



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**

COMPORTAMENTO INGESTIVO DE VACAS EM LACTAÇÃO ALIMENTADAS  
COM DIETAS CONTENDO TANINO

ANTÔNIO DA COSTA PINHEIRO  
Zootecnista

AREIA, PB  
FEVEREIRO DE 2016

**ANTÔNIO DA COSTA PINHEIRO**

**COMPORTAMENTO INGESTIVO DE VACAS EM LACTAÇÃO ALIMENTADAS  
COM DIETAS CONTENDO TANINO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Federal da Paraíba como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Zootecnia.

Área de concentração: Produção Animal

**Comitê de Orientação**

Prof. Dr. Edilson Paes Saraiva - Orientador Principal

Prof. Dr. Severino Gonzaga Neto

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Carla Aparecida Soares Saraiva

**AREIA, PB  
FEVEREIRO DE 2016**



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**

**PARECER DE DEFESA DO TRABALHO DE DISSERTAÇÃO**

**TÍTULO: “Comportamento ingestivo de vacas em lactação alimentadas com dietas contendo tanino”,**

**AUTOR: ANTONIO DA COSTA PINHEIRO**

**ORIENTADOR: Prof. Dr. Edilson Paes Saraiva**

**J U L G A M E N T O**

**CONCEITO: APROVADO**

**EXAMINADORES:**

**Prof. Dr. Severino Gonzaga Neto  
Presidente  
Universidade Federal da Paraíba**

**Profa. Dra. Juliana Silva de Oliveira  
Examinadora  
Universidade Federal da Paraíba**

**Prof. Dr. Bonifácio Benício de Souza  
Examinador  
Universidade Federal Campina Grande**

**Areia, 29 de fevereiro de 2016**

## **BIOGRAFIA DO AUTOR**

**ANTÔNIO DA COSTA PINHEIRO** - Nascido em 16 de fevereiro de 1990, na cidade de Areia - PB e residente no município de Areia - PB, onde estudou na Escola Municipal Prof. Abel Barbosa da Silva durante o ensino fundamental, tendo concluído em 2006. Em 2007, ingressou na Escola Estadual de Ensino Fundamental e Médio Ministro José Américo de Almeida - PB, concluindo o ensino médio em 2008. Em setembro de 2009 ingressou no curso de Zootecnia, pelo Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba, formando-se em abril de 2014. Quando acadêmica do Curso de Zootecnia, desenvolveu pesquisa na área de Bioclimatologia e Etologia Animal, sendo bolsista a partir do 2º semestre, ano de 2010, do Programa de Iniciação Científica (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq), durante 36 meses. Durante o 8º e 9º semestre, ano de 2013, atuou como monitor na disciplina de Tecnologia e Produção de Bovinos de Corte, sendo um semestre como aluno voluntário e um semestre como aluno bolsista do Programa de Monitorias do Departamento de Zootecnia (DZ/CCA/UFPB). Em março de 2014, ingressou no Curso de Mestrado em Zootecnia da Universidade Federal da Paraíba (UFPB), sob a orientação do Prof. Dr. Edilson Paes Saraiva, no qual foi bolsista da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES, desenvolvendo sua pesquisa nas áreas de Nutrição de Ruminantes e Etologia Animal.

## **DEDICO**

Aos meus pais, Fernando Alves Pinheiro e Severina da Costa Pinheiro pela educação, respeito e apoio que me passaram mesmo estando tão perto e ao mesmo tempo tão longe.

Aos meus irmãos Fernando, Elizangela, Eliane, Francilene, Fabiana e sobrinhos Sophia e Marcylio, pelo carinho, alegria e incentivo.

Aos meus avós e tios, pelo apoio, incentivo e palavras de coragem.

A minha noiva Victória Rhégia pelo amor, carinho, companheirismo e compreensão antes e durante e após a elaboração deste trabalho.

*“Conhecimento sem transformação não é sabedoria”*  
**Paulo Coelho**

## AGRADECIMENTOS

À Deus, por me guiar, iluminar, não me ter deixado desistir diante das dificuldades, e pelas oportunidades a mim concedida durante a vida e carreira acadêmica.

À Universidade Federal da Paraíba - UFPB, através do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, pela oportunidade de realização deste curso e pelos conhecimentos e oportunidades que me foram e serão proporcionados ao longo de toda a vida acadêmica

Ao professor Edilson Paes Saraiva, pela orientação, incentivo, confiança, dedicação e conhecimentos a mim compartilhados durante minha formação acadêmica.

A todos os professores do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, pelos ensinamentos, críticas e sugestões ocorrida durante o curso.

Aos meus co-orientadores Prof. Dr. Severino Gonzaga Neto e Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Carla Aparecida Soares Saraiva, pelos ensinamentos no decorrer da vida acadêmica e valiosas sugestões na confecção deste trabalho

Ao doutorando Vinicius de França Carvalho Fonseca pelas importantes e valorosas explicações, além do auxílio na elaboração e execução deste trabalho e pela amizade.

A todos os amigos do BioEt (Grupo de Pesquisa Estudo em Bioclimatologia e Etologia Animal) que fizeram parte de uma grande equipe ajudando na elaboração e condução do experimento e colheita de dados: Elivania Almeida, Severino Guilherme, Mikael Leal, Josinaldo Araújo, Raniere Paulino, Thiago Moraes, Larissa Kellen e Pedro José.

A todos meus colegas da turma 2014-2016 do PPGZ pelo convívio, horas de estudos, momentos de descontração, conversas fora de hora e amizade que certamente levarei para toda vida.

Às amigas e colegas do trabalho Ana Jaqueline e Carla Souza pela amizade, colaboração, paciência e solução de alguns “aperreios” ocorrido durante a montagem e execução do trabalho.

À todos os novos amigos de Bovinocultura que ocorreram durante a realização do trabalho: Elton, Aianne, Flávio, Gabriel Teodoro, Jamily, Tarcieli, Adaias, Helinaldo, Luciana, Francisco, Erick Paiva, Pedro Borba, João Paulo, Kelayne, Mateus, Felipe Ivo, Ítalo, Thaiano, Luã, Samara; e demais amigos: Edgley, Leonilson, Gilmara, Luana, Ataliba Jr (Juninho), David, Natália, Dariane, Anderson, Kleitiane, Elizabete, Arthur, pela paciência, dedicação e colaboração durante a realização do trabalho e sempre que possível se fizeram presentes.

À uma pessoa muito especial em minha vida - Victória Rhégia (Maria): pelo apoio, ajuda, paciência, compreensão, horas de sono perdidas, confiança e incentivo na condução do

trabalho e por se continuar presente em todos os momentos, não me deixando desistir diante dos desafios. Muito obrigado!!!

Aos funcionários do Setor de Bovinocultura Leandro, Cristiano (Pio) e Carlos Augusto sem a colaboração deles o experimento não teria sido tão bem realizado.

Enfim, a todos (as) que direta ou indiretamente colaboraram para a realização da minha formação e concretização desse trabalho, os meus sinceros agradecimentos.

**E MUITO OBRIGADO!!!**

## SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS .....	x
LISTA DE TABELAS.....	xi
RESUMO GERAL .....	12
Artigo I - Taninos na alimentação de vacas em lactação: sua influência no comportamento ingestivo – uma revisão .....	14
RESUMO .....	14
INTRODUÇÃO .....	15
REFERENCIAL TEÓRICO .....	17
Taninos: Propriedades químicas e estruturais .....	17
Nutrição de Ruminantes: Influência dos compostos fenólicos .....	19
Processos cognitivos: Experiência e aprendizagem .....	21
Adaptação e aversão a alimentos novos: Modificação no padrão ingestivo .....	22
CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	24
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICA .....	25
Artigo II - Efeito do teor de tanino no comportamento ingestivo de vacas mestiças em lactação .....	30
RESUMO .....	30
INTRODUÇÃO .....	32
MATERIAL E MÉTODOS .....	33
Local do Experimento.....	33
Período experimental.....	34
Manejo Alimentar .....	34
Caracterização climática do ambiente .....	36
Consumo de Água .....	38
Comportamento ingestivo.....	38
Análise estatística .....	39
RESULTADOS.....	40

<i>Efeito da alimentação de tanino no comportamento ingestivo de vacas em lactação em diferentes fases de adaptação</i> .....	40
<i>Varição diária no comportamento ingestivo de vacas em lactação alimentadas com tanino</i> .....	45
<i>Consumo de água</i> .....	47
DISCUSSÃO.....	47
CONCLUSÕES.....	50
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	51

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Exemplo de tanino hidrolisável .....	18
<b>Figura 2.</b> Unidade básica dos taninos condensados.....	19
<b>Figura 3.</b> Variáveis climáticas temperatura do ar (Tamb), globo negro (TGN) e da umidade relativa do ar (UR) ao longo dos horários do dia .....	37
<b>Figura 4.</b> Tempo diário de ingestão de volumoso de vacas em lactação alimentadas com diferentes níveis de tanino em três fases de adaptação.....	44
<b>Figura 5.</b> Tempo diário de ingestão de concentrado de vacas em lactação alimentadas com diferentes níveis de tanino em três fases de adaptação.....	44
<b>Figura 6.</b> Tempo diário para ingestão de concentrado, 180 minutos após a distribuição do alimento, de vacas em lactação alimentadas com tanino.....	45
<b>Figura 7.</b> Tempo médio de ingestão de concentrado de vacas em lactação alimentadas com tanino em três fases de adaptação ao longo dos horários do dia .....	46
<b>Figura 8.</b> Consumo médio diário de água de vacas em lactação alimentadas com diferentes níveis de tanino.....	47

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1.</b> Composição nutricional dos ingredientes das dietas experimentais com base na MS (%) .....	35
<b>Tabela 2.</b> Percentual dos ingredientes e composição nutricional das dietas experimentais	36
<b>Tabela 3.</b> Médias das variáveis bioclimáticas: temperatura do ar de máxima (T <sub>máx</sub> ), mínima (T <sub>mín</sub> ), ambiente (T <sub>amb</sub> ), globo negro (TGN) e da umidade relativa do ar (UR) e do índice de temperatura de globo e umidade (ITGU). .....	37
<b>Tabela 4.</b> Percentagem de tempo diário total de alimentação, ruminação, ócio e ingestão de água de vacas em lactação alimentadas com diferentes níveis de tanino em três fases de adaptação .....	41
<b>Tabela 5.</b> Frequências das variáveis de excreção de fezes e urina e de visitas ao comedouro e bebedouro de vacas em lactação alimentadas com diferentes níveis de tanino em três fases de adaptação .....	42
<b>Tabela 6.</b> Proporção do tempo despendido na ingestão diária de volumoso e concentrado de vacas em lactação alimentadas com diferentes níveis de tanino em três fases de adaptação .....	43

## COMPORTAMENTO INGESTIVO DE VACAS EM LACTAÇÃO ALIMENTADAS COM DIETAS CONTENDO TANINO

**RESUMO GERAL:** Objetivou-se, a partir deste estudo, avaliar a influência da inclusão de níveis de tanino sobre o padrão ingestivo de vacas mestiças em lactação. Utilizou-se um delineamento quadrado latino 5 x 5, sendo 5 níveis de tanino na dieta (0; 1,3; 2,6; 3,9; e 5,2% com base na MS) e 5 vacas primíparas mestiças (Holandês x Zebu) com peso vivo médio inicial de  $\pm 420$ kg e nível de produção média de  $\pm 18$ kg/dia. A etapa experimental foi compreendida de 100 dias, ao qual foi dividido em 5 períodos de 20 dias cada, subdivididos em três fases para a coleta de dados comportamentais: 1º e 2º (fase I); 9º e 10º (fase II); e 17º e 19º (fase III) dias. As variáveis comportamentais ingestivas foram mensuradas de forma contínua durante 24 horas, sendo expressas como estados e eventos de ingestão de alimento e água; estados de ruminação e ócio; e eventos de visitas ao comedouro e bebedouro e de excreção de urina e fezes. A partir dos dados de ingestão de alimento, foi calculado o tempo diário de ingestão de volumoso e concentrado, o tempo despendido para a ingestão de concentrado 180 minutos após a distribuição do alimento e a variação no tempo diário para a ingestão de concentrado. A água foi fornecida *ad libitum*, ocorrendo a mensuração do consumo diário (L/dia) durante os períodos de avaliação comportamental. Para caracterizar o microclima do ambiente, foi avaliado a temperatura ambiente, máxima e mínima do ar, de globo negro (Tgn) e a umidade relativa do ar (UR). De acordo com os resultados obtidos, conclui-se que a inclusão de 5,2% de tanino com base na matéria seca na dieta de vacas em lactação pode ser empregada sem que ocorra variações no tempo diário de ingestão de alimentos, e os efeitos decorrente da ingestão de concentrado com 5,2% de taninos são atenuados por meio de pequenos picos de tempos alimentares diário, posteriores a 180 minutos após distribuição da dieta, e através do aumento na quantidade diária de água ingerida a medida que a quantidade de tanino da dieta aumenta a partir do nível de 3,9%, com base na matéria seca.

**Palavras-chave:** adaptação, compostos fenólicos, ingestão de concentrado, manejo alimentar

## **INGESTIVE BEHAVIOR OF LACTATING COWS FED DIETS CONTAINING TANNIN**

**ABSTRACT:** The objective of from this study to evaluate the influence of the inclusion of tannin levels on the ingestive pattern of lactating crossbred cows. We used a 5 x 5 Latin Square design, with 5 tannin levels in the diet (0, 1.3, 2.6, 3.9, and 5.2% on DM basis) and 5 cows crossbred primiparous (Holstein x Zebu) with average weight  $\pm 420$ kg and average production level of  $\pm 18$  kg / day. The experimental stage was comprised of 100 days, which was divided into five periods of 20 days each, subdivided into three phases to collect behavioral data: 1 and 2 (Phase I); 9 and 10 (phase II); and 17 and 19 (phase III) days. The ingestive behavioral variables were measured a continuous basis during 24 hours, and expressed as states and events of food intake and water; states of rumination and idleness; and events visits to the feeder and drinker and excretion of urine and feces. From the food intake data, the time daily intake of roughage and concentrate has been calculated, the time taken to concentrate the 180 minutes of ingestion after the food distribution and the variation in time daily to the intake of concentrate. Water was provided ad libitum occurring measurement of daily consumption (L / day) during periods of behavioral evaluation. To characterize the environmental microclimate, it was evaluated at ambient temperature, maximum and minimum air, black globe (T<sub>bg</sub>) and relative humidity (RH). According to the results, it is concluded that inclusion of 5.2% of tannin on the basis of dry matter in the diet of dairy cows can be employed without the occurrence of variations in daily food intake time, and the effects due concentrated intake with 5.2% tannin are attenuated by small peaks daily feeding times later 180 min after diet distribution, and by increasing the daily ingested amount of water the measure the amount of tannin diet increases from the level of 3.9% based on dry matter.

**Keywords:** adaptation, phenol compounds, concentrate intake, feed management

**Taninos na alimentação de vacas em lactação: sua influência no comportamento ingestivo – uma revisão**

---

**RESUMO:** Objetivou-se a partir dessa revisão, abordar aspectos ligados a influência da presença de tanino no comportamento ingestivo de vacas em lactação, a partir de relatos encontrados na literatura vigente. Foram abordadas informações que retratam da influência de compostos do metabolismo secundário dos vegetais na alimentação de ruminantes, sobretudo, taninos e vacas em lactação, com enfoque na maneira como que esses animais reagem com a presença desses compostos em sua alimentação. A partir do que foi observado, verificou-se que a presença de alimentos contendo tanino, causam alterações no comportamento ingestivo e podem afetar o desempenho dos animais. Assim, os animais se utilizam de uma série de mecanismos interligados, que vão desde alterações fisiológicas a mudanças comportamentais, para contornar os efeitos negativos causado pela presença de tanino na dieta. Dessa forma, os animais modulam seu comportamento ingestivo através de experiências e aprendizados alimentares anteriores, havendo a evitação ou diminuição da ingestão de alimentos que se tornam aversivos ao seu paladar. Ademais, os animais se utilizam das características sensoriais presentes nos alimentos para criar sabores específicos, pelo qual ele pode associar um determinado alimento com consequências pós-ingestiva e assim modificar o seu comportamento ingestivo. Assim, sugere-se que ocorram alternativas de manejo eficientes para diminuir a exposição dos animais a espécies de plantas que contenham elevadas quantidades de taninos ou com características de adstringência a seu paladar, e dessa forma evitar que ocorram situações pós-ingestiva negativas advinda da ingestão de tanino que possa modificar o seu comportamento ingestivo causando perdas de desempenho.

**Palavras-chave:** bovinocultura de leite, compostos secundários, padrão ingestivo

**Abstract:** The objective since this revision, broach aspects linked the influence of tannin in the feeding behavior of lactating cows, from reports found in the current literature. Information were addressed to portray the influence of the secondary metabolism of the plant compounds in ruminant feed mainly tannins and lactating cattle, with a focus on how these animals react with the presence of these compounds in their food. From what was observed, it was found that the presence of foods containing tannin, cause alterations in feeding behavior and can affect the performance of the animals. Thus, the animals using a series of interrelated mechanisms, ranging from physiological changes behavioral changes, to circumvent the negative effects caused by the presence of tannin in the diet. That way, the animals modulate their ingestion behavior through previous experiences and learnings food, with the avoidance or reduction of food intake that become aversive to your palate. Moreover, the animals use the sensory characteristics present in food to create specific flavors, for which he can associate a particular food with post-ingestive consequences and thus change their ingestion behavior. Thus, it is suggested that occur efficient management alternatives to reduce the exposure of the animals to species of plants containing high amounts of tannins or astringent characteristics to his palate and thus avoid the possibility of post-ingestive situations negative arising from the ingestion tannin that can change their ingestion behavior causing performance losses.

**Keywords:** dairy cattle, secondary compounds, pattern intake

## INTRODUÇÃO

Devido ao custo dos alimentos e às características edafoclimáticas de algumas regiões, fontes alternativas na alimentação de bovinos associadas a plantas adaptadas à região vêm sendo estudadas a fim de minimizar os custos de produção. No entanto, esta substituição de alimentos da dieta por ingredientes alternativos pode ser limitada pela presença de fatores antinutricionais ou pela composição bromatológica dos alimentos a serem inseridos. Neste contexto, o sorgo apresenta-se como um ingrediente favorável a essa substituição. Entretanto, espécies de sorgo com alto teor de taninos quando incorporados nas dietas ou usado como alimento suplementar, agrega quantidades consideráveis de taninos que podem proporcionar aos animais menores resultados de desempenho e de utilização biológica do alimento.

Os taninos são conhecidos por serem um dos principais componentes decorrentes do metabolismo secundário das plantas que afeta o valor nutricional da dieta e a aceitabilidade de alguns alimentos pelos animais. Nesse sentido, alguns estudos têm reportado relações negativas da concentração de taninos nas características ingestivas de algumas espécies de ruminantes como ovinos (MOTE et al., 2008; MOLLE et al., 2009), caprinos (DUNCAN e YOUNG, 2002; LANDAU et al., 2002) e bovinos (LANDAU, et al., 2000; MEZZOMO et al., 2011).

Embora os efeitos de fatores bióticos tais como quantidade, qualidade e características nutricionais da forragem e a influência de fatores climáticos no comportamento de pastejo sejam geralmente entendidos (principalmente em mamíferos em pastejo), existe ainda um entendimento pouco elucidado na literatura a respeito dos efeitos do tanino no comportamento ingestivo de bovinos em condições de confinamento. Além disso, alguns estudos têm considerado uma variedade de mecanismos interligados, que são utilizados pelos animais para contornar os efeitos negativos dos taninos (ESTELL, 2010). Esses mecanismos vão desde a secreção fisiológica de proteínas salivares ricas em prolina, a estratégias comportamentais como evitação do alimento, regulação do consumo de alimentos com tanino abaixo de certos limites, amostragens cuidadosas do alimento, alterações no tempo de contato com a alimentação e a mudança na sua dieta ou consumo de uma dieta variada contendo diferentes alimentos (MAKKAR, 2003).

Normalmente, o comportamento alimentar de seleção e ingestão de alimentos necessários para o crescimento e manutenção, é precedido por um comportamento de procura do alimento pelo animal. Porém, os custos associados com a obtenção de alimentos podem se tornar preponderantes sobre a motivação do animal nessa busca, principalmente quando esse alimento apresenta uma característica de adstringência ao seu paladar.

A presença de tanino na dieta de novilhas foi associada por LANDAU et al. (2000), ao reduzido consumo de ração e a menor duração de tempo na busca por alimento, principalmente no primeiro momento de contato com o alimento imediatamente após a distribuição da dieta. Menor tempo de pastejo em ambiente com vegetação rica em taninos foi observado por LANDAU et al. (2002) para cabras em lactação.

Os animais parecem modificar seu comportamento ingestivo quando reconhecem situações alimentares que se tornam aversivas ao seu paladar. Essa modificação no padrão ingestivo também se deve ao reforço negativo causado pelo sabor do alimento. A probabilidade para o animal ingerir determinados alimentos aumenta à medida que o sabor

se torne agradável a seu paladar. No entanto, uma resposta para evitar uma consequência negativa advinda da ingestão, é aumentada devido a experiências de ingestões anteriores.

Portanto, os animais podem aprender qual alimento ingerir devido ao reforço negativo ou positivo causado pelo sabor ou ingestão do alimento, levando-o a alterações no seu padrão diário de ingestão para que uma situação prejudicial ou desagradável futura possa ser prevenida. É uma das principais consequências advinda desse aprendizado é a evitação do consumo desses alimentos, ao qual, se caracteriza como um aprendizado de caráter adaptativo no enfrentamento de alimentos tóxicos, ou de alguma forma, nocivos ao seu paladar.

Assim, objetiva-se a partir desta revisão, abordar aspectos ligados a influência da presença de tanino no comportamento ingestivo de vacas em lactação em sistema de manejo intensivo.

## **REFERENCIAL TEÓRICO**

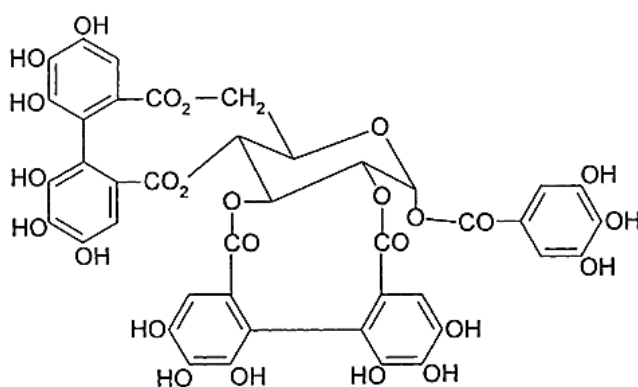
### **Taninos: Propriedades químicas e estruturais**

Taninos são compostos fenólicos decorrente do metabolismo secundário de plantas e são amplamente distribuídos através do reino vegetal, especialmente em plantas leguminosas (MIN et al., 2003). O termo “tanino” refere-se a “curtimento” (do inglês tanning) ou conservação de peles para criação de couro (WAGHORN, 2008), ao qual era feito com a cascas de azinheiras (*Quercus ilex*), carvalhos (*Quercus sp*), entre outras árvores que apresentam esse composto (FRUTOS et al., 2004).

Nas plantas, os taninos estão localizados em vacúolos celulares nas folhas e no tegumento das sementes (CABRAL FILHO, 2004). Apesar de ainda não estar bem entendido os motivos que fazem com que as plantas sintetizam esses compostos secundários, mas a princípio, acredita-se que estariam relacionados à defesa das plantas, podendo exercer influência no valor nutritivo das forragens contra o ataque de herbívoros e fungos (ÁVILA, 2013).

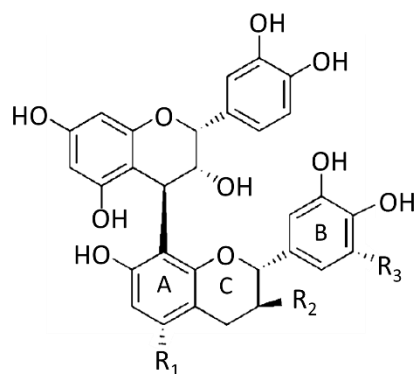
Os taninos se diferenciam em sua estrutura química e reatividade em relação a reagentes hidrolíticos, e podem ser classificados em dois grupos: taninos hidrolisáveis e taninos condensados (KUMAR e VAITHIYANATHAN, 1990). Os taninos hidrolisáveis (TH) em sua maioria são constituídos em seu núcleo central por um carboidrato (principalmente de glicose) cujo grupos hidroxila do núcleo são esterificados com ácidos

fenólicos, principalmente ácido gálico ou ácido hexahidroxidifenico (FRUTOS et al., 2004; Figura 1). Podem ser encontrados em cascas, folhas, frutos, galhos e ramos de árvores das espécies *Rhus* sp., *Caesalpinia* sp., *Acácia* sp., *Quercus* sp., *Castanea* sp., *Terminalia* sp., e *Eucalyptus* sp., (MUELLER-HARVEY, 2001). Apresentam a característica de serem passíveis a hidrólise em ambiente ruminal. Podem torna-se tóxicos, especialmente quando grandes quantidades são ofertadas para os ruminantes com tempo insuficiente para adaptação da microbiota ruminal. No entanto, WAGHORN (2008) cita que os animais ruminantes podem adaptar-se a dietas contendo taninos hidrolisáveis para que níveis aceitáveis de produção sejam alcançados com a correta administração na alimentação.



**Figura 1.** Exemplo de tanino hidrolisável (Adaptado de MUELLER-HARVEY, 2001)

Os taninos condensados é o grupo de polifenóis mais estudados, por se apresentarem em maior abundância no reino vegetal (LAMY et al., 2011). Estruturalmente, o grupo flavonol é a unidade básica dos taninos condensados, apresentando monômeros conhecidos como catequinas ligadas nas posições 2 e 3 do “anel C”. Os flavonóis apresentam três radicais ou grupos substitutos (R1, R2 e R3; Figura 2). Estes grupos podem ser “H” ou “OH” e estão diretamente relacionados com atividade da molécula e com a capacidade de formar ligações com outras moléculas (SCHOFIELD et al., 2001).



**Figura 2.** Unidade básica dos taninos condensados. (Adaptado de QUIDEAU et al., 2011)

Os taninos condensados ocorrem normalmente nos vacúolos das células e são capazes de interagir na nutrição de ruminantes devido à sua reatividade com as proteínas forrageiras após a planta ter sido mastigada (MIN et al., 2003), sendo um tipo comum de tanino encontrado em espécies de dicotiledôneas, leguminosas forrageiras e arbustos, ocorrendo com menor frequência em gramíneas (MIN et al., 2003; WAGHORN, 2008) enquanto que os taninos hidrolisáveis raramente ocorrem em plantas forrageiras tropicais (WAGHORN e MCNABB, 2003).

Apesar do papel dos taninos no metabolismo das plantas não serem bem elucidados na literatura, os seus efeitos sobre a atividade fermentativa (HÉRVAS et al., 2003; AMMAR et al., 2009) e digestiva de ruminantes estão se tornando cada vez mais claros, especialmente na sua atuação sobre a diminuição na degradação de proteínas no rúmen (WAGHORN, 2008). No entanto, os seus efeitos sobre o consumo de ração e comportamento ingestivo de herbívoros não tem sido bem elucidados (MKHIZE et al., 2015).

### **Nutrição de Ruminantes: Influência dos compostos fenólicos**

Taninos são compostos amplamente distribuídos no reino vegetal. Acredita-se que estejam ligados a proteção da planta contra a herbivoria, defesa contra patógenos, conservação de energia e nitrogênio (WAGHORN, 2008).

Na alimentação animal podem estar associados a efeitos adversos como um fator antinutricional, causando menor consumo de matéria seca e redução na digestão de proteínas e fibras pelos microrganismos ruminais. Para MAKKAR e BECKER (2010), o consumo de tanino em níveis elevados produz toxicidade e pode até mesmo levar a morte do animal.

Segundo MCSWEENEY et al. (2001), os efeitos antinutricionais dos taninos são associados a capacidade dessas moléculas se combinarem com proteínas dietéticas, a demais

polímeros tais como celulose, hemicelulose e pectina, e minerais, retardando assim a sua digestão. No entanto, os efeitos decorrentes da ingestão irão depender da concentração no alimento e também de outros fatores, tais como, tipo de tanino, a espécie animal, estado fisiológico do animal e composição da dieta (SCHOFIELD et al., 2001; MAKKAR, 2003).

A diversidade na composição química e na disponibilidade de alimentos para o animal irá lhe fornecer um contexto na forma de aprendizado sobre as consequências de se alimentar de diferentes alimentos em sucessão, o que pode lhe proporcionar uma oportunidade de ingerir plantas que contenha algum composto do seu metabolismo secundário, como os taninos (MOTE et al., 2008). Com o consumo desses alimentos ricos em taninos os animais normalmente parecem desenvolver mecanismos de defesas contra esses compostos fenólicos (MAKKAR, 2003).

Os ruminantes lidam com os efeitos desses compostos secundários por meio da integração de mecanismos fisiológicos e comportamentais, envolvendo tanto processos pré-ingestivo como pós-ingestivo. Dentre as principais estratégias fisiológicas para lidar com o consumo de metabólitos secundários, em especial os taninos, temos a adaptação e resistência da microbiota ruminal (AMMAR et al., 2009) e a secreção de proteína salivar rica em prolina (CANON et al., 2013), a qual constitui a primeira linha de defesa contra os taninos dietéticos (MAKKAR, 2003). Como estratégias comportamentais, ocorre a redução no consumo, a evitação (principalmente de compostos amargos), amostragem cautelosas e reduzidas de alimentos desconhecidos, a seleção de plantas ou parte da planta com menores concentrações, interrupção temporária do consumo, alteração no padrão de alimentação, alteração na composição da sua dieta e consumo de outros componentes alimentares (ESTELL, 2010), impondo dessa forma, mudanças nos tempos de alimentação como uma maneira para contrariar os efeitos negativos de taninos sobre o valor nutricional do alimento (MKHIZE et al., 2015).

De acordo com BURRITT e PROVENZA (2000), a palatabilidade e a inter-relação entre as características sensoriais de um alimento (odor, textura e sabor) e seus efeitos pós-ingestivo causados por toxinas ou outros compostos adstringentes permitem ao animal discriminar e associar determinados alimentos a sensações (gosto) agradáveis ou desagradáveis levando-o a modificar seu comportamento alimentar. Assim, um herbívoro irá limitar a ingestão de um composto tóxico, consumindo menos de partes de plantas de um tipo relativamente tóxicas e consumindo mais de partes de plantas menos tóxicas (BERGVALL e LEIMAR, 2005).

## **Processos cognitivos: Experiência e aprendizagem**

Os animais são propensos a experimentar flutuações sazonais na quantidade e qualidade de alimento disponível em determinados períodos do ano. Assim, eles são fortemente motivados para a obtenção de novos recursos alimentares, modulando seu comportamento ingestivo através de experiências e aprendizagem.

Os ruminantes, em especial, selecionam sua dieta a partir de uma variedade de alimentos em potenciais, alguns considerados adequados, enquanto outros, nutricionalmente pobre ou até mesmo prejudicial. Dessa forma, a aprendizagem sobre quais alimentos ingerir e quais evitar se torna um tanto sistemático (PROVENZA e BALPH, 1987).

Poucas pesquisas têm sido feitas a respeito dos fatores que podem influenciar o desenvolvimento das características do padrão de alimentação e do período de tempo em que o padrão ingestivo começa a ser modulado pelos animais. No entanto, tem se sugerido que as primeiras experiências de vida (LAUNCHBAUGH et al., 1997; MILLER-CUSHON et al., 2013), e a influência de fatores ambientais podem afetar o desenvolvimento do comportamento alimentar, em especial quando ocorrem experiências durante o período crítico de transição da fase de “não-ruminante” para ruminante (PROVENZA e BALPH, 1987).

De acordo com BROOM e FRASER (2010), uma experiência é entendida como um construto mental que resulta de algum evento no meio ambiente, não apenas do organismo, mas do cérebro. Onde o estímulo para o cérebro, independe da forma de mediação, geralmente será resultante de alguma alteração fora do organismo.

Contudo, PROVENZA et al. (1992) citam que o primeiro aprendizado dos ruminantes ocorre com a mãe e este efeito aparentemente começa no útero e pode continuar até após a amamentação. Além de ações indiretas da mãe, a aprendizagem dos filhotes sobre a preferência por determinados alimentos também pode ser afetada de forma direta, simplesmente pela observação e imitação das ações da mãe ou dos demais animais do bando (CRANCIO e CARVALHO, 2007).

Assim, quando existe uma aprendizagem sobre tal situação, algum tipo de experiência originará uma alteração no comportamento. Essa alteração deve em si ser o resultado de um processo intracerebral, de forma que a aprendizagem pode ser definida como uma alteração no cérebro que resulta na modificação do comportamento por um período mais longo que alguns segundos, como consequência de informação proveniente de fora do cérebro (BROOM e FRASER, 2010).

A aprendizagem ocorre em uma base contínua de tempo, através de processos como a amostragem de informações, tentativa e erro e em decorrência de interações sociais. Pode ocorrer também por meio de sinais de associações que alertam o animal a um composto aversivo que é imperceptível antes mesmo da sua ação quando ingerido (ESTELL, 2010). No entanto, ambientes complexos podem aumentar o número de pistas pré-ingestiva necessárias para avaliar o valor de um dado alimento e diminuir a eficiência de aprendizagem (FAVREAU et al., 2010).

PROVENZA et al., (1992) sugerem a organização dos processos de aprendizado dos animais em dois sistemas inter-relacionados, chamados sistema afetivo e sistema cognitivo (pré-ingestivo), sendo o paladar de papel importante em ambos sistemas. O sistema afetivo refere-se ao subconsciente e relaciona o gosto do alimento com consequências pós-ingestiva, o que causará mudanças no consumo se as consequências forem positivas ou negativas. Por outro lado, o sistema cognitivo, referente ao consciente, integra o odor e a visão do alimento com o sabor, sendo esses dois primeiros sentidos utilizados para selecionar ou evitar alimentos; neste sistema estaria incluído o aprendizado com a mãe, outros animais adultos e a sua própria experiência.

### **Adaptação e aversão a alimentos novos: Modificação no padrão ingestivo**

Os ruminantes selecionam sua dieta a partir de uma variedade de espécies de plantas que variam em nutrientes e toxinas (PROVENZA, 1996), de modo que cada composto derivado da planta considerado tóxico que é ingerido, é mantido abaixo de um nível prejudicial a seu organismo.

O significado adaptativo de uma dieta variada pode estar no consumo de uma dieta mais equilibrada, em evitar o excesso de ingestão de toxinas e, ou na atenuação de distúrbios metabólicos (PROVENZA et al., 2003). Esta presunção é explicada por DU TOIT et al. (1991), partindo-se do princípio que os herbívoros podem reconhecer os alimentos com base nas suas propriedades tóxicas, detectam o nível de dosagem limiar em que cada composto secundário torna-se tóxico ao organismo e regulam a composição da dieta com alterações comportamentais ingestiva para manter cada composto secundário abaixo de um nível tóxico.

A preferência por um alimento específico pode diminuir quando o alimento é ingerido várias vezes, presumivelmente por causa do sabor dos alimentos consumidos que faz com que a saciedade se torne cada vez menos agradável (VILLALBA et al., 2010). Já as aversões

tornam-se pronunciadas quando os alimentos contêm alta concentração de toxinas ou nutrientes ou quando ocorre desequilíbrios nutricionais (PROVENZA et al., 2003; VILLALBA et al., 2010).

De acordo com BURRITT e PROVENZA (2000), as características sensoriais do alimento são integradas para criar sabores específicos e intensidades de sabores para o qual um animal percebe e responde, e através do qual o animal pode associar um determinado alimento com suas consequências pós-ingestiva e assim modificar o comportamento alimentar em conformidade.

Se o sabor/alimento em um primeiro momento é comparado com consequências nutritivas ou não-tóxicas, então o animal irá consumi-lo novamente. No entanto, se o sabor/alimento causar distúrbios gastrintestinais, será evitado em um momento posterior (CHENEY e MILLER, 1997). Assim, efeitos positivos ou negativos (FAVREAU et al., 2010), experiências anteriores, sabores novos/familiarizados, a aprendizagem e o estado metabólico poderá afetar a capacidade de um animal para criar e manter aversões e preferências por determinados alimentos (PROVENZA et al., 2003).

O condicionamento aversivo a um alimento é uma forma de comportamento aprendido associativo (condicionamento clássico), em que um animal evita consumir um alimento anteriormente associado com um efeito de mal-estar ingestivo (estímulo não condicionado) (MANUELIAN et al., 2014). A presença de novos alimentos é também considerada como um fator que pode aumentar a relutância para a ingestão da dieta (BURRITT e PROVENZA, 1989; VILLALBA et al., 2009) devido à falta de conhecimento das características e efeitos pós-ingestivo desse alimento.

Os ruminantes quase que invariavelmente quando lhes é oferecido um alimento pela primeira vez, ingerem uma pequena quantidade desse alimento (PROVENZA et al., 1995). Esta amostragem cautelosa ou mesmo, rejeição completa de novos alimentos é chamado de neofobia alimentar, que literalmente seria, “medo do novo” (LAUNCHBAUGH et al., 1997). Quando um animal se depara com um novo alimento na sua dieta, não está claro para ele se esse item pode ser comestível ou não. Assim, o animal tem que aprender o que pode, e o que não pode ser ingerido, para em seguida comparar o sabor e as consequências de sua ingestão. Sendo esse um dos principais fatores que poderá influenciar na seleção de alimentos que irá compor a dieta dos animais.

A neofobia alimentar pode ser um problema para a maioria dos produtores pecuários, principalmente quando os animais são introduzidos em um novo pasto, ou mesmo, quando um novo alimento é oferecido no confinamento, visto que, os animais frequentemente se

recusam a comer alimentos novos, as vezes até por um tempo prolongado, acarretando em perdas no seu desempenho (CHENEY e MILLER, 1997). LAUNCHBAUGH et al. (1997) expondo cordeiros a uma série de novos alimentos, verificaram que com o passar do tempo houve um aumento no consumo dos novos componentes da dieta, mostrando que os animais se adaptaram bem a um novo alimento na sua dieta caso esse não resulte em um efeito negativo pós-ingestivo. BURRITT e PROVENZA (1997) analisando como a inserção de cordeiros em um ambiente desconhecido poderia afetar a ingestão de alimentos novos e familiares, relataram que cordeiros consumiram menos de alimentos novos em um local desconhecido que em um local familiar, sugerindo que neofobia alimentar é maior em ambientes desconhecidos.

Portanto, uma mudança simultânea do ambiente e da alimentação deve ser evitada, e novos alimentos devem ser apresentados aos animais por algum tempo em ambientes familiares antes de serem movidos para ambientes novos (WECHSLER e LEA, 2007).

### **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A ocorrência de taninos na dieta é um dos principais fatores que comprometem o padrão ingestivo de ruminantes, sobretudo, quando presentes em níveis elevados. Estudos comprovam que vacas leiteiras quando inseridas em pastagens ricas em taninos, tem seu regime de alimentação prejudicado, sobretudo o tempo diário de ingestão de alimentos. Nestas condições, bovinos se utilizam de modificações fisiológicas e comportamentais como forma de atenuar os efeitos negativos causados pela presença de tanino e manter seus níveis de manutenção e produção em condições satisfatórias. Assim, sugere-se que ocorram alternativas de manejo eficientes para diminuir a exposição dos animais a espécies de plantas que contenham elevadas quantidades de taninos ou com características de adstringência a seu paladar, e dessa forma evitar que ocorram situações pós-ingestiva negativa advinda da ingestão de tanino que possa modificar o seu comportamento ingestivo causando perdas de desempenho.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICA

AMMAR, H.; LÓPEZ, S.; KAMMOUN, M. et al. Feeding quebracho tannins to sheep enhances rumen fermentative activity to degrade browse shrubs. **Animal feed science and technology**, v. 149, n. 1, p. 1-15, 2009.

ÁVILA, S. C. **Fermentação ruminal e digestibilidade em bovinos recebendo dietas com ou sem adição de extrato tanífero de Acacia mearnsii**. Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria, 60 p. 2013.

BERGVALL, U. A.; LEIMAR, O. Plant secondary compounds and the frequency of food types affects food choice by mammalian herbivores. **Ecology**, v. 86, n. 9, p. 2450-2460, 2005.

BROOM, D. M.; FRASER, A. F. **Comportamento e bem-estar de animais domésticos**. 4. ed. [S.l.]: Manole, 2010.

BURRITT, E. A.; PROVENZA, F. D. Food aversion learning: ability of lambs to distinguish safe from harmful foods. **Journal of Animal Science**, v. 67, n. 7, p. 1732-1739, 1989.

BURRITT, E. A.; PROVENZA, F. D. Effect of an unfamiliar location on the consumption of novel and familiar foods by sheep. **Applied Animal Behaviour Science**, v. 54, n. 4, p. 317-325, 1997.

BURRITT, E. A.; PROVENZA, F. D. Role of toxins in intake of varied diets by sheep. **Journal of Chemical Ecology**, v. 26, n. 8, p. 1991-2005, 2000.

CABRAL FILHO, S. L. S. **Efeito do teor de tanino do sorgo sobre a fermentação ruminal e parâmetros nutricionais de ovinos**. Universidade de São Paulo. São Paulo, 88 p. 2004.

CANON, F.; PATÉ, F.; CHEYNIER, V. et al. Aggregation of the salivary proline-rich protein IB5 in the presence of the tannin EgCG. **Langmuir**, v. 29, n. 6, p. 1926-1937, 2013.

CHARLTON, A. J.; BAXTER, N. J.; KHAN, M. L. et al. Polyphenol/peptide binding and precipitation. **Journal Agriculture Food Chemical**, v. 50, p. 1593-1601, 2002.

CHENEY, C. D.; MILLER, E. R. Effects of forced flavor exposure on food neophobia. **Applied Animal Behaviour Science**, v. 53, n. 3, p. 213-217, 1997.

CRANCIO, L. A.; CARVALHO, P. C. F. Estratégias de pastejo de ruminantes em ambientes pastoris com existência de plantas tóxicas. **Revista Científica Rural**, v. 12, n. 1, p. 140-152, 2007.

- DU TOIT, J. T.; PROVENZA, F. D.; NASTIS, A. Conditioned taste aversions: how sick must a ruminant get before it learns about toxicity in foods? **Applied Animal Behaviour Science**, v. 30, n. 1, p. 35-46, 1991.
- DUNCAN, A. J.; YOUNG, S. A. Can goats learn about foods through conditioned food aversions and preferences when multiple food options are simultaneously available? **Journal Animal Science**, v. 80, n. 8, p. 2091-2098, 2002.
- ESTELL, R. E. Coping with shrub secondary metabolites by ruminants. **Small Ruminant Research**, v. 94, n. 1, p. 1-9, 2010.
- FAVREAU, A.; BAUMONT, R.; FERREIRA, G. et al. Do sheep use umami and bitter tastes as cues of post-ingestive consequences when selecting their diet? **Applied Animal Behaviour Science**, v. 125, n. 3, p. 115-123, 2010.
- FRUTOS, P.; HERVÁS, G.; GIRÁLDEZ, F. J. et al. Review. Tannins and ruminant nutrition. **Spanish Journal of Agricultural Research**, v. 2, n. 2, p. 191-202, 2004.
- HÉRVAS, G.; FRUTOS, P.; GIRÁLDEZ, F. J. et al. Effect of different doses of quebracho tannins extract on rumen fermentation in ewes. **Animal feed science and technology**, v. 109, n. 1, p. 65-78, 2003.
- KRONBERG, S. L.; SCHAUER, C. S. Cattle and sheep develop preference for drinking water containing grape seed tannin. **Animal**, v. 7, n. 10, p. 1714-1720, 2013.
- KUMAR, R.; VAITHIYANATHAN, S. Occurrence, nutritional significance and effect on animal productivity of tannins in tree leaves. **Animal Feed Science and Technology**, v. 30, n. 1, p. 21-38, 1990.
- LAMY, E.; RAWEL, H.; SCHWEIGERT, F. J. et al. The effect of tannins on mediterranean ruminant ingestive behavior: The role of the oral cavity. **Molecules**, v. 16, n. 4, p. 2766-2784, 2011.
- LANDAU, S.; SILANIKOVE, N.; NITSAN, Z. et al. Short-term changes in eating patterns explain the effects of condensed tannins on feed intake in heifers. **Applied Animal Behaviour Science**, v. 69, n. 3, p. 199-213, 2000.
- LANDAU, S. Y.; PEREVOLOTSKY, A.; KABABYA, D. et al. Polyethylene glycol affects goats' feeding behavior in a tannin-rich environment. **Journal of Range Management**, v. 55, n. 6, p. 598-603, 2002.
- LAUNCHBAUGH, K. L.; PROVENZA, F. D.; WERKMEISTER, M. J. Overcoming food neophobia in domestic ruminants through addition of a familiar flavor and repeated exposure to novel foods. **Applied Animal Behaviour Science**, v. 54, n. 4, p. 327-334, 1997.

MAKKAR, H. P. S. Effects and fate of tannins in ruminant animals, adaptation to tannins, and strategies to overcome detrimental effects of feeding tannin-rich feeds. **Small Ruminant Research**, v. 49, n. 3, p. 241-256, 2003.

MAKKAR, H. P. S.; BECKER, K. Adaptation of cattle to tannins: rôle of proline-rich proteins in oak-fed cattle. **Animal Science**, v. 67, n. 02, p. 277-281, 2010.

MAKKAR, H. P. S.; BLUMMEL, M.; BECKER, K. In Vitro Effects of and interactions between tannins and saponins and fate of tannins in the rumen. **Journal Science Food Agriculture**, n. 69, p. 481-493, 1995.

MANUELIAN, C. L.; ALBANELL, E.; ROVAI, M. et al. Effect of breed and lithium chloride dose on the conditioned aversion to olive tree leaves (*Olea europaea* L.) of sheep. **Applied Animal Behaviour Science**, v. 155, n. 1, p. 42-48, 2014.

MCNABB, B. W. C.; WAGHORN, G. C.; PETERS, J. S. et al. The effect of condensed tannins in *Lotus pedunculatus* on the solubilization and degradation of ribulose - 1,5 - biphosphate carboxylase (EC 4.1.1.39; Rubisco) protein in the rumen and the sites of Rubisco digestion. **British Journal of Nutrition**, , v. 76, p. 535-549, 1996.

MCSWEENEY, C. S.; PALMER, B.; MCNEILL, D. M. et al. Microbial Interactions with tannins: nutritional consequences for ruminants. **Animal Feed Science Technology**, n. 91, p. 83-93, 2001.

MEZZOMO, R.; PAULINO, P. V. R.; DETMANN, E. et al. Influence of condensed tannin on intake, digestibility, and efficiency of protein utilization in beef steers fed high concentrate diet. **Livestock Science**, v. 141, n. 1, p. 1-11, 2011.

MILLER-CUSHON, E. K.; BERGERON, R.; LESLIE, K. E. et al. Effect of milk feeding level on development of feeding behavior in dairy calves. **Journal Dairy Science**, v. 96, n. 1, p. 551-564, 2013.

MIN, B. R.; BARRY, T. N.; ATTWOOD, G. T. et al. The effect of condensed tannins on the nutrition and health of ruminants fed fresh temperate forages: a review. **Animal Feed Science and Technology**, v. 106, n. 1, p. 3-19, 2003.

MKHIZE, N. R.; HEITKONIG, I. M. A.; SCOGINGS, P. F. et al. Condensed tannins reduce browsing and increase grazing time of free-ranging goats in semi-arid savannas. **Applied Animal Behaviour Science**, v. 169, p. 33-37, 2015.

MOLLE, G.; DECANDIA, M.; GIOVANETTI, V. et al. Responses to condensed tannins of flowering sulla (*Hedysarum coronarium* L.) grazed by dairy sheep - Part 1: Effects on feeding behaviour, intake, diet digestibility and performance. **Livestock Science**, v. 123, n. 2, p. 138-146, 2009.

MOTE, T. E.; VILLALBA, J. J.; PROVENZA, F. D. Sequence of food presentation influences intake of foods containing tannins and terpenes. **Applied Animal Behaviour Science**, v. 113, n. 1, p. 57-68, 2008.

MUELLER-HARVEY, I. Analysis of hydrolysable tannins. **Animal Feed Science and Technology**, v. 91, n. 1, p. 3-20, 2001.

OKUDA, T.; YOSHIDA, T.; KUWAHARA, M. et al. Tannins of rosaceous medicinal plants. I. Structures of potentillin, agrimonic acids A and B, and agrimoniin, a dimeric ellagitannin. **Chemical and Pharmaceutical Bulletin**, v. 32, n. 6, p. 2165-2173, 1984.

PROVENZA, A.; BURRITT, E. A., PEREVOLOTSKY, A. et al. Self-regulation of intake of polyethylene glycol by sheep fed diets varying in tannin concentrations. **Journal Animal Science**, n. 78, p. 1206-1212, 2000.

PROVENZA, F. D. Acquired aversions as the basis for varied diets of ruminants foraging on rangelands. **Journal of Animal Science**, v. 74, n. 8, p. 2010-2020, 1996.

PROVENZA, F. D.; VILLALBA, J. J.; DZIBA, L. E. et al. Linking herbivore experience, varied diets, and plant biochemical diversity. **Small Ruminant Research**, v. 49, n. 3, p. 257-274, 2003.

PROVENZA, F. D.; BALPH, D. F. Diet learning by domestic ruminants: theory, evidence and practical implications. **Applied Animal Behaviour Science**, v. 18, n. 3, p. 211-232, 1987.

PROVENZA, F. D.; LYNCH, J. J.; CHENEY, C. D. Effects of a flavor and food restriction on the response of sheep to novel foods. **Applied Animal Behaviour Science**, v. 43, n. 2, p. 83-93, 1995.

PROVENZA, F. D.; PFISTER, J. A.; CHENEY, C. D. Mechanisms of learning in diet selection with reference to phytotoxicosis in herbivores. **Journal of Range Management**, v. 45, n. 1, p. 36-45, 1992.

PUCHALA, R.; MIN, B. R.; GOETSCH, A. L. et al. The effect of a condensed tannin-containing forage on methane emission by goats. **Journal Animal Science**, v. 83, n. 1, p. 182-186, 2005.

QUIDEAU, S.; DEFFIEUX, D.; DOUAT- CASASSUS, C. et al. Plant polyphenols: Chemical properties, biological activities, and synthesis. **Angewandte Chemie International Edition**, v. 50, n. 3, p. 586-621, 2011.

SCHOFIELD, P.; MBUGUA, D. M.; PELL, A. N. Analysis of condensed tannins: a review. **Animal Feed Science and Technology**, v. 91, n. 1, p. 21-40, 2001.

VILLALBA, J. J.; MANTECA, X.; PROVENZA, F. D. Relationship between reluctance to eat novel foods and open-field behavior in sheep. **Physiology & Behavior**, v. 96, n. 2, p. 276-281, 2009.

VILLALBA, J. J.; PROVENZA, F. D. Polyethylene glycol influences selection of foraging location by sheep consuming quebracho tannin. **Journal Animal Science**, n. 80, p. 1846-1851, 2002.

VILLALBA, J. J.; PROVENZA, F. D.; MANTECA, X. Links between ruminants' food preference and their welfare. **Animal**, v. 4, n. 7, p. 1240-1247, 2010.

WAGHORN, G. Beneficial and detrimental effects of dietary condensed tannins for sustainable sheep and goat production - Progress and challenges. **Animal Feed Science and Technology**, v. 147, n. 1, p. 116-139, 2008.

WAGHORN, G. C.; SHELTON, I. D. Effect of condensed tannins in *Lotus pedunculatus* on the nutritive value of ryegrass (*Lolium perenne*) fed to sheep. **The Journal of Agricultural Science**, v. 125, n. 2, p. 291-297, 1995.

WAGHORN, G. C.; MCNABB, W. C. Consequences of plant phenolic compounds for productivity and health of ruminants. **Proceedings of the Nutrition Society**, v. 62, p. 383-392, 2003.

WECHSLER, B.; LEA, S. E. G. Adaptation by learning: its significance for farm animal husbandry. **Applied Animal Behavior Science**, v. 108, n. 3, p. 197-214, 2007.

WIGGINS, N. L.; MCARTHUR, C.; BOYLE, R. Effects of two plant secondary metabolites, cineole and gallic acid, on nightly feeding patterns of the common brushtail possum. **Journal of Chemical Ecology**, v. 29, n. 6, p. 1447-1464, 2003.

WOODWARD, S. L. WAGHORN, G. C.; ULYATT, M. J. et al. Early indications that feeding lotus will reduce methane emission from ruminants. **New Zealand Society of Animal Production**, v. 61, p. 23-26, 2001.

**Efeito do teor de tanino no comportamento ingestivo de vacas mestiças em lactação**

---

**RESUMO:** Objetivou-se, a partir deste estudo, avaliar a influência da adição de níveis de tanino sobre o padrão ingestivo de vacas mestiças em lactação. Utilizou-se um delineamento quadrado latino 5 x 5, sendo 5 níveis de tanino na dieta (0; 1,3; 2,6; 3,9; e 5,2% na MS) e 5 vacas mestiças (Holandês x Zebu) com nível de produção média de 18kg/dia. A etapa experimental foi dividida em 5 períodos de 20 dias, divididos em três fases de coletas de dados comportamental: 1º e 2º (fase I); 9º e 10º (fase II); e 17º e 19º dias (fase III). As variáveis comportamentais ingestivas foram mensuradas de forma contínua durante 24 horas, sendo expressas como estados e eventos de ingestão de alimento e água; estados de ruminação e ócio; e eventos de visitas ao comedouros e bebedouros e de excreção de urina e fezes. A água foi fornecida *ad libitum*, ocorrendo a mensuração do consumo (L/dia) durante os períodos de avaliação comportamental. Para caracterizar microclima do ambiente, foi avaliado a temperatura ambiente, máxima e mínima do ar, de globo negro (Tgn) e a umidade relativa do ar (UR). De acordo com os resultados obtidos, concluiu-se que a inclusão de 5,2% de tanino com base na matéria seca na dieta de vacas em lactação, pode ser empregada sem que ocorra variações no tempo diário despendido para a ingestão de alimentos, ruminação, ócio e ingestão de água entre as fases de adaptação. A ingestão de tanino pode influenciar na porcentagem tempo diário despendido para a ingestão de volumoso e concentrado de vacas em lactação. Os efeitos decorrentes da ingestão de taninos são atenuados por meio de pequenos picos de tempos alimentares diário, posterior a 180 minutos após distribuição da dieta, e através do aumento na quantidade diária de água ingerida a medida que a quantidade de tanino da dieta aumenta a partir do nível de 3,9%.

**Palavras-chave:** etologia, nutrição, proantocianidinas, ruminantes

**Abstract:** The objective of from this study was to evaluate the influence of the addition of tannin levels on the ingestive pattern of lactating crossbred cows. We used a Latin Square design 5 x 5, with 5 tannin levels in the diet (0, 1.3, 2.6, 3.9, and 5.2% DM) and 5 crossbred cows (Holstein x Zebu) with an average production level of 18 kg/day. The experimental stage was divided into five periods of 20 days, subdivided into three phases of behavioral data collection: 1<sup>st</sup> and 2<sup>nd</sup> (phase I); 9 and 10 (phase II); and 17 and 19 days (phase III). The ingestive behavioral variables were measured a continuous basis during 24 hours, and expressed as states and events food intake and water; states rumination and idleness; visits and events to the feeders and drinkers and excretion of urine and feces. Water was supplied ad libitum occurring measurement of consumption (L/day) during periods of behavioral evaluation. To characterize environmental microclimate, it was evaluated at ambient temperature, maximum and minimum air, black globe (TBG) and relative humidity (RH). According to the results obtained it is concluded that the inclusion of 5,2% tannin on the basis of dry matter in the diet of dairy cows can be employed without the occurrence of variations in the time expend in daily food intake, rumination, idleness is water intake between the phases of adaptation. The tannin intake can influence the percentage expended daily time for the intake of roughage and concentrate of lactating cows. The effects of tannins intake are attenuated by small peaks daily feeding times later 180 min after diet distribution, and through the increase in daily water intake measure that the amount of dietary tannins increases from level of 3.9%.

**Keywords:** ethology, nutrition, proanthocyanidins, ruminants

## INTRODUÇÃO

A presença de taninos em alguns alimentos pode causar variações no padrão ingestivo de bovinos. A característica de adstringência causada pelo consumo desses compostos fenólicos exerce efeitos a curto prazo na boca do animal que pode ser sentida imediatamente após a ingestão. Isso faz com que a seleção dos alimentos que compõem sua dieta dependa muito da sua palatabilidade e dos efeitos pós-ingestivo.

Os taninos são normalmente associados à diminuição da palatabilidade e consequentemente por influenciar o tempo de ingestão de alimentos dos animais. No entanto, quantidades moderadas de alguns tipos de taninos ingeridas por ruminantes, tem o potencial de melhorar sua produtividade, sua eficiência de utilização da proteína dietética no intestino delgado, e reduzir o impacto negativo de parasitas gastrintestinais, uréia na urina e a emissão de metano (MCNABB et al., 1996; MUELLER-HARVEY, 2001; KRONBERG e SCHAUER, 2013).

Devido a ligação entre taninos e a proteína dietética, e uma redução na atividade de grande proporção dos microrganismos ruminais, há um aumento da taxa de absorção de aminoácidos no intestino, o que melhora a utilização do nitrogênio pelos ruminantes (MAKKAR et al., 1995). Dessa forma, a presença de taninos na dieta de ruminantes podem ser associados com melhorias no crescimento e na produtividade animal e consequentemente a minimização dos efeitos para o ambiente (LAMY et al., 2011).

Como efeitos negativos mais citados na literatura, estão relacionados a diminuição na digestibilidade ruminal da proteína e da fibra dietética, e a diminuição do consumo voluntário e dos indicadores de produção (ganho de peso, crescimento e produção de leite).

LAMY et al. (2011) citam que, concentrações superiores a 50g/kg de taninos na matéria seca (MS) reduz significativamente o consumo voluntário na maioria dos ruminantes, enquanto que níveis abaixo desse valor parece ter menor influência. Com isso, diferentes estratégias comportamentais para lidar com a ingestão de taninos poderia estar relacionado com os diferentes níveis de ingestão de tanino, bem como a fonte proveniente desse composto (MOLLE et al., 2009), e o tipo de tanino presente na dieta.

LANDAU et al. (2000) ao ofertarem quantidades de tanino advindas de árvores de quebracho (*Aspidosperma quebracho*) na dieta de novilhas verificaram menor tempo de alimentação dos animais, mas isso ocorreu, basicamente, através de uma redução da duração da refeição ao invés de uma diminuição do número de refeições. Resultados semelhantes

foram encontrados por MOLLE et al. (2009), ao sujeitarem ovelhas em lactação a pastagem rica em taninos condensados.

O provimento de até 20% de tanino na dieta de cordeiros também diminuiu o consumo de alimento, e a medida que o teor de tanino da dieta aumentou o consumo de polietileno glicol também aumentou como forma de atenuar os efeitos dos taninos (PROVENZA et al., 2000).

Normalmente, ruminantes quando inseridos em ambientes com grande diversidade de alimentos, tentam alternar a ingestão de alimentos que contenham taninos em sua composição com alimentos que não apresente tanino, a fim de diluir os efeitos da concentração de taninos na dieta como foi observado por VILLALBA e PROVENZA (2002) em cordeiros. Esses autores verificaram que, com o aumento da ingestão de tanino, a saciedade sobre os alimentos que continham tanino provavelmente tenha encorajado os animais a explorarem novos locais para poderem obter alimentos que não continham taninos.

Dessa forma, tanto os efeitos benéficos como nocivos advindo da presença de taninos na nutrição animal podem estar ligados à capacidade desta molécula em formar complexos com outras moléculas orgânicas, e com a quantidade de tanino presente nos alimentos, capaz de modificar o comportamento ingestivo do animal de forma que ele se adapte a ingestão desses compostos, mantendo os níveis de produção em condições aceitáveis.

Assim, objetivou-se a partir desse estudo, avaliar a influência da adição de níveis de tanino no comportamento ingestivo de vacas mestiças em lactação.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

### **Local do Experimento**

O experimento foi conduzido no Setor de Bovinocultura do Departamento de Zootecnia do Centro de Ciências Agrárias/UFPB, Campus II, no município de Areia – PB, no período de fevereiro a maio de 2015.

A cidade de Areia está situada na microrregião do Brejo Paraibano, estando localizada nas seguintes coordenadas geográficas: 06° 57' 48" de latitude Sul e 35° 41' 30" de longitude Oeste, com uma altitude de 618 metros acima do nível do mar. O clima é quente e úmido e se caracteriza por apresentar estação chuvosa no período outono-inverno, com precipitação pluviométrica média anual em torno de 1500 mm, temperatura média anual oscilando entre 22 a 26°C e umidade relativa do ar elevada durante maior parte do ano (75 a 87%).

## **Período experimental**

Foram utilizadas 5 (cinco) vacas primíparas mestiças (Holandês/Zebu) com aproximadamente quatro anos de idade, peso vivo médio de  $\pm 420$ kg, e estágio médio de lactação em torno de 100 dias, com produção média inicial de  $\pm 18$ kg/dia. Antes de iniciar o período experimental, as vacas foram vermifugadas e tratadas contra carrapatos com Ivermectina 3,5%.

Os animais foram alojados em baias individuais de 12m<sup>2</sup> de piso concretado (forrado com bagaço de cana), cobertas com telhas de barro, apresentando comedouro de alvenaria e bebedouro de plástico, ambos individuais. Antes de iniciar o período experimental, foi realizado um período pré-experimental de 10 dias de adaptação dos animais às instalações, às dietas experimentais e ao manejo de estabulação total. Após o período pré-experimental os animais foram distribuídos em um delineamento quadrado latino 5x5, dando início ao período experimental, ao qual compreendeu de um total de 100 dias dividido em 5 períodos de 20 dias.

## **Manejo Alimentar**

As dietas experimentais foram formuladas e balanceadas para atender as exigências nutricionais de vacas em lactação com produção média de 18kg/dia, de acordo com o NRC - National Research Council (2001). As dietas foram fornecidas duas vezes ao dia, às 06h:00 (50%) e às 14h:00 (50%), logo após aos períodos de ordenhas, permitindo sobras em torno de 5%, as quais eram recolhidas todos os dias. A água foi disponibilizada *ad libitum*.

As dietas experimentais foram ofertadas numa relação volumoso:concentrado de 64:36 sendo fornecidas separadamente no comedouro (volumoso do lado direito e concentrado do lado esquerdo em ambos os comedouros) durante todo o período experimental. Os tratamentos foram constituídos em função dos níveis de tanino nas dietas, havendo a inclusão de grãos de sorgo seco moído com moderado teor de tanino, exceto para o tratamento controle, ao qual foi inserido grãos de sorgo com baixa quantidade de tanino. Como volumoso foi ofertado aos animais silagem de milho, a qual foi confeccionada nas próprias instalações do Setor de Bovinocultura – CCA – UFPB. A composição nutricional dos ingredientes das dietas experimentais está apresentada na tabela 1.

Todas as vacas receberam diariamente, 35kg de silagem de milho como volumoso e 6,380kg de concentrado composto por: 3,00kg sorgo moído, 1,00kg milho moído, 1,50kg

farelo de soja, 0,5kg farelo de trigo, 0,20kg ureia e 0,18kg de mistura mineral (Bovigold®). A dieta 1 (controle), continha o sorgo de baixo teor de tanino (cultivar BRS Ponta Negra), as demais dietas continham o sorgo de moderado teor de tanino (cultivar A9904).

**Tabela 1.** Composição nutricional dos ingredientes das dietas experimentais com base na MS (%)

Ingredientes	MS	PB	EE	FDN	MM	CNF	CHOT	TNT
Silagem de milho	28,19	7,96	2,20	55,08	4,77	33,62	84,79	—
Milho moído	86,68	8,97	4,27	13,98	1,17	74,47	80,61	—
Farelo de soja	88,30	48,78	1,97	14,46	6,13	30,40	43,45	—
Farelo de trigo	87,73	16,40	1,70	44,50	6,26	30,05	73,99	—
Sorgo moderado tanino	85,85	9,28	2,80	14,03	3,49	73,90	82,41	2,55
Sorgo baixo tanino	79,61	9,34	2,80	14,03	3,49	73,90	82,42	0,92
Ureia	100	283	—	—	—	—	—	—
Mistura mineral	100	—	—	—	100	—	—	—

Matéria seca (MS), Proteína bruta (PB), Extrato Etéreo (EE), Fibra em Detergente Neutro (FDN), Matéria Mineral (MM), Carboidratos Não Fibrosos (CNF), Carboidratos Totais (CHOT), Tanino Total (TNT)

Os níveis de ácido tânico foram constituídos com base na análise da quantidade de tanino condensado constituinte do sorgo de moderado teor de tanino. O cultivar A9904 segundo metodologia do HCL-Butanol (HARGERMAN e BUTLER, 1978) apresentou 2,55% de tanino condensado total na MS. Já o sorgo cultivar BRS Ponta Negra apresentou 0,92% de tanino condensado total na MS pela metodologia de TERRIL et al. (1992).

Desse modo, como forma de incrementar o teor de tanino nas dietas experimentais 2, 3, 4 e 5 foi adicionado ácido tânico puro ( $C_{76}H_{52}O_{46}$ ), adquirido através da empresa Anidrol® (produtos para laboratório). Proporcionando um aumento no teor de tanino total nas dietas experimentais, conforme Tabela 2.

O concentrado foi ofertado separadamente do volumoso no comedouro, na tentativa de assegurar o consumo total do ácido tânico contido no concentrado. O ácido tânico nas proporções pré-determinadas era misturado ao concentrado no dia anterior ao fornecimento no comedouro. A composição das dietas experimentais, já adicionado o ácido tânico, encontra-se na Tabela 2.

**Tabela 2.** Percentual dos ingredientes e composição nutricional das dietas experimentais

Ingredientes	Dieta 1	Dieta 2	Dieta 3	Dieta 4	Dieta 5
Silagem de milho	84,58	84,55	84,42	84,26	84,10
Milho moído	2,42	2,42	2,41	2,41	2,40
Farelo de soja	3,62	3,62	3,62	3,61	3,60
Farelo de trigo	1,21	1,21	1,21	1,20	1,20
Ureia	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48
Mistura mineral*	0,44	0,43	0,43	0,43	0,43
Sorgo moderado tanino	0,00	7,25	7,24	7,22	7,21
Sorgo baixo tanino	7,25	0,00	0,00	0,00	0,00
Ácido tânico	0,00	0,036	0,192	0,380	0,567
<b>TOTAL</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>
Matéria Seca %	36,85	37,30	37,30	37,30	37,30
Proteína Bruta %	15,55	15,46	15,46	15,46	15,46
Extrato Etéreo %	1,99	2,08	2,08	2,08	2,08
Fibra em detergente neutro %	38,66	39,38	39,38	39,38	39,38
Matéria mineral %	5,48	5,67	5,67	5,67	5,67
Carboidratos não fibrosos %	33,68	33,24	33,24	33,24	33,24
Carboidratos totais %	68,92	69,27	69,27	69,27	69,27
Tanino %	0,46	1,30	2,60	3,90	5,20

\* Carbonato de cálcio; Cloreto de potássio; Cloreto de sódio (sal comum); Enxofre ventilado (flor de enxofre); Fosfato bicálcico; Óxido de magnésio; Carbo amino fosfoquelato de cobre; Carbo amino fosfoquelato de cromo; Carbo amino fosfoquelato de enxofre; Carbo amino fosfoquelato de ferro; Carbo amino fosfoquelato de manganês; Carbo amino fosfoquelato de selênio; Carbo amino fosfoquelato de zinco; Hidróxido de tolueno butilado (BHT); Iodato de cálcio; Monóxido de manganês; Selenito de sódio; Sulfato de cobalto; Sulfato de cobre monohidratado; Sulfato de zinco; Vitamina A; Vitamina D3; Vitamina E.

### Caracterização climática do ambiente

Para caracterizar o ambiente em que os animais foram mantidos durante o período experimental, foi avaliado a temperatura ambiente do ar ( $T_{amb}$ ), de máxima ( $T_{máx}$ ), mínima ( $T_{mín}$ ), de globo negro ( $T_{gn}$ ) e a umidade relativa do ar (UR), a cada hora durante as 24 horas diárias, durante os períodos de coletas de dados comportamentais. As  $T_{amb}$ ,  $T_{máx}$ ,  $T_{mín}$  e a UR foram obtidas por meio de um termohigrômetro digital. A  $T_{gn}$  foi obtida utilizando-se uma esfera ôca de plástico, com 5 mm de espessura e 0,15 m de diâmetro, enegrecida com tinta preta fosca de alta absorvidade, que em seu centro foi colocado um termômetro de bulbo seco para se ter uma indicação dos efeitos combinados da temperatura do ar, velocidade das massas de ar e da radiação incidente. Os aparelhos foram fixados ao nível do centro de massa dos animais em uma baía a parte, caracterizando assim o microclima local.

A partir dos dados ambientais, foi calculado o Índice Bioclimático de Temperatura de Globo e Umidade (ITGU), que foi obtido de acordo com o modelo desenvolvida por BUFFINGTON et al. (1981), que é dado por:

$$ITGU = Tgn + 0,36Tpo - 330,08$$

Em que:

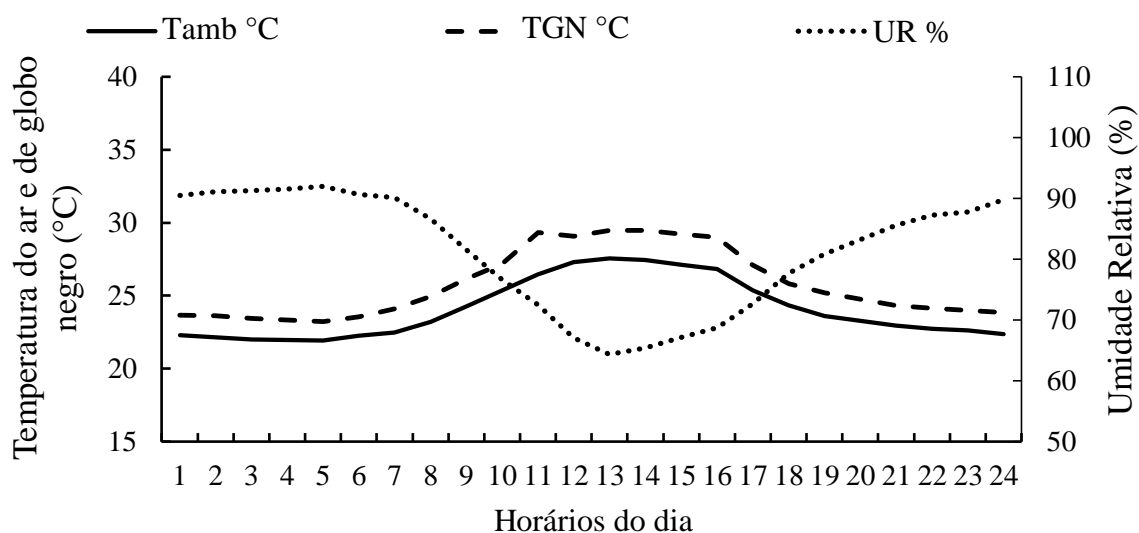
Tgn = Temperatura de globo negro (°K); e

Tpo = Temperatura de ponto de orvalho (°K).

Assim, observou-se que, as variáveis bioclimáticas durante o período experimental apresentaram amplitude média diária significativa; assim, a temperatura do ar oscilou de 21,67 a 29,35°C (Tab. 3), a umidade relativa do ar de 64,30 a 91,97%, enquanto que a temperatura de globo negro variou de 23,23 a 29,48°C, apresentando maiores valores das 13 às 14h:00 (Fig. 3). Já o ITGU apresentou média diária de 72,86°C (Tab. 3).

**Tabela 3.** Médias das variáveis bioclimáticas: temperatura do ar de máxima (Tmáx), mínima (Tmín), ambiente (Tamb), globo negro (TGN) e da umidade relativa do ar (UR) e do índice de temperatura de globo e umidade (ITGU).

	Tmín (°C)	Tmáx (°C)	Tamb (°C)	TGN (°C)	UR (%)	ITGU (°C)
Média	21,67	29,35	24,08	25,75	81,33	72,86



**Figura 3.** Variáveis climáticas temperatura do ar (Tamb), globo negro (TGN) e da umidade relativa do ar (UR) ao longo dos horários do dia

A variação média diária da temperatura do ar acompanhou a variação da umidade relativa do ar, com uma relação inversa, ou seja, quando houve aumento da temperatura do

ar a umidade relativa do ar diminuiu (Fig. 3), porém, os mesmos não apresentaram valores que mantivesse os animais em condições estressantes.

### **Consumo de Água**

A água foi fornecida *ad libitum* de forma individual em bebedouros plásticos com capacidade para 100 litros, apropriados à categoria animal, sendo os mesmos graduados a cada 5 litros. O consumo de água foi registrado diariamente duas vezes ao dia (6h:00min e 13h:00min) durante os dias de avaliação comportamental. Cada bebedouro, inicialmente, foi colocado em uma superfície plana no interior da baia e demarcado em sua parede a cada 5 litros de água até sua capacidade final de 100 litros.

Caso o nível de água do bebedouro ficasse entre duas marcações, a água era retirada até a próxima marcação e quantificada com o auxílio de uma proveta graduada com capacidade de 100 mililitros. A quantidade de água retirada era somada com o valor da respectiva marcação do bebedouro, obtendo assim, a quantidade de sobras de água no bebedouro, havendo em seguida após cada mensuração, a retirada de sujidades presentes na água com o auxílio de uma peneira e os bebedouros eram novamente cheios até a marcação final.

Em uma baia vazia, na qual os animais não tinham acesso, foi colocado outro bebedouro com as mesmas especificações para quantificar a taxa de evaporação de água/dia, sendo dessa forma, o consumo diário de água obtido através da seguinte equação:

$$CA_{\text{diário}} = QAF - QAE - QS$$

Onde:

$CA_{\text{diário}}$  = Consumo de água do dia

QAF = Quantidade de água ofertada

QAE = Quantidade de água evaporada

QS = Quantidade de água que sobrou no bebedouro

### **Comportamento ingestivo**

As observações do comportamento ingestivo foram realizadas de forma contínua durante 24 horas de observação, no 1º e 2º (fase I), 9º e 10º (fase II), 17º e 19º dia (fase III) de cada período, totalizando 144 horas de observações por tratamento em cada período.

Foi designado um avaliador para cada unidade experimental, tendo sido previamente treinados para as observações. Houve o emprego do tipo de avaliação animal focal, com os avaliadores posicionados em locais estratégicos dentro das instalações, de modo a não interferir no comportamento dos animais. As variáveis comportamentais expressas como estado foram tempo de alimentação, tempo de ruminação tempo de ócio e tempo de ingestão de água, e como eventos foram as frequências de visitas ao comedouro e bebedouro e as variáveis fisiológicas de excreção: urina e fezes.

A partir do tempo diário de ingestão de alimento foi calculado a percentagem total de tempo diário despendido pelos animais para a ingestão volumoso e concentrado durante o dia. Houve também, a verificação de como o tempo gasto pelos animais para a ingestão de concentrado se apresentou durante os horários do dia e durante as três primeiras horas após a oferta de alimento no cocho.

Os estados e eventos de alimentação foram considerados como o tempo gasto pelos animais com as atividades de procura e apreensão do alimento, apresentando a cabeça dentro do comedouro e a frequência de vezes em que visitava o comedouro, com a comprovação da atividade de ingestão de alimento. O tempo de ruminação foi considerado como o período de tempo em que os animais não estavam se alimentando, mas estando mastigando o bolo alimentar retornado do rúmen, caracterizado por movimentos mandibulares cíclicos e repetitivos, onde o animal normalmente encontrava-se parado. Por tempo de ócio entendeu-se pelo período de tempo em que o animal não estaria se alimentando nem ruminando, onde foi incluído os períodos de descanso (em pé ou deitado) e o tempo e frequência de ingestão de água, foi o período de tempo de permanência e a frequência de visitas ao bebedouro, comprovada pela ingestão de água.

Foi observado também, a ocorrência de comportamentos que não fizeram parte do repertório normal dentre as variáveis ingestivas analisadas, como a ocorrência de possíveis comportamentos estereotipados e frequências de salivações decorrente da ingestão da dieta.

### **Análise estatística**

Foram feitas análises exploratórias para verificar a distribuição de normalidade dos dados. Para análises paramétricas, as variáveis foram submetidas à análise de variância pelo procedimento “GENMOD” e as médias quando significativas foram comparadas mediante o teste f com nível de confiança de 5%.

Para as variáveis comportamentais ingestivas utilizou-se modelos de regressão conforme o melhor ajuste da equação em função do nível de tanino na dieta. Todas as análises foram feitas por meio do software estatístico SAS de 2011.

## **RESULTADOS**

### *Efeito da alimentação de tanino no comportamento ingestivo de vacas em lactação em diferentes fases de adaptação*

Não houve efeito ( $P>0,05$ ) entre níveis de tanino e fase de adaptação nas variáveis ingestivas (Tab. 4). Não ocorreu interação ( $P>0,05$ ) das fontes de variação (nível de tanino x fase de adaptação) para as variáveis ingestivas tempo de alimentação, ruminação, ócio e ingestão de água (Tab. 4).

As frequências de excreção de fezes e urina não variaram em função do nível de tanino e das fases de adaptação ( $P>0,05$ ), assim como nas frequências de visitas ao bebedouro ( $P>0,05$ ; Tab. 5). A frequência de visitas ao comedouro apresentou interação ( $P<0,05$ ) das fontes de variação (nível de tanino x fases de adaptação).

A inclusão de 1,3% de tanino na alimentação dos animais promoveu acréscimo ( $P<0,05$ ) na frequência de visitas ao comedouro na fase I em relação ao tratamento 2,6%, o qual não variou ( $P>0,05$ ) entre os tratamentos 3,9 e 5,2%. Os animais da dieta controle (0% de tanino) apresentaram menor número de visitas ao comedouro durante a fase I (Tab. 5).

Na fase II, o nível de 2,6% de tanino promoveu maiores frequências de visitas ao comedouro, não diferindo ( $P>0,05$ ) dos tratamentos 0% e 1,3% de tanino. Foi observado menores frequências de visitas ao comedouro na fase II nos tratamentos 3,9 e 5,2% (Tab. 5).

Durante a fase III, os animais da dieta 3,9% de tanino apresentaram maiores frequências de visitas ao comedouro ( $P<0,05$ ) em relação a dieta 2,6%, a qual não diferiu ( $P>0,05$ ) da dieta controle e 5,2% de tanino (Tab. 5). A dieta com 1,3% de tanino promoveu menores frequências ( $P<0,05$ ) de visitas ao comedouro em relação as demais dietas durante a fase III de adaptação (Tab. 5).

A frequência de visitas dos animais ao comedouro na dieta 1,3% de tanino foi maior na fase I de adaptação ( $P<0,05$ ), sendo essas frequências de visitas diminuídas até a fase III. Os animais do tratamento 2,6% apresentaram maiores frequências de visitas ao comedouro na fase I e II diferindo da fase III ( $P<0,05$ ; Tab. 5).

**Tabela 4.** Percentagem de tempo diário total de alimentação, ruminação, ócio e ingestão de água de vacas em lactação alimentadas com diferentes níveis de tanino em três fases de adaptação

Variáveis comportamentais	Fases			Valor de <i>P</i>		
	I	II	III	Trat	Fase	Trat x Fase
<b>Alimentação (%/hora)</b>						
0,0%	16,29	16,32	15,64			
1,3%	19,98	17,79	16,04			
2,6%	18,45	17,53	17,90	0,2057	0,3783	0,1502
3,9%	18,14	14,47	16,58			
5,2%	15,82	17,13	18,99			
Linear	ns					
Quadrático	ns					
<b>Ruminação (%/hora)</b>						
0,0%	38,96	35,27	36,41			
1,3%	35,85	36,51	38,83			
2,6%	36,91	39,51	40,57	0,1329	0,5684	0,1203
3,9%	34,96	37,94	35,36			
5,2%	37,83	40,41	36,86			
Linear	ns					
Quadrático	ns					
<b>Ócio (%/hora)</b>						
0,0%	44,17	47,91	47,38			
1,3%	43,50	44,71	44,58			
2,6%	44,03	42,47	41,02	0,0569	0,9994	0,7264
3,9%	46,17	47,09	47,38			
5,2%	45,86	41,78	43,54			
Linear	ns					
Quadrático	ns					
<b>Ingestão de Água (%/hora)</b>						
0,0%	0,57	0,72	0,57			
1,3%	0,67	0,99	0,55			
2,6%	0,61	0,49	0,58	0,9147	0,8651	0,9616
3,9%	0,72	0,50	0,67			
5,2%	0,50	0,68	0,61			
Linear	ns					
Quadrático	ns					

ns: não significativo

Foram observadas maiores ( $P < 0,05$ ) frequências de visitas dos animais ao comedouro na fase III para o tratamento 3,9%, enquanto na fase II e I ocorreram menores frequências

de visitas ao comedouro respectivamente. Para o tratamento 5,2%, não houve variação ( $P>0,05$ ) nas frequências de visitas ao comedouro entre as fases de adaptação (Tab. 5).

**Tabela 5.** Frequências das variáveis de excreção de fezes e urina e de visitas ao comedouro e bebedouro de vacas em lactação alimentadas com diferentes níveis de tanino em três fases de adaptação

Variáveis comportamentais	Fases			Valor de <i>P</i>		
	I	II	III	Trat	Fase	Trat x Fase
<b>Fezes (n)</b>						
0,0%	13,5	14,0	13,1			
1,3%	14,4	13,3	15,5			
2,6%	13,7	13,7	15,9	0,5949	0,5369	0,7699
3,9%	12,5	14,2	12,6			
5,2%	13,5	13,6	14,8			
Linear	ns					
Quadrático	ns					
<b>Urina (n)</b>						
0,0%	7,2	7,7	7,1			
1,3%	7,9	5,9	8,8			
2,6%	7,4	7,7	7,2	0,9977	0,8801	0,3192
3,9%	6,9	8,7	7,0			
5,2%	6,8	7,6	7,4			
Linear	ns					
Quadrático	ns					
<b>Comedouro (n)</b>						
0,0%	10,0bC	14,9aA	12,5abB			
1,3%	21,2aA	14,2bA	8,3cC			
2,6%	13,2aB	16,0aA	10,1bBC	0,1719	0,0638	<0,001
3,9%	12,8bBC	9,5cB	16,9aA			
5,2%	11,2BC	10,9B	11,9B			
Linear	ns					
Quadrático	ns					
<b>Bebedouro (n)</b>						
0,0%	7,9	9,0	7,6			
1,3%	9,3	8,9	7,8			
2,6%	7,5	6,4	6,8	0,1631	0,5473	0,2300
3,9%	9,6	6,4	8,7			
5,2%	7,5	8,9	7,9			
Linear	ns					
Quadrático	ns					

Médias seguidas de letras minúsculas diferentes nas linhas e letras maiúsculas diferentes nas colunas diferem pelo teste *f* a 5% de probabilidade. ns: não significativo

O nível de tanino e fase de adaptação não sofreram variação ( $P>0,05$ ) para o tempo diário de ingestão de volumoso e concentrado. No entanto, houve interação das fontes de variação (nível de tanino x fase) para a percentagem diária de tempo de ingestão de volumoso e concentrado ( $P<0,05$ ; Tab. 6).

O tratamento 1,3% de tanino apresentou menor ( $P<0,05$ ) tempo de ingestão de volumoso durante a fase II de adaptação (73,63%), logo esse período de tempo foi restabelecido na fase III ( $P>0,05$ ; Tab. 6), se equiparando a mesma percentagem de tempo de ingestão de volumoso da fase I (86,67 e 84,51% respectivamente). Os demais tratamentos não apresentaram variação entre as fases de adaptação para o tempo diário de ingestão de volumoso (Tab. 6).

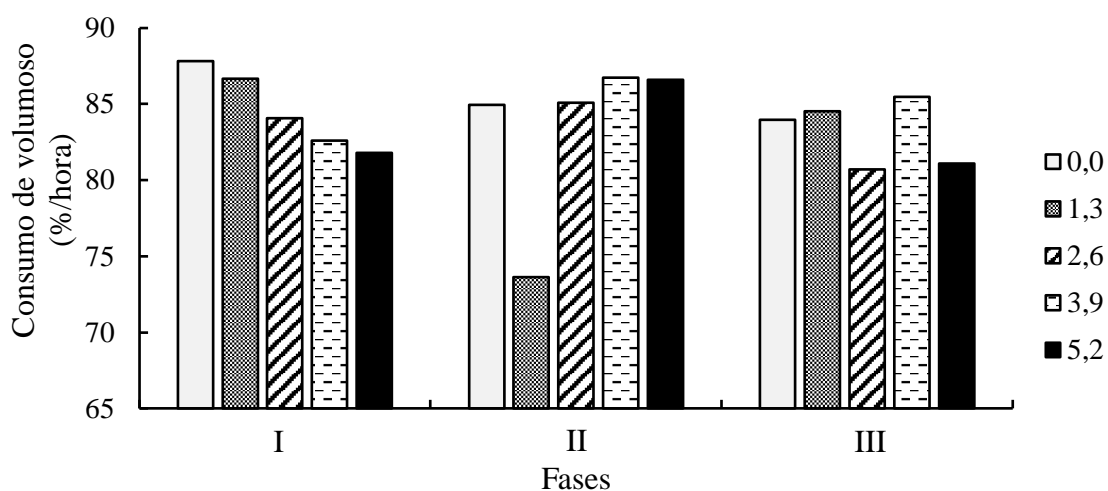
Na fase II, os animais da dieta 1,3% de tanino apresentaram menor ( $P<0,05$ ) tempo de ingestão de volumoso em relação aos demais tratamentos, aos quais não diferiram entre si (Fig. 4). Durante a fase I e III não houve variação ( $P>0,05$ ) no tempo diário de ingestão de volumoso entre os tratamentos (Tab. 6).

**Tabela 6.** Proporção do tempo despendido na ingestão diária de volumoso e concentrado de vacas em lactação alimentadas com diferentes níveis de tanino em três fases de adaptação

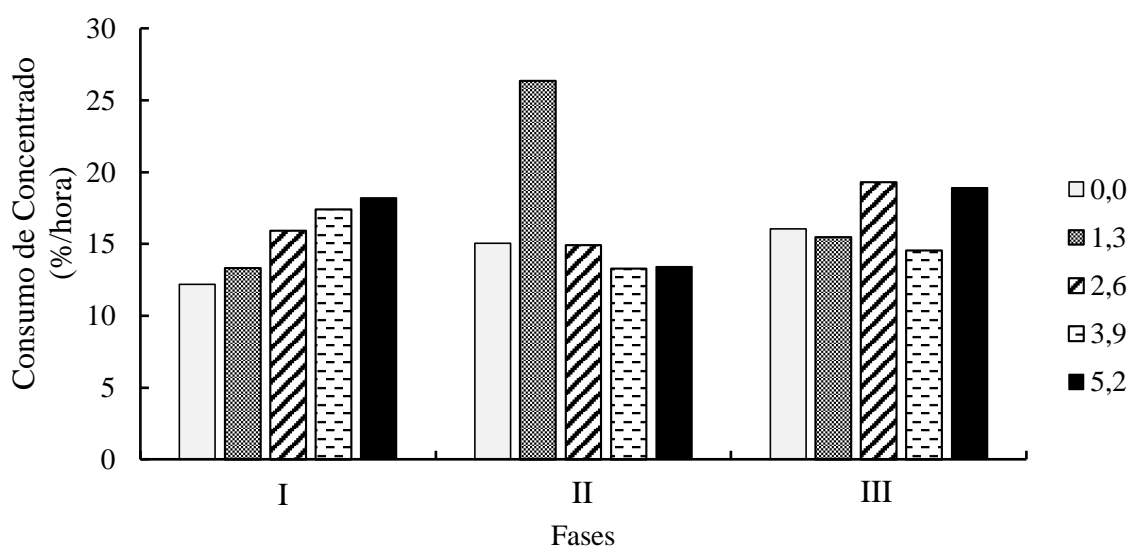
Variáveis comportamentais	Fases			Valor de <i>P</i>		
	I	II	III	Trat	Fase	Trat x Fase
<b>Volumoso (%/hora)</b>						
0,0%	87,80	84,96A	83,97			
1,3%	86,67a	73,63bB	84,51a			
2,6%	84,08	85,07A	80,69	0,3328	0,6379	0,0023
3,9%	82,58	86,73A	85,47			
5,2%	81,79	86,58A	81,07			
Linear	ns					
Quadrático	ns					
<b>Concentrado (%/hora)</b>						
0,0%	12,20B	15,04B	16,03			
1,3%	13,33bAB	26,37aA	15,49b			
2,6%	15,92AB	14,93B	19,31	0,2848	0,6005	0,0049
3,9%	17,42AB	13,27B	14,53			
5,2%	18,21A	13,42B	18,93			
Linear	ns					
Quadrático	ns					

Médias seguidas de letras minúsculas diferentes nas linhas e letras maiúsculas diferentes nas colunas diferem pelo teste *f* a 5% de probabilidade. ns: não significativo

Na fase I, houve crescimento contínuo no tempo para os animais consumirem o concentrado, à medida que foi aumentado o nível de tanino da dieta (Fig. 5). Foi observado maior ( $P<0,05$ ) tempo de consumo de concentrado para os animais do tratamento 5,2% de tanino na fase I, o qual diferiu apenas do tratamento controle, que apresentou menor tempo de consumo de concentrado (Tab. 8). Para a fase II, o tratamento 1,3% de tanino apresentou maior ( $P<0,05$ ) tempo de consumo de concentrado em relação aos demais tratamentos, os quais não apresentaram variações entre si ( $P>0,05$ ). Durante a fase III não houve variação ( $P>0,05$ ) entre os tratamentos para o tempo diário de consumo de concentrado.



**Figura 4.** Tempo diário de ingestão de volumoso de vacas em lactação alimentadas com diferentes níveis de tanino em três fases de adaptação

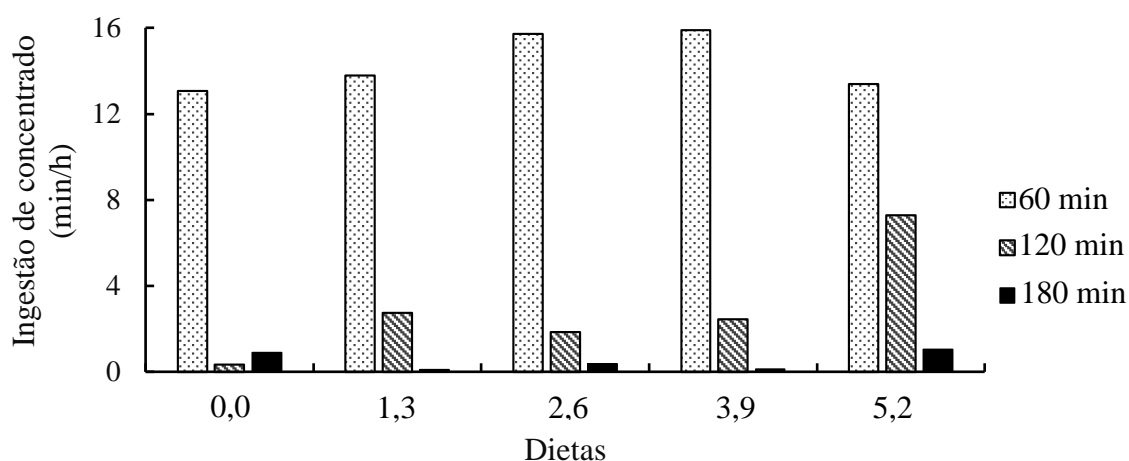


**Figura 5.** Tempo diário de ingestão de concentrado de vacas em lactação alimentadas com diferentes níveis de tanino em três fases de adaptação

A variação na percentagem de tempo diário para a ingestão de volumoso refletiu no tempo diário de ingestão concentrado, apresentando uma variação inversa (Fig. 4 e 5). Animais recebendo dietas com 1,3% de tanino, apresentaram maior ( $P < 0,05$ ) percentagem de tempo na ingestão de concentrado durante a fase II (26,37%), sendo esse tempo de ingestão diminuído na fase III. As demais dietas não apresentaram variação ( $P > 0,05$ ) no tempo diário para ingestão de concentrado entre as fases de adaptação (Tab. 6).

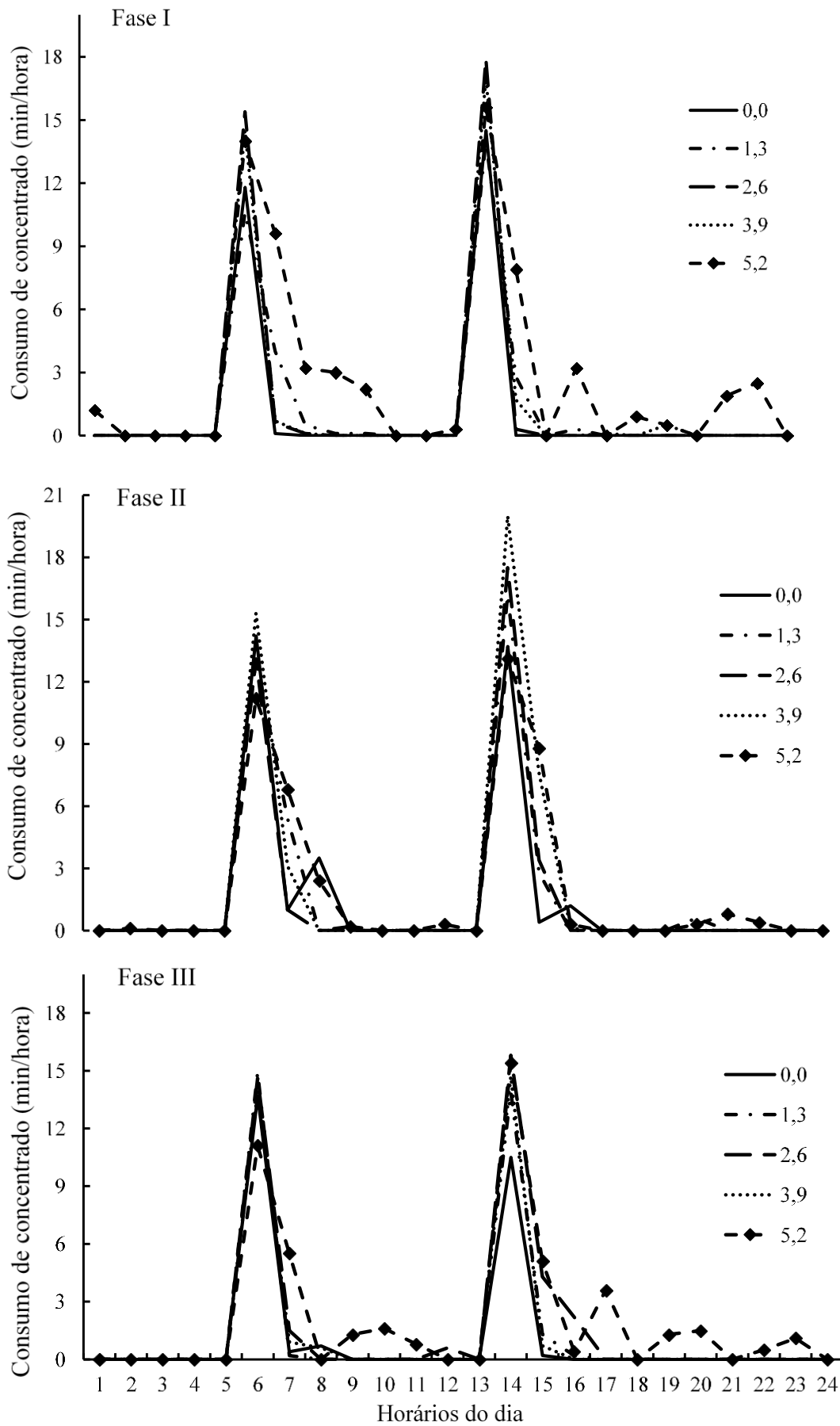
#### *Variação diária no comportamento ingestivo de vacas em lactação alimentadas com tanino*

Observou-se maior despendimento de tempo dos animais para a ingestão de concentrado nos primeiros 60 minutos após o arraçoamento para os animais consumindo ambas as dietas (Fig. 6). Após 120 minutos do fornecimento da ração, os animais do tratamento 5,2% de tanino apresentaram maior tempo de ingestão de concentrado em relação aos demais tratamentos. E 180 minutos após o fornecimento de ração não houve variação no tempo para ingestão de concentrado entre os tratamentos (Fig. 6).



**Figura 6.** Tempo diário para ingestão de concentrado, 180 minutos após a distribuição do alimento, de vacas em lactação alimentadas com tanino

Ao analisar o tempo para o consumo do concentrado durante os horários do dia, observou-se que durante as fases de adaptação houve maior tempo de consumo nas primeiras horas após os períodos de arraçoamento em ambos tratamentos (Fig. 7). No entanto, durante a fase I e III houve maior distribuição do tempo através de pequenos picos de ingestão de concentrado durante os horários do dia para o tratamento 5,2%. Para os demais tratamentos não houve variação no tempo de consumo de concentrado durante os horários do dia.

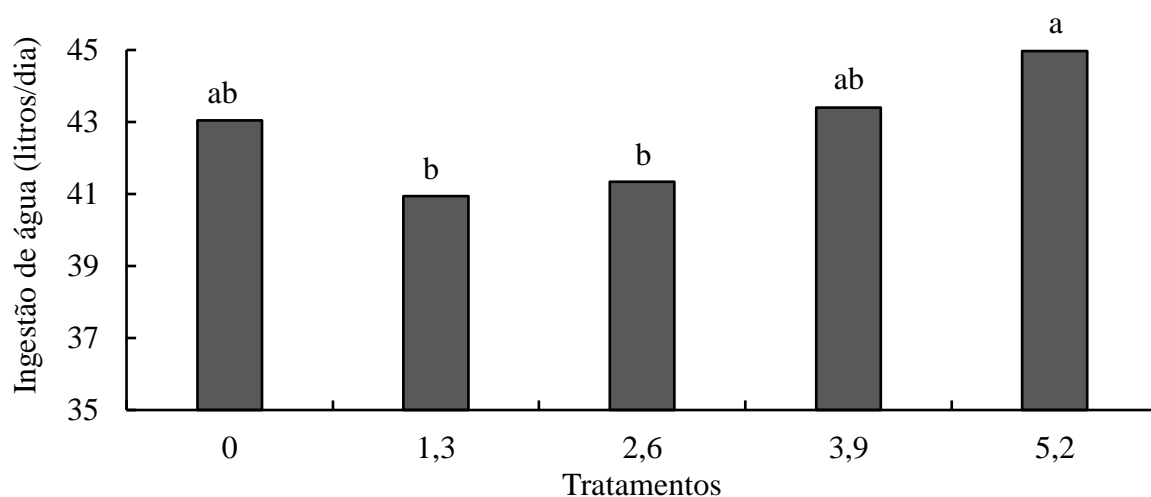


**Figura 7.** Tempo médio de ingestão de concentrado de vacas em lactação alimentadas com tanino em três fases de adaptação ao longo dos horários do dia

### *Consumo de água*

Houve variação ( $P < 0,05$ ) crescente no consumo de água de acordo com a quantidade de tanino inserida na dieta. Animais consumindo dietas com 1,3 e 2,6% de tanino apresentaram menores quantidades de ingestão de água (40,94 e 41,34L respectivamente).

Foi observado maior consumo de água para o tratamento 5,2% de tanino (44,97L). Enquanto que dietas com 0 e 3,9% de tanino não apresentaram variação frente as demais dietas (Fig. 8).



**Figura 8.** Consumo médio diário de água de vacas em lactação alimentadas com diferentes níveis de tanino.

Letras minúsculas diferentes denotam diferenças para os tratamentos (eixo: X) pelo teste f a 5% de probabilidade

## **DISCUSSÃO**

Nesse estudo, os resultados mostraram que não houve variação no padrão diário de ingestão de alimentos de vacas em lactação diante dos níveis de tanino dosados nas dietas (Tab. 4). Provavelmente, a não influência poderia estar relacionado a moderada quantidade da fonte de tanino inserido na dieta, que não se mostrou suficiente para causar alterações no tempo diário de alimentação dos animais. Assim como, a composição isonutritiva das dietas experimentais (Tab. 2), variando apenas na quantidade de tanino presente, pode ter contribuído para não ocorrência de variações das variáveis comportamentais ingestivas.

WAGHORN e SHELTON (1995) citam que quantidades diárias de taninos consideradas ótimas quando ingerido como parte constituinte da forragem, parece ser de 2% a 4% do consumo de matéria seca. Menores quantidades parecem ter pouco ou nenhum

benefício, enquanto que quantidades maiores parecem ter um efeito tóxico, mas este nível depende do tipo de tanino ingerido.

Animais ruminantes estabelecem diferentes estratégias comportamentais para lidar com a ingestão de taninos as quais estariam relacionadas com diferentes níveis de taninos bem como a fonte de tanino inserida na dieta. Esses fatores por sua vez podem modular a curto prazo (efeito adstringente), médio prazo (efeitos pós ingestivo), bem como respostas comportamentais a longo prazo (comportamento aversivo) desencadeadas pela ingestão de taninos (MOLLE et al., 2009).

LANDAU et al. (2000), dosando níveis de até 500 g/dia de tanino não observaram alterações no consumo de alimentos de vacas em lactação. Porém, ao inserir níveis superiores a 500 g/dia, verificaram diminuição de 33% na ingestão de alimento e ao reduzir novamente para 500 g/dia de tanino, o consumo de alimento restaurou aos níveis iniciais.

A presença de níveis moderados de taninos no rúmen pode se tornar benéfico ao animal, por ocorrer a proteção da proteína dietética contra a degradação pelos microrganismos ruminais, aumentando o fluxo de proteína dietética para ser absorvida no intestino delgado (MIN et al., 2003). Outro efeito benéfico associado a ingestão de taninos é a redução da emissão de metano ruminal para o ambiente (MAKKAR, 2003). Menores quantidades de emissão de metano foram relatadas por PUCHALA et al. (2005) a partir de cabras alimentadas com *lespedeza cuneata* versus gramínea (17,7% e 0,5% de tanino na matéria seca, respectivamente). Para dietas contendo taninos condensados de *Lotus corniculatus* em níveis de 25,9 g/kg de matéria seca resultou em menor emissão de metano por quilograma de matéria seca ingerida por bovinos (WOODWARD et al., 2001). Estas reduções na emissão de metano podem beneficiar a produção animal, porque menos energia alimentar é perdida pelos animais ruminantes durante o processo de digestão, além de reduzir as emissões de gases de efeito estufa.

A presença de 1,3% de tanino apresentou interação das fontes de variação (tratamentos x fases de adaptação) na frequência de visitas ao comedouros, ocorrendo maiores frequências na fase inicial de adaptação, e diminuindo de forma linear até a última fase (Tab. 5), mostrando que esses animais apresentaram adaptação diante da presença de tanino na dieta.

Apesar do tempo de alimentação não ter apresentado variação entre os tratamentos, o seu valor apresentou-se maior para os tratamentos 1,3 e 2,6% na fase I (Tab. 4), assim como, o maior dispendimento de tempo pelos animais para o consumo de volumoso (Tab. 6), o que pode ter refletido no maior número de visitas ao comedouros durante a fase I para os tratamentos 1,3 e 2,6%. Por conseguinte, não ficou evidente se os animais conseguiram

perceber a influência do tanino na alimentação, pois a maior frequência de visitas ao comedouro para o tratamento 3,9% ocorreu na fase III, enquanto que o tratamento 5,2% não apresentou variação entre as fases de adaptação (Tab. 5). No entanto, LANDAU et al. (2000) citam que maiores frequências de contato com o alimento pode ser associado com amostras mais cuidadosas da dieta, principalmente com a presença de alimentos novos, o que se aplicaria nesse estudo, devido a novidade da presença de tanino na alimentação dos animais.

Mesmo não apresentando variação, o tempo para o consumo de volumoso diminuiu a medida que foi aumentado o nível de tanino nas dietas durante a fase I, o que provavelmente pode ter refletido no tempo de consumo de concentrado, com uma variação inversa, ou seja, maiores tempos de ingestão de concentrado foram observados durante essa fase I a medida que o nível de tanino da dieta aumentou (Tab. 6).

Ajustes no nível de ingestão, na taxa de ingestão, no comprimento e números de períodos de alimentação, no tempo total de alimentação e no comprimento entre os períodos de alimentação, são comportamentos específicos empregados pelos animais para regular a ingestão de metabólitos secundários de plantas no tempo e/ou espaço (WIGGINS et al., 2003), principalmente quando esses compostos perfazem sua alimentação por um período não muito longo. Características essas que justificam a maior variação dos animais recebendo dietas com 1,3% de tanino, que apresentaram maior tempo para ingestão de concentrado durante a fase II, ao qual diferiu dos demais tratamentos. No entanto, não houve variação no tempo de ingestão de concentrado entre as fases de adaptação para os maiores níveis de tanino na dieta (Tab. 6).

A provisão de níveis de tanino na alimentação de vacas em lactação apresentou variação no tempo de ingestão de concentrado após os períodos de arrazoamento entre as fases de adaptação. A diferença no tempo de ingestão de concentrado entre o tratamento 5,2% e os demais tratamentos apresentou aumento durante a fase I e III (Fig. 8).

O maior tempo dedicado ao consumo de dietas com 5,2% tanino estaria associado a maiores quantidades diárias de refeições em vez de refeições com maiores períodos de tempo, ou seja, maiores quantidades de picos alimentares em menores tempo de ingestão. Além disso, mais tempo foi dedicado pelos animais para ingerir concentrado com 5,2% de tanino posterior a 180 min, após a distribuição da dieta (Fig. 7).

A cavidade oral desempenha um papel importante no processo de ingestão de taninos, tanto por ser o local de detecção destes compostos, como por ser o local da presença de proteínas salivares que agem como mecanismo de defesa aos taninos (LAMY et al., 2011). Assim, a necessidade do animal para evitar o efeito adstringente causado pela presença de

taninos na boca, possivelmente pode ser associado com maiores números de refeições durante o dia com menores tempo de ingestão. Além disso, salivações frequentes foram observadas em vacas alimentadas com 5,2% de tanino, apoiando a noção de que, a interação de taninos com proteínas salivares e mucosas da boca pode ser um fator importante para a redução a curto prazo na palatabilidade de dietas com maiores quantidades em tanino.

A quantidade adequada de água ingerida é essencial para a saúde e produtividade dos ruminantes, porém alguns fatores, como exemplo, a presença de taninos pode proporcionar alterações no consumo de água (KRONBERG e SCHAUER, 2013).

No presente estudo foi observado variação crescente na quantidade de água ingerida a medida que o nível de tanino foi adicionado na dieta. A maior ingestão de água observada no tratamento 5,2% (Fig. 8) provavelmente ocorreu devido aos efeitos adstringente provocado na boca em concomitantes interações de taninos e proteínas salivares.

A adstringência é um enrugamento ou sensação de secagem provocada na mucosa da boca, que geralmente se desenvolve e dissipa-se lentamente (CHARLTON et al., 2002). Uma teoria citada por LAMY et al. (2011), sugere que interação de taninos e proteínas salivar resultam na formação de precipitados insolúveis ao qual estimulam mecanorreceptores na boca dando maior sensação de secura. Dessa forma, os animais tentaram contornar os efeitos causados pela presença de taninos na dieta através do aumento na quantidade de água ingerida, ocorrendo diluição nos efeitos provocados na boca pela quantidade de tanino na dieta.

## **CONCLUSÕES**

A inclusão de 5,2% de tanino com base na matéria seca na dieta de vacas em lactação pode ser empregada sem que ocorra variações no tempo diário total de ingestão de alimento.

Vacas em lactação atenuam os efeitos da ingestão de concentrado com 5,2% de tanino por meio de pequenos picos de tempos alimentares posterior a 180 minutos após distribuição da dieta.

Os efeitos adstringentes provocados pela ingestão de taninos em vacas em lactação são suavizados pelo aumento na quantidade diária de água ingerida a medida que a quantidade de tanino da dieta aumenta a partir do nível de 3,9% com base na matéria seca.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CHARLTON, A. J.; BAXTER, N. J.; KHAN, M. L. et al. Polyphenol/peptide binding and precipitation. **Journal Agriculture Food Chemical**, v. 50, p. 1593-1601, 2002.

HAGERMAN, A. E.; BUTLER, L. G. Protein precipitation method for the quantitative determination of tannins. **Journal of agricultural and food chemistry**. v. 26, n.4, p. 809-812, 1978.

KRONBERG, S. L.; SCHAUER, C. S. Cattle and sheep develop preference for drinking water containing grape seed tannin. **Animal**, v. 7, n. 10, p. 1714-1720, 2013.

LAMY, E.; RAWEL, H.; SCHWEIGERT, F. J. et al. The effect of tannins on mediterranean ruminant ingestive behavior: The role of the oral cavity. **Molecules**, v. 16, n. 4, p. 2766-2784, 2011.

LANDAU, S.; SILANIKOVE, N.; NITSAN, Z. et al. Short-term changes in eating patterns explain the effects of condensed tannins on feed intake in heifers. **Applied Animal Behaviour Science**, v. 69, n. 3, p. 199-213, 2000.

MAKKAR, H. P. S. Effects and fate of tannins in ruminant animals, adaptation to tannins, and strategies to overcome detrimental effects of feeding tannin-rich feeds. **Small Ruminant Research**, v. 49, n. 3, p. 241-256, 2003.

MAKKAR, H. P. S.; BLUMMEL, M.; BECKER, K. In Vitro Effects of and interactions between tannins and saponins and fate of tannins in the rumen. **Journal Science Food Agriculture**, n. 69, p. 481-493, 1995.

MCNABB, B. W. C.; WAGHORN, G. C.; PETERS, J. S. et al. The effect of condensed tannins in *Lotus pedunculatus* on the solubilization and degradation of ribulose - 1,5 - biphosphate carboxylase (EC 4.1.1.39; Rubisco) protein in the rumen and the sites of Rubisco digestion. **British Journal of Nutrition**, , v. 76, p. 535-549, 1996.

MIN, B. R.; BARRY, T. N.; ATTWOOD, G. T. et al. The effect of condensed tannins on the nutrition and health of ruminants fed fresh temperate forages: a review. **Animal Feed Science and Technology**, v. 106, n. 1, p. 3-19, 2003.

MOLLE, G.; DECANDIA, M.; GIOVANETTI, V. et al. Responses to condensed tannins of flowering sulla (*Hedysarum coronarium* L.) grazed by dairy sheep - Part 1: Effects on feeding behaviour, intake, diet digestibility and performance. **Livestock Science**, v. 123, n. 2, p. 138-146, 2009.

MUELLER-HARVEY, I. Analysis of hydrolysable tannins. **Animal Feed Science and Technology**, v. 91, n. 1, p. 3-20, 2001.

PROVENZA, A.; BURRITT, E. A.; PEREVOLOTSKY, A. et al. Self-regulation of intake of polyethylene glycol by sheep fed diets varying in tannin concentrations. **Journal Animal Science**, n. 78, p. 1206-1212, 2000.

PUCHALA, R.; MIN, B. R.; GOETSCH, A. L. et al. The effect of a condensed tannin-containing forage on methane emission by goats. **Journal Animal Science**, v. 83, n. 1, p. 182-186, 2005.

TERRIL, T. H.; ROWAN, A. M.; DOUGLAS, G. B. et al. Determination of extractable and bound condensed tannin concentrations in forage plants, protein concentrate meals and cereal grains. **Journal Science Food Agriculture**, n. 58, p. 321-329, 1992.

VILLALBA, J. J.; PROVENZA, F. D. Polyethylene glycol influences selection of foraging location by sheep consuming quebracho tannin. **Journal Animal Science**, n. 80, p. 1846-1851, 2002.

WAGHORN, G. C.; SHELTON, I. D. Effect of condensed tannins in *Lotus pedunculatus* on the nutritive value of ryegrass (*Lolium perenne*) fed to sheep. **The Journal of Agricultural Science**, v. 125, n. 2, p. 291-297, 1995.

WIGGINS, N. L.; MCARTHUR, C.; BOYLE, R. Effects of two plant secondary metabolites, cineole and gallic acid, on nightly feeding patterns of the common brushtail possum. **Journal of Chemical Ecology**, v. 29, n. 6, p. 1447-1464, 2003.

WOODWARD, S. L.; WAGHORN G. C. ULYATT, M. J. et al. Early indications that feeding lotus will reduce methane emission from ruminants. **New Zealand Society of Animal Production**, n. 61, p. 23-26, 2001.