

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS**  
**Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel**  
**Programa de Pós-graduação em Zootecnia**



Dissertação

**Utilização de tanino de Acácia Negra (*Acacia mearnsii* de Wild) como  
atenuante do estresse térmico em vacas leiteiras**

**Laura Valadão Vieira**

Pelotas, 2021

**LAURA VALADÃO VIEIRA**

**Utilização de tanino de Acácia Negra (*Acacia mearnsii* de Wild) como  
atenuante do estresse térmico em vacas leiteiras**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós  
Graduação em Zootecnia, da Universidade Federal  
de Pelotas como requisito parcial para obtenção do  
título de Mestre em Zootecnia (Área do  
conhecimento: Produção Animal).

Orientador: Dr. Francisco Augusto Burkert Del Pino  
Co-orientador: Dr. Eduardo Schmitt

Pelotas, 2021

Universidade Federal de Pelotas / Sistema de Bibliotecas  
Catalogação na Publicação

V657u Vieira, Laura Valadão

Utilização de tanino de Acácia Negra (*Acacia mearnsii* de Wild) como atenuante do estresse térmico em vacas leiteiras / Laura Valadão Vieira ; Francisco Augusto Burkert Del Pino, orientador ; Eduardo Schmitt, Antônio Amaral Barbosa, coorientadores. – Pelotas, 2021.

96 f. : il.

Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, 2021.

1. Aditivo. 2. Bovinocultura leiteira. 3. Índice de temperatura e umidade. 4. Temperatura interna. I. Pino, Francisco Augusto Burkert Del, orient. II. Schmitt, Eduardo, coorient. III. Barbosa, Antônio Amaral, coorient. IV. Título.

CDD : 636.234

Elaborada por Gabriela Machado Lopes CRB: 10/1842

**Utilização de tanino de Acácia Negra (*Acacia mearnsii* de Wild) como  
atenuante do estresse térmico em vacas leiteiras**

Dissertação aprovada como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Zootecnia, Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas.

Data da Defesa: 12/07/2021

Banca examinadora:

---

Prof. Dr. Francisco Augusto Burkert Del Pino (Orientador)  
Doutor em Ciências Biológicas pela Universidade Federal do  
Rio Grande do Sul - UFRGS.

---

Prof. Dra. Viviane Rohrig Rabassa  
Doutora em Veterinária pela Universidade Federal de Pelotas - UFPel.

---

Dr. Antônio Amaral Barbosa  
Doutor em Veterinária pela Universidade Federal de Pelotas - UFPel.

---

Prof. Dr. Cássio Cassal Brauner  
Doutor em Zootecnia pela Universidade Federal de Pelotas - UFPel.

## **Agradecimentos**

Agradeço primeiramente aos meus pais, Manoel Renato e Reni, e a minha irmã Liane, por todo o apoio durante toda a graduação e mestrado, pelo incentivo na minha formação profissional, por acreditarem nas minhas escolhas e apostarem nelas junto comigo.

Ao programa de Pós-graduação em Zootecnia pelo apoio prestado durante essa etapa.

Aos colegas do Núcleo de Pesquisa, Ensino e Extensão em Pecuária (NUPEEC) pela amizade e pela convivência durante todo esse período. Agradeço especialmente à Kauani Borges Cardoso e Jordani Borges Cardoso, minhas parceiras de experimento e essenciais em todas as etapas deste projeto.

Aos professores do grupo NUPEEC, em especial ao coordenador do grupo, Marcio Nunes Corrêa, ao meu orientador Francisco Augusto Burkert Del Pino, meu co-orientador Eduardo Schmitt e ao pós-doutorando Antônio Amaral Barbosa, pelo apoio, pelas oportunidades e por contribuírem diariamente para o meu crescimento pessoal e profissional.

A empresa GPR Nutrição Animal pela oportunidade de fazer parte deste trabalho de pesquisa.

Ao César Brunetto, Maria Calgarotto Brunetto, Cleiton César Brunetto e Felipe Krolow que me concederam o espaço para desenvolver os experimentos em suas propriedades.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela bolsa concessão da bolsa.

A todos que contribuíram e contribuem na minha jornada acadêmica, e aos que me ajudaram na execução deste trabalho, minha gratidão!

*“Ninguna fuerza abatirá tus sueños, porque ellos  
se nutren con su propia luz, se alimentan con su propia  
pasión.”*

*Atahualpa Yupanqui*

## Resumo

VIEIRA, Laura Valadão. **Tanino de Acácia Negra (*Acacia mearnsii* de Wild) como atenuante do estresse térmico em vacas leiteiras**. 2021. 96p. Dissertação em Zootecnia - Programa de Pós-Graduação em Zootecnia. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2021.

A hipótese deste trabalho é que a utilização de Taninos Condensados provenientes de Acácia Negra (*Acacia mearnsii* de Wild) aumenta o aporte de proteínas não degradáveis no rúmen (PNDR), amenizando os efeitos do estresse térmico. Neste sentido, esta dissertação foi constituída por dois experimentos, A e B, cujos objetivos eram de avaliar a utilização de diferentes doses de taninos condensados provenientes de Acácia Negra (*Acacia mearnsii* de Wild) no estresse térmico, composição e produção do leite, em vacas leiteiras de média e alta produção. Cada um dos experimentos, teve a duração de 39 e 29 dias, respectivamente e ambos contaram com a seleção de 20 animais da raça Holandês, que foram distribuídos em dois grupos tanino (TG) e controle (CG), blocados de acordo com a produção de leite, dias em lactação (DEL) e número de lactações. No experimento A, os animais TG receberam a dose de 150g de tanino/vaca/dia ofertada junto a 600g de concentrado, enquanto os animais do grupo identificado como CG, consumiram a mesma dose de concentrado sem qualquer tratamento. Já no experimento B, os animais TG receberam a dose de 40g de tanino e 10g de caulim/vaca/dia e os animais CG receberam 50g de caulim/vaca/dia. Durante os estudos as variáveis monitoradas foram produção de leite, qualidade do leite, temperatura interna dos animais e índice de temperatura e umidade ambiental (ITU). A produção de leite foi monitorada diariamente e individualmente. Já para as análises de composição do leite, foram realizadas coletas de leite semanais e encaminhadas para laboratórios especializados. Os dados de temperatura interna foram coletados a partir de termômetros intravaginais data logger (Thermochron ibutton. KY -USA), enquanto o ITU foi registrado por meio de estação meteorológica. O ITU médio nos experimentos A e B foi de 69.8 e 72.44. A produção de leite não diferiu entre os grupos, mas a concentração de proteínas no leite foi maior no TG (experimento A  $p=0.02$  e experimento B  $p=0.007$ ). O grupo TG apresentou maior termorregulação (experimento A e B  $p<0.01$ ). A suplementação com taninos nas doses de 40 e 150 g/vaca/dia aumenta a termotolerância e aumenta a concentração de proteínas no leite.

**Palavras-chave:** aditivo; bovinocultura leiteira; índice de temperatura e umidade; temperatura interna.

## Abstract

VIEIRA, Laura Valadão. **Black Acacia Tannin (*Acacia mearnsii* de Wild) as a mitigation of heat stress in dairy cows**. 2021. 96p. Dissertation in Animal Science – Postgraduate Program in Animal Science. Federal University of Pelotas, Pelotas, 2021.

The hypothesis of this work is that the use of Condensed Tannins from Black Acacia (*Acacia mearnsii* de Wild) increases the supply of non-degradable proteins in the rumen (PNDR), mitigating the effects of heat stress. This dissertation is composed of two experiments, A and B, whose objectives were to evaluate the use of different doses of condensed tannins from Black Acacia (*Acacia mearnsii* de Wild) in heat stress, composition and milk production in medium and high production dairy cows. Each experiment lasted 39 and 29 days, respectively. Both experiments were carried out using 20 cows. Selection parameters were milk production and number of days in lactation (DIL). Cows were distributed into two groups: tannin (TG) and control (CG). In experiment A, the TG animals received a dose of 150g of tannin / cow / day offered together with 600g of concentrate, while the animals in the group identified as CG, consumed the same dose of concentrate without any treatment. In experiment B TG animals received 40 g of tannin/cow/day and 10 g kaolin/cow/day and CG animals received 50g kaolin/cow/day. During the experiments we evaluated milk production and quality, the internal temperature of the cows as well as the temperature and humidity index (THI). Milk production was monitored daily and individually. To analyze milk composition weekly samples were taken and sent to specialized laboratories. Internal temperatures were measured using data logger intravaginal thermometers (Thermochron ibutton. KY -USA). The THI was monitored using a weather station. Mean THI in experiments A and B were 69.8 e 72.44, respectively. Milk production did not differ between groups. Nevertheless, TG In experiment A, the TG animals received a dose of 150g of tannin / cow / day offered together with 600g of concentrate, while the animals in the group identified as CG, consumed the same dose of concentrate without any treatment animals had higher protein concentrations and thermoregulation in both experiments (protein concentration A  $p= 0.02$  and B  $p=0.007$ ; thermoregulation A e B  $p<0.01$ ). Dietary supplementation with tannins in both doses tested here (40 and 150 g/cow/day) increases thermotolerance and increases protein concentration in the in milk.

**Keywords:** supplement, dairy cattle, temperature and humidity index, internal temperature



## Sumário

1 Introdução .....	11
2 Revisão de literatura .....	18
UTILIZAÇÃO DE TANINO COMO ADITIVO NUTRICIONAL NA DIETA DE RUMINANTES .....	18
UTILIZAÇÃO DE TANINOS COMO ADITIVO NUTRICIONAL NA DIETA DE RUMINANTES .....	19
USE OF TANNINS AS A NUTRITIONAL ADDITIVE IN THE RUMINANTS NUTRITION.....	19
ABSTRACT: .....	19
RESUMO: .....	20
RESUMEN .....	20
Introdução.....	21
2. Desenvolvimento.....	22
2. 1 Por que utilizar Taninos na dieta de Ruminantes? .....	22
2.2 Onde os Taninos podem ser encontrados .....	24
2.3 Como atuam os Taninos Condensados .....	28
2.4 Taninos Condensados e a Redução na Emissão de Metano.....	30
2.5 Taninos Condensados e a Imunidade frente a parasitas nematódeos.....	33
2.6 Taninos Condensados e a Produção de leite e Composição de Proteínas.....	38
3. Considerações Finais .....	41
Referências .....	41
3. Objetivos .....	62
3.1 Objetivo geral .....	62
3.2 Objetivos específicos .....	62
4 Artigo.....	63
4.1 Tanino de Acácia Negra como atenuante do estresse térmico em vacas leiteiras .....	63
Black Wattle Tannin as heat stress mitigant in dairy cows.....	64
Abstract.....	65
Resumo.....	66
Introduction.....	66
Material and Methods.....	67

Results and Discussion.....	72
Conclusions.....	76
References.....	77
Tables.....	83
Figures.....	87
5 Considerações Finais.....	91
6 Referências Bibliográficas.....	92

## 1 Introdução

A cadeia produtiva do leite constitui uma das atividades econômicas mais expressivas no sistema agroindustrial brasileiro e apresenta notório crescimento no que se refere ao volume de leite produzido (IBGE, 2021). Em 2020, por exemplo, a produção de leite sofreu o incremento de 514,00 milhões de litros, comparado ao ano de 2019 (IBGE, 2021; SERPA et al., 2021). Atualmente o Brasil ocupa o terceiro lugar no ranking mundial dos dez países com maior produção de leite, sendo boa parte do volume produzido proveniente da ordenha de animais da raça Holandês (RENTERO et al., 2021).

Os bovinos da raça Holandês são comumente selecionados devido a sua característica de alta produtividade, contudo estes são oriundos de regiões de clima temperado, onde a temperatura ambiente pode variar de  $-3^{\circ}\text{C}$  a  $18^{\circ}\text{C}$ . Já no Brasil país de clima predominantemente tropical e subtropical, a temperatura média anual ultrapassa os  $18^{\circ}\text{C}$  (REZENDE et al., 2014). Dessa maneira, os animais são submetidos a condições que fogem da sua zona de termoneutralidade, que fica entorno de  $5$  a  $15^{\circ}\text{C}$  (CONTE et al., 2018; TAO et al., 2018).

A mensuração da carga de calor em que os animais são expostos é comumente avaliada por índices bioclimáticos, sendo o principal deles o índice de temperatura e umidade (ITU), uma combinação entre as variáveis temperatura ambiente e umidade relativa (PINTO et al., 2020; WIJFFELS et al., 2020). Ao longo dos anos, diferentes índices de ITU foram propostos como responsáveis pelo desenvolvimento do estresse térmico em bovinos leiteiros, contudo, a maioria dos autores atribuem os níveis de 68 a 72 como valores críticos (RAVAGNOLO et al., 2000; BECKERT e STONE, 2020). Entretanto, a sensibilidade ao calor depende da categoria animal, visto que vacas de alta produção tendem a ser mais sensíveis a alterações climáticas e a apresentarem estresse térmico em ITU mais brando (BAUMGARD e ROHADS, 2013).

Estudos demonstram que fêmeas bovinas com altos índices produtivos diminuem a síntese do leite em ITU a partir de 68, podendo chegar à redução de 2,2Kg/dia (BAUMGARDE e ROHADS, 2013; BECKERT e STONE, 2020). Este dado é preocupante, visto que devido ao crescente aumento populacional, a oferta de

produtos de origem animal deverá dobrar até 2050, principalmente nas regiões de clima tropical e subtropical, que também são as que mais sofrerão alterações climáticas e aumento na temperatura da superfície terrestre (CAMPOS et al., 2018; BECKER et al., 2020; WANKAR et al., 2021).

Todavia, os danos provocados pela hipertermia não compreendem apenas o decréscimo na síntese do leite. As vacas em estresse térmico também apresentam redução na fertilidade e aumento na incidência de doenças (DAS et al., 2016). Por esse motivo o estresse calórico representa uma grande limitação para a economia de laticínios no mundo todo, pois mesmo em regiões de clima mais ameno, o ITU pode chegar a 72 em determinadas épocas do ano. Sendo assim os prejuízos financeiros com a problemática aproximam-se de US\$1,7 bilhões anualmente (BACCARI et al., 1997; BEDFORD et al., 2020; BRITO et al., 2020; LUO et al., 2021).

Os ruminantes são animais homeotérmicos, por esse motivo a temperatura corporal destes é determinada por dois importantes fatores: quantidade de calor que é dissipada do animal para o ambiente e calor produzido por atividades fisiológicas do organismo, tais como, síntese do leite, fermentação ruminal e manutenção das frequências cardíaca e respiratória, denominado “calor endógeno” (WOLFENSON e ROTH, 2019).

Sendo assim animais de alta produção, conforme citado anteriormente, são mais suscetíveis a desenvolverem estresse calórico do que animais de baixa produção ou em período seco, por exemplo, pois estes produzem menor carga de calor metabólico (COLLIER et al., 2019). Flamenbaum (2014) demonstra que vacas em lactação com produção média de 50Kg/dia produzem 24Mcal de calor a mais do que vacas secas. Contudo, o estresse térmico só ocorrerá, quando a temperatura e/ou umidade ambiente sobreporem a capacidade do animal em dissipar calor (BEDFORD et al., 2020; DE ANDRADE et al., 2017).

Os bovinos apresentam quatro formas de perder calor, três delas não evaporativas que compreendem radiação condução e convecção, estas são ativadas mediante a temperatura ambiental mais branda, por volta de 20°C (ADRIAN et al., 2012; FLAMENBAUM, 2014). Já a forma evaporativa ocorre através

da evaporação acionada em temperaturas mais elevadas, próximas aos 30°C (AGGARWAL e UPADHYAY, 2013).

A radiação é a forma pela qual os animais perdem calor da superfície corporal ou absorvem calor do ambiente, por meio de ondas eletromagnéticas, sem a necessidade de um corpo físico que permita essas trocas (BRIDI, 2010). Já na condução, ocorre a troca de temperaturas por meio do contato da superfície corporal dos animais com um objeto, como o piso ou chão, sendo que o calor flui da superfície mais quente para a mais fria (ADRIAN et al., 2012). A convecção ocorre quando a camada de ar próxima a pele é substituída por ar mais frio do que o corpo do animal (ADRIAN et al., 2012; FLAMENBAUM, 2014). A evaporação ocorre a partir da vasodilatação periférica que permite a troca de calor do animal por meio da transpiração e respiração (AGGARWAL e UPADHYAY, 2013).

Em regiões de clima tropical, a principal forma de dissipar calor é a evaporativa, caracterizada pela sudorese e aumento na frequência respiratória, porém de acordo com o nível de estresse com que o animal é submetido, estes mecanismos tornam-se ineficientes, o que provoca taquipneia (frequência respiratória superior a 36 movimentos/minuto) e aumento na temperatura corporal para níveis superior ao fisiológico de 39,2°C (DE ANDRADE et al., 2017; BEDFORD et al., 2020; PEREIRA et al., 2020). A partir daí outros mecanismos de aclimação são desencadeados, como a redução na ingestão de matéria seca (MS) e diminuição na síntese do leite (COLLIER et al., 2017; COLLIER et al., 2019).

Na tentativa de reduzir o calor metabólico, gerado pelo processo de fermentação ruminal, vacas em estresse térmico podem reduzir em até 12,7% a ingestão de MS (CONTE et al., 2018; HOU et al., 2021). Este recurso apesar de positivo para a termorregulação gera impactos negativos ao animal, visto que, contribui para a maior incidência de enfermidades, menor produção de leite e baixos índices reprodutivos (DAS et al., 2016; LEES et al., 2019).

Dahl et al. (2020), verificou em seus estudos, que o estresse térmico aumenta em 21,1% a incidência de problemas digestórios em novilhas, sendo acidose ruminal o transtorno mais diagnosticado (SAMMAD et al., 2020). Isso porque os recursos de aclimação gerados pela hipertermia provocam consequências negativas ao metabolismo ácido-básico, a vasodilatação periférica e a menor

ingestão de alimentos volumosos, contribuindo então para menor produção de saliva e comprometendo o tamponamento do rúmen (CONTE et al., 2018).

Somado a esses fatores, durante o estresse calórico os animais apresentam aumento na frequência respiratória, e por esse motivo, maior liberação de gás carbônico ( $\text{CO}_2$ ) para a atmosfera, tornando os animais mais suscetíveis a alcalose respiratória (JOHNSON et al., 2014; DAS et al., 2016; CONTE et al., 2018). Para reverter esse quadro e estabilizar o pH, os rins atuam eliminando bicarbonato da circulação ( $\text{HCO}_3$ ), por via urinária, tornando-o indisponível para a ação tampão, dificultando a manutenção do pH ruminal entre os níveis de 6 a 7 (GONZALES- RIVAS et al., 2020).

O baixo consumo alimentar, pode fazer com que o animal entre em déficit energético, justamente em um período onde os processos fisiológicos de aclimação demandam mais energia (BAUNGARD e RHOADS, 2013). Para evitar com que a temperatura corporal se eleve de maneira exacerbada e provoque a morte do animal, o organismo prioriza a termorregulação em detrimento da síntese do leite (PRATHAP et al., 2017).

Ainda, animais termicamente estressados apresentam maior concentração do hormônio insulina na corrente sanguínea e este, por sua vez, capta glicose para os tecidos de modo a para garantir o suprimento energético (BAUNGARD e RHOADS, 2013). Dessa maneira, a partição de glicose para a glândula mamária é desviada e em função disso, a lactogenese é comprometida, pois a glicose ao se juntar com a galactose, forma o dissacarídeo lactose e este é hidrofóbico, ou seja, atrai o fluxo sanguíneo para a glândula mamária, e o volume de sangue que circulante nesse órgão dita a quantidade de leite produzida (PRATHAP et al., 2017; PRAMOD et al., 2021). Assim, a circulação de sangue que já era prejudicada devido a vasodilatação periférica é ainda mais afetada (TAO et al., 2018).

O estresse térmico acarreta prejuízos na lactação, mesmo quando acomete vacas durante o período seco, devido ao retardo na recuperação tecidual da glândula mamária (DAHL et al., 2019; TAO et al., 2020). Da mesma forma, já foram evidenciados índices produtivos baixos nas três primeiras lactações de bezerras filhas de vacas termicamente estressadas, sendo essa redução em: 2,2Kg de leite/dia, 2,3Kg e 6,5Kg de leite/dia, para cada uma das lactações (LABORTA et al.,

2021). Atualmente, estudos investigam os impactos gerados pelo estresse térmico, inclusive nas netas de vacas submetidas a hipertermia, onde já foi demonstrada, que estas produzem 1,3Kg de leite/dia a menos, em relação a netas de vacas termoneutras na primeira lactação (LAPORTA et al., 2021). Outros efeitos deletérios provocados pelo estresse térmico são demonstrados na figura 1.



Figura 1: prejuízos provocados pela incidência do estresse térmico baseado em trabalhos de pesquisa de Flamenbaum (2014), Dahl et al. (2019), Gunn et al. (2019), Lees et al. (2019), Wolfenson e Roth (2019), Rakib et al. (2020), Tao et al. (2020) e Recce et al. (2021). Ilustrações utilizadas para compor o esquema são de domínio público.

Para minimizar os prejuízos provocados pelo estresse térmico, existe uma série de alternativas disponíveis no mercado e em desenvolvimento, que vão desde a ventiladores e sistemas de aspersão, até estratégias nutricionais e inclusão de aditivos na dieta (MIRON et al., 2009; CONTE et al., 2018; STANGAFERRO et al., 2018; LORENÇO, 2019)

Como estratégias nutricionais, existem as próprias adequações na dieta ofertada aos animais, tais como, aumentar a densidade energética, por meio da inclusão de grãos e menor volume de fibras, visto que a metabolização da fibra é responsável pela maior geração de calor, no entanto essa estratégia deve ser adotada com cautela, diante a menor capacidade de tamponamento ruminal

(MIRON et al., 2009; CONTE et al., 2018). Além disso, recomenda-se aumentar a densidade energética das dietas, por meio da adição de gorduras, pois a metabolização destas geram menor produção de calor endógeno, se comparado ao amido e a fibra (KANG et al., 2019). Aumentar a disponibilidade de água para os animais, também é considerado uma ferramenta promissora, diante da utilização dos mecanismos evaporativos de perda de calor (CONTE et al., 2018).

Contudo, uma das principais estratégias adotadas seja na forma de aditivos, quando nos ajustes da dieta ofertada é a inclusão de proteínas (SHWARTZ et al., 2009). Isso porque apesar dos animais termicamente estressados desenvolverem balanço energético negativo, a alta concentração de insulina na corrente sanguínea faz com que ao invés de ocorrer uma lipomobilização de ácidos graxos para gerar energia, o organismo utilize outra fonte de nutrientes, os aminoácidos (BAUMGARD e RHOAD, 2013; COLLIER et al., 2017).

Um dos aditivos nutricionais amplamente estudados é o aminoácido metionina, onde trabalhos de pesquisa apontam que a suplementação com esse composto, representa melhora nas respostas imunológicas, maior produção de leite, maior ganho de peso em animais acometidos por estresse e índices reprodutivos mais altos (HAN et al., 2015; DOMINGUEZ et al., 2020).

Seguindo o mesmo princípio de suplementar os animais com aminoácidos, surgem os taninos condensados, produtos fitoterápicos que possuem como propriedade a capacidade de formarem complexos com proteínas provenientes da dieta (VIEIRA et al., 2020). Estes complexos são formados durante a mastigação e culminam com a formação de proteínas não degradáveis no rúmen (PNDR), visto que, são resistentes a degradação em pH neutro e sensíveis ao pH ácido do abomaso, onde sofrem a quebra e tornam-se disponíveis para a absorção em pH alcalino como o encontrado no intestino (HERREMANS et al., 2020) (Figura 2).



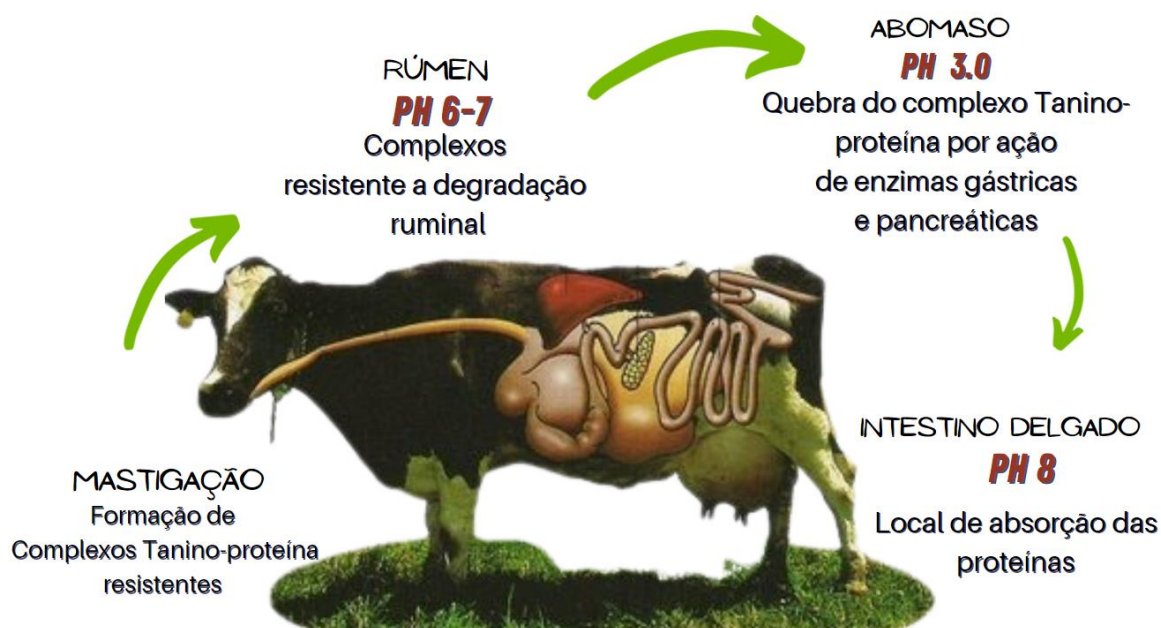


Figura 2: mecanismo de ação dos taninos condensados na formação de PNDR. Ilustrações utilizadas para compor o esquema são de domínio público.

Diferente do que ocorre com as proteínas degradáveis no rúmen, que dão origem a proteína microbiana, a amônia e em menor proporção formam ácidos graxos voláteis, as não degradáveis no rúmen são prontamente disponibilizadas ao animal (KOZLOSKI, 2011). Além disso, as PNDR geram menor quantidade de calor metabólico ao serem absorvidas (CONTE et al., 2018). Neste sentido, apesar dos taninos ainda não terem sido testados em animais hipertérmicos, estes podem representar uma boa alternativa no que tange ao maior aporte de proteínas como fonte de energia para os processos metabólicos do organismo, dentre eles a termorregulação.

Assim, o objetivo dessa dissertação consiste em avaliar a utilização de diferentes doses de taninos condensados provenientes de Acácia Negra (*Acacia mearnsii* de Wild) no estresse térmico, composição e produção do leite, em vacas leiteiras de média e alta produção.

2 Revisão de literatura

**UTILIZAÇÃO DE TANINO COMO ADITIVO NUTRICIONAL NA DIETA DE  
RUMINANTES**

(Publicado na revista Arquivos de Ciências Veterinárias e Zoologia da UNIPAR)

## UTILIZAÇÃO DE TANINOS COMO ADITIVO NUTRICIONAL NA DIETA DE RUMINANTES

## USE OF TANNINS AS A NUTRITIONAL ADDITIVE IN THE RUMINANTS NUTRITION

*Recebido em: 01.07.2020*

*Aceito em: 04.09.2020*

Laura Valadão Vieira<sup>1</sup>

Ana Paula Schmidt<sup>2</sup>

Antônio Amaral Barbosa<sup>3</sup>

Josiane de Oliveira Feijó<sup>4</sup>

Cássio Cassal Brauner<sup>5</sup>

Viviane Rohrig Rabassa<sup>6</sup>

Marcio Nunes Corrêa<sup>7</sup>

Eduardo Schmitt<sup>8</sup>

Francisco Augusto Burkert Del Pino<sup>9</sup>

DOI: 10.25110/arqvet.v23i1cont.2020.8040 1 Médica Veterinária formada pela Universidade Federal de Pelotas (UFPEL), Membro do Núcleo de Pesquisa, Ensino e Extensão em Pecuária- NUPEEC (UFPEL), mestranda pelo programa de pós-graduação em Zootecnia (UFPEL), Minas Gerais. Autor para correspondência: lauravieira96@gmail.com 2 Núcleo de Pesquisa, Ensino e Extensão em Pecuária- NUPEEC, Universidade Federal de Pelotas- UFPel, Pelotas, Rio Grande do Sul, Brasil. E-mail: ana\_psch@yahoo.com.br, antoniobarbosa.vet@hotmail.com, josianefeijo@gmail.com, cassiocb@gmail.com, vivianerabassa@gmail.com, marcio. nunescorrea@gmail.com, schmitt.edu@gmail.com, fabdelpino@gmail.com

**ABSTRACT:** Tannins are phenolic compounds present in plants, classified according to their chemical structure into hydrolyzable and condensed compounds. Condensates are added to the ruminant nutrition due to their ability to form complexes with proteins making them non-degradable in the rumen environment. Thus, it increases the protein supply in the small intestine where there will be the greatest absorption in the cranial portion of the organ, the duodenum.

The advantage of this mechanism is to increase the use of dietary protein by animals, which will influence productivity and the immune system, among others. The positive effects with the use of this compound as a nutritional additive still need to be further investigated, so the purpose of this review is to demonstrate the results, until then known, of the use of condensed tannins in the diet of ruminants.

**KEYWORDS:** Animal Performance. Metabolismo. Protein. Rumen

**RESUMO:** Os taninos são compostos fenólicos presentes em plantas, classificados quanto a estrutura química em compostos hidrolisáveis e condensados. Os condensados são adicionados a dieta de ruminantes devido a sua capacidade de formar complexos com proteínas tornando-as não degradáveis no ambiente ruminal. Dessa forma, aumenta o aporte proteico no intestino delgado onde ocorrerá a maior absorção na porção cranial do órgão, o duodeno. A vantagem desse mecanismo é aumentar o aproveitamento da proteína da dieta pelos animais o que influenciará na produtividade e sistema imunológico, entre outros. Os efeitos positivos com a utilização desse composto como aditivo nutricional ainda precisam ser estudados, portanto o objetivo dessa revisão consiste em demonstrar os resultados, até então conhecidos, da utilização de taninos condensados na dieta de ruminantes.

**PALAVRAS-CHAVE:** Desempenho Animal. Metabolismo. Proteína. Rúmen

**RESUMEN:** Los taninos son compuestos fenólicos presentes en las plantas, classificados según su estructura química in compuestos hidrolisables y condensados. Los condensados se agregan en la dieta de los rumiantes debido a su capacidad de formar complejos con proteínas que los hacen no degradables en el ambiente del rumen. De esta manera, aumenta el suministro proteico en el intestino delgado donde habrá la mayor absorción en la porcion

craneal del órgano, el duodeno. La ventaja de este mecanismo es aumentar la utilización de la proteína de la dieta por los animales, lo que influirá en la productividad y el sistema inmunológico, entre otros. Los efectos positivos con la utilización del compuesto como aditivo nutricional todavía necesita ser estudiado, por lo tanto, el objetivo de esta revisión es demostrar los resultados, hasta ahora conocidos, del uso de taninos condensados en la dieta de los rumiantes.

**PALABRAS CLAVE:** Rendimiento Animal. Metabolismo. Proteína. Rumen.

## **1. Introdução**

Os taninos são compostos fenólicos que representam o quarto componente de maior concentração nas plantas, portanto configuram-se como um extrato vegetal de ampla distribuição na natureza, principalmente nas angiospermas e gimnospermas (MONTEIRO et al., 2005). Tais compostos fazem parte do metabolismo secundário das plantas, ou seja, não estão ligados aos processos essenciais à manutenção da vida, tais como respiração, transpiração e fotossíntese (KAMRA; AGARWAL; CHAUDHARY, 2006). Assim, sua ação está voltada aos processos de defesa contra fungos, patógenos, herbívoros e fatores climáticos indesejáveis como os períodos de seca, baixa luminosidade, entre outros. Logo, na presença desses desafios, aumentam as concentrações de tanino na planta (CORDÃO; FILHO; BAKKE, 2010).

Este extrato vegetal pode ser encontrado em folhas, galhos, cascas e lenha. Quanto a estrutura química é classificado em compostos condensados e hidrolisáveis (CIESLAK et al., 2012). Os hidrolisáveis são constituídos de grupamentos fenóis simples e por hidrólise ácida liberam ácidos fenólicos e um açúcar, estes não são a principal categoria presente em plantas (SGARBIERI, 1996). Enquanto os condensados, os mais utilizados na dieta de ruminantes, constituem-se de grupamentos fenólicos complexos o que os torna resistente a hidrólise

exceto em soluções de pH ácido ou básico (ANDRADE et al., 2015; FRUTOS et al., 2004).

Os taninos por muito tempo foram conhecidos apenas por seu caráter anti nutricional, ou seja, por fatores que comprometem a digestibilidade do alimento e consequentemente o desempenho animal (FRUTOS et al., 2002). Entretanto, os efeitos citados estão associados a ingestão de grande concentração desses compostos, pois os mesmos possuem sabor adstringente, que reduz a palatabilidade, além de formarem complexos com alimentos, que prejudicam a digestibilidade ruminal (COSTA et al., 2008).

Todavia a capacidade de formar complexos pode ser positiva, pois por reação de desidratação esses compostos associam-se com proteínas. A vantagem desse mecanismo consiste na menor degradação da proteína no ambiente ruminal, devido à resistência do complexo tanino-proteína em pH neutro (PATRA; SAXENA, 2010). A formação dessa fração alimentar resistente tem sido associada com o melhor aproveitamento da dieta, refletindo-se positivamente no ganho de peso, na diminuição da emissão de metano, entre outros benefícios (MANELLA; CIDRINI, 2018). Diante disso, o objetivo dessa revisão consiste em demonstrar os resultados, até então conhecidos, da utilização de taninos condensados na dieta de ruminantes.

## **2. Desenvolvimento**

### **2. 1 Por que utilizar Taninos na dieta de Ruminantes?**

Estima-se que população mundial cresça de 7 a 9 bilhões de pessoas nos próximos 40 anos, que aumente a ocupação das zonas urbanas e dobre a renda média mensal por habitante, conforme o que já se observa gradativamente no Brasil, sudeste asiático, Oriente Médio e África (MARINS, 2018; UN-DESAPT, 2017; FAO, 2018). Existe uma necessidade global para intensificar a produção de alimentos principalmente leite, carne e ovos onde estima-se que a procura aumente em 30%, 60% e 80% até 2050 quando comparado com a

década de 90 (HENCHION et al., 2017; MALIK et al., 2016). Os levantamentos realizados pela Fao (2018), indicam que no Brasil a necessidade por alimentos irá aumentar em 35% até 2030 e que nos próximos 40 anos será necessário que a produção agropecuária dobre juntamente com o acréscimo em até 50% dos grãos (MARINS, 2018).

Neste contexto, uma maior extensão territorial deverá ser destinada para a agricultura e pecuária, o Brasil ocupa a quinta posição entre os países com maior volume de área cultivada, possui 400 milhões de hectares de terra agriculturáveis, desse volume utiliza 63 milhões, ou seja, possui mais terra cultivada do que a França (31.795.512 hectares) e a Espanha (31.786.954 hectares) juntos, e existe a possibilidade de expandir (MIRANDA, 2018). Além disso, a idade média dos produtores rurais brasileiros é de 42 anos, jovens comparados as médias americanas e alemãs, o que provavelmente se deve as políticas governamentais que incentivam a produção, tornando o setor favorável, já que representa 40% do produto interno bruto (PIB) da agricultura mundial (MARINS, 2018; MEKONNEN et al., 2019; MALIK et al., 2018).

A produção pecuária tem se intensificado e para acompanhar esse desenvolvimento aditivos nutricionais, entre outras tantas tecnologias foram adicionadas a dieta dos animais no intuito de promover, principalmente o crescimento, tais como, os antibióticos, utilizados por décadas na composição das dietas de bovinos e frangos, por exemplo (HUANG et al., 2018). Entretanto, devido aos riscos de resistência bacterina que impacta à saúde dos animais e dos seres humanos, a União Europeia, em 2006, proibiu o uso de antimicrobianos como aditivos nutricionais (AROWOLO; HE, 2018). Outros países seguiram o mesmo exemplo e, diante das preocupações mencionadas, houve um desencadeamento da busca por alternativas de suplementação natural que melhorem o desempenho animal e garantam o bem-estar (AROWOLO; HE, 2018; QIAO et al., 2018). Neste cenário, algumas alternativas passaram a

ser mais estudadas e utilizadas como leveduras, os probióticos e extratos vegetais (KHAN et al., 2016). Os aditivos naturais são apontados por melhorar a eficiência da ingestão de matéria seca e da conversão alimentar (ORNAGHI et al., 2020). Dentre as alternativas de suplementação estão os taninos condensados, composto que ao ser avaliado *in vivo* e *in vitro* demonstrou ser responsável por reduzir a emissão de metano, um importante gás causador do efeito estufa (HAQUE, 2018), além de apresentar atividades imunomoduladoras, antiparasitárias (HUANG et al., 2018) e possíveis reflexos positivos na produção e composição do leite (HERREMANS et al., 2020).

Devido a melhora no poder aquisitivo, o perfil dos consumidores mudou com o passar dos anos e novos hábitos alimentares foram adquiridos (ORNAGHI et al., 2020; BOLAND et al., 2013). A população dos países em desenvolvimento, por exemplo, que consumiam anteriormente produtos à base de cereais e grãos, atualmente, assim como os países desenvolvidos, são expressivos consumidores de carne, leite, ovos e peixes (BOLAND et al., 2013). Portanto o futuro para os suplementos naturais é promissor, pois convertem-se em saúde e desempenho dos animais, além de, no caso dos taninos condensados, serem uma alternativa de suplementação proteica nos períodos de vazio forrageiro com grande potencial sustentável, visto que afeta significativamente a geração de gases prejudiciais (HAQUE, 2018).

## **2.2 Onde os Taninos podem ser encontrados**

Os taninos estão presentes em diversas plantas forrageiras de folhas largas, onde atuam no metabolismo secundário das mesmas (ADDISU, 2016). As plantas realizam três atividades básicas que fazem parte do seu metabolismo primário essenciais para a manutenção da vida: respiração, transpiração e fotossíntese (GARCÍA; CARRIL, 2009). Por meio da respiração as plantas obtêm energia através de compostos orgânicos, tais como a



glicose, esse processo ocorre em locais onde não é possível haver fotossíntese e são eles: frutos, flores, raízes e caule (PES; ARENHARDT, 2005). A transpiração é o processo pelo qual ocorre perda de água, essa atividade é realizada pelos estômatos localizados nas folhas e com grande importância para circulação de nutrientes em todas as porções do vegetal desde a raiz ao ápice, além de ainda participarem da dissipação do calor produzido em seus processos metabólicos. Já a fotossíntese ocorre principalmente nas folhas da planta e é responsável pela obtenção de energia através da luz solar (PES; ARENHARDT, 2005).

As plantas produzem uma quantidade de carbono e moléculas orgânicas que não são destinadas ao metabolismo primário e sim ao secundário. Os componentes dos processos secundários da planta estão principalmente vinculados a sua defesa contra predadores ou fatores climáticos e por esse motivo podem possuir sabor desagradável sendo indigestos ou até venenosos (GARCÍA; CARRIL, 2009). Os vegetais defendem-se dos herbívoros por muitas vias que podem ser convencionais como espinhos e pelos urticantes ou ainda processos químicos onde podem ser citados os taninos (MONTEIRO et al., 2005).

Os taninos são compostos fenólicos classificados como hidrolisáveis e condensados (CIESLAK et al., 2012). Os hidrolisáveis estão presentes em pequenas concentrações nas plantas, estes taninos são encontrados em carvalhos, acácia, eucalipto e em uma variedade de folhas de árvores. Essas culturas a quantidade deste composto fenólico podem variar de 200 a 500g/Kg de matéria seca (MS) (ADDISU, 2016). Os taninos classificados como condensados recebem esse nome devido à sua estrutura química condensada, o que confere maior resistência à degradação, diferente do que ocorre com os hidrolisáveis, que são sensíveis a substâncias básicas, ácidas e esterases (Naumann et al, 2017; Addisu, 2016). Estes são considerados importantes quando se fala em aditivo nutricional, por serem mais abundantes na natureza e estarem presentes na maioria dos alimentos ofertados para ruminantes, além de

possuírem a capacidade de formarem complexos com proteínas provenientes da dieta tornando-as *by-pass*, ou seja, resistentes a degradação ruminal e disponíveis à absorção no duodeno (HERREMANS et al., 2020; CORDÃO; FILHO; BAKKE, 2010).

A proporção de compostos tânico é variável, o que depende da sazonalidade, idade e tipo de planta, bem como dos fatores adversos pelos quais o cultivar foi exposto (LASCANO; SCHMIDT; BARAHONA, 2001). As concentrações de taninos condensados em algumas plantas são demonstradas na tabela 1 e 2.

Tabela 1. Concentração de taninos condensados em diferentes plantas.

<b>Planta</b>	<b>Nome científico</b>	<b>Parte da planta</b>	<b>Tanino g/ Kg de MS*</b>	<b>Taninos Condensados</b>
Alfafa	<i>Medicago sativa</i> L.	Planta inteira	7,92	0,3
Angico	<i>Anadenanthera macrocarpa</i> Brenan	Planta inteira	126,39	9
Aroeira	<i>Myracrodruon urundeuva</i> Engl.	Planta inteira	194,19	43,5
Feijão bravo	<i>Capparis flexuosa</i> L.	Planta inteira	25,26	1,4
Feijão guandu	<i>Cajanus canjan</i> L.	Planta inteira	20,34	6,2
Feno de leucena	<i>Leucaena Leucocephala</i> de Vit	Planta inteira	24,3	10
Jurema preta	<i>Mimosa tenuiflora</i> Benth	Planta inteira	122,5	69,2

\*Valores Adaptados de Nozella (2001).

Tabela 2. Concentração de taninos condensados na casca de algumas plantas.

Planta	Nome científico	Parte da planta	Taninos Condensados %	Autor
Acacia	<i>A. Mangium</i>	Casca	9.1 a 14.2	(MAKINO; OHARA; HASHIDA, 2009)
Acacia	<i>A. Mangium</i>	Casca	13.2	(COUTO, 2011)
Eucalipto	<i>E. Astringens</i>	Casca	40-50	(SINGH, 1973)
Eucalipto	<i>E. Grandis</i>	Casca	12,89	(VITAL et al., 2004)
Pinus	<i>P.Oocarpa</i>	Casca	10-12	(MARTINEZ; MERCADET; VARGAS, 1987)
Pinus	<i>P. Caribae</i>	Casca	5.4- 8	(MARTINEZ; MERCADET; VARGAS, 1987)

Nos processos de extração de taninos podem ser quantificados os compostos hidrolisáveis e condensados, o que é vantajoso para definir a dosagem a ser administrada ao animal, visto que quantidades superiores a 12% da matéria seca, representam redução na digestibilidade dos alimentos e retardo no desempenho dos animais (CORDÃO; FILHO; BAKKE, 2010) (Tabela 3).

Tabela 3. Doses de tanino utilizadas em estudos.

Planta	Espécie	Dose utilizada	Resultados encontrados	Autor
<b>De extração do tanino</b>				
<i>Acacia mearnsii</i>	Vacas da raça holandês	80g/dia	↑ de Nul, não houve diferença na produção de leite	(ALVES et al., 2017)

<i>Acacia mearnsii</i>	Novilhos da raça holandes	15g/Kg da matéria seca da dieta	↑ do fluxo duodenal de aminoácidos	(ÁVILA et al., 2015)
<i>Schinopsis spp.</i>	Bovinos	10, 20, 40 e 60g/Kg da matéria seca da deita	↓ na proporção de acetato: propionato ruminal	(DICKHOEFER; AHNERT; SUSENBETH, 2016)
<i>Schinopsis spp.</i>	Bovinos	4/Kg da matéria seca da dieta	↑ valores de proteína metabolizável no duodeno. ↓ taxa de digestão da proteína	(MEZZOMO et al., 2011)
<i>Acacia mearnsii</i>	Bovinos	14,9 g/kg de matéria seca da dieta	Não houve influência sobre os parâmetros ruminais	(KRUEGER; GUTIERREZ-BAÑUELOS; CARSTENS, 2010)
<i>Acacia mearnsii</i>	Ovinos	1,6 g de extrato/kg de peso vivo	↓ no número de ovos de <i>T. colubriformes</i> nas fezes	(MINHO et al., 2010)
<i>Acacia mearnsii</i>	Ovinos	18g de Acácia negra contendo 18% de tanino condensado / animal / semana	↓ no número de ovos de <i>Trichostrongylus colubriformis</i> , <i>Haemonchus contortus</i> , <i>Oesophagostomum columbianum</i> , <i>Cooperia</i> sp., <i>Strongyloides papillosus</i> , <i>Trichuris globulosa</i> e <i>Moniezia expansa</i> nas fezes	CENCI et al., 2007

### 2.3 Como atuam os Taninos Condensados

Os taninos formam complexos de proteínas não degradáveis no rúmen e por isso podem ser adicionados como aditivo nutricional em concentrações baixas e moderadas na matéria seca da dieta (CORDÃO; FILHO; BAKKE, 2010). As concentrações elevadas não são indicadas, pois o excesso de proteína na dieta provoca o aumento nos níveis de excreção pelas vias, urinária, fecal e no leite, ou seja, ofertas além das exigências nutricionais não se convertem em melhor aproveitamento do alimento (GRAINGER et al., 2009; KOZLOSKI; HENTZ, 2011; PATRA; SEXANA, 2010). Além disso, a maior concentração de proteína já

foi associada a perdas embrionárias, inviabilidade de ovócitos e espermatozóides, devido ao aumento plasmático de amônia que reduz o pH uterino (ATTIA, 2016).

Os taninos podem ser tóxicos ou benéficos ao animal. Isso dependerá do tipo de tanino, estrutura química, espécie vegetal a qual é extraído, espécie animal, particularidade de cada indivíduo e a quantidade ingerida (CORDÃO; FILHO; BAKKE, 2010). Por esses motivos, não é possível estabelecer com exatidão até então a dose ideal a ser administrada do composto tânico, no entanto estima-se valores entre 60 a 120g/Kg de matéria seca por animal (FRUTOS et al., 2002).

As proteínas advindas da dieta fornecem os aminoácidos essenciais, portanto aqueles que não são metabolizados pelo organismo. Estes são utilizados, por exemplo, na manutenção das atividades reprodutivas, produção de leite e crescimento animal (WU, 2009). Os ruminantes, devido a presença de microrganismos no rúmen, conseguem utilizar compostos não nitrogenados e nitrogenados como fonte de proteína na dieta (RIBEIRO; JUNIOR; DA SILVA, 2015). Quando essa categoria animal ingere componentes proteicos degradáveis no rúmen sofrem metabolização primeiramente pelas enzimas bacterianas e são utilizados pelas bactérias para a produção de amônia e proteína microbiana (KOZLOSKI, 2011).

Na presença de taninos forma-se o complexo tanino-proteína durante a mastigação, o que resulta em um componente resistente a hidrólise microbiana e desaminação no rúmen, onde o pH é neutro (MUI; BINH; ORSKOV, 2005), pois o composto, além de ser resistente, promove a inibição do crescimento e da atividade proteolítica da microbiota ruminal (JONES et al., 1994). No abomaso, em pH inferior a 3,5 (ácido), o complexo é rompido onde sofrerá a degradação gástrica e pancreática, posteriormente no intestino delgado, que apresenta pH 8 (alcalino) sofrerá a maior parte da absorção no duodeno (ÁVILA et al., 2015). Assim,

diferente da proteína degradável no rúmen, a não degradável é prontamente disponibilizada ao animal.

## 2.4 Taninos Condensados e a Redução na Emissão de Metano

A atividade pecuária é responsável pela emissão de três gases, óxido nitroso ( $\text{N}_2\text{O}$ ), gás carbônico ( $\text{CO}_2$ ) e metano ( $\text{CH}_4$ ) (TAPIO et al., 2017; HAQUE, 2018). O  $\text{CO}_2$ , no entanto não é considerado um contribuinte para o efeito estufa, pois a maioria das plantas consumidas pelos ruminantes utiliza esse composto durante o processo de fotossíntese (HAQUE, 2018). Em contrapartida o  $\text{CH}_4$  é 28% mais prejudicial para o aquecimento global, do que o  $\text{CO}_2$  (IPCC, 2014). Dos gases antropogênicos, ou seja, aqueles produzidos por atividades humanas, a pecuária é responsável por emitir globalmente 18% dos poluentes causadores do efeito estufa (MALIK et al., 2015).

A produção de  $\text{CH}_4$  ocorre no rúmen onde existem 3 tipos de populações microbianas, constituídas principalmente de bactérias, seguida de protozoários e fungos. Essa câmara fermentativa possui outras particularidades, tais como, ser anaeróbica, possuir temperatura de 39 a 42°C e pH que varia entre 6,0 a 7,0. (MOMBACH et al., 2016). Para a metanogênese os principais microrganismos envolvidos são os protozoários ciliados e as *Archeobacterias*. Os protozoários estabelecem uma relação simbiótica com as bactérias metanogênicas, onde as mesmas se aderem na sua superfície celular e utilizam o hidrogênio produzido, o que garante substrato para a produção de metano e favorece um ambiente ruminal adequado ao desenvolvimento de microrganismos (PEDREIRA et al., 2005). As *Archeobacterias* dos gêneros *Methanobrevibacter*, *Metanosphaera*, *Methanimicrococcuse* e *Metanobactéria* reduzem o gás hidrogênio ( $\text{H}_2$ ) e o  $\text{CO}_2$ , produzidos por bactérias, protozoários e fungos em  $\text{CH}_4$  (MCALLISTER et al., 2015). Enquanto as dos gêneros *Methanosarcinales*, *Methanosphaera*, *Methanomassiliicoccaceae*, menos abundantes, utilizam metanol,

monometilamina, dimetilamina, trimetilamina e acetato, no processo de metanogênese (ELLIS et al., 2008). Assim, embora pouco relatado, os fungos também participam desse processo, por produzirem  $H_2$  (TAPIO et al., 2017).

A concentração de  $CH_4$  depende do tipo de dieta ofertada aos animais, do nível de ingestão, além de características individuais como tamanho, idade e espécie (TAPIO et al., 2017). Assim, os carboidratos ao serem ingeridos são fermentados no rúmen onde serão convertidos pela microbiota em ácidos graxos de cadeia curta, principalmente ácido acético, propiônico e butírico. Esse processo gera os co-fatores NADH, NADPH e FADH que precisam passar por reações de desidrogenação para serem re-oxidados e para manterem a fermentação (PEDREIRA et al., 2005). A desidrogenação libera moléculas de hidrogênio no rúmen, estas são captadas para a metanogênese, evitando o acúmulo de gás hidrogênio no ambiente ruminal o que prejudicaria a digestibilidade da fibra (MOMBACH et al., 2016). O  $CH_4$  produzido é eliminado eructação e respiração e, por ser um gás não digestível, sua produção representa perda energética de 2 a 12% da energia bruta consumida, que poderiam ser utilizadas para o crescimento ou produtividade animal (TAPIO et al., 2017).

Estratégias para a mitigação da liberação de  $CH_4$  são cada vez mais estudadas devido aos impactos ambientais, pois espera-se que a demanda global por produtos de origem animal aumente em 70% até 2050 (GERBER et al., 2013). Diante disso, os taninos condensados podem ser uma alternativa, já que em estudos *in vivo* e *in vitro* demonstrou-se que estes possuem ação bactericida e bacteriostática sobre os microrganismos metanogênicos (HAQUE, 2018). A redução na metanogênese já foi descrita por muitos autores, Adejoro, Hassen e Akanmu (2019), por exemplo, ao avaliar ovinos da raça Merino suplementados com taninos provenientes da *Acacia mearnsii* observou redução nas emissões de metano e atribuiu o seu resultado ao fato de que esse extrato vegetal é tóxico as *Archeobacteria* metanogênicas.

Além disso os taninos são capazes de influenciar negativamente a proliferação de protozoários, afetando diretamente o suprimento de  $H_2$  para a metanogênese (BHATTA et al., 2009). Em estudos de Jayanegara et al. (2015) foi evidenciado que a atividade anti metanogênica pode ser obtida tanto com a adição de taninos hidrolisáveis quanto com condensados à dieta. Estes últimos também são capazes de formar complexos com fibras, o que impede a ação das bactérias celulolíticas e consequentemente reduz a formação de ácido acético,  $NH_3$  e  $H_2$ , o que pode ser justificado pela redução na digestibilidade alimentar em até 5% já encontrada por outros autores (TIEMANN et al., 2008; GRAINGER et al., 2009; BROUCEK, 2018).

Aparentemente a formação de complexos com fibras ocorre com menor intensidade, diferente da complexação com as proteínas, assim o comprometimento na digestibilidade é pouco afetado e não interfere na nutrição dos animais (PERNA et al., 2020).

A maioria das pesquisas avalia os taninos condensados devido ao maior risco de toxicidade atribuído aos taninos hidrolisáveis (BEAUCHEMIN et al., 2008). A correlação de taninos com a menor emissão de  $CH_4$  vem sendo estudada há vários anos. Hayler, Steingass e Drochner (1998) avaliou o líquido ruminal de ovinos *in vitro* e evidenciaram que os taninos condensados eram capazes de reduzir a emissão de  $CH_4$ . O que também já foi confirmado em bovinos, em trabalho conduzido por Woodward et al. (2001), onde foi ofertado 2,59% de taninos condensados, provenientes de *Lotus corniculatus*, na matéria seca da dieta.

Além disso, já foi constatado que ovinos alimentados com leguminosas emitem menor concentração de  $CH_4$ , quando comparados a ovinos alimentados com gramíneas, que possuem menor concentração de taninos condensados em sua composição (WAGHORN; TAVENDALE; WOODFIELD, 2002; MARTIN; MORGAVI; DOREAU, 2010). Porém, Van Dorland et al. (2007) salienta que esse mesmo resultado não é obtido em todos os tipos



de leguminosas, o que segundo Chaves et al. (2006) se deve ao estágio de desenvolvimento em que a planta é consumida, pois bovinos alimentados com leguminosas com maturidade mais avançada emitiram maior concentração de CH<sub>4</sub> em seu estudo, o que se deve provavelmente ao maior teor de fibras e consequentemente fermentação ruminal mais longa.

Outra explicação que justifica a redução na emissão de metano foi proposta por Priolo et al. (2000), que sugere que os taninos condensados reduzem a ingestão de alimentos fibrosos. Ramirez e Berry (2005) demonstraram redução em até 55% da emissão de CH<sub>4</sub> em bovinos que consumiam forragens ricas em taninos como, Lucerna, Sulla, Trevo vermelho, Chicória e Lótus. Enquanto Fagundes et al. (2020) encontrou diminuição em até 33% na emissão diária de metano em bovinos zebuínos suplementados com taninos condensados, comparados aos animais da dieta controle (FAGUNDES et al., 2020). Vale lembrar que nem todas as fontes de tanino são eficientes em reduzir a metanogênese, Beauchemin et al. (2007), por exemplo, não obteve resultados positivos nesse parâmetro com a utilização de taninos provenientes de *Schinopsis quebracho*. Apesar disso, os taninos condensados parecem ser uma boa estratégia para reduzir as emissões de metano e contribuir com a maior sustentabilidade dos sistemas de produção.

## 2.5 Taninos Condensados e a Imunidade frente a parasitas nematódeos

Os taninos condensados são associados a melhora imunológica frente a infestação parasitária. Os principais parasitas que acometem os bovinos são: no abomaso *Haemonchus contortus*, *Ostertagia ostertagi*, *Trichostrongylus axei*, no intestino delgado *Strongyloides papillosus*, *Toxocara vitolurum*, *Bunostomum phobotomum*, *Trichostrongylus colubriformis*, *Trichostrongylus longispicularis*, *Cooperia punctata*, *Nematodirus helvetianus*, *Nematodirus spathiger*, já no intestino grosso, *Oesophagostomum radiatum*, *Trichuris ovis*, *Trichuris discolor* e pulmões *Dictyocaulus viviparus* (TAYLOR, 2010). Os parasitas citados fazem

parte do filo dos nematóides que caracterizam-se por não se multiplicarem dentro do hospedeiro, ou seja, o grau de parasitemia depende da quantidade do parasita que o animal foi exposto. Por esse motivo, normalmente as infestações costumam ser brandas, exceto quando o animal entra em contato com alta carga parasitária (TIZARD, 2014).

Os nematódeos desencadeiam uma resposta imunológica humoral mediada por linfócitos T helper 2 (Th<sub>2</sub>) e assim atraem as imunoglobulinas E (IgE) e os eosinófilos (ABO-AZIZA et al., 2017; HENDAWY, 2018). O papel dos eosinófilos frente ao combate a esses patógenos é controverso, pois estima-se que essas substâncias imunes por provocarem lesão tecidual, facilitam a colonização dos tecidos por nematódeos (CARA; NEGRÃO-CORRÊA; TEIXEIRA, 2000). Em contrapartida, já foi observado que substâncias tóxicas liberadas por eosinófilos são capazes de eliminar esses parasitas (MEEUSEN; BALIC; BOWLES, 2005; SOUZA et al. 2015). Os nematódeos se aderem à mucosa do intestino e do trato respiratório através da boca, os linfócitos T do epitélio intestinal são estimulados pela presença do parasita a produzirem as citocinas interleucina-4 (IL-4) e interleucina-25 (IL-25) (TIZARD, 2014; HENDAWY, 2018). Essas citocinas ativam o Th<sub>2</sub> a produzirem IL-4 e interleucina-13 (IL-13) (TIZARD, 2014). Essas citocinas estimulam a produção de muco pelas células caliciformes e a produção de IgE, que possui um papel fundamental em controlar a carga parasitária na superfície das mucosas (HENDAWY, 2018; TIZARD, 2014). A IgE também se liga a receptores dos mastócitos, onde estimula a desgranulação, assim são liberadas substâncias vasoativas, IL-13 e interleucina-33 (IL-33), que estimulam a contração da musculatura lisa e o aumento da permeabilidade vascular (BERTACCINI et al., 2000). Por fim a IL-13 promove a expulsão do parasita pela estimulação da recuperação de células epiteliais. (CLIFFE et al., 2005; KNIGHT; BROWN; PEMBERTON, 2018; TIZARD, 2014).

No ponto de vista produtivo, os nematódeos representam grandes perdas econômicas, pois reduzem a produtividade animal, geram custos com profilaxia e podem provocar a morte dos hospedeiros (PRATHAK; TIWARI, 2013). Esses parasitas normalmente são controlados por quimioprofilaxia, porém a preocupação com a presença de resíduos de anti-helmínticos nos produtos de origem animal e resistência de parasitas, fez com que outras alternativas fossem estudadas (HOSTE et al., 2006). Os taninos ao serem testados *in vivo* e *in vitro* demonstram-se um eficiente antiparasitário quanto a menor fecundidade do parasita e menor motilidade de larvas adultas (ATHANASIADOU, 2001).

Como pode ser observado a maioria das respostas imunológicas do organismo ocorrem por ação de proteínas, sejam elas citocinas, quimiocinas ou anticorpos. Possivelmente seja esse o motivo pelo qual os taninos condensados sejam estudados frente ao combate de verminoses, já que esse extrato vegetal aumenta a absorção de proteína no intestino delgado e assim repõem a hipoproteïnemia provocada pela ação parasitária (AROWOLO; HE, 2018). A ação dos taninos condensados frente a parasitos gastrointestinais depende da fonte do tanino, do tipo de parasita, estágio de desenvolvimento e volume do extrato vegetal consumido (HOSTE et al., 2006). Para se obter a ação terapêutica, recomenda-se doses de 30 a 40g de tanino condensado/ Kg de matéria seca da dieta (HOSTE et al., 2006; MIN; HART; 2003).

A biodisponibilidade de proteínas, obtidas por meio do complexo tanino-proteína, apresenta o potencial de estimular o sistema imunológico, e melhorar as respostas na mucosa intestinal, assim aumenta a resistência contra parasitas gastrointestinais, pois aminoácidos como arginina, glutamina e cisteína ao serem absorvidos estimulam a atividade dos linfócitos B e T, macrófagos, além de contribuírem na produção de citocinas e outras substâncias

citotóxicas (LI et al., 2007; MIN et al., 2004). O que já encontrado por Tzamaloukas et al. (2006), onde houve maior disponibilidade de mastócitos e leucócitos globulares em cordeiros parasitados que consumiam pastagens ricas em taninos.

Evidências indicam que a ação dos taninos sobre parasitas gastrointestinais pode ser explicada pela complexação com proteínas, pois a cutícula do nematóide apresenta em sua composição prolina e hidroxiprolina, que cobre o corpo, a cavidade bucal, o esôfago, cloaca e vulva desses vermes, pois quando observados por microscopia esses parasitas apresentavam lesões cuticulares após entrarem em contato com tanino (THOMPSON; GEARYTHE, 1995; HOSTE; GAILLARD; FRILEUX, 2005). O que também foi sugerido por Costa et al., (2008) que justificou a ação anti parasitária dos taninos devido ao fato do extrato vegetal prover autólise do parasita. O que é confirmado com a redução da motilidade larval e a diminuição na taxa de eclosão de ovos em animais parasitados (PAOLINI; FOURASTE; HOSTE, 2004). Molan et al. (2003), avaliou ovos de *T.colubriformis* submetidos ao flavan-3-ols que são unidades básicas de monômeros de taninos condensados, e estes reduziram as taxas de eclosão.

Em um estudo onde foram avaliados 12 ovinos, divididas em dois grupos homogêneos em relação a sexo, peso e idade, infectadas com larvas do nematódeo *H. contortus*, onde 6 dos ovinos foram suplementados com a adição de taninos condensados e outros 6 não foram, os animais não suplementados apresentaram maior contagem de ovos do parasita nas fezes ( $p < 0,001$ ). (PATHAK et al., 2016). O que se deve ao fato de que esse extrato vegetal interfere no ciclo de vida de *H. contortus*, assim como na maioria dos parasitas nematódeos, impedindo que os ovos eclodam e desenvolvam larvas até o estágio adulto (PATHAK; TIWARI, 2013). Estudos demonstram que os taninos condensados se ligam ao intestino do *H. contortus*, onde provoca lesões, além de causar danos nas células musculares e necrose nas

células germinativas do trato reprodutivo do parasita, por tanto, compromete a nutrição, a reprodução. A alimentação do *H. contortus* depende da contortina, um anticoagulante que impede o bloqueio do lúmen intestinal durante a refeição, algumas das classes dessa substância possui prolina, por tanto, supõem-se que os taninos possam se ligar a contortina, causando um bloqueio intestinal impedindo a alimentação do verme (GELDHOF; KNOX, 2008).

Os parasitos de bovinos são menos estudados em relação aos de ovinos, porém já foi demonstrado que os taninos condensados também atuam nos nematódeos dessa espécie, no trabalho realizado por Novobilský, Mueller-Harvey e Thamsborg (2011) os parasitas *C. oncophora* e *O. ostertargi* apresentaram alterações em suas atividades de alimentação, bem como, foi comprometido o desenvolvimento de larvas L3.

Em certos casos, os taninos podem não promover a eliminação de 100% da carga parasitária, porém não deixam de comprometer o ciclo de vida do parasita, nos ovos, nas larvas infectantes e nos vermes adultos (HOSTE et al., 2015). O fato de não haver a eliminação da parasitemia, pode ser benéfico no sentido de melhorar as respostas imunes do hospedeiro, o que já foi observado em infestações pelos parasitas *Haemonchus* spp., *Trichostrongylus* spp. em pequenos ruminantes e em suínos parasitados pelo nematódeo *Ascaris suum* (WILLIAMS et al., 2014; HOSTE et al., 2015). Além disso, os taninos ao promoverem redução produção e eclosão de ovos auxiliam na redução nas contaminações das pastagens, o que consiste em uma forma de controle parasitário (CENCI et al., 2007).

## 2.6 Taninos Condensados e a Produção de leite e Composição de Proteínas

Os taninos condensados podem ser uma alternativa na dieta de ruminantes em momentos em que estes passam por restrição alimentar, tais como o período de transição e estresse térmico (BAUMGARD; ROBERT, 2013). No período de transição, que compreende 21 dias pré parto e 21 dias pós parto, os animais passam por uma acentuada redução no consumo alimentar ao mesmo tempo em que ocorre uma elevada demanda metabólica destinada principalmente a lactogênese (FIANCO et al., 2018). A deficiência energética faz com que reservas corporais sejam mobilizadas motivado, entre outros, pela redução nos níveis insulina, que é um hormônio anti lipolítico. Assim, a lipólise é desencadeada, o que é demarcado pelas concentrações de ácidos graxos de cadeia longa na circulação sanguínea e redução no peso corporal dos animais (BAUMGARD; RHOADS, 2013). A partir desses mecanismos, a glicose é preservada para a síntese do leite e produção de lactose, que contribui para o volume de leite produzido (DE KOSTER; OPSOMER, 2013). No entanto, a redução na ingestão de matéria seca, que pode chegar a 30%, compromete a síntese de ácidos graxos de cadeia curta, propionato, acetato e butirato, que são precursores de glicose e gordura, respectivamente, logo o volume de leite produzido e a composição é afetada pelo decréscimo do consumo alimentar (PANASEVICH et al., 2017). Outra característica desse período é o comprometimento imunológico, que pode estar relacionado com a deficiência energética (NONNECKE et al., 2003)

Quanto ao estresse térmico, esse período também é demarcado pela redução na ingestão de alimentos, que da mesma forma provocam o balanço energético negativo, porém a demanda do organismo para suprir as suas necessidades se dá por uma outra via, pela mobilização de proteínas e não de lipídios, o que é demarcado pelo aumento do catabolismo

muscular e elevação nas concentrações de uréia sanguínea (KADZERE et al., 2002; CONTE et al., 2018). Durante o estresse térmico as proteínas assumem uma importância vital, pois são utilizadas nas vias da gliconeogênese, ou seja, na produção de glicose por compostos não carboidratos, além de aumentarem seus níveis para a síntese de proteínas de choque térmico (JOHNSON, 2014; ARCHANA et al., 2017). Logo o fluxo de proteínas para a glândula mamária encontra-se reduzido, aliado a um comprometimento do tecido mamário provocado pela hipertermia (PRATHAP et al., 2017). Assim, ambos os momentos são críticos para a manutenção da produção leiteira.

Os ruminantes são capazes de converter alimentos não comestíveis aos seres humanos, como pastagens, em produção de leite e carne (HERREMANS et al., 2020). No entanto a conversão normalmente é baixa, no caso das proteínas, apenas 23% do consumido é utilizado na síntese do leite (CALSAMIGLIA et al., 2010). Por esse motivo, taninos condensados são adicionados a dieta, visto que, a produção de proteínas não degradáveis no rúmen aumenta a disponibilidade de proteínas no intestino delgado, contribuindo com uma maior absorção que poderia auxiliar na síntese do leite (PILUZZA; SULAS; BULLITTA, 2014; BRODERICK, 2018). Porém essa suposição não vem sendo confirmada pelos estudos e permanecem desconhecidos os efeitos dos taninos sobre a produção de leite (PILUZZA; SULAS; BULLITTA, 2014). Em um estudo realizado com vacas holandesas suplementadas, de meia lactação, com produção de leite média de 21Kg/dia, suplementadas com 120g de tanino provenientes de *Acacia mearnsii*, não foi observado incremento na produção de leite (ALVES et al., 2017), resultados semelhantes foram obtidos por (GRIFFITHS et al., 2013).

Em alguns casos, dependendo da dose, os taninos condensados reduzem a digestibilidade da matéria orgânica, no estudo de Alves et al. (2017), por exemplo, as concentrações plasmáticas de ácidos graxos não esterificados encontravam-se aumentadas, o

que justifica a ausência de impacto sobre a produção de leite. Faverdin, Hamed e Vérité (2013), acrescenta que só poderia ocorrer efeitos na produção de leite quando os bovinos estão consumindo quantidades de proteína inferiores as suas necessidades energéticas.

O aumento na ingestão de proteínas, além das necessidades fisiológicas, resulta em uma maior excreção na urina, na forma de ureia (VERITE; DELABY, 2000). O complexo tanino proteína, gerado pela ação dos taninos condensados pode aumentar a perda de proteínas endógenas devido a interação desses compostos com proteínas da mucosa intestinal, assim pode haver uma utilização compensatória de proteínas metabolizáveis para a proteção do epitélio intestinal (MCSWEENEY et al., 2001; AHNERT et al., 2015).

Herremans et al. (2020), discutem que a suplementação com compostos tânicos talvez não possa ser convertida em síntese de proteínas para o leite ou em volume de leite produzido, pois estes reduzem a digestibilidade do nitrogênio, havendo uma maior excreção fecal, visto que em sua meta-análise reunindo 40 estudos com a utilização de taninos provenientes de fontes variadas e em diferentes doses, a proteína e o volume do leite não foram beneficiados com a suplementação. Estes resultados concordam com os de Henke (2017), onde a utilização de taninos condensados, nas doses de 15 e 30g/Kg de MS em vacas da raça Holandês, não influenciaram no volume de leite produzido e na composição de proteínas do leite. Ainda, Ávila et al. (2020), encontraram em seus resultados, diminuição dos níveis de proteínas no leite, em vacas suplementadas com taninos condensados, provenientes da *Acacia mearnsii*, nas doses de 5, 10, 15 e 20g/Kg de MS da dieta.

No que tange a síntese e a composição de proteínas no leite, ainda não foram encontrados impactos positivos com a adição de taninos condensados na dieta, possivelmente novas doses terão que ser testadas até que se chegue em resultados significativos.



### 3. Considerações Finais

Diante do exposto, a utilização dos taninos pode resultar em efeitos positivos e negativos ao ser adicionado a dieta de ruminantes, o que dependerá principalmente da dose administrada. As principais vantagens com a suplementação envolvem melhora na resposta imunológica e redução na emissão de metano. Outros estudos devem ser efetuados para que novos resultados possam ser obtidos em animais, principalmente no que se refere a síntese e composição do leite.

### Referências

Abo-Aziza, F. A. M. *et al.* Th1/Th2 balance and humoral immune response to potential antigens as early diagnostic method of equine *Strongylus* nematode infection. **Vet World**, 10:679–687, 2017. <https://doi.org/10.14202/vetworld.2017.679-687>

Addisu, S. Effect of dietary tannin source feeds on ruminal fermentation and production of cattle; a review. **Online J. Anim. Feed Res**, 6(2), 45-56, 2016.

Adejoro, F. A.; Hassen, A.; Akanmu, A. M. Effect of lipid-encapsulated acacia tannin extract on feed intake, nutrient digestibility and methane emission in sheep. **Animals**, 9(11), 863, 2019.

Ahnert, S. *et al.* Influence of ruminal Quebracho tannin extract infusion on apparent nutrient digestibility, nitrogen balance, and urinary purine derivatives excretion in heifers. **Livest. Sci.**, 177, 63–70, 2015. [CrossRef] <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2015.04.004>

Alves, T. P. *et al.* The effects of supplementing *Acacia mearnsii* tannin extract on dairy cow dry matter intake, milk production, and methane emission in a tropical pasture. **Tropical animal health and production**, v. 49, n. 8, p. 1663-1668, 2017.

Archana, P. R. *et al.* Role of Heat Shock Proteins in Livestock Adaptation to Heat Stress. **J Dairy Vet Anim Res**, 5(1), 2017. <https://doi.org/10.15406/jdvar.2017.05.00127>

Arowolo, M. A.; He, J. Use of probiotics and botanical extracts to improve ruminant production in the tropics: A review. **Animal Nutrition**, 4(3), 241-249, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.aninu.2018.04.010>

Athanasiadou, S. *et al.* Direct anthelmintic effects of condensed tannins towards different gastrointestinal nematodes of sheep: in vitro and in vivo studies. **Vet. Parasitol.**, 99, 205–219, 2001. [https://doi.org/10.1016/S0304-4017\(01\)00467-8](https://doi.org/10.1016/S0304-4017(01)00467-8)

Attia, M. F. *et al.* Impact of Quebracho tannins supplementation on productive and reproductive efficiency of dairy cows. **Open Journal of Animal Sciences**, 6(04), 269, 2016. <https://doi.org/10.1017/10.4236/ojas.2016.64032>

Ávila, A. S. *et al.* Black Wattle (*Acacia mearnsii*) Condensed Tannins as Feed Additives to Lactating Dairy Cows. **Animals**, 10, 662, 2020. <https://doi.org/10.3390/ani10040662>

Ávila, S. C. *et al.* Impact of a tannin extract on digestibility, ruminal fermentation and duodenal flow of amino acids in steers fed maize silage and concentrate containing soybean meal or canola meal as protein source. **The Journal of Agricultural Science**, 153(5), 943-953, 2015.

Baumgard, L. H.; Rhoads, J.R. Effects of heat stress on postabsorptive metabolism and energetics. **Annu. Rev. Anim. Biosci.**, v. 1, n. 1, p. 311-337, 2013.  
<https://doi.org/10.1146/annurev-animal-031412-103644>

Beauchemin, K.A. *et al.* Use of condensed tannin extract from quebracho trees to reduce methane emissions from cattle. **Journal of Animal Science**, 85, 1900–1906, 2007.  
<https://doi.org/110.2527/jas.2006-686>

Beauchemin, K. A. *et al.* Nutritional management for enteric methane abatement: a review. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, v. 48, n. 1, p. 21–27, 2008.  
<https://doi.org/10.1071/EA07199>

Bertaccini, G. *et al.* Histamine H3 receptors in the guinea pig ileum: Evidence for a postjunctional location. **J. Physiol.**, v. 94, p. 1-4, 2000. [https://doi.org/10.1016/S0928-4257\(99\)00110-2](https://doi.org/10.1016/S0928-4257(99)00110-2)

Bhatta, R. *et al.* Difference in the nature of tannins on in vitro ruminal methane and volatile fatty acid production and on methanogenicarchaea and protozoal populations. **J. Dairy Sci.**, 92, 5512e5522, 2009. <https://doi.org/10.3168/jds.2008-1441>

Boland, M. J. *et al.* The future supply of animal-derived protein for human consumption. **Trends in Food Science & Technology**, 29(1), 62-73, 2013. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2012.07.002>

Broderick, G. A. Review: Optimizing ruminant conversion of feed protein to human food protein. **Animal**, 12(08), 1722–1734, 2018. <https://doi.org/10.1017/S1751731117002592>

Broucek, J. Options to methane production abatement in ruminants: A review. **J. Anim. Plant Sci**, 28(2), 348-364, 2018.

Calsamiglia, S. *et al.* Strategies for optimizing nitrogen use by ruminants. **Animal**, 4(07), 1184–1196, 2010. <https://doi.org/10.1017/S1751731110000911>

Cara, D.C; Negrão-Corrêa, D.; Teixeira, M.M. Mechanism underlying eosinophil trafficking and their relevance in vivo. **Histol Histopathol.**, v.15, p. 889-920, 2000.

Cenci, F. B. *et al.* Effects of condensed tannin from *Acacia mearnsii* on sheep infected naturally with gastrointestinal helminthes. **Veterinary Parasitology**, 144(1-2), 132-137, 2007. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2006.09.021>

Chaves. A.V. *et al.* Effect of pasture type (alfalfa vs. grass) on methane and carbon dioxide production by yearling beef heifer. **Canadian Journal of Animal Science**, 86, 409–418, 2006.

Cieslak, A. *et al.* Effects of tannins source (*Vaccinium vitis idaea* L.) on rumen microbial fermentation in vivo. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 176, p. 102-106, 2012. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2012.07.012>

Cliffe, L.J. *et al.* Accelerated intestinal epithelial cell turnover: a new mechanism of parasite expulsion. **Science**, v. 308 (5727), p. 1463-5, 2005.

Conte, G. *et al.* Feeding and nutrition management of heat-stressed dairy ruminants. *Italian Journal of Animal Science*, 17(3), 604-620, 2018. <https://doi.org/10.1080/1828051X.2017.1404944>

Cordão, M.A, Filho JMP, Bakke AO. Taninos e seus efeitos na alimentação animal: Revisão bibliográfica. **PUBVET**, Londrina, V. 4, N. 32, Ed. 137, Art. 925, 2010.

Costa, C. T. C. *et al.* Taninos e sua utilização em pequenos ruminantes. **Embrapa Caprinos e Ovinos-Artigo em periódico indexado (ALICE)**, 2008.

Couto, L.C. **Qualificação dos taninos da casca de Acácia mangium Wild.** 2011. Trabalho de Conclusão de Curso- Biomassa & Energia. 26p.

D.P. Thompson, T.G. Geary. The structure and function of helminth surfaces J.J. Marr, M. Muller (Eds.). **Biochemistry and Molecular Biology of Parasites**. Academic Press, 1995. pp. 203-232.

de Andrade, T. V. *et al.* Tanino em resíduos e subprodutos alimentares para a alimentação animal. **Nutritime Revista Eletrônica**, on-line, Viçosa, v.12, n.5, p.4230-4236, 2015.

De Koster, J.D.; Opsomer G. Resistência à insulina em vacas leiteiras. **Vet Clin North Am Food Anim Pract.** 29 (2): 299–322, 2013. <https://doi.org/10.3168/jds.2010-3818>

de Miranda, E. E. Potência agrícola e ambiental: áreas cultivadas no Brasil e no mundo. **Embrapa Monitoramento por Satélite-Artigo em periódico indexado (ALICE)**, 2018.

Dickhoefer, U.; Ahnert, S.; Susenbeth, A. Effects of quebracho tannin extract on rumen fermentation and yield and composition of microbial mass in heifers. **Journal of Animal Science**, v.94, n.4, p.1561–1575, 2016. <https://doi.org/10.3168/jds.2010-3818>

Ellis, J.L. *et al.* Aspects of rumen microbiology central to mechanistic modelling of methane production in cattle. **J. Agric. Sci.**, 146 pp. 213-233, 2008. <https://doi.org/10.1017/S0021859608007752>

Fagundes, G. M. *et al.* Tannin as a natural rumen modifier to control methanogenesis in beef cattle in tropical systems: Friend or foe to biogas energy production?. **Research in Veterinary Science**, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.rvsc.2020.05.010>

FAO. **Water-energy-food-nexus**. Disponível em: <<http://www.fao.org/energy/water-food-energy-nexus/en/>>. Acesso em: 29 jun. 2020.

Faverdin, P.; M'Hamed, D.; Vérité, R. Effects of metabolizable protein on intake and milk production of dairy cows independent of effects on ruminal digestion. **Animal Science**, 76, 137–146, 2013. <https://doi.org/10.1017/S135772980005339X>

Fianco, B. *et al.* Balanço energético negativo no período de transição da vaca leiteira. **INVESTIGAÇÃO**, 17(5), 2018.

Frutos, P. *et al.* Tannins and ruminant nutrition. **Spanish Journal of Agricultural Research**. 2 (2), 191-202, 2004.

Frutos, P. *et al.* Condensed tannin content of several shrub species from a mountain area in northern Spain, and its relationship to various indicators of nutritive value. **Animal Feed Science and Technology**, v. 92, p. 215-226, 2002. [https://doi.org/10.1016/S0377-8401\(01\)00323-6](https://doi.org/10.1016/S0377-8401(01)00323-6)

García, A. Á.; Carril, E. P. U. Metabolismo secundario de plantas. **Reduca (biología)**, 2(3), 2011.

Geldhof, P.; Knox, D. The intestinal contortin structure in *Haemonchus contortus*: an immobilised anticoagulant?. **International journal for parasitology**, 38(13), 1579-1588, 2008. <https://doi.org/10.1016/j.ijpara.2008.05.002>

Gerber, P. J. *et al.* Technical options for the mitigation of direct methane and nitrous oxide emissions from livestock: a review. **Animal: an international journal of animal bioscience**, 7(s2), 220-234, 2013. <https://doi.org/10.1017/s1751731113000876>

Grainger, C. *et al.* Potential use of *Acacia mearnsii* condensed tannins to reduce methane emissions and nitrogen excretion from grazing dairy cows. **Canadian Journal of Animal Science**, 89(2), 241-251, 2009.

Griffiths, W.M. *et al.* Supplementing lactating dairy cows fed high-quality pasture with black wattle (*Acacia mearnsii*) Tannin. **Animal**, 7, 1789–1795 2013. <https://doi.org/10.1017/S1751731113001420>

Hoste, H.; Gaillard, L.; Frileux, Y. L. Consequences of the regular distribution of sainfoin hay on gastrointestinal parasitism with nematodes and milk production in dairy goats. **Small Ruminant Res.**, 59 pp. 265-271, 2005. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2005.05.011>



Haque, M. N. Dietary manipulation: a sustainable way to mitigate methane emissions from ruminants. **Journal of animal science and technology**, 60(1), 15, 2018.

Hayler, R.; Steingass, H.; Drochner, W. Effect of various feedstuffs rich in tannin content on rumen methanogenesis in vitro – using the Hohenheim gas test. **Proceedings of the Society of Nutritional Physiology** 7, 35, 1998 [Abstract] [In German]

Henchion, M. Future protein supply and demand: strategies and factors influencing a sustainable equilibrium. **Foods**, 6(7), 53, 2017.

Hendawy, S. H. Immunity to gastrointestinal nematodes in ruminants: effector cell mechanisms and cytokines. **Journal of Parasitic Diseases**, 42(4), 471-482, 2018.

Henke, A. *et al.* Effect of dietary Quebracho tannin extract on feed intake, digestibility, excretion of urinary purine derivatives and milk production in dairy cows, **Archives of Animal Nutrition**, 71:1, 37-53, 2017. <https://doi.org/10.1080/1745039X.2016.1250541>

Herremans, S. *et al.* Effect of dietary tannins on milk yield and composition, nitrogen partitioning and nitrogen use efficiency of lactating dairy cows: A meta-analysis. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**, 2020. <https://doi.org/10.1111/jpn.13341>

Hoste, H. *et al.* The effects of tannin-rich plants on parasitic nematodes in ruminants. **Trends in parasitology**, 22(6), 253-261, 2006.

Hoste, H. *et al.* Tannin containing legumes as a model for nutraceuticals against digestive parasites in livestock. **Veterinary Parasitology**, 212(1-2), 5-17, 2015.  
<https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2015.06.026>

Huang, Q. *et al.* Potential and challenges of tannins as an alternative to in-feed antibiotics for farm animal production. **Anim. Nutr.**, 4 (2), 137e150, 2018.  
<https://doi.org/10.1016/j.aninu.2017.09.004>

IPCC. Climate change: synthesis report. In: Pachauri RK, Meyer LA, editors. Contribution of working groups I, II and III to the fifth assessment report of the intergovernmental panel on climate change. **Geneva: IPCC**, p. 151, 2014.

Jayanegara, A. *et al.* Divergence between purified hydrolysable and condensed tannin effects on methane emission, rumen fermentation and microbial population in vitro. **Anim. Feed Sci. Technol.**, 209, 60e68, 2015. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2015.08.002>

Johnson, J. S. **heat stress alters animal physiology and post-absorptive metabolism during pre-and postnatal development**. 2014. Tese de Doutorado- Iowa State University, Ames, Iowa, 2014.

Jones, G. A. *et al.* Effects of Sainfoin (*Onobrychis viciifolia* Scop.) Condensed Tannins on Growth and Proteolysis by Four Strains of Ruminal Bacteria. **Applied and Environmental Microbiology**, v. 60, n. 4, p. 1374-1378, 1994.

Kadzere, C.T. Heat stress in lactating dairy cows: a review. *Livest. Prod. Sci.*, 77:59–91, 2002. [https://doi.org/10.1016/S0301-6226\(01\)00330-X](https://doi.org/10.1016/S0301-6226(01)00330-X)

Kamra, D.N.; Agarwal, N.; Chaudhary, L.C. Inhibition of ruminal methanogenesis by tropical plants containing secondary compounds. **International Congress Series**, Amsterdam, v. 1293, p. 156-163, 2006. <https://doi.org/10.1016/j.ics.2006.02.002>

Khan, R. U. *et al.* Direct-fed microbial: beneficial applications, modes of action and prospects as a safe tool for enhancing ruminant production and safeguarding health. **International Journal of Pharmacology**, 12(3), 220-231, 2016.

Knight, P.A.; Brown, J.K.; Pemberton, A.D. Innate immune response mechanisms in the intestinal epithelium: potencial roles for mast cells and goblet cells in the expulsion of adult *Trichinella spiralis*. **Parasitology**, v. 35, p. 655-670, 10, 2008. <https://doi.org/1017/S0031182008004319>

Kozloski, G. V.; Hentz, F. Nutritional potential of tannin extracts for ruminants. **Archivos Latinoamericanos de Producción Animal**, v. 19, n. 1-2, p. 11-12. 2011.

Kozloski, G.V. Bioquímica de Ruminantes. Fundação de Apoio e Tecnologia e Ciencia- Editora UFSM, 2011.

Krueger, W.K.; Gutierrez-Bañuelos, H.; Carstens, G.E. Effects of dietary tannin source on performance, feed efficiency, ruminal fermentation, and carcass and noncarcass trait in steers fed a high-grain diet. **Animal Feed Science and Technology**, v.159, p. 1-9, 2010. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2010.05.003>

Lascano, C.E.; Schmidt, A.; Barahona, R. Forage quality and the environment. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 2001, São Pedro. **Anais[...]** São Pedro: FEALQ, p.351-356, 2001.

Li, P. *et al.* Amino acids and immune function. **Br J Nutr.**, 98:237–252, 2007.

Makino, R.; Ohara, S.; Hashida, K. Efficient extraction of polyphenolics from the bark of tropical tree species. **Journal of Tropical Forest Science**, 45-49, 2009.

Malik, P. K. *et al.* GHG emissions from Livestock: Challenges and ameliorative measures to counter adversity. **Greenhouse Gases-Selected Case Studies**, 1-16, 2016. <https://doi.org/10.5772/64885>

Manella, M.; Cidrini, I.A. Uso de Taninos para melhorar a eficiência do uso de energia e reduzir a emissão de CH<sub>4</sub>. *In: IV Simpósio Brasileiro de Produção de Ruminantes no Cerrado*, 4, 2018, Uberlândia. Anais. Uberlândia, Bibliotecas da AFU, 2018. p 79-96.

Marins, L. Brasil, oportunidades sem Limites. *In: Encontro de Negócios de Lideranças Empresariais Rotárias*. 1., 2018, São Paulo. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=oIU-RN7FDoU/> Acesso em: 29 jun. 2020.

Martin, C.; Morgavi, D. P.; Doreau M. Methane mitigation in ruminants: from microbe to the farm scale. **Animal**.4:351–65, 2010. <https://doi.org/10.1017/S1751731109990620>

Martinez, F.; Mercadet, A.; Vargas, L. M. Estimación del contenido de taninos en la corteza de 13 especies de pinos que crecen en topes de collantes.[Estimation of the content of tannins in the bark of 13 pines species that grow in topes de collantes]. **Revista forestal Baracoa (Cuba)**. 17(1), 35-44, 1987.

McAllister, T. A. *et al.* Ruminant nutrition symposium: use of genomics and transcriptomics to identify strategies to lower ruminal methanogenesis. **Journal of Animal Science**, 93(4), 1431-1449, 2015. <https://doi.org/10.2527/jas2014-8329>

McSweeney, C.S. *et al.* Microbial interactions with tannins: Nutritional consequences for ruminants. **Anim. Feed Sci. Technol.** 91, 83–93. 2001. [https://doi.org/10.1016/S0377-8401\(01\)00232-2](https://doi.org/10.1016/S0377-8401(01)00232-2)

Meeusen ENT, Balic A, Bowles V. Cells, cytokines and other molecules associated with rejection of gastrointestinal nematode parasites. **Vet Immunol Immunopathol**, 108:121–125, 2005. <https://doi.org/10.1016/j.vetimm.2005.07.002>

Mekonnen, M. M. *et al.* Water productivity in meat and milk production in the US from 1960 to 2016. **Environment international**, 132, 105084, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2019.105084>

Mezzomo, R. *et al.* Duarte 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. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2011.04.004>

Min, B.R.; Hart S.P. Tannins for suppression of internal parasites J. **An. Sc**, 81 pp. 102-109, 2003.

Min, B.R.; Pomroy, W.E.; Hart, S.P.; Sahl T. The effect of shortterm consumption of a forage containing condensed tannins on gastrointestinal nematode parasite infections in grazing wether goats. **Small Rumin**, Res 51:279–283, 2004. [https://doi.org/10.1016/S0921-4488\(03\)00204-9](https://doi.org/10.1016/S0921-4488(03)00204-9)

Minho, A. P. *et al.* Anthelmintic effects of condensed tannins on *Trichostrongylus colubriformis* in experimentally infected sheep. **Semina: Ciencias Agrarias**, 31(4), 1009-1016, 2010.

Molan, A.L. Effect of flavan-3-ols on *in vitro* egg hatching, larval development and viability of infective larvae of *Trichostrongylus colubriformis*. **Int. J. Parasitol.**, 33, pp. 1691-1698, 2003. [https://doi.org/10.1016/S0020-7519\(03\)00207-8](https://doi.org/10.1016/S0020-7519(03)00207-8)

Mombach, M. A. *et al.* Emissão de metano entérico por bovinos: o que sabemos e que podemos fazer?. In **Embrapa Agrossilvipastoril-Artigo em anais de congresso (ALICE)**. In: SIMPÓSIO DE PECUÁRIA INTEGRADA, 2., 2016, Sinop. Recuperação de pastagens: anais. Cuiabá: Fundação Uniselva, 2016. p. 181-202, 2016.

Monteiro, J.M. Taninos: uma abordagem da química à ecologia. **Química Nova**, v.28, n.5, p.892-6, 2005. <https://doi.org/10.1590/S0100-40422005000500029>

Mui, N.T.; Binh, D.V.; Orskov, V.B. Effect of foliages containing condensed tannins and on gastrointestinal parasiters. **Animal Feed Science and Technology**, v.121, n.1, p.77-87, 2005. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2005.02.013>

Naumann, H. D. *et al.* The role of condensed tannins in ruminant animal production: advances, limitations and future directions. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 46(12), 929-949. 2017. <http://dx.doi.org/10.1590/s1806-92902017001200009>

Nonnecke, B.J. *et al.* Effects of the mammary gland on functional capacities of blood mononuclear leukocyte populations from periparturient cows. **J. Dairy Sci.**;86:2359–2368, 2003. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(03\)73829-6](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(03)73829-6)

Novobilský, A.; Mueller-Harvey, I.; Thamsborg, S. M. Condensed tannins act against cattle nematodes. **Veterinary Parasitology**, 182(2-4), 213-220 2011. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2011.06.003>

Nozella, E. F. **Determinação de taninos em plantas com potencial forrageiro para ruminantes.** 2001- Doctoral dissertation, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2001.

Ornaghi, M. G. *et al.* Improvements in the quality of meat from beef cattle fed natural additives. **Meat Science**, 163, 108059, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2020.108059>

Panasevich, M. R. *et al.* Soy compared with milk protein in a Western diet changes fecal microbiota and decreases hepatic steatosis in obese OLETF rats. **The Journal of nutritional biochemistry**, 46, 125-136, 2017. <https://doi.org/10.1016/j.jnutbio.2017.05.004>

Prathap Pragna, P. R. *et al.* Heat Stress and Dairy Cow: Impact on Both Milk Yield and Composition. **International Journal of Dairy Science**, 12: 1-11, 2017. <https://doi.org/10.3923/ijds.2017.1.11>



Pathak, A. K.; Tiwari, S.P. Effect of high plane of nutrition on the performance of *Haemonchus contortus* infected kids. **Vet World**. 2013. [doi:10.5455/vetworld.2013.22-26](https://doi.org/10.5455/vetworld.2013.22-26)

Pathak, A. K. *et al.* Effect of condensed tannins supplementation through leaf meal mixture on voluntary feed intake, immune response and worm burden in *Haemonchus contortus* infected sheep. **Journal of Parasitic Diseases**, 40(1), 100-105, 2016. <https://doi.org/10.1007/s12639-014-0455-1>

Patra, A.K.; Saxena, J. A new perspective on the use of plant secondary metabolites to inhibit methanogenesis in the rumen. **Phytochemistry**, v. 71, p. 1-10, 2010. <https://doi.org/10.1016/j.phytochem.2010.05.010>

Pedreira, M.S. *et al.* Aspectos Relacionados com a Emissão de Metano de Origem Ruminal em Sistemas de Produção de Bovinos. **Archives of Veterinary Science**. V.10, n.3. p24-32, 2005. <http://dx.doi.org/10.53980/avs.v10i3.5122>

Perna Junior, F. *et al.* Short-term use of monensin and tannins as feed additives on digestibility and methanogenesis in cattle. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 49, 2020. <https://doi.org/10.37496/rbz4920190098>

Pes, L. Z.; Arenhardt, M. H. A. H. Caderno Didático de Fisiologia Vegetal (UFSM). **Cadernos Pronatec Goiás**, 1(1), 386-378, 2018.

Piluzza, G.; Sulas, L.; Bullitta, S. Tannins in forage plants and their role in animal husbandry and environmental sustainability: A review. **Grass and Forage Science**, 69(1), 32–48, 2014. <https://doi.org/10.1111/gfs.12053>

Priolo, A., G. C. *et al.* Polyethylene glycol as a means for reducing the impact of condensed tannins in carob pulp: Effects on lamb growth performance and meat quality. **J. Anim. Sci.**, 78:810–816, 2000.

Qiao, M. *et al.* Review of antibiotic resistance in China and its environment. **Environ. Int.** 110:160–172, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2017.10.016>

Ramirez-Restrepo, C.A.; Barry, T.N. Alternative temperate forages containing secondary compounds for improving sustainable productivity in grazing ruminants. **Anim Feed Sci Technol.**, 120:179–201, 2005. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2005.01.015>

Ribeiro, P. R.; Junior, G.L.M.; Da Silva, S. P. Aspectos nutricionais da utilização da proteã na pelos ruminantes. **Vet. Not.**, Uberlândia, v.20, n. 2, p.1-14, 2015.

Sgarbieri, V.C. Deterioração e modificações químicas, físicas e enzimáticas de proteínas. *In*: Sgarbieri, V.C. **Proteínas em alimentos protéicos: propriedades – degradações - modificações.** São Paulo: Varela, 1996. Cap.5.

Singh, S.P. A note on tanin formaldehyde adhesive. Composite Wood Branch Forest Research Institute. **Dehra Dun- India Journal of the T.D.A.** 5p, 1973.

Souza, B. M. P. D. S. *et al.* Galectins and collectinis expression are increased in *Haemonchus contortus*-infected corriedale sheep. **Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária**, 24(3), 317-323, 2015. <http://dx.doi.org/10.1590/S1984-29612015056>

Tapio, I. *et al.* The ruminal microbiome associated with methane emissions from ruminant livestock. **Journal of animal science and biotechnology**, 8(1), 1-11, 2017.

Taylor, M.A.; Coop, R.L.; Wall, R.L. **Parasitologia Veterinária**. 3 Ed., Guanabara Koogan, 2010.

Tzamaloukas, O. *et al.* The effect of chicory (*Cichorium intybus*) and sulla (*Hedysarum coronarium*) on larval development and mucosal cell responses of growing lambs challenged with *Teladorsagia circumcincta*. **Parasitology.**, 132(3), 419, 2006.

Tiemann, T. T. Effect of the tropical tannin-rich shrub legumes *Calliandra calothyrsus* and *Flemingia macrophylla* on methane emission and nitrogen and energy balance in growing lambs. **Animal**, 2:790-799, 2008. <https://doi.org/10.1017/S1751731108001791>

Tizard, Ian R. *Imunologia Veterinária* 9. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2014.

UN-DESAPD. *World Population Prospects: The 2017 Revision, Key Findings and Advance Tables* United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division, New York, 2017.

Paolini, V.; Fouraste, I.; Hoste, H. *In vitro* effects of three woody plant and sainfoin extracts on two parasitic stage of three parasitic nematode species. **Parasitology**, 129, pp. 69-77, 2004.

Van Dorland, H.A. *et al.* Effect of supplementation of fresh and ensiled clovers to ryegrass on nitrogen loss and methane emissions in dairy cows. **Livestock Science**. 111, 57–69, 2007. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2006.11.015>.

Verite, R.; Delaby, L. Relation between nutrition, performances and nitrogen excretion in dairy cows. *Annales de Zootechnie*, 49, 217–230, 2000.

Vital, B. R. *et al.* Adesivos à base de taninos das cascas de duas espécies de eucalipto para produção de chapas de flocos. *Revista Árvore*, 28(4), 571-582; 2004. <https://doi.org/10.1590/S0100-7622004000400011>

Waghorn, G.C.; Tavendale, M.H.; Woodfield, D.R. Methanogenesis from forages fed to sheep. Proceedings of the New Zealand. **Grassland Association** 64, 159–165, 2002.

Woodward, S.L. *et al.* Early indications that feeding Lotus will reduce methane emissions from ruminants. In: THE NEW ZEALAND SOCIETY OF ANIMAL PRODUCTION, 2001, Adelaide. **Proceedings...** Adelaide: ACIAR, p.23-26, 2001.

Williams, A. R. Direct anthelmintic effects of condensed tannins from various plant sources against *Ascaris suum* **PLoS One**, 9 (5) p. e97053, 2014.  
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0097053>

Wu, G. Amino acids: metabolism, functions, and nutrition. **Amino acids**, 37(1), 1-17, 2009.  
<https://doi.org/10.1007/s00726-009-0269-0>

### **3. Objetivos**

#### **3.1 Objetivo geral**

Avaliar a utilização de diferentes doses de taninos condensados provenientes de Acácia Negra (*Acacia mearnsii* de Wild) no estresse térmico, composição e produção de leite, em vacas de média e alta produção.

#### **3.2 Objetivos específicos**

a) Monitorar a produção de leite de vacas da raça Holandês termicamente estressadas, suplementadas com taninos condensados.

b) Avaliar a composição do leite de vacas da raça Holandês termicamente estressadas, suplementadas com taninos condensados.

c) Monitorar a temperatura intravaginal de vacas da raça Holandês submetidas a condições termicamente estressantes.

d) Monitorar se índice de temperatura e umidade ambiental (ITU) excede a zona de conforto térmico animal.

#### 4 Artigo

##### **4.1 Tanino de Acácia Negra como atenuante do estresse térmico em vacas leiteiras**

(Artigo submetido na revista Pesquisa Agropecuária Brasileira-PAB-Embrapa)

**Black wattle tannin as heat stress mitigant in dairy cows**

Laura Valadão Vieira<sup>(1\*)</sup>, Kauani Borges Cardoso<sup>(1)</sup>, Jordani Borges Cardoso<sup>(1)</sup>, Edgard Gonçalves Malaguez<sup>(1)</sup>, Jéssica Halfen<sup>(1)</sup>, Antônio Amaral Barbosa<sup>(1)</sup>, Josiane de Oliveira Feijó<sup>(1)</sup>, Cássio Cassal Brauner<sup>(1)</sup>, Viviane Rohrig Rabassa<sup>(1)</sup>, Marcio Nunes Corrêa<sup>(1)</sup>, Eduardo Schmitt<sup>(1)</sup> and Francisco Augusto Burkert Del Pino<sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup> Center for Livestock Farming Research, Teaching and Extension [*Núcleo de Pesquisa, Ensino e Extensão em Pecuária*] (NUPEEC), Federal University of Pelotas [*Universidade Federal de Pelotas*], Avenida Eliseu Maciel, nº S/N, CEP 96160-000, Pelotas, RS, Brazil. E-mail:                   lauravieira96@gmail.com,                   kauaniborgescardoso@gmail.com,



jordanicardoso.12@gmail.com, edgardmalaguez@gmail.com, halfenzootecnista@gmail.com,  
 antoniobarbosa.vet@hotmail.com, josianefeiijo@gmail.com, cassiocb@gmail.com,  
 vivianerabassa@gmail.com, marcio.nunescorrea@gmail.com, schmitt.edu@gmail.com,  
 fabdelpino@gmail.com

\*Corresponding author

### **Black Acacia Tannin as a mitigant of thermal stress in dairy cows**

**Abstract-** This study evaluated the supplementation of two doses of condensed tannins from Acacia Negra (*Acacia mearnsii* de Wild) in heat stress, composition and milk production, in medium and high producing cows. Two experiments were carried out, both with 20 Holstein cows, divided into tannin (TG n = 10) and control (CG n = 10) groups. In experiment A, the TG received a dose of 150g of tannin and 600g of concentrate / cow / day and CG 600g of concentrate / cow / day. In experiment B, the TG received 40g of tannin and 10g of kaolin / cow / day and the CG 50g of kaolin / cow / day. The temperature and humidity index (THI), internal temperature of the animals, milk production and composition were monitored. The average THI in experiments A and B was 69.8 and 72.44. Milk production did not differ between groups, but the protein concentration in milk was higher in the TG (experiment A  $p = 0.02$  and experiment B  $p = 0.007$ ). The TG group showed greater thermoregulation (experiments A and B  $p < 0.01$ ). Supplementation with tannin at dosage of 40 and 150 g / cow / day reduces body temperature and increases the concentration of proteins in milk.

**Index terms:** *Acacia mearnsii*, dairy cow, internal temperature, supplementing, temperature and humidity index.

**Tanino de Acácia Negra como atenuante do estresse térmico em vacas leiteiras**

**Resumo-** Este estudo avaliou a suplementação de duas doses de taninos condensados, provenientes da Acácia Negra (*Acacia mearnsii* de Wild) no estresse térmico, composição e produção do leite em vacas de média e alta produção. Foram realizados dois experimentos, ambos com 20 vacas da raça Holandês, divididas em grupos tanino (TG n=10) e controle (CG n=10). No experimento A, o TG recebia a dose de 150g de tanino e 600g de concentrado/vaca/dia e CG 600g de concentrado/vaca/dia. No experimento B, o TG recebeu 40g de tanino e 10g de caulim/vaca/dia e o CG 50g de caulim/vaca/dia. Monitorou-se o índice de temperatura e umidade (ITU), temperatura interna dos animais, produção e composição do leite. O ITU médio nos experimentos A e B foi de 69.8 e 72.44. A produção de leite não diferiu entre os grupos, mas a concentração de proteínas no leite foi maior no TG (experimento A  $p=0.02$  e experimento B  $p=0.007$ ). O grupo TG apresentou maior termorregulação (experimento A e B  $p<0.01$ ). A suplementação com taninos nas doses de 40 e 150 g/vaca/dia reduz a temperatura corporal e aumenta a concentração de proteínas no leite.

**Termos de indexação:** *Acacia mearnsii*, vaca leiteira, temperatura interna, suplementação, índice de temperatura e umidade.

## Introduction

Heat stress in cattle is one of the most important challenges for dairy farmers since it can reduce milk production in up to 40%. Furthermore, heat stress also increases metritis cases by 10.5% and reduces the conception rate by 14.9% (Flamenbaum, 2014).

Heat stress alters the feed consumption, hormonal production, and nutrient metabolism (Baumgard & Rhoads, 2013). Muscle catabolism is then activated to reach thermoregulation (Piluzza et al., 2014). This leads to an increase in protein requirement due to its degradation to produce energy by gluconeogenesis (Wheelock et al., 2010). Therefore, different nutritional additives are being investigated to mitigate these issues. In this context,

plant extracts such as tannins are a suitable option. Besides being a natural product, their main effect is to increase the bioavailability of dietary protein.

Tannins are polyphenolic compounds found in angiosperm and dicotyledons such as *Acacia* sp. and *Eucalyptus* sp. These compounds can be classified by their chemical structure as hydrolysable or condensed (Kamra et al., 2006; Manella & Cidrini, 2018). Condensed tannins have become popular in animal science as nutritional additives for ruminant due to their ability to bind proteins and other macromolecules in the rumen (Cieslak et al., 2012). Thus, tannins that were already known by the pharmaceutical and leather industry started to gain prominence in animal nutrition, initially as anthelmintics and methanogenesis reducers, ultimately, they began to be studied as mitigators for the deleterious effects of heat stress (Vieira et al., 2020).

Research suggests that the use of tannins increases post ruminal protein absorption (Herremans et al., 2020). Considering this, we hypothesize that dietary supplementation with Black wattle (*Acacia mearnsii* de Wild) derived tannins increases the bioavailability of rumen undegradable proteins (RUP), mitigating the effects of heat stress. The aim of the study was to evaluate the use of different doses of condensed tannins from Black Acacia (*Acacia mearnsii* de Wild) in heat stress, composition and milk production in medium and high production dairy cows.

## Materials and Methods

Two experiments were carried out on different dairy farms. Experiment A was carried out between February and March. Experiment B took place between January and December. In the second experiment, due to the low palatability of the condensed tannins, which probably impairs the consumption of the additive, it was decided to use a smaller dose, in order to verify the product's efficacy, even in cows with a higher production average. The

studies were approved by the Research Ethics Committee Animal from UFPel (project number 23110.013916 / 2020-30).

## **Experiment A**

### **Location**

The first experiment was carried out in a dairy farm located in the south of Rio Grande do Sul, Brazil (31 ° 46 '3' 'Sul and 52 ° 26' 55 " West) and lasted 39 days. This location is characterized by hot, humid summers, classified as a humid subtropical climate zone (Cfa) according to the Köppen-Geiger climate classification system (Moreno, 1961). Precipitation in this region varies from 138 mm to 106 mm, the average humidity is 80% and the average temperature of the environment is 22.3°C from February to March.

### **Animals and Diet**

The animals were milked twice a day and maintained on a semi-intensive system. Twenty healthy multiparous Holstein cows were selected from a herd of 200 animals. Selected animals had a mean body condition score (BCS) of 2.5, 63±10 days in milk (DIM), and mean milk production of 25Kg/day±3. These cows were randomly categorized into the experimental units (EU) and their health monitored weekly via clinical examination.

The cows' diet was in the ratio of 80:20 (bulk to concentrate). Cows were fed after milking at 7am and 7pm daily (Table 1). The concentrate was formulated in accordance with the National Research Council (NRC, 2001). The supply of forage depended on the availability of forage, and the property had 200ha of pasture, divided between two crops of the same size, named section A and B. Section A contained millet (*Pennisetum glaucum*) and

section B consisted of native vegetation, characteristic of the Pampa biome, with a predominance of signalgrass (*Brachiaria plantaginea*).

## **Experimental Design**

The cows were divided into two groups of 10 animals, following a completely randomized experimental design (DIC). The tannin group (TG) received 150g/cow/day of condensed tannin (Tanac®, Rio Grande do Sul, Brasil), combined with 600g/cow/day of concentrate. The control group (CG) received 600g/cow/day of concentrate. Feed was offered twice a day at 7am and 7pm. A 10-day adaptation period was used in which the condensed tannin was gradually included, increasing the dose from 50 to 100 until the full 150g/cow/day dose was reached, same dosage used by Benchaar and Chouinard (2009).

## **Milk Sampling**

The milk was sampled 4 times during the experiment using collector cups attached to the milking machine. Sampling was carried out twice a day. The milk was homogenized in bronopol containing tubes and refrigerated until the analysis of total solid matter (%), fat (%), lactose (%) and protein (%) content. These analyses were carried out at the *Embrapa* laboratory for milk analysis in Pelotas, Rio Grande do Sul.

In addition, the daily milk production of each animal was recorded after milking throughout the experiment. Data were obtained from the electronic meter of the milking equipment (DeLaval®).

## **Temperature Measurements**

During the first and second weeks after the adaptation period, the cows received a data logger thermometer (Thermochron ibutton. KY -USA) every 3 days to assess the internal temperature (IT). TI was recorded every 30 minutes, and the methodology used in this study

is similar to that performed by Carvalho et al. (2018). Data were compiled using the Thermodata Viewer software (Thermodata Pty Ltd®, BigCommerce, Australia) immediately after each measurement. Environmental temperature and humidity data were obtained from information gathered by *Embrapa* for Temperate Climate (located 25km from the property) and used to calculate the temperature and humidity index (THI) with the formula from Grassmann et al. (2014):

$$\text{THI} = \text{mean temperature} + 0.36 \times (\text{humidity}) + 41.2$$

## **Experiment B**

### **Location**

The second experiment was carried out for 29 days in another dairy farm located in the northwest of the state of Rio Grande do Sul (41 ' 20 " South, 51 ° 46 ' 6 " West). The aim of this experiment was to evaluate a lower tannin dosage in highly productive Holstein Frasier cows kept in an intensive system. This location is characterized by hot summers, classified as a humid subtropical climate zone (Cfa) according to the Köppen-Geiger climate classification system (Moreno, 1961). The precipitation in this region is 151 mm, the average humidity is 70%, the average temperature is 24.2°C in December and in January the precipitation is 162 mm, the average humidity is 71% and the average ambient temperature is 24.5°C

### **Animals and Diet**

The animals were maintained in an intensive system and lodged in a free stall barn. As with experiment A, 20 healthy Holstein cows were selected from a herd of 100 animals. Selected cows had  $147 \pm 83$  DIM, mean milk production of 50Kg/day  $\pm 6$  and  $2 \pm 0.8$  lactations. These cows were randomly categorized into the experimental units (EU) and their health

monitored weekly via clinical examination. In this experiment the diet at a ratio of 64% voluminous and 36% concentrate was offered at 7:30am. Volume, total diet bromatology (TMR) and concentrate composition were formulated according to the NRC (2001) and are shown in Table 2.

### **Experimental Design**

The cows were divided into two groups of 10 animals, CG and TG, following a completely randomized experimental design (DIC). After milking in the morning, cows were offered 200g soyhulls and 100g soybean meal. Of these 200g, 50g were kaolin. Kaolinite clay is not used by ruminal microorganisms, it is administered to mimic the effect of stress in the CG. In the TG cows received 40g of tannin (Tanac®, Rio Grande do Sul, Brazil) and 10g kaolin. Animals were subjected to 14 days of adaptation (0 to 13) and 15 experimental days (14 to 28). During adaptation the tannin dosage was progressively adjusted (20g, 30g, 36g e 40g) until reaching the complete dosage. The 40g dose was reached on day 10 and provided until the end of the experiment, which is the same dosage used by Noro (2013).

### **Milk Sampling**

Milk was sampled individually before the adaptation phase and weekly after this period, totaling 3 samplings. Samples were homogenized in bronopol containing tubes, and refrigerated until the analysis of total solid matter (%), lipids (%), lactose (%), protein (%) content, somatic cell count (CFU/mL) and milk urea nitrogen (mg/dL) in the Holstein cow breeders' association of Paraná (Curitiba, Paraná, Brasil) was performed.

Furthermore, daily milk production for each animal was registered manually after milking 3 times a day throughout the entire experiment. The Data were obtained from the electronic meter of the milking equipment (GEA®).

## **Temperature Measurements**

The method used to measure the temperature of the animals was very similar to the one used in experiment A. Nevertheless, in this experiment the measurements happened at two moments for six cows per group. In the first week of the adaptation period the thermometers were inserted on day 2 and removed on day 6; and then inserted on day 16 and removed on day 20 of the experimental period (Marques et al., 2019). The data were logged using the Thermodata Viewer software immediately following their retrieval.

The environmental humidity and temperature data were obtained from a weather station (Intrutemp®, São Paulo, Brasil) installed in the confinement barn. The information was transmitted directly to the Easy Weather software and the same formula described above was used to calculate THI.

## **Statistical Analysis for experiments A and B**

Nonparametric data, such as internal temperature, were evaluated using the Wilcoxon-Mann-Whitney test, rejecting the null hypothesis  $p < 0.05$ . Data on THI, production and milk components were analyzed in the Pro Mixed statistical package, in the SAS software (SAS Institute Inc., Cary, USA, 2016), considering the animal as a random effect, and the group, and the collection time as fixed effects as well as their interactions. Differences were considered significant when  $p \leq 0.05$ . In addition, a Receiver Operating Characteristic Curve (ROCC) analysis was used to assess the THI required to elevate the TI above physiological levels. Animals were considered to be under heat stress when IT was above 39.2 °C (Andrade et al., 2017; Baumgard; Rhoads, 2013).

## **Results and Discussion**



In the experiment A the cows were exposed to 17 days with THI above 68, the average of the entire experimental period was 69.8, with a minimum and maximum (min/max) THI of 63.04 and 78.38, respectively. In experiment B the THI was above 68 for 23 days with a min/max and average of 64.29, 72.44 and 82.65, respectively (Figure 1).

In experiment A, the IT of the CG and the TG differed between the groups, with mean means of  $39.6^{\circ}\text{C} \pm 0.73$  and  $39.4^{\circ}\text{C} \pm 0.72$ , respectively ( $P < 0.05$ ). No difference in IT was observed in experiment B either, with the mean IT for CG at  $39.03 \pm 0.14$  and TG at  $9.17 \pm 0.14$  ( $P > 0.05$ ). All the average body temperatures for both groups remained above the physiologically acceptable limit for bovines ( $39.2^{\circ}\text{C}$ ) throughout the experiments (figures 2 and 3) (Andrade et al., 2017).

However, although in experiment B there was no statistical difference between the IT of the two groups, we observed that TG (in experiments A and B). In experiment A, the TG cows showed body temperatures above  $39.2^{\circ}\text{C}$  when the THI reached 64.06 (S 69%; E 54.56%), while the overheating in the CG occurred when the THI reached 63.66 (S 72.85%; E 45.10%) (Figure 4). The same evaluation was carried out in experiment B, the animals in the TG group went under heat stress, when the THI reached 70.16 (S 69.21% and 54.56%), whereas for the CG group, the critical THI was 69.38 (S 72.85%; E 45.10%) (Figure 5). This suggests an increase in the thermoregulatory capacity of tannin supplemented animals considering these experienced heat stress when exposed to higher THI than the CG animals ( $p < 0.001$ ).

Heat stress is generally marked by a reduction in feed consumption, compromising the animal's energy reserves (Conte et al., 2018). To offset the energy demand, cows use muscle catabolism proteins as an energy source. It increases the demand for this nutrient in animals under heat stress (Baumgard & Rhoads, 2013; Conte et al., 2018). For that reason, Condensed

Tannins can be a promising alternative for animals in hyperthermia, since, they can bind to dietary proteins making them resistant to ruminal degradation and available for intestinal absorption (Piluzza et al., 2014; Herremans et al., 2020). Additionally, tannins can enhance the availability of essential amino acids, such as lysine and methionine, in the duodenum. These nutrients are known to contribute to thermoregulation (Grazziotin et al., 2020; Dominguez et al., 2020).

Taking this data on consideration, condensed tannins appear to be a promising tool to mitigate the effects of heat stress. Nevertheless, this is the only study that has tested the effects of tannins on heat stress and therefore it may be premature to assume that an increase in protein bioavailability is the mechanism underlying this effect.

The THI of 68 is considered sufficient to trigger adaptation mechanisms to heat stress, increase body temperature and reduce productivity, especially in high-yielding cows (Baungard & Rhoads 2013). In this study, in experiment A, the THI of 64.06 was already sufficient to trigger hyperthermia, in this sense, although tannin supplementation delayed the symptoms of heat stress, milk production remained similar between the groups in both tests. This emphasizes the fact that heat stressed cows are less productive. The average milk production in experiment A was  $26.33 \pm 5.45$  Kg / L in the TG and  $27.05 \pm 5.54$  Kg / L in the CG ( $p = 0.21$ ). For experiment B, the averages were  $49.94 \text{ Kg / L} \pm 0.84$  in the TG and  $51.82 \text{ Kg / L} \pm 0.84$  in the CG ( $p = 0.31$ ) (Figures 6 and 7).

These results agree with published research showing that milk production is not affected by treatment with plant extracts regardless of their source or dosage (Herremans et al., 2020). This is consistent with previous data showing that nitrogen digestibility is reduced with tannin supplementation (Griffiths et al., 2013). Furthermore, peripheral vasodilation in response to heat stress can lead to intestinal hypoxia compromising nutrient absorption and

availability for milk production (Horsts et al. 2018). Although the argument by Horsts et al. (2018) characterizes one of the events commonly observed in thermally stressed animals, the results obtained with the protein in milk, suggests a greater intestinal absorption of this nutrient (Experiment AP = 0.02; experiment BP = 0.007) (Tables 3 and 4). These results were previously obtained and can be attributed to the greater bioavailability of proteins and better intestinal absorption (Davidović et al, 2019).

The increase in protein concentration is an important factor, considering that the concentration of this nutrient is usually reduced during heat stress, even when amino acids are increased in the bloodstream (Pragna et al., 2017). That occurs because the bloodstream proteins are sequestered for the gluconeogenesis and for the synthesis of heat shock proteins (HSP) (Pragna et al., 2017). Other factors that can alter protein levels are peripheral vasodilation and the presence of heat-damaged breast cells. This is because the influx of nutrients to the mammary gland is compromised, and proteins are being used not only for lactogenesis, but also for cell regeneration (Baumgard & Rhoads, 2013; Conte et al., 2018).

In addition, it was also possible to observe in experiment B, that despite the increase in protein intake, it did not exceed the animal's metabolic requirements, since there was no statistical difference in the MUN values. MUN is an indicator of protein balance. When dietary protein drinks exceed demand, the excretion of this metabolite in urine, faeces and milk increase (Fernandez & Zanela, 2007). This data is beneficial, since the increase in protein excretion represents greater energy expenditure for the animal, reproductive losses, due to a drop in uterine pH and it is also incorporated into the environment (Doska et al., 2012).

In the current study, lactose and fat content did not differ between groups, but remained within physiologically acceptable concentrations (Melo et al., 2016) (Tables 3 and

4). However, these milk components are usually reduced during heat stress (Horst et al., 2018). Lactose, for example, is sequestered to other tissues due to the increase in glucose demand, which reduces its availability in the mammary gland (Rhoads et al., 2013). Meanwhile, the fat content falls mainly due to the hyperthermia. Heat stressed cows increase the forage intake to minimize the metabolic heat generated by digestion. This leads to an imbalance in the acetate/propionate ratio (Melo et al., 2016). These results are similar to previous data by Herremans et al. (2020) and Aprianita et al. (2014).

In this study we obtained similar data with both doses of tannins 40g/d and 150g/d, even though the smaller dose was used in more productive cows. This indicates that even low levels of tannins are effective. Moreover, tannin supplementation can be a promising way to mitigate the effects of heat stress since it improves thermoregulation and increases protein concentrations in milk.

## Conclusions

1. Tannin supplementation at 40 and 150g/cow/day increased thermotolerance in Holstein cows.
2. Tannin supplementation effectively minimized the impacts of heat stress even at low dosage and in highly productive dairy cattle.
3. Supplementation with both doses increased the milk protein content.

## Acknowledgements

We are grateful to the Postgraduate Program in Animal Science (PPGZ - UFPel, Pelotas, Brazil) for the support in the accomplishment of the academic master's degree and to the

289 Coordination for the Improvement of Higher Education Personnel (CAPES) for the financial  
290 support.

## 291 **References**

292 APRIANITA, A; DONKOR, O. N.; MOATE, P. J.; WILLIAMS, S. R. O.; AULDIST, M. J.;  
293 GREENWOOD, J. S.; HANNAH, M. C.; WALES, B.; VASILJEVIC, T. Effects of dietary  
294 cottonseed oil and tannin supplements on protein and fatty acid composition of bovine  
295 milk, **The Journal of dairy research**, v. 81, p. 183-192, 2014. DOI:  
296 10.1017/S0022029914000065.

297  
298 BAUMGARD, L. H.; RHOADS JR, R. P. Effects of heat stress on postabsorptive  
299 metabolism and energetics, **The Annual Review of Animal Biosciences**, v. 1, p. 311-337,  
300 2013. DOI: 10.1146/annurev-animal-031412-1036-44.

301  
302 BENCHAAAR, C.; CHOUINARD, P.Y. Short communication: assessment of the potential of  
303 cinnamaldehyde, condensed tannins, and saponins to modify milk fatty acid composition of  
304 dairy cows, **Journal of Dairy Science**, v. 92, p. 3392-3396, 2009.  
305 <https://doi.org/10.3168/jds.2009-2111>

306  
307 BROUCEK, J.; RYBA, S.; DIANOVA, M.; UHRINCAT, M.; SOCH, M.; SISTKOVA, M.;  
308 MAIA, G.; NOVAK, P. Effect of evaporative cooling and altitude on dairy cows milk  
309 efficiency in lowlands, **International journal of biometeorology**, v. 64, p. 433-444, 2020.

- 310 CARVALHO, G. A.; SALMAN, A. K. D.; CRUZ, P. G.; SILVA, F. R. F.; HALFEN,  
 311 J.; SCHMITT, E. Relationship between thermal comfort indices and internal temperature of  
 312 grazing lactating Holstein × Gyr cows in the western Amazonia, **Acta Amazonica**, v. 48, p.  
 313 191-196, 2018. DOI: 10.1590/1809-4392201704301.
- 314
- 315 CIESLAK, A.; ZMORA, P.; PERS-KAMCZYC, E.; SZUMACHER-STRABEL, M. Effects  
 316 of tannins source (*Vaccinium vitis idaea* L.) on rumen microbial fermentation in  
 317 vivo, **Animal feed science and technology**, v. 176, p. 102-106, 2012. DOI:  
 318 10.1016/j.anifeedsci.2012.07.012.
- 319
- 320 CONTE, G.; CIAMPOLINI, R.; CASSANDRO, M.; LASAGNA, E.; CALAMARI, L.,  
 321 BERNABUCCI, U.; ABENI, F. Feeding and nutrition management of heat-stressed dairy  
 322 ruminants, **Italian Journal of Animal Science**, v. 17, p. 604-620, 2018. DOI:  
 323 10.1080/1828051X.2017.1404944.
- 324
- 325 DAVIDOVIĆ, V.; JOVETIĆ, B.; JOKSIMOVIĆ-TODOROVIĆ, M.; STOJANOVIĆ, B.;  
 326 LAZAREVIĆ, M.; PERISIĆ, P.; RADIVOJEVIĆ, M.; MILETIĆ, M; MILETIĆ, A. The  
 327 effect of tannin supplementation of mid-lactation dairy cows diets on metabolic profile  
 328 parameters and production characteristics, **Slovenian Veterinary Research**, v. 56, p. 143-  
 329 151, 2019. DOI: 10.26873/SVR-552-2019.

- 330 DE ANDRADE FERRAZZA, R.; GARCIA, H. D. M.; ARISTIZÁBAL, V. H. V.; DE  
 331 SOUZA NOGUEIRA, C.; VERÍSSIMO, C. J.; SARTORI, J. R.; SARTORI, R.; FERREIRA,  
 332 J. C. P. Thermoregulatory responses of Holstein cows exposed to experimentally induced  
 333 heat stress, **Journal of thermal biology**, v. 66, p. 68-80, 2017. DOI:  
 334 10.1016/j.jtherbio.2017.03.014
- 335
- 336 DOMINGUEZ, J. H.; LOPES, M. G.; MACHADO, F. A.; DOS SANTOS, E.; LOPES, F.;  
 337 FÉIJO, J. O.; BRAUNER, C. C.; RABASSA, V. R.; CORRÊA, M. N.; DEL PINO, F. A. B.;  
 338 SCHMITT, E. Body Temperature and Reproductive Performance of Beef Heifers  
 339 Supplemented With Rumen-Protected Methionine, **Journal of Agricultural Studies**, v. 8, p.  
 340 601-615, 2020. DOI: 10.1016/10.5296/jas.v8i3.16793.
- 341
- 342 DSCHAAK, C. M.; WILLIAMS, C. M.; HOLT, M.S.; EUN, J.S.; YOUNG, A. J.; MIN, B.  
 343 R. Effects of supplementing condensed tannin extract on intake, digestion, ruminal,  
 344 fermentation, and milk production of lactating dairy cows, **Journal of Dairy Science**, v. 94,  
 345 p. 2508-2519, 2001. DOI: 10.3168/jds.2010-3818.
- 346
- 347 FLAMENBAUM, I. Curso Online Manejo do Estresse Calórico para aumentar a produção  
 348 leiteira e sua rentabilidade, **Agripoint**. 2014. 203p.
- 349
- 350 FERNANDEZ, V. N. V.; ZANELA, M. B. Desequilíbrio nutricional e composição do leite  
 351 em uma unidade de produção situada na bacia leiteira central da Argentina. **Acta Scientiae**  
 352 **Veterinariae**, v. 35, p. 363-366, 2007.

353 GRASSMANN, C.; EISING, R.; NEVES, L. O.; ELI, K.; JUFFO, E. E. L. Avaliação do  
 354 índice de temperatura e umidade para vacas leiteiras da raça holandesa em Rio do Sul, SC. In:  
 355 30ª Semana Acadêmica do Curso de Agronomia do CCAE/UFES-SEAGRO, Rio do Sul,  
 356 2017. p.1-4.

357

358 GRAZZIOTIN, R. C. B.; HALFEN, J.; ROSA, F.; SCHMITT, E.; ANDERSON, J. L.;  
 359 BALLARD, V.; OSORIO, J. S. Altered rumen fermentation patterns in lactating dairy cows  
 360 supplemented with phytochemicals improve milk production and efficiency, **Journal of**  
 361 **Dairy Science**, v. 103, p. 301-312, 2020. DOI: 10.3168/jds.2019-16996.

362

363 GRIFFITHS, W. M.; CLARK, C. E. F.; CLARK, D. A.; WAGHORN, G. C. Supplementing  
 364 lactating dairy cows fed high-quality pasture with black wattle (*Acacia mearnsii*)  
 365 tannin, **animal**, v. 7, p. 1789-1795, 2013. DOI:10.1017/S1751731113001420.

366

367 HERREMANS, S.; VANWINDEKENS, F.; DECRUYENAERE, V.; BECKERS, Y.;  
 368 FROIDMONT, E. Effect of dietary tannins on milk yield and composition, nitrogen  
 369 partitioning and nitrogen use efficiency of lactating dairy cows: A meta-analysis, **Journal of**  
 370 **Animal Physiology and Animal Nutrition**, v. 104, p. 1209-1218, 2020. DOI:  
 371 10.1111/jpn.13341.

372

373 HORST, E. A.; KVIDERA, S. K.; AL-QAISI, M.; ABEYTA, M. A.; RHOADS, R. P.;  
 374 BAUMGARD, L. H. Energy cost of inflammation in dairy cows. In: 27th Annual Tri-State



- 375 Dairy Nutrition Conference, Fort Wayne, Indiana, USA, Ohio State University, 2018. **Anais.**  
 376 p. 65-79.
- 377 KAMRA, D. N.; AGARWAL, N.; CHAUDHARY, L. C. Inhibition of ruminal  
 378 methanogenesis by tropical plants containing secondary compounds, International Congress  
 379 Series, v. 1293, p. 156-163, 2006. <https://doi.org/10.1016/j.ics.2006.02.002>.
- 380
- 381 MANELLA, M.; CIDRINI, I.A. Uso de Taninos para melhorar a eficiência do uso de energia  
 382 e reduzir a emissão de CH<sub>4</sub>. In: IV Simpósio Brasileiro de Produção de Ruminantes no  
 383 Cerrado, 4., Uberlândia, 2018. **Anais.** Uberlândia: Bibliotecas da AFU, 2018. p. 79-96.
- 384
- 385 MARQUES, S.; OLIVEIRA, C. S.; FREITAS, C. D.; FEUCHARD, V. L.; CAMARGO, L.  
 386 D. A.; DE CARVALHO, B. C. Associação da temperatura vaginal com estabelecimento de  
 387 prenhez em receptoras Girolando sob estresse térmico. In *Embrapa* Gado de Leite-Artigo em  
 388 anais de congresso (ALICE). In: Workshop de Iniciação Científica da Embrapa Gado de  
 389 Leite, 24., Juiz de Fora, 2019. **Anais.** Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2019. p. 1-4.
- 390
- 391 MELO, A. F.; MOREIRA, J. M.; ATAÍDES, D. S.; GUIMARÃES, R. A. M.; LOIOLA, J.  
 392 L.; SARDINHA, H. C. Efeitos do estresse térmico na produção de vacas leiteiras:  
 393 Revisão, **PUBVET**, v. 10, p. 721-794, 2016.
- 394
- 395 MORENO, J. A. Clima do Rio grande do Sul, Boletim Geográfico do Rio Grande do Sul,  
 396 1961, p. 49-83.

- 397 NORO, M. Respuesta metabólica y productiva de vacas lecheras en pastoreo suplementadas  
 398 con taninos de quebracho (*Schinopsis balansae*), *Revista Científica de Veterinaria*, v. 23, p.  
 399 417-425, 2013.
- 400
- 401 NRC, Nutrient Requirements of Dairy Cattle. 7th rev. ed. Natl. Acad. Sci., Washington, DC,  
 402 2001.
- 403 PILUZZA, G.; SULAS, L.; BULLITTA, S. Tannins in forage plants and their role in animal  
 404 husbandry and environmental sustainability: a review, **Grass and Forage Science**, v. 69, p.  
 405 32-48, 2014. <https://doi.org/10.1111/gfs.12053>
- 406
- 407 PRAGNA, P.; ARCHANA, P. R.; ALEENA, J.; SEJIAN, V.; KRISHNAN, G.; BAGATH,  
 408 M.; MANIMARAN, A.; BEENA, V.; KURIEN, E. K.; VARMA, G.; BHATTA, R. Heat  
 409 stress and dairy cow: impact on both milk yield and composition, **Journal of Dairy**  
 410 **Science**, v. 12, p. 1-11, 2017.
- 411
- 412 RHOADS, R. P.; BAUMGARD, L. H.; SUAGEE, J. K. Metabolic Priorities During Heat  
 413 Stress With An Emphasis on Skeletal, **Journal of Animal Science**, 2013. DOI:  
 414 10.2527/jas.2012-6120
- 415
- 416 WHEELOCK, J. B.; RHOADS, R. P.; VANBAALE, M. J.; SANDERS, S. R.;  
 417 BAUMGARD, L. H., 2010. Effects of heat stress on energetic metabolism in lactating  
 418 holstein cows, **Journal of Dairy Science**, v. 93, p. 644–655. DOI: 10.3168/jds.2009-2295.

## Tables

**Table 1.** Bromatological composition of the diet.

Ingredients	Percentage (%)					
	MSP <sup>1</sup>	MM <sup>2</sup>	PB <sup>3</sup>	EE <sup>4</sup>	FDN <sup>7</sup>	FDA <sup>8</sup>
Millet	12.80	10.80	21.79	3.06	51.39	26.25
Signalgrass	23.11	12.53	13.58	3.38	68.34	34.49

<sup>1</sup>Partial dry matter; <sup>2</sup>Mineral matter; <sup>3</sup>Total protein; <sup>4</sup>Ether Extract; <sup>5</sup>Rumen degradable protein; <sup>6</sup> Starch content, Neutral detergent fiber; <sup>7</sup>acid detergent fiber.

424 **Table 2.** Bromatological analysis of the TMR in experiment B.

Ingredients	Amount offered	Percentage (%)					
		MSP <sup>1</sup>	MM <sup>2</sup>	PB <sup>3</sup>	EE <sup>4</sup>	FDN <sup>5</sup>	FDA <sup>6</sup>
<i>Avena sativa</i>	2Kg	23.36	9.11	10.42	3.19	69.76	47.92
Haylage							
Cottonseed	2Kg	90.64	4.36	23.14	19.24	46.04	33.81
Corn silage	44Kg	31,17	5.01	7.18	2.86	53.98	29.49

425 <sup>1</sup>Parcial dry matter; <sup>2</sup>Mineral matter; <sup>3</sup>Total protein; <sup>4</sup>Ether Extract; <sup>5</sup>Neutral detergent fiber;

426 <sup>6</sup>acid detergent fiber

427 **Table 3.** Milk composition during experiment A, CG (C n=10) e TG receiving 150g  
 428 tannin/cow/day (T n=10).

429

Item (%)	Group		P value		
	TG	CG	Group	Period <sup>1</sup>	G*period
Fat	4.1±1.7	3.9±1.38	0.69	0.02	0.76
Total sol.	12.20±1.5	11.08±2.04	0.25	0.02	0.96
Protein	2.9±0.37	2.7±0.43	0.02*	0.33	0.14
Lactoses	4.40±0.37	4.30±0.67	0.63	0.58	0.13

430 \*statistical significance p<0.05

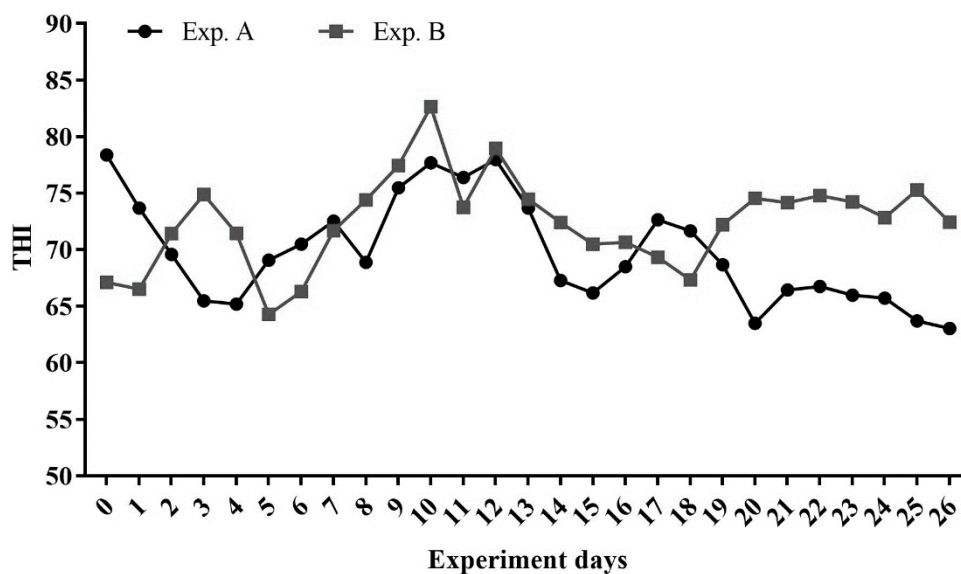
431 **Table 4.** Milk composition during experiment B, CG (C n=10) e TG receiving 40g  
 432 tannin/cow/day (T n=10).

Item	Group		p-value		
	TG	CG	Group	Period	Group*Period
Fat (%)	3.81±0.30	3.70±0.44	0.79	0.32	0.96
Total Solids(%)	12.46±0.26	12.51±0.33	0.99	0.27	0.82
Protein(%)	3.20±0.01	3.04±0.01	0.007*	0.0006	0.02
Lactose (%)	4.75±0.002	4.69±0.003	0.28	0.74	0.37
NUL <sup>a</sup> (mg/dl)	20.46±1.12	18.01±1.32	0.23	0.16	0.64
CCS <sup>b</sup> (UFC/mL)	520±0.71 <sup>a</sup>	605±1.11 <sup>a</sup>	0.54	0.36	0.66

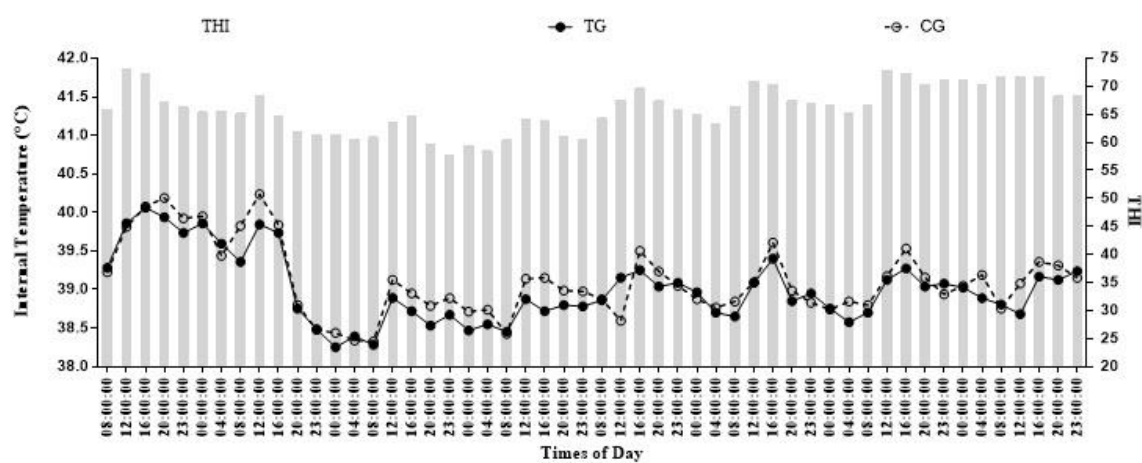
433 <sup>a</sup>MUN= milk urea nitrogen, <sup>b</sup>SCC= somatic cell coun CFU/mL, \* statistical significance

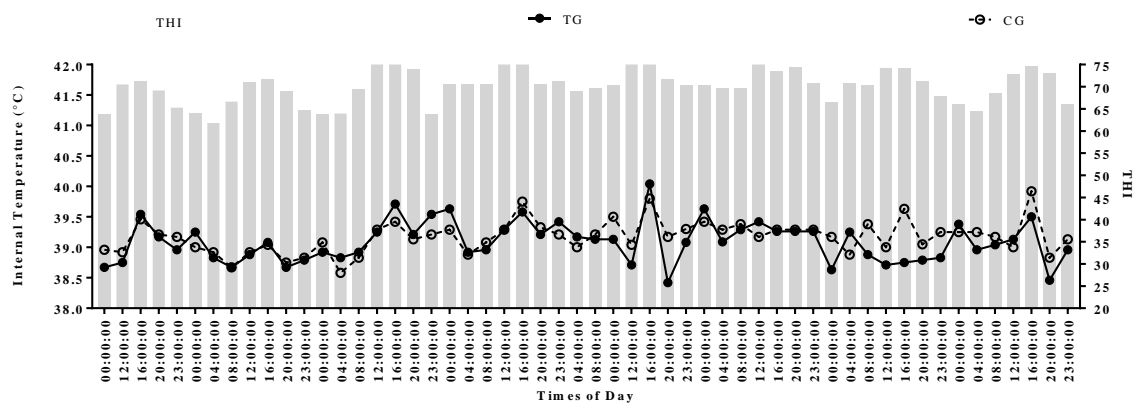
434 p<0.05.

## Figures

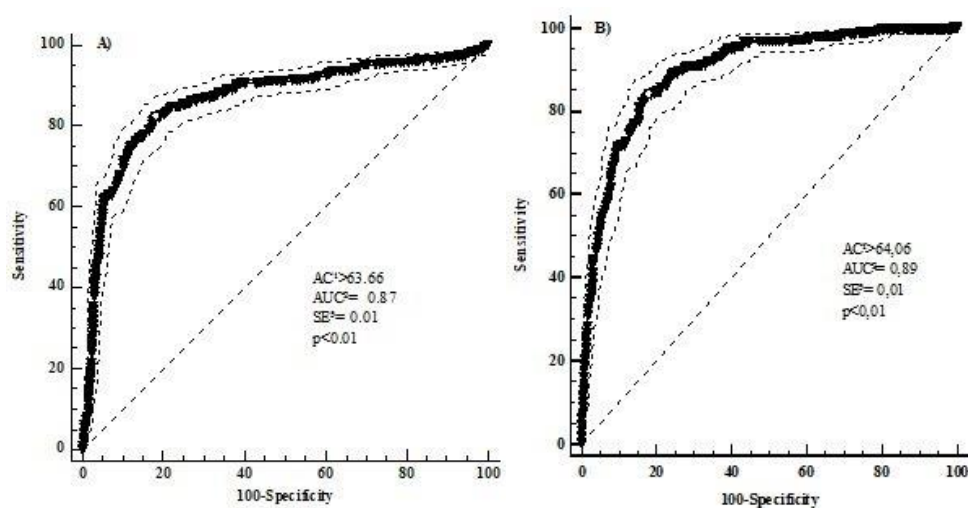


**Figure 1.** THI Fluctuation in experiments A e B.



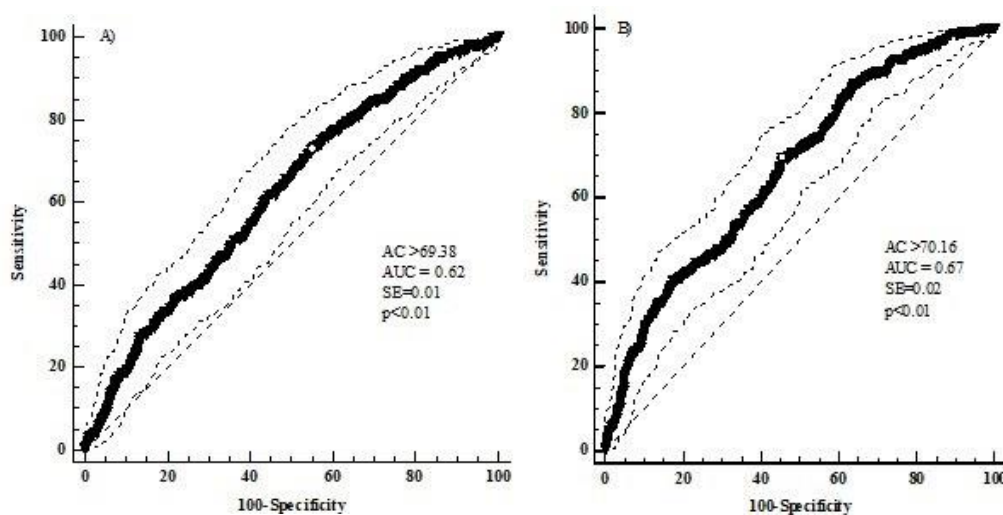


**Figure 3.** Distribution of internal temperature data for cows in experiment B, in relation to THI. Gray bars represent THI variations throughout the study.

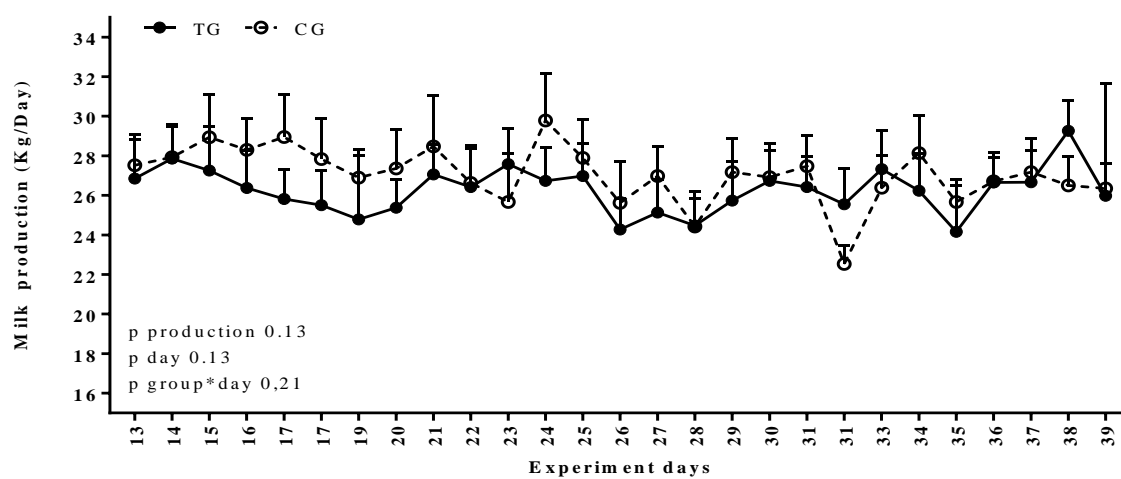


**Figure 4.** ROC A) Control Group (CG) e B) Tannin group (TG)

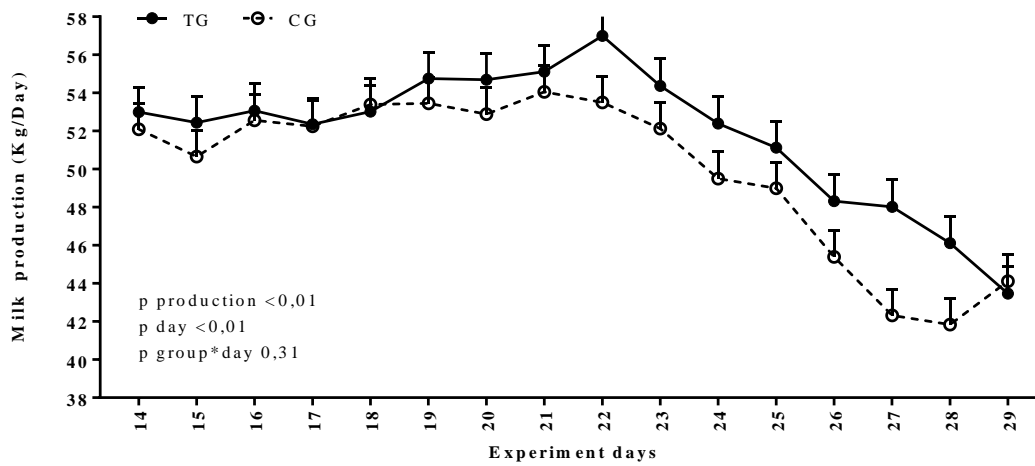




**Figure 5.** ROC Analysis. A) CG e B) TG



6 **Figure 6.** Mean milk production (Kg/day), of tannin group receiving 150g tannin/cow/day  
 7 (n= 10) and the control group (n=10). P\*T= interaction between group and period, p= 0.21.



8

9 **Figure 7.** Mean milk production (Kg/day), of tannin group receiving 40g tannin/cow/day (n=  
 10 10) and CG (n=10). p group\*day= interaction between group and day, p=0.3

## 5 Considerações Finais

O estresse térmico constitui um grande desafio para os produtores de leite no mundo todo, seus impactos refletem negativamente sobre a saúde, produção, reprodução e bem-estar animal não só de vacas termicamente estressadas, como também de suas progênies e netas. Minimizar os efeitos da hipertermia, significa tornar o sistema mais produtivo e mais rentável, o que se torna essencial, principalmente diante das estimativas que indicam aumento da população mundial e com ela maior demanda por alimentos de origem animal.

São necessárias a utilização de ferramentas que auxiliem na termorregulação de bovinos leiteiros, pois a temperatura da atmosfera terrestre tende a ser cada vez maior, por tanto os impactos negativos gerados pela problemática podem se tornar ainda mais severos com o passar dos anos.

Os taninos condensados parecem ser uma alternativa promissora, no que tange a manutenção da temperatura corporal, pois os animais suplementados neste estudo, mesmo submetidos a condições climáticas desfavoráveis, apresentaram maior capacidade de termorregulação e termotolerância, independente da dosagem administrada. Além do fato, de que a concentração de proteínas no leite dos animais suplementados, sofreu aumento, embora, este seja um componente que geralmente é reduzido em condições de estresse calórico.

## 6 Referências Bibliográficas

AGGARWAL, Anjali; UPADHYAY, Ramesh. Thermoregulation. In: **Heat stress and animal productivity**. Springer, India, 1-25. 2013.

BACCARI JR, F. et al. Comportamento adaptativo termorregulador de vacas holandesas sob radiação solar direta, mediante o aproveitamento de sombra e água. In: **Congresso de Zootecnia**. 1997. p. 331-336.

BAUMGARD, Lance H.; RHOADS JR, Robert P. Effects of heat stress on postabsorptive metabolism and energetics. **Annu. Rev. Anim. Biosci.** 1:311-337. 2013.

BEDFORD, Andrea et al. Ruminant volatile fatty acid absorption is affected by elevated ambient temperature. **Scientific reports**, 10:1-11. 2020.

BRITO, Luiz F. et al. Large-scale phenotyping of livestock welfare in commercial production systems: A new frontier in animal breeding. **Frontiers in Genetics**, 11: 793, 2020.

COLLIER, Robert J. et al. Heat stress: physiology of acclimation and adaptation. **Animal Frontiers**, 9:12-19. 2019.

COLLIER, Robert J. et al. A 100-Year Review: Stress physiology including heat stress. **Journal of dairy science**, 100:10367-10380. 2017.

CONTE, Giuseppe et al. Feeding and nutrition management of heat-stressed dairy ruminants. **Italian Journal of Animal Science**, 17:604-620. 2018.

DAHL, Geoffrey E.; TAO, Sha; LAPORTA, Jimena. Heat stress impacts immune status in cows across the life cycle. **Frontiers in veterinary science**, 7:116. 2020.

DAS, Ramendra et al. Impact of heat stress on health and performance of dairy animals: A review. **Veterinary world**, 9:260-268, 2016.

DE ANDRADE FERRAZZA, Rodrigo et al. Thermoregulatory responses of Holstein cows exposed to experimentally induced heat stress. **Journal of thermal biology**, 66: 68-80. 2017.

Flamenbaum, I. **Curso Online Manejo do Estresse Calórico para aumentar a produção leiteira e sua rentabilidade**, Agripoint. 2014. 203p.

GONZALEZ-RIVAS, Paula A. et al. Effects of heat stress on animal physiology, metabolism, and meat quality: A review. **Meat science**, 62:108025, 2020.

GUNN, Kpoti M. et al. Projected heat stress challenges and abatement opportunities for US milk production. **PloS one**, 14:e0214665, 2019.

HERREMANS, S. et al. Effect of dietary tannins on milk yield and composition, nitrogen partitioning and nitrogen use efficiency of lactating dairy cows: A

meta-analysis, **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**, 104: 1209-1218. 2020.

HOU, Y. et al. Comparing responses of dairy cows to short-term and long-term heat stress in climate-controlled chambers. **Journal of Dairy Science**, 104: 2346-2356, 2021.

IBGE. **Indicadores da Produção Pecuária**. Rio de Janeiro, 2021. Disponível em:

[https://ftp.ibge.gov.br/Producao\\_Pecuaria/Fasciculo\\_Indicadores\\_IBGE/abate-leite-couro-ovos\\_202004caderno.pdf](https://ftp.ibge.gov.br/Producao_Pecuaria/Fasciculo_Indicadores_IBGE/abate-leite-couro-ovos_202004caderno.pdf)

JOHNSON, Jay Steven. Heat stress alters animal physiology and post-absorptive metabolism during pre-and postnatal development. **Masters dissertation**. 2014. 263f – Iowa State University, Iowa. 2014.

LAPORTA, J. et al. Late-gestation heat stress impairs daughter and granddaughter lifetime performance. **Journal of Dairy Science**, 103:7555-7568. 2020.

Kozloski, Gilberto Vilmar. **Bioquímica de Ruminantes**. Fundação de Apoio e Tecnologia e Ciencia-Editora UFSM, 2011.

LEES, Angela M. et al. The impact of heat load on cattle. **Animals**, 9:322, 2019.

LUO, H. et al. Genomic analyses and biological validation of candidate genes for rectal temperature as an indicator of heat stress in Holstein cattle. **Journal of Dairy Science**, 104:4441-4451. 2021.

PACHECO, Rangel Fernandes et al. Probabilidade de produção de leite com teores de gordura e proteína desejados pela indústria. **Boletim De Indústria Animal**, 77:1-14. 2020.

PEREIRA, Alfredo. et al. Thermoregulatory Responses of Heat Acclimatized Buffaloes to Simulated Heat Waves. **Animals**, 2-14. 2020.

PANASEVICH, Matthew R. et al. Soy compared with milk protein in a Western diet changes fecal microbiota and decreases hepatic steatosis in obese OLETF rats. **The Journal of nutritional biochemistry**, 46:125-136. 2017.

PRAMOD, S. et al. Analysis of the effects of thermal stress on milk production in a humid tropical climate using linear and non-linear models. **Tropical Animal Health and Production**, 53: 1-7, 2021.

Prathap Pragna, P.R. et al. Heat Stress and Dairy Cow: Impact on Both Milk Yield and Composition. **International Journal of Dairy Science**, 12: 1-11, 2017.

RAKIB, Md Rezaul Hai et al. Effect of heat stress on udder health of dairy cows. **Journal of Dairy Research**, 87:315-321. 2020.

RECCE, Sebastián et al. Association between heat stress during intrauterine development and the calving-to-conception and calving-to-first-service intervals in Holstein cows. **Theriogenology**, 162: 95-104. 2021.

RENTERO, Nelson et al. Anuário Leite 2021, 1:104. 2021

REZENDE, Soraia Rage et al. Características de termorregulação em vacas leiteiras em ambiente tropical: revisão. **Veterinária Notícias**, 21:18-29. 2015.

SERPA, Maysa. **Top 100 2021**. MilkPoint. São Paulo: MilkPoint , 2021. 48p.

TAO, S. et al. Symposium review: The influences of heat stress on bovine mammary gland function. **Journal of dairy science**, 101:5642-5654. 2018.

TAO, Sha et al. Impact of heat stress on lactational performance of dairy cows. **Theriogenology**, 150:437-444. 2020.

VIEIRA, Laura Valadão et al. Utilização de taninos como aditivo nutricional na dieta de ruminantes. **Arquivos de Ciências Veterinárias e Zoologia da UNIPAR**, 23: e2306, 2020.

WOLFENSON, David; ROTH, Zvi. Impact of heat stress on cow reproduction and fertility. **Animal Frontiers**, 9:32-38. 2019.