amiga e confidente, que soube honrar com satisfação e carinho seu papel, educando-me com muito empenho, além de estar sempre presente na minha vida. Sempre me ajudando e me apoiando nas minhas escolhas. Obrigada por tudo, eu a amo demais!*

*Aos demais familiares, irmã, irmãos, sogro e sogra, cunhados, cunhadas, sobrinhos e sobrinhas entre outros, pelo apoio moral e incentivo para realização deste trabalho;*

*À Profª. Drª. Mara Lúcia Albuquerque Pereira, pela sua preciosa orientação, carinho, paciência e atenção, dispondo sempre com presteza de tempo para repassar os ensinamentos necessários durante todo o andamento do curso. Agradeço ainda o imenso apoio e solidariedade durante uma fase muito difícil pela qual passei durante o período experimental, mas, devido a seu grande incentivo, foi possível dar sequência ao curso;*

*À Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB) e ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, pela oportunidade de estudo para conclusão deste curso;*

*À FAPESB – Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Bahia, pela concessão da bolsa de estudo;*

*A todos os professores do PPZ, pelos ensinamentos e experiências repassados;*

*Ao Prof. Dr. Fabiano Ferreira da Silva, pela amizade, colaboração, sempre disposto a ajudar;*

*Ao Prof. Dr. Herymá Giovane de Oliveira Silva, pela colaboração, ensinamento, humildade e principalmente devido à disponibilidade sempre que solicitado, serei sempre grata!*

*Ao Dr. Alex Resende Schio, pela amizade e apoio durante a realização de alguns cálculos experimentais;*

*Aos colegas da Pós-Graduação pelo apoio e colaboração: Jeruzia, Edileusa, Andrezza, Leandro, Beatriz, Adler, Weiber, Taiala e Alana.*

*Aos estagiários voluntários envolvidos na etapa experimental: Ermando, Joane, Ulisses, Andressa, Rafaela, Karla, Karine, Daiane e Eric;*

*Ao funcionário do Laboratório de Forragicultura José Queiroz, grande Zé, pela amizade, auxílio e precioso apoio durante a fase experimental e realização das análises químicas;*

*Ao funcionário do Laboratório de Fisiologia Animal (LAFa) e amigo, George, pelo indispensável na condução das análises de urina, disponibilidade e pelos ensinamentos durante todo esse processo;*

*Ao prof<sup>o</sup> Marcondes Viana, pelo grande apoio na obtenção do aditivo (extrato alcaloídico da vagem de algaroba), disponibilizando sempre de toda estrutura e esclarecimentos necessários sempre que solicitado;*

*À prof.<sup>a</sup> Simone e a equipe do LAPRON (Laboratório de Pesquisa de Produtos Naturais), pelo grande apoio na obtenção e análises do extrato alcaloídico da vagem de algaroba, disponibilizando sempre de toda estrutura;*

*À prof.<sup>a</sup> Vanderlúcia, pelos esclarecimentos a respeito do extrato utilizado e a sua equipe do Laboratório de Produtos Naturais pela condução de algumas análises experimentais;*

*Ao funcionário do setor de caprinos e ovinos Louro, pela ajuda e suporte nos diversos momentos da fase experimental;*

*À todos os funcionários do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia pelos serviços prestados para conclusão deste trabalho;*

*Aos pecuaristas Paulo Presídio e Sr. Newton pelo empréstimo dos animais para condução do trabalho experimental;*

*A todos os alunos de graduação do curso de zootecnia que participaram direta ou indiretamente do ensaio experimental. Enfim, a todos que contribuíram para a conclusão desta pesquisa.*

**MUITO OBRIGADA!**

## BIOGRAFIA

**JOSIVÂNIA RODRIGUES DE ARAÚJO SANTOS**, nascida no dia 22 de abril de 1976, na cidade de Petrolândia, Pernambuco, filha de Francisco Otávio de Araújo (*in memoriam*) e Juracy Rodrigues de Araújo. Iniciou o curso de Licenciatura Plena com Habilitação em Ciências Biológicas na Faculdade de Formação de Professores de Petrolina (FFPP), pela Universidade de Pernambuco (UPE), em Petrolina – PE, no mês de fevereiro de 1996 e obteve o título em julho de 2000. Em fevereiro de 2008 ingressou no curso de mestrado do Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal no Campus de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Vale do São Francisco (UNIVASF), em Petrolina - PE, sob orientação do Prof<sup>o</sup> Dr. Fabio Meurer e obteve o título de Mestre em Ciência Animal em setembro de 2010. Em Abril de 2013 ingressou no curso de doutorado do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia na Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB), em Itapetinga/BA, sob orientação da Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Mara Lúcia Albuquerque Pereira com conclusão do curso em 10 de março de 2017.

## SUMÁRIO

	<b>Página</b>
LISTA DE FIGURAS .....	xv
LISTA DE TABELAS .....	xvi
RESUMO .....	xvii
ABSTRACT .....	xix
I. REFERENCIAL TEÓRICO .....	01
1.1. Introdução .....	01
1.2. Aditivos na nutrição de ruminantes .....	03
1.3. Ionóforos na alimentação de ruminantes .....	05
1.3.1. Monensina sódica .....	07
1.4. Propriedades dos alcaloides de algarobeira ( <i>Prosopis juliflora</i> ) .....	11
1.4.1. Extrato alcaloídico de algarobeira como aditivo.....	14
1.5. Eficiência e síntese de proteína microbiana no rúmen.....	15
1.6. Referências bibliográficas .....	19
II. OBJETIVOS .....	27
2.1. Objetivos gerais .....	27
2.2. Objetivos específicos .....	27
III. MATERIAL E MÉTODOS .....	28
3.1. Matéria-prima vegetal .....	28
3.2. Obtenção de extrato alcaloídico purificado de vagens de algarobeira .....	28
3.3. Cromatografia em camada delgada do extrato clorofórmico básico (ECB) .....	29
3.4. Local, dietas experimentais e medidas de consumo e digestibilidade	32
3.5. Análises químicas do volumoso e concentrados fornecidos, sobras e fezes .....	34

3.6. Balanço de nitrogênio, síntese de proteína microbiana e excreção de ureia .....	37
3.7. Análise estatística .....	38
IV. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	39
4.1. Consumo, digestibilidade de nutrientes e desempenho produtivo .....	39
4.2. Síntese de proteína microbiana, balanço de nitrogênio e excreção de ureia .....	46
V. CONCLUSÕES .....	53
VI. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	54

## LISTA DE FIGURAS

	<b>Página</b>
<b>Figura 1.</b> Partição ácido-base para isolamento e partição dos alcaloides da farinha de vagens integrais de algarobeira ( <i>Prosopis juliflora</i> ).....	30
<b>Figura 2.</b> Placa de cromatografia em camada delgada (CCD) com reagente de Dragendorff (cor laranja) .....	31
<b>Figura 3.</b> Tubos de ensaio com reveladores de alcaloides: Dragendorff (cor laranja), Mayer (cor bege) e Wagner (cor marrom).....	31

## LISTA DE TABELAS

	<b>Página</b>
<b>Tabela 1.</b> Composição em ingredientes e nutricional das dietas .....	33
<b>Tabela 2.</b> Composição química (g 100 g <sup>-1</sup> MS) do volumoso e concentrados	35
<b>Tabela 3.</b> Composição química das dietas experimentais (g 100 g <sup>-1</sup> MS) .....	36
<b>Tabela 4.</b> Médias, erro padrão da média (EPM) e valores de probabilidade (P) de contraste ortogonal e dos componentes linear (L) e quadrático (Q) de contraste polinomial para consumo de nutrientes em cordeiros alimentados com dietas sem ou com monensina e níveis de extrato alcaloídico de algaroba (EAA).....	41
<b>Tabela 5.</b> Médias, erro padrão da média (EPM), valores de probabilidade (P) de contraste ortogonal e dos componentes linear (L) e quadrático (Q) de contraste polinomial para digestibilidade aparente de nutrientes e desempenho produtivo em cordeiros alimentados com dietas sem ou com monensina e níveis de extrato alcaloídico de algaroba (EAA) .....	45
<b>Tabela 6.</b> Médias, erro padrão da média (EPM) valores de probabilidade (P) de contraste ortogonal e dos componentes linear (L) e quadrático (Q) de contraste polinomial para excreção de derivados de purina, purinas microbianas absorvidas, síntese e eficiência microbiana em cordeiros alimentados com dietas sem ou com monensina e níveis de extrato alcaloídico de algaroba (EAA) .....	47
<b>Tabela 7.</b> Médias, erro padrão da média (EPM) e valores de probabilidade (P) de contraste ortogonal e dos componentes linear (L) e quadrático (Q) de contraste polinomial para balanço de nitrogênio e excreção de ureia em cordeiros alimentados com dietas sem ou com monensina e níveis de extrato alcaloídico de algaroba (EAA)	51



## RESUMO

SANTOS, Josivânia Rodrigues de Araújo. **Extrato alcaloídico da farinha de vagens integrais de algarobeiras em dietas para cordeiros confinados.** Itapetinga, BA: UESB, 2016. 77 p. Tese. (Doutorado em Zootecnia, Área de Concentração em Produção de Ruminantes)\*.

Objetivou-se avaliar os efeitos de dietas aditivadas com níveis de extrato alcaloídico da farinha de vagens integrais de algarobeiras- EAA (0 - sem aditivo; 2,3; 4,6 e 9,2 mg kg<sup>-1</sup> na MS da dieta), comparando-se a dietas sem ou com 2,1 mg kg<sup>-1</sup> de monensina sódica (MON) sobre o consumo, digestibilidade de nutrientes, desempenho produtivo, síntese de proteína microbiana, balanço de nitrogênio e excreção de ureia em cordeiros. Utilizaram-se 400 g de feno de Tifton 85 e 600 g de concentrado por kg de MS da dieta. Foram utilizados 30 cordeiros Dorper x Santa Inês, machos, não castrados, com peso corporal inicial de 17,50±0,43 kg, que foram distribuídos em delineamento inteiramente casualizado (DIC), com cinco dietas e seis repetições. O período experimental foi de 84 dias com quatro períodos de coleta nos últimos cinco dias, dentro do intervalo de 21 dias. Não houve diferença significativa para o consumo de nutrientes e energia metabolizável entre as dietas, exceto para o extrato etéreo (EE), que apresentou comportamento linear crescente em função dos níveis de EAA. Os coeficientes de digestibilidade de MS, MO, PB, EE, FDN<sub>cp</sub>, foram menores para as dietas com EAA em relação às dietas sem e com MON, exceto para digestibilidade de CNF<sub>cp</sub>, que apresentou ponto mínimo com 3,54 mg kg<sup>-1</sup>. As dietas com EAA não diferiram da dieta com MON para os parâmetros de desempenho, e o uso de EAA proporcionou maior peso corporal final que a dieta sem aditivo. A retenção de nitrogênio (N) e a excreção de ureia na urina também não foram afetadas pelas dietas. Houve maior proporção de N digerido em relação ao consumido para a dieta sem aditivo e com MON, evidenciado pela menor excreção fecal de N. A retenção de N proporcional ao N digerido não diferiu entre as dietas, tendo em vista que houve maior eficiência de síntese de proteína microbiana para as dietas com EAA. A

adição de EAA 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. O fornecimento de proteína bruta em dietas com EAA pode ser reduzido para evitar a perda de nitrogênio fecal, sem prejuízo na retenção corporal de nitrogênio.

**Palavras-chave:** ionóforos, monensina sódica, proteína microbiana, *Prosopis juliflora*

---

\*Orientadora: Mara Lúcia Albuquerque Pereira, Dra. UESB. Coorientadores: Fabiano Ferreira da Silva, Dr. UESB; Herymá Giovane de Oliveira Silva, Dr. UESB.

## ABSTRACT

SANTOS, Josivânia Rodrigues de Araújo. **Alkaloid extract from the flours of whole pods of algarobeiras in diets for confined lambs.** Itapetinga, BA: UESB, 2016. 77 p. (Doctorate degree in Animal Science, Area of concentration in Production of Ruminants).\*

The objective of this study was to evaluate the effects of diets added with alkaloid extract levels of flours of whole pods of algarobeiras-EAA (0 - no additive, 2,3, 4,6 and 9,2 mg kg<sup>-1</sup> in dietary DM), comparing to diets with or without 2.1 mg kg<sup>-1</sup> sodium monensin (MON) on intake, nutrient digestibility, productive performance, microbial protein synthesis, nitrogen balance and urea excretion in lambs. 400 g of Tifton 85 hay and 600 g of concentrate per kg of DM from the diet were used. Thirty male Dorper x Santa Inês lambs, with an initial body weight of 17.50 ± 0.43 kg, were distributed in a completely randomized design (DIC), with five diets and six replicates. The experimental period was 84 days with four collect periods in the last five days, within the 21 day interval. There was no significant difference in nutrient and metabolizable energy intake between diets, except for ethereal extract (EE), which presented a linear behavior increasing as a function of EAA levels. The digestibility coefficients of DM, OM, CP, EE, NDFap, were lower for the diets with EAA in relation to the diets without and with MON, except for digestibility of CNFcp, which had a minimum point of 3.54 mg kg<sup>-1</sup>. The diets with EAA did not differ from the MON diet for performance parameters, and the use of EAA provided higher final body weight than the diet without additive. Nitrogen retention (N) and urine excretion of urea were also not affected by diets. There was a higher proportion of N digested than the one consumed for the diet without additive and with MON, evidenced by the lower fecal excretion of N. The retention of N proportional to the digested N did not differ between the diets, considering that there was greater efficiency of synthesis of microbial protein for the diets with EAA. The addition of EAA at the dose of 9.2 mg kg<sup>-1</sup> DM from the diet promotes higher final body weight in lambs during confinement due to increased efficiency of microbial synthesis. The supply of crude

protein in diets with EAA can be reduced to avoid the loss of fecal nitrogen, without prejudice to the nitrogen retention.

**Key words:** ionophores, monensin sodium, microbial protein, *Prosopis juliflora*

# I. REFERENCIAL TEÓRICO

## 1.1. Introdução

No Brasil a ovinocultura é uma alternativa de exploração pecuária que vem alcançando grande desenvolvimento, principalmente quanto à produção de carne. Tem-se notado interesse em intensificar a terminação de cordeiros em confinamento, objetivando rapidez para a comercialização, sobretudo na época da entressafra. No entanto, as dietas para o confinamento apresentam maior proporção de alimentos concentrados quando o volumoso ofertado é de baixa qualidade. Dessa forma, para que os ovinos exteriorizem seu potencial produtivo, faz-se necessário o balanceamento das dietas de modo a atender plenamente suas exigências nutricionais e minimizar os distúrbios digestivos (Alves et al., 2003).

Com o propósito de estimular o desenvolvimento e o ganho de peso e, assim, a eficiência alimentar, os aditivos são utilizados na alimentação animal, sendo a monensina, um antibiótico ionóforo, mais utilizada em dietas para ruminantes. Ela é usada extensamente na produção animal, por melhorar a eficiência do metabolismo energético, além de diminuir a incidência de distúrbios digestivos.

Os ionóforos reduzem as perdas metabólicas geradas pela ineficiência do processo fermentativo dos microrganismos ruminais, diminuindo tanto a produção de metano como as perdas de nitrogênio amoniacal, potencializando, dessa forma, o desempenho dos ruminantes. No entanto, o uso desses produtos na alimentação animal vem sofrendo restrições decorrentes do possível desenvolvimento de microrganismos patogênicos resistentes. Um exemplo dessas restrições é o banimento, em janeiro de 2006, do uso de ionóforos como promotores de crescimento pela União Europeia. Esse fato tem estimulado a pesquisa com novas tecnologias de produtos alternativos para controle específico de populações microbianas, a fim de modular a fermentação ruminal.

Nesse sentido, os alcaloides extraídos de vagens de algarobeiras podem ser uma alternativa viável ao uso da monensina para a alimentação de ruminantes, por apresentarem efeitos potenciais na manipulação do ecossistema ruminal (Santos et al.,

2013; Pereira et al., 2016). A algarobeira (*Prosopis juliflora*) é uma leguminosa arbórea, difundida na região nordeste do Brasil, em populações cultivadas e subspontâneas desde a década de 1940. A frutificação dessa leguminosa nas regiões tropicais ocorre duas vezes ao ano, geralmente quando se observam menores precipitações de chuva. A vagem inteira moída tem sido utilizada para produção de farinha, caracterizada como fonte de energia e teores de carboidrato e proteína semelhantes ao milho. O seu uso para a fabricação de rações, em substituição ao milho e/ou como componente adicional à dieta de ruminantes, tem sido recomendado por diversos autores (Rebouças, 2007; Oliveira, 2009; Argôlo et al., 2010; Alves et al., 2012; Pereira et al., 2013).

Nesse contexto, objetivou-se avaliar os efeitos de níveis do extrato alcaloídico da farinha de vagens integrais de algarobeiras, como aditivo em alternativa à monensina sódica em dietas para cordeiros Santa Inês x Dorper em confinamento.

## **1.2. Aditivos na nutrição animal**

O uso de aditivos tem sido preconizado em situações que tenham como objetivo a maximização do valor nutritivo da dieta, como em confinamentos. Segundo Van Soest (1994), a resposta animal a um alimento depende de complexas interações entre composição da dieta, o seu processamento e, conseqüentemente, o valor nutritivo, definido por três componentes essenciais: digestibilidade, consumo e eficiência energética e alimentar. Dessa forma, aditivos devem ser avaliados quanto a essas variáveis, com o objetivo de caracterizar a potencialidade de uso na nutrição e alimentação animal.

Aditivos usados na alimentação animal são substâncias ou microrganismos adicionados intencionalmente, que comumente não se consomem como alimento, tendo ou não valor nutritivo, e que afetem ou melhorem as características do alimento ou dos produtos de origem animal (Brasil, 2004).

São vários os grupos de aditivos disponíveis no mercado, os quais são classificados em aditivos tecnológicos (adsorvente, aglomerante, antiaglomerante, antioxidante, antiumectante, conservante, emulsificante, estabilizante, espessante, gelificante, regulador da acidez e umectante); sensoriais (corante e pigmentante; aromatizante e palatabilizante); nutricionais (vitaminas, provitaminas e substâncias quimicamente definidas de efeitos similares, oligoelementos ou compostos de

oligoelementos, aminoácidos, seus sais e análogos e ureia e seus derivados). Além disso, existem os aditivos zootécnicos como (digestivo e melhorador de desempenho) e anticoccidianos (Brasil, 2004). Os principais representantes desses grupos são enzimas, probióticos, prebióticos, nutracêuticos, ácidos orgânicos, promotores de crescimento e/ou eficiência alimentar, antibióticos não ionóforos e ionóforos.

Os melhoradores de desempenho animal são classificados, pelo MAPA, em antimicrobianos (antibióticos) e em anticoccidianos (ionóforos), conforme seu mecanismo de ação contra os microrganismos nocivos. Alguns produtos, como lasalocida, monensina e salinomicina, entram em ambas as classificações.

Apesar de os ionóforos terem sido utilizados inicialmente em aves, como anticoccidianos, atualmente são os aditivos mais pesquisados em dieta de ruminantes. No passado, as pesquisas focaram o uso de antimicrobianos como, por exemplo, a monensina, lasalocida, salinomicina, laidomicina, bambermicina, lysocelina e tetrosanina. Além da monensina e da lasalocida, que foram aprovadas pela agência FDA (Food and Drug Administration) nos Estados Unidos para utilização em bovinos em 1975 e 1983, respectivamente, a laidomicina e bambermicina em 1993 também foram liberadas para uso nos Estados Unidos. A lysocelina e tetrosanina não estão aprovadas pela FDA.

Os antibióticos ionóforos têm sido utilizados na alimentação de bovinos há mais de 50 anos, notadamente, nos Estados Unidos, Austrália, Nova Zelândia e América Latina. Na Europa, o uso de ionóforo para bovinos nunca foi expressivo. Na Nova Zelândia, é utilizado com o propósito de aumentar a produção de leite e no tratamento do edema da glândula mamária, mas só com prescrição de médicos veterinários. Para vacas lactantes, a agência FDA ainda não aprovou o uso de ionóforos.

Os aditivos são ingredientes utilizados em quantidades mínimas, juntamente com outros alimentos, na alimentação de animais, visando, principalmente, melhorar a eficiência dos alimentos, estimular o crescimento ou beneficiar, de alguma forma, a saúde e o metabolismo dos animais. Todavia, os aditivos essenciais podem ser utilizados em suplementos de alto consumo para animais em pastejo. Dietas com grande percentual de concentrado promovem alta produção de ácidos orgânicos no rúmen, provocando baixos valores de pH. A composição da dieta influencia o perfil de ácidos graxos voláteis oriundos da fermentação ruminal, resultando em diferenças na composição do ganho. No entanto, Reis et al. (2011) ressaltaram que é imprescindível o uso de aditivos adequados

na dieta para que limite a queda do pH ruminal e garanta a eficiência na utilização dos nutrientes.

Algumas categorias de aditivos são proibidas no Brasil, de acordo a Instrução Normativa nº 10 de 27 de abril de 2001 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Brasil, 2001), em seu artigo 1º, é o caso do uso de anabolizantes e hormônios como promotores de crescimento. Outros são aprovados para serem usados em combinação. Cada aditivo tem uma característica e uma limitação na alimentação (Oliveira et al., 2005).

A utilização de aditivos tem sido um recurso utilizado para otimizar a produção animal. No caso dos ruminantes, o objetivo é a melhoria do desempenho e redução da poluição ambiental, por meio da atenuação de perdas por amônia e metano. Há alguns anos, várias pesquisas tentam estabelecer a adequada produção desses compostos, com alterações na composição da dieta ou uso de aditivos alimentares, a exemplo dos ionóforos, leveduras, fungos, antibióticos não-ionóforos, lipídios insaturados, ácidos orgânicos e, mais recentemente, própolis (Leopoldino, 2004).

O uso correto de aditivos na alimentação animal geralmente incrementa a produção (Fereli et al., 2010). A modificação do processo de fermentação ruminal, via dieta, visa melhorar o desempenho animal sendo objeto de muitas pesquisas em diversas espécies de ruminantes. A manipulação ruminal, por meio de substâncias introduzidas na alimentação, oferece alternativa para aumentar a eficiência de utilização das dietas consumidas pelos ruminantes e também para diminuir a liberação de metano, reduzindo, assim, o impacto dos sistemas de produção no ambiente (Morais et al., 2006).

Devido à importância desses em melhorar e equilibrar os parâmetros nutricionais no ambiente ruminal, favorecendo, principalmente, a saúde e a fermentação ruminal, uma adequada utilização de aditivo em dietas para ruminantes, em especial para ovinos, será possível ter resultados significativos e promissores com relação à nutrição de ruminantes.

Os antibióticos são os aditivos mais utilizados (27%), seguidos de aminoácidos (26,5%) na alimentação animal (MDIC, 2012). O consumo de antibióticos é alto devido à demanda crescente da Ásia e da América Latina para suprirem seus mercados com carne e produzirem excedentes para exportação. No entanto, é uma tendência clara de mercado que os aditivos antimicrobianos passem a ter um controle de uso mais intenso, conforme forem sendo desenvolvidos novos produtos alternativos.



### 1.3. Ionóforos na alimentação de ruminantes

Apesar de os ionóforos terem sido utilizados inicialmente em aves, como anticoccidianos, atualmente são os aditivos mais pesquisados em dieta de ruminantes. Há anos pesquisadores tentam melhorar a eficiência da fermentação ruminal, ou seja, aumentar a produção de propionato por meio da alteração da microbiota ruminal, diminuindo, conseqüentemente, as perdas de energia e carbono na forma de gás metano. Além disso, diminuir a proteólise e a desaminação das proteínas no rúmen, com o objetivo de melhorar a eficiência produtiva dos animais ruminantes e promovendo, ainda, a redução da incidência de acidose e timpanismo.

Atualmente existem mais de 120 ionóforos descritos, mas somente monensina sódica, lasalocida, salinomicina e laidomicina são aprovadas para uso em dietas de ruminantes (Reis, 2006). A monensina teve seu uso aprovado nos EUA, para gado de corte em confinamento em 1976, e para animais em pastejo, em 1978 (Watanabe & Sartori, 2009).

Os ionóforos são produtos da fermentação de várias espécies de *Streptomyces* (fungo), sendo que os mais empregados na alimentação de ruminantes são: monensina, lasalocida, narasina e salinomicina. Esses ganharam especial destaque nos últimos anos devido à proibição do uso de antibióticos para fins nutricionais na Europa, e por proporcionarem a diminuição da emissão de metano pelos ruminantes. Os ionóforos são produzidos por fermentação de microrganismos (*Streptomyces*) e classificados como antibióticos poliéteres carboxílicos, ou seja, uma categoria de polímeros que contém o grupo funcional éter na sua cadeia principal. O nome vem da capacidade de transportar íons, formando complexos lipossolúveis com cátions e mediando, assim, seu transporte através das membranas lipídicas das bactérias (Pressman, 1968).

A monensina, produzida por cepas de *Streptomyces cinnamonensis*, é o ionóforo mais estudado, e sua molécula foi descrita em 1967 (Agtarap et al., 1967). Os demais ionóforos empregados em dietas para ruminantes (salinomicina e lasalocida) são menos utilizados no Brasil. De acordo com Goes (2004), os ionóforos possuem a capacidade de modificar a fermentação ruminal, alterando a produção e proporção de ácidos graxos voláteis (AGVs) e o metabolismo de proteínas no rúmen. Segundo Graminha et al. (2007), a salinomicina apresenta resultados semelhantes à monensina, porém utilizada em doses menores, próximas de 12 ppm por animal. A lasalocida também apresenta resultados

semelhantes, embora a afinidade iônica seja maior para íons potássio ( $K^+$ ), enquanto a monensina apresenta afinidade maior para íons sódio ( $Na^+$ ). A lasalocida é mais palatável que a monensina e menos tóxica, enquanto a salinomicina é mais tóxica.

A intoxicação acidental por monensina em ovinos foi relatada quando essa substância foi utilizada em quantidades maiores que 60 g/tonelada de ração (França et al., 2009). Embora não tenha seu uso aprovado para ovinos, a monensina tem sido utilizada na ração na proporção de 10 a 30 g/tonelada, como coccidiostático (Anderson et al., 1984). O uso de monensina para ovinos é proibido nos Estados Unidos e em alguns outros países (Mendes et al., 2003). Como não há antídoto para intoxicação por ionóforos, a melhor opção é prevenir a toxicose.

Os ionóforos são considerados antibióticos, pertencentes à classe dos compostos heterocíclicos e da subclasse dos antibióticos poliéter, que surgiram na década de 70, como resultado da fermentação de vários tipos de actinomicetos, produzidos, principalmente, por bactérias do gênero *Streptomyces* (Reis, 2006). Inicialmente a monensina foi utilizada como coccidiostático em aves, em 1975, o Food and Drug Administration (Administração de Alimentos e Drogas) aprovou o seu uso para bovinos em confinamento, como promotor de crescimento (Mcguffey, 2001).

Os ionóforos podem apresentar inúmeros efeitos para os ruminantes, em função das diferenças entre animais, condições corporais, dietas e estágios fisiológicos, influenciando, diretamente, no metabolismo ruminal e, conseqüentemente, na eficiência produtiva do animal (Araújo et al., 2006).

Os ionóforos possuem diferenças entre si, como a especificidade por cátions e a capacidade de atingir determinadas concentrações ruminais (Pressman, 1976). Cada ionóforo é capaz de se ligar conforme seu tamanho com um cátion apropriado. A ligação formada, ionóforo-cátion se liga a bactéria e, então, solubiliza-se na bicamada lipídica das membranas celulares. Uma vez solubilizada na membrana celular, o complexo cátion é trocado por um próton. Gradientes catiônicos e as relações de afinidade entre ionóforo e cátions levam aos resultados primários e mudanças iônicas secundárias (Mcguffey, 2001).

A maior produção do propionato no rúmen é desejável, pois se trata do principal precursor gliconeogênico nos ruminantes, gerando um aumento na disponibilidade de energia para a produção de carne. Além disso, a menor produção de lactato e amônia são

importantes para manter a estabilidade do pH ruminal e diminuir os riscos de intoxicação (Mourthéet et al., 2007).

Os ionóforos também diminuem a energia perdida durante a fermentação do alimento, levando, assim, a um melhor desempenho animal, podendo reduzir a incidência de acidose, timpanismo e coccidiose, visando à redução dessas patologias melhora o desempenho animal (Reis et al., 2011).

Apesar dos resultados positivos obtidos com o uso de ionóforos na produção animal, a resistência antimicrobiana em humanos tem sido relacionada aos antibióticos presentes na alimentação animal em geral (Mathew et al., 2001). Essa resistência tem sido uma preocupação da saúde pública, por estar relacionada, diretamente, com o alto custo e baixa efetividade dos antibióticos. Entretanto, países importadores de produtos de origem animal têm apresentado exigências e restrições quanto à utilização desses aditivos na criação de animais domésticos, objetivando, principalmente, garantir a saúde dos consumidores (Biavatti et al., 2003).

Dessa forma, a busca por substâncias alternativas naturais, economicamente viáveis para controle e/ou manipulação do crescimento dos microrganismos, tem importante papel na produção de alimentos, sendo que algumas pesquisas têm sido desenvolvidas no Brasil e no mundo. Entretanto, a utilização de produto natural tem importância por utilizar técnica biológica que se preocupa com a sanidade dos rebanhos e da agricultura, diminuindo, conseqüentemente, o uso de quimioterápicos, os quais podem trazer transtornos ao meio ambiente, à saúde de consumidores e animais (Andréa et al., 2005).

Entre as alternativas mais pesquisadas atualmente, destacam-se as que envolvem o uso de enzimas, probióticos, prebióticos, ácidos orgânicos e extratos vegetais. É nessa última categoria que o extrato alcaloídico da vagem de algarobeira se destaca, por possuir inúmeras características positivas de emprego na nutrição de ruminantes, como positiva manipulação do ecossistema ruminal, podendo substituir a monensina sódica (Santos et al., 2013; Pereira et al., 2016).

### **1.3.1. Monensina sódica**

A monensina é um ionóforo que funciona como um antibiótico relativamente estável no fluido ruminal, líquido abomasal e fezes, e, aparentemente, não é absorvida e

nem tão pouco degradada pelos microrganismos (Donoho, 1984), sendo utilizado com o objetivo de aumentar o desempenho dos animais pela melhora na eficiência energética e modificando os produtos finais da fermentação dos alimentos por meio da inibição das bactérias gram-positivas.

Os agentes responsáveis pela fermentação ruminal são microrganismos classificados como unicelulares como bactérias, protozoários e fungos. Em relação quantitativa, 60-90% da massa microbiana ruminal é composta por bactérias, 10-40% por protozoários ciliados e o restante 5-10% por fungos. O ecossistema ruminal consiste, principalmente, de bactérias ( $10^{10} - 10^{11} \text{ ml}^{-1}$ ), protozoários ( $10^4 - 10^6 \text{ ml}^{-1}$ ), fungos anaeróbios ( $10^3 - 10^5$  zoósporos  $\text{ml}^{-1}$ ) e bacteriófagos ( $10^8 - 10^9 \text{ ml}^{-1}$ ) (Kamra, 2005).

As bactérias ruminais são agrupadas em função dos substratos fermentados, sendo classificadas em fermentadoras de carboidratos fibrosos, carboidratos não fibrosos, proteolíticas, lácticas e lipolíticas. Os protozoários auxiliam a fermentação por meio da ingestão de partículas insolúveis e solúveis (grânulos de amido) no fluido ruminal, no entanto o processo digestivo é mais lento que o das bactérias. Possuem ainda, conforme Kozloski et al. (2002), atividade hemicelulolítica e celulolítica, porém os fungos colonizam as fibras presentes no rúmen com produção de grandes quantidades de celulasas e xilanases de alta atividade.

Todas as bactérias existentes, incluindo as bactérias ruminais, classificam-se em dois grandes grupos: Gram positivas e Gram negativas. O efeito da monensina sobre as bactérias gram-positivas decorre da própria estrutura química da molécula de monensina, que é altamente lipofílica e, com aptidão para se ligar a prótons, adere à membrana celular externa da bactéria, rica em lipídios, catalisando a entrada ou saída de determinados íons (Russell et al., 1987), enquanto que, de acordo com Russell & Wallace (1997), Russell & Strobel (1989), as bactérias gram-negativas possuem uma parede celular de peptídeoglicanos e uma membrana externa de proteção com canais que não permitem que elas sofram os efeitos dos ionóforos, de modo que a membrana interna permanece protegida da ação da monensina. As bactérias gram-negativas apresentam uma via extra de produção de energia na própria membrana celular, o que as diferem das gram-positivas, que conseguem apenas produzir energia pela entrada e saída de íon  $\text{H}^+$  da célula.

Desse modo, a monensina sódica inibe as bactérias gram-positivas, produtoras de acetato, butirato,  $\text{H}_2$ , e  $\text{CH}_4$ , por selecionar as bactérias gram-negativas no rúmen, produtoras de propionato e succínico (Chen & Wolin, 1979; Machado & Madeira, 1990;

Russell & Wallace, 1997), alterando os produtos finais da fermentação, com aumento da proporção de propionato e redução das proporções de acetato, butirato e produção de metano em até 30%, podendo ocorrer aumento da energia líquida das dietas, além da diminuição da produção de ácido lático e redução nas perdas de aminoácidos que seriam potencialmente fermentados no rúmen (Mcguffey et al., 2001).

A monensina sódica faz o antiporte de sódio/potássio, com decréscimo na concentração de potássio celular e influxo de prótons, resultando na diminuição do pH intracelular e com esse abaixamento de pH, a monensina catalisa o fluxo de prótons em mudança com sódio (Russell, 1987; Chen & Russell, 1989; Russell & Strobel, 1989). Na tentativa de parar a queda de pH, a célula transporta prótons para fora, por meio das bombas de Na/K e de próton ATPase. Inicialmente, a célula ainda continua capaz de metabolizar glicose, entretanto, após um tempo, ocorre diminuição do metabolismo interno, pelo gasto de energia com as bombas de Na/K e de próton ATPase, com posterior declínio da concentração de ATP intracelular, o qual ocasiona letargia ou morte celular (Russell & Strobel, 1989).

O ionóforo monensina diminui ainda o crescimento de bactérias proteolíticas (Hino & Russell, 1986) e a degradação de proteína dietética (Russell & Martin, 1984; Barbosa et al., 2001), diminuindo a produção de proteína microbiana, aumentando a quantidade de proteína alimentar que chega ao duodeno para ser digerida. Assim, esse ionóforo é eficiente em melhorar a conversão alimentar de animais confinados, quando a dieta utilizada possui fontes de proteína verdadeira e inclusão adequada de lipídios, especialmente de fontes insaturadas (Lana & Fox, 2001).

A monensina atua das mais diversas formas influenciadas pela qualidade e proporção de volumoso/concentrado da dieta. Em razão disso, Araújo et al. (2007) notaram diminuição linear nos consumos e na digestibilidade da fibra em detergente neutro (FDN) e a fibra em detergente ácido (FDA) ao avaliar os efeitos da monensina na dieta de ovelhas alimentadas com 78% de cana-de-açúcar. Atribuindo à diminuição do consumo, a interferência da monensina na população das bactérias celulolíticas, em sua maioria gram-positiva, e a baixa qualidade da fibra ofertada.

Em estudo com ovinos Santa Inês alimentados com dietas contendo níveis de monensina sódica (0; 25; 50 e 75 mg/animal/dia), não observaram efeitos sobre o consumo de matéria seca ou sobre o pH ruminal por conter 70% de feno de Tifton 85 como volumoso (Araújo et al., 2006). Assim como, Rodrigues et al. (2001) afirmaram

que a monensina pouco alterou o consumo de ovinos quando consumiram dieta com maior proporção de volumoso, entretanto ocorreu uma diminuição acentuada (36,7%) no consumo da dieta mista, e para o consumo da dieta concentrada não houve variação. No que se refere à retenção de nitrogênio, ocorreu um aumento linear à medida que se aumentava a proporção de concentrado na dieta e das doses de monensina. Os autores puderam observar ainda um aumento da digestibilidade da proteína e da fibra, decorrente do menor consumo de alimento. Porém, Araújo et al. (2007) citaram que a adição da monensina sódica no suplemento concentrado não causou redução no consumo de alimentos nem no ganho de peso dos cordeiros criados a pasto.

Ensaio experimental avaliando a influência da monensina (45 ppm) utilizando a razão concentrado/volumoso de 80/20 sobre o consumo e a digestibilidade de dietas com diferentes teores de proteína bruta, foi constatado que a inclusão de monensina reduziu os consumos de matéria seca, matéria orgânica, proteína bruta, extrato etéreo, carboidratos totais, fibra em detergente neutro e nutrientes digestíveis totais (Oliveira et al., 2007). Enquanto que, Gastaldello Junior et al. (2010), ao utilizarem tamponantes associadas ou não a monensina sódica, utilizada na dosagem de  $30 \text{ mg kg}^{-1} \text{ MS}$ , em dietas com alta proporção de concentrado para cordeiros da raça Santa Inês, notaram melhor conversão alimentar dos animais que consumiram rações contendo monensina sódica.

Com o objetivo de determinar o nível ótimo de monensina fornecida para ovinos de engorda, foi observado em pesquisa, que níveis de 5,5 e 11 ppm aumentaram os ganhos e consideraram o nível de 5,5 ppm ótimo, por também melhorar a eficiência alimentar (Nockeles et al., 1978). Da mesma forma, Soares (2010) não indicou o uso de 78 ppm de monensina por considerar um nível elevado para cordeiros em confinamento, podendo causar toxicidade.

Ao utilizarem a monensina em concentrações de 10 a  $20 \text{ mg kg}^{-1} \text{ MS}$  em dietas para ovinos em confinamento, Joyner et al. (1979) observaram diminuição no consumo de ração por 2 a 18% e melhoria da eficiência alimentar de 7 a 11%, quando comparado ao grupo controle, enquanto que o ganho de peso não foi afetado. Porém, Salinas-Chavira et al. (2010) avaliaram o efeito da suplementação com 25 ppm de monensina sobre o crescimento de cordeiros deslanados em confinamento e relataram que o ganho médio diário, consumo diário de matéria seca e conversão alimentar não foram afetados pela suplementação de ionóforo.

As doses a serem utilizadas na dieta de ovinos variam com a idade e tamanho do animal, portanto a administração deve seguir rigorosamente as recomendações do fabricante e/ou nutricionista. Os níveis aproximados para a ração é de 5 a 10 ppm e para o controle de coccidiose em cordeiros/cabritos pode ser utilizado de 11 a 22 ppm na dieta completa. Para ovinos, a DL50 (dose letal capaz de matar 50% dos indivíduos de um lote) de monensina é de 12 mg kg<sup>-1</sup>, enquanto a DL0, dessa mesma droga, é de 4 mg kg<sup>-1</sup> (Silva, 2012; Rodello, 2012; Radostits et al, 2007).

#### **1.4. Propriedades dos alcaloides de algarobeira (*Prosopis juliflora*)**

Alcaloides são substâncias alcalinas derivadas, principalmente, de plantas cuja fórmula contém, basicamente, nitrogênio, oxigênio, hidrogênio e carbono. Podendo encontrar-se no estado livre, na forma de sais ou óxidos. Esse grupo corresponde aos principais terapêuticos naturais, dispondo de bioatividades com ação: analgésica, anestésica, neurodepressora e psico-estimulante.

A definição de alcaloide utilizada atualmente foi estabelecida por Pelletier (1983), e até o momento continua sendo a mais adequada para o termo. Ele definiu alcaloide como: “substância orgânica cíclica, de caráter básico e origem natural (quase exclusivamente vegetal), que apresenta atividade biológica, contendo em sua fórmula basicamente de nitrogênio (N), oxigênio (O), hidrogênio (H) e carbono (C)”. Segundo Peres (2008), os alcaloides são compostos nitrogenados biologicamente ativos e produtos do metabolismo secundário de alguns vegetais. Também, são derivados de aminoácidos aromáticos (triptofano, tirosina), os quais são derivados do ácido chiquímico e também de aminoácidos alifáticos (ornitina, lisina). São conhecidos cerca de 12.000 alcaloides, e muitos deles vem sendo utilizado como fármacos, estimulantes, entorpecentes e venenos (Cozier et al., 2006). Nesse sentido, têm sido testados alguns alcaloides no intuito de conhecer seu impacto sobre a função imunológica do animal.

Esses metabólitos provenientes do metabolismo secundário da planta, ainda não possuem suas funções fisiológicas completamente elucidadas, no entanto sua produção é associada à defesa da planta contra herbivoria, ataque de patógenos, radiação solar (Montanari Jr., 2002).

Na *Prosopis juliflora*, dentre os grupos de alcaloides encontrados, destacam-se como componentes principais a julifloricina, juliprosopina (juliflorina, núcleo

piperidínico com atividade tóxica), além de juliprosina, juliprosineno, juliflorinina (presente somente nas folhas) e isojuliprosina (Tabosa et al., 2000).

O efeito antibiótico de várias partes da *Prosopis juliflora* contendo dois grupos de alcaloides de piperidina em todas as frações analisadas: um com anel indolizidina no centro da molécula e outro sem o anel, foi reportado por Singh et al. (2011). Sendo que a juliprosopina, juliprosina e juliprosinina foram descritas como pertencentes ao primeiro grupo dos alcaloides, e a julifloridina, projulina e prosafrinina, ao segundo grupo (Singh et al., 2011). Muitos alcaloides, tais como juliflorina, julifloricina, julifloridina (Ahmad et al., 1978) e juliprosina (Daetwyler et al., 1981), juliprosineno e juliflorinina (Ahmad et al., 1989b), 3'-oxojuliprosopina, secojuliprosopinol, 3-oxojuliprosina e 3'-oxo-juliprosina (Nakano et al., 2004) foram isolados a partir de folhas e demonstraram ser farmacologicamente ativos (Ahmad et al., 1989; Aqeel et al., 1989). Todavia, faz-se necessário avaliar a atividade biológica e caracterização química das outras partes das plantas.

De contrapartida, estudos revelaram a presença de alcaloides (juliprosopina, prosafrinina e juliprosina como principais constituintes) nas vagens de algarobeira, porém em menores quantidades quando comparadas às folhas (Santos et al., 2013; Pereira et al., 2016).

A *Prosopis juliflora* apresenta propriedades bem definidas dos extratos com relação as suas ações antimicrobiana, antifúngica e antibacteriana, porém existe ainda uma preocupação quanto aos seus efeitos tóxicos. Segundo Silva et al. (2007), os alcaloides extraídos da *Prosopis juliflora* induzem a ativação glial, citotoxicidade e estimulam a produção de óxido nítrico, causando danos neurais em animais intoxicados.

O mecanismo de ação do alcaloide julifloricina está relacionado à inibição não-competitiva da acetilcolinesterase e também pela atividade bloqueadora dos canais de  $Ca^{2+}$ , que poderia envolver espasmos neuromusculares observados em animais intoxicados por *Prosopis juliflora*, bem como as propriedades antimicrobianas (Choudhary et al., 2005).

Os autores Hughes et al. (2005), ao avaliarem os efeitos citotóxicos de um extrato contendo alcaloides obtidos de vagem de algaroba em células de glioblastoma, constataram inibição do crescimento e alterações morfológicas nas células gliais. Entretanto, Batatinha et al. (2011), ao avaliarem os efeitos *in vitro* do extrato metanólico dos frutos e o extrato aquoso das folhas de *Prosopis juliflora*, sobre cultivos de larvas de



nematódeos gastrointestinais de caprinos, notaram redução expressiva do número de larvas infectantes para os diferentes gêneros, quando utilizou o extrato metanólico dos frutos, demonstrando que apenas o extrato metanólico da algaroba apresentou efeito no tratamento *in vitro* de nematódeos gastrintestinais de caprinos.

Os extratos alcaloídicos retirados através das farinhas integrais das vagens de algarobeira apresentaram propriedade antibacteriana com potencial de inibir cepas resistentes a antibióticos. Quando compararam a zona de inibição formada por frações ricas em alcaloides com a dos antibióticos padrões, como ampicilina, tetraciclina, cloranfenicol, oflaxacina, refampina, estreptomina e sulfa, observou-se uma zona de inibição similar.

Entretanto, sugere-se que as propriedades antibióticas dos alcaloides, principalmente de juliprosopina, assemelham-se às dos ionóforos utilizados largamente como aditivos na nutrição de ruminantes, segundo (Singh et al., 2011), e por aderirem à membrana celular das bactérias e protozoários, facilitam o movimento de determinados cátions através da membrana. Isso, aliado a baixa concentração intracelular de  $K^+$ , baixo pH e elevada concentração intracelular de  $Na^+$ , força as bactérias gram positivas a utilizarem os sistemas de transporte celular para diminuir as concentrações de  $H^+$  e  $Na^+$  para manter o equilíbrio celular, com gasto de ATP por intermédio da bomba de sódio e potássio.

O processo associado à reduzida concentração de  $K^+$  intracelular leva a célula a um desgaste energético, redução da síntese de proteína e menor capacidade de divisão celular (Berchielli et al., 2011). Por fim, a bomba de sódio e potássio não opera eficientemente levando ao aumento da pressão osmótica, excesso de água na célula com conseqüente rompimento e morte.

O conhecimento aprofundado dos efeitos de atuação dos alcaloides sobre a microbiota ruminal ainda é pouco, e a maioria das pesquisas ainda estão em fase de desenvolvimento. Tornam-se necessários o incentivo e o desenvolvimento de maiores pesquisas para inclusão dos compostos alcaloídicos na forma de aditivo na nutrição animal (Santos et al., 2013; Pereira et al., 2016).

Haja vista que diante das pesquisas até então desenvolvidas, a utilização das vagens de algarobeiras como componentes em dietas de animais, além de aumentar a produtividade animal poderá apresentar grande impacto ambiental, por evitar a invasão dessa espécie no bioma caatinga – a algarobeira apresenta ação de alelopatia, o que

impede o desenvolvimento de outras espécies vegetais. A disseminação de sementes, por meio de fezes de equídeos e pequenos ruminantes, ao consumirem vagens maduras caídas ao chão, pode ser evitada quando as vagens são colhidas. Além disso, atualmente, diante de resultados de pesquisa, os alcaloides têm mostrado ação modificadora do processo de fermentação ruminal. Possibilita maior proporção de propionato no líquido ruminal, favorecendo menor perda de energia durante a fermentação ruminal, que pode refletir em conversão alimentar mais eficiente, resultando em maior ganho de peso, além de serem atenuantes nas emissões dos gases entéricos de efeito estufa (Santos et al., 2013; Pereira et al., 2016).

#### **1.4.1. Extrato alcaloídico de algaroba como aditivo**

Os compostos secundários de plantas constituem-se em possibilidades naturais para modificar a fermentação ruminal. Várias plantas contêm compostos secundários que as protegem do ataque dos fungos, bactérias, herbívoros e insetos. Saponinas e taninos presentes em algumas plantas tropicais podem atuar nesse processo, pois quando fornecidos em altos níveis, esses compostos podem ter efeitos adversos na população microbiana ruminal e na saúde animal, enquanto que, em baixos níveis, apresentam potencial para melhorar a fermentação ruminal. Esses compostos podem ser fornecidos aos animais diretamente pelo alimento ou por extratos retirados industrialmente desses alimentos e adicionados a dieta dos animais.

Devido à necessidade de utilização de aditivo natural, pesquisas recentes foram desenvolvidas com a utilização do extrato alcaloídico de algaroba, as quais apresentaram resultados promissores para produção animal.

Em pesquisa, Santos et al. (2013) revelaram que prosoflorina foi descrita pela primeira vez como um constituinte químico das vagens de *Prosopis juliflora*. Os resultados descritos neste estudo permitem concluir que a atividade antibacteriana do extrato clorofórmico básico (ECB) tem uma influência sobre a produção de gases durante a digestão ruminal, e sua seletividade sobre os microrganismos parece ser maior do que a de monensina.

O extrato alcaloídico foliar de algaroba, adicionado em  $0,104 \text{ mg kg}^{-1}$  na matéria seca da dieta de alto concentrado, pode ser utilizado em substituição à monensina sódica, por melhorar a conversão em cordeiros. Recomenda-se que novos estudos devam

ser realizados, a fim de indicar a quantidade adequada de extrato foliar de algaroba a ser adicionada à dieta para se obter maior taxa de ganho de peso de cordeiros confinados em regime alimentar de alto concentrado. Foi comprovado, ainda, que o extrato alcaloídico foliar de algarobeira reduz o consumo de compostos nitrogenados da dieta, aumenta a eficiência de síntese de proteína microbiana no rúmen, e as excreções de ureia e N-ureico na urina, provavelmente, devido à menor reciclagem renal (Santos, 2016).

No ensaio experimental *in vitro* desenvolvido por Pereira et al. (2016), com a utilização de extrato alcaloídico de algaroba nas dosagens de 0; 3,9; 7,9 e 12  $\mu\text{g}$ ), verificaram que o aditivo apresentou potencial semelhante à monensina sódica 5  $\mu\text{M}$ , na redução da produção de gases totais, de metano e da razão acetato/propionato, sendo eficiente, também, na mitigação de metano, porém, para sua aplicação, estudos devem ser realizados em ensaios com animais ruminantes.

### **1.5. Eficiência e síntese de proteína microbiana no rúmen**

A nutrição proteica em ruminantes objetiva fornecer quantidades adequadas de proteína degradável no rúmen para obter a máxima eficiência ruminal (NRC, 2001). Diante desse contexto, a eficiência do uso da proteína bruta dietética requer a seleção de proteínas complementares da alimentação, e de suplementação de nitrogênio não proteico (NNP), capaz de fornecer as quantidades de proteína degradável no rúmen (PDR) para suprir as necessidades de nitrogênio (N) dos microrganismos ruminais (Mendes, 2009).

O ambiente ruminal apresenta grande diversidade de microrganismos responsáveis pela fermentação dos alimentos no rúmen, em que o principal substrato utilizado na síntese de proteína microbiana é a amônia, a qual provém de várias fontes de nitrogênio: dieta, saliva e uma pequena porção de ureia que entra no rúmen via parede ruminal. A relação positiva entre a utilização de fontes de nitrogênio e a magnitude da digestão de celulose e amido indica a importância da amônia como um componente essencial para a digestão bacteriana desses componentes da ração (Helmer et al., 1970).

Todavia, a sincronia na suplementação de amido e proteína para o rúmen reduz a absorção de amônia e aumenta a retenção de nitrogênio. A quantidade de amônia que poderá ser utilizada pelas bactérias depende da quantidade de energia disponível, ou seja, do alimento fermentescível ingerido (Taniguchi et al., 1995). Dessa forma, pode-se inferir que sincronização da degradação da proteína com a degradação dos carboidratos no

rúmen permite maximizar o uso da proteína degradável no rúmen e minimizar as perdas de amônia através da parede ruminal.

Avaliando-se os efeitos da sincronização entre a fermentabilidade ruminal do amido e da proteína sobre o crescimento de cordeiros foi observado aumento na retenção de nitrogênio (Matras et al., 1991). Entretanto, segundo Kraft et al. (2009), ao fornecer ração com baixo teor de N para ovinos, verificaram redução na perda de compostos nitrogenados via urina. Cordeiros ao receberem rações desbalanceadas em N, ou em energia, apresentaram redução na captura líquida de aminoácidos essenciais em rações com baixo teor de N ou energia em relação às rações balanceadas (Kraft et al., 2007).

O crescimento microbiano está relacionado em função da quantidade de energia proveniente da fermentação ruminal, sendo maximizado quando as taxas de fermentação do amido e da proteína estão sincronizadas (Russell et al., 1992a). A fonte de energia utilizada na alimentação dos ruminantes pode afetar a utilização da ureia, porém o amido é superior aos açúcares e à celulose, pois apresenta uma velocidade de liberação de energia compatível a uma melhor utilização da ureia, ou seja, os açúcares apresentam hidrólise muito rápida e a celulose muito lenta (Teixeira, 1997). A utilização simultânea entre proteína e carboidrato, provenientes da dieta é necessária para um ótimo crescimento microbiano, beneficiando a digestibilidade ruminal e a eficiência na utilização de energia e proteína (Herrera-Saldana & Huber, 1989).

Sabe-se que reduções das concentrações de ureia e N-ureico na urina, como consequência da diminuição nas concentrações de N-NH<sub>3</sub> no rúmen, desde que não comprometa a eficiência de síntese microbiana, podem ser benéficas, já que o excesso de N-NH<sub>3</sub> ruminal apresenta alto custo energético na transformação de ureia no fígado, reduzindo, conseqüentemente, o rendimento energético da dieta, o qual é decorrente da disponibilidade de energia no rúmen, permitindo maior utilização da amônia para o crescimento microbiano, resultando em redução na perda de amônia, devido à sincronização dos carboidratos e à degradação da proteína. Entretanto, a diminuição do pH ruminal promove ionização da amônia, reduzindo a absorção, enquanto o aumento do pH favorece a forma não-ionizada, com aumento da absorção pela parede ruminal (Lobley et al., 1995) e, conseqüentemente, maior excreção pela urina.

É importante ressaltar que os animais ruminantes dispõem da reciclagem de N para manterem maior quantidade de N circulante em seu organismo, em situações de baixa ingestão de compostos nitrogenados (Van Soest, 1994). Além disso, a reabsorção

renal de ureia é uma medida de sobrevivência do organismo animal, para restabelecer o *status* de proteína do animal. Dessa maneira, a ureia excretada pelos rins depende de fatores como a concentração plasmática de ureia, taxa de filtração glomerular e reabsorção tubular de ureia. O principal regulador da excreção da ureia pela urina é a concentração plasmática (Pereira et al., 2007).

O aumento da síntese microbiana é responsável pelo maior fluxo de aminoácidos para o intestino delgado e também pela melhor eficiência da fermentação ruminal (Hoover & Stokes (1991). No entanto, com a sincronização da degradação ruminal de proteína e amido, pode-se esperar um aumento na produção de proteína microbiana no rúmen e melhoria na utilização de energia e fontes de N, uma vez que as bactérias ruminais necessitam desses dois nutrientes de forma sincronizada (Herrera-Saldana & Huber, 1989).

Extratos de alcaloides de algarobeiras promoveram alteração de parâmetros de fermentação ruminal durante um estudo *in vitro* por Batatinha (1997). Estudos recentes, com o emprego de alcaloides de *Prosopis juliflora* e a monensina, evidenciaram que esses aditivos atuam como modificadores da fermentação ruminal e promovem maior síntese e eficiência microbianas (Santos, et al., 2013; Pereira et al., 2016).

O extrato alcaloídico das vagens de algarobeira mostrou propriedades antimicrobianas contra bactérias gram-positivas (Santos et al., 2013), que podem ter certas semelhanças estruturais de parede celular de *Archaea*, principais responsáveis pela produção indesejada de CO<sub>2</sub> e CH<sub>4</sub> durante a digestão ruminal, respectivamente (Callaway et al., 1999). A atividade antibacteriana do extrato clorofórmico básico (ECB) de algarobeira tem influência positiva sobre a produção de gases durante a digestão ruminal, e sua seletividade sobre os microrganismos ruminais parece ser maior do que o ionóforo monensina (Santos et al., 2013).

O ECB de algaroba apresentou atividade antibacteriana para bactérias gram-positivas: *Micrococcus luteus* [Concentração Inibitória Mínima (MIC) = 25 µg ml<sup>-1</sup>], *Staphylococcus aureus* (MIC = 50 µg ml<sup>-1</sup>) e *Streptococcus mutans* (MIC = 50 µg ml<sup>-1</sup>). Considerando que ECB, a 50 mg L<sup>-1</sup>, foi suficiente para causar inibição significativa do crescimento microbiano e, ao mesmo tempo, diminuiu a produção de gases. Esse extrato rico em alcaloides de algaroba pode ser utilizado como aditivo para modificar a fermentação e diminuir a produção CH<sub>4</sub> e CO<sub>2</sub> durante a digestão no rúmen (Santos et al., 2013).

Com a utilização da razão volumoso/concentrado de 20/80 na alimentação de cordeiros Santa Inês x Dorper confinados, foi observado que a dieta aditivada com o extrato foliar de algarobeira na dosagem de 1040 mg kg<sup>-1</sup> de MS, aumentou a eficiência síntese de proteína microbiana, demonstrando o efeito do extrato como modificador da atividade microbiana no rúmen, superando a monensina. A dieta com o extrato foliar de algaroba demonstrou superioridade, em relação à dieta com monensina (2,4 mg kg<sup>-1</sup>) em melhorar a conversão alimentar (Santos, 2016).

## 1.6. Referências Bibliográficas

AHMAD V. U.; BASHA A.; HAQUE W. New Alkaloids from *Prosopis juliflora* DC. **Z Naturforsch** 33 b: 347, 1978.

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

AHMAD, V.U.; SULTANA, A.; QAZI, S. Alkaloids from the leaves of *Prosopis juliflora* .**Journal Natural Product**.52 (3), 497–501, 1989b.

ALVES, K.S.; CARVALHO, F. F. R. de; VÉRAS, A.S.C.; FERREIRA, M. A.; COSTA, R. G.; SANTOS, E. P. dos; FREITAS, C. R. G. de; SANTOS JUNIOR, C. M. dos; ANDRADE, D. K. B. de. Níveis de energia em dietas para ovinos Santa Inês: digestibilidade aparente. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.6, p.1962-1968, 2003 (Supl. 2).

ALVES, E. M.; PEDREIRA, M.S.; PEREIRA, M. L. A.; ALMEIDA, P. J. P; NETO, J.G.; FREIRE, L. D. R. 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 Science**, v.34, n.3, p. 287-295, 2012.

ANDERSON T. D., VAN ALSTINE W.G., FICKEN M. D., MISKIMINS D. W., CARSON T. L. & OSWEILER G. D. 1984. Acute monensin toxicosis in sheep: Light and electron microscopic changes. **American Journal of Veterinary Research** . 45(6):1142-1147.

ANDRÉA, M. V.; COSTA, C. N.; CLARTON, L. Própolis na cura e prevenção de doenças? Pode ser uma boa alternativa! **Bahia Agrícola**, v.7, n.1, p.19-21, 2005.

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

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

ARAÚJO, J. S.; PEREZ, J. R. O.; PAIVA, P. C. Efeito da monensina sódica no consumo de alimentos e pH ruminal em ovinos. **Archives of Veterinary Science**, v. 11, n. 1, p. 39-43, 2006.

ARAÚJO, J. S.; PÉREZ, J. R. O.; OLIVEIRA, V. Monensina sódica no consumo e digestibilidade aparente das fibras em detergente neutro e ácido da dieta em ovinos. **Archives of Veterinary Science**, v.12, n.1, p. 28-34, 2007.

BARBOSA, N. G. S.; LANA, R. P.; MÂNCIO, A. B. Fermentação da proteína de seis alimentos por microrganismos ruminais, incubados puros ou com monensina ou Rumensin®. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.4, p.1316-1324, 2001.

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

BATATINHA, M. J. M. Investigations about toxic influences of *Prosopis juliflora* D.C: (Algarobeira) on cell cultures as well as on the fermentation in the rumen of cattle (in vitro). **Thesis, University of Veterinary Medicine**, Foundation Hannover, Germany, 189 p. 1997.

BERCHIELLI, T. T.; PIRES, A. V; OLIVEIRA, S. G. **Nutrição de ruminantes**. 2 ed. Jaboticabal: Funep, 2011. 616p.

BIAVATTI, M. W.; BELLAVAR, M. H.; VOLPATO, L.; COSTA, C; BELLAVAR, C. Preliminary studies of alternative feed additives for broilers: Alternanthera brasiliana extract, propolis extract and linseed oil. **Revista Brasileira Ciência Avícola**, v.5, n.2, p. 147- 151, 2003.

BRASIL, Instrução Normativa nº10 de 27 de abril de 2001. Dispõe sobre a proibição de importação, produção, comercialização e uso de substâncias naturais ou artificiais, com atividade anabolizante, ou mesmo outras dotadas dessa atividade, mas desprovidas de caráter hormonal, para fins de crescimento e ganho de peso em bovino de abate e revoga a Portaria nº. 51, de 24 de maio de 1991. **Diário Oficial da União**. Brasília, 30 de abril de 2001.

CALLAWAY, T. R.; ADAMS, K. A.; RUSSELL, J. B. The ability of “low g + c grampositive” ruminal bacteria to resist monensin and counteract potassium depletion. **Current Microbiology**., v.39, p.226-230, 1999.

CHEN, G.; RUSSELL, J. B. More monensin-sensitive, ammonia producing bacteria from the rumen. **Applied and Environmental Microbiology**, v.55, p.1052-1057, 1989.

CHOUDHARY, M. I.; NAWAY, S. A.; ZAHEER-UL-HAQ, A.; AZIM, M.K.; GHAYR, M. N.; LODHY, M. A.; JALIL, S.; KHALID, A.; AHMED, A.; RODE, B. M. 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 Communication**. v.332, n.4, p.1171-1179. 2005.

DAETWYLER, P.; OTT-LONGONI, R.; SCHÖPP, E. AND HESSE, M. Juliprosine, a further alkaloid from *Prosopis juliflora* A. DC, **Helvetica Chimica Acta**.64: 1959-63, 1981.



DONOHO, A. L. Biochemical studies on the fate of monensin in animals and in environment. **Journal Animal Science.**, v. 58, p. 1528-1539, 1984.

FRANÇA, T. N.; NOGUEIRA, V. A.; YAMASAKI, E. M.; CALDAS, S. A.; TOKARNIA, C. H.; PEIXOTO, P. V. Intoxicação acidental por monensina em ovinos no Estado do Rio de Janeiro, **Pesquisa Veterinária Brasileira.** 29 (9):743-746, setembro 2009.

FERELI, F.; BRANCO, A. F.; JOBIM, C. C.; CONEGLIAN, S. M.; GRANZOTTO, F.; BARRETO, J. C. Monensina sódica e *Saccharomyces cerevisiae* em dietas para bovinos: fermentação ruminal, digestibilidade dos nutrientes e eficiência de síntese microbiana. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, n. 1, p. 183-190, 2010.

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

GRAMINHA, C. V.; MOREIRA, A. L.; FAIÃO, M. C.; BALSALOBRE, M. A. **Aditivos na produção de bovinos confinados.** Ribeirão Preto, SP: APB, 2007. Disponível em: <[http://www.grupoapb.com.br/pdf/ovinos\\_confinedados.pdf](http://www.grupoapb.com.br/pdf/ovinos_confinedados.pdf)>. Acesso em: 03 jun. 2012.

HELMER, L. G.; BARTLEY, E. E.; DEYOE, C. W.; MEYER, R. M.; PFOST, H. B. Feed processing. Effect of an expansion-processed mixture of grain and urea (Starea) on nitrogen utilization in vitro. **Journal of Animal Science**, v. 53, p. 330, 1970.

HERRERA-SALDANA, R.; HUBER, J. T. Influence of varying protein and starch degradabilities on performance of lactating cows. **Journal of Dairy Science**, Albany, v. 72, p. 1477, 1989.

HOOVER, W. M., STOKES, S. R. Balancing Carbohydrates and proteins for optimum rumen microbial yield. **Journal of Dairy Science**, v.74, p.360-372, 1991.

HINO, T.; RUSSELL, J. B. Relative contributions of ruminal bacteria and protozoa to the degradation of protein in vitro. **Journal of Animal Science**, v.64, p.261-270, 1986.

HUGHES, J. B.; SOUSA, J. S. ; BARRETO, R. A.; SILVA, A. R.; SOUZA, C. S.; SILVA, V. D. A.; SILVA, B. M. P.; FREITAS, S. R. V. B.; COSTA, M. F. D.; EL-BACHÁ, R. S.; BATATINHA, M. J. M.; TARDY, M; VELOZO, E. S.; COSTA, S. L. Cytotoxic effects of an extract containing alkaloids obtained from *Prosopis juliflora* Sw. D.C. (Algaroba) pods on glioblastoma cells. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal.** 6 (1), 31–41, 2005.

JOYNER, A. E.; BROWN, L. J.; FOGG, T.J. & ROSSI, R.T. Effect of monensin on growth, feed efficiency and energy metabolism of lambs. **Journal Animal Science.** 48: 1065-1069.

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

KOZLOSKI, G. B. **Bioquímica dos ruminantes**. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 139p.2002.

KRAFT, G.; ORTIGUES-MARTY, I.; SAVARY-AUZELOUX, I. Splanchnic net release and body retention of nitrogen in growing lambs fed diets unbalanced for energy and protein. In *Energy and Protein Metabolism and Nutrition*, Vichy, France.

LOBLEY, G. E., CONNELL, A., LOMAX, M. A., BROWN, D. S., MILNE, E., CALDER, A. G. and FARNINGHAM, D. A. H. Hepatic detoxification of ammonia in the ovine liver: possible consequences for amino acid catabolism. **British Journal of Nutrition**, v.73, n.5, p.667-685, 1995.

ORTIGUES-MARTY, I. (Ed.). **Wageningen: Wageningen Academic Publishers, Netherkands**, 2007. p.351-352.

KRAFT, G.; GRUFFAT, D.; DARDEVET, D.; REMOND, D.; ORTIGUES-MARTY, I.; SAVARYAUZELOUX, I. Nitrogen and energy imbalanced diets affect hepatic protein synthesis and gluconeogenesis differently in growing lambs. **Journal of Animal Science**, Albany, v.87, p.1747-1758, 2009.

LANA, R. P.; FOX, D. G. Interações entre monensina sódica, óleo de soja e fontes de nitrogênio no desempenho de novilhos aberdeen angus em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.1, p.247-253, 2001.

LEOPOLDINO, W. M. **Efeito da monensina, lasalocida, própolis, acidez e lipídios sobre a perda de potássio e fermentação de populações de bactérias do rúmen**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2004. 54p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 2004.

MACHADO, P. F.; MADEIRA, H. M. F. Manipulação de nutrientes em nível de rúmen – efeitos do uso de ionóforos. In: **Bovinocultura de corte**. Ed. Piracicaba: Fealq, p.79-96, 1990.

MCGUEFEY, R. K.; RICHARDSON, L. F.; WILKINSON, J. I. D. Ionophores for dairy cattle: Currents status and future outlook. **Journal Animal Science**. v. 84, p. 194-203, 2001.

MATHEW, A.G., BECKMANN, M.A.; SAXTON, A.M. A comparison of antibiotic resistance in bacteria isolated from swine herds in which antibiotics were used or excluded. **Journal of Swine Health and Production**, v.9, n.3, p.125-129, 2001.

MATRAS, J.; BARTLE, S.J.; PRESTON, R. L. Nitrogen utilisation in growing lambs: effects of grain (starch) and protein sources with various rates of ruminal degradation. **Journal of Animal Science**, Albany, v.69, p. 339-347, 1991.

MDIC (2012). **Estudo de Viabilidade Técnica e Econômica destinado à implantação do Parque Produtivo Nacional de Aditivos da Indústria de Alimentação de Animais**

**de Produção.** Disponível em: <http://www.desenvolvimento.gov.br/arquivos/dwnl-1347635101.pdf> (Acesso 21 de abril de 2017).

MENDES, C. Q. **Fontes nitrogenadas com diferentes taxas de degradação ruminal na alimentação de ovinos.** Tese (Doutorado) Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 2009.

MENDES O.; MOHAMED F.; GULL T. & CONCHA-BERMEJILLO A.; de la 2003. Monensin poisoning in a sheep flock. **Sheep and Goat Res. J.** 18:109-113.

MONTANARI JÚNIOR, I. **Aspectos da produção comercial de plantas medicinais nativas.** Campinas: CPQBA-UNICAMP, 2002. 7p. Disponível em: <http://www.cpqba.unicamp.br/plmed/artigos/producao.htm>. Acesso em: Ago de 2012.

MOURTHÉ, M. H. F. **Suplemento múltiplo com ionóforos para novilhos: parâmetros da fermentação ruminal.** Londrina, PR: ABZ, 2007. Disponível em: <http://www.abz.org.br/publicacoes-tecnicas/anais-zootec/artigos-cientificos/nutricao-ruminantes/3591-Suplemento-mltiplo-com-ionforos-para-novilhos-parmetros-ermentao-ruminal.html>. Acesso em: 03 jun. 2012.

MORAIS, J. A. S.; BERCHIELLI, T. T.; REIS, R. A. Aditivos. In: BERCHIELLI, T.T.; PIRES, A. V.; OLIVEIRA, S. G. **Nutrição de ruminantes.** Jaboticabal: Funep, 2006. 583p.

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

NAKANO, H.; NAKAJIMA, E.; FUJII, Y.; SHIGEMORI, H.; HASEGAWA, K. Growth inhibitory alkaloids from mesquite (*Prosopis juliflora* (Sw.) DC.) leaves. **Phytochemistry**, 65 (5), 587–591, 2004.

NOCKELS, C. F.; JACKSON, D. W.; BERRY, B. W. Optimum level of monensin for fattening lambs. **Journal of Animal Science**, Vol. 47, No. 4. 1978.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of dairy cattle.** 7.ed. Washington, D.C.: National Academy Press, 2001. 381p.

OLIVEIRA, C. A. S. **Farelo da Vagem de Algaroba em Substituição ao Milho Grão Moído em Dietas para Cabras em Lactação.** 2009. 52p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia-UESB, Itapetinga.

OLIVEIRA, M. V. M.; LANA, R. P.; EIFERT, E. C.; LUZ, D. F.; PEREIRA, J. C.; PÉREZ, J. R. O.; VARGAS JUNIOR, F. M. de. Influência da monensina sódica no consumo e na digestibilidade de dietas com diferentes teores de proteína para ovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.3, p.643-651, 2007.

OLIVEIRA, J. S.; ZANINE, A. M.; SANTOS, E. M. Uso de aditivos na nutrição de ruminantes. **Revista Electrónica de Veterinária REDVET**, v.6, n.11, 2005. Disponível em <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n111105.html>. Acesso em Ago. 2012.

PERES, L. E. P. **Metabolismo Secundário**. 2008. Disponível no site: <http://www.ciagri.usp.br/~lazaropp>. Acesso em: 08. agosto de 2012.

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

PEREIRA, T. C. J.; PEREIRA, M. L. A.; OLIVEIRA, C. A. S.; ARGOLO, L. S.; SILVA, H. G. O.; PEDREIRA, M. S.; ALMEIDA, P. J. P.; SANTOS, A. B. Mesquite pod meal in diets for lactating goats. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.42, n.2, p.102-108, 2013.

PEREIRA, K. P. P.; VÉRAS, A. S. C.; FERREIRA, M. A.; BATISTA, A. M. V.; MARQUES, K. A.; FOTIUS, A. C. A. Balanço de nitrogênio e perdas endógenas em bovinos e bubalinos alimentados com níveis crescentes de concentrado. **Acta Scientiarum Animal Sciences**, v.29, n.4, p.433-440, 2007.

PRESSMAN, B. C. Ionophorus antibiotics as models for biological transport. **Feeding Process**. 27 p, 1283-8, 1968.

PRESSMAN, B.C. **Ionophorus antibiotics as model for biological transport**. *Feeding Process*, v. 27, p. 1283-1288, 1976.

RADOSTITS O. M., GAY C. C. & HINCHCLIFF K. W. **Veterinary Medicine. A Textbook of the Diseases of Cattle, Horses, Sheep, Pigs and Goats**. SaundersLtd. 10 edition.2056 p. 2007.

REBOUÇAS, G. M. N. **Farelo de vagem de algaroba na alimentação de ovinos santa Inês**. Itapetinga- Ba: Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia. 2007, 44p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, 2007.

REIS, R. A.; MORAIS, J. A. S.; SIQUEIRA, G. R. Aditivos alternativos para a alimentação de ruminantes. In...**Anais II Congresso Latino-Americano de Nutrição Animal (II CLANA)** São Paulo. SP. (PalestraTécnica 40p). 2006.

REIS, R. A.; SIQUEIRA, G. R.; GATTO, E. Semiconfinamento para produção intensiva de bovinos de corte. In: **Simpósio Matogrossense de Bovinocultura de Corte**, Cuiabá, p.195-224, ago., 2011.

- RODELLO, L. Intoxicação por monensina em pequenos ruminantes. Site Milkpoint, 2012. Disponível em: < <https://www.milkpoint.com.br/radar-tecnico/ovinos-e-caprinos/intoxicacao-por-monensina-em-pequenos-ruminantes-80768n.aspx>>. Acesso em: 15 de abril de 2017.
- RODRIGUES, P. H. M.; MATTOS, W. R. S.; MELOTTI, L.; RODRIGUES, R. R. Monensina e digestibilidade aparente em ovinos alimentados com proporções de volumoso/concentrado. **Scientia Agricola**, v.58, n.3, p.449-455, 2001.
- RUSSELL, J. B. **Rumen microbiology and its role in ruminant nutrition**, Ithaca, NY: James B. Russell, 119p, 2002.
- RUSSELL, J. B. and WALLACE, R. J. Energy yielding and energy-consuming reactions. **The Rumen Microbial Ecosystem**, Second Edition, p. 267-268, 1997.
- RUSSEL, J. B.; O'CONNOR, J. D.; FOX, D. G.; VAN SOEST, P. J.; SNIFFEN, C. J. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: I. Ruminal fermentation. **Journal of Animal Science**, v.70, p.3551-3561, 1992a.
- RUSSELL, J. B. and STROBEL, H. J. Minireview.Effect of ionóforos on ruminal fermentation. **Applied and Environmental Microbiology**, p. 1-6, 1989.
- RUSSELL, J. B. A proposed model of monensin action in inhibiting ruminal bacteria growth: effects on ion flux and proton motive force. **Journal of Animal Science**, v.64, p.1519-1525, 1987.
- RUSSELL, J. B.; MARTIN, S. A. Effects of various methane inhibitors on the fermentation of amino acids by mixed rumen micorganisms *in vitro*. **Journal of Animal Science**, v.59, p.1329-1338, 1984.
- SALINAS-CHAVIRA, J.; LARA-JUAREZ, A.; GIL-GONZÁLEZ, A.; JIMENEZ-CASTRO, J.; GARCIACASTILLO R.; RAMÍREZ-BRIBIESCA, E. Effect of breed type and ionophore supplementation on growth and carcass characteristic in feedlot hair lambs. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.3, p.633-637, 2010.
- SANTOS, E. T.; PEREIRA, M. L. A.; SILVA, C. F. P. G.; SOUZA-NETA, L. C.; GERIS, R.; MARTINS, D.; SANTANA, A. E. G.; BARBOSA, L. C. A.; SILVA, H. G. O.; FREITAS, G. C.; FIGUEIREDO, M. P.; OLIVEIRA, F. F. de; BATISTA, R. Antibacterial activity of the alkaloid-enriched extract from *Prosopis juliflora* pods and its influence on in vitro ruminal digestion, **International Journal of Molecular Science**, 2013, *14*, 8496-8516.
- SANTOS, E. de J. dos. **Extrato alcalóidico foliar e farelo de algaroba como aditivos em dietas para cordeiros**. 2016, 95 p. Tese (Doutorado em Zootecnia). Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB), Itapetinga/BA.
- SILVA, L. F. **Uso da monensina em ovinos: revisão de literatura e descrição de um surto de intoxicação no Distrito Federal**. Monografia (graduação) - Faculdade de

Agronomia e Medicina Veterinária – FAV, Universidade de Brasília – UnB, Brasília, 58 p., 2012.

SILVA, A. M. M.; SILVA, A. R.; PINHEIRO, A. M.; FREITAS, S. R. V. B.; SILVA, V. D. A.; SOUZA, C. S.; HUGHESA, J. B.; EL-BACHA, R. S.; COSTA, M. F. D.; VELOZO, E. S.; TARDY, M.; COSTA, S. L. Alkaloids from *Prosopis juliflora* leaves induce glial activation cytotoxicity and stimulate NO production. **Toxicon**. v.49, p.601-614. 2007.

SINGH, S. SWAPNIL, S. K. V. Antibacterial properties of Alkaloid rich fractions obtained from various parts of *Prosopis juliflora*. **International Journal of Pharma Sciences and Research**. Vol.2 (3), p.114-120, 2011.

SOARES, S. B.; **Fontes de lipídeos associados com ionóforo para cordeiros em confinamento**. 2010. 68p. Dissertação (Mestrado em Produção Animal) - Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri. Diamantina – MG, 2010.

TABOSA, I. M.; QUINTANS-JÚNIOR, L.J.; PAMPLONA, F.V.; ALMEIDA, R.N.; CUNHA, E.V.L. DA; SILVA, M.S. DA; SOUZA, J.C. DE A.; BARBOSA FILHO, J.M. Isolamento biomonitorado de alcalóides tóxicos de *Prosopis juliflora* (algaroba). **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v.9/10, p.11-22, 2000.

TANIGUCHI, K., G. B. HUNTINGTON, and B. P. GLENN. 1995. Net nutrient flux by visceral tissues of beef steers given abomasal and ruminal infusions of casein and starch. **Journal Animal Science**.73:236.–249.

TEIXEIRA, J. C. **Nutrição de Ruminantes**. Lavras: UFLA/FAEP, 1997, 239 p.

VAN SOEST, P. J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2.ed. London: Constock, 1994. 476p.

WATANABE M. H. T. & SARTORI M. **Monensina sódica como aditivo na alimentação de ovinos: eficiência alimentar e coccidiose**. Site Farmpoint. 2009. Disponível em: <<http://m.farmpoint.com.br/radares-tecnicos/nutricao/monensina-sodica-como-aditivo-na-alimentacao-de-ovinos-eficiencia-alimentar-coccidiose> 53782n.aspx?pgComent=1>. Acesso em: 30 de setembro de 2012.

## **II. OBJETIVOS**

### **2.1. Objetivos gerais**

Avaliar os efeitos de níveis do extrato alcaloídico da farinha de vagens integrais de algarobeira, como aditivo em alternativa à monensina sódica em dietas para cordeiros Santa Inês x Dorper em confinamento.

### **2.2. Objetivos específicos**

- 2.2.1 Avaliar o consumo, a digestibilidade de nutrientes e o desempenho produtivo, proporcionados por dietas, sem aditivo, com monensina ou extrato alcaloídico de algaroba, fornecidas a cordeiros em confinamento;
- 2.2.2 Avaliar a síntese de proteína microbiana, o balanço de nitrogênio e a excreção de ureia, proporcionados por dietas, sem aditivo, com monensina ou extrato alcaloídico de algaroba, fornecidas a cordeiros em confinamento.

### III. MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1. Matéria-prima vegetal

As vagens maduras de *Prosopis juliflora* foram obtidas no município de Brumado/BA, colhidas manualmente após caírem no chão e ensacadas, no período de junho a julho de 2014. Foram selecionadas apenas vagens sem alterações no pericarpo. Devido à presença de umidade no material, as vagens foram espalhadas em uma lona em estufa de vegetação para secagem, durante três dias, com controle da temperatura em  $30^{\circ}\text{C} \pm 0,2^{\circ}\text{C}$  para evitar perdas das propriedades dos alcaloides. Ao final da tarde, todo o material era coberto para evitar a umidade do ar durante a noite. Posteriormente à secagem, no Laboratório de Forragicultura, as vagens foram processadas em moinho tipo Willey com utilização de peneira com malha de 2 mm para obtenção de 10 kg de farinha das vagens integrais. O material obtido foi embalado em sacos de polietileno e acondicionado em freezer.

#### 3.2. Obtenção de extrato alcaloídico de algarobeira por percolação e partição

Após a moagem, a farinha integral de vagens (algaroba) foi destinada à produção de extrato alcaloídico, sendo acondicionada em recipiente cilíndrico de politereftalato de etileno suspenso ao suporte universal. Em seguida, adicionou-se, aos poucos, etanol 99,9% sobre a farinha integral, e o extrato etanólico obtido por percolação foi recolhido em Erlenmeyer de 2000 ml. Após o processo de percolação, a solução extraída foi concentrada a vácuo, a uma temperatura controlada em torno de  $45^{\circ}\text{C}$ , em evaporador rotatório, obtendo-se, assim, o extrato etanólico bruto (EEB). O aspecto desse extrato era viscoso de coloração castanho-escuro.

O EEB foi submetido à partição com a utilização de soluções ácido-básicas e solventes orgânicos, de modo a obter extratos enriquecidos com alcaloides, de acordo com a metodologia de Ott-Longoni et al. (1980), para isolar alcaloides piperidínicos de farinha integral de algaroba (Santos et al., 2013; INPI, 2014). Parte do EEB (200 g), foi



solubilizado em solução aquosa de ácido acético 1,6 M (AcOH, 200 ml), e a solução resultante foi filtrada para se obter a solução aquosa ácida I (SAA-I). A SAA-I foi extraída com  $\text{CHCl}_3$ , com uma dupla lavagem de 150 mL, obtendo-se a solução aquosa ácida II (SAA II). A SAA II foi alcalinizada com NaOH até o pH 9,0, passando a ser chamada de solução aquosa básica I (SAB I). A SAB I passou por tripla lavagem com 100 ml de  $\text{CHCl}_3$ . Assim, obteve-se a solução aquosa básica II (SAB II), a qual foi submetida à dupla lavagem com solução de NaCl, resultando na solução aquosa básica III (SAB III) que, posteriormente, foi desidratada com 5 g de  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ , homogeneizou-se e deixou em repouso por 2 horas; em seguida, após filtração, a solução foi transferida para um balão de fundo redondo e, no evaporador rotativo a  $38^\circ\text{C}$ , o clorofórmio foi evaporado. O extrato clorofórmico básico seco (ECB) foi transferido para um recipiente de vidro limpo e tarado; após a evaporação completa do clorofórmio, pesou-se até obtenção de peso constante de 0,4 g (Figura 1).

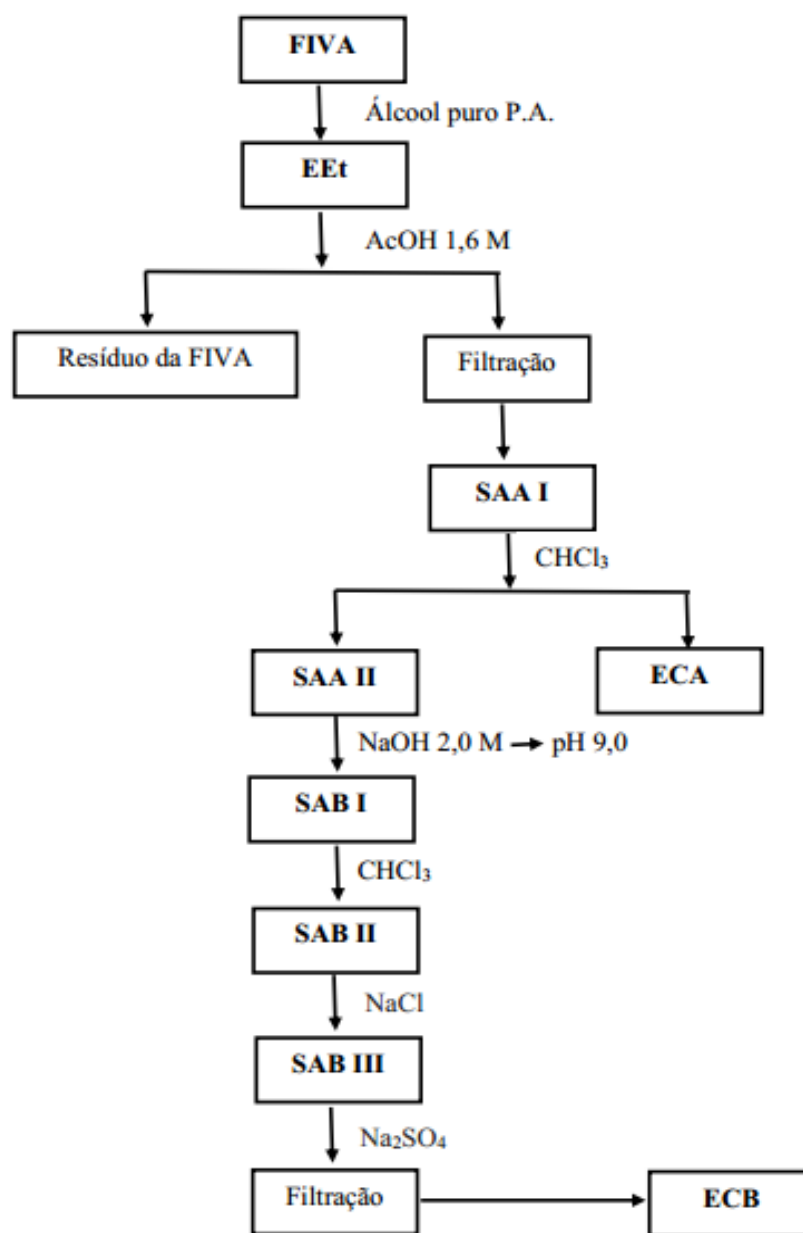
A quantidade de ECB a ser adicionada em cada dieta experimental foi pesada em balança analítica e separadamente em Erlenmeyer de 25 ml, e em cada frasco o extrato foi solubilizado com 50 ml de clorofórmio e transferido, sequencialmente, em cinco etapas de 10 ml para um funil de decantação. Em seguida, procedeu-se a dupla lavagem com 50 ml de HCl 10% e a fração aquosa ácida foi obtida, constituindo-se o extrato alcaloídico aquoso ácido, que foi adicionado às dietas experimentais.

Para a quantificação do rendimento de obtenção do ECB a partir da matéria-prima, foi considerada a quantidade de 10 kg de farinha integral de algaroba, que foi percolada com 16 L de etanol (P.A.). A solução etanólica obtida foi evaporada, produzindo 325 g de EEB. A partir dessa quantidade de EEB, foi realizada a extração de alcaloides por partição, que após evaporação do clorofórmio foram obtidos 18,42 g do ECB seco, cujo rendimento de extração foi equivalente a 0,2%.

### **3.3. Cromatografia em camada delgada do extrato clorofórmico básico (ECB)**

A determinação e confirmação da presença de alcaloides no extrato clorofórmico básico (ECB) proveniente de farinha integral de algaroba foi realizada, conforme metodologia de cromatografia em camada delgada (CCD) com uso de cromatoplasmas, no qual foi diluída uma gota de ECB em duas gotas de metanol e, com auxílio de um capilar, gotejou-se levemente na placa de sílica e, em seguida, a placa foi imersa em um Becker

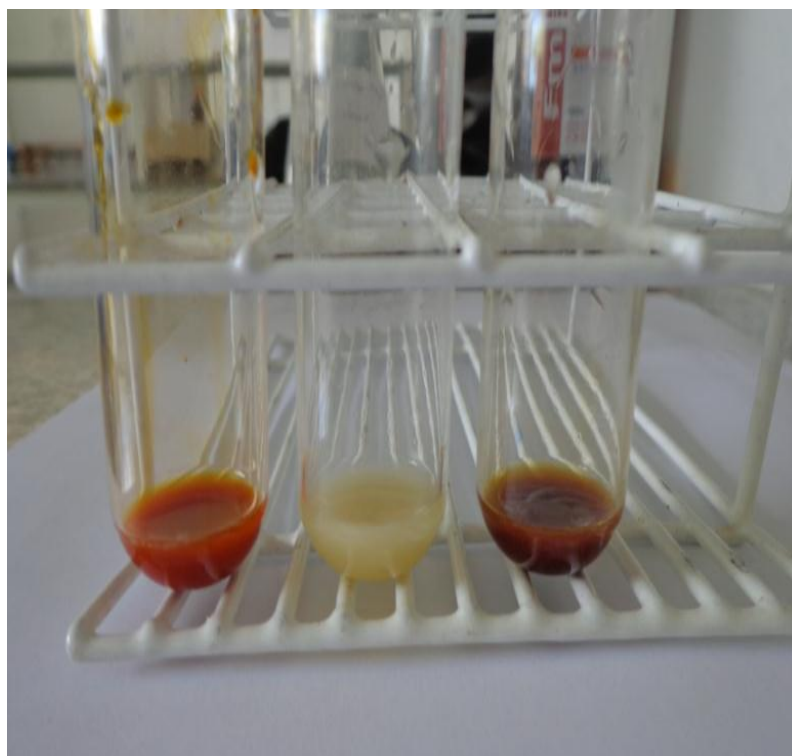
com solução de 9 ml de clorofórmio e 1 ml de metanol. Após o tempo de reação e secagem da placa, o reagente de Dragendorff (substância reveladora de alcaloides) foi adicionado por aspersão. A presença de alcaloides no ECB foi revelada devido ao aparecimento de pontos corados de alaranjado (Dragendorff positivo), confirmando a presença de alcaloides piperidínicos no extrato (Figura 2). A revelação de alcaloides também foi realizada com o uso de tubos de ensaio, contendo os reativos de Dragendorff, Mayer e Wagner de acordo com metodologia proposta por Bessa et al. (2007) (Figura 3).



**Figura 1.** Partição ácido-base para isolamento e partição dos alcaloides da farinha de vagens integrais de algarobeiras (*Prosopis juliflora*)



**Figura 2.** Placa de cromatografia em camada delgada (CCD) com reagente de Dragendorff (cor laranja)



**Figura 3.** Tubos de ensaio com reveladores de alcaloides: Dragendorff (cor laranja), Mayer (cor bege) e Wagner (cor marrom)

### **3.4. Local, dietas experimentais e medidas de consumo, digestibilidade e desempenho produtivo**

O experimento foi conduzido no setor de Ovinocultura do Campus Juvino Oliveira da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, UESB, na cidade de Itapetinga, BA. Localizada a 15° 09' 07" de latitude sul, 40° 15' 32" de longitude oeste, precipitação média anual de 800 mm, temperatura média anual de 27°C e com altitude média de 268 m. O trabalho experimental teve a aprovação da Comissão de Ética de Uso de Animais (CEUA) sob Protocolo nº 23/2013.

Foram utilizados 30 cordeiros Dorper x Santa Inês, machos inteiros, com idade aproximada de 120 dias e peso corporal inicial médio de  $17,50 \pm 0,43$  kg. Os cordeiros foram distribuídos em baias individuais de madeira 1,5 m x 1,0 m, com piso ripado suspenso, equipadas com cocho e bebedouro individuais.

O tempo total do experimento foi de 98 dias, sendo os primeiros 12 dias de período pré-experimental, visando à adaptação dos animais as instalações, ao manejo e à razão volumoso/concentrado. No período experimental de 86 dias, foi realizada a avaliação do desempenho e subdividido em quatro períodos de 21 dias para coletas de amostras. Inicialmente na fase pré-experimental, as baias foram devidamente identificadas, os animais foram pesados, identificados com brincos, tratados contra ecto e endoparasitas e, após o sorteio nas baias, os cordeiros foram distribuídos nas dietas experimentais e adaptados, gradualmente, à proporção de 600 g kg<sup>-1</sup> de concentrado e 400 g kg<sup>-1</sup> de feno de Tifton 85 na dieta e ao manejo.

O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado (DIC), com cinco tratamentos e seis repetições, sendo cada cordeiro uma unidade experimental para o ensaio de desempenho. Foram utilizadas cinco dietas experimentais, com ou sem aditivos na matéria seca:

Dieta 1: Monensina comercial (MON) 20,7 mg kg<sup>-1</sup>;

Dieta 2: Sem aditivos;

Dieta 3: Extrato alcaloídico de algaroba (EAA) 2,3 mg kg<sup>-1</sup>;

Dieta 4: EAA 4,6 mg kg<sup>-1</sup>;

Dieta 5: EAA 9,2 mg kg<sup>-1</sup>.

A dose de monensina 2,1 mg kg<sup>-1</sup> MS na dieta foi utilizada para comparar à menor concentração de EAA, que foi de 2,3 mg kg<sup>-1</sup> MS. Os aditivos (monensina e EAA) foram

misturados ao premix mineral, que foi adicionado aos demais ingredientes de cada concentrado no misturador industrial de rações com capacidade de 500 kg. As dietas foram balanceadas mediante estimativa de exigências, conforme equações do NRC (2007) e foram considerados: ganho de peso diário de 200 g; temperatura média mensal de 35°C; dietas com 75% de digestibilidade de MS e 40% de proteína degradável no rúmen. A composição e proporção dos ingredientes das dietas experimentais estão apresentadas na Tabela 1.

**Tabela 1.** Composição em ingredientes e nutricional das dietas

Item	Teor de MS	Dieta				
		MON <sup>1</sup>	EAA <sup>1</sup>			
		20,7	0	2,3	4,6	9,2
Composição (g kg <sup>-1</sup> MS)						
Feno de Tifton 85	892	400	400	400	400	400
Farelo de milho	890	450	450	450	450	450
Farelo de soja	880	130	130	130	130	130
Mistura mineral <sup>3</sup>	1000	15	15	15	15	15
Monensina sódica <sup>4</sup>	1000	2,1	-	-	-	-
Ureia	1000	4	4	4	4	4
EEA <sup>4</sup>	-	-	0	2,3	4,6	9,2
PB estimada	g kg <sup>-1</sup>	147,30	147,30	147,30	147,30	147,30
EM estimada	Mcal kg <sup>-1</sup>	2,54	2,54	2,54	2,54	2,54

<sup>1</sup>monensina comercial (mg kg<sup>-1</sup>); <sup>2</sup>extrato alcaloídico de algaroba (mg kg<sup>-1</sup>); <sup>3</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 %; <sup>4</sup>mg kg<sup>-1</sup> MS.

As dietas foram fornecidas diariamente às 7:00 h e 15:00 h, *ad libitum*, de forma a permitir 10% do fornecimento em sobras. Entretanto, o consumo voluntário diário foi calculado pela diferença entre a dieta total oferecida e as sobras que foram colhidas e pesadas duas vezes ao dia.

Os animais foram pesados em jejum de sólidos durante 12 horas no 1º dia do período experimental e, ao final, no 86º dia, para a determinação do ganho de peso e o peso corporal (PC) médio para expressar o consumo diário de nutrientes em porcentagem do peso corporal (g kg<sup>-1</sup> PC) e em função do peso metabólico (g kg<sup>-1</sup> PC<sup>0,75</sup>), bem como a eficiência e conversão alimentar. As pesagens intermediárias sem jejum foram realizadas antes do fornecimento da primeira refeição do dia, para acompanhamento do desempenho.

Durante todo o experimento, o volumoso e o concentrado oferecido foram registrados diariamente. No período de coleta, últimos cinco dias de cada período de 21 dias, amostras do volumoso e concentrados fornecidos, bem como das sobras referentes a cada animal, foram colhidas, acondicionadas em sacos de polietileno e armazenadas em freezer.

A coleta total de fezes foi efetuada com o uso de bolsas coletoras presas ao corpo de todos os cordeiros, permanecendo por três dias para adaptação e por mais três dias para coleta de fezes, nos quatro períodos de coleta. A quantidade diária de fezes foi mensurada, utilizando balança digital com precisão de 0,1 g e armazenada em congelador a -10°C. No último dia de coleta, após homogeneização, foram retiradas alíquotas de 5% da produção fecal de cada dia, para confecção de amostras compostas de cada animal.

### **3.5. Análises químicas do volumoso e concentrados fornecidos, sobras e fezes**

As análises químicas dos alimentos, sobras e fezes foram realizadas no laboratório de Forragicultura e Pastagens da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Campus Juvino Oliveira, Itapetinga, Bahia. As concentrações médias dos componentes nutricionais do feno de Tifton 85 e concentrados, e das dietas experimentais encontram-se nas Tabelas 2 e 3, respectivamente.

Amostras do volumoso, concentrados, sobras e fezes de cada animal foram pré-secadas em estufa com ventilação forçada a 60°C por 72 horas e, em seguida, moídas em moinho de faca tipo Willey em peneira com malha de 1 mm para análises químicas.

Nas amostras de alimentos (sobras e fornecidos) e fezes foram determinados os teores de matéria seca (MS), matéria mineral (MM), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE) (AOAC, 2010). Para as análises de fibra em detergente neutro (FDN), as amostras foram tratadas com alfa-amilase termoestável, sem o uso de sulfito de sódio e corrigidas para cinzas residuais (Mertens, 2002). A correção da FDN para os compostos nitrogenados e estimação dos conteúdos de compostos nitrogenados insolúveis nos detergentes neutro (NIDN) e ácido (NIDA) foram feitas conforme Licitra et al. (1996).

A lignina foi obtida a partir da metodologia descrita em Detmann et al. (2012), com o resíduo do FDA tratado com ácido sulfúrico a 72% nas amostras de volumoso e concentrados.

Segundo Sniffen et al. (1992), os carboidratos totais (CT) foram estimados da seguinte forma:  $CT = 100 - (\%PB + \%EE + \%cinzas)$ .

Os teores de carboidratos não fibrosos (CNF) foram calculados com adaptação ao proposto por Hall (2003), utilizando o FDNcp, conforme equação:  $CNF = (100 - \%FDNcp - \%PB - \%EE - \%cinzas)$ .

**Tabela 2.** Composição química (g 100 g<sup>-1</sup> MS) do volumoso e concentrados

Item	Feno de		Concentrado			
	Tifton	MON	EAA (mg kg <sup>-1</sup> )			
	85	20,7	0	2,3	4,6	9,2
MS <sup>1</sup>	85,10	88,51	88,18	88,20	88,13	88,07
MO <sup>2</sup>	92,22	96,12	96,21	96,11	95,21	96,51
PB <sup>3</sup>	7,09	17,05	16,11	16,23	17,53	16,60
PIDN <sup>4</sup>	4,77	11,92	11,51	13,47	15,56	12,80
PIDA <sup>5</sup>	4,02	4,67	5,62	6,00	7,32	5,06
EE <sup>6</sup>	3,60	2,91	2,57	3,03	3,19	3,28
CT <sup>7</sup>	82,03	69,10	70,04	72,10	71,6	68,90
CNFcp <sup>8</sup>	4,47	24,80	22,34	25,10	23,90	22,70
FDNcp <sup>9</sup>	77,56	44,30	47,70	47,00	47,70	46,20
Hemicelulose	13,44	28,55	25,79	27,73	27,34	29,93
Celulose	56,16	16,45	20,40	19,52	20,66	17,96
Lignina	13,20	2,43	2,76	2,65	2,48	2,44
NDT <sup>10</sup>	39,12	73,21	70,93	72,09	71,52	73,42

<sup>1</sup>matéria seca, <sup>2</sup>matéria orgânica, <sup>3</sup>proteína bruta, <sup>4</sup>proteína insolúvel em detergente neutro, <sup>5</sup>proteína insolúvel em detergente ácido, <sup>6</sup>extrato etéreo, <sup>7</sup>carboidratos totais, <sup>8</sup>carboidratos não fibrosos corrigido para cinza e proteína, neutro, <sup>9</sup>fibra em detergente neutro corrigido para cinza e proteína, <sup>10</sup>nutrientes digestíveis totais

Para a avaliação da digestibilidade aparente dos nutrientes, o consumo individual dos animais foi mensurado ao longo dos cinco dias de coleta, em cada período de 21 dias de fornecimento das dietas experimentais, subtraindo-se das sobras, a quantidade de dieta ofertada para cada animal. Dessa forma, foram avaliados os consumos de MS, MM, PB, FDNcp, CT, CNF, EE, NDT e EM.

Os coeficientes de digestibilidade da matéria seca (DMS), matéria orgânica (DMO), proteína bruta (DPB), extrato etéreo (DEE), fibra em detergente neutro (DFDNcp) e dos

carboidratos não fibrosos (DCNF) de cada dieta utilizada neste estudo, foram determinados por meio do cálculo:  $CD = [(nutriente\ consumido - nutriente\ excretado\ nas\ fezes) / nutriente\ consumido^{-1}] \times 100$ .

**Tabela 3.** Composição química das dietas experimentais (g 100 g<sup>-1</sup> MS)

Item	Dieta				
	MON	EAA (mg kg <sup>-1</sup> )			
	20,7	0	2,3	4,6	9,2
MS <sup>1</sup>	87,14	86,94	86,96	86,91	86,88
MO <sup>3</sup>	94,56	94,61	94,55	94,01	94,79
PB <sup>3</sup>	13,06	12,50	12,57	13,35	12,79
PIDN <sup>4</sup>	9,06	8,81	9,99	11,24	9,58
PIDA <sup>5</sup>	4,41	4,98	5,20	6,00	4,64
EE <sup>6</sup>	3,18	2,98	3,25	3,35	3,40
CT <sup>7</sup>	74,27	74,83	76,07	75,77	74,15
CNFcp <sup>8</sup>	16,67	15,19	16,85	16,13	15,41
FDNcp <sup>9</sup>	57,60	59,64	59,22	59,64	58,74
Hemicelulose	22,50	20,85	22,01	21,78	23,33
Celulose	32,33	34,70	34,17	34,86	33,24
Lignina	6,73	6,93	6,87	6,76	6,74
NDT <sup>10</sup>	59,57	58,20	58,90	58,56	59,70

<sup>1</sup>matéria seca, <sup>2</sup>matéria orgânica, <sup>3</sup>proteína bruta, <sup>4</sup>proteína insolúvel em detergente neutro, <sup>5</sup>proteína insolúvel em detergente ácido, <sup>6</sup>extrato etéreo, <sup>7</sup>carboidratos totais, <sup>8</sup>carboidratos não fibrosos corrigido para cinza e proteína, <sup>9</sup>fibra em detergente neutro corrigido para cinza e proteína, <sup>10</sup>nutrientes digestíveis totais

Os nutrientes digestíveis totais (NDT), obtidos com o ensaio de digestibilidade, foram calculados segundo Weiss (1999), mas utilizando a FDNcp e CNF corrigidos para cinzas e proteínas, pela seguinte equação:  $NDT = PBD + FDNcpD + CNFD + 2,25 EED$ . Em que: PBD = PB digestível; FDNcpD = FDNcp digestível; CNFD = CNF 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):  $EL (Mcal\ kg^{-1}) = 0,0245 \times$



NDT – 0,12 e ED (Mcal kg<sup>-1</sup>) = 0,04409 x NDT. A transformação de ED para energia metabolizável (EM) foi feita segundo: EM (Mcal kg<sup>-1</sup>) = 1,01 x ED (Mcal kg<sup>-1</sup>) - 0,45.

### 3.6. Balanço de nitrogênio, síntese de proteína microbiana e excreção de ureia

No 21º dia de cada período experimental, foram realizadas coletas de urina, na forma de amostra de urina *spot*, por micção espontânea dos animais, aproximadamente 4 horas após o fornecimento da alimentação matinal.

As amostras foram filtradas em gaze e uma alíquota de 10 ml foi separada e diluída em 40 ml de ácido sulfúrico (0,018 M). As amostras foram armazenadas a -20°C e, posteriormente, foram utilizadas para a quantificação das concentrações urinárias de ureia, nitrogênio total, creatinina, alantoína, ácido úrico, xantina-hipoxantina.

No Laboratório de Fisiologia Animal da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB), foram realizadas as análises para determinação das concentrações de creatinina, ácido úrico e ureia na urina, utilizando-se kits comerciais (Bioclin®) com os respectivos códigos: K016, K139 e K047. A conversão dos valores de ureia em nitrogênio ureico foi realizada pela multiplicação dos valores obtidos pelo fator 0,4667.

As concentrações urinárias de alantoína e xantina-hipoxantina foram obtidas por intermédio de método colorimétrico e enzimático, respectivamente, conforme metodologias propostas por Chen & Gomes (1992), e o teor de nitrogênio total obtido pelo método de Kjeldhal (AOAC, 2010).

A excreção diária de creatinina foi 20,37 mg kg<sup>-1</sup> PC, obtida no ensaio com cordeiros do mesmo grupo genético, em gaiola metabólica, distribuídos em delineamento experimental em Quadrado Latino 5 x 5, alimentados com as mesmas dietas em estudo. Assim, o volume urinário foi estimado para cada animal nas diferentes dietas experimentais, dividindo-se a excreção diária de creatinina (mg kg<sup>-1</sup> PC) pela concentração de creatinina (mg L<sup>-1</sup>) na amostra de urina *spot*, multiplicando-se o resultado pelo respectivo peso corporal do animal (kg). A excreção diária dos metabólitos urinários foi obtida, multiplicando o volume de urina estimado pela concentração de cada metabólito determinado na urina *spot*.

O balanço de nitrogênio (N-retido, g/dia) foi calculado com a fórmula: N-retido = N ingerido (g) – N nas fezes (g) – N na urina (g)

A excreção de derivados de purinas totais (DPT) foi obtida pela soma das quantidades de alantoína, ácido úrico e xantina-hipoxantina, excretadas na urina. A quantidade de purinas microbianas absorvidas ( $\text{mmol d}^{-1}$ ) foi estimada a partir da excreção de derivados de purinas totais ( $\text{mmol d}^{-1}$ ), por meio da equação proposta por Chen & Gomes (1992), para ovinos:  $\text{DPT (mmol d}^{-1}) = 0,84 \times \text{PA} + (0,150 \times \text{PC}^{0,75} \times e^{-0,25 \times \text{PA}})$

Em que: DPT corresponde aos derivados de purinas totais ( $\text{mmol d}^{-1}$ ) e PA são as purinas absorvidas ( $\text{mmol d}^{-1}$ ).

A síntese ruminal de proteína microbiana ( $\text{g NM d}^{-1}$ ) foi calculada em função das purinas absorvidas (X,  $\text{mmol d}^{-1}$ ), utilizando-se a equação descrita por Chen & Gomes (1992):  $\text{NM} = 70 \times \text{PA} \times (0,83 \times 0,116 \times 1000)^{-1}$

Em que 70 é o conteúdo de N de purinas ( $\text{mg N mmol}^{-1}$ ); 0,83 a digestibilidade das purinas microbianas absorvidas e 0,116 é a razão N purina N total<sup>-1</sup> nas bactérias.

### 3.7. Análise estatística

A análise dos dados foi realizada pelo procedimento MIXED do programa computacional estatístico SAS (SAS, 2006), considerando-se um modelo misto. Realizaram-se contraste ortogonal para comparação das médias observadas entre as dietas sem aditivo e com EAA, bem como os contrastes polinomiais para os componentes linear (L) e quadrático (Q) na análise das médias das variáveis dependentes em função dos níveis de inclusão de EAA. As dietas sem e com EAA foram comparadas com monensina pelo teste de Dunnett. Adotou-se como nível de significância 5% de probabilidade.

Para as variáveis dependentes cujos contrastes polinomiais foram significativos, foi realizada a análise de regressão dos efeitos de ordem linear (L) e quadrática (Q), em função dos níveis de EAA. O modelo matemático utilizado na análise de regressão foi:

$$Y_{ijk} = (\beta_0 + \beta_1 \text{Tr} + \beta_2 \text{Tr}^2) + \varepsilon_{ijk}; \text{NID}(0; \sigma^2)$$

Em que: Y = o valor estimado em função das dietas;  $\beta_0$  = intercepto;  $\beta_1$  e  $\beta_2$  definiram a variação de Y em função do nível de inclusão; e Tr = nível de inclusão (0; 2,3; 4,6 e 9,6  $\text{mg kg}^{-1}$ ).

## IV. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1. Consumo, digestibilidade de nutrientes e desempenho produtivo

Na Tabela 4, observa-se que não houve efeito significativo de dietas sobre o consumo de nutrientes pelos cordeiros, com exceção do consumo de extrato etéreo (EE), que apresentou comportamento linear significativo. O aumento no consumo de EE pode ser explicado pelos maiores teores de EE nas dietas, com inclusão do EAA associado à possibilidade de seleção para o consumo de concentrado (Tabela 2). Esse fato pode ser evidenciado pela composição do consumo de EE que foi 12% inferior às concentrações de EE das dietas aditivadas com EAA e, da mesma forma, ocorreu para as dietas sem aditivos e com monensina (Tabela 4). Consistentemente esse fato foi verificado para o consumo de FDNcp, que reduziu em 21%, e de CNF, que aumentou, em média, 23% nas dietas consumidas, provavelmente pela preferência que os cordeiros apresentaram em consumir os concentrados com maiores conteúdos de FDNcp e menores de CNF, quando comparados com o feno (Tabela 2). Não se verificou alteração para a composição do consumo de PB das dietas (Tabelas 2 e 4).

Vale acrescentar que a fibra é composta por polímeros de celulose, hemicelulose e lignina. Nas frações potencialmente digestíveis, encontram-se parte da celulose e hemicelulose susceptíveis à degradação, porém a lignina não sofre nenhuma digestão sob condições de anaerobiose. No entanto, partes da hemicelulose e celulose estão intimamente associados à lignina e essa, em si, espera encontrar-se no resíduo indigestível. Essas porções, por sua vez, estão associadas à qualidade da fibra (Ribeiro, 2014). Diante do exposto, ressalta-se que o feno de Tifton 85, utilizado como volumoso na mesma proporção em todas as dietas, apresentou maior conteúdo de celulose em relação à hemicelulose e uma fração de lignina que pode ter afetado a digestibilidade da fibra, o que, possivelmente, contribuiu para que os cordeiros apresentassem o comportamento seletivo durante o consumo.

Geralmente, as reduções no consumo dos nutrientes provenientes de dietas contendo ionóforo são ocasionadas devido ao maior aporte de energia pelo aumento da

concentração de succinato do tecido hepático do animal. Isso se deve à alteração na concentração dos ácidos graxos voláteis disponíveis para absorção, com elevação da concentração de propionato e butirato em relação ao acetato. A maior quantidade de propionato absorvida pela parede ruminal chega ao fígado, onde é metabolizado. O consumo voluntário pode ser regulado pelo fígado quando aumenta a oxidação de propionato (Allen et al., 2005). O aumento na proporção de produção de propionato deve-se à mudança no perfil microbiano no ambiente ruminal e, conseqüentemente, na fermentação ruminal, decorrente do aumento da atividade de bactérias gram negativas, em detrimento das gram positivas (Santos et al., 2013). Porém, as doses dos aditivos utilizadas no presente estudo não foram suficientes para alterar o consumo de MS e o valor médio obtido está de acordo com as predições do NRC (2007) que pressupõe consumo de 1,050 kg d<sup>-1</sup>, para cordeiros com peso corporal de 30 kg e ganho de peso estimado de 200 g d<sup>-1</sup>.

O consumo médio de PB para as dietas com EAA apresentou valor de 123 g d<sup>-1</sup>, igual à dieta com monensina de 121 g d<sup>-1</sup>, assim como à dieta sem aditivo que foi 118 g d<sup>-1</sup>. Esses valores estão dentro dos valores preconizados pelo NRC (2007) que são de 111 a 131 g de PB por dia, dentro da categoria de ovinos, com peso corporal variando de 20 a 30 kg e com ganho de 200 g d<sup>-1</sup>.

O consumo de NDT não diferiu entre as dietas com ou sem aditivos, com média de 791 g d<sup>-1</sup>, o qual excedeu os requisitos nutricionais de ovinos de 20 a 30 kg de peso corporal (exigência de 390 a 560g de NDT/dia) para ganho estimado de 200 g/dia (NRC, 2007).

Houve redução na digestibilidade de MS com o uso de EAA, diferindo da dieta sem aditivo. Provavelmente, essa redução esteja relacionada às menores digestibilidades de FDNcp e de PB, quando EAA foi adicionado às dietas (Tabela 5). Isso é consistente com o fato de que o EAA tem ação seletiva microbiana no rúmen, inibindo, principalmente, a atividade das bactérias gram-positivas, que compreende as principais espécies que realizam a degradação de proteína no rúmen (Santos et al., 2013; Santos, 2016; Pereira et al., 2016). Além da digestibilidade de FDNcp e de PB serem os componentes nutricionais que mais interferiram na digestibilidade da MS, também afetaram os teores de nutrientes digestíveis totais (Tabela 5).

**Tabela 4.** Médias, erro padrão da média (EPM) e valores de probabilidade (P) de contraste ortogonal e dos componentes linear (L) e quadrático (Q) de contraste polinomial para consumo de nutrientes em cordeiros alimentados com dietas sem ou com monensina e níveis de extrato alcaloídico de algaroba (EAA)

Item	Monensina <sup>1</sup>	EAA (mg kg <sup>-1</sup> MS)				EPM	Pr>F	Valor - P		
	2,1	0	2,3	4,6	9,2			0 vs E <sup>2</sup>	L	Q
<b>Consumo (g d<sup>-1</sup>)</b>										
Matéria seca	1012,8	1014,7	1012,3	1096,9	1071,8	19,87	0,36	0,284	0,089	0,750
Matéria orgânica	838,6	848,1	831,6	889,1	873,9	17,60	0,93	0,898	0,836	0,803
Proteína bruta	121,2	117,0	114,5	131,5	121,8	2,67	0,09	0,340	0,113	0,398
Extrato etéreo	27,8	26,1	28,5	31,7	31,3	0,70	0,01	0,002	0,000 <sup>a</sup>	0,177
FDNcp <sup>3</sup>	416,5	427,6	434,0	454,3	441,6	9,03	0,49	0,589	0,350	0,637
CNF <sup>4</sup>	205,7	219,1	205,8	224,3	226,7	4,78	0,88	0,393	0,552	0,637
NDT <sup>5</sup>	790,8	813,1	675,8	767,9	773,8	22,48	0,96	0,121	0,874	0,127
<b>Consumo (g kg<sup>-1</sup> PC)</b>										
Matéria seca	41,5	39,5	39,4	41,5	39,3	1,28	0,92	0,850	0,881	0,623
Proteína bruta	5,0	4,6	4,5	5,0	4,5	0,17	0,83	0,869	0,869	0,452
FDNcp <sup>2</sup>	17,1	16,6	16,9	17,2	16,2	0,58	0,83	0,944	0,801	0,520
<b>Consumo (g kg<sup>-1</sup> PC<sup>0,75</sup>)</b>										
Matéria seca	92,0	88,7	88,7	94,0	89,7	2,44	0,91	0,716	0,643	0,613
NDT <sup>5</sup>	71,6	71,1	59,1	65,6	64,7	2,27	0,89	0,179	0,522	0,250
<b>Consumo de EM<sup>6</sup></b>										
Mcal d <sup>-1</sup>	3,1	3,2	2,6	2,9	3,0	0,09	0,88	0,311	0,757	0,457
Kcal kg <sup>-1</sup> PC	12,5	12,3	9,9	11,0	10,9	0,50	0,79	0,350	0,446	0,628
Kcal kg <sup>-1</sup> PC <sup>0,75</sup>	27,7	27,7	22,3	25,0	24,8	1,01	0,81	0,328	0,486	0,676

Médias seguidas de asterisco diferem (P<0,05) da dieta com monensina pelo Teste de Dunnett; <sup>1</sup>mg kg<sup>-1</sup> MS; <sup>2</sup>Contraste: Sem aditivo vs Com EAA;

<sup>3</sup>Fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteínas; <sup>4</sup>Carboidratos não fibrosos; <sup>5</sup>Nutrientes digestíveis totais; <sup>6</sup>Energia metabolizável;

<sup>a</sup>Y = 23,4233\*\*\*\* + 1,6537 X\*\*\*; Significativo: \*\*\*P<0,001; \*\*\*\*P<0,0001

A ingestão e a digestibilidade dos nutrientes podem estar correlacionados de maneira positiva ou negativa entre si, o que depende da qualidade da dieta, comumente referidos como efeitos associativos (Moreno et al., 2010; Cruz et al., 2011). Segundo Panconti et al. (2011), a digestibilidade do alimento está relacionada à interação substrato/enzima e ao tempo de exposição desse substrato aos microrganismos do rúmen. Assim, acredita-se que esses fatos não são causadores em diminuir a digestibilidade de FDN<sub>cp</sub> e de PB, tendo em vista que as dietas apresentaram mesma razão volumoso/concentrado e nível de consumo.

Utilizando diferentes concentrações de extrato alcaloídico de algaroba (0, 25, 50, 100 e 200 mg L<sup>-1</sup>) no meio ruminal *in vitro*, Santos et al. (2013) verificaram que a concentração de extrato clorofórmico básico seco (ECB) até a concentração de 100 mg L<sup>-1</sup>, apresentou efetividade na manipulação da fermentação ruminal, reduzindo a produção de gases totais sem alterar a degradabilidade da matéria seca de farelo de trigo. A adição de 12 µg de ECB em 31 ml de meio de incubação ruminal *in vitro* foi eficiente em reduzir a produção de metano, sem interferir na degradabilidade de matéria seca do feno de Tifton 85 (Pereira et al., 2016).

Dentre as diferentes doses de EAA, a dieta com 2,3 mg kg<sup>-1</sup> do extrato apresentou menor digestibilidade dos componentes nutricionais, quando comparada à dieta contendo monensina sódica 2,1 mg kg<sup>-1</sup>, exceto para digestibilidade de CNF, que não diferiu e também para os teores de nutrientes digestíveis totais (NDT) (Tabela 5). Os coeficientes de digestibilidade da maioria dos nutrientes e o teor de NDT para dose de EAA 2,3 mg kg<sup>-1</sup> não diferiu dos níveis de 4,6 e 9,2 mg kg<sup>-1</sup> de EAA, sendo que a digestibilidade de CNF apresentou comportamento quadrático, com ponto de mínimo em função desses níveis de EAA. Esses últimos dois níveis não diferiram da monensina para digestibilidade de nenhum componente nutricional, como também para o conteúdo de NDT. A monensina está abaixo das recomendações do fabricante e representa a metade da dose mínima para evitar intoxicação de cordeiros (DL0 = 4 mg kg<sup>-1</sup> de matéria seca da dieta). Ao comparar com o extrato adicionado na mesma dose de monensina sódica, pode-se observar que esse promoveu maior ação seletiva sobre os processos digestivos no ambiente ruminal, principalmente sobre a utilização da fração fibrosa de carboidratos e de proteína.

Estudos alertaram que os efeitos de monensina sódica sobre a digestibilidade dos alimentos têm produzido resultados variáveis. Entre os fatores apontados por diversos

autores que têm trabalhado com os ionóforos na nutrição de ruminantes, estão o aporte de nutrientes das dietas (incluindo o nível de proteína verdadeira), as proporções de volumoso/concentrado e a duração dos experimentos (Santos, 2016; Oliveira et al. 2007; Rodrigues et al., 2001), avaliando os efeitos da monensina sobre a digestibilidade de componentes nutricionais em ovinos submetidos a diferentes dietas com dosagens diárias de 0 e 40 mg de monensina sódica por animal e três proporções de concentrados: 25%, 50% e 75%, foi observado que os efeitos da monensina sobre a digestibilidade dos nutrientes são relativamente pequenos e dependem do nível de fibra da dieta, sendo as melhores respostas observadas, principalmente, nas dietas, predominantemente concentradas ou volumosas (Rodrigues et al., 2001).

A variação quadrática para a digestibilidade de CNF, com ponto de mínimo na dosagem de 3,5 mg kg<sup>-1</sup>, pode ter sido consequência da menor ação microbiana sobre a parede celular e, assim, menor exposição do conteúdo celular ao ataque microbiano. Porém, diante dos valores obtidos, observa-se que o coeficiente de digestibilidade de CNF foi superior para o maior nível de EAA na dieta (9,2 mg kg<sup>-1</sup>), apresentando maior eficiência de utilização da energia da dieta proveniente de CNF.

A ação de bactérias amilolíticas foi favorecida pelas dosagens acima de 4,6 mg kg<sup>-1</sup> de EAA na dieta, considerando que a digestibilidade de CNF aumentou. Associando-se ao fato de que, a partir dessa dose, o EAA não proporcionou alteração na digestibilidade de FDN<sub>cp</sub>, pode-se inferir que pode ter ocorrido efeito seletivo sobre a microbiota ruminal, em que espécies de bactérias amilolíticas gram-negativas estabeleceram relações sintróficas com espécies de bactérias celulolíticas gram-negativas (p.ex. *Ruminobacter amylophilus* que fixa amônia e utilizam amido para produzir succinato e degradam proteína para produzir aminoácidos de cadeia ramificada, que serão degradados por *Megasphaera elsdenii* para produzir ácidos graxos de cadeia ramificada. *Fibrobacter succinogenes* que não apresenta relações sintróficas com metanogênicas e utilizam ácidos graxos de cadeia ramificada, celodextrinas e succinato) (Stewart et al., 1997; Santos et al., 2013; Pereira et al., 2016).

O ganho de peso corporal obtido pelos cordeiros alimentados com a dieta aditivada com EAA 9,2 mg kg<sup>-1</sup> foi superior em 16% à dieta sem aditivo e em 13% em relação à dieta com monensina, para um menor nível de confiança (94%) (Tabela 5). Esses resultados indicam que o ganho de peso pode ser maior com utilização de doses superiores a 9,2 mg kg<sup>-1</sup>, tendo em vista que os cordeiros não apresentaram redução do consumo e

nem sintomas de intoxicação. O peso corporal final dos cordeiros que foram alimentados com a dieta contendo  $9,2 \text{ mg kg}^{-1}$  alcançou o peso ideal para o abate aos 86 dias de confinamento, que foi superior à dieta sem aditivo e às demais dietas (Tabela 5). A taxa de ganho de peso corporal dos cordeiros nessa dieta foi de 202 g por dia, estando de acordo com o valor predito pelo NRC (2007) na formulação da ração.

A utilização de EAA na dose de  $9,2 \text{ mg kg}^{-1}$  foi a que proporcionou maior desempenho produtivo dos cordeiros. Quanto maior o ganho de peso diário, menor tempo de confinamento, e menor será o consumo de ração, o que reduz o custo com alimentação e eliminação de dejetos poluentes no ambiente. Aumentar a produtividade tem sido uma das principais preocupações dos criadores de animais do mundo inteiro. Essa busca tem seguido várias rotas, entre elas, aumentar a quantidade e qualidade do produto final, diminuir o tempo de abate e minimizar o impacto ambiental da produção. Um dos métodos utilizados para atingir esses objetivos é a utilização de aditivos alimentares que aumentam a eficiência de uso dos alimentos por parte dos animais. Ao comparar à dieta sem aditivos, observa-se que houve um acréscimo de 12%, considerando o nível de confiança de 93%, na eficiência alimentar, quando se utilizou o extrato nas dietas. Isso indica que EAA apresenta potencial como aditivo alternativo ao ionóforo monensina.



**Tabela 5.** Médias, erro padrão da média (EPM), valores de probabilidade (P) de contraste ortogonal e dos componentes linear (L) e quadrático (Q) de contraste polinomial para digestibilidade aparente de nutrientes e desempenho produtivo em cordeiros alimentados com dietas sem ou com monensina e níveis de extrato alcaloídico de algaroba (EAA)

Item	Monensina <sup>1</sup>	EAA (mg kg <sup>-1</sup> MS )				EPM	Pr>F	Valor – P		
	2,1	0	2,3	4,6	9,2			0 vs E <sup>2</sup>	L	Q
<b>Digestibilidade aparente (g 100 g<sup>-1</sup>)</b>										
Matéria seca	80,6	80,0	68,0*	74,6	76,3	1,70	0,11	0,022	0,710	0,081
Matéria orgânica	78,8	78,3	64,9*	71,5	73,7	1,86	0,08	0,020	0,609	0,070
Proteína bruta	72,6	71,6	53,9*	65,8	63,5	2,37	0,03	0,015	0,555	0,144
Extrato etéreo	88,8	88,3	79,9*	82,9	83,0	1,24	0,03	0,005	0,215	0,127
FDN <sub>cp</sub> <sup>3</sup>	79,2	78,5	66,2*	73,0	73,3	1,76	0,08	0,023	0,513	0,127
CNF <sup>4</sup>	86,1	88,4	78,3	78,4	87,2	1,49	0,09	0,032	0,761	0,007 <sup>a</sup>
NDT <sup>5</sup>	71,0	71,0	63,3	63,4	65,0	1,56	0,11	0,035	0,124	0,276
<b>Desempenho produtivo</b>										
PCF <sup>6</sup> (kg)	31,95	33,04	33,00	33,97	35,19	0,61	0,23	0,081	0,047 <sup>b</sup>	0,506
GMT <sup>7</sup> (kg)	15,01	14,63	16,22	16,65	17,34	5,02	0,26	0,098	0,056	0,603
GMD <sup>8</sup> (g)	174,61	170,11	188,66	193,60	201,64	5,02	0,26	0,098	0,056	0,603
EA <sup>9</sup> (g GMD kg <sup>-1</sup> MS)	176,64	163,79	188,00	180,48	185,72	5,07	0,42	0,069	0,169	0,309
CA <sup>10</sup> (kg CMS kg <sup>-1</sup> GMD)	5,69	6,23	5,51	5,69	5,43	0,15	0,47	0,089	0,130	0,379

Médias seguidas de asterisco diferem (P<0,05) da dieta com monensina pelo Teste de Dunnett; <sup>1</sup>mg kg<sup>-1</sup> MS; <sup>2</sup>Contraste: Sem aditivo vs Com EAA; <sup>3</sup>Fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteínas; <sup>4</sup>Carboidratos não fibrosos; <sup>5</sup>Nutrientes digestíveis totais; <sup>6</sup>Peso corporal final; <sup>7</sup>Ganho de peso total; <sup>8</sup>Ganho de peso médio diário; <sup>9</sup>Eficiência alimentar; <sup>10</sup>Conversão alimentar; <sup>a</sup>Y = 136,61\*\*\*\* - 33,5749 X\*\* + 4,74 X<sup>2</sup>\*\*.; Significativo: \*\*P<0,01; \*\*\*\* P<0,0001; <sup>b</sup>Regressão linear não significativa.

#### 4.2. Síntese de proteína microbiana, balanço de nitrogênio e excreção de ureia

Não houve diferença significativa entre as dietas para a excreção de ácido úrico, alantoína, xantina-hipoxantina e derivados de purina totais ( $\text{mmol d}^{-1}$ ) (Tabela 6), porém, é possível notar tendência de aumento ( $P < 0,07$ ) na excreção de alantoína e derivados de purina totais, em função dos níveis de EAA. Para purinas microbianas absorvidas ( $\text{mmol d}^{-1}$ ) e síntese microbiana ( $\text{g d}^{-1}$ ) de nitrogênio e de proteína bruta, também não se observou diferença ( $P > 0,05$ ). Porém, para eficiência da síntese proteína microbiana, o contraste revelou diferença significativa entre a dieta sem aditivo e as dietas aditivadas com EAA, observando-se maior eficiência de síntese microbiana para essa última.

A proteína microbiana é essencial para o metabolismo proteico dos ruminantes, sendo a maior parte dos aminoácidos absorvidos no intestino delgado proveniente da proteína microbiana (Pessoa et al., 2009). Porém, a síntese de proteína microbiana deve ser maximizada, a fim de que a suplementação com proteína verdadeira seja reduzida, favorecendo a redução dos custos, já que dentre os componentes nutritivos da dieta, a proteína é o nutriente que mais onera o custo de produção, e a economicidade da produção é altamente dependente da eficiência de sua utilização (Quintão et al., 2009). Portanto, faz-se necessária a sincronização entre a disponibilidade energética e de compostos nitrogenados no ambiente ruminal (Russell et al., 1992).

Os fatores como o consumo de matéria seca, relação volumoso e concentrado, fontes de energia, de compostos nitrogenados, cinética e ambiente ruminal e sincronização da degradação ruminal de energia, proteína e a presença de minerais e vitaminas, são os fatores que determinam a eficiência e produção de proteína microbiana (Karsli & Russell, 2000; Santos & Pedroso, 2011). As dietas com EAA foram eficientes na síntese de proteína microbiana, indicando que houve uma maior sincronização da utilização de energia e proteína das dietas com utilização de EAA, comparadas às dietas com monensina e sem aditivo. Isso é condizente com Caldas Neto et al. (2007), que relataram que o aumento na eficiência microbiana permite aumento na disponibilidade de proteína microbiana para ser absorvida no intestino, suprimindo, assim, as exigências de animais em crescimento. Essa maior eficiência das dietas com EAA refletiram em maior ganho de peso final corporal dos cordeiros alimentados com essas dietas.

**Tabela 6.** Médias, erro padrão da média (EPM) valores de probabilidade (P) de contraste ortogonal e dos componentes linear (L) e quadrático (Q) de contraste polinomial para excreção de derivados de purina, purinas microbianas absorvidas, síntese e eficiência microbiana em cordeiros alimentados com dietas sem ou com monensina e níveis de extrato alcaloídico de algaroba (EAA)

Item	Monensina <sup>1</sup>	EAA (mg/kg <sup>-1</sup> MS)				EPM	Pr>F	Valor – P		
	2,1	0	2,3	4,6	9,2			0 vs E <sup>2</sup>	L	Q
<b>Derivados de Purina (mmol d<sup>-1</sup>)</b>										
Ácido Úrico	0,72	0,74	0,71	0,83	0,90	0,06	0,82	0,592	0,289	0,711
Alantoína	9,38	6,30	7,23	8,33	8,85	0,52	0,23	0,101	0,053	0,854
X-H <sup>3</sup>	9,61	9,70	8,60	9,80	11,35	0,54	0,59	0,854	0,284	0,243
DPT <sup>4</sup>	19,72	16,76	16,54	18,98	21,11	0,94	0,41	0,259	0,065	0,540
<b>Purinas microbianas (mmol d<sup>-1</sup>)</b>										
Absorvidas	11,29	9,74	10,30	11,89	13,12	0,77	0,64	0,202	0,129	0,843
<b>Síntese Microbiana (g d<sup>-1</sup>)</b>										
Nitrogênio	8,21	7,08	7,49	8,64	9,54	0,56	0,61	0,199	0,115	0,857
Proteína bruta	51,32	44,29	46,82	54,01	59,65	3,50	0,61	0,198	0,115	0,841
<b>Eficiência Microbiana</b>										
g PM kg <sup>-1</sup> NDT <sup>5</sup>	67,54	54,82	70,73	73,65	79,67	4,99	0,35	0,041	0,103	0,653

Médias seguidas de asterisco diferem (P<0,05) da dieta com monensina pelo Teste de Dunnett; <sup>1</sup>mg kg<sup>-1</sup> MS; <sup>2</sup>Contraste: Sem aditivo vs Com EAA; <sup>3</sup>Xantina-Hipoxantina; <sup>4</sup>Derivados de purina totais; <sup>5</sup>Proteína bruta microbiana/Nutrientes digestíveis totais.

Não foram verificadas diferenças ( $P > 0,05$ ) de dietas contendo EAA em comparação com as dietas sem ou com monensina, para ingestão de nitrogênio, quantidade diária de nitrogênio digerido (ND) e para balanço de nitrogênio (BN) expresso  $\text{g d}^{-1}$  e como % ND (nitrogênio digerido) (Tabela 7). O ND proporcional ao que foi ingerido reduziu ( $P < 0,05$ ) para as dietas com EAA, quando comparadas com as dietas com ou sem monensina. Ajustou-se equação linear decrescente ( $P < 0,05$ ) em função dos níveis de adição de EAA, devido ao aumento linear ( $P < 0,05$ ) na excreção de nitrogênio fecal com o incremento desse aditivo nas dietas, em função da redução da digestibilidade de PB com o uso de EAA.

Em se tratando do ND como porcentagem do nitrogênio ingerido, houve diferença entre todas as dietas aditivadas com EAA, que apresentaram os menores valores, e a dieta contendo monensina se destacou com o maior percentual. Esses resultados estão relacionados à digestibilidade da proteína bruta, em que a dieta com monensina apresentou valores superiores ao compararmos com as dietas aditivadas com EAA.

O consumo de N não foi alterado, consistente com os níveis semelhantes de PB das dietas. O efeito de maior excreção de N fecal, para as dietas com EAA, ocasionou redução na proporção de N retido, relativo ao que foi ingerido. Esse fato pode estar associado ao efeito de redução da digestibilidade de PB dietética, mas com maior eficiência de utilização dos aminoácidos absorvidos através do intestino, já que o BN como proporção do N digerido não diferiu entre todas as dietas avaliadas (Tabela 7). Como as quantidades diárias de nitrogênio digeridas não diferiram com o uso de EAA nas dietas, pode-se inferir que pode ter havido maior fração de proteína microbiana para digestão no intestino proporcionada por essas dietas, pelo fato da retenção de nitrogênio não ter sofrido redução (Tabela 7).

De acordo com Detmann et al. (2014), o N retido em função do percentual ingerido é capaz de prever a eficiência de utilização do N no organismo do animal. Além disso, está mais fortemente associada ao suprimento de N do que ao conteúdo de energia da dieta e é ampliada pela melhoria nas condições do *status* de proteína no organismo animal. De acordo com esses mesmos autores, o *status* de proteína refere-se à disponibilidade quantitativa e qualitativa de compostos nitrogenados para todas as funções fisiológicas no metabolismo animal, incluindo funções associadas com o metabolismo de energia.

O conceito simplista que separa o suprimento de N, em relação ao de energia em dietas para ruminantes, não é adequado, uma vez que a eficiência de síntese de proteína microbiana no rúmen depende do suprimento de energia proveniente da dieta, sendo que a proteína microbiana sintetizada no rúmen é de alto valor biológico, por apresentar composição aminoacídica semelhante à da carne. Mesmo que o EAA reduza a digestibilidade de PB dietética, a sua utilização promoveu maior eficiência de síntese microbiana no rúmen. Assim, pode-se reduzir o fornecimento de proteína dietética, porque maior fração da proteína consumida é excretada nas fezes, devido à redução da degradação ruminal. Uma vantagem da utilização de dietas aditivadas com EAA seria de reduzir o fornecimento de proteína na dieta reduzindo os custos na alimentação animal.

Uma menor deposição de N na forma de tecidos ocorre quando existem baixas concentrações dietéticas de compostos nitrogenados, devido ao fato de maior porcentagem do nitrogênio ingerido ser direcionada para reciclagem e, como consequência, menor porcentagem do nitrogênio estará disponível para produção. O que ressalta a importância de se utilizar um aditivo que reduza a desaminação ruminal de proteína da dieta (Detmann et al., 2014).

As taxas de excreção de compostos nitrogenados na urina e nas fezes de ruminantes estão associadas à quantidade de ND (Van Soest, 1994). Diante dos resultados obtidos, o consumo de N entre as dietas não diferiu. Provavelmente, o que pode ter ocorrido no ambiente ruminal, com a dieta sem aditivos, foi a maior perda de energia devido a rotas metabólicas que produzem mais metano e desaminação de aminoácidos para manutenção da população de bactérias celulolíticas em atividade no rúmen.

A monensina sódica é responsável pela alteração nos produtos finais da fermentação, aumentando a proporção de propionato e reduzindo as proporções de acetato, butirato e produção de metano em até 30%. Assim, favorece o aumento da energia líquida das dietas, além da diminuição da produção de ácido lático e redução nas perdas de aminoácidos que seriam, potencialmente, fermentados no rúmen (Mcguffey et al., 2001). A menor degradação de proteína no rúmen aumenta a sua utilização intestinal. Um fato importante que ocorreu neste experimento, com o uso de EAA, foi a maior eficiência de síntese microbiana que manteve o suprimento de proteína para a retenção de nitrogênio corporal e a menor digestão de proteína da dieta resultou em maior excreção fecal de nitrogênio. Provavelmente, as populações de bactérias do rúmen, que foram selecionadas

com a utilização de EAA, degradaram menos a proteína da dieta, e foram mais eficientes na utilização de nitrogênio e energia no rúmen.

Esta pesquisa indica que o nível de adição que proporcionou a maior eficiência de ação sobre o desempenho de cordeiros foi o  $9,2 \text{ mg kg}^{-1}$  de EAA podendo, potencialmente, substituir a utilização do ionóforo monensina. Percebe-se que os níveis de 2,3 e  $4,6 \text{ mg/kg}^1$  foram níveis de inclusão considerados baixos, porém recomenda-se a utilização de maiores doses em pesquisas futuras.

Quanto ao aumento no consumo de nitrogênio, esse se associa ao aumento da produção de ureia no fígado, como resultado de sua excreção na urina, todavia a baixa ingestão de N induz uma redução da excreção de urina para a manutenção do *pool* de ureia no plasma, que está sob controle fisiológico homeostático (Van Soest, 1994). No entanto, Russell (1992) afirmou que acúmulo de  $\text{NH}_3$  ruminal determina ineficiência fermentativa no rúmen, bem como crescimento microbiano, ocasionando uma elevação absorptiva pela parede ruminal, com concomitante aumento da excreção de ureia urinária. Esse comportamento não ocorreu porque não houve diferenças na excreção de ureia na urina, proporcionada pelas dietas e, além disso, o EAA provocou aumento na eficiência de síntese de proteína microbiana no rúmen (Tabelas 6 e 7).

Recomenda-se adoção de estratégias que visem investigar dietas com menores concentrações de proteína bruta, associadas ao uso de dietas com doses superiores a  $9,2 \text{ mg kg}^{-1}$  de EAA, visando um maior impacto na manipulação da microbiota ruminal, sem causar perda de qualidade da carne e danos à saúde animal. O desafio é promover alterações na fermentação ruminal para a melhoria da utilização de proteína e energia dos alimentos, refletindo maior eficiência de síntese microbiana no rúmen e maiores ganhos de peso corporal para minimizar os custos nos sistemas de produção animal.

Diante de pesquisas com ionóforos e extrato alcaloídico de algaroba (Silva, 2013; Santos et al., 2013; Pereira et al., 2016; Santos, 2016), pode-se inferir que, mediante as propriedades químicas, os alcaloides piperidínicos são moléculas anfóteras e possuem função semelhante a dos ionóforos, com ação seletiva no ambiente ruminal, porém apresentam maior eficiência microbiana, em comparação com a monensina na dose utilizada. Esse fato foi comprovado neste estudo, uma vez que os maiores ganhos de peso corporal final foram alcançados pelos cordeiros alimentados com as dietas aditivadas com EAA, isso é resultado dos efeitos positivos dessas dietas sobre eficiência de síntese de proteína microbiana no rúmen.

**Tabela 7.** Médias, erro padrão da média (EPM) e valores de probabilidade (P) de contraste ortogonal e dos componentes linear (L) e quadrático (Q) de contraste polinomial para balanço de nitrogênio e excreção de ureia em cordeiros alimentados com dietas sem ou com monensina e níveis de extrato alcaloídico de algaroba (EAA)

Item	Monensina <sup>1</sup>	Nível de EAA (mg kg <sup>-1</sup> MS )				EPM	Pr>F	Valor – P		
		0	2,3	4,6	9,2			0 vs E <sup>2</sup>	L	Q
<b>Consumo nitrogênio</b>										
g d <sup>-1</sup>	19,4	18,7	18,4	21,0	19,5	0,35	0,14	0,279	0,088	0,434
g kg <sup>-1</sup> PC	79,9	72,8	71,8	79,5	71,4	1,90	0,29	0,775	0,771	0,335
g kg <sup>-1</sup> PC <sup>0,75</sup>	176,7	163,5	160,1	180,2	163,1	3,84	0,29	0,623	0,526	0,335
<b>Nitrogênio (g d<sup>-1</sup>)</b>										
Fecal	3,5	3,4	5,5*	5,2*	5,2*	0,22	<0,0001	<0,0001	0,010 <sup>a</sup>	0,038 <sup>b</sup>
Urina	1,3	1,1	1,1	1,1	1,2	0,04	0,28	0,8724	0,714	0,798
<b>Ureia na urina</b>										
g d <sup>-1</sup>	11,17	9,01	9,75	10,10	12,33	1,0	0,91	0,3823	0,3579	0,7535
mg kg <sup>-1</sup> PC	471,74	348,63	376,16	369,77	452,21	41,2	0,89	0,4887	0,4680	0,7515
<b>Nitrogênio digerido</b>										
g d <sup>-1</sup>	16,1	15,2	13,2*	15,8	14,3	0,37	0,09	0,374	0,879	0,806
% N ingerido	81,9	81,3	70,3*	74,7*	73,6*	1,12	0,0002	<0,0001	0,036 <sup>c</sup>	0,044 <sup>d</sup>
<b>Nitrogênio retido</b>										
g d <sup>-1</sup>	14,7	14,1	12,1	14,7	13,1	0,37	0,13	0,344	0,880	0,806
% N ingerido	74,5	75,4	64,4*	69,2	67,5*	1,18	0,002	0,0002	0,033 <sup>e</sup>	0,075
% N digerido	90,9	92,7	91,0	92,2	91,8	0,40	0,55	0,293	0,660	0,519

Médias seguidas de asterisco diferem (P<0,05) da dieta com monensina pelo Teste de Dunnett; <sup>1</sup>mg kg<sup>-1</sup> MS; <sup>2</sup>Contraste: Sem aditivo vs Com EAA; <sup>a</sup>Y = 2,6116 \*\*\*\* + 0,5421 X \*\*\*\*; <sup>b,d</sup>Regressão não significativa; <sup>c</sup>Y = 84,9439 \*- 1,5918 X \*\*; <sup>e</sup>Y = 77,9467 \*- 2,1186 X \*; Significativo: \*P<0,05; \*\*P<0,01; \*\*\*P<0,001; \*\*\*\*P<0,0001

É crescente a busca e investimento em pesquisas para aumentar a eficiência na utilização de alimentos (milho, soja, sorgo, girassol, etc) que, muitas vezes, não conseguem suprir as demandas de sistemas produtivos de animais. Por isso, o uso de aditivos ganha importância dentro da cadeia produtiva das carnes, como parte fundamental da busca incessante de tornar a produção primária mais eficiente e os alimentos mais acessíveis à população.



## V. CONCLUSÕES

A adição do extrato alcaloídico de algaroba (EAA) na dose de  $9,2 \text{ mg kg}^{-1}$  de matéria seca (MS) da dieta promove maior peso corporal final em cordeiros durante o confinamento, devido ao aumento na eficiência de síntese microbiana, reduzindo o tempo para o abate.

Recomenda-se a utilização de EAA na dose de  $9,2 \text{ mg kg}^{-1}$  MS da dieta, porém mais estudos devem ser conduzidos para determinar a dose máxima que proporcione maior ganho diário de peso corporal.

O fornecimento de proteína bruta em dietas com EAA pode ser reduzido para evitar a perda de nitrogênio fecal, sem prejuízo na retenção corporal de nitrogênio.

## VI. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALLEN, M. S., BRADFORD, B. J., & Harvatine, K. J. (2005). The cow as a model to study food intake regulation. **Annual Review of Nutrition**, 25, 523-547.

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

CALDAS NETO, S. P.; ZEOULA, L. M.; KAZAMA, R., PRADO, I. N.; GERON, L. J. V.; OLIVEIRA, F. C. L. de; PRADO, O. P. P. do. Proteína degradável no rúmen associada a fontes de amido de alta ou baixa degradabilidade: digestibilidade *in vitro* e desempenho de novilhos em crescimento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.2, p.452-460, 2007.

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, 1992. 21p (Occasional publication).

CRUZ, B. C. C.; SANTOS-CRUZ, C. L.; PIRES, A. J. V.; ROCHA, J. B.; SANTOS, S.; BASTOS, M. P. V. Desempenho, consumo e digestibilidade de cordeiros em confinamento recebendo silagens de capim elefante com diferentes proporções de casca desidratada de maracujá. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 32, n. 4, p. 1595-1604, 2011.

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

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

KARSLI, M. A; RUSSELL, J. R. 2000. Effects of some dietary factors on ruminal microbial protein synthesis. Turk. **Journal Veterinary Animal Science**.681-686.

INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL (INPI), PEREIRA, M. L. A.; BATISTA, R. **Aditivo à base de extrato vegetal em rações, utilizado como modificador da fermentação ruminal para melhoria do desempenho animal e mitigação da emissão de gases entéricos de efeito estufa**. BR 10 2012 030155-5, 27 jul 2013, 30 dez 2014.

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

McGUEFEY, R. K.; RICHARDSON, L. F.; WILKINSON, J. I. D. Ionophores for dairy cattle: Currents status and future outlook. **Journal Animal Science**. v. 84, p. 194-203, 2001.

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

MORENO, G. M. B.; SILVA SOBRINHO, A. G.; LEÃO, A. G.; OLIVEIRA, R. V.; YOKOO, M. J. I.; SOUSA JÚNIOR, S. C.; PEREZ, H. L. Características morfológicas "in vivo" e da carcaça de cordeiros terminados em confinamento e suas correlações. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal.**, v.11, n.3, p.888-902, 2010.

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, M. V. M.; LANA, R. P.; EIFERT, E. C.; LUZ, D. F.; PEREIRA, J. C.; PEREZ, J. R. O.; VARGAS JUNIOR, F. M. Influência da monensina sódica no consumo e na digestibilidade de dietas com diferentes teores de proteína para ovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia.**, v. 36, n. 3, p. 643-651, 2007.

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

OTT-LONGONI, R.; VISWANATHAN, N.; HESSE, M. The structure of the alk aloid juliprosopine from *Prosopis juliflora* A. DC. Helv. **Chem. Acta**, 1980.

PANCOTI, C. G.; BORGES, A. L. C. C.; LOPES, F. C. F.; SILVA, R. R.; CAMPOS, M. M.; et al. Valor nutritivo da cana-de-açúcar adicionada com óxido de cálcio para novilhas Holandês x Zebu. **Arquivos Brasileiros de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.63, n.4, p.905-913, 2011.

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

PEREIRA, K. P. P.; VÉRAS, A. S. C.; FERREIRA, M. A.; BATISTA, A.M.V.; MARQUES, K.A.; FOTIUS, A.C.A. Balanço de nitrogênio e perdas endógenas em bovinos e bubalinos alimentados com níveis crescentes de concentrado. **Acta Scientiarum Animal Sciences**, v.29, n.4, p.433-440, 2007.

PESSOA, R. A. S.; LEÃO, M. I.; FERREIRA, M. A.; VALADARES FILHO, S. C.; VALADARES, R. F. D.; QUEIROZ, A. C. Balanço de compostos nitrogenados e produção de proteína microbiana em novilhas leiteiras alimentadas com palma forrageira, bagaço de cana-de açúcar e uréia associados a diferentes suplementos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, p. 362-370, 2009.

QUINTÃO, F. A.; PÉREZ, J. R. O.; SALVADOR, F. M.; SIQUEIRA, G. B.; GERASEEV; L. C. Desempenho de borregas Santa Inês alimentadas com duas fontes de nitrogênio não proteico em dietas formuladas estimulando a síntese de proteína microbiana ruminal. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 33, n. 1, p. 279-284, 2009.

RIBEIRO, L. S. O. **Farinha de pupunha na alimentação de caprinos confinados**. 2014, 125p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Itapetinga, 2014.

RODRIGUES, P. H. M.; MATTOS, W. R. S.; MELOTTI, L; RODRIGUES, R.R. Monensina e digestibilidade aparente em ovinos alimentados com proporções de volumoso e concentrado. **Scientia Agrícola**, v.58, n.3, p.449-455, 2001.

RUSSELL, J. B. **Rumen microbiology and its role in ruminant nutrition**, Ithaca, NY: James B. Russell, 119p, 2002.

RUSSEL, J. B.; O'CONNOR, J.D.; FOX, D.G.; VAN SOEST, P.J.; SNIFFEN, C.J. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: I. Ruminal fermentation. **Journal of Animal Science**, v.70, v.11, p.3551-3561, 1992.

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

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

SANTOS, A. P.; PEDROSO, A. M. **Metabolismo de proteínas**. In: BERCHIELLI, T.T.; PIRES, A.V.; OLIVEIRA, S.G. (Eds.). NUTRIÇÃO DE RUMINANTES, Jaboticabal – SP: FUNEP. 2. ed. p. 265-292, 2011.

SAS INSTITUTE. **Statistical Analysis System**. User's guide. Cary: SAS Institute, 2006.

SILVA, C. F. P. G. da. **Silagem de sorgo com alto e baixo tanino e farelo de algaroba na alimentação de vacas leiteiras**. 2013. 94f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Itapetinga-Ba: Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB), 2013.

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.

STEWART, C. S.; FLINT, H. J.; BRYANT, M. P. The rumen bacteria. In: HOBSON, P.N. & STEWART, C. S. (eds.) **The rumen microbial ecosystem**. 2. ed. London: Blackie Academic & Professional, 1997. 719 p.

VAN SOEST, P. J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2.ed. Ithaca: Cornell University Press, 1994. 476p.

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