

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL E PASTAGENS

UTILIZAÇÃO EM DIFERENTES NÍVEIS DO EXTRATO DA VAGEM DA  
ALGAROBEIRA COMO ADITIVO FITOGÊNICO PARA OVINOS

Autor: Renato Tonhá Alves Júnior  
Orientador: Prof. Dr. Airon Aparecido Silva de Melo

GARANHUNS  
Estado de Pernambuco  
Julho-2015  
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL E PASTAGENS

# UTILIZAÇÃO EM DIFERENTES NÍVEIS DO EXTRATO DA VAGEM DA ALGAROBEIRA COMO ADITIVO FITOGÊNICO PARA OVINOS

Dissertação apresentada, como parte das exigências para obtenção do título de MESTRE EM CIÊNCIA ANIMAL E PASTAGENS, no Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal e Pastagens da Universidade Federal Rural de Pernambuco - Área de Concentração: Produção de Ruminantes

GARANHUNS  
Estado de Pernambuco  
Julho-2015

Ficha catalográfica  
Setor de Processos Técnicos da Biblioteca Setorial UFRPE/UAG

A474u Alves Júnior, Renato Tonhá

Utilização em diferentes níveis do extrato da vagem  
da algarobeira como aditivo fitogênico para ovinos/  
RenatoTonhá Alves Júnior. - Garanhuns, 2015.

63fs.

CDD: 633.2

1. Alimentos alternativos
  2. Algarobeira
  3. Ruminantes - Rações
  4. Aditivo fitogênico
  5. Digestibilidade - Fermentação
- I. Melo, Airon Aparecido Silva de
  - II. Título

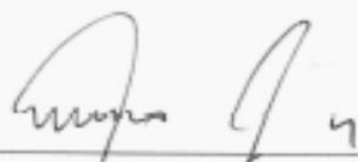
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL E PASTAGENS

UTILIZAÇÃO EM DIFERENTES NÍVEIS DO EXTRATO DA  
VAGEM DA ALGAROBEIRA COMO ADITIVO  
FITOGÊNICO PARA ÓVINOS

Autor: Renato Tonhá Alves Júnior  
Orientador: Prof. Dr. Airon Aparecido Silva de Melo

TITULAÇÃO: Mestre em Ciência Animal e Pastagens  
Área de concentração: Produção Animal

APROVADO em 30 de Setembro de 2015.



Prof. Dr. Severino Gonzaga Neto  
PPGZ/UFPB



Prof. Dr. Dulciene Karla de  
Andrade Silva PPGCAP/UFRPE



Prof. Dr. Airon Aparecido Silva de  
Melo PPGCAP/UFRPE  
(Orientador)

“Caíam mil homens a tua esquerda e dez mil a tua direita, tu não serás atingido”.

Salmos 90:7

Ao

Meu pai e minha mãe, pelo carinho e amor dedicados a min.

Aos

Meus irmãos, pelo carinho, e estímulo ao longo da minha jornada.

À

Todos os meus familiares e amigos pelo carinho e apoio ao longo desta caminhada.

**DEDICO**

## AGRADECIMENTOS

Concluir esse trabalho é mais uma conquista na minha vida, e está sendo mais um degrau a subir.... Por isso sou muito agradecido

Primeiramente a Deus, pois sem ele eu não teria essa chance de evoluir na minha carreira profissional e na minha vida como um todo.

Aos meus pais RENATO e CÉLIA pela geração da vida, pelos conselhos e pelo amor verdadeiro que eles têm por mim.

Aos meus irmãos JOÃO PEDRO, LEANDRO E RESSANDRO pela segurança que eles me propõem.

A DANDRA que durante todo o tempo foi amiga, ouvinte, companheira e que sempre acreditou no meu potencial.

A Lucinha e André por me acolherem como filho nesta cidade e sempre me ajudarem.

Ao meu estimado orientador Professor Dr. Airon Aparecido Silva de Melo pelo qual sinto profunda admiração e respeito. Agradeço por sua dedicação, conselhos, paciência, incentivo e compreensão.

Ao meu co-orientador Dr. Evaristo Jorge Oliveira de Souza, que hoje considero como um amigo e pelo qual sinto muito respeito e admiração. Muito obrigado pela paciência, dedicação, conselhos, broncas quando necessário, incentivo e compreensão. Obrigado por confiar em mim!

A professora Dr. Dulciene Karla de Andrade Silva pela orientação nas atividades do mestrado, apoio nos trabalhos da Pós de um modo geral, momentos de descontração e por me ajudar a me estabelecer aqui em Garanhuns.

A Universidade Federal Rural de Pernambuco - Unidade Acadêmica de Garanhuns, pela oportunidade concedida para a realização deste curso;

Ao Programa de Pós-Graduação de Ciência Animal e Pastagens e todos que fazem parte da sua administração.

Aos alunos da graduação de zootecnia da Unidade Acadêmica de Serra Talhada. Dentre eles: Camila, Felipe, Ewerton, Alisson, Samira, Edwilka, Clarice, Fred, Ítalo, Isabela, Danilo e Daniel por me ajudarem com tanto empenho na execução do experimento deste curso e pela amizade e companheirismo. Sem vocês esse trabalho não existiria!

A todos os amigos, principalmente Jailson, Eldania, Maria Isabel, Glaucia, Marco, Rayanne, Claudio, Anderson, Leandro, Ana Lucia, Maria Roseclea, Jadilson, Salmo, Danilo Pequeno, Isabela, Cicero e Bismarcks por todos os momentos que passei aqui em Garanhuns. Levarei todos vocês no coração.

Ao CNPq e a CAPS pelo incentivo durante o período do mestrado.

A todos os Professores que participaram da minha formação profissional e pessoal durante esses dois anos de curso.

Enfim, agradeço a todos que de forma direta ou indireta contribuíram para a realização desse trabalho.



## **BIOGRAFIA**

Renato Tonhá Alves Júnior, filho de Renato Tonhá Alves e Celia Maria dos Santos Tonhá Alves, nasceu no município de Pontes e Lacerda, Mato Grosso, no dia 23 de agosto no ano de 1989.

Em março de 2007 ingressou no curso de Bacharelado em Zootecnia na Universidade Estadual do Estado de Mato Grosso (UNEMAT) – Campos universitário de Pontes e Lacerda, onde em agosto de 2011, obteve o título de bacharel em Zootecnia. No ano de 2013 ingressou no mestrado em Ciência Animal e Pastagens, com área de concentração em Nutrição e Avaliação de alimentos para ruminantes, na Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE) – Unidade Acadêmica de Garanhuns. No dia 27 de Julho de 2015, submeteu-se a banca para a qualificação, no dia 30 de Setembro, submeteu-se a banca para a defesa, para posterior obter o título de Mestre em Ciência Animal e Pastagens.

## ÍNDICE

	Página
LISTA DE TABELAS .....	12
RESUMO.....	13
ABSTRACT.....	14
1 INTRODUÇÃO .....	15
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....	16
2.1 Ovinocultura no Semiárido .....	16
2.2 Algaroba.....	17
2.3.1 Composição química.....	18
2.4 Compostos secundários.....	19
2.4.1 Alcalóides .....	20
2.6 Taninos.....	21
2.7 Aditivo fitogênico em substituição ao ionóforo para ruminantes.....	22
REFERÊNCIAS .....	25
RESUMO.....	29
ABSTRACT.....	31
1. <i>Introdução</i> .....	33

2. <i>Material e métodos</i> .....	34
2.1 <i>Local do experimento, animais e alimentação</i> .....	34
2.2 <i>Tratamentos experimentais</i> .....	36
2.3 <i>Determinação do consumo e digestibilidade dos nutrientes</i> .....	36
2.4 <i>Determinação dos parâmetros ruminais</i> .....	37
2.5 <i>Estimativa de síntese de proteína microbiana</i> .....	38
2.6 <i>Determinação de extração de taninos condensados</i> .....	40
2.7 <i>Análises estatísticas</i> .....	40
3. <i>Resultados</i> .....	41
3.1 <i>Consumo de nutrientes, digestibilidade e comportamento animal</i> .....	41
3.3 <i>Balanço de nitrogênio e síntese de proteína microbiana</i> .....	42
3.5 <i>Parâmetros ruminais</i> .....	42
3. <i>Discussão</i> .....	44
4.1 <i>Consumo de nutrientes, digestibilidade e comportamento animal</i> .....	44
4.3 <i>Balanço de nitrogênio e -proteína microbiana</i> .....	46
4.5 <i>Parâmetros ruminais</i> .....	47
5. <i>Conclusão</i> .....	49
<i>Agradecimentos</i> .....	49
<i>Referências</i> .....	50
<i>ANEXOS</i> .....	52

## LISTA DE TABELAS

	Página
<b>Tabela 1.</b> Composição química da vagem de algaroba em diferentes formas de processamento.....	18
<b>Tabela 2.</b> Proporção dos ingredientes na ração.....	35
<b>Tabela 3.</b> Consumo de nutrientes (kg/dia), digestibilidade (g/kg), e comportamento animal de ovinos recebendo aditivo fitogênico. ....	41
<b>Tabela 4.</b> Síntese de proteína microbiana em ovinos submetidos à ingestão de aditivo fitogênico .....	42
<b>Tabela 5.</b> Parâmetros ruminais de ovinos recebendo aditivo fitogênico. ....	43

## RESUMO

ALVES JÚNIOR, Renato Tonhá. **Utilização do extrato da vagem da algarobeira como aditivo fitogênico em diferentes níveis na produção de ovinos em confinamento.** 2015. 20p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagem) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Unidade Acadêmica de Garanhuns, PE<sup>1</sup>

Os ionóforos são antibióticos promotores de crescimento e são comumente usados na alimentação de ruminantes. Estes antibióticos pertencem ao grupo de aditivos que exercem melhoria no desempenho animal controlando as populações ruminais. Com o intuito de melhorar a eficiência fermentativa, o ionóforo atua inibindo as bactérias que apresentam processos fermentativos ineficientes ou prejudiciais ao desempenho animal. Entretanto, mesmo representando uma inovação na performance do crescimento animal e na mitigação do metano resultante da fermentação ruminal. Os promotores de crescimento são onerosos e condenados por grupos consumidores e instituições que proíbem sua utilização, com o objetivo de prevenir uma provável toxicidade no produto final. Como forma de substituir a utilização dos aditivos sintéticos, pesquisas recentes com compostos secundários presentes em produtos vegetais naturais vêm sendo feitas para mitigar o metano, assim minimizando os custos com a produção animal isenta da produção de metano pela fermentação ruminal e de possíveis toxicidades nos produtos finais. A *P. juliflora* pode ser utilizada como um aditivo natural, pois apresenta efeitos inibitórios contra algumas bactérias gram-positivas e até mesmo duas espécies de *Candida* sp. Além disso, a *P. juliflora* também pode apresentar efetividade na manipulação da fermentação ruminal. Desta forma torna-se necessário estudos para melhor utilização deste alimento no controle da digestão e fermentação ruminal.

---

<sup>1</sup>Comitê Orientador: Prof. Dr. Airon Aparecido Silva de Melo – UAG/UFRPE (orientador); Prof. Dr. Evaristo Jorge Oliveira de Souza – UAST/UFRPE (co-orientador) e Prof. Dr. Prof. Dr. André Luiz Rodrigues Magalhães UAG/UFRPE (co-orientador).

## ABSTRACT

ALVES JÚNIOR, Renato Tonhá. **Utilização do extrato da vagem da algarobeira como aditivo fitogênico em diferentes níveis na produção de ovinos em confinamento.** 2015. 20p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagem) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Unidade Acadêmica de Garanhuns, PE<sup>1</sup>

Ionophores are antibiotic growth promoters and are commonly used in ruminant feed. These antibiotics belong to the group of additives that exercise improved animal performance controlling ruminal populations. In order to improve the fermentation efficiency, the ionophore operates in bacteria that have inefficient fermentation processes or harmful to animal performance. However, even representing a breakthrough in animal growth performance and mitigate the resulting methane ruminal fermentation, growth promoters are costly and condemned by consumer groups and institutions that prohibit the use of such products in order to prevent future toxicities in product end. In order to replace the use of synthetic additives, recent research with secondary compounds present in natural plant products are being made to mitigate methane, thus minimizing the cost of animal production free of methane production by rumen fermentation and possible toxicities in products finals. *P. juliflora* can be used as a natural additive since it presents inhibitory effects against some Gram-positive bacteria and even two species of *Candida* sp. Furthermore, *P. juliflora* may also have effectiveness in the manipulation of rumen fermentation. Thus it is necessary to further study the use of the feed control rumen digestion and fermentation.

---

<sup>1</sup>Comitê Orientador: Prof. Dr. Airon Aparecido Silva de Melo – UAG/UFRPE (orientador); Prof. Dr. Evaristo Jorge Oliveira de Souza – UAST/UFRPE (co-orientador) e Prof. Dr. Prof. Dr. André Luiz Rodrigues Magalhães UAG/UFRPE (co-orientador).

## 1 INTRODUÇÃO

Na distribuição de produção ovina nacional, a região Nordeste possui destaque por possuir 55% do rebanho ovino nacional em 2013. Embora a região possua maior tradição no consumo da carne caprina, a carne ovina acaba sendo mais comercializada devido ao ovino possuir um maior rendimento de carcaça. Mesmo com um número considerável de animais, a produção ainda é baixa não atendendo a demanda nacional, e devido a isso o Brasil se submete a importação desta carne. Sendo assim, a ovinocultura nacional apresenta um futuro promissor para seu desenvolvimento.

Devido aos períodos de sazonalidade das chuvas, os índices pluviométricos caem e a qualidade da pastagem diminui drasticamente, resultando na escassez de alimento para a produção animal. Prevendo isso, foram elaboradas estratégias para não faltar alimento para a produção animal e não haver queda nos índices de produção. Desta forma, a utilização de suplementos alimentares e aditivos para a alimentação animal favorecem um melhor aproveitamento da pastagem e a manutenção do ganho de peso diário do animal.

Os ionóforos são antibióticos promotores de crescimento para os animais ruminantes. Estes antibióticos atuam na microbiota ruminal controlando as populações, eliminando os organismos patogênicos e de fermentação ineficiente. Dentre estes estão algumas espécies de fungos, protozoários e bactérias gram-positivas. Conseqüentemente, os ionóforos previnem o surgimento de alguns distúrbios metabólicos nutricionais como acidoses, inchaços e coccidiose.

Porém, a utilização destes produtos se torna inviável em muitos casos devido ao alto custo do produto. Outro ponto negativo a sua proibição em alguns países devido a ocorrência de resíduos no produto final (carne, leite).

Pesquisas vem sendo realizadas com metabólitos secundários de plantas na intensão de utilizá-los como fármacos na produção animal. A *Prosopis juliflora* é uma leguminosa arbórea que já habita o Brasil a algumas décadas e se propaga com facilidade em regiões de clima árido e semiárido. Esta planta possui diversos compostos bioativos que podem ser utilizados com o intuito de manipular a fermentação ruminal e substituir os aditivos sintéticos por aditivos fitogênicos.

Com isso, seria muito mais viável a utilização de aditivos fitogênicos na alimentação de ruminantes na busca de um melhor aproveitamento da dieta.

## **2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1 Ovinocultura no Semiárido**

A região Nordeste apresenta boa parte de seu território, 74% mais especificamente, composto por semiárido o qual é caracterizado pela irregularidade pluviométrica, altas temperaturas e secas periódicas (CORREIA et al., 2011). Deste total, aproximadamente 55% é recoberto por áreas de caatinga, que apresentam grande quantidade de plantas nativas de alto valor nutritivo, sendo capazes de suprir as exigências nutricionais dos animais ali presentes. No entanto, com as secas prolongadas a vegetação torna-se escassa, o que resulta na queda na produção animal e no lucro para o produtor (BATISTA & SOUZA, 2015).

A ovinocultura é grandemente difundida na região Nordeste e se mantém em sua maioria de forma extensiva. A produção apresenta como principal foco a produção de carne, porém devido ao manejo muitas vezes inadequado, a falta de informação e as condições de produção não favorecem a quantidade e qualidade do produto final. A caatinga apresenta-se como forma econômica para a alimentação animal, mas a vegetação



não apresenta quantidade e qualidade ideal o ano todo, visto que a imprevisibilidade das chuvas compromete a produção e qualidade da vegetação. Sendo assim, torna-se necessário manejos específicos com a alimentação para se manter o contínuo ganho de peso dos animais, e para isso, confinamento, conservação de forragem ou suplementação servem de ferramentas para o produtor (TELES et al., 2014).

## 2.2 Algaroba

Introduzida no Brasil a mais de 50 anos, a *Prosopis juliflora* (Sw.) D.C., comumente conhecida como algarobeira pertence à família das Fabaceas e é bastante difundida na região Nordeste, sendo considerada como planta invasora do bioma Caatinga atualmente. Foi introduzida para cultivos de forragem e madeira no Brasil, Sudão, Sahel Africano, África do Sul e Índia. Entretanto, ocorreu naturalmente no México, América Central e norte da América do Sul (Peru, Equador, Colômbia e Venezuela) (MOREIRA, 2014).

A *Prosopis juliflora* pode chegar até 18 metros de altura e apresentar raiz pivotante ou axial capaz de alcançar grandes profundidades em busca de água e nutrientes. Esta planta é caracterizada pelo caule retorcido, espinhoso e de ritidoma (casca) grossa e coloração pardo-avermelhado. Já as folhas são compostas bipinadas, as inflorescências em espigas axilares, hermafroditas, de coloração branca-esverdeada, e medem aproximadamente 14 cm de comprimento (NASCIMENTO, 2008).

As vagens são secas, indeiscentes e tem forma, peso e tamanho variados. Apresentam o exocarpo delgado, mesocarpo carnoso, endocarpo fibroso e sementes duras. A polpa (40%) é constituída de sacarose e o endocarpo, 41% de celulose. As vagens, quando maduras, são amarelas e caem ao solo. Estas apresentam cerca de 90% de matéria seca. Cada fruto possui em torno de 20 sementes. Estas sementes possuem

acentuada dureza e são protegidas por um invólucro fibroso, achatadas, ovaladas, lustrosas e marrom-claras (OLIVEIRA et al., 1999).

### 2.3.1 Composição química

Além da alta produção de vagens com alta palatabilidade e digestibilidade, a vagem da algaroba também possui em sua composição química 25-28% de mono e oligossacarídeos, 11-17% de amido, 7-11% de proteínas e 14-20% de ácidos orgânicos e pectinas (SILVA et al., 2001).

Chaturverdi e Sahoo (2013) também obtiveram alguns valores diferentes em relação a composição química da vagem da algaroba. Dentre estes, os resultados foram 7,8% de matéria mineral, 92,2% de matéria orgânica, 18,3% de proteína bruta, 39,1% de fibra em detergente neutro, 27,6% de fibra em detergente ácido, 6,16% de lignina em detergente ácido, 11,5% de hemicelulose e 21,5% de celulose.

De acordo com Valadares Filho (2015), a vagem de algaroba apresenta valores próximos como 95,78% de matéria orgânica, 87,53% de matéria seca, 9,61% de proteína bruta, 1,63% de estrato etéreo, 3,8% de matéria mineral, 84,96% de carboidratos totais.

**Tabela 1.** Composição química da vagem de algaroba em diferentes formas de processamento.

Autores	Forma	MS	PB	FDN	CHOT	MM	TN
Silva et al. (2007)	Vagem farinha	94,2	9,0	7,2	56,5	-	-
Mahgoub et al. (2005)	Vagem in natura	93,0	12	40,2	-	-	-
Valadares Filho (2015)	Vagem in natura	87,53	9,61	28,36	85,44	4,20	4,0
Gomes (1987)	Vagem in natura	82,95	12,93	-	-	3,75	-
Stein (2005)	Farelo da vagem	87,09	8,34	25,26	-	-	-
Rêgo et al. (2011)	Farelo da vagem	89,60	11,30	29,89	81,33	4,55	-
Paula (2012)	Farelo da vagem	84,20	10,80	37,80	81,80	4,0	-

MS – matéria seca, PB – proteína bruta, FDN – fibra em detergente neutro, CHOT – carboidratos totais, MM – matéria mineral, TN – taninos.

A composição química e o valor energético da vagem da algaroba podem ser alterados de acordo com as variações do meio externo, como clima e fertilidade do solo,

e diferentes tipos de processamento. Todavia, a vagem de algaroba sempre apresenta altos valores de carboidratos e baixos valores de proteína.

Além destes nutrientes, a algaroba pode produzir metabólitos secundários. Estes compostos podem ser classificados também como toxinas ou fatores antinutricionais. Compostos como polifenóis, alcalóides, flavonoides, taninos, terpenóides, lectinas e aminoácidos não-proteicos que podem limitar o consumo animal (TABOSA et al., 2000; ANDRADE-MONTEMAYOR et al., 2011; PEREIRA et al., 2013.)

#### **2.4 Compostos secundários**

De acordo com Dixon (2001), as plantas são capazes de produzir uma grande variedade de compostos químicos, que podem ser divididos em metabólitos primários e secundários. A manutenção fundamental de sobrevivência e desenvolvimento da planta é realizada por uma série de processos, os quais são denominados de metabolismo primário, já o metabolismo secundário se refere a outro importante processo relacionado diretamente com a função de competição e sobrevivência da planta no ambiente.

Uma grande característica do metabolismo secundário é possuir grande diversidade química, a qual varia de acordo com o organismo, além de interagir com outros organismos do ambiente. Por muito tempo os metabólitos secundários não eram considerados importantes devido acreditar-se que estes não tinham importância aparente para a planta, porém, o quadro vem mudando a hipótese de que os metabólitos secundários estejam envolvidos nas relações da planta com o ecossistema, agindo na defesa contra doenças ou na atração de polinizadores vem sendo fortemente cogitada (VERPOORTE, 2000).

Segundo Silva (2011), os metabólitos secundários possuem um papel importante no sistema de defesa da planta, por exemplo contra a herbivoria, ataque de patógenos,

competição entre plantas e também atração de organismos benéficos como polinizadores, dispersores de semente e microrganismos simbiotes. Em casos de estresses abióticos, os metabólitos secundários possuem ação protetora, como em situações associadas a reserva de água, níveis de luz, exposição à ultravioleta, mudanças de temperatura e deficiência de nutrientes minerais.

Com a evolução da área terapêutica, diversas substâncias de origem vegetal estão conquistando uma posição de destaque. Aproximadamente 25% dos fármacos usados nos países desenvolvidos contém um ou mais ingredientes extraídos de plantas (Hamburger et al. 1991).

Existem três vias biossintéticas principais do metabolismo secundário, segundo Taiz & Zeiger (2004) que são a do ácido chiquímico (precursor de compostos aromáticos), o acetato (precursor de ácidos graxos, polifenóis, isoprenos, prostaglandinas) e os aminoácidos (precursores de alcalóides).

#### 2.4.1 Alcalóides

Os alcalóides são definidos como bases nitrogenadas orgânicas que são encontradas na maioria das vezes em plantas, porém existem em menor extensão nos microrganismos e animais. São substâncias alcalinas com a sua fórmula basicamente constituída de nitrogênio, oxigênio, hidrogênio e carbono. O que confere basicidade aos alcalóides é a presença de um ou mais átomos de nitrogênio no grupo amina, mais comumente como primários, secundários ou terciários. Desta forma, facilita a realização do isolamento e a purificação dos alcaloides, já que os sais solúveis em água podem ser formados na presença de ácidos minerais. Também podem ser encontrados no estado livre, ou como óxidos. Os alcalóides como a quinina que são derivados de aminoácidos e que apresentam um anel heterocíclico com o nitrogênio, são considerados verdadeiros. Os alcalóides em

que o nitrogênio, derivado de um aminoácido, não apresenta anel heterocíclico são considerados protoalcalóides, como por exemplo a mescalina. Já os alcalóides heterocíclicos nitrogenados derivados de aminoácidos, como por exemplo a coniina, são denominados pseudoalcalóides (DEWICK, 2002; GOMES DA SILVA, 2013).

Dentre os principais alcalóides já caracterizados em diferentes partes da *P. juliflora* estão a juliprosopina (juliflorina); juliprosina, juliprosineno, julifloridina, julifloricina, juliflorinina. Com base nos dados espectrométricos da juliflorina e comparando com a estrutura da juliprosopina, revelou que estes dois alcalóides são idênticos, por isso passaram a ser considerados sinônimos (AHMAD et al., 1986).

## **2.6 Taninos**

Taninos são polímeros polifenólicos, resultantes de metabolismo secundário de plantas, com peso molecular relativamente elevado (na gama 500-3000 kDa) e que possuem a capacidade de formar complexos com proteínas devido principalmente a um grande número de grupos hidroxilo fenólicos. Apresentam grande importância nutricional e estão distribuídos em árvores, plantas, ervas, legumes, arbustos, grãos e cereais (KAMRA et al., 2006; PATRA et al., 2012).

Os taninos estão divididos em dois tipos: os hidrolisados e os condensados. Os taninos hidrolisáveis são poliésteres da glicose e são classificados em taninos gálicos ou taninos elágicos, dependendo do ácido formado pela sua hidrólise (PIZZI, 1993). Já os taninos condensados, são formados por monômeros do tipo catequina, estando presentes nas cascas de diversas espécies florestais (PAES et al., 2006; PIZZI 1993).

Os taninos, por serem encontrados, em sua maioria, nos vegetais, acabam fazendo parte da alimentação de muitos animais, dentre eles os ruminantes. A utilização de taninos na alimentação de ruminantes era vista como um problema, pois seus efeitos negativos

resultavam em perda de peso e até a morte dos animais. Entretanto, este polifenol apresenta diversas vantagens quando utilizado na alimentação animal de forma correta, pois pesquisas mais recentes mostram que os taninos podem diminuir a produção de metano no rúmen, diminuir a degradação de proteína no rúmen, aumentar o fluxo de proteína para o duodeno, aumentar a quantidade de proteína microbiana e diminuir a incidência de timpanismo, além de provocar enriquecimento de ácido graxo linoleico (CLA), tanto na carne como no leite (PATRA E SAXENA, 2011).

## **2.7 Aditivo fitogênico em substituição ao ionóforo para ruminantes**

Os ionóforos são antibióticos promotores de crescimento e comumente usados na alimentação de ruminantes. Estes antibióticos pertencem ao grupo de aditivos que exercem melhoria no desempenho animal controlando as populações ruminais. Com isso, o ionóforo atua nas bactérias que apresentam processos fermentativos ineficientes ou prejudiciais ao desempenho animal e exercem, mais especificamente, a função de extinção de algumas espécies de fungos, protozoários e bactérias gram-positivas ruminais. Entre outros benefícios, também diminui a incidência de coccidiose, inchaço e acidose em bovinos (SILVA et al., 2013; CALLAWAY et al., 2012; HERSON & THRIFT, 2012).

Entretanto, mesmo representando uma inovação na performance de crescimento animal e na mitigação do metano resultante da fermentação ruminal, os promotores de crescimento são onerosos e condenados por grupos consumidores e instituições que proíbem a utilização destes produtos, com o objetivo de prevenir efeito residual no produto final (OSKOUUEIAN et al. 2013; SILVA et al., 2013).

Como forma de substituir a utilização dos aditivos comerciais, pesquisas recentes com compostos secundários presentes em produtos vegetais naturais vêm sendo feitas para mitigar o metano, assim minimizando os custos de produção animal com menor produção de metano pela fermentação ruminal e de possíveis toxidades nos produtos finais (KAMRA et al. 2012).

Segundo Durmic e Blache (2012), a utilização de compostos secundários na dieta de animais ruminantes pode causar efeitos benéficos, como a melhoria da eficiência alimentar, maior digestibilidade dos nutrientes, proteção da proteína dietética da degradação por bactérias ruminais, manutenção do equilíbrio da microbiota intestinal, prevenção contra danos gástricos ou hepáticos, prevenir espasmos gastrointestinais, diarreia, constipação, e controle de patógenos intestinais.

Os taninos, metabólitos secundários distribuídos amplamente nos vegetais, possibilitam maior digestibilidade da proteína advinda da dieta pelo intestino, devido sua capacidade de se complexar com as proteínas, protegendo-as da degradação ruminal. Além destes benefícios, os taninos também aumentam a tolerância à helmintoses e previne do timpanismo (GETACHEW, 1999; CABRAL FILHO, 2004).

Os alcalóides que se destacam como componentes principais da *Prosopis juliflora* são a julifloricina, juliprosopina (núcleo piperidínico com atividade tóxica) e ainda juliprosina, juliprosineno, juliflorinina (presente apenas nas folhas) e isojuliprosina. Uma dieta desbalanceada, constituída basicamente de vagens da algarobeira e fornecida por longo período pode causar uma patologia, frequente em bovinos, denominada de “Cara-Torta”, que pode ocorrer devido aos efeitos tóxicos atribuídos aos alcalóides. Os sintomas da doença são o emagrecimento acentuado, dificuldade de mastigação, sialorréia, desvio lateral da cabeça e protrusão da língua. A causa destes efeitos pode ser resultante de lesões

degenerativas neuronais do núcleo motor do trigêmeo e ocasionalmente do núcleo oculomotor (Tabosa et al., 2000).

Entre todas as características, a *P. juliflora* pode apresentar efeitos inibitórios contra algumas bactérias gram-positivas e até mesmo duas espécies de *Candida* sp. Apresentando efetividade na manipulação da fermentação ruminal (AQEEL et al., 1989; SANTOS et al., 2013).



## REFERÊNCIAS

- AHMAD, A. et al. Antibacterial Activity of Juliflorine Isolated from *Prosopis Juliflora*. **Planta medica**. p. 285-288. 1986.
- ANDRADE-MONTEMAYOR, H. M.; CORDOVA-TORRESB, A. V.; GARCÍA-GASCAC, T. et al. Alternative foods for small ruminants in semiarid zones, the case of Mesquite (*Prosopis laevigata* spp.) and Nopal (*Opuntia* spp.). **Small Ruminant Research**. v. 98 p. 83-92, 2011.
- AQEEL, A. **Study antimicrobial activity of the alkaloids isolated from Prosopis juliflora**. 1991. 273 f. Tese (Doutorado em Microbiologia) - University of Karachi, Karachi.
- ARAÚJO FILHO, J. A. et al. Contribution of woody species to the diet composition of goat and sheep in caatinga vegetation. **Pasture Tropicalis**, v.20, p.41-45, 1998.
- ARGÔLO, L. S., et al. 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.
- BATISTA, N. L.; SOUZA, B. B. Caprinovinocultura no semiárido brasileiro - fatores limitantes e ações de mitigação. **AGROPECUÁRIA CIENTÍFICA NO SEMIÁRIDO**. v. 11, n. 2, p. 1-9, 2015.
- BERDNT, A. **Produção de metano em bovinos e sua contribuição para o aquecimento global**. Disponível em: <<http://www.beefpoint.com.br/cadeia-produtiva/sustentabilidade/producao-de-metano-em-bovinos-e-sua-contribuicao-para-o-aquecimento-global-video-slides-e-artigo-57061/>>. Acesso em: 7 jun. 2015.
- CABRAL FILHO, S.L.S. **Efeito do teor de tanino do sorgo sobre a fermentação ruminal e parâmetros ruminais de ovinos**. 2004. 88f. Tese (Doutorado em Ciências) – Centro de Energia Nuclear na Agricultura/Universidade de São Paulo, Piracicaba.
- CALLAWAY, T.R. et al. **Ionophores: their use as ruminant growth promotants and impact on food safety**. US National Library of Medicine National Institutes of Health. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/14503688>>. Acesso em: 14 dez. 2014.
- CARVALHO, Rubênio Borges. Potencialidades dos Mercados para os Produtos Derivados de Caprinos e Ovinos. Agrovalor - Uma nova leitura para seu agronegócio, Fortaleza, 21 ago. 2014. Disponível em: <<http://www.capritec.com.br/artigos2.htm>>. Acesso em: 21 ago. 2014.
- CHATURVERDI, O.H.; SAHOO, A. **Nutrient utilization and rumen metabolism in sheep fed Prosopis juliflora pods and Cenchrus grass**. Springer Plus, a SpringerOpen Journal. 2013. Disponível em: <<http://www.springerplus.com/content/2/1/59>>. Acesso em: 23 jun. 2015.

- CORREIA, R.C.; KIILL, L.H.P.; MOURA, M.S.B.; CUNHA, T.J.F.; JESUS JÚNIOR, L.A.; ARAÚJO, J.L.P. A região semiárida brasileira. In: VOLTOLINI, T. V. (Ed.). **Produção de caprinos e ovinos no Semiárido**. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2011. cap. 1, p. 21-48.
- DANTAS, A. F., et al. Características da carcaça de ovinos santa inês terminados em pastejo e submetidos a diferentes níveis de suplementação. **Ciência agrotécnica**. Lavras, v.32, n.4, p.1280-1286, 2008.
- DEWICK, P.M. ALKALOIDS. In: DEWICK, P. M. **Medicinal Natural Products, A Biosynthetic Approach**. 2. ed. John Wiley & Sons, Ltd., 2002. p. 291-398.
- DIXON, R.A. Natural products and plant disease resistance. **Nature**, n.411, p.843-847, 2001.
- DURMIC, Z.; BLACHE, D. Bioactive plants and plant products effects on animal function, health and welfare. **Animal Feed Science and Technology**, v.176, n.4, p.150-162, 2012.
- GETACHEW, G. **Tannins in tropical multipurpose three species: Localization and qualification of tannins using histochemical and approaches and the effects of tannins on in vitro rumen fermentation**. 1999. 186f. Dissertation (M.S.). Universität Honenheim, Stuttgart.
- GOMES, C.F.P. **Silagem de sorgo com alto e baixo tanino e farelo de algaroba na alimentação de vacas leiteiras**. 2013. 102 f. Tese (Doutorado em Zootecnia). Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Itapetinga.
- GOMES, P. **A Algarobeira**. 2ed. Mossoró: Ministério da Agricultura, 49p. 1987.
- HAMBURGER, M. et al. **Advances in Drug Research**. n.20, p.167-215, 1991.
- HERSOM, M.; THRIFT, T. **Application of Ionophores in Cattle Diets**. IFAS Extension. Department of Animal Sciences, Florida Cooperative Extension Service, Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida. 2012.
- KAMRA, D.N. et al. **Effect of plant secondary metabolites on rumen methanogens and methane emissions by ruminants**. In: **Dietary Phytochemicals and Microbes**. In: PATRA, A.K., Ed., p. 351-370, Springer, Amsterdam, The Netherlands, 2012.
- KAMRA, D. N.; AGARWAL, N.; CHAUDHARY, L. C. Inhibition of ruminal methanogenesis by tropical plants containing secondary compounds. **International Congress Series**, v. 1293, p. 156–163, 2006.
- KOZLOSKI, G.V. **Bioquímica dos ruminantes**. 1 ed. Santa Maria: UFSM. 2002, 140p.
- MAHGOUB, O. et al. Evaluation of Meskit (*Prosopis juliflora*) pods as a feed for goats. **Animal Feed Science and Technology**. v. 121, p. 319-327, 2005.

- MOREIRA, J.V. **Efeitos de extratos alcaloídicos da vagem de algaroba sobre os produtos de fermentação ruminal *in vitro***. 2014. 66f. Dissertação (Zootecnia). Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Itapetinga.
- NASCIMENTO, C.E.S. **Comportamento invasor da algarobeira *Prosopis juliflora* (Sw) DC. nas planícies aluviais da caatinga – Universidade Federal de Pernambuco**. 2008. 115 p. Tese (Doutorado em Biologia Vegetal), Universidade Federal de Pernambuco, Recife.
- OLIVEIRA, M.R. et al. Study the Conditions of Cultivation of the Algaroba and Jurema Preta and Determination Calorific Power. **Revista de Ciência e Tecnologia**, n.14, p.93-104, 1999.
- OSKOUÉIAN, E. et. al. **Effects of Flavonoids on Rumen Fermentation Activity, Methane Production, and Microbial Population**. Hindawi Publishing Corporation. BioMed Research International. v.2013, p.8, 2013.
- PAES, J. B.; DINIZ, C. E. F.; MARINHO, I. V.; LIMA, C. R. AVALIAÇÃO DO POTENCIAL TANÍFERO DE SEIS ESPÉCIES FLORESTAIS DE OCORRÊNCIA NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO. **CERNE**. Lavras. v. 12, n. 3, p. 232-238, 2006.
- PAULA, T. J. V. M. O. de. **Biometria de cordeiros Dorper x Santa Inês alimentados com diferentes frações de algaroba**. (Dissertação – Mestrado em Zootecnia) Itapetinga: UESB, 39p. 2012.
- PATRA, A. K.; MIN, B. R.; SAXENA, J. Dietary Tannins on Microbial Ecology of the Gastrointestinal Tract in Ruminants. In: PATRA, A. K. **Dietary Phytochemicals and Microbes**. 1 ed. Animal and Fishery Sciences: Department of Animal Nutrition, West Bengal University, 2012, p. 237-262.
- PATRA, A. K.; SAXENA, J. Exploitation of dietary tanninis to improve rumen metabolism and ruminant nutrition. **Journal Science of Food Agricultural**. 91, p. 24-37, 2011.
- PEREIRA, T. C. J.; ALBUQUERQUE PEREIRA, M. L.; SANTANA DE OLIVEIRA, C. A. et al. Mesquite pod meal in diets for lactating goats. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v. 42, n. 2, p. 102-108, 2013.
- PIZZI, A. Tanin-based adhesives. **Wood adhesives: chemistry and technology**. New York: M. Dekker, 1993. p. 177-246.
- RÊGO, A. C. DO; PAIVA, P. C. DE A; MUNIZ, J. A.; VAN CLEEF, E. H. C. B.; MACHADO NETO, O. R. Degradação ruminal de silagem de capim-elefante com adição de vagem de algaroba triturada. **Revista ciência agrônômica (Online)**, v. 42, p. 199-207, 2011
- SANTOS, E.T. et al. **Antibacterial activity of the alkaloid-enriched extract from *Prosopis juliflora* pods and its influence on *in vitro* ruminal digestion**. International Journal of Molecular Science, n.14, 2013.

- SILVA, C. G. M. et al. Caracterização físico-química e microbiológica da farinha de algaroba (*Prosopis juliflora* (Sw.) DC). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. Campinas, v. 27, n. 4, p. 733-736, 2007.
- SILVA, C.S. et al. DIGESTIBILIDADE DE NUTRIENTES EM OVINOS SUBMETIDOS A INGESTÃO DE ADITIVOS FITOGÊNICOS. **Anais... XIII JORNADA DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO – JEPEX 2013 – UFRPE**: Recife, 2013
- SILVA, E.L. et al. Uso do farelo de algaroba (*Prosopis juliflora* (Sw.) DC.) processada a calor na alimentação de poedeiras comerciais. In: APINCO, 2001, Campinas. **Anais...** Campinas: FACTA. p. 21, 2001.
- SILVA, M.R. **Análise da distribuição de alcalóides piridínicos em diferentes fases fenológicas de Senna multijuga (Rich.) Irwin et Barn.** 2011. 82 p. Tese (Doutorado em Biodiversidade Vegetal e Meio Ambiente). Instituto de Botânica da Secretaria de Estado do Meio Ambiente, São Paulo.
- SIMÕES, C.M.O. et al. 2001. **Farmacognosia: da planta ao medicamento.** 3º ed. UFRGS, Rio Grande do Sul. 834p.
- STEIN, R. B. S.; TOLEDO, L. R. A.; ALMEIDA, F. Q. Uso do farelo de vagem de algaroba (*Prosopis juliflora* (Swartz) D.C.) em dietas para eqüinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.4, p.1240-1247, 2005.
- TABOSA, I.M. et al. **Isolamento biomonitorado de alcalóides tóxicos de Prosopis juliflora (algaroba).** Revista Brasileira de Farmacognosia. v.10, p.11-22, 2000. Taiz, I.; Zeiger, E. **Fisiologia vegetal.** 3. ed. Porto Alegre, Artmed. p. 719, 2004.
- TELES, A. H. M. et al. **Características qualitativas da carcaça de cordeiros terminados em pastagem nativa da Caatinga, submetidos a diferentes suplementações de sal mineral.** IX Congresso Nordestino de Produção Animal – CNPA. Ilhéus, 2014.
- VALADARES FILHO, S.C., MACHADO, P.A.S., CHIZZOTTI, M.L. et al. CQBAL 3.0. Tabelas Brasileiras de Composição de Alimentos para Bovinos. 2015. Disponível em: <www.ufv.br/cqbal>. Acesso em: 8 ago 2015.
- Verpoorte, R. **Secondary metabolism.** In: Verpoorte, R. & Alfermann, A.W. *Metabolic Engineering of Plant Secondary Metabolism.* Kluwer Academic Publishers, London, p.1-29, 2000.

## RESUMO

Objetivou-se com o trabalho avaliar a utilização do aditivo fitogênico oriundo da vagem da algaroba na alimentação de ovinos em confinamento. Foram utilizados dez ovinos, machos, adultos, sem padrão racial definido, sendo cinco animais com peso vivo médio de 24,1 kg e cinco animais com peso vivo médio de 58,7 kg e fistulados no rúmen. O delineamento utilizado foi o quadrado latino duplo 5x5, o período experimental foi de 18 dias com sete para adaptação dos animais às condições experimentais e 11 para coleta de dados, totalizando 90 dias. A ração teve aproximadamente 11% de proteína bruta (PB) e 63% de nutrientes digestíveis totais (NDT) e foi composta por feno de tifton, fubá de milho, farelo de soja e sal mineral. Os tratamentos foram compostos de cinco diferentes concentrações do aditivo fitogênico oriundo do extrato das vagens de algaroba, os animais receberam, antes do arraçoamento, seis mililitros do aditivo nas concentrações de 0, 200, 400, 600 e 800 mg do extrato por mL de água. O consumo de matéria seca e dos demais nutrientes foi estimado a partir da quantidade de alimento fornecida e do total de sobras. Foram feitas coletas de líquido ruminal para determinação de parâmetros ruminais como ácidos graxos de cadeia curta (AGCC), nitrogênio amoniacal (N-NH<sub>3</sub>) e pH do rúmen. Para estimativa da síntese de proteína microbiana foi determinado o volume urinário excretado. Os dados foram analisados por intermédio de análises da variância e regressão, utilizando-se o programa Statistical Analysis Systems (SAS, 2000), para os níveis de 5% de probabilidade. O consumo dos nutrientes não apresentou variação entre os tratamentos recebendo aditivo. A digestibilidade de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), e nutrientes digestíveis totais (NDT) apresentaram efeito quadrático ( $P < 0,05$ ) em função dos diferentes níveis do aditivo fitogênico. Houve diferença significativa para os parâmetros de proteína microbiana exceto para o balanço de nitrogênio. Em relação ao comportamento animal, o aditivo fitogênico não provocou

efeito significativo. Houve efeito quadrático sobre as concentrações de propionato e na relação acetato:propionato no rúmen. Entretanto, não houve alteração na concentração de acetato e butirato. Também não houveram alterações no pH e nos teores de nitrogênio amoniacal. Desta forma, conclui-se que é indicado a utilização do estrato da vagem de algaroba (*P. juliflora*) na alimentação de ovinos em confinamento na concentração de até 500 mg/ml.

**Palavras chave:** Compostos secundários, metabólitos, bactérias.

## ABSTRACT

The objective was to work with evaluating the use of phytogenic additive derived from the mesquite pod in sheep feeding in confinement. Ten sheep were used, male, adult undefined breed, five animals with average live weight of 24.1 kg and five animals with average live weight of 58.7 kg and rumen fistulated. The design was double Latin square 5x5, experimental period was 18 days with seven for adaptation of animals to experimental conditions and 11 for data collection, totaling 90 days. The feed had about 11% crude protein (CP) and 63% of total digestible nutrients (TDN) and was composed by Tifton hay, corn meal, soybean meal and mineral salt. The treatments consisted of five different concentrations of phytogenic additive derived extract of mesquite pods, animals received before feeding six milliliters of additive at concentrations of 0, 200, 400, 600 and 800 mg extract per ml water . The dry matter intake and other nutrients was estimated from the amount of food provided and the total surplus. Ruminal fluid samples were taken for determination of ruminal parameters such as short chain fatty acids (SCFA), ammonia (NH<sub>3</sub>) and rumen pH. To estimate the microbial protein synthesis was determined excreted urine volume. Data were analyzed by means of variance and regression analysis using the Statistical Analysis Systems (SAS, 2000), for the 5% level of probability. The nutrients intake did not vary between treatments receiving additive. The digestibility of dry matter (DM), organic matter (OM), crude protein (CP) and total digestible nutrients (TDN) had a quadratic effect ( $P < 0.05$ ) according to the different levels of phytogenic additive. There were significant differences for microbial protein parameters except for the nitrogen balance. In relation to animal behavior, the phytogenic additive did not cause significant effect. There was a quadratic effect on propionate concentrations and acetate: propionate ratio in rumen. However, there was no change in the concentration of acetate and butyrate. Also there were no changes in pH and ammonia nitrogen content. Thus, it

is concluded that the use is indicated the stratum mesquite pods (*P. juliflora*) in feeding sheep confinement in the concentration of 500 mg / ml.

**Key words:** Secondary compounds, metabolites, bacteria.



## **1. Introdução**

Aditivos utilizados para a manipulação da fermentação ruminal, tais como ionóforos, são ferramentas de grande valor para produção de ruminantes, sendo estes, antibióticos que atuam diretamente na microbiota ruminal melhorando assim a produção animal. Mesmo apresentando diversas vantagens, a utilização de ionóforos na produção de ruminantes está perdendo seu valor de destaque nos últimos anos. Nisbet et al. (2009) relataram que após a utilização destes aditivos em ruminantes, foram detectados resíduos no produto final. Além disso, diversos órgãos e empresas estão proibindo a utilização deste aditivo devido o mesmo motivo, tentando evitar assim a queda na demanda de produtos como carne e leite (OSKOUÉIAN et al., 2013).

Em vista destes fatores, diversos autores como Bodas et al. (2012), Durmic & Blache, (2012) e Flachowsky & Lebzien, (2012) relataram que compostos bioativos produzidos através do metabolismo secundário de plantas tem a capacidade de reagir de diversas formas com os microrganismos do rúmen podendo ser usados na manipulação da fermentação ruminal devido a sua atuação como antibiótico.

Em regiões de clima semiárido, a produção de ruminantes nem sempre atinge seu melhor potencial. Embora, possua uma grande diversidade de espécies que serviriam de alimento para o animal, os períodos de escassez de alimento, poucas estratégias de produção animal, conservação de alimentos e principalmente a falta de conhecimento do produtor impedem a evolução do desempenho animal e por isso se torna difícil manter um nível de produção adequado e que gere lucro ao produtor. A *Prosopis juliflora* é uma leguminosa arbórea que possui capacidade de buscar água em solos profundos, devido a sua estrutura de raiz pivotante, sobreviver em solos ácidos e manter a produção dos frutos (vagens) nos períodos em que ocorre maior falta de alimento (ALI et al., 2012).

A *P. juliflora* produz metabólitos secundários que podem ser utilizados como aditivo fitogênico na alimentação de animais ruminantes para proporcionar melhora na eficiência alimentar. Tais metabólitos tem poder antibiótico podendo atuar diretamente em alguns protozoários, fungos e bactérias gram-positivas do ambiente luminal do rúmen, auxiliando assim, um controle da fermentação ruminal. Além da atividade antibacteriana, a *P. juliflora* possui atividade antioxidante, antifúngica, antielmíntica e antitumor (WILLIAM & JAFRI, 2015).

Quando o consumo da algaroba ocorre de forma irregular, ou em uma ração mau balanceada, pode surgir efeito citotóxico no animal ruminante através da presença de diversos compostos secundários, que atuando diretamente no nervo trigêmeo, provocam a paralização de alguns músculos faciais como os masseteres e a exposição da língua para fora da boca. Além destes sintomas, o animal também pode apresentar perda de peso e diarreias (KING'ORI, et al. 2011). Deste modo, objetivou-se utilizar diferentes níveis do aditivo fitogênico oriundo do extrato da vagem da algaroba (*P. juliflora*) na alimentação de ovinos em confinamento.

## **2. Material e métodos**

### **2.1 Local do experimento, animais e alimentação**

O experimento foi realizado no período de janeiro a março de 2014, na Unidade Acadêmica de Serra Talhada - UAST da Universidade Federal Rural de Pernambuco - UFRPE. A cidade de Serra Talhada localiza-se no sertão pernambucano, mais precisamente com latitude  $-7.9919444^{\circ}$  e longitude  $-38.2983333^{\circ}$ , possuindo um clima Semiárido apresentando precipitação pluviométrica em torno de 400 mm, porém o período experimental apresentou 7,28 mm e temperatura média de  $30^{\circ}$  C (INMET, 2014). O experimento iniciou no dia 8 de janeiro de 2014 e terminou no dia 7 de abril de 2014,

sendo um total de 97 dias. Foram utilizados dez ovinos, machos, adultos, sem padrão racial definido, sendo cinco animais com peso vivo médio de 24,1 kg e cinco animais com peso vivo médio de 58,7 kg e fistulados no rúmen os quais, foram preparados cirurgicamente para o implante de cânulas ruminais permanentes. Antes de cada período foi realizado controle de ecto e endoparasitos. Os animais foram alojados em baias individuais medindo 2 x 1,10 m, providas de comedouro e bebedouro.

A ração teve 11% de proteína bruta (PB) e 63% de nutrientes digestíveis totais (NDT). Foi composta por feno de tifton, fubá de milho, farelo de soja e sal mineral (Tabela 2).

**Tabela 2.** Proporção dos ingredientes na ração

	Níveis de concentração do extrato da vagem de algaroba (mg/ml)				
	0	200	400	600	800
Ingredientes (g/kg)					
Feno de capim tifton	700	700	700	700	700
Fubá de milho	180	180	180	180	180
Farelo de soja	100	100	100	100	100
Ureia pecuária + sulfato de amônio	10	10	10	10	10
Sal mineral	10	10	10	10	10
Concentração do extrato	0	200	400	600	800
Composição química e bromatológica (g/kg)					
Matéria seca	958,74	958,74	958,74	958,74	958,74
Matéria orgânica	914,67	914,67	914,67	914,67	914,67
Matéria mineral	85,33	85,33	85,33	85,33	85,33
Proteína bruta	117,21	117,21	117,21	117,21	117,21
Extrato etéreo	637,64	637,64	637,64	637,64	637,64
Carboidratos totais	24,46	24,46	24,46	24,46	24,46
Fibra em detergente neutro	772,99	772,99	772,99	772,99	772,99
Carboidratos não fibrosos	601,01	601,01	601,01	601,01	601,01
Energia digestível (Mcal)	2,811	2,811	2,811	2,811	2,811
ECT <sup>a</sup> (g)	0	0,28	0,56	0,84	1,12
PBCT <sup>b</sup> (g)	0	1,47	2,93	4,40	5,86
FBCT <sup>c</sup> (g)	0	0,44	0,87	1,31	1,74
Taninos condensados (g)	0	186	373	559	746

a = tanino condensado livre; b = tanino condensado ligado a proteína bruta; c = fibra bruta ligada ao tanino condensado.

A composição química dos nutrientes se encontra na Tabela 3. As rações foram ofertadas duas vezes ao dia (nove e 16 horas), em forma de ração completa, sendo ajustada diariamente em função do consumo do dia anterior, permitindo sobras de 10%.

## 2.2 *Tratamentos experimentais*

Os tratamentos foram compostos de cinco diferentes concentrações do aditivo fitogênico oriundo do extrato das vagens de algarobeira, os animais receberam, antes do arraçamento, seis mililitros do aditivo nas concentrações de 0, 200, 400, 600 e 800 mg do extrato por mL de água. Os aditivos foram fornecidos oralmente com auxílio de uma seringa.

Para obtenção do extrato aquoso das vagens de algaroba, foram pesados, em balança semi-analítica, 20, 40, 60 e 80 g do material (vagens de algaroba), macerado e diluído em 100 ml de água fervente a 100 °C. Posteriormente o conteúdo era armazenado em potes tampados por 40 minutos e identificados com as concentrações de 0, 200, 400, 600 e 800 mg do extrato/mL de água, respectivamente para obtenção do extrato.

## 2.3 *Determinação do consumo e digestibilidade dos nutrientes*

O consumo de matéria seca (CMS) e dos demais nutrientes foi estimado a partir da quantidade de alimento fornecida e do total de sobras. A produção de matéria seca fecal (PMSF) foi quantificada por meio da coleta total de fezes. Neste procedimento, foram utilizadas bolsas coletoras confeccionadas com tecido de algodão cru, e revestidas por napa. O coeficiente de digestibilidade dos nutrientes (CDN) foi calculado de acordo com do percentual do nutriente absorvido pelo nutriente excretado dividido pelo ingerido, em que  $CDN = (Nutriente\ ingerido - nutriente\ excretado / nutriente\ ingerido) \times 100$ .

Durante três dias consecutivos do período de coleta foram tomadas amostras de feno de tifton, fubá de milho, farelo de soja, sal mineral, das sobras e fezes, que foram pesadas, acondicionadas em sacos plásticos previamente identificados e armazenados em

freezer a  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Posteriormente foram feitas amostras compostas por período e tratamento. Todas as amostras foram secas em estufa de circulação forçada (a  $55\text{ }^{\circ}\text{C}$ ), por 72 horas e moídas em moinho tipo *Wiley*, passando por peneiras com crivos de 1 mm de diâmetro, aumentando a superfície de contato das amostras para posterior determinação da composição química.

Para determinação da composição química, as amostras foram encaminhadas ao Laboratório de Análises e Nutrição Animal (LANA) da Unidade Acadêmica de Garanhuns (UAG) para determinação dos teores de matéria seca (MS) segundo o protocolo 967.03, matéria mineral (MM) (942.05), proteína bruta (PB) (981.10) e extrato etéreo (EE) (948.04), segundo metodologias descritas por Silva e Queiroz (2002), e a determinação da fibra em detergente neutro (FDN) (973.18) (AOAC, 1990), foi utilizada a técnica de “fiber bags” (Ankom®) utilizando a metodologia descrita por Van Soest et al. (1991). Para quantificação dos carboidratos totais (CHOT), foi empregada a equação:  $100 - (\%PB + \%EE + \%Cinzas)$ . A estimativa da energia digestível foi calculada segundo NRC (2007).

#### *2.4 Determinação dos parâmetros ruminais*

As amostras de conteúdo ruminal ( $\pm 300\text{ mL}$ ) foram tomadas manualmente de quatro pontos distintos, na região ventral do rúmen, posteriormente à homogeneização do conteúdo ruminal. A primeira amostra foi retirada antes da oferta de alimento as nove horas, e as amostras subsequentes obedeceram aos seguintes horários: 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, e 11 horas após alimentação. A digesta foi filtrada em quatro camadas de tecido de algodão, em seguida a parte sólida foi devolvida ao rúmen, e imediatamente o líquido foi homogeneizado e o pH mensurado através de leitura direta com potenciômetro digital (Handylab 1 – SCHOTT).

Após a mensuração do pH, uma alíquota de 20 mL foi acondicionada em frasco de vidro contendo 1 mL de ácido clorídrico (6 N) e armazenado a -20 °C, para determinação dos ácidos graxos de cadeia curta (acético, propiônico e butírico) e do nitrogênio amoniacal (N-NH<sub>3</sub>). Para quantificação dos ácidos graxos de cadeia curta (AGCC), as amostras foram descongeladas à temperatura ambiente e centrifugadas a 3.000 x g a 4 °C durante 60 min. A leitura das amostras foi realizada em cromatógrafo a gás fazendo uso da coluna para cromatografia capilar, de referência HP-INNOWAX 30m x 0,32 mm x 0,25 µm segundo metodologia proposta por Palmquist e Conrad (1971). Para determinação de N-NH<sub>3</sub>, as amostras foram descongeladas e centrifugadas a 3000 rpm por 15 minutos, conforme técnica descrita por Fenner (1965), adaptada por Vieira (1980).

O conteúdo ruminal foi avaliado pelo esvaziamento total do rúmen, antes da primeira alimentação (hora zero) e quatro horas após a alimentação (hora quatro), sempre pesando os conteúdos. Foram coletadas amostras com peso de 500 g para posteriores análises de MS, FDN e PB. A taxa de renovação (kg/h) e de desaparecimento do conteúdo ruminal (h) foram calculados de acordo com Cannas et al. (2003), levando em consideração a matéria seca (MS), fibra em detergente neutro (FDN) e a proteína bruta (PB).

### *2.5 Estimativa de síntese de proteína microbiana*

Para estimativa da síntese de proteína microbiana foi determinado o volume urinário excretado.

As amostras de urina foram obtidas pela coleta total, através de micção espontânea, durante 24 horas de coleta. As coletas foram realizadas com auxílio de funis fixados no animal, na região do pênis, com elástico ao redor do tronco do animal. Após a micção, o

volume excretado passava por uma mangueira e seguia direto para um garrafão, o qual continha 100 mL de ácido sulfúrico (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) a 40%. As amostras tiveram o pH ajustado, quando necessário, para valores abaixo de três, com pequenas gotas de ácido sulfúrico concentrado, para evitar a destruição bacteriana das bases purinas na urina e precipitação do ácido úrico.

Após aferido a quantidade de urina total, foi separado uma amostra de 10 ml, centrifugada a 2000 x g por 20 a 4 °C e congelada a – 20 °C para posterior análise. As amostras de urina foram analisadas para N de Kjeldhal (AOAC, 1990, protocolo 984,13) e os derivados de purina (creatinina, xantina, hipoxantina e ácido úrico) foram determinados segundo Chen e Gomez (1992). A quantidade de purinas microbianas absorvida (x mmol / dia) correspondente para os derivados de purina excretados (Y mmol / dia) foi calculada de acordo com Chen et al. (1990) como se segue:

$$Y = 0.84x + (0.15PC^{0.75}e^{-0.25x})$$

Onde PC é o peso corporal. N microbiano fornecido para o intestino delgado foi calculada a partir da purina microbiana absorvida (X) de acordo com a equação de Chen e Gomez (1992):

$$N \text{ microbiano (g/dia)} = \frac{70x}{0.83 \times 0,116 \times 1000}$$

A síntese ruminal de compostos nitrogenados (N) microbianos (Y, gN/dia) foi calculado em função das purinas absorvidas (X, mmol/dia), utilizando-se a equação:  $Y = (70X)/(0,83 \times 0,116 \times 1000)$ , em que 70 representa o conteúdo de N nas purinas (mgN/mmol), 0,116 a relação N purina:N total nas bactérias e 0,83, a digestibilidade das purinas microbianas (Chen e Gomes, 1992).

## 2.6 Determinação de extração de taninos condensados

A extração dos taninos da vagem da algaroba foi feita de acordo com Terril et al. (1992), a qual utiliza padrões de purificação para análise de taninos condensados. Depois de feito os padrões, foi calculado a quantidade de taninos condensados para cada concentração do extrato para os tratamentos de 200, 400, 600 e 800 mg de algaroba por mL de água destilada. As concentrações estão ilustradas na Tabela 2.

## 2.7 Análises estatísticas

Os dados de consumo ( $n = 10$ ), digestibilidade dos nutrientes ( $n = 10$ ), comportamento alimentar ( $n = 10$ ), balanço de N ( $n = 10$ ) e parâmetros ruminais ( $n = 5$ , somente animais fistulados) foram submetidos a análise de variância para um quadrado latino duplo usando o procedimento GLM do SAS (1989) com o seguinte modelo:

$$Y_{ijk} = \mu + T_i + P_j + C_k + e_{ijk}$$

onde  $Y_{ijk}$  é a observação,  $\mu$  a média da população,  $T_i$  o tratamento,  $P_j$  o período,  $C_k$  o efeito aleatório do animal, e  $e_{ijk}$  é o erro residual. Dados de pH ruminal, N-NH<sub>3</sub> e AGV ( $n = 5$ , somente animais fistulados) foram analisados como medidas repetidas no tempo utilizando o PROC MIXED do SAS (1989) com o seguinte modelo:

$$Y_{ijk} = \mu + T_i + P_j + C_k + S_j + T_i S_j + e_{ijk}$$

onde  $Y_{ijk}$  é a observação,  $\mu$  a média da população,  $T_i$  o tratamento,  $P_j$  o período,  $C_k$  o efeito aleatório do fanfarrão,  $S_j$  o tempo de recolha, tratamento  $T_i S_j$  pela interação tempo de amostragem,  $e_{ijk}$  é o erro residual. O AR (1) estrutura de covariância autorregressivo foi utilizado no PROC MIXED SAS, pois deu o melhor ajuste dos dados. Os dados foram testados para efeito linear e quadrática de inclusão de CS. Diferenças significativas foram declarados se  $P < 0,05$ .



### 3. Resultados

#### 3.1 Consumo de nutrientes, digestibilidade e comportamento animal

O consumo dos nutrientes não apresentou variação entre os tratamentos ( $P>0,05$ ) recebendo diferentes concentrações do extrato da vagem da algaroba (Tabela 3).

**Tabela 3.** Consumo de nutrientes (kg/dia), digestibilidade (g/kg), e comportamento animal de ovinos recebendo aditivo fitogênico.

Itens	Níveis de concentração do extrato da vagem de algaroba (mg/ml)					E.P.M. <sup>a</sup>	Valor de <i>p</i>	
	0	200	400	600	800		L	Q
Materia Seca								
Consumo	1,22	1,35	1,33	1,34	1,29	0,043	0,32	0,37
Digestibilidade	666,78	709,94	713,87	711,42	685,12	0,790	0,48	0,03
Matéria Orgânica								
Consumo	1,12	1,24	1,22	1,22	1,18	0,040	0,33	0,37
Digestibilidade	685,70	725,06	729,23	726,85	700,60	0,756	0,54	0,03
Fibra em Detergente Neutro								
Consumo	0,69	0,78	0,76	0,77	0,75	0,026	0,30	0,37
Digestibilidade	630,53	651,02	654,33	656,45	619,08	1,345	0,86	0,30
Proteína Bruta								
Consumo	0,16	0,17	0,16	0,17	0,16	0,005	0,57	0,59
Digestibilidade	730,38	765,84	787,30	779,08	738,79	1,077	0,69	0,04
Carboidratos Totais								
Consumo	0,92	1,03	1,02	1,02	0,98	0,033	0,30	0,35
Digestibilidade	689,68	727,27	729,37	728,83	702,89	0,846	0,62	0,07
Energia Digestível								
Consumo	0,79	0,86	0,91	0,91	0,86	0,035	0,20	0,27
Digestibilidade	637,64	677,21	680,10	677,11	653,28	0,734	0,53	0,03
Comportamento (min)								
Ruminação	513,0	560,6	528,5	528,0	526,5	12,09	0,98	0,53
Alimentação	309,0	280,6	282,0	290,0	282,0	6,82	0,34	0,42
Mastigação	822,0	841,1	810,5	818,0	808,5	13,07	0,60	0,87
Ócio	618,0	598,9	629,5	622,0	631,0	13,07	0,60	0,87
EAL <sub>MS</sub> (g/min) <sup>b</sup>	4,69	4,34	4,98	4,77	4,03	0,182	0,39	0,35
EAL <sub>FDN</sub> (g/min) <sup>c</sup>	2,66	2,59	2,84	2,75	2,32	0,107	0,44	0,28
ERU <sub>MS</sub> (g/min) <sup>d</sup>	2,44	2,47	2,32	2,76	2,22	0,106	0,75	0,57
ERU <sub>FDN</sub> (g/min) <sup>e</sup>	1,39	1,45	1,32	1,58	1,28	0,064	0,85	0,54

<sup>1</sup> $y = -0,0003x^2 + 0,2267x + 669,04$   $R^2 = 0,9651$ ; <sup>2</sup> $y = -0,0002x^2 + 0,2126x + 687,49$   $R^2 = 0,9713$ ; <sup>3</sup> $y = -0,0003x^2 + 0,2739x + 728,38$   $R^2 = 0,9858$ ; <sup>4</sup> $y = -0,0002x^2 + 0,2051x + 639,88$   $R^2 = 0,961$ . <sup>a</sup> Erro Padrão da Média, <sup>b</sup> Eficiência alimentar na Matéria seca, <sup>c</sup> Eficiência alimentar na fibra em detergente neutro, <sup>d</sup> Eficiência de ruminação na matéria seca, <sup>e</sup> Eficiência de ruminação na fibra em detergente neutro.

A digestibilidade de matéria seca, matéria orgânica, proteína bruta e nutrientes digestíveis totais apresentaram efeito quadrático sobre os tratamentos ( $P<0,05$ ) recebendo

aditivo fitogênico oriundo da vagem da algaroba. Não houve variação na digestibilidade da fibra em detergente neutro (FDN) em nenhum dos tratamentos ( $P>0,05$ ). Porém, a digestibilidade da proteína bruta (PB) apresentou diferença significativa em relação aos tratamentos com aditivo fitogênico ( $P<0,05$ ), sendo um dos nutrientes que refletiram no comportamento quadrático da digestibilidade da ED. Não houve variação ( $P>0,05$ ) entre os tratamentos com a utilização de aditivo fitogênico em relação ao comportamento animal.

### 3.3 Balanço de nitrogênio e síntese de proteína microbiana

Os dados de proteína microbiana apresentaram variação ( $P<0,05$ ) com a utilização do aditivo fitogênico, porém não houve diferença no balanço de nitrogênio (Tabela 4).

**Tabela 4.** Síntese de proteína microbiana em ovinos submetidos à ingestão de aditivo fitogênico

Variáveis	Concentrações de aditivo fitogênico (mg/mL)					$\hat{Y}$	E.P.M. <sup>a</sup>	Valos de <i>p</i>	
	0	200	400	600	800			L	Q
<b>Nitrogênio (g/dia)</b>									
Consumido	29,09	30,83	30,37	29,71	30,46	30,09	1,148	0,62	0,91
Digerido	21,80	24,12	22,75	23,50	23,42	23,12	1,092	0,53	0,91
Excretado nas fezes	7,29	6,70	6,94	6,21	7,04	6,83	0,276	0,66	0,38
Excretado na urina	0,58	0,65	0,89	0,71	0,74	0,72	0,099	0,59	0,71
Retido	21,21	23,05	21,86	22,78	22,68	23,32	1,079	0,57	0,94
Retido:ingerido	0,71	0,74	0,71	0,77	0,74	0,74	0,012	0,33	0,53
N Microbiano	7,51	8,65	10,90	10,77	8,92	1	0,538	0,20	0,05
Proteína microbiana	46,93	54,07	68,13	67,30	55,78	2	3,360	0,20	0,05
ESPM (g/kg NDT) <sup>b</sup>	46,28	51,91	66,94	64,39	51,75	3	3,380	0,34	0,01

a = Erro padrão da média; b = Eficiência de síntese de proteína microbiana. Efeitos quadráticos segundo as equações de regressão:  $^1y = -0,00001492x^2 + 0,01441x + 7,16691/R^2 = 0,8772$ ;  $^2y = -0,00009323x^2 + 0,09006x + 44,79207/R^2 = 0,8771$ ;  $^3y = -0,00009665x^2 + 0,08903x + 43,83851/R^2 = 0,8277$ .

### 3.5 Parâmetros ruminais

Os dados de ácidos graxos de cadeia curta (AGCC), pH, nitrogênio amoniacal (N-NH<sub>3</sub>) e esvaziamento ruminal estão apresentados na Tabela 5.

Houve diferença significativa ( $P<0,05$ ) com o uso do aditivo fitogênico em relação a produção de propionato no rúmen.

**Tabela 5.** Parâmetros ruminais de ovinos recebendo aditivo fitogênico.

Item	Concentração do aditivo fitogênico					E.P.M. <sup>a</sup>	Ŷ	Valor de p	
	0	200	400	600	800			L	Q
AGCC total mmol/ml <sup>b</sup>	37,83	38,5	38,48	40,8	38,85	1,02	38,88	0,64	0,75
Produção									
Acetato	28,8	28,2	27,03	27,3	28,41	0,72	27,9	0,40	0,44
Propionato	6,71	8,03	9,04	11,0	8,13	0,49	1	0,02	0,01
Butirato	2,318	2,26	2,41	2,59	2,31	0,13	2,37	0,65	0,71
Proporção molar									
Acetato	76,32	73,3	70,66	67,1	73,05	1,01	2	0,01	0,03
Propionato	17,57	20,8	23,16	26,6	20,96	0,90	3	0,00	0,01
Butirato	6,10	5,86	6,17	6,25	5,98	0,24	6,07	0,88	0,89
pH	6,07	6,02	6,14	6,07	6,08	0,02	6,07	0,63	0,68
N-NH <sub>3</sub> <sup>c</sup>	5,76	5,79	6,52	5,20	6,47	0,18	5,94	0,94	0,80
Peso fresco (kg)									
Hora zero	7,23	7,06	7,67	7,69	7,23	0,26	7,37	0,75	0,61
Hora quatro	8,63	8,69	8,73	9,02	9,11	0,28	8,83	0,52	0,90
Volume (L)									
Hora zero	8,55	8,16	8,60	8,74	8,18	0,29	8,45	0,95	0,80
Hora quatro	9,25	9,72	9,57	9,74	9,94	0,31	9,64	0,53	0,94
Densidade (g/L)									
Hora zero	0,84	0,87	0,89	0,88	0,89	0,01	0,87	0,10	0,27
Hora quatro	0,93	0,90	0,91	0,93	0,92	0,01	0,92	1,00	0,46
MS (kg) <sup>d</sup>									
Hora zero	0,96	0,99	1,00	0,95	0,84	0,04	0,95	0,37	0,39
Hora quatro	1,36	1,17	1,22	1,38	1,39	0,05	1,30	0,47	0,26
FDN (g) <sup>d</sup>									
Hora zero	0,33	0,33	0,34	0,31	0,28	0,01	0,32	0,37	0,44
Hora quatro	0,45	0,37	0,39	0,46	0,46	0,02	0,42	0,47	0,23
PB (g) <sup>e</sup>									
Hora zero	0,12	0,12	0,12	0,12	0,10	0,01	0,11	0,45	0,59
Hora quatro	0,18	0,15	0,18	0,16	0,20	0,01	0,17	0,65	0,51
Taxa de renovação									
MS (h)	17,27	17,6	17,21	13,8	14,47	1,13	16,07	0,25	0,81
FDN (h)	11,12	10,3	10,36	8,34	8,53	0,76	9,74	0,19	0,99
PB (h)	17,93	18,1	15,59	13,7	14,21	1,59	15,89	0,30	0,93
Taxa de Desaparecimento									
MS (h)	6,74	5,77	6,22	8,42	7,36	0,43	6,90	0,21	0,67
FDN (h)	10,80	9,88	10,53	15,2	12,44	0,89	11,77	0,18	0,96
PB (h)	8,54	6,42	6,54	8,65	9,06	0,76	7,84	0,55	0,28

1  $y = 6.36651 + 0.01342x - 0.00001318x^2$  e  $R^2 = 0,7316$ ; 2  $Y = 77.06057 - 0.03072X + 0.00003046X^2$  e  $R^2 = 0,7824$ ; 3  $Y = 16.93381 + 0.03023X - 0.00002993X^2$  e  $R^2 = 0,7999$ ; 4  $Y = 4.43879 - 0.00605X + 0.00000598X^2$  e  $R^2 = 0,9135$ . <sup>a</sup> Erro Padrão da Média, <sup>b</sup> Nitrogênio Amoniacal, <sup>c</sup> Matéria Seca, <sup>d</sup> Fibra em Detergente Neutro, <sup>e</sup> Proteína Bruta.

Não houve diferença ( $P > 0,05$ ) das concentrações de acetato e butirato sobre os níveis de aditivo fitogênico. Também não houve diferença entre os tratamentos sobre o total de AGCC sob o butirato em relação ao total. Entretanto, houve diferença na relação acetato:total, propionato:total e acetato:propionato. Não houve variação ( $P > 0,05$ ) do pH

sobre os tratamentos recebendo o aditivo fitogênico oriundo da vagem da algaroba. Também não houve diferença nos dados de esvaziamento do conteúdo ruminal.

### **3. Discussão**

#### *4.1 Consumo de nutrientes, digestibilidade e comportamento animal*

O uso de compostos secundários de plantas na dieta de animais ruminantes pode causar uma série de distúrbios no metabolismo do animal, além de poder atuar diretamente em outras funções do organismo como o sistema nervoso central (ALI et al., 2012; MAHGOUB et al. 2005; KING'ORI et al., 2011). Entretanto, a utilização dos extratos do aditivo fitogênico não causou efeito sob o consumo tanto de matéria seca (MS) como de matéria orgânica (MO) nos animais. Já na digestibilidade houve efeito com a utilização dos extratos. Isso pode ter ocorrido devido a ação direta dos metabólitos secundários sob fermentação ruminal. De forma mais específica, os taninos condensados atuam diretamente na parede celular de protozoários, provocando a lise da célula e levando a morte. Com isso, o número de bactérias se torna maior e, conseqüentemente, uma degradação mais eficiente do alimento no rúmen, devido à existência de um maior número de bactérias atuando diretamente no alimento ingerido (BODAS et al., 2012).

Quando bactérias ruminais apresentam baixo peso molecular, se tornam mais susceptíveis a atuação dos taninos. Normalmente bactérias celulolíticas apresentam baixo peso molecular, sendo assim, quanto menor for o peso molecular da bactéria, maior será o efeito inibitório dos taninos sobre estes microrganismos (MCSWEENEY et al., 2001; PATRA, 2011). Além destes fatores, taninos condensados também têm a capacidade de se complexar com enzimas, causando assim alterações no metabolismo microbiano (BODAS et al., 2012), explicando assim que, todos estes fatores podem interferir no

consumo e digestibilidade da fibra em detergente neutro (FDN) e de carboidratos totais (CHOT). Entretanto, não houve variação ( $P>0,05$ ) destes dados nos ovinos recebendo o aditivo fitogênico.

Da mesma forma que acontece com as bactérias celulolíticas, as bactérias proteolíticas sofrem efeito inibitório pelo uso de taninos condensados no rúmen, resultando na diminuição tanto da proteólise como da degradação de peptídeos e aminoácidos de origem dietética (MCSWEENEY et al., 2001). O consumo de PB não apresentou variação, já a digestibilidade obteve diferença estatística ( $P<0,05$ ). Esta variação pode ter ocorrido devido a provável ligação da proteína da dieta com taninos condensados presentes no extrato da vagem de algaroba, tornando a degradação destas proteínas mais lenta no rúmen devido à dificuldade de atuação dos microrganismos sob este composto e fornecendo maior quantidade de proteína dietética para o intestino delgado. Este fato também ocorre com carboidratos no rúmen (MCSWEENEY et al., 2001). Este fato está diretamente ligado a variação da energia digestível (ED) ( $P<0,05$ ) com a utilização do aditivo fitogênico. Os taninos condensados, assim como outros compostos secundários de plantas, também são capazes de se ligar a membrana dos protozoários do rúmen, causando sua morte. Com a diminuição da população destes microrganismos no lúmen ruminal, há uma menor predação das bactérias Gram-negativas, um aumento no número de bactérias e conseqüentemente uma melhor fermentação dos nutrientes no rúmen (PATRA & SAXENA, 2009; BODAS et al., 2012), o que se associa a variação da digestibilidade da MS, MO, proteína microbiana ( $P_{mic}$ ) e a concentração do propionato no rúmen.

Outro fator que pode alterar o consumo da dieta como um todo pelos animais é a palatabilidade e fatores adstringentes dos metabólitos secundários. Porém, as concentrações utilizadas não chegaram a causar efeito significativo ( $P>0,05$ ) no consumo

da dieta, o que corrobora com os dados do comportamento animal, pois não houve efeito do aditivo sobre este.

Os metabólitos secundários da algaroba possuem efeito inibitório sobre as bactérias Gram-positivas e algumas Gram-negativas. As Gram-negativas possuem uma membrana externa hidrofílica que permite ser resistente a ação de compostos secundários como os taninos, saponinas e os óleos essenciais (NIKAIDO, 1994).

Em dietas para ruminantes a fibra é considerada essencial, pois fornece à microbiota ruminal o substrato necessário para que haja a produção de ácidos graxos de cadeia curta, que são as principais fontes de energia para os ruminantes. O teor de fibra também tem importante influência na mastigação, ruminação, salivação e a motilidade ruminal, visando manter em condições adequadas o ambiente ruminal, e conseqüentemente, a saúde animal. O fator responsável pelo estímulo à mastigação e ruminação dos alimentos pelos ruminantes é a fração fibrosa do alimento. As rações utilizadas para os animais foram as mesmas em todos os tratamentos e deste modo, não houve variação significativa ( $P>0,05$ ) no tempo de ruminação, de mastigação, alimentação e ócio como pode ser visto na Tabela 3.

#### *4.3 Balanço de nitrogênio e -proteína microbiana*

Os valores de proteína microbiana deste experimento foram relativamente baixos quando comparados com os valores de 130 gramas de proteína microbiana/kg de NDT estabelecidos pelo NRC (2001), porém estes valores são estipulados para bovinos e não há valores específicos sobre proteína microbiana de ovinos ou pequenos ruminantes. Após o pico da fase de crescimento animal, o crescimento muscular começa a diminuir enquanto a produção de gordura na carcaça aumenta, caracterizando assim a fase de manutenção do animal. Os animais do experimento se encontravam em fase de manutenção, e

devido a isso o consumo era baixo, conseqüentemente a produção de proteína microbiana também.

A produção de proteína microbiana depende principalmente da disponibilidade de N e carboidratos presentes no rúmen, de modo que o crescimento microbiano é maximizado pela sincronização da energia fermentável e a utilização do N no rúmen.

A utilização de compostos secundários de plantas como aditivo fitogênico para ovinos, tem como uma das mais importantes funções, a manipulação da fermentação ruminal. Desta forma, a ação do aditivo pode ter influenciado na maior produção de bactérias Gram-negativas, de modo que os taninos condensados combatem os protozoários, que são predadores naturais das bactérias, com isso a proliferação aumenta. Conseqüentemente, há uma degradação mais eficiente do alimento contido no rúmen e um maior aporte de proteína microbiana disponível ao animal (BODAS et al., 2012; PATRA & SAXENA, 2009; PATRA, 2011).

Devido a capacidade de os compostos secundários atuarem na inibição das bactérias metanogênicas, a concorrência pela utilização do H<sup>+</sup> livre no rúmen diminui para as bactérias Gram-negativas. Desta forma, ocorre uma maior produção de propionato (Tabela 5), menor perda de energia via metano e maior proliferação das bactérias Gram-negativas, resultando em uma maior quantidade de proteína microbiana para o animal (Tabela 6) e uma menor reprodução de *Archeas* metanogênicas no rúmen (BODAS et al., 2012; GONZÁLEZ et al., 2010), explicando assim, a variação (P<0,05) da Pmic nos tratamentos recebendo o aditivo fitogênico oriundo da vagem da algaroba.

#### 4.5 Parâmetros ruminais

Não houve influência do aditivo fitogênico (P>0,05) sobre as concentrações de acetato no rúmen. McSweeney et al. (2001), relataram que os taninos condensados podem

inibir o crescimento de bactérias celulolíticas. Por serem maiores produtoras de acetato, isto poderia influenciar tanto na produção de acetato no rúmen como na degradabilidade da celulose. Entretanto, não houve diferença tanto na concentração de acetato como na digestibilidade da FDN (Tabela 5 e 3, respectivamente), o que corrobora com os valores de taxa de ruminação e os parâmetros para esvaziamento do conteúdo ruminal que estão diretamente ligados com a FDN.

As concentrações de propionato obtiveram comportamento quadrático em relação aos níveis do extrato da vagem de algaroba ( $P < 0,05$ ). Os taninos possuem a capacidade de inibir o crescimento de bactérias gram-positivas e algumas gram-negativas, além de protozoários (PATRA e SAXENA, 2011; MCALLISTER et al., 2005; BODAS et al., 2012). As bactérias gram-negativas são, em sua maioria, produtoras de propionato no rúmen. Devido esta manipulação da microbiota ruminal feita pelos taninos condensados que estão presentes no extrato da vagem da algaroba, pode ser explicado a possibilidade de ter um maior número de bactérias gram-negativas no rúmen que, conseqüentemente produziram maior quantidade de propionato e causaram variação nos níveis de proteína microbiana (Tabela 4). A taxa de reprodução das bactérias gram-negativas é mais acelerada que as demais. Sendo assim, isto pode ser outro fator a interferir positivamente tanto na produção de propionato como na proteína microbiana.

Não houve alteração ( $P > 0,05$ ) do pH diante das concentrações de aditivo fitogênico. Normalmente, alterações no pH ruminal ocorrem devido a uma maior quantidade de concentrado na dieta. Porém, a dieta foi a mesma para todos os tratamentos (Tabela 2) e também não houve influência do extrato da vagem de algaroba sobre os níveis de pH dos tratamentos. Entre outros fatores, o  $H^+$  é de fundamental importância para a produção de propionato. Desta forma, boa parte do  $H^+$  livre no ambiente ruminal foi utilizado para a



produção deste AGCC, o que resultou na manutenção do pH em relação aos diferentes níveis de concentração do aditivo fitogênico.

Devido o propionato ter apresentado comportamento quadrático, este também obteve o mesmo comportamento em relação ao total, assim como o acetato obteve comportamento quadrático em relação ao total. Conseqüentemente, a relação acetato:propionato diminuiu, demonstrando que todos estes fatores atingiram ponto máximo com o extrato apresentando uma concentração em torno de 500 mg/ml da vagem da algaroba.

O N-NH<sub>3</sub> pode variar de forma negativa, quando os taninos se ligam a proteína impedindo que ocorra a proteólise no rúmen, assim liberando menos N-NH<sub>3</sub>. A variação pode ser positiva quando os níveis de proteína da dieta são elevados (BHATTA et al., 2004). Todavia, o aditivo fitogênico não causou efeito algum sobre as concentrações de N-NH<sub>3</sub> no rúmen.

## ***5. Conclusão***

Recomenda-se a concentração de 500 mg/ml do extrato da vagem de algaroba (*P. juliflora*) para melhorar a produção de ovinos em confinamento.

## ***Agradecimentos***

Agradecimento ao FACEP pelo financiamento do projeto, à CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) pela concessão da bolsa e ao Programa de Pós-graduação em Ciência Animal e Pastagem UAG/UFRPE pela oportunidade do mestrado.

## Referências

- Ali, A.S., Tudsri, S., Rungmekarat, S., 2012. Effect of Feeding *Prosopis juliflora* Pods and Leaves on Performance and Carcass Characteristics of Afar Sheep. *Nat. Sci.* 881, 871–881.
- Bhatta, R., Shinde, a. K., Verma, D.L., Sankhyan, S.K., Vaithiyanathan, S., 2004. Effect of supplementation containing polyethylene glycol (PEG)-6000 on intake, rumen fermentation pattern and growth in kids fed foliage of *Prosopis cineraria*. *Small Rumin. Res.* 52, 45–52. doi:10.1016/S0921-4488(03)00222-0
- Bodas, R., Prieto, N., García-González, R., Andrés, S., Giráldez, F.J., López, S., 2012. Manipulation of rumen fermentation and methane production with plant secondary metabolites. *Anim. Feed Sci. Technol.* 176, 78–93. doi:10.1016/j.anifeedsci.2012.07.010
- Durmic, Z., Blache, D., 2012. Bioactive plants and plant products: Effects on animal function, health and welfare. *Anim. Feed Sci. Technol.* 176, 150–162. doi:10.1016/j.anifeedsci.2012.07.018
- Durmic, Z., McSweeney, C.S., Kemp, G.W., Hutton, P., Wallace, R.J., Vercoe, P.E., 2008. Australian plants with potential to inhibit bacteria and processes involved in ruminal biohydrogenation of fatty acids. *Anim. Feed Sci. Technol.* 145, 271–284. doi:10.1016/j.anifeedsci.2007.05.052
- Flachowsky, G., Lebzien, P., 2012. Effects of phytogenic substances on rumen fermentation and methane emissions: A proposal for a research process. *Anim. Feed Sci. Technol.* 176, 70–77. doi:10.1016/j.anifeedsci.2012.07.009
- García-González, R., González, J.S., López, S., 2010. Decrease of ruminal methane production in Rusitec fermenters through the addition of plant material from rhubarb (*Rheum spp.*) and alder buckthorn (*Frangula alnus*). *J. Dairy Sci.* 93, 3755–3763. doi:10.3168/jds.2010-3107
- Ítavo, C.C.B.F., Morais, M.G., Costa, C., Ítavo, L.C.V., Franco, G.L., da Silva, J.A., Reis, F.A., 2011. Addition of propolis or monensin in the diet: Behavior and productivity of lambs in feedlot. *Anim. Feed Sci. Technol.* 165, 161–166. doi:10.1016/j.anifeedsci.2011.02.020
- King`ori, A.M., Odero-Waitituh, J.A., Guliye, A.Y., 2011. Mathenge (*Prosopis juliflora*): An Underutilized Livestock Feed Resource in Kenya. *Res. J. Anim. Sci.*
- Mahgoub, O., Kadim, I.T., Forsberg, N.E., Al-Ajmi, D.S., Al-Saqry, N.M., Al-Abri, A.S., Annamalai, K., 2005. Evaluation of Meskit (*Prosopis juliflora*) pods as a feed for goats. *Anim. Feed Sci. Technol.* 121, 319–327. doi:10.1016/j.anifeedsci.2005.01.016
- Martin, C., Morgavi, D.P., Doreau, M., 2010. Methane mitigation in ruminants: from

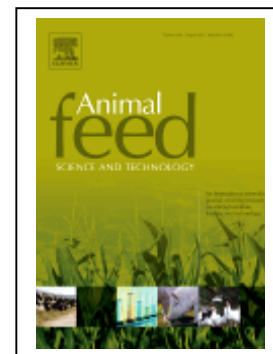
- microbe to the farm scale. *Animal* 4, 351. doi:10.1017/S1751731109990620
- McSweeney, C.S., Palmer, B., Bunch, R., Krause, D.O., 2001. Effect of the tropical forage calliandra on microbial protein synthesis and ecology in the rumen. *J. Appl. Microbiol.* 90, 78–88. doi:10.1046/j.1365-2672.2001.01220.x
- Nisbet, D.J., Callaway, T.R., Edrington, T.S., Anderson, R.C., Krueger, N., 2009. Effects of the dicarboxylic acids malate and fumarate on *E. coli* O157:H7 and salmonella enterica typhimurium populations in pure culture and in mixed ruminal microorganism fermentations. *Curr. Microbiol.* 58, 488–492. doi:10.1007/s00284-008-9351-1
- Oskoueian, E., Abdullah, N., Oskoueian, A., 2013. Effects of flavonoids on rumen fermentation activity, methane production, and microbial population. *Biomed Res. Int.* 2013, 349129. doi:10.1155/2013/349129
- Patra, A.K., Saxena, J., 2011. Exploitation of dietary tannins to improve rumen metabolism and ruminant nutrition. *J. Sci. Food Agric.* 91, 24–37. doi:10.1002/jsfa.4152
- Patra, A.K., Saxena, J., 2009. The effect and mode of action of saponins on the microbial populations and fermentation in the rumen and ruminant production. *Nutr. Res. Rev.* 22, 204. doi:10.1017/S0954422409990163
- Wallace, R.J., 2004. Antimicrobial properties of plant secondary metabolites. *Proc. Nutr. Soc.* 63, 621–629. doi:10.1079/PNS2004393
- William, K., 2015. Mesquite ( *Prosopis juliflora* ): Livestock Grazing , Its Toxicity and Management 2.

**ANEXOS**

## ANIMAL FEED SCIENCE AND TECHNOLOGY

### Descrição

Ração Animal Ciência e Tecnologia é uma revista única publicar artigos científicos de internacional interesse com foco em alimentos para animais e sua alimentação. Artigos descrevendo investigações sobre a alimentação de ruminantes e não ruminantes, incluindo aves, cavalos, animais de companhia e animais aquáticos.



### Artigo Estrutura

Os manuscritos devem ter linhas numeradas, com margens amplas e espaço duplo em todo, ou seja, também para resumos, notas de rodapé e referências. Cada página do manuscrito, incluindo a página do título, referências, tabelas, etc., devem ser numeradas de forma contínua. No entanto, no texto deverá ser feita qualquer referência a números de página; se necessário, pode-se consultar as secções. Evite o uso excessivo de itálico para destacar parte do texto.

### Introdução

Expor os objetivos do trabalho e fornecer uma base adequada, evitando uma literatura detalhada ou um resumo dos resultados

### Material e métodos

Fornecer detalhes suficientes para permitir que o trabalho seja reproduzido. Métodos já publicados devem ser indicados por uma referência: apenas alterações relevantes devem ser descritos.

Se for feita referência a AOAC, ISO ou procedimento analítico semelhante (s), o número (s) de identificação procedimento específico devem ser citados. Um número de referência para a fibra em detergente neutro e ácido existe (FDN, FDA) ensaios, e uma referência alternativa para o agora out-of-print USDA Agricultura Handbook 379 deve ser utilizado. Há muitas opções para FDN e FDA ensaios (por exemplo, sulfato de sódio, alfa-amilase, a cinza residual), que devem ser especificados no texto. Para mais detalhes veja o editorial do Vol. 118 / 3-4.

### Resultados

Os resultados devem ser claras e concisas.

### Discussão

Este deve explorar o significado dos resultados do trabalho, e não repeti-los. Evite citações extensas e discussão de literatura publicada. "Resultados e Discussão" combinados seções só são aceitáveis para 'Curtas Communications', exceto em circunstâncias imperiosas.

### Conclusões

As principais conclusões do estudo podem ser apresentadas em uma seção Conclusões

curtas, o que pode ficar sozinho ou formar uma subseção de uma seção Discussão ou Resultados e.

### **Abstract**

O resumo deve ser claro, descritivo e não mais do que 400 palavras. Ele deve conter as seguintes informações específicas: efeitos de estudo; tratamentos experimentais utilizados; os resultados obtidos, de preferência, com dados quantitativos; significância dos resultados; conclusões; implicações dos resultados se for caso disso.

### **Destaques**

Destaques são obrigatórios para esta revista. Eles consistem de uma pequena coleção de pontos de bala que transmitem as conclusões principais do artigo e devem ser apresentadas em um arquivo editável separado no sistema de submissão online. Utilize 'Destaques' no nome do arquivo e incluir 3 a 5 pontos de bala (máximo de 85 caracteres, incluindo espaços, por ponto de bala). Veja <http://www.elsevier.com/highlights> para exemplos.

### **Palavras-chave**

Imediatamente após o resumo, fornecer um máximo de 6 palavras-chave, usando a ortografia americana e evitando termos gerais e plurais e diversos conceitos (evitar, por exemplo, 'e', 'de'). Ser poupadores com abreviaturas: apenas abreviaturas firmemente estabelecidas no campo pode ser elegível. Essas palavras-chave será usada para fins de indexação.

### **Agradecimentos**

Agrupar reconhecimentos em uma seção separada no final do artigo, antes das referências e não fazem, portanto, incluí-las na página de título, como uma nota de rodapé ao título ou de outra forma. Liste aqui aqueles indivíduos que prestaram ajuda durante a pesquisa (por exemplo, proporcionando a ajuda da língua, escrita assistência ou a prova de ler o artigo, etc.).

### **Tabelas**

Por favor envie tabelas como texto editável e não como imagens. Os quadros podem ser colocados quer ao lado do texto relevante no artigo, ou na página (s) separada no final. Tabelas de números consecutivamente de acordo com o seu aparecimento no texto e colocar todas as notas da tabela abaixo do corpo da tabela. Seja poupar na utilização de tabelas e assegurar que os dados apresentados na deles não duplicar os resultados descritos noutro local no artigo. Por favor, evite o uso de regras verticais.

### **Referências**

Todas as publicações citadas no texto devem ser apresentadas em uma lista de referências a seguir o texto do manuscrito. O manuscrito deve ser cuidadosamente verificado para garantir que a grafia dos nomes dos autores e datas são exatamente as mesmas no texto como na lista de referências. Referências publicadas no diferente do idioma Inglês deve ser evitado, mas são aceitáveis se incluírem uma língua Inglês 'abstrato' e o número de referências de linguagem não-ingleses citados são razoáveis (na exibição do Editor de manipulação) em relação ao número total de referências citadas.

As referências citadas em conjunto no texto devem ser organizadas em ordem cronológica. A lista de referências deve ser organizada em ordem alfabética em nome dos autores e cronologicamente por autor. Publicações do mesmo autor (s) no mesmo ano devem ser listada como 2001a, 2001b, etc.

### **Referências da Web**

No mínimo, a URL completa deve ser dada e a data em que a referência foi acessada pela última vez. Quaisquer informações adicionais, se for conhecida (DOI, nomes de autores, datas, referência a uma publicação de origem, etc.), deve também ser dada. Referências da Web podem ser listados separadamente (por exemplo, após a lista de referências) sob um título diferente, se desejado, ou pode ser incluído na lista de referências.

### **Estilo de referência**

*Texto:* Todas as citações no texto devem referir-se a:

1. *Autor único:* o nome do autor (sem iniciais, a menos que haja ambiguidade) e do ano de publicação;
2. *Dois autores:* ambos os nomes dos autores e o ano de publicação;
3. *Três ou mais autores:* 'et al.' nome do primeiro autor, seguido por e o ano de publicação.

As citações podem ser feitas diretamente (ou parênteses). Grupos de referências devem ser listadas em ordem alfabética primeiro, em seguida, em ordem cronológica.

Exemplos: "como demonstrado (Allan, 2000a, 2000b, 1999; e Allan Jones, 1999). Kramer et ai. (2010) demonstraram recentemente .... "

*Lista:* As referências devem ser organizadas em ordem alfabética primeiro e depois ainda ordenados cronologicamente, se necessário. Mais de uma referência do mesmo autor (es), no mesmo ano, devem ser identificados pelas letras 'a', 'b', 'c', etc., colocado após o ano de publicação.

Exemplos:

Referência a uma publicação revista:

Van der Geer, J., Hanraads, JAJ, Lupton, RA, 2010. A arte de escrever um artigo científico. **J. Sci.Comm.** 163, 51-59

Referência a um livro:

Strunk Jr., W., Branco, EB, 2000. **The Elements of Style**, quarta ed. Longman, New York. Referência a um capítulo em um livro editado: Mettam, GR, Adams, LB, 2009.

As referências relativas aos dados não publicados e "comunicações pessoais" não devem ser citadas na lista de referências, mas podem ser mencionadas no texto.