

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 CARCAÇA 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 Monensin (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
FDNpe	Fibra em detergente neutro efetivo
GAOL	Ganho de área de olho de lombo
GC	Ganho de carcaça
GECS	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, arração 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) sumarizaram 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 semelhantes 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 avaliado vacas em lactação suplementadas com 2g/dia de produto Crina® Ruminants, não foi observado alteração na produção de leite, contudo, houve maior concentração de lactose quando os animais consumiram esse produto (BENCHAAAR 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 consequentemente, 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 consequentemente, 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 α e propionato.

Por outro lado, Dilozenzo 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.
- BENCHAAAR, 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.
- BENCHAAAR, C.; PETIT, H.V.; BERTHIAUME, R.; OUELLET, D.; CHIQUETTE, J.; CHOUINARD, P. Y. Effects of essential oils on digestion, ruminal fermentation, rumen microbiol 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.
- LEMOSQUET, 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 Delaware 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 enviromental benefits of ionophoros 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.
- WENDAKOON, 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

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

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.

Rations with increasing energy levels associated with crina® ruminants and ronozyme™ rumistar or monensin additives for nelore cattle in feedlot: performance, carcass characteristics and ruminal and cecal morphometry

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 Nelore 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 Monensin (Rumensin, Elanco, Indianópolis, 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

1. INTRODUÇÃO

O amido é um composto oriundo da reserva das plantas, e está presente nas raízes, folhas, colmos e sementes. Os principais polímeros de glicose que dão origem ao amido são amilose e a amilopectina (TESTER; KARKALAS, 2002). O amido está presente na composição nas dietas dos bovinos e tem uma grande importância para a nutrição dos ruminantes em função dos vários fatores, dentre eles, o melhor desempenho produtivo do animal.

O uso de grãos na alimentação e a forma em que é processado e fornecido para o animal, promove um aumento da degradação do amido no rúmen, aumentando a disponibilidade no aporte de energia de rápida fermentação no rúmen, maximizando a produção de proteína microbiana e de ácidos graxos voláteis totais, segundo Nocek e Tamminga (1991). Porém, efeitos negativos podem ocorrer quando há uma maior disponibilidade do amido no rúmen, como uma redução na digestibilidade de carboidratos fibrosos e distúrbios metabólicos (MC CARTHY et al., 2015).

O uso de grandes quantidades de amido quando associados com um manejo correto da dieta e com o uso de aditivos alimentares, é fundamental no controle de distúrbios metabólicos, como acidose e timpanismo (CHENG et al., 1998).

O uso de aditivos em dietas de bovinos em confinamento promove melhorias no aproveitamento dos alimentos da dieta e beneficia a saúde e o metabolismo dos animais. Dietas contendo altas quantidades de amido promovem alta produção de ácidos graxos de cadeia curta no rúmen, o que provoca a queda do pH, onde o uso de aditivos é essencial no controle de baixos valores de pH ruminal e na maximização do uso dos nutrientes da dieta pelo animal (REIS et al., 2011).

O uso de aditivos para ruminantes passou por algumas mudanças após a união europeia restringir a utilização de antibióticos e promotores de crescimento (REGULAMENTAÇÃO 1831/2003/EC), tendo em vista que a resistência de humanos aos antibióticos teria influência pelo uso contínuo na alimentação animal (GUSTAFSON; BOWEN, 1997). Com base nesta problemática, impulsionou a criação de alternativas de aditivos naturais que tragam melhorias no desempenho animal e que não tragam risco para a produção, seja carne ou leite.

Uma alternativa natural como forma de aditivo, estão os óleos essenciais, por atuarem como promotores de crescimento quando adicionados em dietas para alimentação animal

(GIANNENNAS et al., 2011). Também, 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). Estudos em ensaios “*in vitro*”, mostram que o uso de uma mistura de óleos essenciais (CRINA® Ruminants DSM Nutritional Products Ltd., Suíça) apresentaram uma diminuição na degradação da proteína no rúmen, principalmente na desaminação de aminoácidos (MCINTOSH et al., 2003; CASTILLEJOS et al., 2006). Em outro estudo com uso do mesmo aditivo combinado com amilase, foi observado uma redução na concentração de N-NH₃ (MOLERO et al., 2004; NEWBOLD et al., 2004; YANG et al., 2010; GERACI et al., 2012; MESCHIATTI et al., 2016).

Diante disso, buscou-se neste estudo avaliar diferentes níveis de amido em dietas de terminação para bovinos confinados associados com diferentes aditivos alimentares, sendo um blend de óleos essenciais Crina® Ruminants + amilase Ronozyme™ Rumistar, com o intuito de maximizar o desempenho e reduzir os impactos metabólicos no rúmen causados pelas dietas de confinamento.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Animais e local do experimento

O estudo foi conduzido nas instalações do confinamento do Centro de Inovação e Ciência Aplicada de Ruminantes da DSM/Tortuga - I&AS *Beef Center* (Fazenda Caçadinha, Rio Brillhante, Mato Grosso do Sul, Brasil), com 210 bovinos machos, não castrados, da raça Nelore (Peso vivo inicial $\pm$ 375 kg), recriados em sistema de pastejo contínuo. Os animais foram alocados aleatoriamente em 30 baias, com 120m² de área, bebedouros e cochos coletivos (50 cm linear/animal – 5 metros lineares de cocho/baia). O tempo do período experimental foi de 89 dias.

2.2 Delineamento experimental

O delineamento experimental foi realizado em blocos inteiramente casualizados em esquema fatorial 3 x 2 sendo os fatores: 3 níveis de amido (25%, 35% e 45%) e 2 aditivos alimentares (óleos essenciais + amilase ou monensina sódica), perfazendo os seguintes tratamentos:

Tratamento 1: Dieta com 25% de amido + monensina; Tratamento 2: Dieta com 25% de amido + Óleos essenciais e amilase; Tratamento 3: Dieta com 35% de amido + monensina; Tratamento 4: Dieta com 35% de amido + Óleos essenciais e amilase; Tratamento 5: Dieta com 45% de amido + monensina; Tratamento 6: Dieta com 45% de amido + Óleos essenciais e amilase. Cada tratamento conteve 5 repetições (baia como unidade experimental), onde foram alocados 7 animais/baia (30 baias utilizadas).

A monensina sódica (Rumensin, Elanco, Indianápolis, São Paulo, Brasil) utilizada foi incluída na dieta na dose de 26 ppm. A mistura de óleos essenciais (CRINA RUMINANTS; DSM Produtos nutricionais, Basel, Suíça) que contém timol, eugenol, limoneno e vanilina (McIntosh et al., 2003), e a enzima exógena α -amilase (RONOZYME RUMISTAR; DSM Produtos nutricionais, Basel, Suíça) foram adicionadas na dieta na dose de 90 mg/kg da matéria seca, 560 mg/kg da matéria seca, respectivamente.

2.3 Manejo, arraçãoamento e cuidados com os animais

O programa de recebimento dos animais consistiu em pesagem, vermifugação e vacinação conforme calendário profilático anual. Os animais foram submetidos a um período de pré-adaptação de 10 dias com o objetivo de uniformizar a população ruminal dos mesmos e adaptar às instalações e ao manejo. As dietas foram formuladas segundo o sistema LRNS (*Large Ruminant Nutrition System*, aoac), nível 2, atendendo as exigências nutricionais, e esperando-se ganhos de peso diários entre 1,500 e 1,700 kg/dia/animal. O arraçãoamento foi feito uma vez ao dia às 08:00 horas e as baias contiam água constante nos bebedouros automáticos. As dietas experimentais foram compostas por bagaço de cana-de-açúcar *in natura*, milho grão moído, casca de soja, caroço de algodão, farelo de soja, núcleo mineral-vitamínico, ureia e aditivos. Ao longo do período experimental foram feitas amostragens semanais das rações para a análise química de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), e matéria mineral (MM) segundo AOAC (2005), e fibra em detergente neutro (FDN) segundo Van Soest et al. (1991). O manejo do período de adaptação dos animais à dieta de terminação foi da seguinte forma: protocolo de adaptação de 14 dias, sendo duas dietas contendo 65 e 75% de concentrado, fornecidas por sete dias cada uma (Tabela 1).

2.4 Manejo da ingestão dos animais

As rações foram fornecidas *ad libitum* e submetidas a ajustes de quantidade diariamente, com base na quantidade de sobra nos cochos antes da refeição às 8:00 horas, a qual foi mantida em 10% da quantidade oferecida durante o período de adaptação e ajustada para 5% na terminação. O consumo foi medido para cada baia por meio da pesagem do alimento fornecido diariamente e da pesagem da sobra antes do trato da manhã seguinte, 24 horas após o fornecimento. Assim, com as diferenças entre o oferecido e a sobra, foi calculado o consumo de matéria natural. A determinação da matéria seca da ração total foi efetuada todos os dias por meio de aparelho micro-ondas ou Koster, para então se obter a ingestão de matéria seca diária média para cada baia, a qual foi expressa em quilos e em porcentagem do peso vivo.

2.5 Comportamento ingestivo

Os animais foram submetidos a uma observação para avaliação do comportamento ingestivo a cada 5 minutos, em um período de 24 horas no 71º dia experimental, seguindo a metodologia de Johnson e Combs (1991). Em cada período de observação foram coletadas amostras das rações fornecidas e das sobras após 24 horas, as quais foram congeladas e posteriormente, por meio de análises químicas de matéria seca (AOAC, 2005) e fibra em detergente neutro (adaptado de VAN SOEST, 1991), foi determinada a quantidade ingerida desses nutrientes pelos animais. As taxas de alimentação da matéria seca e da fibra em detergente neutro, assim como as taxas de ruminação da matéria seca e da fibra em detergente neutro, tempo de alimentação por refeição e ingestão de matéria seca por refeição foram calculadas por método descrito por Carvalho *et al.* (2006).

2.6 Avaliação da seleção de ingredientes usando-se o Penn State Particle Separator (PSPS)

No dia da observação de comportamento ingestivo, 71º dia experimental, foram coletadas amostras da dieta total logo após o fornecimento e das sobras das 30 baias no dia subsequente para se determinar a distribuição das partículas usando-se a PSPS (Nasco, Fort Atkinson, WI, EUA) como descrito por Heinrichs e Kononoff (1996), para analisar a extensão da seleção, expressa em forma de índice de preferência conforme descrito por Heinrichs e Kononoff (1996). As frações da matéria natural das amostras retidas em cada peneira e na caixa sólida foram pesadas, e assim,

determinou-se a distribuição das partículas das rações fornecidas conforme o tamanho. O índice de preferência foi calculado para cada porção retida em cada peneira. Índices de seleção menores, maiores ou iguais a 1 indicam seleção contra, a favor ou ausência de seleção, respectivamente. Para cada caixa foi calculado um índice independente das outras caixas (LEONARDI; ARMENTANO, 2003).

2.7 Desempenho produtivo

Para o desempenho produtivo dos animais foi determinado o peso vivo (pesagens no início, aos 30 dias e final do período experimental; em jejum de sólidos e hídrico, apenas na última pesagem), ganho de peso médio diário, conversão alimentar (relação do consumo de matéria seca total pelo ganho de peso vivo total) e a eficiência alimentar (kg de ganho de peso/kg de matéria seca ingerida). O tempo previsto do estudo foi de 90 dias, onde se buscou abater os animais em frigorífico comercial com peso vivo final médio de 530 kg.

2.8 Energia líquida de ganho

Para estimar a energia líquida de ganho observada das dietas foram utilizados os dados de peso corporal médio, ganho de peso diário e ingestão de matéria seca, utilizando a metodologia de Zinn e Shen (1998). As exigências de energia líquida de ganho e de manutenção dos animais foram calculadas seguindo metodologia do NRC (1984) e Lofgreen e Garrett (1968) com base no ganho de peso diário, ingestão de matéria seca e peso metabólico. A partir destes valores, a energia líquida (Mcal/kg de matéria seca) das dietas foi calculada para ganho e manutenção, conforme metodologia de Zinn e Shen (1998).

Os valores obtidos pelas equações de energia líquida de ganho foram relacionados com o valor médio da energia líquida de ganho, proporcional para cada dieta (25, 35 e 45% de amido) e aditivos avaliados, estimados pelo LRNS (FOX *et al.* 2004).

2.9 Características de carcaça

Para a avaliação da composição do ganho em função do fator peso inicial dos animais e determinação de equação de ajuste do peso vivo em função do peso de carcaça, um animal de cada bloco, foi abatido no início do período experimental como referência (n=6). Ao final do período experimental, todos os animais foram abatidos em frigorífico comercial com Inspeção Federal

obedecendo às normas e padrões do estabelecimento, e as respectivas carcaças foram levadas à câmara fria e ali permaneceram durante 24 horas.

Para as características de carcaça foram avaliados: peso de carcaça quente e rendimento de carcaça, calculado por meio do peso de carcaça quente obtido no frigorífico, dividido pelo peso vivo final obtido no confinamento. Da mesma forma, foi calculado o ganho diário de carcaça, assim como o ganho em carcaça e custo em kg para se depositar 1 kg de carcaça.

2.10 Incidência de rumenites

Após o abate e evisceração dos animais, os compartimentos do rúmen e retículo foram separados e limpos com água corrente, e classificados conforme a incidência de lesões (rumenites e hiperqueratose), seguindo a metodologia descrita por Bigham e McManus (1975), com base em uma escala de 0 (sem lesões) a 10 (lesões ulcerativas por todo o rúmen).

2.11 Morfometria do epitélio ruminal

Fragmentos da região do saco cranial do rúmen foram coletados dos seis animais abatidos no início do experimento como referência, assim como do restante que foram coletados ao final do estudo para avaliação das variáveis morfológicas macroscópicas, tais como: número médio de papilas por cm² de parede (NMP), área média das papilas (AMP), área total de superfície absorptiva por cm² de parede (ASA) e representatividade das papilas ruminais na área de superfície absorptiva (RPSA). O NMP foi mensurado em um fragmento de 1 cm² por quatro avaliadores e a AMP foi mensurada por meio de imagens digitalizadas de 12 papilas, as quais foram destacadas aleatoriamente da base e da superfície parietal dos fragmentos, pelo programa de análise de imagens UTHSCSA Image Tool (RESENDE JÚNIOR et al., 2006). A ASA foi calculada segundo a metodologia de Daniel et al (2006).

Para a realização das análises histológicas foi seguido a metodologia adaptada de Odongo et al. (2006). As amostras foram coletadas do saco ventral do epitélio ruminal e colocadas em fixador paraformaldeído tamponado 4%. Depois de preparada as lâminas, estas foram analisadas pelo “Analisador de Imagens Leica Qwin”, do microscópio eletrônico de luz Leica. As mensurações histológicas realizadas foram: altura, largura e área das papilas, assim como a espessura de queratina do epitélio das papilas ruminais. As mensurações foram realizadas por

animal, em 10% do total de papilas por cm², as quais foram escolhidas aleatoriamente. O valor final para cada variável foi a média das papilas mensuradas. Para a determinação do índice mitótico foram marcados os núcleos de 2 mil células da camada basal do epitélio ruminal, e dentre estes foi contabilizado quantos apresentam figuras em mitose. Assim, foi determinada a proporção de células em mitose na camada basal do epitélio ruminal. Para a mensuração das variáveis histológicas, foram utilizados 3 animais por baía (n =90).

2.12 Incidência de lesões e morfometria do ceco

O epitélio cecal foi classificado conforme a incidência de lesões e outras anormalidades de acordo com metodologia adaptada por Pereira et al. (2019). Amostras da região central do ceco foram coletadas e passaram por processo histológico de rotina em que foram analisadas: profundidade das criptas e quantidade de células secretoras de muco utilizando-se o analisador de imagens Leica Qwin contido no microscópio eletrônico de luz Leica Image-Pro Plus versão 1.0.0.1.

2.13 Determinação da força de cisalhamento e perdas por cocção

Para as análises de qualidade de carne, as amostras foram retiradas na medida de 2,54 cm da porção distal do músculo *Longissimos dorsi* (contra filé), entre a 11° e 13° costela, de 3 animais por baía. As amostras foram embaladas a vácuo e congeladas a -20°C para posteriores análises.

As análises foram realizadas no Laboratório de Tecnologia dos Produtos de Origem Animal do Departamento de Economia, Sociologia e Tecnologia – Faculdade de Ciências Agronômicas da UNESP – Botucatu. Para a análise de força de cisalhamento, as amostras foram descongeladas e processadas de acordo com a *American Meat Science Association* (AMSA, 1995) e Wheeler et al. (1997) utilizando um equipamento *Warner - Bratzler shear force* para determinação da força de cisalhamento. A força de cisalhamento de cada amostra foi considerada como a média das 6 a 8 repetições (cilindros). Para análise de perdas por cocção, foi utilizada metodologia descrita por Honikel (1998).

2.14 Determinação objetiva da cor da carne de bovinos

As amostras foram deixadas expostas ao ambiente por 20 minutos para determinação da cor objetiva utilizando o sistema CIELab (CIE, 1986), onde L^* é o croma associado à luminosidade ($L^*=0$ preto, 100 branco), a^* é o croma que varia do verde (-) ao vermelho (+), e b^* , que varia do azul (-) ao amarelo (+). A medida da cor foi realizada em três pontos distintos da amostra, utilizando um espectrofotômetro modelo CM2500d (Konica Minolta Brasil, São Paulo, Brasil), com iluminante padrão D65, ângulo de observação de 10° e abertura do obturador de 30mm. Os valores de cor foram considerados como a média das três leituras.

2.15 Determinação da Composição centesimal da carne de bovinos

Para a avaliação da composição centesimal da carne foram utilizadas amostras de carne *in natura* referentes ao músculo *Longissimos dorsi*, descongeladas na véspera da análise em geladeira de 2 – 5°C. A umidade foi avaliada seguindo o método 39.1.02 da A.O.A.C. (2007), e a proteína, empregado o método de Kjeldahl-micro, 39.1.19 da A.O.A.C. (2007) para determinação do nitrogênio total. A proteína foi calculada em função dos teores de nitrogênio total, multiplicado pelo fator 6,25 e o extrato etéreo determinado segundo A.O.A.C., (2007), item 39.1.05. O resíduo mineral fixo foi determinado segundo o método recomendado pela A.O.A.C. (2007), item 39.1.09.

3. FORMA DE ANÁLISE DOS DADOS

O delineamento experimental foi em um delineamento blocos casualizados, em função do peso vivo inicial, em que as baias foram consideradas as unidades experimentais para todas as variáveis deste estudo. Foram realizados testes de normalidade dos resíduos e de heterogeneidade de variâncias antes de se proceder a análise de variância, e quando necessário, os dados foram transformados. O efeito dos tratamentos foi considerado como fixo. Os tratamentos foram arrançados em esquema fatorial 3 x 2, com três níveis de amido (25, 35 e 45%) e dois aditivos (monensina e óleos essenciais + amilase). O efeito de interação entre os fatores estudados também foi considerado como fixo no modelo. Por outro lado, o efeito do bloco foi considerado aleatório. Os dados deste estudo foram analisados pelo PROC MIXED do SAS (2003), sendo o teste de significância.

4. RESULTADOS

4.1. Desempenho produtivo e amido fecal

Os dados de desempenho mostraram que houve interação entre níveis de amido e tipos de aditivo para as variáveis peso vivo 30 dias (PV30) ($P < 0,01$), peso vivo final (PVF) ($P < 0,04$), ganho de peso diário 30 dias (GMD30) ($P < 0,01$), ganho de peso diário (GMD) ($P < 0,02$), ingestão de matéria seca 30 dias (IMS30) ($P < 0,01$), ingestão de matérias seca (IMS) ($P < 0,02$), ingestão de matéria seca por % de peso vivo 30 dias (IMS%PV30) ($P < 0,01$) e ingestão de matéria seca por % de peso vivo (IMS%PV) ($P < 0,05$). O tratamento Crina 45% obteve os maiores valores encontrados quanto as variáveis PV30 e GMD30, já o tratamento Crina 35% apresentou maiores valores para PVF, GMD, IMS30, IMS, IMS%PV30 e IMS%PV (Tabela 1).

Não foi observado diferença significativa ($P > 0,05$) entre os tratamentos para as variáveis conversão alimentar 30 dias (CA30) e eficiência alimentar 30 dias (EA30). Já para as variáveis conversão alimentar (CA) e eficiência alimentar (EA) houve diferença ($P < 0,05$) para os tipos de aditivos e também para os níveis de amido com efeito linear crescente ($P < 0,05$), com melhores valores encontrados para o aditivo monensina (MON) comparado com o Crina (CR) e, melhores resultados encontrados para a MON com nível de 25% de amido (Tabela 1).

Houve diferença para aditivo ($P < 0,05$) e efeito quadrático ($P < 0,0001$) para níveis de amido para a variável amido fecal, onde o tratamento com uso de MON apresentou os valores mais baixos de amido nas fezes (Tabela 1).

4.2. Características de carcaça

Para os dados das características de carcaça, houve interação entre aditivos e níveis de amido para as variáveis peso de carcaça quente final (PCQF) ($P < 0,01$), ganho de peso de carcaça quente (GPCQ) ($P < 0,01$), eficiência de ganho de carcaça (EGC) ($P < 0,01$), eficiência biológica (EB) ($P < 0,01$), marmoreio final (MF) ($P < 0,04$), espessura de gordura subcutânea final (EGSF) ($P < 0,01$) e ganho de espessura de gordura subcutânea na P8 (GEGSP8) ($P < 0,01$). Para as variáveis PCQF e GPCQ os tratamentos com CR 25 e 35% de amido obteve os melhores resultados. Já para variáveis EGC, EB, MF, EGSF e GESGP8, o tratamento com MON 25% de amido apresentou os melhores resultados (Tabela 2).

Houve diferença entre os níveis de amido com efeito linear decrescente ($P < 0.01$) para rendimento de carcaça (RC), ($P < 0.05$) ganho de carcaça (GC), ($P < 0.01$) P8 final (P8F), ($P < 0.03$) ganho de área de olho de lombo (GAOL) e ($P < 0.01$) ganho de gordura subcutânea na P8 (GGSP8). Também foi encontrado diferença ($P < 0.01$) para tipos de aditivo, onde, o CR obteve os melhores resultados para as variáveis RC e GC, como também, para os níveis de amido. Para GAOL houve diferença ($P < 0.01$) para o aditivo CR e níveis de amido, onde se mostrou com os melhores resultados. As variáveis P8F e GGSP8 obtiveram melhores resultados para os níveis de amido nos tratamentos com CR. Houve diferença ($P < 0.02$) para AOLF nos tratamentos com o uso do aditivo CR (Tabela 2).

4.3. Cor e composição química da carne

Houve diferença para níveis de amido com efeito quadrático ($P < 0.0038$) para perdas por cocção (PCC) e ($P < 0.0186$) umidade (UMI), sendo valores mais baixos encontrados nos níveis de 25 e 45% de amido com uso de CR e 25% de amido associado com MON para PCC. Para a variável UMI, maiores valores foram encontrados com CR 25 e 45% e MON 45% de amido. Não foi encontrado diferença ($P > 0.05$) para chroma L (CRL), chroma A (CRA), chroma B (CRB), pH, marmoreio (MMR), força de cisalhamento (FC), matéria mineral (MM) e proteína (PB) (Tabela 3).

4.4. Comportamento ingestivo

Para os dados de comportamento ingestivo, houve interação entre aditivo e níveis de amido para eficiência alimentar (EA), tempo de refeição (TRF), tempo em ócio (TO) e peneira média (PM). Maiores valores foram encontrados para EA ($P < 0.04$) no tratamento com uso de MON 45%, TRF ($P < 0.02$) MON 35%, TO ($P < 0.02$) MON 25% e PM para Crina 25% de amido, respectivamente. Houve efeito quadrático para níveis de amido na variável consumo de matéria seca (CMS) e linear para tempo em alimentação de FDN (TAFDN), taxa de ruminação da FDN (TRFDN), consumo de matéria seca por refeição (CMSR), tempo alimentando (TA), idas ao cocho (IC) e taxa de consumo de FDN (TCFDN). As variáveis CMS, tempo ruminando (TR), TO e CFDN apresentaram diferença para tipos de aditivo. Não foi observado diferença ($P > 0.05$) para as variáveis tempo em ruminação da matéria seca (TRMS) e idas ao bebedouro (IB). Foi observado diferença para as variáveis de seletividade de peneiras quanto aos níveis de amido para peneira longa (PL), peneira curta (PC) e peneira fina (PFI), com maiores valores encontrados nos

tratamentos CR 25% ($P < 0.01$), CR 25% ($P < 0.001$) e MON 35% de amido ($P < 0.03$), respectivamente. Não foi observado diferença ($P > 0.05$) para tempo em ruminação da matéria seca (TRMS) e idas ao bebedouro (IB) (Tabela 4).

Os tratamentos com uso do aditivo CR apresentaram maiores valores para CMS ($P < 0.0001$), TR ($P < 0.001$) e CFDN ($P < 0.0001$). Foi observado maiores CMS ($P < 0.002$), TAFDN ($P < 0.0001$), TRFDN ($P < 0.001$), CMSR ($P < 0.001$), TA ($P < 0.002$), IC ($P < 0.001$) e CFDN ($P < 0.0001$) para níveis de amido dos tratamentos CR 35%, MON 45%, CR 45%, MON 25%, CR 35%, CR 35% e CR 25% de amido, respectivamente (Tabela 4).

4.5. Morfometrias do rúmen e ceco

Houve efeito quadrático ($P < 0.03$) nos níveis de amido para escore de rumenite (ER), onde o tratamento MON 25% de amido apresentou o menor escore. Houve diferença significativa para tipos de aditivo nas variáveis área de superfície absorviva (ASB), área de papila (ASA), altura de papila (AP), escore de lesão de ceco (ELC), cripta/enterócitos (CE) e célula de goblet. Os tratamentos CR 35, 25 e 25% de amido apresentaram maior ASB ($P < 0.05$), ASA ($P < 0.01$) e AP ($P < 0.03$), respectivamente. Menores valores de ELC ($P < 0.02$), CP ($P < 0.01$) e CG ($P < 0.02$) foram encontrados para o tratamento CR 25% de amido, respectivamente. As demais variáveis presentes na tabela, não apresentaram diferença ($P > 0.05$) (Tabela 5).

5. DISCUSSÃO

5.1. Desempenho produtivo e amido fecal

Os maiores ganhos de PVF, GMD foram encontrados no tratamento CR 35%, que também apresentou maior IMS, porém, os resultados para CA e EA apresentaram-se mais satisfatórios com o uso de MON em seus diferentes níveis de amido quando comparados com os tratamentos com uso de CR. Esses resultados podem estar associados com a alteração no padrão de fermentação de ácidos graxos no rúmen, que modifica a relação entre acetato e propionato causado pelo uso de OE associado com AM. Tricarico et al., (2014) relataram um aumento na IMS com uso de AM devido a alteração na proporção molar do butirato e propionato, como também, uma redução do lactato no rúmen.

O aditivo CR contém propriedades semelhantes aos ionóforos em selecionar microrganismos no rúmen, favorecendo a fermentação ruminal, onde, junto com a α -amilase associada ao óleo essencial, proporciona uma melhor quebra das ligações glicosídicas presente no amido contido que servirá de substrato para o aumento do número de bactérias necessárias para degradar mais amido ingerido pelo animal. Isso, pode resultar em maior taxa de passagem e consequentemente, em maior IMS, o que foi observado nos tratamentos contendo CR. Porém, esse aumento de CMS mesmo resultando em maior ganho de peso, apresentou uma eficiência inferior aos tratamentos com uso de MON.

Esse maior consumo também pode ser atribuído a palatabilidade do OE utilizado, favorecendo a maior aceitação do dieta pelo animal. Alguns OE tem seus compostos ativos em função das plantas extraídas, que também, em sua variação, pode decrescer, ser neutro ou melhorar a palatabilidade das dietas (CALSAMIGLIA et al., 2007; YANG et al., 2010). O uso de blend de OE melhorou o padrão de fermentação com aumento da concentração de propionato, melhora na digestibilidade da fibra e menor produção de metano (CH₄) em trabalho in vitro (LI et. al., 2013).

Meschiatti et. al, (2019) trabalharam com 300 bovinos de corte nelore terminados em confinamento com dieta contendo 55% de amido associado com uso de blend de óleos essenciais + α -amilase exógena (Crina® Ruminants e RONOZYME RumiStar™), encontraram maior CMS com uso desse aditivo quando comparados com tratamento contendo apenas óleos essenciais ou monensina. Meyer et. al. (2009) em um estudo com bovinos de corte em terminação e uso de um blend de óleos essenciais, não encontraram diferença no CMS quando comparado com tratamento sem uso de aditivo.

Silva et. al., (2019), encontraram maior IMS e GMD com uso de óleos funcionais (OF) contra diferentes dosagens de MON ou MON + Virginiamicina (VM), mas não encontraram diferença para PFV e CA, em dietas contendo 54,5% de amido na terminação de bovinos em confinamento. Wang et. al. (2020) trabalharam com bovinos cruzados terminados em confinamento com uso de OE contra MON + Tilosina, e não encontraram diferença para as variáveis PCF, CMS, GMD e CA.

Gouvêa et. al. (2019) encontraram maior IMS quando utilizaram OE + α -amilase exógena (Crina® Ruminants e RONOZYME RumiStar™) comparado com MON, em bovinos terminados com 54% de amido na dieta. Benchaar et al. (2007) ao trabalharem com vacas em lactação com

uso de uma mistura de óleos essenciais (0,75 g/d; Crina Ruminantes), não encontraram diferença na IMS. Uma redução de 7% foi encontrada no IMS quando 1 g/d de mistura de óleos essenciais (Crina® Ruminants) foi adicionado na dieta, como também, não foi observado diferença na produção de leite (TASSOUL E SHAVER, 2009).

Duffield et al. (2012) em uma meta-análise, mostraram que o uso de monensina reduziu a IMS em 3% e conseguiu melhorar a eficiência alimentar em 2,5% à 3,5 % para bovinos de corte terminados em confinamento. Neste estudo, também apresentou bons resultados de eficiência alimentar com o uso de MON em diferentes níveis de amido quando comparado com os tratamentos com uso de CR.

A literatura mostra diferentes resultados quanto a IMS com uso de OE, que se atribui aos fatores como os diferentes tipos de dieta fornecido para os animais, raça sexo, idade, aptidão, sistemas de produção e outros fatores. Também, cada tipo de OE utilizado para formar um blend, irá desempenhar um papel diferente no rúmen do animal.

Os resultados de AF se mostraram menores para os tratamentos com uso de MON quando comparados com CR, com valor mais baixo encontrado no tratamento MON 25% de amido. Isto pode estar atribuído a menor quantidade de amido contido neste tratamento e associado com a eficiência da ação deste aditivo em conseguir quebrar os grânulos de amido em moléculas menores e tornar os substratos mais disponíveis para o aproveitamento e multiplicação das bactérias do rúmen, evitando assim, as perdas de amido nas fezes. Também, associasse esse resultado ao menor CMS, onde a taxa de passagem é reduzida e o alimento fica mais tempo no rúmen para ser aproveitado.

Duval et al. (2007), relataram que o tipo de BEO utilizado irá influenciar a forma de ação no grânulo de amido que será reduzido em partes menores para ser colonizado pelas bactérias do rúmen e serem melhor aproveitadas pelas mesmas. O que neste estudo, foi visto que o BEO em teste não melhorou o aproveitamento do amido dietético. Meschiatti et. al, (2019) encontraram uma tendência ($P=0.06$) nos dados de AF ao utilizar BOE + AM (Crina® Ruminants e RONOZYME RumiStar™) comparados com MON, com valor mais baixo para o tratamento com uso de MON. Toseti et. al (2020) não encontraram diferença com uso BOE + AM (Crina® Ruminants e RONOZYME RumiStar™) para AF quando comparado com MON.

5.2. Características de carcaça

Maiores PCQF e GPCC foram observados no tratamento com o uso do aditivo CR 35% de amido. Porém, EGC e EB obtiveram melhores desempenhos ao utilizar a MON 25% de amido.

Animais que são abatidos mais pesados, tendem a apresentarem maiores ganhos de PCQF e GPCC que também, será influenciado pelo tipo de dieta utilizado e associados ao uso de aditivos. Os dados de RC e GC maiores para os tratamentos com CR, podem ser explicados em função da ação deste aditivo em modular a fermentação ruminal e também, por resultar em maior IMS, promovendo uma maior quantidade de nutrientes disponíveis para serem aproveitados pelo animal e serem convertidos em deposição de carcaça. Por ser capaz de modular a fermentação ruminal, esses maiores rendimentos podem estar relacionados com uma maior produção de propionato no rúmen, que é um AGCC precursor de glicose nos ruminantes.

Vários compostos ativos presentes nos óleos essenciais como carvacrol, timol, alicina e pineno possuem atividade microbiana para afetar as bactérias gram-positivas e gram-negativas a (BENCHAAAR & GREATHEAD, 2011). Devido os óleos essenciais serem capazes de modular a microbiota do rúmen, conseqüentemente, afetam diretamente a degradação de proteínas e produção de ácidos graxos de cadeia curta (CARDOZO et al., 2005).

Meschiatti et. al, (2019) encontraram maior PCCF com 277 kg, mas não foi observado diferença significativa para RC ao utilizar blend de óleos essenciais + α -amilase exógena (Crina® Ruminants e RONOZYME RumiStar™) na terminação de bovinos de corte em confinamento com dieta contendo 55% de amido. Toseti et. al (2020) encontraram maior PCCF com bovinos nelore terminados com 41% de amido na dieta e uso de blend de OE + α -amilase exógena (Crina® Ruminants e RONOZYME RumiStar™), mas não observaram diferença para RC. Souza et. al. (2019) ao trabalharem com bovinos terminados em confinamento com uso 4g/dia/animal de blend de OE, não encontraram diferença para PCCF e RC.

Tricarico et al. (2014) encontraram efeito quadrático no aumento de PCCF em bovinos terminados com dietas suplementadas com α -amilase, que atribuiu esses resultados devido à melhoria na proporção molar de acetato e propionato e diminuição de lactato, que aumenta a IMS. Meyer et al. (2009) não encontraram diferença para PCCF e RC quando avaliaram diferentes tipos de OE em dieta com 82,5% de milho para bovinos de corte terminados em confinamento.

O aditivo CR e seus níveis de amido obtiveram os maiores ganhos de AOL e GAOL, que podem ser atribuídos devido um reflexo de maiores valores de ganho de PVF e RC encontrados nesses tratamentos, onde, maior deposição de carcaça reflete em produção de tecido muscular no animal, que é avaliada por essa variável de forma in vivo ou após o animal ser abatido.

Os tratamentos CR 35 e 45% e MON 25% obtiveram resultados semelhantes para MF, EGSF e GEGS. Já a P8F e GGSP8 apresentaram melhores resultados para MON 25%. Resultados que mostram uma variação quanto aos níveis de amido associados com ambos aditivos e seus níveis em que melhor promovem mais tecido adiposo para a carne do animal, que resulta em melhor acabamento de carcaça. Visto a eficiência em conseguir modular a fermentação ruminal e produzir mais propionato, fazendo com que mais glicose chegue aos adipócitos do animal e seja produzida mais gordura de acabamento quando o animal chega na sua fase de maturidade.

Toseti et. al (2020) trabalharam com bovinos nelore terminados com 41% de amido na dieta e uso de blend de OE + α -amilase exógena (Crina® Ruminants e RONOZYME RumiStar™) e não encontraram diferença significativa quanto AOL e EGSF, quando comparado com tratamento MON. Gouvêa et. al. (2019) não encontraram diferença para RC, AOL e EGSF quando utilizaram OE + α -amilase exógena (Crina® Ruminants e RONOZYME RumiStar™) comparado com MON, em bovinos terminados com 54% de amido na dieta.

Meschiatti et. al, (2019) não observaram diferença para AOL e EGSF ao utilizar blend de óleos essenciais + α -amilase exógena (Crina® Ruminants e RONOZYME RumiStar™) na terminação de bovinos de corte em confinamento com dieta contendo 55% de amido, quando comparados com tratamento com uso de MON. Ornaghi et. al. (2017) ao trabalharem com diferentes tipos e dosagens de OE em deita contendo 79% de milho na terminação de bovinos, não encontraram diferença para EGSF, AOL e MF quando comparado com controle sem uso de aditivo.

5.3. Cor e características da carne

Para os dados de qualidade da carne, foram observados maiores PCC para CR 25 e 35% e, CR 25 e 45% para UMI quanto ao níveis de amido. As demais variáveis de qualidade não foram influenciadas com o uso dos aditivos e níveis de amido utilizados, onde, valores encontrados neste

experimento estão dentro do considerado normais pela literatura de acordo com (TOSETI et. al 2020).

As PCC estão relacionadas com a gordura intramuscular da carne, que atuaram de forma positiva sobre a capacidade de retenção de água, evitando as perdas de líquidos após o cozimento (Roça, 2000). O tempo de maturação da carne também está ligado a baixa perda de água, devido um ligeiro aumento do pH e a alteração de íons divalentes em monovalentes (ROÇA, 2009).

Rivaroli et al. (2016) não observaram diferença na cor da carne para bovinos de corte terminados com BOE (eugenol, cravo, vanilina, timol e alecrim) quando adicionado na dieta. Resultados semelhantes também foram encontrados para estas variáveis quando o mesmo BOE foi utilizado na dieta (MONTESCHIO et al. 2017). De modo geral, em média os valores encontrados para PCC em carne bovina variam entre 20 e 28% (Prado et al., 2014; Rivaroli et al., 2016), resultados dentro da média encontrados neste trabalho.

Toseti et. al (2020) ao trabalharem com BOE + AM (Crina® Ruminants e RONOZYME RumiStar™), não observaram diferença para PCC, pH, FC, CRA e CRB, apenas CRL obteve diferença com uso do BOE comparado com MON. Rivaroli et. al. (2020), avaliaram dosagens de BOE em bovinos terminados em confinamento e não encontraram diferença para pH, PCC e composição química da carne.

Wang et. al (2020), ao trabalharem com combinações de OE comparados com MON + tilosina em bovinos terminados em confinamento com 46% de amido na dieta, não encontraram diferença para pH, CRL, CRA, CRB e PCC, mas encontraram menor UMI para o tratamento com uso de OE. Silva et. al., (2019), não encontraram diferença para as variáveis de Chroma, pH, PCC e FC quando testaram OF contra diferentes dosagens de MON ou MON + VM. Pukrop et. al. (2019) trabalhando com bovinos cruzados terminados em confinamento com uso de OE contra tilosina, não encontraram diferença para as variáveis PCC e FC.

5.4. Comportamento ingestivo

Os dados do comportamento ingestivo para bovinos terminados em confinamento com uso de OE adicionados na dieta são escassos na literatura (ORNAGHI et al., 2017; SILVA et al., 2014; SOUZA et al., 2019). Nesse estudo, a maioria dos resultados obteve influência dos níveis de amido nas variáveis observadas. Os animais dos tratamentos CR 45% e MON 45% ficaram mais tempo

consumindo FDN e obtiverem maior TRFDN, possivelmente, atribuindo-se a maior quantidade de concentrado ingerida e a necessidade de fibra pelo animal, fazendo com que o consumo de ingrediente mais fibroso seja também mais consumido e resultando em maior tempo para ser ruminado.

Também, observou-se que a MON 45% foi um número menor de vezes ao cocho e permaneceram se alimentando por um menor tempo, onde a alta densidade energética faz com que o animal obtenha sua saciedade fisiológica mais rápido, como também, a ação da MON faz com que haja uma redução no consumo, onde o animal vai ao cocho com uma menor frequência e se alimenta em quantidades menores. Já os dados do CR mostraram-se maior para TA e TR, que pode estar ligado aos maiores CMS encontrados.

Os OE tem a capacidade de reduzir a degradação de proteína no rúmen, o que promove uma menor colonização de bactérias com atividade proteolítica (MARQUES et al., 2008). Esse aumento na taxa de ruminação com uso de OE possa ser positivo por reduzir mais o tamanho das partículas do alimento e aumentar a área de contato para as bactérias utilizarem seus substratos. Por outro lado, maiores tempos de ruminação para afetar a taxa de passagem do alimento e consequentemente, o CMS. Também, vale ressaltar que o bagaço de cana presente na dieta apresentava partículas longas, o que favorece para um maior tempo de ruminação pelo animal.

Souza et. al (2019) encontraram diferença na taxa de ruminação, mas não observaram efeito nas demais variáveis de comportamento ingestivo quando utilizaram BOE contra outros tipos de OE em dietas para bovinos terminados em confinamento. Tager e Krause (2011) não encontraram diferença nas variáveis de comportamento ingestivo quanto IC, TA, TR ao testarem diferentes dosagens de OE em dietas para vacas lactantes. Silva et. al. (2019) encontraram diferença significativa com valores mais altos para uso de OF e MON comparado com MON + MV na dieta para tempo de ingestão de MS, mas não foi observada diferença nas demais variáveis do comportamento ingestivo para bovinos confinados com 54,5% de amido.

Castro filho (2021) não encontraram diferenças no comportamento ingestivo em bovinos canulados com adição de BOE na dieta. Carvalho et. al. (2021) ao trabalharem com bovinos cruzados terminados em confinamento com BOE adicionados na dieta, não observaram diferença quanto ao comportamento ingestivo dos animais. Ornaghi et. al. (2017) também não encontraram diferença no comportamento ingestivo com uso de diferentes BOE e dosagens na dieta de bovinos

confinados. Melo et. al. (2020) encontraram interação apenas na classificação de peneiras quando avaliaram o comportamento ingestivo de bovinos confinados com dieta contendo 86% de concentrado associado com uso de OF vs MON ou OF + MON, tendo OF como principal efeito.

5.5. Morfometrias do rúmen e ceco

Foi observado maiores ER para ambos os tratamentos nos níveis de 35% de amido na dieta, o que mostra maiores lesões no rúmen causadas por esse tipo de dieta. Os tratamentos com uso de CR obtiveram maiores valores de AP, ELC, C/E e C/G, o que mostra que em função de maiores CMS encontrados com uso deste aditivo e com as dietas utilizadas, maior foi a produção de AGCC e consequentemente, maior desenvolvimento das papilas para absorver esses ácidos. Porém, houve um escape de AGCC do rúmen para o intestino delgado, fazendo com que seja fermentado no ceco em quantidades que causaram lesões.

Estudos com uso de OE avaliando variáveis microscópicas do rúmen e do ceco são escassos na literatura. Os parâmetros ruminais como número de papila, área e área de absorção são responsáveis absorção dos AGCC produzidos pelas bactérias do ruminais, onde também, são capazes de proteger a parede ruminal de possíveis acidificações causadas por acúmulo de AG mais forte, como o lactato (MELO et al., 2013).

Mesmo havendo diferença no ER entre os níveis de amido neste trabalho, são considerados valores baixos, onde não causaram grandes danos para a papilas do rúmen. O uso de OE pode atuar no rúmen como modulador de fermentação, selecionando bactérias produtoras de ácido láctico e proteger o rúmen de possíveis acidificações causadas por esse ácido em função altas quantidades de amido fermentados, devido a queda do pH ruminal (NAGARAJA e LECHTENBERG, 2007).

Silva et. al. (2019) ao trabalharem com bovinos confinados com 54,5% de amido na dieta e uso de OF vs dosagens de MON e MON + VM, não encontraram diferença para ER, AP, ASA, ASA% e número de papila (NP). Melo et. al. (2020) avaliaram uso de OF vs MON ou OF + MON em dietas contendo 86% de concentrado para bovinos confinados quanto as variáveis microscópicas do rúmen, e encontraram melhor desenvolvimento ruminal com uso de MON.

Pereira et. al. (2014) encontram maior ASA em bovinos confinados com alto concentrado quando foi adicionado MON na dieta, ao avaliaram a morfometria do rúmen. Estevam et. al. (2020) ao avaliarem dias de adaptação de dieta com alto concentrado contendo MON para bovinos

confinados, encontraram diferença na maioria das variáveis morfométricas do rúmen, exceto para AMP e houve tendência para largura de papila (LP). A produção de propionato no rúmen afeta diretamente o desenvolvimento das papilas e consequentemente, a morfometria dos mesmos, onde são de grande importância para a absorção de AGCC pelo animal.

Dietas com altas concentrações de amido associados com uma baixa atuação da monensina no intestino, pode levar a um maior acúmulo de ácidos orgânicos no ceco. Como também, o epitélio intestinal é mais susceptível à mudança do pH do que no rúmen, podendo ocasionar lesões no ceco (SANZ-FERNANDEZ et. al., 2020). Neste estudo, observou-se que o uso de CR mesmo obtendo maiores ELC, apresentou maiores C/E enterócitos C/G, mostrando que mesmo um aumento da acidificação no intestino causado pela dieta, o animal conseguiu produzir maiores quantidades de muco como uma forma de defesa, protegendo os enterócitos e não afetando a absorção de nutrientes no ceco. Também, maior CMS pode ter contribuído para esse aumento na acidificação no ceco devido maior quantidade de fermentação do amido. Por outro lado, o maior CMS pode ter ocasionado maior produção de AGCC que venham a desenvolver o ceco e torná-lo menos susceptível a processos inflamatórios causados pela dieta.

Os AGCC agem como uma molécula sinalizadora e reguladora de processos biológicos protegendo a saúde do intestino (KOH et al., 2016). Uma alteração na diferenciação das células de goblet, como a expressão de genes relacionados à mucina, estão associados ao aumento de acetato e propionato (VITAL et al., 2013). Mcrorie e Mckeown (2017) relataram que houve uma estimulação mecânica do epitélio intestinal em secretar muco, que atribuiu ao efeito dos AGCC no espessamento do muco. O uso de dietas com alta quantidade de amido para bovinos podem causar lesões e resposta inflamatória no ceco (ROCHA et. al, 2022).

Trabalhos relacionados ao uso de OE avaliando parâmetros morfométricos do ceco são escassos na literatura, o que evidencia a necessidade da realização de trabalhos com uso deste aditivo. A literatura mostra muitos trabalhos realizados com monogástricos avaliando parâmetros no ceco. Silvestre et. al (2022) ao trabalharem com bovinos terminados em confinamento com dietas contendo alta quantidade de concentrado, encontraram resultados de C/G semelhantes ao deste estudo.

Pereira et. al. (2020) trabalharam com deita para bovinos terminados com 86% de concentrado e contendo MON, encontraram valores abaixo para EC e CG, comparados aos

encontrados neste estudo. Rigueiro et. al. (2020) trabalhando com dieta contendo 84% de concentrado e diferentes combinações de aditivos, o uso da MON apresentou resultados abaixo para EC, CG e maiores para profundidade de cripta (PCR) e C/CG, comparados aos encontrados neste experimento.

Concentrações de AGCC e pH do rúmen provocam alterações na taxa de absorção de AGCC pelo animal (DIJKSTRA et. al. 1993; MELO et. al., 2013). Mesmo não havendo pesquisas que mostrem resultados mais detalhados de alterações celulares no ceco dos ruminantes, já é mostrado que a dieta e infusões de AG no índice mitótico influenciam no tamanho das criptas e peso da mucosa de ratos (SAKATA & ENGELHARDT, 1993; SAKATA, 1987; EDWARDS et. al. 1992; ICHIKAWA & SAKATA, 1997).

6. CONCLUSÃO

Sendo assim, o uso de CR + amilase em dietas contendo 25 e 35% de amido aumentam a produção de carcaça e, o uso de MON com 25% de amido na dieta, promovem melhores desempenhos quanto a EA, CA e características de carcaça de bovinos Nelore terminados em confinamento.

7. REFERÊNCIAS

- AMSA. Research guidelines for cookery, sensory evaluation and instrumental tenderness measurements of fresh meat. Chicago, IL: **American Meat Science Association**, 1995.
- AOAC - Association Official Analytical Chemist (**Official Methods of Analysis** (18th ed.) ed.). Gaithersburg, Maryland, USA: AOAC, 2005.
- AOAC. Official methods of analysis of AOAC international. 18th ed. Washington: **Association of Official Analytical Chemists**, 2007.
- BENCHAAAR, C. & GREATHEAD, H. Essential oils and opportunities to mitigate enteric methane emissions from ruminants. **Animal Feed Science and Technology**, 166–167, 338–355, 2011.
- BENCHAAAR, C., PETIT, H.V; BERTHIAUME, R.; OUELLET, D. R.; 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**, Champaign, v. 90, p. 886-897, 2007.
- BEVANS D.W, BEAUCHEMIN K.A, SCHWARTZKOPF-GENSWEIN KS, et al. Effect of rapid or gradual grain adaptation on subacute acidosis and feed intake by feedlot cattle. **Journal of Animal Science**, 83, 1116—1132. 2005.
- BIGHAM, M. L.; MCMANUS, W. R. Whole wheat grain feeding of lambs. Effects of roughage and wheat grain mixtures. Aust. **J. Agric. Res.**, Clayton, v. 26, p. 1053- 1062, 1975.
- CARDOZO, P.W. et al. 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. **Journal Animal Science**, 83, 2572–2579, 2005.
- CARVALHO S., RODRIGUES M.T, BRANCO M.T, et al. Comportamento ingestivo de cabras Alpinas em lactação alimentadas com dietas contendo diferentes níveis de fibra em detergente neutro proveniente da forragem. **Revista Brasileira de Zootecnia** 35, 562—568. 2006.
- CARVALHO, V. M., ÁVILA, V. A. D., BONIN, E., MATOS, A. M., PRADO, R. M., CASTILHO, R. A., SILVA, R. R., FILHO, B. A. A., 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**, 244, 104361, 2021.
- CASTRO FILHO, E. S., JÚNIOR, L. C. R., EZEQUIEL, J. M. B., SALLES, M. S. V., ALMEIDA, M. T. C., PEREZ, H. L., SUGUINO, E., CLEEF, E. H. C. B. V. Effect of thyme essential oil supplementation on feed intake, apparent digestibility, rumen fermentation, blood parameters and in vitro methane yield of Nellore cattle. **Livestock Science**, 244, 104349, 2021.
- CIE. Colorimetry (cie publications no. 15.2); colorimetric illuminants (cie soo1); colorimetric observers (cies002). 2. ed. Viena: **Central Bureau of the CIE**, 1986.

- DANIEL, J. L. P.; RESENDE JÚNIOR, J. C.; CRUZ, F. J. Participação do ruminoretículo e omaso na superfície absorptiva total do proventrículo de bovinos. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, v.43, p.688- 694, 2006.
- DIJKSTRA, J., BOER, H., BRUCHEM, J. van., BRUINING, M., TAMMINGA, S. Absorption of volatile fatty acids from rumen of lactating dairy cows as influenced by volatile fatty acid concentration, pH and rumen liquid volume, **The British Journal of Nutrition**, Cambridge, v. 69, n. 2, p. 385-396, Mar. 1993.
- DUFFIELD, T. F., J. K. MERRILL, AND R. N. Bagg. Meta-analysis of the effects of monensin in beef cattle on feed efficiency, body weight gain, and dry matter intake. **J. Anim. Sci.** 90:4583–4592, 2012.
- DUVAL, S. M., N. R. MCEWAN, R. C. GRAHAM, R. J. WALLACE, AND C. J. NEWBOLD. Effect of a blend of essential oil compounds on the colonization of starch-rich substrates by bacteria in the rumen. **J. Appl. Microbiol.** 103:2132– 2141, 2007.
- EDWARDS, C. A., WILSON, R. G., HANLON, L., EASTWOOD, M. A. Effect of the dietary fiber content of lifelong diet on colonic cellular proliferation in the rat. **Gut**, London, v. 33, p. 1076-1079, Aug. 1992.
- ESTEVAM, D. D., PEREIRA, I. C., RIGUEIRO, A. L. N., PERDIGÃO, A., DA COSTA, C. F., RIZZIERI, R. A., PEREIRA, M. C. S., MARTINS, C. L., MILLEN, D. D. AND ARRIGONI, M. D. B. Feedlot performance and rumen morphometrics of Nellore cattle adapted to high-concentrate diets over periods of 6, 9, 14 and 21 days. **Animal**, 1-10, 2020.
- FOX, D.G., TEDESCHI, L.O., TYLUTKI, T.P., et al. The Cornell Net Carbohydrate and Protein System model for evaluating herd nutrition and nutrient excretion. **Animal Feed Science and Technology**. 112:29-78. 2004.
- GOODRICH, R.D.; GARRETT, J.E.; GAST, D.R.; et al., J.C. Influence of monensin on the performance of cattle. **J. Anim. Sci.**, v. 58, p. 1484-1498, 1984.
- GOUVÊA, V.N., MESCHIATTI, M.A.P., MORAES, J.M.M., BATALHA, C.D.A., DOREA, J.R.R., ACEDO, T.S., TAMASSIA, L.F.M., OWENS, F.N., SANTOS, F.A.P. Effects of

- alternative feed additives and flint maize grain particle size on growth performance, carcass traits and nutrient digestibility of finishing beef cattle. **J. Agr. Sci.** 1–13, 2019.
- HEINRICHS J, KONONOFF P. In evaluating particle size of forages and TMRs using the Penn State Particle Size Separator. **Dairy and Animal Science**, 1—14. 1996.
- HONIKEL, K.O. Reference methods for the assessment of physical characteristics of meat. **Meat Science**, v.49, n.4, p.447-457, 1998.
- ICHIKAWA, H., SAKATA, T. Effect of L-lactic acid, short-chain fatty acids, and pH in cecal infusate on morphometric and cell kinetic parameters of rat cecum. **Digestive Diseases Sciences**, Amsterdam, v. 42, n. 8, p. 1598-1610. Aug. 1997.
- JOHNSON TR, COMBS DK. Effects of prepartum diet, inert rumen bulk, and dietary polyethylene glycol on dry matter intake of lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, 74, 933—944, 1991. **Applied Animal Science**, 36:145–156, 2020.
- KOH A, DE VADDER F.; KOVATCHEVA-DATCHARY P.; BACKHED F. From dietary fiber to host physiology: short-chain fatty acids as key bacterial metabolites. **Cell**, 165 (6):1332-45, 2016.
- LEONARDI C, ARMENTANO LE. Effect of quantity, quality, and length of alfalfa hay on selective consumption by dairy cows. **Journal of Dairy Science**, 86, 557—564. 2003.
- Li, Y. L., C. Li, K. A. Beauchemin, and W. Z. Yang. Effects of a commercial blend of essential oils and monensin in a high-grain diet containing wheat distillers' grains on in vitro fermentation. **Can. J. Anim. Sci.** 93:387–398, 2013.
- LOFGREEN GP, GARRET WN. A system for expressing net energy requirements and feed values for growing and finishing beef cattle. **Journal of Animal Science**, 27, 793—806. 1968.
- MARQUES, J.A., PINTO, A. P., NASCIMENTO, W. G. Intervalo de tempo observações para avaliação do comportamento ingestivo de tourinhos em confinamento. **Semina**, 29, 955-960, 2008.

- MCCARTHY, M. M.; YASUI, T.; RYAN, C.M.; MECHOR, G. D.; OVERTON, T.R. Performance of early lactation dairy cows as affected by dietary starch and monensin supplementation. **Journal of Dairy Science**, P. 1-16, 2015.
- MCINTOSH, F. M., P. WILLIAMS, R. LOSA, R. J. WALLACE, D. A. et al. Effects of essential oils on ruminal microorganisms and their protein metabolism. **Appl. Environ. Microbiol.** 69:5011-5014, 2003.
- MCRORIE, J. W.; MCKEOWN N. M. Understanding the physics of functional fibers in the gastrointestinal tract: an evidence-based approach to resolving enduring misconceptions about insoluble and soluble fiber. **Journal of the nutrition and dietetics**, 117 (2): 251-64, 2017.
- MELO, A. C. B., PEREIRA, M. C. S., RIGUEIRO, A. L. N., ESTEVAM, D. D., TOLEDO, A. F., ASSUMPCÇÃO, A. H. P. M., DELLAQUA, J. V. T., LELIS, A. L. J., MILLEN, D. D. Impacts of adding functional oils or sodium monensin in high-concentrate diets on performance, feeding behavior and rumen morphometrics of finishing Nellore cattle. **The Journal of Agricultural Science**, 1–7, 2020.
- MELO, L.Q., COSTA, S.F., LOPES, F., GUERREIRO, M.C., ARMENTANO, L.E., Pereira, M.N., Rumen morphometrics and the effect of digesta pH and volume on volatile fatty acid absorption. **J. Anim. Sci.** 91, 1775–1783, 2013.
- 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.
- MEYER, N. F., G. E. ERICKSON, T. J. KLOPFENSTEIN, M. A. GREENQUIST, M. K. LUEBBE, P. WILLIAMS, AND M. A. Engstrom. Effect of essential oils, tylosin, and monensin on finishing steer performance, carcass characteristics, liver abscesses, ruminal fermentation, and digestibility. **J. Anim. Sci.** 87:2346–2354, 2009.
- MONTESCHIO, J. O., SOUZA, K. A., VITAL, A. C. P., GUERRERO, A., VALERO, M. V., KEMPINSKI, E. M. B. C., ... Prado, I. N. Clove and rosemary essential oils and encapsulated active principles (eugenol, thymol and vanillin blend) on meat quality of feedlot finished heifers. **Meat Science**, 130, 50–57, 2017.

- NAGARAJA, T.G., LECHTENBERG, K.F., Liver abscesses in feedlot cattle. Vet. Clin. **North Am. Food Anim. Pract.** 23, 351–369, 2007.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. 'Nutrient requirements of beef cattle.' (Publishing: **Washington**), 1984.
- 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
- ODONGO N.E, ALZAHAL O, LINDINGER MI, et al. Effects of mild heat stress and grain challenge on acid-base balance and rumen tissue histology in lambs. **Journal of Animal Science**, 84, 447—455, 2006.
- ORNAGHI, M. G., PASSETTI, R. A. C., TORRECILHAS, J. A., MOTTIN, C., VITAL, A. C. P., GURRERERO, A., ... Prado, I. N. Essential oils in the diet of young bulls: Effect on animal performance, digestibility, temperament, feeding behaviour and carcass characteristics. **Animal Feed Science and Technology**, 234, 274–283, 2017.
- PEREIRA M. C. S., CARRARA T. V. B., SILVA J., PINTO A. N. J., VICARI D. V. F., PEREIRA F. T. V., ARRIGONI M. D. B. AND MILLEN D. D. Effects of different doses of sodium monensin on rumen papillae and tissue histology of feedlot Nellore cattle. **Animal Production Science**, 54, 1830–1833, 2014.
- PEREIRA, M. C. S. Desempenho produtivo, comportamento ingestivo, características de carcaça, morfometria ruminal e cecal em bovinos nelore confinados submetidos a restrição nutricional ou consumo de ingredientes concentrados antes do período de adaptação. **Tese (Doutorado em Zootecnia)**, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, UNESP/FMVZ, 2019.
- PEREIRA, M. C. S., DELLAQUA, J. V. T., SOUSA, O. A., SANTI, P. F., FELIZARI, L. D., REIS, B. Q., PINTO, A. C. J., BERTOLDI, G. P., SILVESTRE, A. M., WATANABE, D. H. M. ESTEVAM, D. D. ARRIGONI, M. D. B., MILLEN, D. D. Feedlot performance, feeding behavior, carcass and rumen morphometrics characteristics of Nellore cattle submitted to strategic diets prior the adaptation period. **Livestock Science**, 234, 103985, 2020.

- PRADO, I. N., CAMPO, M. M., MUELA, E., VALERO, M. V., CATALAN, O., OLLETA, J. L., & SAÑUDO, C. Effects of castration age, dietary protein level and lysine/methionine ratio on animal performance, carcass and meat quality of Friesian steers intensively reared. **Animal**, 8(9), 1561–1568, 2014.
- PUKROP, J. R., CAMPBELL, B. T., SCHOONMAKER, J. P. Effect of essential oils on performance, liver abscesses, carcass characteristics and meat quality in feedlot steers. **Animal Feed Science and Technology**, 257, 114296, 2019.
- RESENDE JÚNIOR J.C, ALONSO L.S, PEREIRA M.N, et al. Effect of the feeding pattern on rumen wall morphology of cows and sheep. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, 43, 526—536. 2006.
- RIGUEIRO, A. L. N., PEREIRA, M. C. S., SQUIZATTI, M. M., FERREIRA, M. M., DONDE, S. C., LUIZ, F. P., SILVESTRE, A. M., MULLER, L., GARCIA, C. P., BUENO, A. P. D., TOLEDO, L. V., ESTEVAM, D.D., MARTINS, C. L., ARRIGONI, M. D. B. MILLEN, D. D. Different combinations of sodium monensin and virginiamycin during feedlot finishing of Nellore cattle. **Animal Production Science**, p. 1, 2020.
- RIVAROLI, D. C., CAMPO, M. DEL M., SAÑUDO, C., GUERRERO, A., JORGE, A. M., VITAL, A. C. P., VALERO, M. V., PRADO, R. M., PRADO, I. N. Effect of an essential oils blend on meat characteristics of crossbred heifers finished on a high-grain diet in a feedlot. **Animal Production Science**, <https://doi.org/10.1071/AN18620>. 2020.
- RIVAROLI, D. C., GUERRERO, A., VELANDIA VALERO, M., ZAWADZKI, F., EIRAS, C. E., CAMPO, M. D. M., & PRADO, I. Effect of essential oils on meat and fat qualities of crossbred young bulls finished in feedlots. **Meat Science**, 121, 278–284, 2016.
- ROÇA, R. O. Meat and derived products technology: **Botucatu: Faculdade de Ciências Agronômicas**, UNESP. 202, 2000.
- ROÇA, R. O... Meat properties. <http://dgta.fca.unesp.br/docentes/roca/carnes/Roca105.pdf> (Acesso em, 10(11), 2009).
- ROCHA, L. C.; ASSUNÇÃO, A. S. A.; MARTINS, R. A.; CARVALHO, V. V.; PERDIGÃO, A.; BUZALAF, M. A. R.; ADAMEC, J.; BRAGA, P. C.; MILLEN, D. D.; VIEIRA, J. C. S.;

- PADILHA, P. M. Feedlot diets containing different starch levels and additives change the cecal proteome involved in cattle's energy metabolism and inflammatory response. **Scientific Reports**, v. 12, p. 5691, 2022.
- ROGERS J, BRANINE M, MILLER C, et al. Effects of dietary virginiamycin on performance and liver abscess incidence in feedlot cattle. **Journal of animal science**. 1995;73(1):9-20. 1995.
- SAKATA, T. ENGELHART, W. V. Stimulatory effect of short chain fatty acids on the epithelial cell proliferation in rat large intestine. **Comparative Biochemistry and Physiology**, Oxford, v. 74, n. 2, p. 459-462, 1983.
- SAKATA, T. Stimulatory effect of short chain fatty acids on the epithelial cell proliferation in rat large intestine: a possible explanation for trophic effects of fermentable fiber, gut microbes and luminal tropics factors. **The British Journal of Nutrition**, Cambridge, v. 58, n. 1, p. 95-103, July 1987.
- SANZ-FERNANDEZ, M. V. et al. Targeting the hindgut to improve health and performance in cattle. *Anim. Open access* 10, 1817, 2020.
- SAS INSTITUTE. 'SAS/STAT user's guide. Release 9.1.' (SAS Institute: **Cary**, NC), 2003.
- SILVA, A. P., ZOTTI, C. A., CARVALHO, R. F., CORTE, R. R., CÔNSOLO, S. da L. e S, LEME, P. R. Effect of replacing antibiotics with functional oils following an abrupt transition to high-concentrate diets on performance and carcass traits of Nellore cattle. **Animal Feed Science and Technology**, 247, 53-62, 2019.
- SILVA, R. M. D., RESTLE, J., BILEGO, U. O., MISSIO, R. L., PACHECO, P. S., & PRADO, C. S. Características físico-químicas da carne de tourinhos zebuínos e europeus alimentados com níveis de grão de milheto na dieta. **Ciência Animal Brasileira**, 15, 20-31, 2014.
- SILVESTRE, A. M., PINTO, A. C. J., SCHLEIFER, W. F., MIRANDA, L. D., SILVA, L. A. F., CASALI, D. M., SOUZA, K. L. R., GASPARINI, V. G. L., CRUZ, D. G, SUEN, G. Relationships of the Microbial Communities with Rumen Epithelium Development of Nellore Cattle Finished in Feedlot Differing in Phenotypic Residual Feed Intake. **Animals**, 12, 820, 2022.

- SILVESTRE, A. M.; MILLEN, D. The 2019 Brazilian survey on nutritional practices provided by feedlot cattle consulting nutritionists. *REVISTA BRASILEIRA DE ZOOTECNIA*, v. 50, p. e20200189, 2021.
- SOUZA, K. A., MONTESCHIO, J. O., RAMOS, C. M. T. R., PINTO, L. A. M., GUERREO, C. C. A., PRADO, I. N. Effects of diet supplementation with clove and rosemary essential oils and protected oils (eugenol, thymol and vanillin) on animal performance, carcass characteristics, digestibility, and ingestive behavior activities for Nellore heifers finished in feedlot. *Livestock Science*, 220, 190–195, 2019.
- TAGER, L. R., KRAUSE, K. M. Effects of essential oils on rumen fermentation, milk production, and feeding behavior in lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.* 94 :2455–2464, 2011.
- 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.
- TOSETI, L. B., GOULART, R. S., GOUVÊA, V. N., ACEDO, T. S., VASCONCELLOS, G. S. F. M., PIRES, A. V., LEME, P. R., NETTO, A. S., SILVA, S. L. Effects of a blend of essential oils and exogenous α -amylase in diets containing different roughage sources for finishing beef cattle. *Animal Feed Science and Technology*, 269, 114643, 2020.
- 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.
- VAN SOEST, P.J.; ROBERTTSON, J.B.; LEWIS, B.A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and no starch polysaccharides in relation to animal nutrition, *Journal of dairy Science*, v.74, p.3583-3597, 1991.
- VITAL, M.; PENTON, C. R.; WANG, V. B.; ANTONOPOULOS, D. A.; SOGIN, M. L.; ET AL. A genetarged approach to investigate the intestinal butyrate-producing bacterial community. *Microbiome*, 1(1):8.

- WANG, L. M., MANDELL, I. B., and BOHRER, M. B. Effects of feeding essential oils and benzoic acid to replace antibiotics on finishing beef cattle growth, carcass characteristics, and sensory attributes. **Applied Animal Science**, 36:145–156, 2020.
- WHEELER, T.L.; SHACKELFORD, S.D.; JOHNSON, L.P.; et al. A comparison of Warner-Bratzler shear force assessment within and among institutions. **Journal of Animal Science, Champaign**, v. 75, p. 2423-2432, 1997.
- YANG, W. Z., BENCHAAAR, C., AMETAJ, B. N., BEAUCHEMIN, K. A. Dose response to eugenol supplementation in growing beef cattle, ruminal fermentation and intestinal digestion. **Animal Feed Science and Technology**, 158, 57-64, 2010.
- ZINN RA, SHEN Y. An evaluation of ruminally degradable intake protein and metabolizable amino acid requirements of feedlot calves. **Journal of Animal Science**, 76, 1280—1289. 1998.

8. IMPLICAÇÕES

O presente estudo foi de grande importância para bovinos de corte terminados em confinamento para poder elucidar o uso de aditivos na dieta.

Devido haver poucos trabalhos na literatura com uso de óleos essenciais + amilases exógenas para uso em dietas de confinamento, é válido e de grande importância a realização de mais trabalhos neste seguimento para a obtenção de resultados que venham agregar conhecimento com os encontrados neste trabalho. O presente estudo mostrou-se como uma porta de entrada para a realização de novos trabalhos avaliando parâmetros morfométricos do rúmen e principalmente do ceco, devido à escassez de dados na literatura que evidencie o modo de ação dos óleos essenciais para ruminantes.

Tabela 1: Dietas experimentais contendo diferentes níveis de amido fornecidas para bovinos Nelore em confinamento suplementados com óleos essenciais e amilase ou monensina sódica.

Níveis de amido %	25			35			45		
Tipos de dieta	Adap 1	Adap 2	Term	Adap 1	Adap 2	Term	Adap 1	Adap 2	Term
Ingredientes da dieta (%)									
Bagaço de cana	35	25	15	35	25	15	35	25	15
Milho grão moído	30	33	36	30	40	50	30	47	64
Farelo de soja	9	5,5	2	9	6,5	4	9	7,5	6
Caroço de algodão	6	8	10	6	8	10	6	8	10
Casca de soja	15	23,5	32	15	15,5	16	15	7,5	0
Núcleo mineral	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Composição química (% da matéria seca [MS])									
Proteína bruta	14,6	14,7	14,6	14,6	14,7	14,6	14,6	14,5	14,5
NDT	66	68	69	66	69	73	66	72	77
DIP	51	51	50	51	51	52	51	52	53
FDN	43,7	42,4	41,2	43,7	38,2	33	43,7	31,6	25,2
FDNfe	36	30	25	36	29	23	36	28	22
Ca	0,77	0,75	0,73	0,77	0,75	0,73	0,77	0,76	0,75
P	0,31	0,28	0,25	0,31	0,31	0,31	0,31	0,36	0,37
Amido	20,95	23,08	25,46	20,95	28,40	35,50	20,95	37,28	45,80
EM Mcal/kg de MS	2,40	2,44	2,48	2,40	2,51	2,63	2,40	2,62	2,77

Adap 1 = Adaptação 1, 0-7 dias; Adap 2 = Adaptação 2, 7-14 dias; Term = Terminação, 14-89 dias; Matéria Seca (MS); Proteína bruta (PB); Nutrientes digestíveis totais (NDT); Ingestão de proteína degradável (DIP); Fibra em detergente neutro (FDN); FDN fisicamente efetivo (FDNfe); Cálcio (Ca); P (Fósforo); Energia metabolizável (EM).

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).

Aditivos alimentares	Crina			Monensina			EPM	Aditivo	Valor de P	
	Níveis de aditivo na dieta	25%	35%	45%	25%	35%	45%		Amido	Aditivo*amido
Peso vivo inicial, kg		375.99	376.02	378.61	374.98	375.14	373.94	5.61	0.17	0.90
Peso vivo 30 dias, kg		421.33b	428.57a	431.86a	422.02ab	418.64b	417.39b	4.62	0.05	0.47
Peso vivo final, kg		510.35a	516.72a	510.27a	506.45ab	497.23bc	487.47c	5.68	<0.01	0.04
Ganho de peso diário 30 dias, kg		1.46b	1.70a	1.72a	1.52b	1.40b	1.40b	0.07	<0.01	0.49
Ganho de peso diário, kg		1.51ab	1.58a	1.48b	1.48b	1.37c	1.28d	0.04	<0.01	<0.01
Ingestão de MS 30 dias, kg		9.30b	9.92a	9.73a	9.22b	8.92c	8.77c	0.10	<0.01	0.16
Ingestão de MS, kg		10.37ab	10.68a	10.29b	9.54c	9.16d	8.76e	0.11	<0.01	<0.01
Ingestão de MS % Peso vivo 30 dias, kg		2.33c	2.47a	2.40b	2.31c	2.25d	2.22d	0.12	<0.01	0.08
Ingestão de MS % Peso vivo, kg		2.34ab	2.39a	2.32b	2.16c	2.10cd	2.03d	0.02	<0.01	<0.01 (L)
Conversão alimentar 30 dias, kg		6.42	5.89	5.71	6.27	6.54	6.36	0.32	0.11	0.54
Conversão alimentar, kg		6.91	6.77	6.96	6.50	6.70	6.89	0.18	0.03	0.05 (L)
Eficiência alimentar 30 dias, kg		0.157	0.171	0.177	0.165	0.158	0.160	0.008	0.19	0.58
Eficiência alimentar, kg		0.146	0.148	0.144	0.155	0.150	0.146	0.004	0.02	0.05 (L)
Amido fecal, %		4.94	10.73	9.76	3.47	6.86	7.38	0.64	0.05	<0.0001(Q)

Crina = Óleo essencial + amilase (Crina® Ruminants e RONOZYME RumiStar™); MS = Matéria seca; EPM = Erro padrão da média; L = Efeito linear; Q = Efeito quadrático ^{a,b} = Valores com letras minúsculas diferentes dentro da mesma linha diferem entre si.

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).

Aditivos alimentares	Crina			Monensina			EPM	Aditivo	Valor de <i>P</i>	
	Níveis de amido na dieta	25%	35%	45%	25%	35%	45%		Amido	Aditivo*amido
Peso de carcaça quente inicial, kg		194.12	194.14	195.39	193.64	193.71	193.13	2.71	0.17	0.90
Peso de carcaça quente final, kg		282.76ab	287.42a	281.38b	279.90b	270.91c	263.00d	3.91	<0.01	<0.01
Ganho de peso de carcaça quente, kg		1.00ab	1.06a	0.98b	0.98b	0.88c	0.79d	0.02	<0.01	<0.01
Eficiência de ganho de carcaça, kg/kg		0.097b	0.099ab	0.095bc	0.102a	0.096b	0.090c	0.001	0.592	0.01
Rendimento de carcaça, %		55.39	55.62	55.13	55.26	54.48	53.95	0.32	0.01	0.01 (L)
Ganho de carcaça, %		66.90	67.40	66.03	66.46	64.18	62.34	1.96	0.01	0.05 (L)
Eficiência biológica, kg MS por @		156.8b	152.9bc	160.14ab	148.18c	158.81b	167.51a	2.05	0.51	0.01
Área de olho de lombo inicial, cm ²		50.99	51.16	51.04	50.85	51.16	50.83	0.62	0.88	0.96
Área de olho de lombo final, cm ²		67.91	68.44	66.82	66.52	65.73	64.17	0.73	0.02	0.24
Marmoreio inicial, %		2.05	2.15	2.22	2.2	1.93	2.26	0.054	0.87	0.07
Marmoreio final, %		2.45b	2.61ab	2.64ab	2.72a	2.51b	2.65ab	0.05	0.314	0.47
Espessura de gordura sub. inicial, mm		2.24	2.25	2.29	2.31	2.27	2.41	0.03	0.03	0.08
Espessura de gordura sub. final, mm		3.77b	3.95ab	3.97ab	4.33a	3.81b	3.71b	0.101	0.64	0.28
P8 inicial, mm		4.22	4.26	4.15	4.19	4.21	4.34	0.046	0.44	0.76
P8 final, mm		6.64	6.38	6.37	6.89	6.09	6.08	0.167	0.52	0.01 (L)
Ganho de AOL, cm ² /dia		0.19	0.19	0.17	0.17	0.16	0.14	0.01	0.01	0.03 (L)
Ganho Esp. de gordura subcutânea, mm/dia		0.017bc	0.019ab	0.019ab	0.022a	0.017bc	0.014c	0.001	0.86	0.13
Ganho de gordura sub. na P8, mm/dia		0.027	0.023	0.024	0.030	0.021	0.019	0.002	0.36	0.01 (L)

Crina = Óleo essencial + amilase (Crina® Ruminants e RONOZYME RumiStar™); AOL = Área de olho de lombo; EPM = Erro padrão da média; L = Efeito linear; ^{a,b} = Valores com letras minúsculas diferentes dentro da mesma linha diferem entre si.

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).

Aditivos alimentares		Crina			Monensina			Valor de <i>P</i>		
Níveis de amido na dieta	25%	35%	45%	25%	35%	45%	EPM	Aditivo	Amido	Aditivo*amido
Chroma L	39.16	39.93	39.06	39.15	39.57	38.95	0.43	0.77	0.55	0.96
Chroma A	18.84	19.34	18.52	18.96	19.69	19.04	0.32	0.42	0.28	0.92
Chroma B	8.57	8.98	8.45	8.58	9.13	8.55	0.20	0.73	0.11	0.98
pH, n	5.85	5.71	5.80	5.81	5.77	5.77	0.04	0.85	0.10	0.45
Perdas por cocção, %	27.93	30.23	26.49	27.75	29.44	28.65	0.55	0.60	0.0038 (Q)	0.39
Marmoreio, %	2.08	2.04	1.96	2.18	1.94	1.98	0.09	0.93	0.18	0.55
Força de Cisalhamento, kgf	3.98	4.26	4.48	4.31	4.34	4.55	0.14	0.25	0.18	0.62
Umidade, %	75.10	74.59	75.36	74.89	75.01	75.45	0.17	0.56	0.0186 (Q)	0.31
Matéria mineral, %	1.11	1.08	1.11	1.08	1.14	1.12	0.01	0.47	0.56	0.15
Proteína, %	17.65	17.57	17.95	17.85	17.81	17.65	0.12	0.74	0.85	0.30

Crina = Óleo essencial + amilase (Crina® Ruminants e RONOZYME RumiStar™); EPM = Erro padrão da média; L = Efeito linear; Q = Efeito quadrático; ^{a,b} = Valores com letras minúsculas diferentes dentro da mesma linha diferem entre si.

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).

Aditivos alimentares	Crina			Monensina					Valor de <i>P</i>	
Níveis de amido na dieta	25%	35%	45%	25%	35%	45%	EPM	Aditivo	Amido	Aditivo*amido
Comportamento ingestivo										
Consumo de matéria seca, kg	11.34	12.23	11.37	10.67	10.50	9.94	0.23	<0.0001	0.002 (Q)	0.09
Eficiência alimentar da MS,	15.61b	15.06b	18.43a	16.15b	19.29a	19.60a	0.54	0.003	0.001	0.04
Tempo de alimentação, min	176.43	183.95	208.57	171.71	202.71	194.14	4.80	0.98	0.002 (L)	0.07
Tempo de ruminação, min	256.00	228.29	250.29	213.86	235.71	210.00	12.13	0.02	0.93	0.11
Tempo ócio, min	1007.57ab	1027.76a	981.14b	1054.43a	1001.57ab	1035.86a	14.55	0.05	0.32	0.02
Idas ao bebedouro, n	3.24	3.94	3.71	3.57	3.54	3.65	3.61	0.85	0.45	0.43
Idas ao cocho, n	15.09	16.80	17.29	13.89	16.31	17.23	0.60	0.42	0.001 (L)	0.76
Tempo alim. de FDN, min/kg de MS	37.92	42.95	65.93	38.92	52.55	68.92	2.34	0.09	<0.0001(L)	0.37
Tempo rumi. da MS, min/kg de MS	22.75	18.74	21.98	20.19	22.53	21.25	1.16	0.88	0.71	0.06
Taxa rumi. da FDN, min/kg de MS	55.13	53.37	78.49	48.69	61.61	74.99	3.92	0.89	0.001(L)	0.15
Tempo de refeição, min	11.79a	11.04ab	12.25a	12.42a	12.66a	11.31ab	0.51	0.21	0.72	0.02
Taxa de cons. de MS por refeição, kg	0.76	0.74	0.67	0.78	0.66	0.58	0.03	0.11	0.001 (L)	0.35
Taxa de consumo de FDN, kg	4.69	4.30	3.21	4.43	3.90	2.87	0.11	0.02	<0.0001(L)	0.91
Seletividade das partículas										
Peneira longa	1.02	0.92	0.91	1.00	0.87	0.96	0.03	0.92	0.01	0.33
Peneira média	1.01a	0.99a	0.94b	1.00a	0.94b	0.97ab	0.01	0.40	0.001	0.02
Peneira curta	1.00	1.01	1.02	1.00	1.01	1.01	0.00	0.40	0.01	0.06
Peneira fina	0.99	1.01	1.01	1.00	1.02	1.01	0.0045	0.26	0.03	0.40

Crina = Óleo essencial + amilase (Crina® Ruminants e RONOZYME RumiStar™); MS = Matéria seca; FDN = Fibra em detergente neutro; EPM = Erro padrão da média; L = Efeito linear; Q = Efeito quadrático ^{a,b} = Valores com letras minúsculas diferentes dentro da mesma linha diferem entre si.

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).

Aditivos alimentares	Crina			Monensina			EPM	Aditivo	Valor de <i>P</i>	
Níveis de amido na dieta	25%	35%	45%	25%	35%	45%			Amido	Aditivo*amido
Escore de Rumenites	0.85	1.00	0.95	0.75	1.10	0.80	0.06	0.50	0.03 (Q)	0.36
Variáveis macroscópicas										
Área média de papila, cm ²	0.52	0.50	0.46	0.48	0.45	0.47	0.02	0.26	0.40	0.40
Número médio de papila, n	63.98	69.77	70.13	62.33	64.58	64.51	2.63	0.18	0.45	0.84
Área de superfície absorptiva, cm ²	32.82	35.24	30.29	30.23	29.50	30.13	1.13	0.05	0.46	0.28
Área de papila, % ASA	97.09	97.07	97.02	96.82	96.64	96.77	0.09	0.01	0.76	0.78
Variáveis microscópicas										
Índice mitótico, n	159.73	170	155.4	183.93	162.87	165.93	8.50	0.39	0.69	0.49
Índice mitótico, %	7.99	8.50	7.77	9.20	8.14	8.30	0.42	0.39	0.69	0.49
Altura de papila, mm	4.18	4.17	4.24	4.04	4.04	3.83	0.08	0.03	0.78	0.41
Área de papila, mm ³	1.02	0.96	1.01	1.01	0.94	0.92	0.02	0.14	0.22	0.29
Largura de papila, mm	0.18	0.16	0.15	0.16	0.16	0.17	0.01	0.78	0.55	0.19
Espessura de queratina, µm	7.74	8.29	9.26	7.92	8.04	7.86	0.22	0.09	0.12	0.07
Morfometrias do ceco										
Escore de lesão no ceco, n	1.61	2.55	2.16	1.30	1.43	1.55	0.21	0.02	0.25	0.47
Profundidade de Cripta, µm	75.48	76.57	74.88	74.40	76.06	74.17	1.41	0.65	0.73	0.99
Células Caliciformes, n	16.25	16.05	15.95	16.93	16.57	16.51	0.35	0.18	0.77	0.99
Células de Goblet. n	1.51	1.48	1.45	1.67	1.65	1.65	0.06	0.06	0.94	0.98
Cripta/enterócitos	4.66	4.79	4.70	4.43	4.60	4.51	0.06	0.01	0.27	0.97
Cripta/Goblet, n	50.99	52.21	52.05	46.77	48.56	47.19	1.28	0.02	0.76	0.94

Crina = Óleo essencial + amilase (Crina® Ruminants e RONOZYME RumiStar™); EPM = Erro padrão da média; Q = Efeito quadrático ^{a,b} = Valores com letras minúsculas diferentes dentro da mesma linha diferem entre si.