

RESSALVA

Atendendo solicitação do(a)
autor(a), o texto completo desta
tese será disponibilizado
somente a partir de 12/03/2024.

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA
CÂMPUS BOTUCATU

RAÇÕES COM NÍVEIS CRESCENTES DE ENERGIA ASSOCIADAS COM BLEND DE ÓLEOS ESSENCIAIS E AMILASE OU MONENSINA PARA BOVINOS NELORE CONFINADOS: DESEMPENHO, CARACTERÍSTICAS DE CARCAÇA E MORFOMETRIA RUMINAL E CECAL.

THAIANO IRANILDO DE SOUSA SILVA

Tese apresentada ao Programa de Pós-graduação em Zootecnia como parte das exigências para obtenção do título de Doutor em Zootecnia

BOTUCATU – SP
Setembro de 2022

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA
CÂMPUS BOTUCATU

RAÇÕES COM NÍVEIS CRESCENTES DE ENERGIA ASSOCIADAS COM BLEND DE ÓLEOS ESSENCIAIS E AMILASE OU MONENSINA PARA BOVINOS NELORE CONFINADOS: DESEMPENHO, CARACTERÍSTICAS DE CARÇAÇA E MORFOMETRIA RUMINAL E CECAL.

THAIANO IRANILDO DE SOUSA SILVA

Orientador: Prof. Dr. Danilo Domingues Millen

Tese apresentada ao Programa de Pós-graduação em Zootecnia como parte das exigências para obtenção do título de Doutor em Zootecnia

BOTUCATU – SP
Setembro de 2022

S586r

Silva, Thaiano Iranildo de Sousa

Rações com níveis crescentes de energia associadas com blend de óleos essenciais e amilase ou monensina para bovinos nelore confinados: desempenho, características de carcaça e morfometria ruminal e cecal / Thaiano Iranildo de Sousa Silva. -- Botucatu, 2022
75 p. : tabs.

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista (Unesp),
Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Botucatu
Orientador: Danilo Domingues Millen

1. Concentrado. 2. Eficiência. 3. Óleos essenciais. 4. Ruminante. I.
Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Botucatu. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.

BIOGRAFIA

Thaiano Iranildo de Sousa Silva, Nascido em 23 de Agosto de 1993 na cidade de Catolé do Rocha, Paraíba, filho de Iranildo Otacílio da Silva e Maria Dalva Donato de Sousa Silva. Em fevereiro de 2017 concluiu o curso de graduação em Zootecnia pela Universidade Federal da Paraíba – UFPB, Areia - PB. Em janeiro de 2019, concluiu o curso de Mestrado em Produção Animal pela Universidade Federal da Grande Dourados – UFGD, Dourados – MS. Em Março de 2019 iniciou o curso de Doutorado em Nutrição e Produção Animal Pela Universidade Estadual Paulista “*Júlio de Mesquita Filho*” – UNESP, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia – FMVZ, Campus de Botucatu, SP, Brasil.

“Continuar, caminhando, irá te levar para mais longe”
Thaiano Sousa

À minha família, que em todo momento dessa minha jornada me deu apoio para seguir em frente e me incentivar dia após dia para que eu busque sempre trilhar os caminhos onde almejo chegar.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Por toda força, coragem e dedicação que tens me proporcionado durante essa caminhada do início ao fim, onde me fez buscar a cada dia me tornar uma pessoa melhor, a minha eterna gratidão, Jesus Cristo...

Minha mãe Maria Dalva Donato de Sousa Silva, meu pai Iranildo Otacílio da Silva e meus irmãos Tairone, Talone, Tayslan, Thawan, Bruno e os dois anjinhos que estão no céu, a minha família, que caminham lado a lado comigo me ensinando como caminhar de forma honesta, me dando motivos para buscar sempre me tornar uma pessoa cada vez melhor e mostrando que, a educação sempre será o meu maior troféu. À vocês, serei eternamente grato! Por tudo!

Tenho várias amizades que construí há anos atrás e que até hoje estiveram sempre do meu lado me dando incentivo para seguir em frente, em meio vários nomes que eu poderia citar, destaco o nome de uns grandes amigos que tenho maior prazer de chamá-los de amigos, que são, Ítalo Araújo, Alberto Macêdo, Silas Bequer, Pedro Neto e Vinicius Silva. Sei que em qualquer lugar que eu vá, irei lembrar de tudo que um dia fizeram e ainda fazem por mim! Muito obrigado, meus grandes amigos.

Durante essa caminhada, muitas pessoas entraram em minha vida e contribuíram significativamente para meu crescimento pessoal e profissional, dentre essas pessoas, destaco meus grandes amigos e companheiros de jornada, Antônio Silvestre e Leandro Ferreira, onde estiveram presentes nos momentos felizes e difíceis desde que eu cheguei em Dracena – SP, onde estiveram à disposição sempre que eu precisei de ajuda, como também, para compartilhar momentos de descontração em uma mesa de bar ou na república para tomar uma cerveja (só dois copinhos). O meu muito obrigado, meus amigos!

À minha companheira Ana Beatriz (Palestrinha), por todo apoio, companheirismo, união, cuidado e conselhos (que são muito importantes para mim), para que eu busque sempre me tornar uma pessoa melhor! Dos momentos mais divertidos e decisivos ela estava comigo e sei que posso contar com os próximos que estão por vir, sou feliz e grato por tê-la ao meu lado, meu muito obrigado, Palestrinha!

Ao grupo de estudos NERU da Unesp de Dracena, por toda ajuda, ensinamento e companheirismo durante os experimentos, análises, grupo de estudos e momentos de descontração fora da faculdade, onde cada um com seu jeito de ser, foram essenciais para que eu pudesse me tornar uma pessoa cada vez melhor! Muito obrigado!

À todo corpo docente do Programa de Pós-graduação em Zootecnia da Unesp de Botucatu, que se fez presente em transmitir os seus conhecimentos e me mostrar que eu posso chegar cada vez mais longe! Meu muito obrigado!

À todos os membros das repúblicas Centro Sul e Zebu da Unesp Botucatu e a K-baret da Unesp Dracena, por todo tempo em que convivemos debaixo do mesmo teto compartilhando conhecimentos para a vida e buscando ajudar uns aos outros, em que juntos, formamos uma família! Obrigado, por tudo!

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

À empresa DSM Tortuga pela parceria de poder realizar meu experimento em seu centro de pesquisa junto com sua equipe de profissionais, meu muito obrigado!

Por fim, ao orientador Dr. Danilo Domingues Millen, pela oportunidade de poder ter sua orientação no doutorado e me ensinando o melhor caminho a seguir em busca de mais e mais conhecimento nessa jornada e nas demais que estão por vir, como também, aos professores Dr. Mário de Beni Arrigoni e Dra. Cynthia Ludovico Martins, por todo apoio durante a realização e considerações para melhoria do projeto, meu muito obrigado!

RESUMO

O objetivo do estudo foi avaliar níveis crescentes de energia na dieta associados com um blend de óleos essenciais + amilase ou monensina sódica no desempenho, características de carcaça e morfometria ruminal e cecal de bovinos confinados. Foram utilizados 210 bovinos machos não castrados da raça Nelore com peso vivo inicial de ± 375 kg, onde foram blocados e alocados aleatoriamente em 30 baias com área de 120m². O experimento foi delineado em blocos inteiramente casualizados em esquema fatorial 3x2, sendo: três níveis de amido com 25, 35, 45% e duas tecnologias em aditivos: óleos essenciais (Crina® Ruminants) + amilase (Ronozyme™ RumiStar) ou Monensina sódica (Rumensin, Elanco, Indianápolis, São Paulo, Brasil). Os animais foram arraçoados uma vez por dia às 08:00 horas de forma *ad libitum* e passaram por um período de adaptação de 14 dias. As dietas foram compostas por bagaço de cana, milho grão moído, casca de soja, caroço de algodão, farelo de soja, núcleo mineral-vitamínico e aditivos. Os animais alimentados com Crina 35% obtiveram maior consumo de matéria seca ($P < 0.02$) e ganho de peso diário ($P < 0.02$). Os tratamentos com uso de Monensina apresentaram melhora na conversão alimentar ($P < 0.03$) e eficiência alimentar ($P < 0.02$). O uso de Crina 25 e 35% aumentou o peso de carcaça quente ($P < 0.01$). Animais alimentados com Crina aumentaram o rendimento de carcaça ($P < 0.01$), ganho de carcaça ($P < 0.01$), ganho de área de olho de lombo ($P < 0.01$) e área de olho de lombo final ($P < 0.02$). O uso de Monensina 25% melhorou a eficiência de ganho de carcaça ($P < 0.01$), eficiência biológica ($P < 0.01$), marmoreio final ($P < 0.04$), espessura de gordura subcutânea final ($P < 0.01$). O uso de Monensina diminuiu as perdas de amido nas fezes ($P < 0.0001$). As análises de carne não foram alteradas, exceto, para perdas por cocção ($P < 0.0038$) e umidade ($P < 0.0186$) com uso de Crina, foram observadas. O uso de Monensina 25% aumentou o consumo de matéria seca por refeição ($P < 0.01$) e os tratamentos com Crina aumentaram o consumo de fibra em detergente neutro ($P < 0.0001$). Animais que consumiram Crina aumentaram a área de superfície absorptiva ($P < 0.05$) e área de papila % ASA ($P < 0.01$) do rúmen. O uso da Monensina apresentou menor escore de lesão do ceco ($P < 0.02$). Portanto, o uso de Crina com 25 e 35% de amido na dieta aumenta o desempenho produtivo. Porém, animais consumindo Monensina melhoram a eficiência alimentar e reduz as lesões no rúmen e ceco.

Palavras chave: concentrado, eficiência, óleos essenciais, ruminante.

ABSTRACT

The objective of the study was to evaluate the increasing levels of energy in the diet associated with a blend of essential oils + amylase or sodium Monensin on performance, carcass characteristics and ruminal and cecal morphometry of feedlot cattle. Were used 210 Nellore bulls with initial live weight of ± 375 kg, where they were blocked and randomly allocated in 30 pens with an area of 120m². The experiment was designed in completely randomized blocks in a 3x2 factorial arrangement, being: three levels of starch with 25, 35, 45% and two technologies in additives: essential oils (Crina® Ruminants) + amylase (Ronozyme™ RumiStar) or sodium Monesin (Rumensin, Elanco, Indianápolis, São Paulo, Brazil). The animals were fed once a day at 08:00 ad libitum and underwent an adaptation period of 14 days. The diets consisted of sugarcane bagasse, ground corn, soybean hulls, cottonseed, soybean meal, mineral-vitamin core and additives. The animals fed Crina 35% had higher dry matter intake ($P<0.02$) and daily weight gain ($P<0.02$). The treatments using Monensin showed improve feed conversion ($P<0.03$) and feed efficiency ($P<0.02$). The use of Crina 25 and 35% increased hot carcass weight ($P<0.01$). Animals fed Crina increased carcass yield ($P<0.01$), carcass gain ($P<0.01$), rib eye area gain ($P<0.01$) and final rib eye area ($P<0.02$). The use of 25% MON improved carcass gain efficiency ($P<0.01$), biological efficiency ($P<0.01$), final marbling ($P<0.04$), final subcutaneous fat thickness ($P<0.01$). The use of Monensin decreased the loss of starch in the feces ($P<0.0001$). Meat analyzes were not altered, except that lower cooking losses ($P<0.0038$) and moisture ($P<0.0186$) for Crina were observed. The use of 25% Monensin increased dry matter intake per meal ($P<0.01$) and Crina treatments increased neutral detergent fiber consumption ($P<0.0001$). Animals that consumed CR increased rumen absorptive surface area ($P<0.05$) and % ASA papilla area ($P<0.01$). The use of Monensin had a lower cecum injury score ($P<0.02$). Therefore, the use of Crina with 25 and 35% starch in the diet increases productive performance. However, animals consuming Monensin improve feed efficiency and reduce lesions in the rumen and cecum.

Keywords: concentrate, efficiency, essential oils, ruminant.

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO 2

- Tabela 1.** Dietas experimentais contendo diferentes níveis de amido fornecidas para bovinos Nelore em confinamento suplementados com óleos essenciais e amilase ou monensina sódica..... 70
- Tabela 2.** Desempenho produtivo de bovinos Nelore confinados alimentados com diferentes níveis de amido na dieta associados com óleos essenciais + amilase (OE) ou Monensina (MON)..... 71
- Tabela 3.** Características de carcaça de bovinos Nelore confinados alimentados com diferentes níveis de amido na dieta associados com óleos essenciais + amilase (OE) ou Monensina (MON)..... 72
- Tabela 4.** Coloração e composição química da carne de bovinos Nelore confinados alimentados com diferentes níveis de amido na dieta associados com óleos essenciais + amilase (OE) ou Monensina (MON)..... 73
- Tabela 5.** Comportamento ingestivo de bovinos Nelore confinados alimentados com diferentes níveis de amido na dieta associados com óleos essenciais + amilase (OE) ou Monensina (MON)..... 74
- Tabela 6.** Escore de rumenites e variáveis microscópicas do rúmen e morfométricas do ceco de bovinos Nelore confinados alimentados com diferentes níveis de amido na dieta associados com óleos essenciais + amilase (OE) ou Monensina (MON)..... 75

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS

-	Menos
%	porcentagem
@	Arroba
+	Mais
µm	micrometros
a*	cor de vermelho
Adap	Adaptação
AF	Amido fecal
AG	Ácido graxo
AGCC	Ácidos graxos de cadeia curta
AGV	Ácidos graxos voláteis
ALP	Altura de papila
AM	Amilase
AMP	Área média de papila
AMSA	American Meat Science Association
AOAC	Association of Official Analytical Chemists
AOL	Área de olho de lombo
AP	Área de papila
b*	cor de amarelo
BOE	Blend de óleos essenciais

C/E	Cripta/Enterócitos
C/G	Cripta/Goblet
Ca	Cálcio
CA	Convenção alimentar
CA30	Conversão alimentar 30 dias
CC	Células caliciformes
CFDN	Consumo de fibra em detergente neutro
CG	Células de Goblet
cm	Centímetro
cm ²	Centímetros quadrados
CMS	Consumo de matéria seca
CMSR	Consumo de matéria seca por refeição
CNF	Carboidrato não fibroso
CR	Crina
CRL	Chroma l
CRA	Chroma a
CRB	Chroma b
d	Dia
DIP	Ingestão de proteína degradável
EA	Eficiência alimentar
EB	Eficiência biológica
EA30	Eficiência alimentar 30 dias
EE	Extrato etéreo

EGSF	Espessura de gordura subcutânea
ELC	Escore de lesão de ceco
EM	Energia metabolizável
EPM	Erro padrão médio
EQ	Espessura de queratina
ER	Escore de rumenites
FC	Força de cisalhamento
FDA	Fibra em detergente ácido
FDN	Fibra em detergente neutro
FDN _{pe}	Fibra em detergente neutro efetivo
GAOL	Ganho de área de olho de lombo
GC	Ganho de carcaça
GEGS	Ganho de espessura de gordura subcutânea
GGSP8	Ganho de gordura subcutânea na picanha
GMD	Ganho de peso diário
GMD30	Ganho de peso diário 30 dias
GPCC	Ganho de peso de carcaça quente
H	Hidrogênio
h	Horas
IB	Idas ao bebedouro
IC	Idas ao cocho
IM	Índice mitótico
IMS	Ingestão de matéria seca

IMS%30	Ingestão de matéria seca 30 dias em porcentagem
IMS30	Ingestão de matéria seca 30 dias
K	Potássio
Kg	Quilograma
Kgf	quilos por força
L	Efeito linear
L*	Luminosidade
LP	Largura de papila
LRNS	Large Ruminant Nutrition System
m	Metros
Mcal	Megacaloria
MF	Marmoreio final
min	Minuto
MM	Matéria mineral
mm	Milímetros
mm ³	milímetros cúbicos
MMR	Marmoreio
MON	Monensina
MS	Matéria seca
n	número
Na	Sódio
NDT	Nutrientes digestíveis totais
N-H3	Amônia

N-H4	Metano
NMP	Número médio de papila
NRC	National Research Council
°C	Grau Celsius
OE	Óleo essencial
P	Fósforo
P	Teste estatístico
$P=<0.05$	Probabilidade significativa
$P=>0.05$	Probabilidade não significativa
P8F	Gordura final da picanha
PB	Proteína
PCC	Perdas por cocção
PCC	Peso de carcaça quente final
PCR	Profundidade de cripta
pH	Potencial hidrogeniônico
PL	Peneira longa
PM	Peneira média
PC	Peneira curta
PFI	Peneira fina
PSPS	Penn State Particle Separator
PVF	Peso vivo final
Q	Efeito quadrático
RC	Rendimento de carcaça

SAS	Statistical Analysis System
TA	Tempo alimentando
TAFDN	Tempo em alimentação de FDN
Term	Terminação
TO	Tempo ócio
TR	Tempo ruminando
TREF	Tempo de refeição
TRFDN	Taxa em ruminação da FDN
TRMS	Tempo de ruminação da matéria seca
UMI	Umidade
UNESP	Universidade Estadual Paulista

SUMÁRIO

CAPÍTULO I	17
Considerações iniciais.....	18
1. Revisão de Literatura.....	20
1.1. Amido.....	20
1.2. Monensina sódica.....	22
1.3. Óleos essenciais.....	24
1.4. Amilase exógena.....	27
2. Hipóteses e objetivos.....	30
3. Referências.....	30
CAPÍTULO II	38
Rações com níveis crescentes de energia associadas com blend de óleos essenciais e amilase ou monensina para bovinos nelore confinados: desempenho, características de carcaça e morfometria ruminal e cecal.....	38
Resumo.....	39
Abstract.....	40
8. Introdução.....	41
8. Materiais e Métodos.....	42
.1. Animais e local de experimento.....	42
.2. Delineamento experimental.....	42
.3. Manejo, arraçãoamento e cuidados dos animais.....	43
.4. Manejo de ingestão dos animais.....	44
.5. Comportamento ingestivo.....	44
.6. Avaliação da seleção de ingredientes usando-se o Penn State Particle Separator (PSPS).....	44
.7. Desempenho produtivo.....	45
.8. Energia líquida de ganho.....	45
.9. Características de carcaça.....	45
.10. Incidências de rumenites.....	46
.11. Morfometria do epitélio ruminal.....	46

.12.Incidência de lesões e morfometria do ceco.....	47
.13.Determinação da força de cisalhamento e perdas por cocção.....	47
.14.Determinação objetiva da cor da carne de bovinos.....	48
.15.Determinação da Composição centesimal da carne de bovinos.....	48
8. FORMA DE ANÁLISE DOS DADOS.....	48
8. RESULTADOS.....	49
4.1. Desempenho produtivo e amido fecal.....	49
4.2. Características de carcaça.....	49
4.3. Cor e características químicas da carne.....	50
4.4. Comportamento ingestivo.....	50
4.5. Morfometrias do rúmen e ceco.....	51
8. DISCUSSÃO.....	51
5.1. Desempenho produtivo e amido fecal.....	51
5.2. Características de carcaça.....	54
5.3. Cor e características químicas da carne.....	55
5.4. Comportamento ingestivo.....	56
5.5. Morfometrias do rúmen e ceco.....	58
8. CONCLUSÃO.....	60
8. REFERÊNCIAS.....	60
8. IMPLICAÇÕES.....	. 69

CAPÍTULO I

Considerações iniciais

Com um rebanho de aproximadamente 215 milhões de bovinos, segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (ABIEC, 2021), o Brasil ocupa a primeira colocação como o maior rebanho comercial do mundo, fazendo com que a pecuária brasileira tenha grande potencial para atender as demandas de carne do mercado nacional e internacional. Uma parcela desse rebanho é quase totalmente terminada em pastagens, que consiste em 84,38% e o número de cabeças abatidas advindas de confinamento representam apenas 15,62% (6,48 milhões de cabeças) do número total de animais abatidos (41,5 milhões de cabeças; ABIEC, 2021).

Em busca de se alcançar melhores rendimentos de produção e qualidade de carne, inovações tecnológicas vêm sendo adotadas de forma gradativa em sistemas produtivos de bovinos de corte no Brasil. Diante disso, dentre as técnicas de manejo, alternativas no tipo da alimentação para terminação em sistemas mais intensivos, como o confinamento ou semiconfinamento, mostram-se como formas de alcançar resultados mais satisfatórios (FERREIRA et al., 2009).

Em sistemas de confinamento, a utilização de fontes de amido de alta degradabilidade ruminal pode maximizar a produção de ácidos graxos de cadeia curta no rúmen, o que aumenta a digestão do amido e, posteriormente, disponibiliza maior quantidade de energia metabolizável para o animal (Nocek & Tamminga, 1991; Huntington, 1997). A fonte de amido mais utilizada no Brasil vem do milho, onde, o tipo mais utilizado é o milho Flint, o qual constitui-se de um endosperma duro, que ocupa grande proporção do volume e apresenta alta vitreosidade e densidade. O milho é a fonte de energia mais utilizada nos confinamentos brasileiros (Silvestre e Millen, 2021).

Entretanto, o uso de milho processado, assim como a sua quantidade na dieta, podem provocar distúrbios ruminais. Em busca de maiores resultados de desempenho, dietas que são rapidamente fermentadas no rúmen promovem a proliferação de bactérias ácidos tolerante (*Streptococcus bovis* e *Lactobacillus spp*), as quais produzem quantidades excessivas de ácidos fortes, ocasionando a queda do pH do rúmen, o que prejudica a motilidade ruminal e promove uma maior produção de gases advindos da fermentação, gerando acúmulo dos mesmos. Diante disso, ajustar o manejo da dieta e fazer uso de aditivos pode ser um fator fundamental no controle de acidose e timpanismo (CHENG et al., 1998).

O uso de aditivos é feito em busca de melhorar a eficiência dos alimentos da dieta e beneficiar a saúde e o metabolismo dos animais. Dietas com altas quantidades de concentrado em sistema de confinamento promovem alta produção de ácidos graxos de cadeia curta (AGCC) no rúmen, provocando a queda do pH, onde se faz importante o uso de aditivos por controlar os baixos valores de pH ruminal e assim maximizar a eficiência de utilização dos nutrientes (REIS et al., 2011).

Os aditivos mais utilizados nas dietas de bovinos de corte confinados no Brasil são os ionóforos (Silvestre e Millen, 2021), como a monensina sódica. O uso de ionóforos na nutrição de ruminantes é bastante relevante, principalmente em sistema de confinamento, já que resultados positivos vêm sendo relatados na literatura quando estes são adicionados na dieta (Nuñez, 2008).

O uso de óleos essenciais com uma alternativa natural de aditivo, vem sendo utilizado como promotores de crescimento quando adicionados em dietas para alimentação animal com o intuito de promover melhorias em seu desempenho (GIANNENNAS et. al., 2011).

Diante disso, busca-se neste estudo associar níveis de amido de dietas de terminação para bovinos confinados a diferentes tecnologias que envolvem aditivos alimentares, com o intuito de maximizar o desempenho e reduzir os impactos metabólicos no rúmen causados pelas dietas de confinamento.

1. Revisão de Literatura

1.1 Amido

O amido está presente no endosperma e constitui a principal fonte de carboidrato, onde apresentam polímeros de glicose denominados amilose e amilopectina (French, 1973). A glicose presente na amilose está unida por ligações α - (1,4), já a amilopectina apresenta ligações α -(1,4) e ligações α -(1,6) nos pontos de ramificação da cadeia glicosídica.

Há uma diferenciação entre estes polímeros quanto ao seu tamanho da molécula, estrutura e propriedades químicas. De uma forma geral, a amilose e amilopectina representam de 98 a 99% dos grânulos de amido. A amilose caracteriza-se de polímero longo e linear, formado por moléculas de D-glicose, com cerca de 99% das ligações α - 1,4. Já a amilopectina, é uma molécula maior que a amilose, mais insolúvel e formada por moléculas de D-glicose, com ligações α -1,4 e ramificações α -1,6 (LEHNINGER, 1998).

O amido apresenta uma forma de grânulos formados por dois polímeros de glicose, a amilose (22 à 28%) e amilopectina (72 à 78%), cujo interior do grânulo é composto por regiões cristalinas ou micelar. A região cristalina ou micelar é composta por amilopectina, sendo resistente à entrada de água e a ação das enzimas (JOY et al., 1997).

Quando a proporção de amilose para amilopectina é menor que 15%, os amidos são considerados como cerosos, normais quando a amilose representa de 16 à 35% dos grânulos e de alta quando o teor de amilose é superior a 36% do grânulo. Estudos mostram que a proporção amilose: amilopectina não afeta a digestão do amido em não ruminantes, porém, ainda não está definido se este fator influencia a degradação do amido pelos ruminantes (Svihus et al., 2005).

A amilose e amilopectina são ligadas por pontes de hidrogênio, desta forma, a prática de processamento do grão cereal, é realizado para ocorrer a quebra destas ligações, favorecendo assim, a entrada de água e ação enzimática. Durante esse processo pode haver a gelatinização do amido que é quando há uma modificação na estrutura original do grão, permitindo-se a absorção de água em função da diminuição da região cristalina e assim, favorecendo a degradação (MELLO JR, 1991).

O amido representa uma parcela importante na composição em dietas para bovinos, onde compõe entre menos de 20 até mais de 35%. A maior parte desse amido advém de grãos de cereais,

em que, o milho é o ingrediente mais utilizado nas dietas. Dentre os grãos de cereais mais utilizados, o teor de amido pode variar entre 45% para a aveia e 72% para o milho. No caso das forragens, há uma variação entre menos de 15% para alfafa e gramíneas perenes, e de até 35% de amido para silagem de milho na matéria seca (Grant Rj, 2005).

Dentro do rúmen, a fermentação do amido varia entre uma faixa de menos de 50% para mais de 90%, onde, irá depender da taxa de fermentação (kd) e o tempo de retenção (kp) das partículas do alimento no rúmen para a digestão (Grant Rj, 2005). Também, outros fatores devem ser levados em consideração para se obter um melhor aproveitamento do amido dietético pelo animal, como a forma de alimentação, método de processamento, a quantidade de proteína solúvel, FDN, degradabilidade da fonte de amido, e meio ambiente.

A utilização de concentrados na dieta de bovinos vem sendo usado para melhorar o desempenho dos animais, proporcionando uma redução no tempo de abate em animais em terminação, ou em outras fases que propicie um melhor desempenho do animal como na fase de cria e recria, por exemplo, melhorando os resultados de produção (PAULINO et.al; 2008). Contudo, a quantidade de amido contido no concentrado irá promover mudança na produção de ácidos graxos e desempenho pelo animal.

Caetano et al. (2019) em estudo com 112 bovinos Nelore utilizando milho Flint úmido e moído, avaliaram níveis de amido com 300, 350, 400 e 450 g/kg MS na dieta. Os tratamentos não tiveram efeitos para peso final e rendimento de carcaça, mas houve efeito linear decrescente para nível de amido quanto a ingestão de matéria seca, onde os animais que receberam milho moído fino apresentaram maior ingestão.

Caetano et al. (2015) trabalharam com bovinos Nelore em confinamento com dietas contendo 36,9; 40,9; 50,7 e 51,6% de amido. Os resultados mostraram maior peso vivo final nos animais que receberam o tratamento com milho moído contendo 36,9% de amido.

Marques et al. (2016) avaliaram dietas com uso do milho tipo Flint em diferentes processamentos em 96 Nelores inteiros terminados em confinamento. Os autores encontraram maior peso vivo final nos animais que receberam dieta contendo 81,9% de milho grão inteiro comparado com tratamentos contendo 78,8 e 85% de grão inteiro e 78,8% de milho floculado.

Segundo Pires (2010), trabalhos vem sendo realizados na nutrição de ruminantes em busca de maximizar a eficiência produtiva do animal, com isso, vem-se fazendo uso de formas de

modular a fermentação ruminal como o uso dos aditivos na dieta. Busca-se com o uso destes aditivos promover um aumento na digestibilidade da dieta, maior proporção de propionato no rúmen, instabilidade do pH próximo à neutralidade, controle de distúrbios metabólicos, redução da metanogênese, proteólise ruminal e desaminação de aminoácidos. Para proporcionar tais resultados, alguns aditivos como a monensina e os óleos essenciais são adicionados na dieta com intuito de melhorar o aproveitamento dos nutrientes da dieta pelo animal (BERGEN & BATES, 1984; GOODRICH et al., 1984).

1.2 Monensina Sódica

Os ionóforos são assim chamados em função da sua propriedade transportadora de íons, possuindo capacidade de formar complexos lipossolúveis com cátions e mediar seu transporte através das membranas lipídicas (PRESSMAN, 1968).

A monensina é uma molécula produzida por linhagens de *Streptomyces cinnamonensis*, onde foi descoberta como molécula e considerada como ionóforo em meados de 1967 (AGTARAP et al., 1967). Na década de 1960, obteve resultados positivos como coccidiostático em testes com aves mas, somente na década de 1970 foram encontrados resultados positivos no desempenho em bovinos.

A monensina atua como seleção da população bacteriana no rúmen, afetando diretamente as bactérias gram-positivas, onde são responsáveis por grande parte da baixa eficiência da fermentação ruminal (KONE et al., 1989; BEACON e MIR, 1985).

As bactérias gram-positivas são selecionadas em função da inibição do seu crescimento por serem sensíveis a monensina, devido a sua estrutura celular ser envolvida por apenas uma membrana celular e camada de peptidoglicano. Diferenciam-se das bactérias gram-negativas que possuem uma dupla camada celular de membranas distintas e separadas por uma camada de peptidoglicano. As bactérias gram-negativas diferenciam-se também por possuírem em sua membrana lipídica externa canais de proteínas chamado de porinas, com um tamanho de 600 Da. Consequentemente, a monensina é um ionóforo que apresenta um tamanho acima de 600 Da, impedindo a sua passagem por esse canal. (NAGAJARA et al, 1997).

A ação da monensina tem início na formação de um complexo lipossolúvel de cátions, onde solubilizam-se na membrana das bactérias gram-positivas, atravessam a camada celular e se

difundem em seu interior, onde, é necessário que a monensina esteja na forma protonada para que seja possível sua entrada na membrana. No interior da bactéria, a monensina irá promover as trocas entre Na^+ e K^+ , atuando como uma forma de bomba. Faz-se uma alusão ao mecanismo da troca de sódio e potássio presentes em outras células do animal (BERGE AND BATES, 1984).

As bactérias estão presentes no meio em que há em altas concentrações de Na^+ e baixas concentrações de K^+ , já o interior da célula encontra-se com altas concentrações de K^+ e baixas concentrações de Na^+ . No mecanismo de troca de íons, o Na^+ será transportado para dentro da membrana e o K^+ para fora (RUSSEL AND STROBEL, 1989). Para que haja um aumento de Na^+ no interior da membrana é necessário de um maior gasto de energia para retirar o próton presente na célula. A retirada de H^+ do interior da célula também gera um gasto energético, onde o ATP é transformado em $\text{ADP} + \text{Pi}$. Por meio desse mecanismo de bomba iônica, na tentativa de se manter em equilíbrio, a bactéria utiliza sua energia de forma excessiva até o ponto em que suas reservas são deprimidas, afetando o crescimento das bactérias gram-positivas e consequentemente ocasionando sua morte (RANGEL et al., 2008).

No caso das bactérias gram-negativas, conseguem realizar fosforilação oxidativa, fazendo com que produzam mais ATP por mol de glucose fermentada e também, devido sua camada de peptidoglicanas, são menos afetadas pelos efeitos da monensina, o que permite manter sua sobrevivência em função da menor competição pelo substrato (RUSSEL e STROBEL, 1989).

Dentre uma das formas de ação da monensina, a mais importante delas é a mudança na produção dos ácidos graxos no rúmen, onde há alterações na proporção entre acetato: propionato sendo que, apenas a seleção bacteriana causada pela monensina não é responsável por isso. Essas alterações se dão devido as mudanças nos níveis de lactato e aumento nos de succinato, devido a ação da monensina em contato com as bactérias ruminais (SCHELLING, 1984). O aumento dos níveis de propionato também é explicado através da enzima fumarato redutase que, se dar devido à seleção das bactérias gram-negativas. Esta enzima é responsável por produzir succinato que é precursor do propionato e que também consegue produzir ATP por fosforilação oxidativa (BERGEN AND BATES, 1984).

Estudos avaliando desempenho dos animais encontraram resultados satisfatórios na conversão alimentar quando os animais receberam monensina em dietas com altos teores de concentrado quando comparados com animais que receberam uma dieta contendo alta

concentração de volumoso, com melhoria na conversão em 13 e 7,5%, respectivamente (GOODRICH et al., 1984).

Goodrich et al. (1984) em uma revisão de literatura sobre trabalhos com uso de monensina sódica em dietas de confinamento de bovinos de corte, relataram redução na ingestão de matéria seca, maior rendimento de carcaça e produção de propionato e diminuição de ácido lático no rúmen.

Tedeschi et al. (2003) resumiram dados sobre uso de ionóforos em sistemas de confinamento, onde, o uso de monensina com uma dosagem de 28 ppm, considerada como ideal, provocou aumento na eficiência alimentar, redução na ingestão de matéria seca e aumento no ganho de peso diário, com valores 6 a 7,5; 4 a 6; e 1,6 a 1,8%, respectivamente.

1.3 Óleos Essenciais

Algumas mudanças foram adotadas quanto ao uso de aditivos para ruminantes após a união europeia restringir a utilização de antibióticos e promotores de crescimento (REGULAMENTAÇÃO 1831/2003/EC), com base de que a resistência de humanos aos antibióticos teria influência pelo uso contínuo na alimentação animal (GUSTAFSON; BOWEN, 1997). Em função desta problemática, busca-se alternativas de aditivos naturais que não tragam risco para a produção do animal, seja carne ou leite.

Os óleos essenciais parecem ser uma alternativa natural como forma de aditivo, sendo utilizado como promotores de crescimento quando adicionados em dietas para alimentação animal (GIANNENNAS et al., 2011). Por apresentarem ação anti-inflamatória, antioxidante e antimicrobiana é considerado ser um aditivo capaz de promover melhorias no desempenho de ruminantes quando adicionado na dieta (CALSAMIGLIA et al., 2006; BENCHAAAR et al., 2007). Apesar de em torno de 50 anos com estudos no uso de óleos essenciais em dietas para ruminantes, houve uma redução quanto sua utilização devido a presença do uso de ionóforos na nutrição animal (CRANE, 1957).

Os óleos essenciais são assim classificados por serem um material volátil presente nas plantas e apresentarem odor e fragrância característica, na maioria das vezes. Encontram-se em forma de misturas complexas de terpenos, terpenos oxigenados, sesquiterpenos, sesquiterpenos

oxigenados e que também, podem apresentar pequenas quantidades de diterpenos e outros componentes, que irá variar conforme a planta aromática (SERAFINI et al., 2001).

Os óleos essenciais são obtidos por meio de destilação a vapor ou através da extração por solvente de flores, folhas, caules e sementes de plantas. Os estudos com óleos essenciais mostram que seu mecanismo de ação é semelhante aos dos ionóforos, onde atuam na membrana celular transportando elétrons e gradientes de íons, fosforilações, translocação de proteínas e reações enzimáticas (DORMAN & DEANS, 2000). Os óleos essenciais por serem hidrofóbicos, tem a capacidade de interagir com as bactérias do rúmen através de lipídeos da membrana e das mitocôndrias, devido ao óleo essencial está mais hidrofóbico, ou seja, na forma indissociada, que é favorecido quando o pH do rúmen está baixo, onde, essa hidrofobicidade é importante por estar ligada a ação antimicrobiana no rúmen (CALSAMIGLIA et al., 2007).

Também, a atividade antimicrobiana está relacionada com o número de terpenóides e compostos fenólicos (CHAO; YOUNG, 2000). No entanto, o uso de óleos essenciais quanto a sua atividade antimicrobiana não está totalmente elucidado (LAMBERT et al., 2001). Já a atividade antibacteriana, irá depender em função dos compostos utilizados na produção do óleo essencial (JANSSEN et al., 1986; LIS-BALCHIN e DEANS, 1997; DEMETZOS et al., 1997).

Há evidências que os óleos essenciais atuam diretamente em enzimas no processo de regulação de energia e também na síntese de componentes estruturais. Como pode ser destacado, o uso de óleo de canela (cinamaldeído ou 3-fenil-2-propenal) e seus componentes foram capazes de inibir a enzima aminoácido-descarboxilase de *Enterobacter aerogenes* (WENDAKOON; SAKAGUCHI, 1995). Desta forma, julga-se que o grupo funcional carbonil (R1-CO-R2) está relacionada com a ligação às proteínas e inibindo assim, o modo de ação da aminoácido-descarboxilase (WENDAKOON; SAKAGUCHI, 1995).

O óleo essencial quando entra em contato com a membrana da célula irá promover uma mudança em sua estrutura, fazendo com que ela se torne mais permeável, fazendo com que haja as trocas de íons e conteúdos citoplasmáticos (SIKKEMA et al., 1995; LAMBERT et al., 2001; CARSON et al., 2002). Essa permeabilidade faz com os óleos essenciais tenham maior facilidade de adentrar na membrana das bactérias gram-positivas devido a interação dos mesmos com os componentes hidrofóbicos existentes (SMITH-PALMER et al., 1998; CHAO; YOUNG, 2000; CIMANGA et al., 2002; BURT, 2004). Em um trabalho de Novak et al. (1961), foi observado que o ácido ricinoleico foi capaz de inibir o crescimento da bactéria gram-positiva *Micrococcus*

pyogenes e dos fungos *Aspergillus sp.*, *Alternaria sp.*, e *Penicillium sp.* O uso do óleo essencial de capim cidreira apresentou maior sensibilidade para as bactérias gram-positivas do que para as gram-negativas (NAIK et al., 2010).

Óleos essenciais como o Timol e Carvacrol são capazes de ultrapassar a membrana externa das bactérias gram-negativas devido não haver total impermeabilidade com compostos hidrofóbicos. Esses óleos, devido apresentarem baixo peso molecular, por meio de pontes de hidrogênio e difusão, conseguem interagir com a água e atravessar a parede externa dos lipopolissacarídeos e chegar até a dupla camada fosfolipídica interna da parede celular da bactéria gram-positiva, fazendo-se um composto forte para selecionar esse tipo de bactéria (GRIFFIN et al., 1999).

Os primeiros trabalhos com óleos essenciais foram realizados em ensaios *in vitro* para descobrir a sua real atividade como aditivo para ruminantes para posteriormente, serem testados dosagens na dieta em ensaios *in vivo* e observar a sua eficácia.

Crane et al. (1957) deram início com os resultados em estudos com os óleos essenciais de pineno e limoneno quanto a fermentação ruminal, mostraram que estes óleos são capazes de impedir a formação de CH₄. Em outros tipos de óleos essenciais foram identificados várias atividades moduladoras no rúmen como: inseticida, antimicrobiana, antioxidante, antifúngica, antiparasitária antiviral e antiprotozoários, mostrando a eficiência do seu uso e abrindo mais hipóteses para novos estudos (BURT, 2004). Foi mostrado em ensaio *in vitro* em que foi mensurada pela produção de gás, de acordo do óleo essencial utilizado, houve aumento ou inibição da atividade microbiana (OH et al., 1967, 1968).

O uso de um produto comercial com uma combinação de compostos de óleos essenciais foi capaz de inibir a degradação da proteína no rúmen, beneficiando assim, o aumento de proteína da dieta que chega até o intestino delgado, onde há uma melhor absorção deste nutriente (FERNANDEZ et al., 1997).

Contudo, a literatura tem mostrado que em relação ao desempenho dos animais, os óleos essenciais apresentaram resultados controversos. No entanto, foi provado a sua benéfica contribuição na modulação da fermentação ruminal, evidenciando assim, a sua eficiência metabólica quando analisado em ensaios *in vitro* (MCINTOSH et al., 2003). Quando foi avaliado o metabolismo do animal em trabalho *in vivo*, observou-se que não houve efeito quanto ao

desempenho dos animais e sobre a fermentação microbiana quando esse tipo de aditivo foi adicionado na dieta (BEAUCHEMIN et al., 2006).

O Brasil tem um grande potencial na produção animal e vem investindo ao longo dos anos em alternativas que venham a maximizar o desempenho na produção de ruminantes. Há um aumento considerável de estudos com uso de óleos essenciais como aditivos alimentares que adicionados na dieta promovem melhorias no desempenho dos animais.

O aditivo Crina® Ruminantes é composto por um blend de óleos de timol, limoneno, eugenol, guaiacol, vanilina, resorcinol e cresol (MCINTOSH et al., 2003; CASTILLEJOS et al., 2005; Rossi, 1994).

Tassoul e Shaver (2009) trabalhando com vacas em lactação, não observaram efeito sobre a produção de leite quando foi adicionado na dieta 1g/d de mistura de óleos essenciais (Crina® Ruminants), porém, foi observado uma redução de 7% na ingestão de matéria seca. Quando avaliadas vacas em lactação suplementadas com 2g/dia de produto Crina® Ruminants, não foi observada alteração na produção de leite, contudo, houve maior concentração de lactose quando os animais consumiram esse produto (BENCHAAR et al., 2006b).

Meschiatti et al. (2019) trabalharam com 300 bovinos de corte nelore terminados em confinamento com dieta contendo 55% de amido, onde testaram a associação de blend de óleos essenciais + α -amilase exógena (Crina® Ruminants e RONOZYME RumiStar™) ou monensina sódica. O tratamento com óleos essenciais + amilase obteve melhor resultado em termos de peso vivo final e peso de carcaça quente.

1.4 Amilases Exógenas

As enzimas são consideradas substâncias catalisadoras de reações bioquímicas e criadas a partir de células vivas (GURUNG et al., 2013). As enzimas atuam em substratos específicos em função do tipo de substrato em que irá ligar-se, como também, o ambiente em que está presente influenciará seu potencial de atuação (KAMEDA et al., 2007). Sua classificação é baseada como as proteínas, podendo haver desnaturação devido ao pH e calor, como também, proteólise em função das enzimas endógenas presentes no trato digestivo (RAVINDRAN, 2013).

Também, as enzimas podem ser classificadas de acordo com o substrato presente, na dieta fornecida para os animais e dos nutrientes presentes no alimento, onde são utilizadas enzimas responsáveis por degradar amido (amilolítica), fibra (fibrolítica), proteína (proteolítica) e fitato (fitase). Essas enzimas dependem de alguns fatores para que possam desempenhar sua máxima eficiência sobre o substrato, que compõe temperatura, umidade, pH, tipo de substrato e concentração enzimática (AEHLE, 2004).

Os estudos com enzimas foram realizados com intuito em maximizar o desempenho produtivo animal por fornecer uma substância que pudesse ser adicionado na dieta em promovesse o melhor aproveitamento da mesma pelo animal e conseqüentemente, maior índice produtivo. Resultados promissores do uso de enzima exógena com a finalidade em promover resultados produtivos de desempenho, foram primeiramente encontrados em trabalhos com aves e suínos (BEDFORD e SCHULZE, 1998).

A dieta dos animais de produção, na grande maioria, são formuladas com grandes quantidades de amido, onde busca-se maximizar o ganho de peso ou produção de leite, por exemplo. Em confinamentos de bovinos de corte, o uso de enzimas é de grande importância, pois o intuito de seu uso é modular a fermentação do rúmen para o melhor aproveitamento do amido e conseqüentemente, maximizar a produtividade (TRICARICO et al., 2008).

Dentre as amilases, tipos específicos são mais focados para uso na nutrição animal em função do amido contido na dieta, como também, a espécie animal. O α -amilase é oriunda do fungo *Aspergillus sp.*, onde pode ser encontrada na forma líquida ou em pó. Quando se trata de dietas contendo grandes quantidades de concentrado, a forma com que o amido será digerido é primordial para o aproveitado pelo animal, onde influenciará diretamente no seu desempenho (HUNTINGTON, 1997).

Cada tipo de amilase é responsável por atuar de uma forma específica no substrato, onde há uma divisão em função da ligação que hidrolisam, onde: α -amilases atuam no rompimento das ligações no interior do substrato; β -amilases responsáveis por hidrolisar fragmentos das extremidades do substrato, e; glicoamilases, liberando unidades de glicose presentes no terminal não redutor das moléculas (MORAES, 2004).

A grande quantidade de amido degradada no rúmen fornece substrato necessário para o crescimento microbiano, onde, junto com compostos nitrogenados, irá produzir altas quantidades

de AGCC, como também, enzimas microbianas e síntese de proteína microbiana. O modo de ação das enzimas ao degradar o alimento em contato é primordial para o desenvolvimento do animal, devido os precursores de glicose e outras formas de gerar energia serem realizados por meio desta ação para o desenvolvimento metabólico hospedeiro-animal (LEMOSQUEST et al., 2009).

O uso de enzimas pode trazer vários benefícios para o animal como: promover a ruptura do endosperma do grão cereal e ter acesso aos nutrientes nele presente, degradar fatores antinutricionais que dificultam a digestão de determinados nutrientes, controle da saúde intestinal devido melhor digestibilidade dos nutrientes, redução na perda de amido pelas fezes e aumento da eficiência de produção pelo animal (BEDFORD e SCHULZE, 1998).

O uso da enzima RumiStar resultou em melhora significativa na digestibilidade da matéria seca (MS), fibra em detergente neutro (FDN) e matéria orgânica (MO) quando foi adicionado em dieta a base de silagem de milho e volumoso, que também, observou-se uma eficiência da produção de leite com gordura corrigida para 3,6 kg (KLINGERMAN et al., 2009).

Tricarico et al. (2014) relataram que o uso de dietas contendo α -amilase em bovinos de corte em terminação, aumenta o ganho de peso diário e peso de carcaça quente. Os autores relataram que isso se atribui ao aumento da ingestão de matéria seca que se dá pela alteração da proporção molar do e propionato.

Por outro lado, Dilorenzo et al. (2011) ao trabalharem com bovinos Angus recebendo dietas com dois tipos de processamento do milho com uso de α -amilase, em dietas contendo 57,6 e 55,1% de amido, não encontraram diferença para os parâmetros de peso vivo final e digestibilidade dos nutrientes da dieta.

Diante disso, faz-se importante a realização de novos estudos nesta linha de pesquisa, pois, ainda não há muitos trabalhos relatados na literatura com uso de óleos essenciais associado com enzima exógena para bovinos de corte terminados em confinamentos.

Hipótese e Objetivos

As tecnologias de aditivos utilizadas neste estudo, óleos essenciais + amilase (Crina® Ruminants e RONOZYME RumiStar™) e monensina sódica, apresentam respostas distintas, em termos de desempenho, características de carcaça e morfometria ruminal e cecal, quando bovinos Nelore confinados são alimentados com diferentes níveis de amido na dieta.

O objetivo deste estudo foi avaliar rações com níveis crescentes de amido associadas com um blend de óleos essenciais + amilase (Crina® Ruminants e RONOZYME RumiStar™) ou monensina sódica sobre o desempenho, características de carcaça e morfometria ruminal e cecal de bovinos Nelore confinados.

Referências

- ABIEC - Associação Brasileira das Indústrias Exportadoras de Carne, Exportação Brasileira de Carne Bovina, 2020. <http://abiec.com.br/publicacoes/beef-report-2021/>.
- AEHLE, W. **Enzymes in Industry** – Production and Applications. 2nd ed. Wiley-CH Verlag GmbH & Co. LGA, Weinheim, Germany, 2004.
- AP, A., CHAMBERLIN J.W., PINKERTON, M., STEINRAUF, L. The structure of monensin acid, a new biologically active compound. **Journal of American Chemical Society**. 89, 5737–5739, 1967.
- BEACON, S.E., MIR, Z. A comparison of monensin and chlortetracycline in high-concentrate and high-forage diets for implanted and nonimplanted finishing steers and heifers. **Journal of Animal Science**., 65:705-715, 1985.
- BEAUCHEMIN K. A., MCGINN S.M. Methane emissions from beef cattle: effects of fumaric acid, essential oil, and canola oil. **Journal of Animal Science**. 84, 1489-1496, 2006.
- BEAUCHEMIN KA, MCGINN SM. Methane emissions from beef cattle: effects of fumaric acid, essential oil, and canola oil. *Journal of Animal Science* 84, 1489–1496, 2006.

- BEDFORD, M. R.; SCHULZE, H. Exogenous enzymes in pigs and poultry. **Nutritional Research Reviews**, v. 11, p. 91-114, 1998.
- BENCHAAR, C.; PETIT, H. V. BERTHIAUME, R.; WHYNTE, T. D.; CHOUINARD, P. Y. Effects of addition of essential oils and monensin premix on digestion, ruminal fermentation, milk production, and milk composition in dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 89, p. 4352-4364, 2006.
- BENCHAAR, C.; PETIT, H.V.; BERTHIAUME, R.; OUELLET, D.; CHIQUETTE, J.; CHOUINARD, P. Y. Effects of essential oils on digestion, ruminal fermentation, rumen microbial populations, milk production, and milk composition in dairy cows fed alfalfa silage or corn silage. **Journal of Dairy Science**, v. 90, p. 886-897, 2007.
- BERGEN, W.G., BATES, D.B. Ionophores: their effect on production efficiency and mode of action. **Journal of Animal Science**, 58:1465-83, 1984.
- BURT, S. Essential oils: their antibacterial properties and potential applications in foods a review. **International Journal of Food Microbiology**, v. 94, p. 223-253, 2004.
- CAETANO, M.; GOULART, R. S.; SILVA, S. L.; et al. Effect of flint corn processing method and roughage level on finishing performance of Nellore-based cattle. **Journal of Animal Science**, v. 93, p. 4023-4033, 2015.
- CAETANO, M.; GOULART, R.S.; RIZZO, P.M.; et al. Impact of flint corn processing method and dietary starch concentration on finishing performance of Nellore bulls. **ANIMAL FEED SCIENCE AND TECHNOLOGY**, v. 251, p. 166-175, 2019.
- CALSAMIGLIA, S., L. CASTILLEJOS, AND M. BUSQUET. Alternatives to antimicrobial growth promoters in cattle. Pages 129-167 in Recent **Advances in Animal Nutrition** P.C. Garnsworthy, and J. Wiseman, ed. Nottingham University Press, Nottingham, UK. 2006.
- CALSAMIGLIA, S.; BUSQUET, M.; CARDOZO, P. W.; CASTILLEJOS, L., FERRET, A. Invited review: essential oils as modifiers of rumen microbial fermentation. **Journal of Dairy Science**, v. 90, n. 6, p. 2580-2595, 2007.
- CARSON, C. F.; MEE, B. J.; RILEY, T. V. Mechanisms of action Melaleuca alternifolia (tea tree) oil on Staphylococcus aureus determined by time-kill, lysis, leakage and salt tolerance assays and electron microscopy. **Antimicrobial Agents and Chemotherapy**, v. 46, p. 1914-1920, 2002.

- CASTILLEJOS, L.; CALSAMIGLIA, S.; FERRET, A.; LOSA, R. Effects of a specific blend of essential oil compounds and the type of diet on rumen microbial fermentation and nutrient flow from continuous culture system. **Animal Feed Science and Technology**, v. 119, p. 29-41, 2005.
- CHAO, S. C.; YOUNG, D. G. and OBERG, C. J. Screening for inhibitory activity of essential oils on selected bacteria, fungi and viruses. **Journal of Essential Oil Research**, v. 12, n. 5, p. 639- 649, 2000.
- CHENG, K.J.; MCALLISTER, T.A.; POPP, J.D.; et al. A review of bloat in feedlot cattle. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 76, n. 1, p. 299-308, 1998.
- CIMANGA, K.; KAMBU, K.; TONA, L.; APERS, S.; DE BRUYNE, T. HERMANS, N.; TOTTE, J.; PIETERS, L.; VLIETINCK, A. J. Correlation Between Chemical composition and Antibacterial Activity of Essential Oils of some Aromatic Medicinal Plants Growing in the Democratic Republic of Congo. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 79, p. 213-220, 2002.
- CRANE, A.; NELSON, W.O.; BROWN, R. E. Effects of d-limonene and α -d-pinene on in vitro carbohydrate dissimilation and methane formation by rumen bacteria. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 40, n. 10, p. 1317-1323, 1957.
- DEMETZOS, C., KATERINOPOULOS, H., KOUVARAKIS, A., STRATIGAKIS, N., LOUKIS, A., EKONOMAKIS, C., SPILIOTIS, V., TSAKNIS, J. Composition, antimicrobial activity of essential oil *cistus criticus* subsp. *Eriocephalus*. **Planta Médica**. v. 63, p. 477-479, 1997.
- DENNIS, S. M. T. G. NAGARAJA AND E. E. BARTLEY. Effect of lasalocid or monensin on lactate production from in vitro fermentation of various carbohydrates. **Journal Dairy of Science**, 64:2350, 1981.
- DILORENZO, N., D. R. SMITH, M. J. QUINN, M. L. MAY, et al. Effects of grain processing and supplementation with exogenous amylase on nutrient digestibility in feedlot diets. **Livest. Sci.**, 137:178-184, 2011.
- DORMAN, H. J. D.; DEANS, S. G. Antimicrobial agents from plants: antibacterial activity of plant volatile oils. **Journal of Applied Microbiology**, v. 88, p. 308-316, 2000.
- FERNANDEZ, M.; SERRANO, E.; FRUTOS, P., GIRALDEZ, F. J., MANTECON, A. R., LLACH, J. R. Efecto del aditivo crina hc sobre la actividad degradativa ruminal em la especie

- ovina [effect of crina hc supplement upon the rúmen degradative activity in sheep]. **ITEA**, v. 18, p.160–162, 1997.
- FERREIRA, J. J.; MENEZES, L. F. G. de; RESTLE, J. et al. Características de carcaça de vacas de descarte e novilhos mestiços Charolês × Nelore em confinamento sob diferentes frequências de alimentação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n. 10, p. 1974-1982, 2009.
- FRENCH D. Chemical and physical properties of starch. **J of Anim Sci**, 37(4):1048-1061, 1973.
- GIANNENAS I.; SKOUFOS, J.; GIANNAKOPOULOS, C.; WIEMANN M.; GORTZI, O.; LALAS, S.; KYRIAZAKIS, I. Effects of essential oils on milk production, milk composition and rumen microbiota in Chios dairy ewes. **Journal of Dairy Science**, v.94, p.5569, 2011.
- GOODRICH, R.D., GARRETT, J.E., GAST, D.R. et al. Influence of monensin on the performance of cattle. **Journal of Animal Science.**, 58(6):1484-1498, 1984.
- GRANT, RJ. Optimizing starch concentrations in dairy rations. In: W. H. Mineragricultural Research Institute Annual Tri-state Dairy Nutrition Conference, **Fort Wayne Proceedings**... Fort Wayne, 2005, p.73-79, 2005.
- GRIFFIN, S. G.; WYLLIE, S.G.; MARKHAM, J. L.; LEACH, D. N. The role of structure and molecular properties of terpenoids in determining their antimicrobial activity. **Flavor and Fragrance Journal**, v. 14, p. 322-332, 1999.
- GURUNG, S. G.; RAY, S.; BOSE, S.; RAI, V. A broader view: Microbial enzymes and their relevance industries medicine, and beyond. **BioMed Research International**, p. 18, 2013.
- GUSTASFON, R.H.; BOWEN, R.E. Antibiotic use in animal agriculture. **Journal of Applied Microbiology**, v. 83, p. 531-541, 1997.
- HAROLD, F. M. 1972. Conservation and transformation of energy. **Bacterial Revision** 36:172.
- HUNTINGTON, G. B. Starch utilization by ruminants: From basics to the bunk. **Journal of Animal Science**. 75:852–867, 1997.
- ISICHEI, C. O. And W. G. Bergen 1980. The effect of monensin on the composition of abomasal nitrogen flow in steers fed frain and silage ration. **Journal of Animal Science**, 51(Suppl,1):371.51

- J.B., STROBEL, H.J. Minireview: Effect of ionophores on ruminal fermentation. **Applied Environmental Microbiology**, Washington, 55, 1-6, 1989.
- JANSSEN, A. M., CHIN, N. L., SCHEFFER, J. J. M., BAERHEIM-SVENDSEN, A. Screening for antimicrobial activity of some essential – **Journal Animal Science**, v. 77, p. 2554-2563, 1986.
- KADNER, R. J. And P. J. Brassford Jr. The role of the outer membrane in active transport. Ub: B. P. Apen. (Ed.) **Bacterial Transport** p.414. Marcel Dekker, Inc. New York, 1978.
- KAMEDA, E. et al. Removal of polymeric filter cake in petroleum wells: A study of commercial amylase stability. **Journal of Petroleum Science & Engineering**, v. 59, p. 263-270, nov. 2007.
- KLINGERMAN, C. M., W. HU, E. E. MCDONELL, M. C. DERBEDROSIAN, AND L. KUNG JR. An evaluation of exogenous enzymes with amylolytic activity for dairy cows. **Journal of Dairy Science**, 92:1050–1059, 2009.
- KONE, P., MACHADO, P.F., COOK, R.M. Effect of the combination of monensin and isoacids on rumen fermentation in vitro. **Journal Dairy of Science.**, 72(10):2767-2771, 1989.
- LAMBERT, R, J. W.; SKANDAMIS, P. N.; COOTE, P.; NYCHAS, G. J. E. A study of minimum inhibitory concentration and mode of action of oregano essential oil, thymol and carvacrol. **Journal of Applied Microbiology**, v. 9, p. 453-462, 2001.
- Lehninger AL. **Princípio de Bioquímica**. 4ª ed. São Paulo: Savier, p.105, 1998.
- LEMOQUET, S., G. RAGGIO, G. E. LOBLEY, H. RULQUIN, J. GUINARDFLAMENT, AND H. LAPIERRE. Whole-body glucose metabolism and mammary energetic nutrient metabolism in lactating dairy cows receiving digestive infusions of casein and propionic acid. **Journal of Dairy Science**. 92:6068–6082, 2009.
- LIS-BALCHIN, M., DEANS, S. G. Bioactivity of selected plant essential oils against listeria monocytogenes. **Journal of Applied Microbiology**, v.82, p. 759-762, 1997.
- M.T.; DEPETERS, E.J.; GADEL, J.G. et al. Effect of corn processing on the site and extent of digestion in lactating cows. **Journal of Dairy Science**, v.80, n.9, p.2087-2097, 1997.

- MARQUES, R.S., L.J. CHAGAS, F.N. OWENS, AND F. A. P. SANTOS. Effects of various roughage levels with whole flint corn grain on performance of finishing cattle. **J. Anim. Sci.** 94:339–348, 2016.
- MCINTOSH, F. M.; WILLIAMS, P.; LOSA R.; WALLACE, R. J.; BEEVER, D. A.; NEWBOLD, C. J. Effects of essential oils on ruminal microorganisms and their protein metabolism. **Applied Environmental Microbiology**, v. 69, p. 5011–5014, 2003.
- MELLO JÚNIOR, C. A. Processamento dos grãos de milho e sorgo visando aumento do valor nutritivo. In: **SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE BOVINOS**, 4, 1991, Piracicaba, SP. Anais... Piracicaba, FEALQ, p.263-283, 1991.
- MESCHIATTI, M. A. P. GOUVÊA, V. N. PELLARIN, L. A. et al. Feeding the combination of essential oils and exogenous α -amylase increases performance and carcass production of finishing beef cattle. **Journal of Animal Science**. v97, p. 456-471, 2019.
- MORAES, L. M. P. Amilases. In: SAID.; PIETRO, R. Enzimas como agentes Biotecnológicos. Ribeirão Preto: **Legis Summa**, 2004.
- NAGARAJA, T.G.; NEWBOLD, C.J.; VAN NEVEL, C.J. et al. Manipulation of ruminal fermentation in: HOBSON, N.P. (Ed). *Rumen microbial ecosystem* London: Blackie, 1997. p.523-631.
- NAIK, M. I.; FOMDA, B. A.; JAYKUMAR, E.; BHAT, J. A. Antibacterial activity of lemongrass (*Cymbopogon citratus*) oil against some selected pathogenic bacterias. **Asian Pacific Journal of Tropical Medicine**, v. 3, p. 535-538, 2010.
- NEWBOLD, C. J; WALLACE, R. J.; WALKLER-BAX, N. D. Potentiation by metal ions of the efficacy of the ionophores, monensin and tetronasin, towards four species of ruminal bacteria. **Fems Microbiol Letters**, v. 4, p. 161 – 167, 167, 2013.
- NOCEK, J. E.; TAMINGA, S. Site of digestion of starch in the gastrointestinal tract of dairy cows and its effect on milk and composition. **Journal of Dairy Science**, v.74, p. 3598, 1991.
- NOVAK, A., G. CLARK, AND H. DUPUY. Antimicrobial activity of some ricinoliec acid and oleic acid derivatives. **Journal of the American Oil Chemists' Society**, v. 38, p. 321-324, 1961.
- NUÑEZ AJC. Uso combinado de ionóforo e virginiamicina em novilhos confinados com dietas de alto concentrado : **Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”**, 2008.

- OH, H. K.; JONES, M. B.; LONGHURST, W. M. Comparison of rumen microbial inhibition resulting from various essential oils isolated from relatively unpalatable plant species. **Journal of Applied Microbiology**, v. 16, p. 39–44, 1968.
- OH, H. K.; SAKAI, T.; JONES, M. B.; LONGHURST, W. M. Effect of various essential oils isolated from douglas fir needles upon sheep, deer rumen microbial activity **Journal of Applied Microbiology**, v. 15, p. 777–784, 1967.
- OWENS, F. N. 1980. Ionophore effect on utilization and metabolism of nutrients. Ruminants Proc. **Georgia Nutrition Confederation**, University of Georgia, Athens p.17, 1980.
- PAULINO, P.V.R., DETMANN, E., FONSECA, M.A., et.al. Desempenho produtivo de bovinos Nelore de diferentes classes sexuais alimentados com dietas contendo dois níveis de oferta de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n.6, p.1079-1087, 2008.
- PINTO, A. C. J.; MILLEN, D. D. Nutritional recommendations and management practices adopted by feedlot cattle nutritionists: the 2016 brazilian survey. **CANADIAN JOURNAL OF ANIMAL SCIENCE**, v. 99, p. 392-407, 2018.
- PIRES, A.V. Bovinocultura de corte / Alexandre Vaz Pires. – Piracicaba: FEALQ, v. 1, 760p. ilustr. Color 28 cm, 2010.
- PRESSMAN, B.C. Ionophorus antibiotics as models for biological transport. **Fedding Process**, 27. p. 1283-8, 1968.
- RANGEL, A. H. N. et al. Utilização de ionóforos na produção de ruminantes. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v.8, n.2, p.174-182, 2008.
- RAVINDRAM, V. Feed enzymes: The science, practice, and metabolic realities. The **Journal of Applied Poultry Research**, v. 22, p. 628-636, 2013.
- REIS, R. A.; OLIVEIRA, A. A. de; SIQUEIRA, G. R. GATTO. E. Semiconfinamento para produção intensiva de bovinos de corte. In: **SIMPÓSIO MATOGROSSENSE DE BOVINOCULTURA DE CORTE**, Anais... Cuiabá, p. 195-224. 2011.
- ROMATOWSKI, J. 1979. Mechanism of action of monensin in the rumen. **M.S Thesis University of Deleware Newark**,
- ROSSI, J. Composition pour améliorer la digestibilité des aliments destinés aux animaux ruminants. **EP**, 0,630,577, A1, 1994.

- SCHELLING, G.T. Monensin mode of action in the rumen. **Journal of Animal Science**, 58: 1518-1527, 1984.
- SERAFINI, L. A.; CASSEL, E. Produção de óleos essenciais: uma alternativa para a agroindústria nacional. In: SERAFINI, L. A.; BARROS, N. M.; AZEVEDO, J. L. **Biotecnologia na agricultura e na agroindústria**. Guaíba: Agropecuária, 2001.
- SILVESTRE, A. M.; MILLEN, D. D. The 2019 Brazilian survey on nutritional practices provided by feedlot cattle consulting nutritionists. **REVISTA BRASILEIRA DE ZOOTECNIA**, v. 50, p. e20200189, 2021.
- SIKKLEMA, J.; DE BONT, J. A. M.; POOLMAN, B. Mechanisms of membrane toxicity of hydrocarbons. **Microbiological Reviews**, v. 59, p. 201-222, 1995.
- SMITH-PALMER, A.; STEWART, J.; FYFE, L. Antimicrobial properties of plant essential oils and essences against five important food-borne pathogens. **Letters in Applied Microbiology**, v. 26, p. 118-122. 1998.
- SVIHUS B, UHLEN AK, HARSTAD OM. Effect of starch granule structure, associated components and processing on nutritive value of cereal starch: A review. **Anim Feed Sci and Tech**, 2005.
- TASSOUL M. D.; SHAVER, R. D. Effect of a mixture of supplemental dietary plant essential oils on performance of periparturient and early lactation dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.92, p. 1734- 1740, 2009.
- TEDESCHI, L. O.; FOX, D. G.; TYLUTKI, T. P. Potential environmental benefits of ionophores in ruminant diets. **Journal of Environmental Quality**, v.32, n.5, p.1591-1602, 2003.
- TRICARICO, J. M., J. D. JOHNSTON, AND K. A. DAWSON. Dietary supplementation of ruminant diets with an *Aspergillus oryzae* α -amylase. **Animal Feed Science and Technology**. 145:136–150, 2008.
- TRICARICO, J. M., M. D. ABNEY, M. L. GALYEAN, J. D. et al. Effects of dietary *Aspergillusoryzae* extract containing α -amylase activity on performance and carcass characteristics of finishing beef cattle. **J. Anim. Sci.** 85:802-811, 2014.
- WENDAHOON, C. N.; SAKAGUCHI, M. Inhibition of amino Acid Decarboxylase Activity of *Enterobacter aerogenes* by Active Components in Spices. **Journal of Food Protection**, v. 58, p. 280-283, 1995.

CAPITULO II

Rações com níveis crescentes de energia associadas com blend de óleos essenciais e amilase ou monensina para bovinos nelore confinados: desempenho, características de carcaça e morfometria ruminal e cecal