

**INSTITUTO FEDERAL CATARINENSE**  
**Pró-reitora de Pesquisa, Pós-Graduação e Inovação**  
**Mestrado Profissional em Produção e Sanidade Animal**



**Dissertação**

**USO DE FITOQUÍMICOS COMO ALTERNATIVA A MONENSINA PARA BOVINOS DE CORTE EM  
CONFINAMENTO**

**Francielle Soares Gonçalves**

**Araquari, 2022**

**Francielle Soares Gonçalves**

**USO DE FITOQUÍMICOS COMO ALTERNATIVA A MONENSINA PARA BOVINOS DE CORTE EM  
CONFINAMENTO**

Dissertação apresentada ao Mestrado Profissional em Produção e Sanidade Animal do Instituto Federal Catarinense, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ciências (área de concentração: Produção e Sanidade Animal).

**Orientador: Carlos Eduardo Nogueira Martins**

**Coorientador: Elizabeth Schwegler**

**Araquari, 2022**

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,  
através do Programa de Geração Automática do ICMC/USP, cedido ao IFC e  
adaptado pela CTI - Araquari e pelas bibliotecas do Campus de Araquari e Concórdia.

G635u            Gonçalves, Francielle Soares  
                  Uso de fitoquímicos como alternativa a monensina  
                  para bovinos de corte em confinamento / Francielle  
                  Soares Gonçalves; orientadora Carlos Eduardo Nogueira  
                  Martins ; coorientadora Elizabeth Schwegler. --  
                  Araquari, 2022.  
                  38 p.

                  Dissertação (mestrado) - Instituto Federal  
                  Catarinense, campus Araquari, , Araquari, 2022.

                  Inclui referências.

                  1. Fitoquímicos. 2. Fermentação ruminal. 3.  
                  Desempenho. I. Martins , Carlos Eduardo Nogueira, II.  
                  Schwegler, Elizabeth. III. Instituto Federal  
                  Catarinense. . IV. Título.

**Francielle Soares Gonçalves**

**USO DE FITOQUÍMICOS COMO ALTERNATIVA A MONENSINA PARA BOVINOS DE CORTE EM  
CONFINAMENTO**

Dissertação aprovada como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Ciências, Curso de Pós-Graduação em Produção e Sanidade Animal, Pró-reitora de Pesquisa, Pós-Graduação e Inovação, Instituto Federal Catarinense.

**Data da Defesa: 23/11/2022**

**Banca examinadora:**

**Carlos Eduardo Nogueira Martins (Orientador)**

**Doutor em Zootecnia pela Universidade Federal de Santa Maria**

**Instituição de vínculo: Instituto Federal Catarinense – *Campus Araquari***

**Prof. Dra. Magali Floriano da Silveira**

**Doutora em Zootecnia pela Universidade Federal de Santa Maria**

**Instituição de vínculo: Universidade Tecnológica Federal do Paraná – *Campus Dois Vizinhos***

**Prof. Dra. Andressa Fernanda Campos**

**Doutora em Zootecnia pela Universidade Estadual Paulista**

**Instituição de vínculo: Instituto Federal Catarinense – *Campus Videira***



---

Emitido em 23/11/2022

**DOCUMENTOS COMPROBATÓRIOS - CAMPUS ARAQUARI Nº 14/2022 - PGPSA/ARAQ (11.01.02.22)**

(Nº do Protocolo: NÃO PROTOCOLADO)

*(Assinado digitalmente em 01/03/2023 16:22)*  
CARLOS EDUARDO NOGUEIRA MARTINS  
PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO  
CGES/ARA (11.01.02.39)  
Matrícula: ###607#0

Visualize o documento original em <https://sig.ifc.edu.br/documentos/> informando seu número: **14**, ano: **2022**, tipo: **DOCUMENTOS COMPROBATÓRIOS - CAMPUS ARAQUARI**, data de emissão: **01/03/2023** e o código de verificação: **c5cf2bff81**



---

*Emitido em 23/11/2022*

**DOCUMENTOS COMPROBATÓRIOS - CAMPUS ARAQUARI Nº 14/2022 - PGPSA/ARAQ (11.01.02.22)**

**(Nº do Protocolo: NÃO PROTOCOLADO)**

*(Assinado digitalmente em 01/03/2023 16:22)*  
CARLOS EDUARDO NOGUEIRA MARTINS  
PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO  
CGES/ARA (11.01.02.39)  
Matrícula: ###607#0

Visualize o documento original em <https://sig.ifc.edu.br/documentos/> informando seu número: **14**, ano: **2022**, tipo: **DOCUMENTOS COMPROBATÓRIOS - CAMPUS ARAQUARI**, data de emissão: **01/03/2023** e o código de verificação: **c5cf2bff81**

## **Agradecimentos**

À minha família, pelo apoio e incentivo desde o início desde trabalho. Ao meu companheiro Gustavo por sempre estar o meu lado me incentivando e apoiando nos momentos difíceis.

À equipe de alunos do GEPPEC, grupo de estudos em pecuária de precisão, os quais foram essenciais para o sucesso dessa pesquisa, por todo trabalho e dedicação no período de experimento.

Ao meu orientador Carlos Eduardo Nogueira Martins e coorientadora Elizabeth Schwegler, pelos ensinamentos e amizade desde o início deste grande projeto, um grande desafio para todos os envolvidos.

À pesquisadora Aline Dall Orsolleta, por acreditar em nosso trabalho e confiar esta grande pesquisa. A todas as empresas e pecuaristas parceiros deste projeto, pela confiança em nós depositada.

À Deus pelo dom da vida, força e persistência, alicerce em minha vida.

## Resumo

GONÇALVES, Francielle Soares. **Uso de fitoquímicos como alternativa a monensina para bovinos de corte em confinamento**. 2022. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Curso de Pós-Graduação em Produção e Sanidade Animal, Pró-reitora de Pesquisa, Pós-Graduação e Inovação, Instituto Federal Catarinense, Araquari, 2022.

O objetivo do trabalho foi avaliar os efeitos de fitoquímicos dietéticos como substituto da monensina e seus efeitos no metabolismo ruminal, sanguíneo e seu impacto no desempenho e eficiência alimentar em bovinos de corte confinados. Foram utilizados 60 machos castrados de padrão racial Braford, peso vivo médio inicial de  $250 \pm 15,5$  kg e idade  $9,05 \pm 1,52$  meses, em um delineamento inteiramente casualizado, com 20 animais por tratamento, divididos em 12 baias, sendo os seguintes tratamentos: controle (CTL, ração sem aditivos); monensina (MON, ração com inclusão de 40 mg/Kg de MS do concentrado) e alternativa (ALT, ração com inclusão de 300 mg/Kg de MS do concentrado). Os animais foram alimentados à vontade com uma dieta contendo 794,3g de concentrado/kg de MS e 205,7g de silagem de milho/kg de MS. Os resultados demonstram que o pH dos grupos monensina (MON) e alternativa (ALT) foram iguais e menores do que o grupo controle (CTL) ( $P < 0,05$ ). A concentração ruminal de  $\text{NH}_3\text{-N}$  foi igual para os grupos CTL e MON e maiores que o grupo ALT ( $P < 0,001$ ). Não houve diferenças na concentração e produção total de AGVs bem como relação acetato propionato entre os tratamentos. As concentrações de albumina e AST não apresentaram diferenças. Entretanto o valor de ureia do grupo CTL foi maior comparado aos grupos MON e ALT ( $P < 0,05$ ). O colesterol apresentou-se aumentado para os animais do grupo ALT, seguido do tratamento MON e CTL. Para os valores de GGT o grupo ALT apresentou valores reduzidos comparados a MON e CTL. A concentração de LDH foi diferente entre os tratamentos CTL e MON e apresentou uma resposta similar de ALT para ambos. Houve diferença entre consumo de matéria seca (CMS, kg/dia), similar entre CTL e ALT e maior do que o grupo MON ( $P < 0,001$ ). Para ganho médio diário (GMD, kg) e conversão alimentar (CA), houve diferença entre os tratamentos, no entanto o grupo ALT apresentou resultado semelhante em relação a MON e CTL ( $P < 0,05$ ). O peso de abate, peso de carcaça quente (PCQ kg) e rendimento de carcaça não diferiram entre os tratamentos ( $P > 0,05$ ). As variáveis de carcaça avaliadas por ultrassom AOL ( $\text{cm}^2$ ), RCF, Marmoreio (%), EGS (mm), Picanha (mm) não apresentaram diferença ( $P > 0,05$ ). O uso do fitoquímico estudado pode ser utilizado como substituto a monensina sem afetar a saúde do rúmen e marcadores metabólicos estudados em dietas utilizando 79% de concentrado na MS sem afetar o desempenho dos bovinos confinados.

**Palavras-chave:** Fitoquímicos; fermentação ruminal; pH; desempenho.

## Abstract

GONÇALVES, Francielle Soares. **Use of phytochemicals as an alternative to monensin for beef cattle in confinement.** 2022. 36f. Dissertation (Master degree in Science) - Curso de Pós-Graduação em Produção e Sanidade Animal, Pró-reitora de Pesquisa, Pós-Graduação e Inovação, Instituto Federal Catarinense, Araquari, 2022.

The objective of this work was to evaluate the effects of dietary phytochemicals as a substitute for monensin and their effects on rumen and blood metabolism and their impact on performance and feed efficiency in feedlot beef cattle. 60 castrated males of Braford breed pattern, average initial live weight of  $250 \pm 15.5$  kg and age  $9.05 \pm 1.52$  months, were used in a completely randomized design, with 20 animals per treatment, divided into 12 stalls, with the following treatments: control (CTL, feed without additives); monensin (MON, feed with 40 mg/Kg of DM in the concentrate) and alternative (ALT, feed with 300 mg/Kg of DM in the concentrate). The animals were fed ad libitum with a diet containing 794.3g of concentrate/kg of DM and 205.7g of corn silage/kg of DM. The results demonstrate that the pH of the monensin (MON) and alternative (ALT) groups were equal and lower than the control group (CTL) ( $P < 0.05$ ). Ruminant  $\text{NH}_3\text{-N}$  concentration was the same for the CTL and MON groups and higher than the ALT group ( $P < 0.001$ ). There were no differences in concentration and total production of AGVs as well as propionate acetate ratio between treatments. Albumin and AST concentrations did not differ. However, the urea value of the CTL group was higher compared to the MON and ALT groups ( $P < 0.05$ ). Cholesterol was increased for animals in the ALT group, followed by MON and CTL treatment. For GGT values, the ALT group showed reduced values compared to MON and CTL. LDH concentration was different between CTL and MON treatments and showed a similar ALT response for both. There was a difference between dry matter intake (DMI, kg/day), similar between CTL and ALT and greater than the MON group ( $P < 0.001$ ). For average daily gain (ADG, kg) and feed conversion (CA), there was difference between treatments, however the ALT group showed similar results in relation to MON and CTL ( $P < 0.05$ ). Slaughter weight, hot carcass weight (PCQ kg) and carcass yield did not differ between treatments ( $P > 0.05$ ). The carcass variables evaluated by AOL ultrasound ( $\text{cm}^2$ ), RCF, Marbling (%), EGS (mm), Picanha (mm) showed no difference ( $P > 0.05$ ). The use of the phytochemical studied can be used as a substitute for monensin without affecting the health of the rumen and metabolic markers studied in diets using 79% of concentrate in DM without affecting the performance of feedlot cattle.

**Keywords:** Phytochemicals; rumen fermentation; pH; performance.

## Lista de Tabelas

Tabela 1. Ingredientes e composição das rações.....	20
Tabela 2. Parâmetros de fermentação ruminal médios ( $\pm$ EPM) para bovinos alimentados com dieta controle, monensina e alternativa.....	24
Tabela 3. Parâmetros bioquímicos médios ( $\pm$ EPM) bovinos alimentados com dieta controle, monensina e alternativa.....	25
Tabela 4. Características de desempenho e parâmetros de carcaça médio ( $\pm$ EPM) de bovinos de corte alimentados com dieta controle, monensina e alternativa.....	26

### Lista de Abreviaturas e Siglas

AGVs	Ácidos graxos voláteis
AST	Aspartato aminotransferase
GGT	Gamaglutamiltransferase
LDH	Lactato desidrogenase
CTL	Tratamento controle
MON	Tratamento monensina
ALT	Tratamento alternativa
MS	Matéria seca
GMD	Ganho médio diário
CMS	Consumo de matéria seca
CA	Conversão alimentar
PCQ	Peso de carcaça quente
RC	Rendimento de carcaça
PA	Peso de abate
AOL	Área de olho de lombo
EGS	Espessura de gordura subcutânea
RCF	Relação altura e largura do contrafilé
Ac:Pr	Relação acetato propionato
NH <sub>3</sub> -N	Amônia
PVI	Peso vivo inicial

## Lista de Símbolos

<	Menor
>	Maior
®	Marca Registrada

## SUMÁRIO

1	CONTEXTUALIZAÇÃO DO PROBLEMA E ESTADO DA ARTE	12
2	OBJETIVOS	16
2.1	Geral	16
2.2	Específicos	16
3	USO DE FITOQUÍMICOS COMO ALTERNATIVA A MONENSINA PARA BOVINOS DE CORTE EM CONFINAMENTO	17
3.1	Introdução	17
3.2	Material e métodos	18
3.3	Resultados	23
3.4	Discussão	26
3.5	Conclusão	30
4	CONSIDERAÇÕES FINAIS	31
5	REFERÊNCIAS	32

## 1 CONTEXTUALIZAÇÃO DO PROBLEMA E ESTADO DA ARTE

Atualmente uma das principais atividades socioeconômicas do Brasil é a pecuária de corte. Possuindo um rebanho de aproximadamente 196,4 milhões de cabeças em 2021 o país abateu 39,1 milhões de cabeças, sendo 6 milhões provenientes de sistema de confinamento, produzindo em média 9,7 milhões de toneladas de carcaças (ABIEC, 2022).

Segundo Moreira (2010), o sistema de confinamento de bovinos pode ser considerado uma ferramenta que garante a eficiência produtiva, reduzindo a idade de abate, auxiliando na melhoria da qualidade do produto e que pode oferecer uma constância na produção de carne durante todo o ano.

Neste sentido a utilização de rações com altos teores de concentrados energéticos como, por exemplo, o alto grão, e com baixo teor de volumoso tem se intensificado na produção de bovinos. Este tipo de dieta proporciona vantagens como aumento do ganho de peso em curto período, melhor taxa de desfrute anual e melhor padronização das carcaças (VECHIATO et al., 2011). No entanto, também pode aumentar a possibilidade de ocorrência de alguns distúrbios metabólicos, entre eles a acidose ruminal. Assim a utilização de aditivos ionóforos como a monensina sódica é uma estratégia muito utilizada para reduzir tal problema digestivo (GONZÁLEZ et al., 2012).

Entre os benefícios da monensina destaca-se a redução da produção de metano (RUSSELL; STROBEL, 1989); o aumento do proprionato ruminal proporcionado pelas modificações dos padrões de fermentação, melhorando a eficiência alimentar e o desempenho do animais (PERRY et al., 1976; DUFFIELD et al. 2012); redução de perdas energéticas devido a possíveis transtornos metabólicos como a acidose (OWENS et al., 1998); redução da proteólise ruminal (BERGEN; BATES, 1984); e aumento do fluxo de ácidos graxos insaturados para o intestino delgado (CLARY et al., 1993).

Apesar dos resultados favoráveis no uso de ionóforos, a utilização destes aditivos já foi proibida em alguns países pelo fato de alguns nichos de mercado e organizações julgarem o produto prejudicial à saúde humana, alegando que possíveis

resíduos na carne poderiam ocasionar uma resistência ao tratamento com antibióticos (OLIVEIRA et al., 2013).

Neste sentido, nos últimos anos alguns estudos foram realizados no intuito de desenvolver algumas alternativas naturais aos ionóforos, como por exemplo: aditivos fitogênicos ou fitoterápicos (CATALAN et al., 2012). Dentre os aditivos alimentares fitogênicos já testados destacam-se os óleos essenciais (OE), taninos e saponinas. Estima-se que exista mais de 3.000 compostos de OE e quase 300 são considerados comercialmente importantes (SILVA, 2017).

Alguns extratos vegetais têm a capacidade de modificar a fermentação ruminal, com modulação da produção de ácido graxos voláteis (AGVs), redução da produção de metano e amônia ruminal, diminuindo a degradação da proteína (BUSQUET et al., 2005; CALSAMIGLIA et al., 2007; TEOBALDO et al., 2020) e são classificados como aditivos seguros para a saúde humana pelo FDA dos EUA (2022).

### **Parâmetros ruminais e uso de aditivos**

O rúmen pode ser comparado com uma câmara de fermentação, oferecendo um ambiente anaeróbio para o desenvolvimento da população microbiana composta por bactérias, fungos e protozoários com temperatura ideal entre 38 e 42°C, pH entre 6 e 7 (RUIZ-LACAZ et al., 1992).

O valor de pH é associado ao tipo de dieta e a produção de AGVs, além da taxa de crescimento dos microrganismos ruminais, podendo oscilar de 5,5 a 7,4 durante o dia, dependendo do intervalo de tempo da última alimentação (DIRKSEN, 1993). Valores abaixo de 6,0 podem interferir na ação de bactérias celulolíticas e reduzir significativamente a síntese de proteína microbiana (STROBEL & RUSSELL, 1986).

A monensina atua selecionando bactérias gram-positivas ocasionando uma modulação de fermentação ruminal, melhorando a eficiência do metabolismo energético. O ionóforo altera a produção de AGVs no rúmen aumentando a proporção de ácido propiônico reduzindo as porcentagens molares de ácido acético e butírico (PRANGE et al. 1978). O aumento do propionato está negativamente correlacionado com a produção de metano, assim o uso de monensina pode reduzir a produção do gás

e gasto energético (WOLIN, 1975). Reduz a proteólise ruminal pela diminuição da produção de  $\text{NH}_3\text{-N}$  no rúmen (DUFFIELD et al., 2012).

É conhecido que os aditivos fitoquímicos promovem uma modulação nos processos digestivos, causando um impacto no desempenho e saúde dos animais (ARSHAD et al., 2021). Estes aditivos são basicamente compostos secundários de plantas como saponinas, taninos e óleos essenciais que podem afetar de maneira geral, algumas bactérias como as gram-positivas, desempenhando um modo de ação semelhante ao dos ionóforo afetando diretamente a produção de ácido butírico e acético, ou proporção C2:C3, reduzindo a produção de amônia, lactato e metano através da inibição direta das *Archaea* metanogênicas ou indireta devido a inibição de protozoários (Bodas, et al. 2012). Assim estes aditivos naturais têm capacidade de modular a fermentação ruminal (BUSQUET et al., 2006) e promover o crescimento dos animais, dependendo da dose utilizada (DURMIC & BLACHE, 2012).

Os aditivos fitogênicos ainda podem aumentar a digestibilidade da ração, causando um reflexo sobre o desempenho zootécnico aumentando a ingestão de ração, eficiência alimentar, ganho de peso corporal e digestibilidade de nutrientes (FROEHLICH et al., 2017; ZHOU et al., 2020).

Em uma metanálise, Khiaosa-Ard e Zebeli et al. (2013) a partir de 28 publicações, 34 experimentos com 97 dietas, compararam *in vivo* e *in vitro* o uso de diversos OE, concluindo que estes agiram como inibidor da produção de metano no rúmen e menor relação acetato e propionato. O mesmo estudo ainda comparou o uso de OE em diferentes espécies, sendo a que apresentou melhor resposta e menor variabilidade de dados foram os bovinos de corte quando comparados a bovinos de leite e pequenos ruminantes.

### **Bioquímica sérica e enzimologia**

A composição bioquímica do plasma sanguíneo demonstra a condição metabólica dos tecidos animais, permitindo avaliar transtornos de funcionamento dos órgãos, lesão em tecidos, desequilíbrios metabólicos específicos ou de origem nutricional, adaptação do indivíduo perante a desafios nutricionais e fisiológicos. A

interpretação do perfil bioquímico é complexa, devido aos mecanismos que regulam o nível sanguíneo de vários metabólitos, além da grande variação desses níveis que ocorre devido a idade, raça, dieta, estado fisiológico (lactação, gestação, estado reprodutivo), clima, produção leiteira e estresse (GONZÁLEZ & SCHEFFER 2003).

Entre os vários testes que auxiliam o médico veterinário no exame clínico, os testes bioquímicos realizados no soro ou plasma sanguíneo permitem avaliar o estado funcional de alguns órgãos como fígado e rins, fundamentais para um diagnóstico, prognóstico e tratamentos de patologias que acometem tais órgãos (SOUZA, 1997).

Poucas enzimas são específicas considerando apenas um tipo de célula. Na realidade, muitas enzimas estão presentes em quase todas as células, porém em quantidades diferentes e a maior parte das enzimas são especialmente abundantes em dois ou três tecidos diferentes, no entanto a associação de alguns parâmetros e o uso de testes não bioquímicos são ferramentas úteis para diagnóstico de doenças hepáticas (KERR, 2003).

Wanapat et al. (2008) em um ensaio testando diferentes doses de suplementação de óleos essenciais de capim-limão na alimentação de bovinos de corte, verificaram uma redução significativa da ureia no sangue.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 Geral**

O objetivo foi avaliar os efeitos de fitoquímicos como substituto da monensina e seus efeitos no metabolismo ruminal, sanguíneo e seu impacto no desempenho e eficiência alimentar em bovinos de corte confinados.

### **2.2 Específicos**

- Comparar o efeito do aditivo fitoquímico como alternativa a monensina sobre os parâmetros ruminais: pH, amônia e ácidos graxos voláteis.
- Avaliar os parâmetros sanguíneos : aspartato aminotransferase (AST), gamaglutamiltransferase (GGT), lactato desidrogenase (LDH) albumina, colesterol e ureia.
- Mensurar características da carcaça dos animais.
- Avaliar desempenho zootécnico : ganho de peso e conversão alimentar.

### 3 USO DE FITOQUÍMICOS COMO ALTERNATIVA A MONENSINA PARA BOVINOS DE CORTE EM CONFINAMENTO

\*posteriormente será submetido a revista de interesse nos âmbitos zootécnicos, de produção de bovinos de corte e de qualidade de carne.

#### Autores

Francielle Soares Gonçalves<sup>a</sup>, Elizabeth Schwegler<sup>a</sup>, Aline Cristina Dall-Orsolleta<sup>b</sup>, Carlos Eduardo Nogueira Martins<sup>a</sup>

<sup>a</sup>IFC *Campus* Araquari, GEPEEC, IFC *Campus* Araquari

<sup>b</sup> CCPA Group, Z.A. du Bois de Teillay, 35150 Janze, France

#### 3.1 Introdução

A crescente demanda por produtos de origem animal devido ao aumento populacional, a preocupação com a preservação do meio ambiente e a redução de áreas de uso agropecuário são desafios à pecuária que exigem a intensificação dos manejos nutricionais, buscando melhorar a produtividade animal sem deixar de atender as exigências do consumidor final. Dietas ricas em carboidratos vem sendo utilizadas como estratégia nutricional para aumentar os níveis de produtividade, no entanto podem causar problemas metabólicos como por exemplo a acidose láctica, principalmente quando mal formuladas (NAGAJARA & LENCHTENBERG, 2007).

O uso de aditivos ionóforos como a monensina na dieta de ruminantes tem sido intensificado devido ao efeito de mitigação de doenças metabólicas, modificação dos padrões de fermentação e melhoria da eficiência alimentar (PERRY et al., 1976). Apesar dos resultados favoráveis no uso de ionóforos, a utilização destes aditivos já foi proibida em alguns países pelo fato de alguns nichos de mercado e organizações julgarem o produto prejudicial à saúde humana, alegando que possíveis resíduos na carne poderiam ocasionar uma resistência ao tratamento com antibióticos (OLIVEIRA et al., 2013).

Compostos bioativos derivados de plantas, também chamados de fitoquímicos tem sido estudado em vários trabalhos científicos, e tem se mostrados como potenciais modificadores da flora ruminal e fermentação ruminal (CASAMIGLIA et al., 2007), resultando em maior concentração de ácidos graxos voláteis (especialmente propionato), redução de emissão de metano e amônia (CARDOSO et al., 2005; BUSQUET et al., 2006).

Os fitoquímicos exercem efeito inibitório de bactérias gram-positivas, o que potencialmente leva a um aumento de propionato ruminal, e isso pode ser relacionado a redução de metano e assim maior retenção de energia (CASAMIGLIA et al., 2006; RUSSEL, 1998). A utilização de aditivos fitoquímicos tem a capacidade de alterar a fermentação ruminal e pode melhorar o desempenho de bovinos de corte confinados sob dieta rica em grãos (SILVA et al., 2019).

Com base em estudos anteriores em ruminantes, levantamos a hipótese de que os fitoquímicos podem substituir a monensina como aditivo para bovinos de corte confinados. O objetivo deste estudo foi avaliar os efeitos de fitoquímicos como modificadores de parâmetros ruminais e o impacto no desempenho e eficiência alimentar em bovinos de corte em confinamento.

### **3.2 Material e Métodos**

Os procedimentos propostos neste projeto foram aprovados pelo Comitê de Ética no Uso de Animais do Instituto Federal Catarinense *Campus* Araquari, sob protocolo nº 350/2020.

#### **Local, animais e tratamentos experimentais**

O estudo foi conduzido no confinamento experimental de bovinos de corte do Instituto Federal Catarinense, *Campus* Araquari, que está localizado no município de Araquari-SC, Brasil, no período de junho a dezembro de 2021, totalizando 160 dias de período experimental. Foram utilizados 60 bovinos machos castrados de padrão racial Braford com peso vivo médio inicial de  $250 \pm 15,5$ kg e idade  $9,05 \pm 1,52$  meses, provenientes de cria em sistema de pastejo contínuo de propriedades da região. O peso inicial e a área de olho de lombo ajustada para 100 kg (característica medida

através de análise de ultrassom de carcaça) foram os critérios utilizados na formação dos lotes homogêneos, totalizando quatro grupos com cinco animais por tratamento. O delineamento experimental empregado foi o inteiramente casualizado, com 20 animais por tratamento, divididos em 12 baias de confinamento.

Os tratamentos experimentais avaliados foram: controle CTL: dieta base composta por silagem de milho e ração para confinamento com 19% de proteína bruta; MON: Controle + Monensina (40 mg/Kg de MS do concentrado); ALT: Controle + alternativa (4,5 g/Kg de MS do concentrado). A alternativa à monensina testada no experimento foi um *blend* de ingredientes fitoquímicos fornecido pelo Grupo CCPA (CCPA, Janze, France). Os aditivos já vinham incorporados a ração do fabricante junto ao *premix* (Tabela 1). Neste período os animais receberam o alimento duas vezes ao dia (7:00 e 16:00 horas) com água à vontade nos bebedouros

#### **Manejo, arraçãoamento e cuidado com os animais**

O programa de recebimento dos animais foi da seguinte forma: todos os bovinos foram vacinados com medicamento preventivo de rinotraqueíte infecciosa bovina (IBR), diarreia viral bovina (BVD), síndrome respiratória sincicial bovina (BRSV), parainfluenza bovina (pi3), pneumonias e diarreias produzidas por pasteurellas, salmonela e *Escherichia coli* (Bovigen®), e tristeza parasitária (dipropionato de imidocarb) seguindo a dose indicada pelo fabricante. Após protocolo de sanidade os animais foram submetidos a um período de pré-adaptação a base de silagem de milho e ração comercial por um período de 20 dias com o objetivo de uniformizar a população ruminal dos mesmos e adaptá-los às instalações e ao manejo.

O protocolo de adaptação utilizado foi na forma de escalas, com aumento gradual do nível de concentrado na dieta e fornecimento da ração controle, totalizando 42 dias, durante o experimento os animais foram alimentados com 794,3g de concentrado/kg de MS e 205,7g de silagem de milho/kg de MS. A dieta foi submetida a ajustes de quantidade diariamente, com base na quantificação da sobra dos cochos (em kg) antes da primeira refeição (07:00h). Para garantir que a quantidade do alimento ofertado era suficiente, foi estipulado uma sobra de cocho de 5%.

**Tabela 1.** Ingredientes e composição das rações.

Ingredientes	Concentrado MS			
Milho moído %	57,0			
Farelo de trigo %	26,7			
Farelo de soja %	10,3			
Premix %	6,0			
Componente % na MS	Silagem de milho	CTL	MON	ALT
Matéria seca (%)	25,9	90,3	90,1	89,5
Amido	28,1	53,6	56,2	52,3
Proteína bruta	8,6	20	19,3	19,1
Extrato etéreo	2,1	3,8	4,4	3,8
FDN	54,1	32,6	32	26
FDA	32,3	5,0	6,5	6,0
NDT	60,3	72,5	73,5	72,9

MS: matéria seca; CTL: ração controle; MON: ração monensina; ALT: ração alternativa. FDN: fibra em detergente neutro; FDA; fibra em detergente ácido; NDT: nutrientes digestíveis totais; Premix: Ca: 1,11%; S: 0,02%; Mg: 0,26%; P: 0,57%; Na: 0,44%; Co: 1,23mg/kg; Cu: 25mg/kg; I: 2,17mg/kg; Mn: 50,33mg/kg; Se: 0,87mg/kg; Zn: 110,02mg/kg; Vit A: 9.500UI/kg; Vit D3: 1.000 UI/kg; Vit E: 92 UI/kg.

As análises bromatológicas foram realizadas por laboratório terceirizado, conforme a metodologia descrita no Compêndio Brasileiro de Alimentação Animal (2017) para amido (método 24); proteína bruta (método 46); fibra em detergente neutro (método 20) e fibra em detergente ácido (método 29). As análises de extrato etéreo (extração pelo equipamento ANKON, método Soxhlet em sistema fechado). Nutrientes disponíveis totais (NDT), foi calculado pelo método de Henry e Morrison (1910) e matéria seca foi determinada através da secagem em estufa a 105°C por 8 horas.

### Líquido Ruminal

Os parâmetros ruminiais foram determinados por meio do líquido ruminal coletado através da técnica de ruminocentese (NORO et al, 2013). Foram realizadas três coletas durante o período de confinamento, sendo escolhidos ao acaso oito animais por tratamento, total de 24 animais. As coletas foram realizadas quatro horas após a alimentação da manhã, sendo a primeira no dia anterior ao início do experimento (dia 0) e nos dias 21 e 50 do período experimental.

O volume de líquido coletado foi de 20 ml, imediatamente após a coleta foi realizado análise de pH, *in loco* com o uso de pHmetro portátil (marca Hanna, Woonsocket, Romênia, HI98127) e, posteriormente, dividido em dois frascos de tipo Falcon (10 ml) sendo congeladas a -20 °C, para análises de amônia e ácidos graxos voláteis (AGVs).

A análise de amônia foi realizada pelo método fenol-hipoclorito (WEATHERBURN, 1967). As amostras encaminhadas para determinação de ácidos graxos voláteis (acético, propiônico, butírico e láctico), foram centrifugadas (1800 RPM, 20 minutos) e filtradas em filtro de seringa PTFLE hidrofílico de 45 micrômetros, 2 ml da amostra filtrada foi transferida para um vial e analisada pelo cromatógrafo líquido de alta eficiência (Varian, LC920).

### **Parâmetros bioquímicos**

Foram realizadas quatro coletas de sangue nos dias 0, 21, 50 e 110 dias utilizando os mesmos animais das coletas de líquido ruminal. A coleta foi realizada 4 horas após a alimentação dos animais, no complexo arteriovenoso coccígeo pelo sistema *vacuotainer* em tubo sem anticoagulante. As amostras foram centrifugadas (1800 X g, 15 minutos) e armazenadas a -20°C para posterior análises. Concentração de aspartato aminotransferase (AST), gamaglutamiltransferase (GGT), lactato desidrogenase (LDH) albumina, colesterol e ureia, foram avaliados através de análise colorimétrica em duplicata utilizando o kit EBRAM, seguindo a metodologia do fabricante e quantificado em espectrofotômetro semiautomático (BIO-200, Bioplus produtos para laboratórios Ltda).

### **Desempenho zootécnico**

O desempenho dos animais foi avaliado pelo ganho médio diário de peso (GMD kg/dia), calculados através da pesagem individual dos animais a cada trinta dias desde o início do experimento totalizando 6 medidas por animal durante o período experimental. O consumo de matéria seca por baia (CMS, Kg) foi registrado diariamente pela pesagem da ração fornecida e as sobras do dia anterior, a ingestão

diária por animal foi estimada dividindo o CMS/número de animal por baia. A conversão alimentar (CA MS/Kg de peso) foi calculada pela relação entre CMS (Kg) e o GMD (Kg/dia).

$$CA = \text{CMS (consumo de matéria seca, kg)} / \text{GMD (ganho médio diário, kg/dia)}$$

### **Características de carcaça**

As avaliações de carcaça foram realizadas no frigorífico sendo o peso de carcaça quente (PCQ) verificado logo após o abate, e o rendimento de carcaça (RC) calculado pela relação entre o peso da carcaça após o abate e o peso vivo do animal.

$$RC = \text{PCQ (peso de carcaça quente)} / \text{PVA (peso vivo ao abate)}$$

Também foi realizado duas análises de características de carcaça por ultrassom, sendo a primeira avaliação na entrada dos animais ao período de adaptação e a segunda no dia 102 do período experimental. Foi utilizando o equipamento de ultrassonografia (ALOKA SSD-500), em tempo real, com um transdutor linear de 17,2 m e 3,5 MHz e um acoplador acústico. Foram avaliadas área de olho de lombo (AOL em cm<sup>2</sup>), marmoreio (em %), espessura da gordura subcutânea (EGS em mm), espessura de gordura na picanha (picanha mm) e relação entre a altura e largura do contrafilé (RCF %).

A metodologia de coleta e interpretação de imagens de ultrassonografia de carcaça segue as normas estabelecidas pela Ultrasound Guildelines Council (UGC/órgão internacional). As avaliações foram realizadas pela empresa DGT Brasil Ltda., por técnico treinado e credenciado pela UGC. Posteriormente as imagens foram interpretadas, analisadas, certificadas e arquivadas pelo técnico do laboratório DGT Brasil.

Os animais foram encaminhados em lotes para ao abate, quando na pesagem apresentaram peso médio de 480 kg de peso vivo.

### **Análises Estatísticas**

Os dados foram submetidos ao teste de normalidade de Shapiro-Wilk. Os dados de desempenho zootécnico foram analisados utilizando-se modelo misto, onde o tratamento, período e tempo de confinamento foram considerados efeito fixo, o animal como efeito aleatório e o peso inicial como covariável. As variáveis de características de carcaça seguiram o mesmo modelo, porém sem a covariável. Os parâmetros ruminais e bioquímicos foram submetidos a análise de variância com efeito fixo de tratamento e período. O teste de Tukey foi utilizado para as comparações de médias. As análises foram realizadas no programa estatístico jamovi (The jamovi Project, 2021) e o nível de significância adotado foi de 5%, também foi definido como tendência o nível de significância de 5 a 10%.

### **3.3 Resultados**

#### **Parâmetros ruminais**

O valor de pH do fluido ruminal dos grupos MON e ALT foram iguais já o grupo CTL apresentou valor de pH superior ( $P < 0,05$ ) (Tabela 2). A concentração ruminal de  $\text{NH}_3\text{-N}$  foi inferior nos animais do grupo ALT ( $P < 0,001$ ). Neste estudo não houve diferenças significativas na concentração e produção total de AGVs bem como relação acetato propionato entre os tratamentos. Entretanto houve uma tendência da produção de propionato do grupo ALT ser maior que do grupo MON e CTL ( $P = 0,076$ ).

**Tabela 2.** Parâmetros de fermentação ruminal médios ( $\pm$  EPM) para bovinos alimentados com dieta controle, monensina e alternativa.

Parâmetros	Tratamentos			EPM	P
	Controle	Monensina	Alternativa		
pH ruminal	6,4 $\pm$ 0,1 a	6,2 $\pm$ 0,1 b	6,2 $\pm$ 0,1 b	0,04	0,018
NH <sub>3</sub> -N (mg/dl)	33,5 $\pm$ 1,95 a	30,2 $\pm$ 1,95 a	12,2 $\pm$ 1,92 b	0,04	<0,001
Acetato (g/L)	4,4 $\pm$ 0,23	4,5 $\pm$ 0,13	4,7 $\pm$ 0,18	0,11	0,337
Propionato (g/L)	1,6 $\pm$ 0,12	1,9 $\pm$ 0,11	2,0 $\pm$ 0,10	0,06	0,076
Butirato (g/L)	1,0 $\pm$ 0,07	1,0 $\pm$ 0,03	1,1 $\pm$ 0,06	0,03	0,357
Lático (g/L)	0,2 $\pm$ 0,01	0,2 $\pm$ 0,02	0,2 $\pm$ 0,02	0,01	0,389
Total AGV	7,3 $\pm$ 0,22	7,7 $\pm$ 0,49	8,1 $\pm$ 0,26	0,209	0,263
Ac:Pr	2,75 $\pm$ 0,20	2,37 $\pm$ 0,23	2,35 $\pm$ 0,11	0,103	0,579

Médias com letras diferentes foram significativamente diferentes ( $P < 0,05$ ).

(NH<sub>3</sub>-N, amônia; AGV, ácidos graxos voláteis; Ac:Pr, relação acetato:propionato).

### Parâmetros bioquímicos

O valor de ureia do grupo CTL foi maior comparado aos grupos MON e ALT ( $P < 0,05$ ) sendo de (54,8, 46,2 e 41,5 mg/dL, respectivamente) (Tabela 3). O colesterol e GGT no grupo ALT também apresentaram resultados diferentes dos grupos MON e CTL ( $P < 0,001$ ). O colesterol foi superior para os animais do grupo ALT, seguido do tratamento MON e CTL (64,2; 53,8 e 49,7mg/dL, respectivamente), para os valores de GGT o grupo ALT apresentou valores reduzidos comparados a MON e CTL (15,2; 19,6 e 20,4 U/L, respectivamente). A concentração de LDH foi diferente entre os tratamentos CTL e MON e apresentou uma resposta similar de ALT para ambos (1711; 1285,5 e 1477 U/L, respectivamente). AST não apresentou diferença significativa ( $P > 0,05$ ) entre os tratamentos, entretanto para concentração de albumina houve uma tendência para o grupo CTL ser maior que ALT e MON ( $P = 0,055$ ).

**Tabela 3.** Parâmetros bioquímicos médios ( $\pm$  EPM) bovinos alimentados com dieta controle, monensina e alternativa.

Parâmetros	Tratamentos			EPM	P
	Controle	Monensina	Alternativa		
Ureia (mg/dL)	54,8 $\pm$ 2,7 a	46,2 $\pm$ 2,6 b	41,5 $\pm$ 2,6 b	1,98	0,002
Colesterol(mg/dL)	49,7 $\pm$ 3,0 b	53,8 $\pm$ 2,9 b	64,2 $\pm$ 3,0 a	1,69	< 0,001
GGT (U/L)	20,4 $\pm$ 0,7 a	19,6 $\pm$ 0,7 a	15,2 $\pm$ 0,7 b	0,46	< 0,001
LDH (U/L)	1711 $\pm$ 105 a	1285,5 $\pm$ 104 b	1477 $\pm$ 107 ab	71,5	0,009
AST (U/L)	52 $\pm$ 3,6	50,7 $\pm$ 3,6	52,1 $\pm$ 3,5	1,54	0,891
Albumina (g/dL)	35 $\pm$ 0,1	33 $\pm$ 0,1	34 $\pm$ 0,1	0,05	0,055

Médias com letras diferentes foram significativamente diferentes ( $P < 0,05$ ).

(GGT, gama glutamil transferase; LDH, lactato desidrogenase; AST, aspartato aminotransferase).

### Desempenho animal e características de carcaça

O consumo de matérias seca (CMS, Kg/dia) foi similar entre CTL e ALT e maior do que o grupo MON ( $P < 0,001$ ). Para ganho médio diário (GMD, kg) e conversão alimentar (CA) houve diferença entre os tratamentos ( $P < 0,05$ ), no entanto o grupo ALT apresentou resultado semelhante em relação a MON e CTL. O Tempo de confinamento foi semelhante entre os tratamentos ( $P = 0,460$ ). O peso vivo ao abate (PA, Kg), peso de carcaça quente (PCQ, kg) e rendimento de carcaça (RC, %) não diferiram entre os tratamentos ( $P > 0,05$ ).

As variáveis de carcaça avaliadas por ultrassom AOL ( $\text{cm}^2$ ), RCF, EGS (mm) e Picanha (mm) não apresentarem diferença ( $P > 0,05$ ), para variável marmoreio houve uma tendência ao grupo ALT ser maior que CTL e MON ( $P = 0,058$ ).

**Tabela 4.** Características de desempenho e parâmetros de carcaça médio ( $\pm$  EPM) de bovinos de corte alimentados com dieta controle, monensina e alternativa.

Parâmetros	Tratamentos			EPM	P
	Controle	Monensina	Alternativa		
CMS (Kg)	8,4 $\pm$ 0,12 a	7,8 $\pm$ 0,11 b	8,3 $\pm$ 0,11 a	0,07	< 0,001
GMD (Kg)	1,1 $\pm$ 0,04 b	1,3 $\pm$ 0,04 a	1,2 $\pm$ 0,04 ab	0,02	0,001
CA (MS/Kg)	7,5 $\pm$ 0,65 a	6,0 $\pm$ 0,71 b	6,9 $\pm$ 0,38 ab	0,41	0,042
T. conf. (dias)	139 $\pm$ 3,88	142 $\pm$ 4,44	143 $\pm$ 4,28	4,20	0,460
PA (kg)	470 $\pm$ 6,02	471 $\pm$ 5,56	480 $\pm$ 5,60	5,67	0,395
PCQ (kg)	259 $\pm$ 3,17	255 $\pm$ 2,92	260 $\pm$ 2,94	2,93	0,466
RC (%)	55,3 $\pm$ 0,52	54,3 $\pm$ 0,48	54,2 $\pm$ 0,48	0,28	0,241
AOL (cm <sup>2</sup> )	63,85 $\pm$ 2,27	62,2 $\pm$ 2,00	62,55 $\pm$ 2,04	1,20	0,746
RCF	0,51 $\pm$ 0,01	0,51 $\pm$ 0,01	0,46 $\pm$ 0,01	0,01	0,275
Marmoreio (%)	2,08 $\pm$ 0,12	1,87 $\pm$ 0,12	2,29 $\pm$ 0,12	0,06	0,058
EGS (mm)	6,14 $\pm$ 0,47	5,34 $\pm$ 0,38	5,26 $\pm$ 0,46	0,25	0,110
Picanha (mm)	7,33 $\pm$ 0,61	6,78 $\pm$ 0,47	6,79 $\pm$ 0,53	0,31	0,169

Médias com letras diferentes foram significativamente diferentes ( $P < 0,05$ ).

CMS: consumo de matéria seca; GMD: ganho médio diário; CA, conversão alimentar: relação entre consumo e ganho médio diário; T.conf.: tempo de confinamento; PA: peso de abate; PCQ: peso de carcaça quente; RC: rendimento de carcaça; AOL: área de olho de lombo; RCF: relação entre a altura e largura do contrafilé; EGS: espessura de gordura subcutânea.

### 3.4 Discussão

A acidose ruminal ocorre quando o animal consome carboidratos em uma quantidade suficiente para causar um acúmulo não fisiológico de ácidos no rúmen, levando a uma queda do pH (NAGAJARA & TITGEMEYER, 2007). A acidose ruminal subclínica é uma doença caracterizada pelo pH ruminal estar abaixo de 6,0 (DESNOYERS et al., 2008; PLAIZIER, 2004). Neste estudo os animais apresentaram pH superior a 6, indicando que os grupos não estavam em condições de acidose provavelmente devido a composição da dieta e ao nível de concentrado. O pH inferior dos grupos suplementados foi reportado por Devant et al. (2007) em estudo realizado com touros confinados comparando aditivos naturais e monensina, estes encontraram pH mais baixo nos animais que receberam os aditivos (controle: 6,52; monensina: 6,08

e extrato vegetal 6,12). Em dietas de alto concentrado a monensina sódica atua como modulador ruminal, modifica os fluxos iônicos transmembrana e dissipação de gradiente de cátion e proteínas, que deprime ou inibe o crescimento de bactérias de parede celular gram-positivas como por exemplo *Streptococcus bovis*, que produzem lactato ruminal auxiliando na estabilidade do pH (BERGAN & BATES, 1984). Apesar do modo de ação dos aditivos fitogênicos ainda não estar totalmente elucidado, alguns estudos *in vivo* apontam que os extratos naturais não tem efeito sobre o pH ruminal, independente da dose utilizada (KHIAOSA-ARD & ZEBELI, 2013; KHORRAMI et al., 2015).

Neste estudo apesar dos valores de produção de propionato não terem diferido entre os tratamentos, podemos notar uma tendência do grupo ALT e MON ser maior que o grupo CTL ( $P=0,076$ ), sem diferenças na produção total de AGVs e relação Ac:Pr. Um resultado comum com a utilização da monensina é a mudança na produção de AGVs com uma redução ou nenhuma alteração nas concentrações de acetato e aumento do propionato (YANG & RUSSELL, 1993). O aumento da concentração de propionato no rúmen é desejável pois reduz as perdas de energia devido à redução da produção de metano e aumento do aporte de precursores de glicogênio para o ruminante (CARVALHO et al., 2020, KHORRAMI, 2015). Belanche et al. (2020) em uma metanálise com estudos *in vivo* avaliando os efeitos da utilização de *blend* de óleos essenciais no desempenho, fermentação ruminal e emissão de metano em vacas leiteiras, não encontraram mudanças na concentração total de AGVs e enfatizaram que este resultado pode ser visto como favorável, quando associado a efeitos positivos no desempenho animal e redução da emissão de metano. Neste estudo o ALT apresentou efeitos semelhantes ao MON nas proporções molares de propionato.

Observamos que a utilização do aditivo fitogênico reduziu a produção de  $\text{NH}_3\text{-N}$  no rúmen em 67%, um resultado favorável demonstrando que os animais do grupo ALT foram mais eficientes no processo de síntese microbiana e utilização da proteína. Supostamente o uso de monensina reduz a concentração de amônia no rúmen pela inibição do peptídeo e catabolismo de aminoácidos (WHETSTONE et al., 1981). No entanto, há uma variação destes efeitos em alguns estudos, provavelmente relacionados a composição da dieta (ENSEY, 2020). Estudos indicam que alguns

extratos vegetais também possuem a capacidade de reduzir a amônia ruminal inibindo a proteólise/peptidólise e/ou desaminação de aminoácidos, em especial por bactérias produtoras de amônia (PATRA, 2011) com aumento de passagem da proteína para o intestino (MCINTUCH et al. 2003). Geraci et al. (2012) em um estudo *in vivo* com bovinos de corte confinados comparando a utilização de óleos essenciais e monensina sódica como aditivos alimentares relataram que as concentrações de amônia foram reduzidas em quase 50% com a utilização de óleos em comparação a monensina. Concordando com os achados de Torres et al. (2021) em uma metanálise avaliando o uso de óleos essenciais e monensina na dieta de bovinos de corte, relataram uma redução de 5,4% na produção de amônia em animais que receberam óleos essenciais, demonstrando que o aditivo natural é mais eficaz na redução da perda de proteína dietética, devido a menor degradação do rúmen quando comparada a monensina.

Normalmente, quando a degradação da proteína é mais rápida do que a síntese, a amônia tende a se acumular no líquido ruminal e é absorvida no sangue, em seguida é transportada para o fígado, onde é convertida em ureia e excretada via N urinário (MCDONALD et al., 1995). Assim, a concentração de ureia no sangue está correlacionada com a produção de  $\text{NH}_3\text{-N}$  no rúmen (PRESTON et al. 1965). Neste estudo a ureia sanguínea foi significativamente reduzida nos grupos ALT e MON, comparado ao grupo CTL o que foi consistente com o achado de Wanapat et al. (2013) e Wanapat et al. (2008) que relataram uma redução de  $\text{NH}_3\text{-N}$  ruminal e ureia no sangue de bovinos suplementados com fitogênicos.

Entre os parâmetros bioquímicos avaliados neste estudo, com exceção da enzima LDH e colesterol, todos os tratamentos estavam dentro dos padrões fisiológicos para bovinos (KANEKO et al., 1997). Apesar de não serem enzimas específicas para o fígado AST, GGT e LDH contribuem para o diagnóstico de doenças hepáticas (KERR, 2003). O aumento sérico significativo de AST sugere lesão hepática grave e difusa, especialmente quando há icterícia (MEYER et al., 1992). A enzima GGT é encontrada nos rins, pâncreas, fígado, intestino e células musculares (DUNCAN & PRASSE'S, 2003), sendo que o aumento GGT no soro sanguíneo pode ser relacionado com desordens hepatobiliares e na urina, durante o início de toxicidade tubular renal (HOFFMANN et al., 1989). O LDH é encontrado no fígado e músculo esquelético e

cardíaco, animais que apresentam altos índices plasmáticos podem ser portadores de lesões hepáticas agudas e crônicas (ANDERSON et al., 1981). Neste trabalho AST não apresentou diferença entre os tratamentos, no entanto GGT foi reduzida nos animais do grupo alternativa, e para LDH os animais do grupo MON apresentaram concentrações séricas menores seguidos da ALT e CTL. No entanto, a ALT foi semelhante aos dois tratamentos. De acordo com Beauchemin et al. (2003) uma redução de LDH sanguíneo pode descartar os riscos de acidose clínica, assim podemos sugerir que os animais que receberam os aditivos tiveram menor risco de acidose clínica. Estes resultados demonstram que a saúde hepática dos animais do grupo ALT e MON estava superior aos animais do grupo CTL.

Em herbívoros, a concentração do colesterol é muito baixa (KERR, 2003). O colesterol tem origem via a alimentação ou pela síntese no fígado sendo transportado pelas lipoproteínas com os triglicerídeos, no qual valores acima de 120 mg/dL é atribuído a maiores concentrações de lipoproteínas plasmáticas (KANEKO et al., 1997). Os animais do grupo ALT apresentaram maiores níveis séricos seguido de MON e CTL que foram semelhantes. A adição de monensina na dieta de vacas leiteiras não apresentou diferença para colesterol, comparado a um grupo controle (DUFFIELD et al., 2008) como observado neste trabalho. Podemos dizer que os resultados na literatura são distintos em relação ao colesterol. Winkler et al. (2015) cita que as concentrações de colesterol no fígado observadas em vacas suplementadas com o produto vegetal permanecem desconhecidas em vacas leiteiras, mas vacas em dietas de alto concentrado (65% MS) que receberam fitogênicos apresentaram maiores concentrações de colesterol (+26%) comparado ao grupo controle (HUMER et al., 2018).

Muitos estudos *in vivo* já foram conduzidos para avaliar os efeitos dos extratos de plantas no consumo de alimentos e digestibilidade dos nutrientes em ruminantes, entretanto os resultados são inconsistentes pela grande variedade de extratos existentes, dose e composição de dietas (YANG et al., 2010; GERACI et al., 2012). Neste trabalho o CMS dos animais dos grupos ALT e CTL foram semelhantes e maiores que o grupo MON. Apesar do GMD dos animais do grupo MON ter sido maior, o grupo ALT foi semelhante a este e CTL. A CA do grupo MON apresentou menor

resultado comparado a CTL, no entanto ALT também foi semelhante aos dois grupos. Estes resultados condizem com achados de Belanche et al. (2020) em uma metanálise envolvendo 23 estudos sobre os efeitos da suplementação de um *blend* de óleos essenciais na produtividade de vacas leiteiras, em comparação com grupo controle (sem aditivos), não identificaram diferenças no CMS entre os tratamentos. Outro estudo com touros terminados em confinamento, comparando aditivos de extratos naturais (Baccharis, tamarindo, líquido de casca de castanha de caju e óleo de cravo) e dieta controle (sem aditivos) não evidenciou diferenças no CMS e desempenho dos animais (CARVALHO et al., 2020). A redução do CMS nos animais do grupo MON já era esperada pois a monensina exerce efeito hipofágico nos animais, associado a um aumento do propionato ruminal (GUAN et al., 2006; OGUNADE et al., 2018).

Apesar da variável de carcaça marmoreio ter apresentado uma tendência a ser maior nos animais do grupo CTL ( $P=0,058$ ) esta diferença já tinha se apresentado na primeira avaliação.

### **3.5 Conclusão**

O uso do fitoquímico estudado pode ser utilizado como substituto a monensina sem afetar a saúde do rúmen e marcadores metabólicos estudados em dietas utilizando 79% de concentrado na MS sem afetar o desempenho dos bovinos confinados.

#### 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados encontrados no estudo indicam que os animais do grupo monensina e alternativa conseguiram ser mais eficientes na utilização do carboidrato disponível, com maior produção de ácido propiônico ( $P=0,076$ ), apesar de o pH ruminal dos animais que receberam os aditivos ser menor comparado ao grupo controle, ainda estavam em uma faixa considerada saudável, livre de acidose, sendo confirmado pelos resultados da análise metabólica do sangue, onde o marcador LDH destes grupos que também se apresentou reduzidos comparado ao grupo controle. O grupo alternativo ainda demonstrou menor produção de amônia ruminal, indicando que o aproveitamento de proteínas foi mais eficiente.

Uma análise da microbiota ruminal dos tratamentos seria um complemento no estudo e auxiliaria no entendimento sobre a modulação da fermentação ruminal com o uso dos aditivos. Possivelmente um maior número de animais coletados poderia ter expressado alguma diferença na produção de AGVs e relação acetato:propionato, estas seriam as sugestões para um próximo trabalho.

Sobre o Mestrado Profissional, é uma grande oportunidade para os profissionais que estão atuando na área a se aprofundar no conhecimento e um desafio a sair da zona de conforto, equilibrando vida pessoal, profissional e acadêmica.

## 5 REFERÊNCIAS

ABIEC – Associação Brasileira das Indústrias Exportadoras de Carne. **Beef Report Perfil da Pecuária do Brasil 2022**. Disponível em: <http://abiec.com.br>. Acesso em: 08 junho 2022.

ALLEN, M.S. Control of feed intake by hepatic oxidation in ruminant animals: integration of homeostasis and homeorhesis. **Animal** 14, 55–64. 2020.

ANDERSON, P.; MATTIEWS, J.G.; BERRE,; BRUSLI, P.J. & PATTERSON, D.S.P. Changes in plasma enzyme activities and other blood components in response to acute and chronic liver damage in cattle. **Res. Vet. Sci.**, 31:1-4,1981.

ARSHAD, M.A., F. HASSAN, M.S. REHMAN, S.A. HUWS, Y. CHENG, AND A.U. DIN. Gut microbiome colonization and development in neonatal ruminants: Strategies, prospects, and opportunities. **Anim. Nutr.** 2021.

BARBOSA, J.D.; **Estudo comparativo de algumas provas funcionais do fluido ruminal e de metabólitos sanguíneos de bovinos e bubalinos**. Pesquisa Veterinária Brasileira, v.23 n.1 Rio de Janeiro, 2003.

BERGEN, W. G.; BATES, D. B. Ionophores: their effect on production efficiency and mode of action. **Journal of Animal Science**, Champaign, n. 58, p. 1465-1483, 1984.

BODAS, R.; PRIETO, N.; GARCÍA-GONZÁLEZ, R.; ANDRÉS, S.; GIRÁLDEZ, F.J.; LÓPEZ, S. Manipulation of Rumen Fermentation and Methane Production With Plant Secondary Metabolites. **Animal Feed Science and Technology**. 176: 78-93. 2012.

BROWN, M.S., PONCE, C.H., PULIKANTI, R., Adaptation of beef cattle to high-concentrate diets: performance and ruminal metabolism. **J. Anim. Sci.** 84 (E. Suppl.), E25–E33. 2006.

BUSQUET, M.; CALSAMIGLIA, S.; FERRET, A; KAMEL, C. Plant Extracts Affect *In Vitro* Rumen Microbial Fermentation. **Journal Dairy Science** 89:761–771, 2006.

CALSAMIGLIA S, BUSQUET M, CARDOZO PW, CASTILLEJOS L, FERRETA Invited review: essential oils as modifiers of rumen microbial fermentation. **Journal of Dairy Science** 90, 2580–2595. 2007.

CARDOZO, P. W., S. CALSAMIGLIA, A. FERRET, AND C. KAMEL. Screening for the effects of natural plant extracts at different pH on in vitro rumen microbial fermentation of a high-concentrate diet for beef cattle. **J. Anim. Sci.** 83:2572–2579. 2005.

CARVALHO, V. M.; ÁVILA, V. A. D.; BONIN, E.; MATOS, A. M.; DO PRADO, R. M.; CASTILHO, R. A.; DO PRADO, I. N. Effect of extracts from baccharis, tamarind, cashew nut shell liquid and clove on animal performance, feed efficiency, digestibility, rumen fermentation and feeding behavior of bulls finished in feedlot. **Livestock science**, v. 244, p. 104361, 2021.

CATALAN A AS, GOPINGER E, LOPES DN, GONÇALVES FM, ROLL AAP, XAVIER EG, AVILA VS, ROLL VFB, Aditivos fitogênicos na nutrição animal: Panax ginseng. **Revista Portuguesa de Ciências Veterinárias**. 107(15) 581-2. 2012.

CLARY, E. M.; BRANDT, R. T.; HARMON, D. L. et al. Supplemental fat and ionophores in finishing diets: Feedlot performance and ruminal digesta kinetics in steers. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 71, p. 3115-3123, 1993.

COBELLIS, G.; TRABALZA-MARINUCCI, M.; MARCOTULLIO, M. C.; YU, Z. Evaluation of different essential oils in modulating methane and ammonia production, rumen fermentation, and rumen bacteria *in vitro*. **Animal Feed Science and Technology**, v. 215, p.25-36, 2016.

COMPÊNDIO BRASILEIRO DE ALIMENTAÇÃO ANIMAL, São Paulo: Siderações, 5<sup>o</sup> Edição, 2017.

DESNOYERS, M.; DUVAUX-PONTER, C.; RIGALMA, K.; ROUSSEL, S.; MARTIN, O.; GIGER-REVERDIN, S. Effect of concentrate percentage on ruminal pH and time-budget in dairy goats. **Animal**, v. 2, n. 12, p. 1802-1808, 2008.

DIRKSEN, G Sistema digestivo. In: Dirksen,G; Grunder,HD.; Stober, M (Ed.). Rosenberger: **Exame Clínico dos Bovinos**. Rio de Janeiro: Guanabara-Koogan; p.167-169. 1993.

DUFFIELD, T. F.; MERRILL, J. K.; BAGG, R. N. Meta-analysis of the effects of monensin in beef cattle on feed efficiency, body weight gain, and dry matter intake. **Journal of Animal Science**, v. 90, p. 4583-4592, 2012

DUNCAN, R. J., PRASSE, K. W. **Clinical pathology**. 4 ed. Athens: Iowa State Press, 450 p. 2003.

DURMIC, Z. & BLACHE, D. Bioactive plants and plant products: effects on animal function, health and welfare. **Animal Feed Science and Technology** 176, 150–162, 2012.

ENSLEY, S. Ionophore use and toxicosis in cattle. **Veterinary Clinics: Food Animal Practice**, v. 36, n. 3, p. 641-652, 2020.

FDA, 2004. Food and Drug Administration of the US, 21 CFR 184. <http://www.cfsan.fda.gov/lrd/FCF184.html> Accessed August. 17, 2022.

FROELICH, K.A., K.W. ABDELSALAM, C. CHASE, J. KOPPIEN-FOX, AND D.P. CASPER. Evaluation of essential oils and prebiotics for newborn dairy calves. **J. Anim. Sci.** 2017

GERACI, J.I., GARCIARENA, A.D., GAGLIOSTRO, G.A., BEAUCHEMIN, K.A., COLOMBATTO, D., Plant extracts containing cinnamaldehyde, eugenol and capsicum oleoresin added to feedlot cattle diets: Ruminal environment, short term intake pattern and animal performance. **Anim. Feed Sci. Technol.** 176, 123–130. 2012.

GONZÁLEZ, L.A.; MANTECA, X.; CALSAMIGLIA, S.; SCHWARTZKOPF-GENSWEIN, K.S.; FERRET, A. Ruminant acidosis in feedlot cattle: interplay between feed ingredients, rumen function and feeding behavior (a review). **Animal Feed Science and Technology**, v.172, p.66-79, 2012.

GONZÁLEZ, F. H. D., SCHEFFER, J. F. S. **Perfil sanguíneo: ferramenta de análise clínica, metabólica e nutricional**. In: simpósio de patologia clínica veterinária da região sul do brasil, 1. Porto Alegre. Anais... Porto alegre: UFRGS, 2003, p.73-89. 2003.

HOFFMANN, W. E., KRAMER, J., MAIN, A. R., TORRES, J. L. **Clinical enzymology in the clinical chemistry of laboratory animals**. New York: Pergamon Press, 762p. 1989.

JAIN, N.C. **Essentials of veterinary hematology**. Philadelphia: Lea & Febiger, 1993.

KANEKO, J.J.; HARVEY, J.W.; BRUSS, M.L. (eds.) **Clinical biochemistry of domestic animals**. 5th ed. New York: Academic Press, 1997.

KERR, G. M. **Exames laboratoriais em Medicina Veterinária**. 2.ed. São Paulo: Roca. 436 p. 2003.

KHIAOSA-ARD R, ZEBELI Q. Meta-analysis of the effects of essential oils and their bioactive compounds on rumen fermentation characteristics and feed efficiency in ruminants. **Journal Animal Science** 91:1819–30, 2013.

KHORRAMI, B.; VAKILI, A. R.; MESGARAN, M. D.; KLEVENHUSEN, F. Thyme and cinnamon essential oils: Potential alternatives for monensin as a rumen modifier in beef production systems. **Animal Feed Science and Technology**, v. 200, p. 8-16, 2015.

KUNTZ, E.; KUNTZ, H. D. **Hepatology: Principles and practice**. 2 ed. New York: Springer-Verlag, 825p. 2002.

MCDONALD, P., R. A. EDWARDS, J. E. D. GREENHALGH, AND C. A. MORGAN. In: **Animal Nutrition** 5th ed. Perntice Hall, USA, p. 693. 1995

MEYER, D. J.; COLES, E. H.; RICH, L. J **Veterinary laboratory medicine: interpretation and diagnosis**. Philadelphia, Saunders, 350p. 1992.

MOREIRA, S. A.; THOMÉ, K. M.; FERREIRA, P. S.; BOTELHO FILHO, F. P. Análise econômica da terminação de gado de corte em confinamento dentro da dinâmica de uma propriedade agrícola. **Custos e @gronegocio On Line**, Recife, PE, v. 5, n. 3, p. 132-152, mar. 2010.

NAGARAJA, T. G.; K. F. LECHTENBERG. **Acidosis in feedlot cattle**. Vet. Clin. North Am. Food Anim. Pract. 23:333–350. 2007.

NORO M SEPÚLVEDA P, CÁRDENAS F, CHIHUAILAF RH AND WITTWER F. Rumenocentesis dorsomedial: un procedimiento seguro para la obtención de líquido ruminal en vacas lecheras a pastoreo. **Archivos de medicina veterinaria** 45, 25-31. 2013.

OLIVEIRA AP, REIS RA, BERTIPAGLIA LMA, MELO GMP, BERCHIELLI TT, OLIVEIRA JA, CASAGRANDE DR, BALSALOBRE MAA. Substituição de monensina sódica por bicarbonato de sódio em dietas de novilhas confinadas. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**. 65(4):1149-57. 2013.

OWENS, F. N.; SECRIST, D. S.; HILL, W. J. et al. 1998. Acidosis in cattle: a review. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 76, p. 275-286, 1998.

PATRA, A.K., 2011. Effects of essential oils on rumen fermentation, microbial ecology and ruminant production. **Asian J. Anim. Vet. Adv.** 6, 416–428

PERRY, T. W.; BEESON, W. M.; MOHLER, M. T. et al. Effect of monensin on beef cattle performance. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 42, p. 761-765, 1976

PLAIZIER, J. C. Replacing chopped alfalfa hay with alfalfa silage in barley grain and alfalfa-based total mixed rations for lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 87, p. 2495-2505, 2004.

PLAIZIER, J. C.; KRAUSE, D. O.; GOZHO, G. N.; MCBRIDE, B. W. Subacute ruminal acidosis in dairy cows: the physiological causes, incidence and consequences. **The Veterinary Journal**, v. 176, p. 21-31, 2009.

PRESTON, R. L., D. D. SCHNAKANBERG, AND W. H. PFANDER. Protein utilization in ruminants. I. Blood urea nitrogen as affected by protein intake. *J. Nutr.* 86:281-288. 1965.

RUIZ-LACAZ, R. et al. Microbiologia do rúmen e do biodigestor. In: RUIZ-LACAZ, R. **Microbiologia zootécnica**. São Paulo: Roca, p. 123-167, 1992.

RUSSELL, J. B.; STROBEL, H. J. Mini-review: The effect of ionophores on ruminal fermentations. **Applied and Environmental Microbiology**, Washington, v. 55, p. 1-6, 1989.

SANTOS, C. A. J., RIET-CORREA, F., DANTAS, A. F. M., BARROS, S. S., MOLYNEUX, R. J., MEDEIROS, R. M. T., SILVA, D. M., OLIVEIRA, O. F. 2007. Toxic hepatopathy in sheep associated with the ingestion of the legume *Tephrosia cinerea*. **Journal Veterinary. Diagnosis Investigation**. p .19:690-694.

SILVA, R. B. **Suplementação de vacas leiteiras com óleos essenciais**. 162 f. Tese (Doutorado em produção e nutrição de ruminantes) – Universidade Federal de Lavras, UFLA. 2017.

SOUZA, P. M. **Perfil bioquímico sérico de bovinos das raças Gir, Holandesa e Girolanda, criados no Estado de São Paulo - Influência de fatores de variabilidade etários e sexuais**. 1997. 168f. Tese (Doutorado em Clínica Veterinária) - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, São Paulo.

TEOBALDO, R. W. DE PAULA, N. F. ET AL. Inclusion of a blend of copaiba, cashew nut shell and castor oil in the protein-energy supplement for grazing beef cattle improves rumen

ermentation, nutrient intake and fibre digestibility. **Journal compilation**. published online 17 March 2020.

THE JAMOVI PROJECT. *jamovi* (Version 2.2.5) [Computer Software]. Retrieved from <https://www.jamovi.org> (2021).

VAN SOEST, P.J., **Nutritional Ecology of the Ruminant**. Comstock, Cornell Univ. Press, Ithaca, NY, USA. 1982.

VECHIATO TAF, MASCHIO W, BOM LC. et al. Estudo retrospectivo de abscessos hepáticos em bovinos abatidos em um frigorífico paulista. **Bras J Vet Res Anim Sci**, v. 48, n. 5, p. 384-391. 2011.

WANAPAT, M., A. Cherdthong, P. Pakdee, and S. Wanapat. 2008. Manipulation of rumen ecology by dietary lemongrass (*Cymbopogon citratus* Stapf) powder supplementation. **J. Anim. Sci.** 86:3497-3503.

WANAPAT, M. K.; KHEJORNART, S.; WANAPAT P. S. Effects of plant herb combination supplementation on rumen fermentation and nutrient digestibility in beef cattle. *Asian Australas. J. Anim. Sci.* 26:1127-1136. 2013.

WEATHERBURN. M.W. **Phenol-hypochlorite reaction for determination ammonia**. *Analytical Chemistry*, v.39,p.971-974, 1967.

WOLIN, M.J., Interactions between the bacterial species of the rumen. In: MacDonald, I.V., Warner, A.C. (Eds.), **Digestion and Metabolism in the Ruminant**. University of New England Publishing Unit, Armidale, pp. 134–148. 1975.

ZHOU, R., J. WU, X. LANG, L. LIU, D.P. CASPER, C. WANG, L. ZHANG, AND S. WEI. Effects of oregano essential oil on in vitro ruminal fermentation, methane production, and ruminal microbial community. **J. Dairy Sci.** 2020.

ZOTTI CA, SILVA AP, CARVALHO R, MARINO CT, RODRIGUES PHM, SILVA LFP, MCALLISTER TA, LEME PR Monensin and a blend of castor oil and cashew nut shell liquid used in a high-concentrate diet abruptly fed to Nellore cattle. **Journal of Animal Science** 95, 4124–4138. 2017.



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO - MEC

Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Catarinense – Campus Araquari

## COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS (CEUA) DO INSTITUTO FEDERAL CATARINENSE, CÂMPUS ARAQUARI

### CERTIFICADO

Certificamos que o projeto intitulado “**Uso de Óleos essenciais como alternativa à Monensina em dietas de alto concentrado para bovinos de corte em confinamento.**” de protocolo número “**350/2020**” sob a responsabilidade de “**Carlos Eduardo Nogueira Martins**” que envolve a **utilização** de animais pertencentes ao filo Chordata, subfilo Vertebrata (exceto o homem), para fins de **Pesquisa** encontra-se de acordo com os preceitos da Lei no 11.794 de 08 de Outubro de 2008, do Decreto 6.899 de 15 de Julho de 2009, e com as normas editadas pelo Conselho Nacional de Controle da Experimentação Animal (CONCEA) e foi aprovado pela Comissão de Ética no Uso de Animais IFC-Araquari em reunião de “**25/11/2020**”.

Vigência do projeto:	01/06/2021 a 30/12/2021
Espécie/Linhagem:	Bovinos / A definir
Nº de Animais:	66 animais
Peso/Idade:	250kg / 8 meses
Sexo:	66 machos e 620 fêmeas
Origem:	Fazenda Particular

#### OBS:

Em caso de não execução do projeto, deve ser solicitada a retirada do mesmo em até 60 dias após a emissão do parecer conforme orientação disponível em <http://araquari.ifc.edu.br/ceua/>

60 dias após a execução do projeto, deve ser submetido relatório final para avaliação do comitê conforme regimento do CEUA Artigo 25 §4:

§ 4º. O proponente de um projeto/protocolo deve, ao final da execução do mesmo, encaminhar à CEUA/IFC o relatório final contendo informações básicas baseando-se nos itens descritos no formulário de submissão. O não envio de relatórios de projetos/protocolos já concluídos implicará na não aprovação de novos projetos/protocolos do mesmo proponente.

Elizabeth Schwegler

Médica Veterinária (CRMV/RS 10058)

Prof. EBTT (Siape nº 1046884)

Coordenadora da Comissão de Ética no Uso de Animais do IFC - Campus Araquari

Portaria nº 247/2018/Reitoria