



**PROCESSAMENTO DO MILHO E ADITIVO (MISTURA DE
ÓLEOS ESSENCIAIS E AMILASE) EM DIETAS DE ALTO GRÃO
PARA CORDEIROS CONFINADOS**

DIEGO MENDES FREITAS FERREIRA

2020



UNIVERSIDADE ESTADUAL DO SUDOESTE DA BAHIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA
Área de concentração: Produção de Ruminantes

**PROCESSAMENTO DO MILHO E ADITIVO (MISTURA DE
ÓLEOS ESSENCIAIS E AMILASE) EM DIETAS DE ALTO GRÃO
PARA CORDEIROS CONFINADOS**

Autor: Diego Mendes Freitas Ferreira
Orientador: José Augusto Gomes Azevêdo

ITAPETINGA
BAHIA – BRASIL
Abril de 2020

DIEGO MENDES FREITAS FERREIRA

**PROCESSAMENTO DO MILHO E ADITIVO (MISTURA DE
ÓLEOS ESSENCIAIS E AMILASE) EM DIETAS DE ALTO GRÃO
PARA CORDEIROS CONFINADOS**

Tese apresentada, como parte das exigências para obtenção do título de DOUTOR EM ZOOTECNIA, ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia.

Orientador: Prof. D.Sc. José Augusto Gomes Azevedo
Co-Orientadora: Profa. D.Sc. Lígia Lins Souza

ITAPETINGA
BAHIA – BRASIL
2020

636.085 Ferreira, Diego Mendes Freitas.

F44p Processamento do milho e aditivo (mistura de óleos essenciais e amilase) em dietas de alto grão para cordeiros confinados. / Diego Mendes Freitas Ferreira. – Itapetinga-BA: UESB, 2020.

55 fl.

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia como requisito parcial para obtenção do título de Doutor Zootecnia. Sob a orientação do Prof. D. Sc. José Augusto Gomes Azevêdo e coorientação da Prof. D. Sc. Lígia Lins Souza.

1. Cordeiros confinados – Dieta – Milho e aditivos. 2. **Cordeiros – Suplementação mineral – Óleos essenciais e amilase.** 3. Milho – Dietas de alto grão – Cordeiros em confinamento. I. Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia - Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, *Campus* de Itapetinga. II. Azevêdo, José Augusto Gomes. III. Souza, Lígia Lins. IV. Título.

CDD(21): 636.085

Catálogo na Fonte:

Cláudia Aparecida de Souza – CRB 1014-5ª Região
Bibliotecária – UESB – Campus de Itapetinga-BA

Índice Sistemático para desdobramentos por Assunto:

1. Cordeiros confinados : Dieta
2. Milho e aditivos : Suplementação mineral
3. Óleos essenciais e amilase
4. Milho: Dieta de alto grão : Produtividade

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO SUDOESTE DA BAHIA - UESB
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA
Área de Concentração: Produção de Ruminantes

Campus Itapetinga-BA

DECLARAÇÃO DE APROVAÇÃO

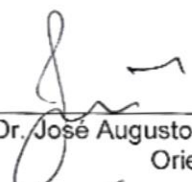
Título: "Processamento do milho e aditivo (Mistura de óleos essenciais com amilase) em dietas de alto grão para cordeiros confinados"

Autor (a): Diego Mendes Freitas Ferreira

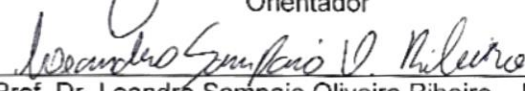
Orientador (a): Prof. Dr. José Augusto Gomes Azevêdo

Co-orientador (a): Prof^a. Dr^a. Lígia Lins Souza

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de DOUTOR EM ZOOTECNIA, ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: PRODUÇÃO DE RUMINANTES, pela Banca Examinadora:



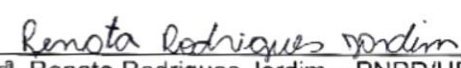
Prof. Dr. José Augusto Gomes Azevêdo – UESC
Orientador



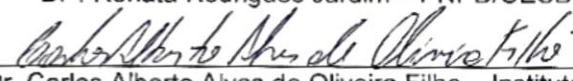
Prof. Dr. Leandro Sampaio Oliveira Ribeiro – IFbaiano



Prof^a. Dr^a. Lígia Lins Souza – UESC



Dr^a. Renata Rodrigues Jardim – PNP/UESB



Dr. Carlos Alberto Alves de Oliveira Filho – Instituto CNA

Data de realização: 06 de março de 2019.

História, nossas histórias
Dias de luta, dias de glória
“Canto minha vida com orgulho
Na minha vida tudo acontece
Mas quanto mais a gente rala, mais a gente cresce...

Com a cabeça erguida e mantendo a fé em Deus
A vida me ensinou a nunca desistir
Nem ganhar, nem perder, mas procurar evoluir
Podem me tirar tudo que tenho.

Só não podem me tirar as coisas boas que eu já fiz pra quem eu amo
E eu sou feliz e canto e o universo é uma canção
E eu vou que vou
História, nossas histórias
Dias de luta, dias de glória.”

Charlie Brown Jr.

"O sucesso nasce do querer, da determinação e persistência em se chegar a um objetivo. Mesmo não atingindo o alvo, quem busca e vence obstáculos, no mínimo fará coisas admiráveis."

José de Alencar

A **DEUS**, por sua infinita bondade, por ter me concedido saúde e determinação nesta busca pelo conhecimento e por ter me sustentado durante este percurso, pois foram tantos momentos de adversidades, perdas, que por diversas vezes tive momentos tristes e pensei em desistir, mas aos cuidados do **PAI** fui forte e prossegui.

À minha família, em especial minha mãe, eterna guerreira Maria da Conceição, que sempre se abdicou dos seus próprios sonhos para que eu e meu irmão realizássemos os nossos.

Ao meu irmão Pablo, pela força e parceria.

Ao meu tio-pai Artur, por todo afeto e pela educação transmitida. Estendo meus votos de gratidão a demais familiares que, direta ou indiretamente, sempre me incentivaram a persistir nesse caminho.

À minha vizinha Raimunda (*in memoriam*), por todo amor e por ter acompanhado parte deste trajeto. Ainda que não esteja presente fisicamente, sem dúvidas será eterna em meu coração.

Em especial, ao meu saudoso tio Carlinhos (*in memoriam*) – uma pessoa que sempre esteve na torcida do meu sucesso e nunca deixou de expressar o orgulho do caminho que eu estava galgando.

Aos meus avós Lúcia e Arnaldo, pelo amor, carinho, pelos exemplos de vida e por tantas histórias.

À minha amada esposa Laiane, por toda dedicação, pelo companheirismo, pela abdicação de seus afazeres para me ajudar e por toda compreensão e afago principalmente nos dias de estresse.

Aos meus amigos, por entenderem muitas vezes a minha ausência, mas, quando juntos, sempre transformaram os momentos de tensão em sorrisos, através de resenhas e brincadeiras.

Ao meu orientador e amigo de “tempos” José Augusto, por sempre me incentivar e exigir o melhor de mim. Saiba que serás sempre meu “espelho”.

Ao meu grupo Lapnar, por toda parceria, pela ajuda durante todo o período experimental.

Em especial a “seu” Antônio, meu grande “parceiro”/amigo, por estar sempre ao meu lado, nos períodos de “pauleira” do experimento.

A todos que, direta ou indiretamente, contribuíram durante minha trajetória.

BIOGRAFIA

DIEGO MENDES FREITAS FERREIRA, filho de Maria da Conceição Mendes Freitas e Paulo Roberto Pinheiro Ferreira, nasceu em Itabuna, no estado da Bahia, no dia 1º de novembro de 1989.

Em dezembro de 2013, concluiu o curso de Medicina Veterinária, na Universidade Estadual de Santa Cruz e, concomitantemente à graduação, 3 anos de Iniciação Científica.

Finalizou o curso de Mestrado em Zootecnia pela Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, em 2016. Nesse mesmo ano, iniciou o curso de Doutorado em Zootecnia, Área de Nutrição de Ruminantes, obtendo o título “Doctor Scientiae” em 2020, por intermédio do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia.

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE TABELAS.....	xi
RESUMO.....	xii
ABSTRACT.....	xiv
I. REFERENCIAL TEÓRICO.....	01
1.1 Introdução.....	01
1.2 Produção de ovinos no Brasil.....	02
1.3 Milho e a vantagem de seu processamento.....	03
1.4 Digestibilidade do amido.....	04
1.5 Óleos essenciais e enzimas exógenas	05
II. OBJETIVO.....	08
2.1 Geral.....	08
2.2 Específicos.....	08
III. MATERIAL E MÉTODOS.....	09
3.1 Princípios éticos da experimentação animal	09
3.2 Local e animais.....	09
4.3 Dietas experimentais.....	09
3.4 Período experimental e coleta de dados.....	11
3.4.1 Consumo de nutrientes.....	11
3.4.2 Digestibilidade dos nutrientes.....	11
3.4.3 Balanço de nitrogênio e síntese de proteína microbiana.....	13
3.5 Avaliação do comportamento ingestivo.....	14

3.6 Desempenho dos animais.....	15
3.7 Análises laboratoriais.....	15
3.8 Abate humanitário dos cordeiros.....	16
3.9 Análise econômica.....	17
3.10 Análise estatística.....	17
IV. RESULTADOS.....	19
4.1 Consumo de nutrientes.....	19
4.2 Digestibilidade dos nutrientes.....	19
4.3 Comportamento ingestivo.....	21
4.4 Balanço de nitrogênio e síntese de proteína microbiana.....	23
4.5 Desempenho dos animais e análise econômica.....	24
V. DISCUSSÃO.....	27
VI. CONCLUSÕES.....	32
VIII. REFERÊNCIAS.....	33

LISTA DE TABELAS

	Página
TABELA 1. Descrição e composição química da silagem de milho dos concentrados das dietas.....	10
TABELA 2. Distribuição do tamanho das partículas do milho nas dietas.....	11
TABELA 3. Consumos, digestibilidade aparente de nutrientes e amido nas fezes, em função do processamento do milho e do uso de aditivo na dieta de cordeiros.....	20
TABELA 4. Número de períodos, tempo por período e percentual do tempo e quilograma por refeição, em função do processamento do milho e do uso de aditivo na dieta de cordeiros.....	21
TABELA 5. Tempo despendido na alimentação, ruminação e ócio, em função do processamento do milho e do uso de aditivo na dieta de cordeiros.....	22
TABELA 6. Eficiência alimentar (EAL) e de ruminação (ERU) e parâmetros mastigatórios de cordeiros, em função do processamento do milho e do uso de aditivo na dieta de cordeiros.....	23
TABELA 7. Balanço de nitrogênio e estimativa de proteína microbiana produzida por cordeiros, em função do processamento do milho e do uso de aditivo na dieta de cordeiros.....	24
TABELA 8. Valores médios de peso corporal inicial (PCI), peso corporal final (PCF), ganho total (GT), ganho médio diário (GMD) e eficiência alimentar (EA), em função do processamento do milho e do uso de aditivo na dieta de cordeiros	25
TABELA 9. Avaliação econômica das dietas de cordeiros de cordeiros em confinamento, em função do tipo de processamento do milho e do uso de um aditivo comercial na dieta.....	26

RESUMO

FERREIRA, Diego Mendes Freitas. **Processamento do milho e aditivo (mistura de óleos essenciais e amilase) em dietas de alto grão para cordeiros confinados.** Itapetinga, BA: UESB, 2020. Tese. (Doutorado em Zootecnia, Área de Concentração em Produção de Ruminantes). *

Este estudo foi conduzido com o objetivo de avaliar o efeito de um produto comercial para suplementação mineral, composto de óleos essenciais e enzima amilase exógena e também, o processamento do milho (*Zea mays* L.) na dieta de cordeiros em confinamento, sobre o consumo dos nutrientes, comportamento ingestivo, digestibilidade, balanço de nitrogênio, síntese de proteína microbiana, desempenho, características de carcaça e cortes comerciais e análise econômica. Trinta e seis cordeiros mestiços Dorper x Santa Inês, com peso inicial de $18,21 \pm 2,85$, foram alojados em baias individuais e distribuídos aleatoriamente, segundo delineamento inteiramente casualizado, em arranjo fatorial 2 x 2 (duas formas de fornecimento do milho – grão ou milho quirera – e associação com o aditivo – com ou sem). As dietas foram formuladas para permitir ganho de 300 g por dia. Não houve interação ($P > 0,05$) de aditivo e processamento do milho para todas as variáveis avaliadas. A inclusão do aditivo não interferiu ($P > 0,05$) no consumo dos nutrientes, porém elevou-se ($P = 0,028$) com a moagem do milho (milho quirera). Não houve alteração em relação ao consumo de amido e à digestibilidade da matéria orgânica, mas sua digestibilidade foi maior ($P = 0,009$) em dietas com milho quirera. Essa digestibilidade do amido também se refletiu ($P = 0,0205$) quando se avaliou a maior quantidade desse nutriente nas fezes dos animais que consumiam o milho grão ($121,5 \text{ g kg}^{-1}$) em relação às dietas com o milho quirera ($98,2 \text{ g kg}^{-1}$). Houve aumento ($P = 0,037$) de 17,5% no número de períodos de alimentação com a adição do aditivo nas dietas. O tempo para a ruminação dos animais por período e percentual foi menor ($P < 0,05$) para a dieta com milho quirera (13,22 min) em relação às dietas com milho grão (21,23 min). Os animais que receberam milho quirera permaneceram maior tempo em ócio ($P = 0,0127$)

quando observado o valor percentual de tempo utilizado. Ocorreu diminuição ($P < 0,05$) na eficiência de alimentação em grama de matéria seca hora⁻¹ quando se adicionou o aditivo na dieta. A eficiência de ruminação da matéria seca e da fibra aumentaram ($P < 0,05$) em relação as dietas por conta do processamento do grão de milho. O nitrogênio g dia⁻¹ ingerido, urinário, retido e absorvido aumentou ($P < 0,05$) em dietas com grão de milho moído, assim como a quantidade de ureia (dL⁻¹) e síntese proteína microbiana. O milho quirera proporcionou de forma isolada aumento ($P < 0,05$) do peso corporal final, ganho total e ganho médio diário (36,74; 18,55 e 0,325 kg, respectivamente) em resposta positiva ao aumento no consumo de nutrientes dessa dieta. Não houve efeito ($P > 0,05$) das dietas com milho quirera sobre a área de olho-de-lombo, mas observou-se rendimento de carcaça verdadeiro 5,8% superior ($P = 0,0032$) às dietas com o milho grão. Além disso, proporcionaram menor custo em porcentagem da receita total, sendo, a dieta sem a inclusão do aditivo foi a que proporcionou maior margem bruta e, por conseguinte, rentabilidade por dia. O processamento do grão de milho na forma de quirera melhorou a eficiência alimentar e garantiu maior retorno financeiro em dietas de alto grão para cordeiros em confinamento. O uso do aditivo nas dietas de alto grão, na dosagem de 25 g kg⁻¹, por sua vez, não promoveu modificações nos parâmetros de desempenho.

PALAVRAS-CHAVE: amido, enzima, milho grão, milho quirera, produtividade, ovinos.

ABSTRACT

FERREIRA, Diego Mendes Freitas. **Corn and food additive (blend of essential oils and amylase) processing in high grain diets for confined lambs**. Itapetinga, BA: UESB, 2020. Thesis. (DSc in Animal Science, Concentration Area in Ruminant Production). *

Additive or process that modify food structure have been proposed to improve feed efficiency and ruminant productivity. This study aims to evaluate the effects of a commercial product to mineral supplementation, where there is in its composition a mixture of essential oils, an exogenous amylase enzyme and the corn processing diet of confined lambs, on nutrients consumption, ingestive behavior, digestibility, nitrogen balance, microbial protein synthesis, performance, carcass characteristics, commercial cuts and economic analysis. Thirty-six crossbreed lambs (Dorper x Santa Inês), with initial weight of 18.21 ± 2.85 , were housed in individual stalls and randomly distributed to obtain a completely randomized design in a 2 x 2 factorial arrangement, in which a factor is the supplying way of corn (grain or corn grits) and another factor is with or without additive association. These diets were formulated to permit 300g of gain per day. There was no interaction ($P > 0.005$) between the additive and corn processing to all evaluated variables. The inclusion of additive did not interfere ($P > 0.005$) in the nutrients consumption, however, it increased ($P > 0.028$) with the corn grinding (corn grits). There was no alteration in relation to starch consumption, but its digestibility was higher ($P > 0.009$) in diets contained corn grits, together with the digestibility of organic matter. This starch digestibility was also reflected ($P > 0.0205$) when the higher quantity of this specific nutrient contained in animals feces that consumed corn grain (121.5 g kg^{-1}) in relation to diets with corn grits (98.2 g kg^{-1}) was evaluated. There was an increase ($P = 0.037$) of 17.5% in the number of nutrition periods when the additive was added to the diets. The rumination time of animals per period and percent was lower ($P < 0.05$) to a diet with corn grits (13.22min) in relation to diets with grain corn (21.23min). The animals that received corn grits spent more idleness time ($P = 0.0127$) when the percentage value

of time used was analyzed. There was a decrease ($P<0.05$) in the nutrition efficiency per gram of dry matter per hour when the additive was added to the diet. The efficiency of rumination of dry matter and fiber increased ($P<0.05$) in relation to diets because of the grain corn processing. The quantity of nitrogen in grams per day ingested, urinary, retained and absorbed increased ($P<0.05$) due to the grain corn grinding in the diets, as well as the quantity of urea dL^{-1} and microbial protein synthesis. The corn grits provide in an isolated way an increase ($P<0.05$) of the final corporal weight, total gain and average daily gain (36.74; 18.55 and 0.325 kg respectively) in positive response to the increase of nutrients consumption in this diet. Moreover, although it did not influence ($P>0.05$) in the rib eye area, it obtained a yield of true carcass 5.8% higher ($P=0.0032$) when compared to animals that received diets with grain corn. Furthermore, it provides a lower cost in percentage of the total income, with the diet without additive inclusion being the one with higher gross margin and thus profitability per day. The grain corn processing in the way to grinding corn grits improve the feed efficiency and guarantee a higher financial return in diets of high grain for confined lambs. However, the additive use in diets of high grain in the dosage of 25 g kg^{-1} do not promote modifications in the evaluated performance parameters.

Keywords: starch, enzyme, grain corn, corn grits, productivity, ovines

* Advisor: Prof. D.Sc. José Augusto Gomes Azevedo and Co-Advisor: Lígia Lins Souza, D.Sc. UESB.

I. REFERENCIAL TEÓRICO

1.1 Introdução

O milho – um cereal rico em amido – é um componente estratégico na alimentação de ruminantes e também na alimentação humana (Arcari et al., 2016). Por isso, o desenvolvimento de práticas de manejo intensivo e a adoção de processos tecnológicos são incentivados aos produtores para se otimizarem a produção animal e o desempenho animal (Ribeiro et al., 2009) e, por conseguinte, obter maior retorno financeiro .

O uso de dietas de alto grão, assim como a forma do fornecimento do milho, tem sido proposto em manejo de confinamento, a fim de melhorar as respostas de desempenho produtivo de animais de produção. A menor granulometria do grão é um importante fator, pois melhora a digestibilidade e o desempenho dos animais, mas pode também alterar os parâmetros ruminais (pH principalmente) de forma rápida e prejudicar a absorção dos nutrientes, caso ocorram distúrbios metabólicos (Yu et al., 1998; VanCleave et al., 2009).

Por isso, mecanismos de manipulação da fermentação ruminal têm sido realizados no intuito de maximizar a digestibilidade dos alimentos e melhorar seu aproveitamento pelo animal (Henderson et al., 1981; McAllister et al., 1989; McCaughey et al., 1997; Patino et al., 2012). Ionóforos, enzimas, óleos essenciais ou processos que modifiquem a estrutura dos alimentos são comumente empregados na tentativa de minimizar perdas decorrentes da produção de metano e NH₃, propiciando melhores condições no ambiente ruminal para atuação e crescimento dos microrganismos sobre a fração dos alimentos oferecidos.

O uso de aditivos, aliado a técnicas que melhoram as práticas de manejo e o desempenho dos animais, tem sido uma boa alternativa para o sistema de produção intensivo de bovinos, haja vista os melhores ganho de peso e eficiência alimentar desses animais. (Meschiatti et al., 2019; Gouvêa et al., 2019). Em decorrência da regular disponibilidade de minerais com aditivo e da inexistência de pesquisas com esse aditivo na alimentação de ovinos, faz-se necessário avaliar dietas com estas fontes em combinação com o processamento do grão de milho, a fim de melhorar a eficiência em dietas de alto grão para cordeiros confinados.

1.2 Produção de ovinos no Brasil

Há décadas, a ovinocultura nacional apresenta um déficit produtivo em relação ao efetivo de rebanho catalogado, não sendo observado aumento do número de animais. As regiões Sudeste e Centro-Oeste, com maior poder de oferta no mercado interno, tem reduzido o número de animais comercializados (Magalhães et al., 2018), porém isso teve menor impacto no rebanho nacional, uma vez que o rebanho ovino das regiões Norte e Nordeste, nesse mesmo período, aumentaram 22,8 e 23,3%, respectivamente (IBGE, 2019).

O aumento do efetivo ovino nas regiões Norte-Nordeste, nos últimos anos, visou, em sua maioria, a subsistência. Por outro lado, na região Sudeste, o decréscimo de 33% na produção de ovinos decorreu, principalmente, da redução de 25 e 43% de propriedades com ovinos nos estados de Minas Gerais e São Paulo, respectivamente. Com isso o rebanho brasileiro tem reduzido discretamente; em 2017 o efetivo era de 13,78 milhões de cabeças, o que representou diminuição de 2,7% desde 2007. (IBGE, 2019).

Constata-se que a ovinocultura não acompanha a evolução das diversas culturas para se aproveitar o grande potencial país. O território brasileiro tem cerca de 8.511.000 km² e, por isso, o pasto tem sido a base das dietas em muitos sistemas de produção de ovinos, por ser uma fonte alimentar de menor custo e ser de fácil manejo. No entanto, apenas com esse sistema, os resultados de desempenho animal e a idade dos animais ao abate não são condizentes com a obtenção de carne de qualidade, apresentando elevada falta de uniformidade e menor ganho de peso (Ribeiro et al., 2009). Esses aspectos reforçam o uso estratégico de alternativas alimentares, como forma de suplementação nutricional desses animais, objetivando melhorar os índices de produtividade e qualidade.

Por garantir uma alimentação balanceada nutricionalmente, o sistema de confinamento pode suprir parte da demanda constante do mercado, pois diminui a sazonalidade de cordeiros destinados à terminação, o que garante um produto sempre acessível ao consumidor que está em busca de produtos mais saudáveis e com menor tempo de produção (Poli et al., 2008; Geron et al., 2012).

Nesse processo, tem-se buscado fornecer dietas com alto teor de concentrado, utilizando-se principalmente o milho e a soja, determinantes para melhores produtividade e desempenho animal (Souza et al., 2014). Com isso, nos sistemas de terminação de cordeiros em confinamento, há uma demanda crescente por alimentos energéticos, de

modo que o milho é um dos mais aceitos pelo metabolismo animal, chegando a representar mais de 70% dos ingredientes formulados na dieta.

1.3 Milho e a vantagem de seu processamento

O grão de milho é um alimento energético, formado por quatro principais estruturas físicas: endosperma, gérmen, pericarpo (casca) e ponta. Embora seja utilizado em larga escala como base energética da alimentação de animais, estima-se que sua digestibilidade seja dependente de sua estrutura anatômica, pois as características estruturais do grão, principalmente o pericarpo, diminuem seu potencial digestivo, obtendo-se menor absorção de nutrientes (Giuberti et al., 2014). Para melhor utilização dos grãos na nutrição animal, muitas vezes é necessário que parte do endosperma do grão seja exposta para melhor aproveitamento dos componentes energéticos através do processamento.

Os processos secos (moagem, laminação e tostagem) e úmidos (floculação, explosão, cozimento sob pressão e ensilagem), aplicados conjuntamente com o mesmo ingrediente melhora a eficiência de digestibilidade do alimento (Theurer et al., 1986). O objetivo dos processos secos ou físicos é apenas a redução do tamanho de partícula, uma vez que a granulometria varia segundo a porosidade da peneira (6,0; 3,5; 2 e 1,5 mm) e, pela força do impacto, da compressão, do corte ou atrito, durante o processo de moagem, aumenta a superfície de contato, sem alterações na composição química do material (Yu et al., 1998; Mourão et al., 2012). Com isso, oferece maior área de superfície e quebra as barreiras que dificultam o acesso e a ação enzimática da microbiota ruminal, melhorando a digestibilidade e palatabilidade do alimento e eliminando fatores físicos através do processamento (McAllister et al., 1999; McKinney et al., 2006).

A melhoria da degradação ruminal dos grãos fornece energia rapidamente para a microbiota, o que garante maior produção de ácidos graxos de cadeia curta e proteína microbiana (Nocek & Tamminga, 1991). Todavia, deve-se atentar para o excesso de alimento processado a ser ofertado, pois essa energia em excesso e de maneira rápida aumenta a probabilidade de disfunções digestivas.

A partir da moagem, ocorre a quebra do pericarpo – parte externa do grão –, o que expõe os grânulos de amido, com possível perda de sua estrutura cristalina, decorrente de maior absorção de água, que, por conseguinte, gelatinizam por causa do rompimento das pontes de hidrogênio, tornando o material com maior facilidade de degradação (Nocek

& Tamminga, 1991; Junges et al., 2017). Desse modo, bovinos alimentados com grãos de milho moído tendem a apresentar maior aproveitamento dos nutrientes e melhor desempenho produtivo (Reed et al., 2005)

Em contrapartida, observou-se que a utilização do milho grão inteiro resultou em maior peso de cordeiros recebendo dietas com até 70% de milho, em relação à dieta com milho grão úmido ou moído fino. Este resultado, além de reforçar a vantagem de utilização do milho inteiro em relação aos demais, pela facilidade de uso na propriedade rural (Oliveira et al., 2015), indica melhor resposta da digestibilidade do alimento em ruminantes, segundo as formas de fornecimento do milho.

1.4 Digestibilidade do amido

O amido é a principal fonte de energia do grão de milho, sendo composto por polímeros de glicose lineares e ramificados, denominados amilose e amilopectina, respectivamente (French et al., 1973). O processamento do grão de milho aumenta a utilização desse amido, *in vitro*, *in situ* e *in vivo*, em virtude da melhoria da fermentação ruminal e da digestão intestinal (Theurer et al., 1986).

No entanto, o que irá determinar a eficiência de utilização do amido dentro do endosperma do grão é a concentração de zeína, proteína que envolve os grânulos de amido. Para isso, bactérias proteolíticas agem para desestruturar esse componente, fazendo com o que os microrganismos que degradam o amido tenham acesso a esse componente energético (McAllister et al., 2001).

Em sistemas intensivos de produção, é de grande importância que se obtenha seu máximo aproveitamento. Assim, devido às características físicas dos grãos de milho e sorgo, torna-se necessária a realização de algum tipo de processamento, pois esse melhora a eficiência de utilização de nutrientes dos alimentos pelos microrganismos ruminais e pelo trato digestório total (Barajas et al., 1998; Correa et al., 2002; Berchielli et al., 2011), de forma a reduzir perdas e otimizar a utilização do amido.

Para elevar a digestibilidade, é necessária a harmonização das atividades microbianas, como regulação do pH, temperatura que irá se relacionar com fatores físicos da dieta, melhorando a eficiência da digestibilidade (McAllister et al., 1990; Faniyi et al., 2019). Dentro desse contexto, citam-se os aditivos, que, embora não apresentem valor nutritivo, melhoram as características produtivas do animal, todavia, ainda é um grande desafio para os pesquisadores, pois os resultados nem sempre são positivos e/ou rentáveis.

Vargas et al. (2008), trabalhando com bezerros de até 200 kg e três formas de utilização do milho (inteiro, tratado com ureia e moído grosso com 2 mm de tamanho médio de partícula), não observaram diferença em relação ao desempenho dos animais. Oliveira et al. (2015), utilizando cordeiros mestiços Dorper x Santa Inês, obtiveram resultados semelhantes aos de Vargas et al. (2008), mesmo utilizando o milho moído fino (1,30 mm) nas dietas. Consta-se que alguma inconformidade fisiológica no tratamento do milho pode influir em uma resposta metabólica inerente ao animal diferente do que se almeja.

1.5 Óleos essenciais e enzimas exógenas

A taxa, a velocidade e o tipo de fermentação dos substratos são influenciados por diferentes populações microbianas suscetíveis ou resistentes aos componentes dietéticos. Por essa razão, manipular a fermentação ruminal surge como possibilidade de minimizar perdas de nitrogênio e energia, bem como promover ambiente favorável para aumentar a eficiência de síntese de proteína microbiana (McAllister et al., 1990; Hernandez et al., 2010).

Na década de 70, descobriu-se uma série de compostos que atendeu parcialmente esses princípios e foi introduzida na alimentação para melhorar o desempenho e produção dos animais. Esses aditivos podem ter ação sobre alguns componentes do metabolismo do rúmen, incluindo inibidores de metano, agentes tamponantes, de proteólise, de deaminação, entre outros (Azzaz et al., 2015).

Nesse contexto, existe a linha dos ionóforos, que foram os primeiros aprovados para a utilização na alimentação animal. Com ação de seleção, eles interferem no metabolismo energético das bactérias gram-positivas responsáveis pela produção de íons H^+ , e diminuem, dessa forma, a necessidade de complexar esse material na formação de metano (CH_4), para eliminação do meio, melhorando o aproveitamento energético no ambiente ruminal (Henderson et al., 1981; McCaughey et al., 1997; Patino et al., 2012). Em contrapartida, os ionóforos tornaram-se proibidos em muitos países, devido ao efeito direto na saúde humana (Soares et al., 2015). A proibição das importações de carne fundamenta-se principalmente no fato de haver uma resistência cruzada para bactérias patogênicas em humanos, apesar de especialistas assegurarem que, na bovinocultura de corte, essas substâncias utilizadas na alimentação não representam risco (Butolo et al., 1998; Callaway et al., 2003).

Os óleos essenciais (OE) também são considerados aditivos e promovem ação semelhante à dos ionóforos. Agem na redução da atividade microbiana e da produção de metano, modificando a degradação proteica dos alimentos (Crane et al., 1957). Além disso, têm risco nulo para a saúde, por serem um produto orgânico (Sallam et al., 2011) e são considerados substâncias seguras, de acordo com o *Food and Drug Administration*, órgão governamental dos Estados Unidos responsável pelo controle dos alimentos.

A desnaturação de parece celular e a coagulação das proteínas bacterianas – exemplos de algumas das ações realizadas pelos óleos essenciais – modificam a permeabilidade da membrana, de acordo o princípio ativo presente em sua composição (Benchaar et al., 2011). Segundo Chao et al. (2000), podem ser divididos em:

- **Compostos fenólicos**

- . Fenóis simples – cetocol
- . Ácidos fenólicos – ácido anacárdico, cinâmico, caféico e rícinioléico
- . Quinonas – hipericina
- . Flavonóis – totarol
- . Taninos – elagitanina
- . Cumarinas – warfarin

- **Terpenoides**

- . Capsaicina, thimol mentol, carvacrol, cânfora, eugenol, limoneno

Todavia, há resultados controversos na literatura sobre o efeito de óleos essenciais no desempenho dos animais. Foi evidenciado que os OE podem alterar de forma positiva a fermentação ruminal e, com isso, a eficiência metabólica em análises *in vitro* (McIntosh et al., 2003) e *in vivo*, aumentando em até 20% o ganho total (19,95 e 25,03 kg, sem e com uma mistura de OE de um produto comercial, respectivamente) e ganho médio diário (0,450 e 0,360 kg, sem e com OE, respectivamente), em dietas de cordeiros confinados, sendo uma mistura de óleos essenciais de um produto comercial em concentração de 75 a 150 mg/kg dia (Conner et al., 2017).

No entanto, quando se analisou o metabolismo do animal *in vivo*, outros resultados denotaram ausência de efeitos sobre a fermentação microbiana e o desempenho produtivo, com a introdução desse aditivo na dieta (Beauchemin et al., 2006; Ferro et al., 2016). Dessa forma, é necessário desenvolver mais estudos e pesquisas com a utilização dos diferentes óleos essenciais na alimentação de ruminantes, para validar os seus efeitos sobre a fermentação e o desempenho animal.

Além disso, busca-se utilizar todos os benefícios dos diferentes OE de origem vegetal, pois os mesmos agem em estruturas específicas, de acordo com o princípio ativo nele contido. Uma mistura de OE pode favorecer a eficiência da ação ruminal e aumentar os efeitos sobre a microbiota, obtendo-se melhores resultados (Langhout et al., 2000).

Outro aditivo importante são as enzimas exógenas. Para alimentação de ruminantes, existem as fibrolíticas – são mais pesquisadas, pois visam aumentar a digestão da fibra dos alimentos volumosos – e as amilolíticas e proteolíticas, que, respectivamente, degradam o amido e a proteína dos alimentos no rúmen (Van Soest et al., 1994; Wang et al., 2009). Porém, a depender da dieta, seu uso pode tornar instável a ação enzimática, não se obtendo resultados satisfatórios. Apesar dos avanços tecnológicos, devem-se considerar a suplementação com formulações e os manejos de dietas, em que o mecanismo de ação, a especificidade do substrato, o tipo de complexo enzimático, bem como efeito dose-resposta, são completamente compreendidos (Meale et al., 2014).

Alguns autores constataram que o uso da enzima amilase na alimentação de vacas em lactação diminuiu a ingestão de matéria seca, mantendo a produção diária de leite, além de melhora na eficiência alimentar e resposta produtiva (Klingerman et al., 2009; Gencoglu et al., 2010). Em outros trabalhos, porém, não foram observados efeitos no desempenho animal, com a suplementação da amilase exógena na dieta (Weiss et al., 2011; Vargas et al., 2014).

Contudo, existe no mercado um suplemento mineral com uma mistura de óleos essenciais (timol, eugenol, limoneno, vanilina) em sua composição, associados à enzima amilase exógena (11.400,00 KNU/kg de MS), que tem demonstrado um efeito supressivo na degradação proteica, em pesquisas *in vitro* e *in vivo*, melhorando a ação de deaminação pela enzima (McIntoch et al., 2003; Castillejos et al., 2005). É um produto com potencial para uso na pecuária nacional, visto que pode elevar o peso final dos bovinos de corte confinados de 1 a 4% (Meschiatti et al., 2019; Gouvea et al., 2019).

II. OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Avaliar o efeito dos aditivos (mistura de óleos essenciais com amilase de um produto mineral comercial e a forma de processamento do milho, a fim de melhorar o desempenho e a eficiência na produtividade em dietas de alto grão para cordeiros confinados.

2.2 Objetivos Específicos

Avaliar a interferência do mineral com os aditivos, associado ao grão de milho inteiro ou quirera, sobre o:

1. consumo dos nutrientes
2. digestibilidade aparente dos nutrientes
3. produção de proteína microbiana e balanço de nitrogênio
4. comportamento ingestivo dos animais
5. desempenho dos cordeiros confinados
6. características de carcaça e cortes comerciais dos animais
7. avaliação econômica das dietas e animais

III. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Princípios éticos da experimentação animal

A pesquisa foi conduzida com base na legislação brasileira vigente sobre pesquisas com o uso de animais e aprovada pela Comissão de Ética no Uso de Animais, da Universidade Estadual de Santa Cruz, localizada em Ilhéus, Bahia, Brasil, sob o Protocolo n° 002/18.

3.2 Local e animais

O experimento foi realizado nas dependências do Laboratório de Pesquisa em Nutrição e Alimentação de Ruminantes (LaPNAR), pertencente ao Departamento de Ciências Agrárias e Ambientais, na Universidade Estadual de Santa Cruz (UESC), Ilhéus – Ba.

Trinta e seis cordeiros machos, castrados, mestiços Dorper-Santa Inês, com peso corporal inicial (PCi) médio $18,21 \pm 2,85$ kg e idade média de 150 dias, permaneceram confinados por 71 dias (15 destinados à adaptação às dietas e 56 ,ao período experimental, para coleta de dados, subdivididos em dois períodos experimentais de 28 dias cada).

No período de adaptação, foram efetuadas identificação, pesagem e vermifugação preventiva (ivermectina a 1%, 1 ml/50 kg de peso corporal) dos animais, os quais permaneceram confinados em local coberto (pé direito de 3,5 m), com baias suspensas individuais (1,20 m x 0,80 m e piso ripado), equipadas com comedouro e bebedouro individuais.

3.3 Dietas experimentais

A dieta foi formulada com base nas recomendações do NRC (2007), para ganho diário de 300 g. As dietas experimentais foram formuladas para serem isonitrogenadas, com nível de proteína bruta de 160 g kg^{-1} na MS, além de 180 g kg^{-1} MS de silagem de milho (*Zea mays*) e 820 g kg^{-1} MS de concentrado para todos os animais.

Foram fornecidas quatro dietas experimentais, com nove repetições cada, à base de milho-grão e aditivo, milho-grão sem aditivo, milho quirera e aditivo e milho quirera sem aditivo (Tabela 1). O aditivo usado foi um produto comercial mineral contendo uma mistura de óleos essenciais (limoneno, eugenol, timol e vanilina), além da enzima amilase exógena produzida a partir de *Bacillus licheniformis* (McIntosh et al., 2003).

Tabela 1. Descrição e composição química da silagem de milho dos concentrados das dietas

Item	Milho grão		Milho quirera		Silagem de milho
	Aditivo	Mineral	Aditivo	Mineral	
Proporção dos ingredientes (g kg ⁻¹ MS)					
Silagem de milho	180	180	180	180	
Milho grão	650	650	0	0	
Milho quirera	0	0	650	650	
Farelo de soja	124	124	124	124	
Ureia	7,4	7,4	7,4	7,4	
Bicarbonato de sódio	5,0	5,0	5,0	5,0	
Mineral com aditivo*	25,0	--	25,0	--	
Mineral**	--	21,2	--	21,2	
Calcário calcítico	8,6	12,5	8,6	12,5	
Composição química (g kg ⁻¹ MS)					
Matéria seca	850,2	850,2	850,2	850,2	275,0
Matéria orgânica	940,1	951,2	940,1	951,2	960,4
Extrato etéreo	50,8	52,6	50,8	52,6	30,9
Proteína bruta	174,2	178,0	174,2	178,0	97,2
Fibra (FDN)	129,0	114,0	129,0	114,0	401,0
Carboidratos não fibrosos	586,1	606,6	586,1	606,6	431,3
Carboidratos totais	715,1	720,6	715,1	720,6	832,3
Amido	451,14	465,9	451,14	465,9	165,4
Energia bruta (MJ ⁻¹ 100g MS)	2,06	2,09	2,06	2,09	1,92

* Mineral com aditivos: cálcio, 160 g/kg; fósforo, 16 g/kg; enxofre, 36 g/kg; magnésio 20 g/kg, potássio 34 g/kg; sódio, 56 g/kg; cobalto 8 mg/kg; cobre, 540 mg/kg; cromo, 6,7 mg/kg; iodo 27,5 mg/kg; manganês 1.070 mg/kg; selênio, 6,7 mg/kg; zinco, 2.000 mg/kg; vitamina A, 168.000U.I/kg, vitamina D3,17.000 U.I/kg; vitamina E; biotina,90 mg/kg; amilase, 11.400 KNU/kg; D-limoneno, 3000mg/kg; *Saccharomyces cerevisiae*, 2,7x10E9 UFC/kg; flúor 160 mg/kg..

** Mineral: cálcio - 120,00 g; fósforo - 87,00 g; sódio - 147,00 g; enxofre - 18,00 g; cobre - 590,00 mg; cobalto - 40,00 mg; cromo - 20,00 mg; ferro - 1.800,00 mg; iodo - 80,00 mg; manganês - 1.300,00 mg; selênio - 15,00 mg; zinco - 3.800,00 mg; molibdênio - 300,00 mg; flúor (máx.) - 870,00 mg; solubilidade do fósforo (P) em ácido cítrico a 2% (min.) - 95,00%.

A dose do aditivo empregada nas dietas do experimento (Tabela 1) baseou-se no teor de amilase suficiente para metabolizar o amido a ser consumido pelos animais. O produto comercial utilizado contém 11,400 KNU, de modo que 1 KNU refere-se à

quantidade de enzima hidrolisada, 5,26 g de amido por hora (Sumerly et al., 2003; DiLorenzo et al., 2011).

O milho quirera foi processado por moagem grosseira (sem a utilização de peneira) no triturador, onde se obteve a granulometria das partículas. Alíquotas de 1 kg foram divididas em três sub-amostras de cada granulometria, com o seguinte ordenamento de peneiras: 2000, 1000, 840, 500, 250 e 53 μm . A distribuição do tamanho das partículas do milho grão e quirera foi determinada em agitador eletromagnético Bertel, ajustando-se o equipamento vibratório na intensidade de vibração em 80% por 10 minutos (Tabela 2). A proporção das partículas, o diâmetro geométrico médio e o desvio-padrão geométrico foram determinados pelo desvio-padrão geométrico, calculado de acordo com as equações descritas por Zanotto et al. (1995).

Tabela 2. Distribuição do tamanho das partículas do milho nas dietas

Item	Tipo de fornecimento do milho	
	Grão	Quirera
Tamanho [μm]*		
> 2000	97,7	80,9
> 1000	0,6	10,9
> 840	0,4	1,4
> 500	0,5	3,5
> 250	0,5	2,5
> 53	0,3	0,8
Total	100	100
DGM μm	2125	1872
DPG μm	1,1	1,3

*Porcentagem retida nos tamanhos das respectivas peneiras; DGM = diâmetro geométrico médio; DPG = desvio-padrão geométrico.

Os animais foram alimentados *ad libitum* duas vezes ao dia (8h e 15h30). A quantidade fornecida foi ajustada diariamente, em função da quantidade das sobras do dia anterior, de modo a obter sobras em torno de 100 g kg^{-1} do total fornecido. A água foi fornecida sem restrição.

3.4 Período experimental e coleta de dados

Os cordeiros passaram por um período de adaptação de 15 dias e, após, por 56 dias de período experimental, divididos em dois períodos de 28 dias, com cinco dias de coleta de dados ao final de cada período.

3.4.1 Consumo de nutrientes

Foram ofertados volumoso (silagem de milho) e concentrado (milho grão ou quirera, farelo de soja, sal mineral ou mineral com aditivos, ureia, calcário calcítico e bicarbonato de sódio), formulados para atender às exigências nutricionais dos cordeiros confinados (Tabela 1).

Durante o período experimental, as sobras foram coletadas e pesadas todos os dias para determinação do consumo, retirando-se uma alíquota de 200 g, que foi armazenada em freezer, para se obter uma amostra composta de cada período para análises laboratoriais. Mesmo procedimento foi realizado com o alimento fornecido. Foram coletadas ainda amostras de fezes, sangue e urina por período para análises laboratoriais posteriores.

3.4.2 Digestibilidade dos nutrientes

A coleta de fezes foi realizada durante cinco dias, do 24^o ao 28^o dia de cada período experimental, conforme o seguinte procedimento: coleta a cada 26 horas, às 8 h do primeiro dia, às 10 h do segundo dia, às 12 h do terceiro dia, às 14 h do quarto dia e às 16 h do quinto dia, direto da ampola retal dos cordeiros, identificadas e armazenadas em freezer (-10°C).

Elaborou-se uma amostra composta por cordeiro, em cada período experimental. Estas amostras foram secas parcialmente em estufa com ventilação forçada ($60 \pm 5^\circ\text{C}$, 72 horas) e, em seguida, processadas em moinho de facas (peneira de porosidade de 1 mm de diâmetro), para posteriores análises laboratoriais.

As fezes foram coletadas diariamente para se estimar a produção fecal de nutrientes contidos nas fezes, a qual foi avaliada pelo indicador interno fibra em detergente neutro indigestível (FDNi).

Para estimativa da excreção de matéria seca fecal, foi utilizado como indicador interno a fibra insolúvel em detergente neutro indigestível (FDNi). As amostras dos alimentos fornecidos, das sobras e das fezes foram incubadas, após prévio processamento, secas parcialmente em estufa de ventilação forçada ($60 \pm 5^\circ\text{C}$, 72 horas) e processadas em moinho de facas (peneira de porosidade de 2 mm). A incubação *in situ* durou 288 horas, conforme descrito por Reis et al. (2017).

A digestibilidade aparente dos nutrientes (MS, MO, PB, EE, CNF e FDNcp) foi calculada por meio da estimativa da excreção fecal, posteriormente, da excreção fecal de cada nutriente e consumo destes. O coeficiente de digestibilidade (CD) de cada nutriente foi calculado por:

$$CD = \frac{\text{Nutriente consumido} - \text{excretado}}{\text{Nutriente consumido}}$$

3.4.3 Balanço de nitrogênio e síntese de proteína microbiana

As amostras *spot* de urina foram coletadas no 13^o dia dos períodos experimentais, em micção espontânea dos cordeiros, aproximadamente quatro horas após o fornecimento da alimentação matinal. As amostras foram filtradas em gaze e uma alíquota de 10 mL foi separada e diluída em 40 mL de ácido sulfúrico (0,036 N), para posteriores análises de creatinina e derivados de purina, ureia e nitrogênio total (Valadares et al., 1999).

O volume urinário utilizado para estimar a excreção diária dos metabólitos urinários das amostras de urina *spot* foi obtido através da razão da excreção diária de creatinina (mg kg^{-1} PC) pela concentração média de creatinina (mg dL^{-1}), multiplicando-se o resultado pelo respectivo peso corporal (PC) médio de cada cordeiro, em ambos os períodos experimentais. Adotou-se a média de 17,05 (mg kg^{-1} PC), obtida por Pereira (2015), para obtenção da excreção diária total de creatinina, pois os animais tinham raça e peso semelhantes aos deste experimento.

Para as quantificações das concentrações de creatinina, ácido úrico e ureia na urina, foram utilizados *kits* comerciais Bioclin®. A conversão dos valores de ureia em nitrogênio ureico (N-ureico) foi realizada pela multiplicação dos valores obtidos pelo fator 0,4667. Os teores urinários de alantoína e xantina e de hipoxantina foram estimados por intermédio de métodos colorimétrico e enzimático, respectivamente, conforme descrições de Chen e Gomes (1992), sendo o teor de nitrogênio total obtido pelo método Kjeldahl (AOAC, 1990).

O balanço dos compostos nitrogenados (N) foi obtido pela diferença entre o total de N consumido e o total de N excretado nas fezes e na urina. A excreção de purinas totais (PT) foi estimada pela soma das quantidades de alantoína, ácido úrico, xantina e hipoxantina excretadas na urina. A quantidade de purinas microbianas absorvidas (mmol dia^{-1}) foi calculada a partir da excreção de purinas totais (mmol dia^{-1}), por intermédio das equações propostas por Chen e Gomes (1992) para ovinos: $PA (\text{mmol dia}^{-1}) = 0,84PT +$

$(0,150PC^{0,75} e^{-0,25PT})$, em que PA são as purinas absorvidas (mmol dia^{-1}) e PT, as purinas totais (mmol dia^{-1}).

3.5 Avaliação do comportamento ingestivo

As observações referentes ao comportamento ingestivo foram realizadas durante 24 horas, no 20º dia de cada período experimental (Martin et al., 1993). Os animais foram avaliados visualmente a cada 10 minutos, por observadores treinados, que utilizavam cronômetros digitais para determinar o tempo gasto em cada atividade e faziam anotações em um etograma (De et al., 2018). Observaram-se os tempos destinados à alimentação, ruminação e outras atividades caracterizadas como ócio. Os tempos de alimentação e ruminação foram calculados em função do consumo de MS e FDNcp (min kg^{-1} MS ou FDNcp).

O tempo de ruminação correspondeu aos processos de regurgitação, remastigação, reinsalivação e redeglutição. O tempo de alimentação no cocho foi o tempo despendido pelo animal no consumo de suplemento, enquanto o tempo em outras atividades (descanso, consumo de água, interações) foi caracterizado como período em ócio. Durante a observação noturna, o ambiente foi mantido com iluminação artificial.

A discretização das séries temporais foi feita diretamente nas planilhas de coleta de dados, com a contagem dos períodos discretos de alimentação, ruminação e ócio. A duração média de cada período discreto foi obtida pela divisão dos tempos diários de cada atividade pelo número de períodos discretos, conforme descrito por Silva et al. (2008).

Foi realizada a contagem do número de mastigações meréricas ($\text{n}^\circ \text{bolo}^{-1}$) e do tempo despendido na ruminação de cada bolo ($\text{segundos bolo}^{-1}$), com a utilização de cronômetros digitais. Para obtenção das médias das mastigações e do tempo, foram feitas as observações de três bolos ruminais em três períodos do dia (10-12, 14-16 e 18-20 horas) e computados o tempo e o número de mastigações de cada bolo ruminal por animal (Burger et al., 2000).

O número de períodos de alimentação, ruminação e ócio foi contabilizado pelo número de sequências de atividade observadas no etograma. A duração média diária desses períodos de atividades foi calculada pelo quociente da duração total de cada atividade (alimentação, ruminação e ócio – min dia^{-1}) pelo respectivo número de períodos discretos.

Foram obtidas variáveis de quantidade de MS e de FDNcp bolo⁻¹ por intermédio da divisão da quantidade de MS e FDNcp consumida (g dia⁻¹) em 24 horas pelo número de bolos ruminados diariamente; o número de bolos diários, por meio da divisão do tempo total de ruminação (minutos) pelo tempo médio destinado à ruminação de um bolo; e a eficiência de alimentação e ruminação em g de MS hora⁻¹ e g de FDNcp hora⁻¹, pela razão entre consumo de MS ou FDNcp pelo tempo despendido diariamente com alimentação e ruminação, respectivamente. No cálculo do tempo de mastigação total, considerou-se a somatória do tempo de alimentação e ruminação.

3.6 Desempenho dos animais

Foram realizadas duas pesagens (após jejum sólido de 16 horas) com intervalos de 28 dias. O peso corporal inicial (PCi) foi determinado pela pesagem dos cordeiros no primeiro dia do período experimental e o peso corporal final (PCf), na última pesagem, para avaliação do desempenho dos cordeiros. Para cálculo do ganho médio diário (GMD), considerou-se $GMD = (PCf - PCi) / \text{dias de pastejo}$ e para o cálculo da eficiência alimentar (EA), $EA = GMD \text{ kgCMS}^{-1}$, em que CMS é consumo de matéria seca .

3.7 Análises laboratoriais

Ao final do ensaio, as amostras foram descongeladas à temperatura ambiente, secas parcialmente em estufa de ventilação forçada ($60 \pm 5^\circ\text{C}$, 72 horas) e processadas em moinho de facas (peneira de porosidade de 1 mm de diâmetro), para posteriores análises do conteúdo de matéria seca (MS – #934.01), proteína bruta (PB - #984.13), extrato etéreo (EE – #920.39) e fibra em detergente ácido (FDA), conforme os métodos recomendados pela AOAC (1990).

Para as análises de fibra em detergente neutro (FDN), as amostras foram tratadas com alfa-amilase termoestável (sem sulfito de sódio) e corrigidas para cinzas residuais (Mertens et al., 2002). A correção da FDN para os compostos nitrogenados e a estimativa dos conteúdos de compostos nitrogenados insolúveis em detergente neutro (NIDN) foram feitas conforme Licitra et al. (1996).

Os conteúdos de carboidratos não fibrosos (CNF) dos alimentos, expressos em g kg⁻¹ de MS, foram calculados segundo adaptação da equação proposta por Hall (2003), na qual:

$$\text{CNF} = 100 - [(\text{PB} - \text{PB}_{\text{ureia}} + \text{ureia}) + \text{FDN}_{\text{cp}} + \text{EE} + \text{MM}]$$

em que PB_{ureia} é proteína bruta da ureia e FDN_{cp} , fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína.

Para determinação da concentração de amido dos alimentos fornecidos, das sobras e fezes, as amostras secas foram processadas em moinho de facas e, após, em moinho de bola e submetidos à extração dos açúcares solúveis, conforme Zhu et al. (2016). Foram calculados os valores de energia digestível energia metabolizável, conforme o NRC (2001):

$$\text{ED (MJ/dia)} = ((\text{CNF-d}/100) * 4,2 + (\text{FDN-d}/100) * 4,2 + (\text{PB-d}/100) * 5,6 + (\text{EE-d}/100) * 9,4) * 4,184$$

3.8 Abate humanitário dos cordeiros

Após os 56 dias do período experimental, os cordeiros foram abatidos para avaliação do rendimento de carcaça.

O abate humanitário foi realizado em concordância com as normas vigentes do Regulamento de Inspeção Industrial e Sanitária dos Produtos de Origem Animal (Brasil, 2017). Os cordeiros foram insensibilizados e, então, submetidos à sangria (secção das artérias carótidas e veias jugulares), para determinação do peso de carcaça quente e rendimento biológico.

Os rendimentos de componentes não-carcaça de cada grupo foram obtidos em relação ao peso ao abate e peso de corpo vazio, pela razão do peso total (órgãos, vísceras e subprodutos) e peso ao abate ou peso de corpo vazio. Posteriormente, determinou-se o rendimento de carcaça quente ($\text{RCQ}\% = \text{PCQ}/\text{PA} \times 100$).

As carcaças foram transportadas para câmara de refrigeração, onde permaneceram suspensas pelas articulações tarso-metatarsianas por 24 horas (4°C). Ao final desse período, as carcaças foram pesadas novamente para obtenção do peso de carcaça fria (PCF), o que possibilitou determinar o rendimento de carcaça fria ($\text{RCF}\% = \text{PCF}/\text{PA} \times 100$). A meia-carcaça esquerda de cada animal foi pesada e seccionada em seis regiões anatômicas: paleta, costela fralda, pescoço, lombo e pernil. Posteriormente, foram calculadas as porcentagens dos cortes comerciais de cada região (Santos et al., 2000).

O peso do pescoço foi dividido pela metade para equipara-se aos demais cortes. A meia-carcaça esquerda de cada animal foi pesada e seccionada em cinco regiões

anatômicas: paleta (desarticulação da escápula e liberação do corte da carcaça), lombo (entre 1ª e 6ª vértebra lombar), pernil (entre a última vértebra lombar e a primeira vértebra sacra), costeleta (entre a 1ª e a 13ª vértebra torácica mais 1/3 do corpo das costelas correspondentes) e costela-fralda (região do esterno e os 2/3 restantes da região torácica). Posteriormente, foram calculadas as porcentagens de cada região, que representaram o total da meia-carcaça.

A área de olho-de-lombo foi mensurada através de um corte transversal entre a 12ª e 13ª vértebras torácicas, efetuando em película plástica transparente o desenho da área, em correspondência à porção cranial do lombo, estabelecendo-se a largura e a profundidade máxima para o cálculo da área de olho-de-lombo (AOL), como descrito por Cartaxo et al. (2011), a partir da seguinte fórmula $AOL = (A/2 \times B/2)\pi$, em que A refere-se à largura e B, à profundidade. A espessura de gordura subcutânea (EGS), que é a espessura máxima de gordura de cobertura sobre a superfície da 13ª costela, a 11 cm da linha dorso-lombar, foi medida com auxílio de um paquímetro digital.

3.9 Análise econômica

Foram considerados os custos inerentes ao kg de matéria seca (MS) de cada alimento e sua proporção em cada dieta, obtendo-se o custo do kg de MS de cada dieta. Foram utilizados como referência os preços médios praticados na região sul da Bahia, no segundo semestre de 2017. O custo da tonelada de MS de silagem de milho foi calculado com base no preço da produção de 100 sacas de milho/ha para 35 toneladas de matéria natural/ha de silagem com 300g kg⁻¹ de MS (Rodrigues et al., 2013).

Consideraram-se o tempo (56 dias) e ganho de peso total (GT) observados para cada dieta durante o experimento. Os animais foram comercializados R\$ 7,00/kg do peso corporal (PC). Foi utilizado como indicador da tabela de avaliação econômica o preço de nivelamento, que se refere ao preço mínimo de venda (R\$/kg de PCV) para equiparar-se ao custo total com cada dieta (Rodrigues et al., 2013).

3.10 Análise estatística

O delineamento experimental adotado foi o inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2x2 (duas formas de fornecimento do milho – milho grão inteiro ou milho quirera

– e adição ou não de aditivo), com nove repetições. Os dados foram analisados por análise de variância.

Realizou-se o estudo para verificar as pressuposições de distribuição normal, de aditividade e de homocedasticidade dos dados.

O modelo estatístico utilizado na análise dos dados foi:

$$Y_{ijk} = \mu + M_i + A_j + MA_{ij} + \epsilon_{ijk}$$

em que Y_{ijk} é o valor observado da característica; μ , a média geral; M_i , o efeito relativo à forma de fornecimento do milho na dieta ($i = 1,2$); A_j , o efeito relativo ao uso ou não do aditivo com óleos essenciais e enzima amilolítica ($j = 1,2$); MA_{ij} , o efeito da interação de forma de fornecimento do milho i e uso do aditivo com óleos essenciais e enzima amilolítica j ; e ϵ_{ijk} , erro aleatório associado a cada observação Y_{ijk} .

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (Proc GLM), com auxílio do programa *Statistical Analysis System* (SAS Institute, 2019), adotando-se 0,05 como nível crítico de probabilidade para o erro tipo I. Usou-se como covariável o PCi, para as variáveis PCF, GPT, GMD e EA.

IV. RESULTADOS

4.1 Consumo de nutrientes

Não houve efeito de interação ($P>0,05$) das dietas para o consumo de nutrientes. O uso do aditivo nas dietas não interferiu ($P>0,05$) no consumo dos nutrientes fornecidos para os cordeiros, independentemente da forma de processamento do milho. No entanto, observou-se que a forma de fornecimento do milho influenciou o consumo de matéria seca ($P=0,0281$), uma vez que houve maior consumo das dietas com milho quirera (MQ) (Tabela 2).

Observou-se que o milho oferecido na forma de quirera apresentou maior consumo de MO ($P=0,0359$) que o MG. Da mesma forma, as dietas com MQ promoveram maior ($P<0,05$) consumo de proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN) e fibra corrigida para cinzas e proteína (FDNcp) que as dietas com MG, independentemente do uso de aditivos.

Não foram observadas mudanças ($P=0,9217$) no consumo, quando expresso em gramas por quilo de peso corporal médio ($\text{g kg}^{-1}\text{PC}$), porém, em gramas por quilo de peso corporal médio metabólico ($\text{g kg}^{-1}\text{PC}^{0,75}$), observou-se influência ($P=0,0359$) das dietas com MQ (Tabela 2).

4.2 Digestibilidade aparente dos nutrientes

Não houve interação ($P>0,05$) das dietas experimentais para a digestibilidade dos nutrientes. As dietas com MQ proporcionaram maior digestibilidade ($P=0,0089$) do amido, independentemente do uso de aditivos, todavia, a quantidade de amido nas fezes foi maior ($P=0,0205$) para os animais que consumiam dietas com MG (Tabela 3)

O uso de aditivo nas dietas reduziu ($P<0,05$) a digestibilidade da MO e FDN, independentemente da forma de processamento, porém não influenciou ($P>0,05$) as digestibilidades de MS, PB, EE e CNF (Tabela 3). A forma de fornecimento do milho e/ou o uso de aditivos nas dietas não alteraram ($P>0,05$) a quantidade de amido nas sobras coletadas diariamente.

Tabela 3. Consumo e digestibilidade aparente de nutrientes e amido nas fezes, em função do processamento do milho e do uso de aditivo na dieta de cordeiros

Item	Processamento do milho		Aditivo		EPM	valor de P*		
	MG	MQ	COM	SEM		PM	AD	PM x AD
Ingestão de nutrientes [g d ⁻¹]								
Matéria seca	1344,5	1498,1	1453,6	1388,9	246,2	0,0281	0,3394	0,6815
Matéria seca [g kg ⁻¹ PC]	54,41	54,75	56,07	53,1	11,4	0,9217	0,3907	0,4346
Matéria seca [g kg ⁻¹ PC ^{0,75}]	114,41	128,91	124,33	118,9	22,2	0,0359	0,4135	0,6454
Matéria orgânica	1287,4	1424,8	1382,5	1379,7	231,7	0,0396	0,3715	0,5406
Extrato etéreo	72,8	76,7	76,5	73,0	2,21	0,2725	0,3233	0,8774
Proteína bruta	224,7	248,9	237,8	235,8	2,67	0,0317	0,8572	0,4804
Fibra em detergente neutro	171,1	195,0	177,1	189,0	34,8	0,0213	0,2398	0,5887
Carboidratos não fibrosos	828,0	877,4	884,1	821,3	2,79	0,2118	0,1167	0,5287
ED (MJ ⁻¹ 100g MS)	3,53	4,13	3,59	4,06	1,05	0,0525	0,1221	0,7189
Amido	729,1	782,6	775,4	736,3	129,5	0,1750	0,3196	0,1992
Digestibilidade [g 100g ⁻¹]								
Matéria seca	78,29	80,64	80,60	78,33	10,33	0,4501	0,4665	0,8385
Matéria orgânica	75,62	79,04	75,09	79,57	6,08	0,069	0,0201	0,2160
Proteína bruta	60,63	64,08	61,37	63,35	8,21	0,1683	0,428	0,3229
Extrato etéreo	78,71	78,25	81,64	80,33	9,09	0,8662	0,9113	0,1157
Amido	90,20	93,69	92,49	91,41	4,04	0,0089	0,3872	0,9695
Fibra em detergente neutro	51,19	52,75	49,04	54,91	8,02	0,5171	0,0208	0,2842
Carboidratos não fibrosos	75,23	76,26	77,90	73,59	9,06	0,7067	0,1225	0,6579
Amido [g 100g ⁻¹]								
Amido nas sobras	31,74	33,24	33,32	31,67	11,5	0,6634	0,6355	0,7842
Amido nas fezes	12,15	9,82	11,28	10,69	6,69	0,0205	0,7688	0,9958

*P = probabilidade, considerando P<0,05; EPM = erro-padrão da média; PM = processamento do milho; AD = produto comercial mineral com o composto de óleos essenciais e a enzima amilase exógena; PMxAD= interação processamento do milho × produto comercial; ED = energia digestível; MG = milho grão; MQ = milho quirera.

4.3 Comportamento ingestivo

Não foi observado efeito da interação ($P>0,05$) forma de fornecimento do milho \times uso do aditivo das dietas nas avaliações do comportamento ingestivo. Houve aumento ($P=0,0369$) no número de períodos de alimentação com a introdução do aditivo nas dietas dos animais, mas, entre as formas de fornecimento do milho, não se observou ($P>0,05$) efeito sobre os períodos de alimentação, ruminação e ócio (Tabela 4).

O milho quirera proporcionou ($P<0,05$) menor tempo de ruminação e % tempo que o milho grão, em contrapartida teve um maior ($P=0,127$) percentual de tempo dos animais em ócio (Tabela 4).

Tabela 4. Número de períodos, tempo por período e percentual do tempo e quilograma por refeição, em função do processamento do milho e de aditivos na dieta de cordeiros

Item	Processamento do milho		Aditivo		EPM	valor P		
	MG	MQ	COM	SEM		PM	AD	PM x AD
Nº de períodos								
Alimentação	16,40	18,10	18,91	15,59	5,34	0,2693	0,0369	0,6788
Ruminação	17,21	17,67	17,65	17,23	3,43	0,6391	0,6740	0,2548
Ócio	16,27	16,88	16,77	16,38	3,44	0,5360	0,6943	0,1649
Tempo (min) por período								
Alimentação	17,58	17,93	17,47	18,03	6,95	0,8594	0,7801	0,4545
Ruminação	21,23	13,22	17,76	16,68	6,48	<,0001	0,5597	0,8143
Ócio	50,34	54,74	50,33	54,75	13,54	0,2596	0,2603	0,4923
% Tempo (24h)								
Alimentação	19,20	22,17	21,90	19,47	8,26	0,213	0,3104	0,5926
Ruminação	25,26	15,75	21,15	19,86	7,61	<,0001	0,5564	0,6497
Ócio	55,54	62,07	56,94	60,66	8,71	0,0127	0,1442	0,9111

*P = probabilidade, considerando $P<0,05$; EPM = erro-padrão da média; PM = processamento do milho; AD = produto comercial mineral com o composto de óleos essenciais e a enzima amilase exógena; PMxAD = interação processamento do milho \times aditivos; MG = milho grão; MQ = milho quirera.

O tempo despendido para ruminaco (Min dia⁻¹, kgMS⁻¹ e kgFDNcp⁻¹) foram superiores (P<0,05) quando foi fornecido milho gro nas dietas. O milho quirera, por sua vez, proporcionou maior (P=0,0127) tempo despendido no ócio que o milho gro, independentemente do uso de aditivos nas dietas (Tabela 5).

No houve interao (P>0,05) das dietas experimentais na EAL e ERU. A adio de aditivo nas dietas, independentemente da forma de fornecimento do milho, reduziu (P=0,0342) a EAL dos animais. Ja a ERU da MS e FDN foi superior (P<0,05) quando o milho foi oferecido na forma de quirera (Tabela 6).

Tabela 5. Tempo despendido em alimentao, ruminaco e ócio, em funo do processamento do milho e do uso de aditivo na dieta de cordeiros

Item	Processamento do milho		Aditivo		EPM	Valor P		
	MG	MQ	COM	SEM		PM	AD	PM x AD
Alimentao								
Min dia ⁻¹	276,5	319,5	315,4	280,5	119,1	0,2129	0,3107	0,5924
Min kgMS ⁻¹	207,3	219,6	234,4	192,5	79,1	0,5865	0,0724	0,3706
Min kgFDNcp ⁻¹	1664,88	1664,05	1738,48	1590,45	697,2	0,9966	0,4611	0,5061
Ruminaco								
Min dia ⁻¹	363,71	226,84	304,56	286,01	109,6	0,0001	0,5560	0,6494
Min kgMS ⁻¹	276,83	157,66	232,69	201,79	95,1	0,0001	0,2621	0,8524
Min kgFDNcp ⁻¹	2.207,09	1.177,21	1.717,60	1.666,70	760,8	<.0001	0,8156	0,9025
Ócio								
Min dia ⁻¹	799,81	893,80	820,07	873,54	125,5	0,0127	0,1442	0,9112

*P = probabilidade, considerando P<0,05; EPM = erro-padro da mdia; PM = processamento do milho; AD = produto comercial mineral com o composto de óleos essenciais e a enzima amilase exgena; PMxAD = interao processamento do milho x aditivos; MG = milho gro; MQ = milho quirera; MS = matria seca; FDNcp = fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e protena bruta.

Tabela 6. Eficiência alimentar (EAL), eficiência de ruminação (ERU) e parâmetros mastigatórios de cordeiros, em função do processamento do milho e do uso de aditivo na dieta de cordeiros

Item	Processamento do milho		Aditivo		EPM	Valor P		
	MG	MQ	COM	SEM		PM	AD	PM x AD
Consumo (g dia ⁻¹)								
MS	1604,9	1664,0	1738,5	1590,4	697,2	0,9966	0,4611	0,5061
FDNcp	207,3	219,6	234,4	192,5	79,1	0,5865	0,0724	0,3706
EAL (g h ⁻¹)								
MS	323,4	303,9	275,8	351,5	120,1	0,5706	0,0342	0,0947
FDNcp	40,8	40,5	37,8	43,5	16,22	0,941	0,2224	0,1165
ERU (g h ⁻¹)								
MS	240,8	447,8	305,6	383,1	188,5	0,0005	0,1583	0,5942
FDNcp	30,1	58,6	41,5	47,3	22,7	0,0001	0,3806	0,681

*P = probabilidade, considerando P<0,05; EPM = erro-padrão da média; PM = processamento do milho; AD = produto comercial mineral com o composto de óleos essenciais e a enzima amilase exógena; PMxAD = interação processamento do milho × aditivos; MG = milho grão; MQ = milho quirera; MS = matéria seca; FDNcp = fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína bruta.

4.4 Balanço de nitrogênio e síntese de proteína microbiana

A interação uso de aditivos × forma de fornecimento do milho nas dietas não influenciaram (P>0,05) os resultados. O N ingerido observado e a excreção urinária de N foram superiores (P<0,05) quando foi ofertado o milho quirera nas dietas. Já os cordeiros que receberam as dietas com milho grão apresentaram menor (P = 0,0074) excreção fecal de N que os alimentados com milho quirera (Tabela 7).

Houve maior (P<0,05) produção do nitrogênio e proteína microbiana para as dietas com milho quirera, independentemente do uso de aditivos. Não foram observados efeitos (P>0,05) com a adição do aditivo comercial na dieta.

Tabela 7. Balanço de nitrogênio e estimativa de proteína microbiana produzida por cordeiros, em função do processamento do milho e do uso de aditivo na dieta de cordeiros

Item	Processamento do milho		Aditivo		EPM	Valor P		
	MG	MQ	COM	SEM		PM	AD	PM x AD
Nitrogênio (g dia ⁻¹)								
Ingerido	35,9	39,8	38,0	37,7	6,10	0,0319	0,8563	0,4802
Urinarío	7,2	11,4	9,2	9,43	5,97	0,0327	0,8983	0,3247
Fecal	14,5	13,2	13,9	13,8	1,59	0,0074	0,8765	0,4886
Absorvido	21,7	25,7	24,1	23,4	1,59	<,0001	0,2145	0,7102
Retido	14,9	14,0	14,5	14,4	6,24	0,3323	0,6491	0,9520
Ureia mg/dL	47,3	76,5	66,9	56,9	33,14	0,0036	0,2790	0,1014
Produção microbiana (g dia ⁻¹)								
N microbiano	3,77	4,27	4,07	3,97	1,73	0,0282	0,653	0,4963
PB microbiana	23,6	26,7	25,4	24,8	4,61	0,0277	0,6497	0,5001

*P = probabilidade, considerando $P < 0,05$; EPM = erro-padrão da média; PM = processamento do milho; AD = produto comercial mineral com o composto de óleos essenciais e a enzima amilase exógena; PMxAD = interação processamento do milho × aditivos; PB = proteína bruta e N = nitrogênio; MG = milho grão; MQ = milho quirera.

4.5 Desempenho dos animais e análise econômica

Não houve ($P > 0,05$) interação de uso do aditivo e forma de fornecimento do milho na dieta, em relação aos resultados de desempenho. As dietas com MQ proporcionaram maior ($P < 0,05$) peso corporal final, ganho total e ganho médio diário em resposta positiva ao aumento no consumo, independentemente do uso de aditivos na dieta (Tabela 8). Não houve efeito ($P > 0,05$) no desempenho dos animais em função do aditivo comercial na dieta.

Cordeiros alimentados com o milho quirera apresentaram eficiência alimentar superior ($P = 0,0263$) quando comparados aos que receberam milho grão. A adição de aditivos reduziu ($P = 0,0434$) a eficiência alimentar (Tabela 8).

O custo da dieta (R\$/kg de MS) e o custo diário por animal para as formulações que continham o aditivo das dietas experimentais foram mais onerosos, quando comparados aos custos da dieta com a inclusão apenas do sal mineral. A dieta sem aditivo foi a de menor custo diário para o experimento. (Tabela 9).

As dietas com o milho quirera proporcionaram menor custo em porcentagem da receita total, ao passo que as dietas sem aditivo comercial proporcionaram maior margem bruta e, por conseguinte, maior rentabilidade por dia (Tabela 9).

Tabela 8 -Valores médios de peso corporal inicial (PCI), peso corporal final (PCF), ganho total (GT), ganho médio diário (GMD) e eficiência alimentar (EA), em função do processamento do milho e do uso de aditivo na dieta de cordeiros

Item	Processamento do milho		Aditivo		EPM	Valor de P		
	MG	MQ	COM	SEM		PM	AD	PM x AD
Peso inicial (kg)	18,21	18,32	18,33	18,15	3,57	-	-	-
Peso final (kg)	34,5	36,74	35,17	36,06	3,43	0,014	0,3113	0,1499
Ganho total (kg)	15,57	18,55	16,17	17,94	3,7	0,005	0,0754	0,1855
GMD (g/dia)	281,9	325,1	294,1	313,0	0,06	0,01	0,2385	0,1099
EA (g)	209,1	217,0	202,3	225,3	2,91	0,0263	0,0434	0,4374
PCQ	15,1	16,5	15,4	16,2	1,73	0,0137	0,1587	0,4388
PCF	15,1	16,3	15,4	15,9	1,78	0,0404	0,3182	0,7558
RCQ (kg 100kg ⁻¹)	48,5	52,3	49,5	50,2	1,01	0,0241	0,3052	0,7584
RCF (kg 100kg ⁻¹)	48,3	51,9	49,3	50,1	4,32	0,0621	0,2254	0,7654
RV (kg 100kg ⁻¹)	48,8	51,8	49,1	50,1	1,03	0,0032	0,3813	0,8672
AOL (cm ²)	12,9	13,4	13,1	13,0	1,24	0,0754	0,1224	0,5432
PMCAR (kg)	7,74	8,24	7,93	8,04	3,22	0,0484	0,6396	0,5503
Gordura subcutânea (mm)	2,05	2,07	1,98	2,14	0,77	0,9389	0,4829	0,3530
Cortes comerciais da meia-carcaça (kg 100kg ⁻¹)								
Pescoço	8,6	9,1	9,3	8,5	4,41	0,0021	0,0919	0,0960
Paleta	16,2	16,3	16	15,8	3,60	0,0833	0,7223	0,8086
Costeleta	18,3	17,5	17,5	18,5	0,77	0,3620	0,1970	0,7662
Costela/fralda	18,9	18,8	19	18,7	6,62	0,1781	0,9948	0,9824
Lombo	6,6	6,7	6,7	6,8	1,03	0,8559	0,5276	0,2751
Pernil	31,4	31,6	31,5	31,7	2,13	0,1014	0,6117	0,9805

*P = probabilidade, considerando $P < 0,05$; EPM = erro-padrão da média; PM = processamento do milho; AD = produto comercial mineral com o composto de óleos essenciais e a enzima amilase exógena; PMxAD = interação processamento do milho × aditivos; PMCAR = peso de meia-carcaça; RCQ e RCF = rendimento de carcaça quente ou fria; AOL = área de olho-de-lombo; RV = rendimento verdadeiro de carcaça ($RCQ + RCF \cdot 2^{-1}$); MG = milho grão; MQ = milho quirera.

Tabela 9. Avaliação econômica das dietas de cordeiros de cordeiros em confinamento, em função do tipo de processamento do milho e do uso de um aditivo comercial na dieta

Item	Milho grão		Milho quirera	
	Aditivo	Mineral	Aditivo	Mineral
Custo da dieta (R\$/ kg de MS) ¹	1,03	0,81	1,03	0,81
Custo diário da dieta (R\$ por animal)	1,38	1,21	1,49	1,13
Tempo de confinamento (dias)	56	56	56	56
Custo do ganho de peso (R\$ por kg) ²	6,40	5,05	4,31	3,41
Custo total com ração (R\$) ³	89,66	83,32	75,43	56,30
Custo total (% da receita total)	91,49	72,14	61,58	48,75
Total da receita (R\$) ⁴	98	115,5	122,5	115,5
Margem bruta (R\$) ⁵	8,34	32,18	47,07	59,20
Margem bruta (R\$ por dia)	0,15	0,57	0,84	1,06

¹ Valores médios (reais) por tonelada de MS dos alimentos: R\$ 94,36 (silagem de milho); R\$ 696,36 (milho grão); R\$ 1.596,96 (farelo de soja); R\$ 12.604,00 (Produto comercial mineral com o composto de óleos essenciais e a enzima amilase exógena); R\$ 2.960,00 (ureia); R\$ 4.494,60 (sal mineral); R\$ 376,20 (calcário calcítico).

² Conversão alimentar multiplicada pelo custo da dieta.

³ Custo do ganho de peso multiplicado pelo ganho de peso total.

⁴ Ganho de peso total multiplicado pelo preço recebido.

⁵ Receita menos o custo total com ração.

V. DISCUSSÃO

Os cordeiros alimentados com aditivo na dieta não modificaram a relação entre consumo, conforme estabelecido pelo NRC (2007). Alterações no consumo de nutrientes não é notada quando se faz o uso de óleos essenciais em um volume de até 150 mg adicionados diretamente na ração (Tekipe et al., 2013; Conner et al., 2017), ou no uso da enzima amilase (Lara et al., 2018). Contudo, o processamento do milho favorece a ingestão dos nutrientes, por serem mais palatáveis, devido à moagem e exposição dos açúcares solúveis presentes nos grãos de milho.

Esse aumento na área superficial das partículas do milho também facilita o processo de degradação, devido à exposição da matriz do concentrado ofertado, aumentando a taxa de nutrientes no sangue, sendo observada saciedade por limitação química (McDonald et al., 1981; Hejazi et al., 1999; Kozloski et al., 2017). Essa condição poderia ter reduzido o consumo entre as dietas com MQ, que, embora processado, foi obtido através de uma moagem sem a utilização de peneira no triturador, obtendo-se partículas maiores, não interferindo na limitação química de consumo dos cordeiros confinados. No entanto, melhorou o aproveitamento dos nutrientes ofertados nas dietas com MQ e a sua composição.

Quando são adotados confinamento e dieta com alto teor de concentrado, denominada “alto grão”, observa-se incremento na quantidade de CNF na dieta, que, ao chegar ao rúmen, será rapidamente metabolizado e passará a produzir íons H^+ sem tempo para sua metabolização, o que pode reduzir o pH do órgão e, conseqüentemente, prejudicar a digestibilidade e o desempenho produtivo dos animais (Homem Junior et al., 2010). Com isso, era pretendido que o uso do aditivo melhorasse a eficiência na digestão dos nutrientes e o controle de pH com os óleos essenciais presentes em sua composição (Crane et al., 1957; Gouvêa et al., 2019; Meschiatti et al., 2019), mas não foi o que aconteceu em relação à digestibilidade da MS.

Observou-se que a enzima amilase do aditivo melhorou a disponibilidade de energia com ação da enzima amilolíticas sobre os CNF, o que reduziu o pH. Considerando-se o consumo de MS das dietas ($1453g\text{ dia}^{-1}$) e o teor de diluição com o aditivo ($25g\text{ kg}^{-1}$ da dieta), obtêm-se 36 g do aditivo ingerido. Com isso, são fornecidos

para cada dia de consumo 414,1 KNU de amilase, o que garante mais de 2 kg de amido degradado por hora (Sumerly et al., 2003). Esse fator acarretou rápida degradação do amido, seguida de diminuição no crescimento da microbiota fibrolítica, que tem seu pH ótimo próximo da neutralidade, e conseqüente redução da digestibilidade da fibra nas dietas dos cordeiros confinados.

Assim, a concentração de 25 g kg⁻¹ do produto comercial foi suficiente para a resposta da enzima amilase em sua composição, que atuou na seletividade da microbiota ruminal, mesmo com dosagem inferior à recomendada. Então, para evitar problemas metabólicos, pode-se sugerir para a espécie ovina menor percentual da enzima e maior concentração dos óleos essenciais, com vistas à melhor resposta para a digestibilidade do metabolismo.

Infere-se que essa ação ruminal pela ação do aditivo também pode ter sido anulada no intestino através de enzimas endógenas produzidas em volume suficiente pelo animal, de modo que o aditivo não apresentasse resultados satisfatórios.

Nesse ensaio experimental, não se obteve resposta em relação à digestibilidade da matéria seca das dietas com MG ou MQ, provavelmente por causa da espécie avaliada. De acordo com McDonald et al. (1981), os ovinos possuem maior eficiência de ruminação, fazendo com que alimentos consumidos de forma rápida e grosseira sejam remastigados e reduzidos a partículas semelhantes a produtos oriundos do processo de moagem, o que melhora a digestibilidade. Apesar disso, a quantidade encontrada nas sobras de maneira seletiva mostrou que os animais alimentados com MG deixavam o aditivo com maior frequência e quantidade que os animais que recebiam MQ. A digestibilidade da matéria orgânica foi maior com a dieta com MQ, em conseqüência principalmente da digestibilidade do amido, que faz parte dos CNF. Com isso, houve diminuição significativa no teor de amido encontrado nas fezes dos cordeiros das dietas com MQ. Em experimento conduzido com animais da raça Santa Inês, verificou-se que a digestibilidade do amido apresentou um coeficiente de determinação de 93% em comparação ao teor desse nutriente na avaliação fecal dos animais. Isso é um fator determinante para que o teor de amido nas fezes se torne um indicador validado na estimativa da digestibilidade do amido para cordeiros confinados recebendo dietas com alto percentual de concentrado (Queiroz et al., 2008). Então, quanto menor o valor de amido encontrado nas fezes, melhor será o aproveitamento pelo animal.

Em outros estudos realizados com ovelhas e cordeiros mestiços, não se constataram modificações a respeito do aumento da digestão do amido entre as dietas à

base de milho grão e milho moído (Hart & Glimp, 1991; Oliveira et al., 2015). Dessa forma, a atualização de resultados de pesquisa que parecem óbvios deve ser respeitada, pois indica mudanças de tecnologia tanto na produção de alimentos, quanto na nutrição animal. Portanto, a composição anatômica do ingrediente em questão pode interferir diretamente nos resultados.

A resposta positiva em relação ao CMS refletiu nas dietas de MG e MQ, aumentando a quantidade de nitrogênio ingerido e, conseqüentemente, absorvido pelos cordeiros. Dessa forma, o fato de parte desse N não ser aproveitada pelos animais na forma de armazenamento, sendo convertida em ureia pelo fígado (Oliveira et al., 2001), explica também o aumento de ureia mg/dL em cordeiros recebendo a dieta com MQ.

Essa ureia é um componente tóxico para os animais e precisa ser eliminada do organismo, quando em excesso, para controle da homeostase. Observou-se que os animais alimentados com dietas contendo MQ apresentaram os maiores valores de excreção desse composto nitrogenado, principalmente na urina e nas fezes. Esse aumento da excreção de ureia decorre da excreção e retenção dos compostos nitrogenados na urina, que são maiores quando a concentração de proteína bruta na dieta ou a ingestão de nitrogênio pelo animal aumenta (Yerradoddi et al., 2015).

O incremento ocasionado pela melhoria na digestibilidade da dieta com MQ elevou a produção de proteína microbiana no rúmen e melhorou o desempenho metabólico dos animais, já que se trata de um nutriente de alto valor biológico. O balanço de nitrogênio positivo demonstra o sincronismo do fornecimento de proteína e energia, o que provavelmente contribuiu para o aproveitamento da amônia e acarretou maior síntese de proteína microbiana e maior aproveitamento do N fornecido.

Em relação ao comportamento dos animais, o número de períodos de alimentação utilizados para consumo foi maior com os cordeiros que receberam as dietas com o aditivo comercial, demonstrando que o uso desse produto ocasiona repetidas idas ao cocho por essa classe animal. Já as dietas com MG induziram os animais a uma mastigação eficiente do grão, para a melhora da digestibilidade, o que acarretou maior tempo despendido em cada período ruminado. Como a necessidade de ruminação se tornou menor devido ao processo de trituração do grão, os cordeiros alimentados com MQ apresentaram maior percentual no tempo dos períodos de ócio em relação às dietas com MG.

A melhora na dieta, seja com aumento na suplementação ou com oferta do alimento pronto ou processado, diminui o tempo para mastigação no ato de ruminar (Mendes et al., 2014; Giger-Reverdin et al., 2014). Dessa forma, a atividade dos

ruminantes está atrelada principalmente à composição físico-química dieta, em que esse processo mecânico é considerado ação fisiológica desencadeada em frequências variadas, dependendo da qualidade da dieta (Perazzo et al., 2017).

O aumento da necessidade da quebra de partículas eleva esse tempo de ruminação, devido à maior necessidade de processamento, além de maiores estímulos às atividades mastigatórias (Mertens et al., 1997).

As eficiências de ruminação em kg MS h⁻¹ e kg FDN hora⁻¹ aumentaram com as dietas de MQ, provavelmente em razão do processo mecânico externo de diminuição de partículas, que rompe as paredes celulares e fibrosas. Isso fornece maior percentual de CNF dos ingredientes na dieta e, dessa forma, melhora a eficiência de ruminação (Dulphy et al., 1980) e aumenta a taxa de passagem e o tempo de aproveitamento dos nutrientes da dieta, obtendo-se melhor desempenho.

Como houve alteração no consumo entre as dietas com MG e MQ, sem alteração do mesmo com a adição do produto comercial, esperava-se melhora da resposta biológica no desempenho dos animais que receberam maior quantidade de nutrientes. Este resultado foi notado no peso final, ganho médio diário, ganho total e rendimento de carcaça de cordeiros alimentados com MQ.

Trabi et al. (2019), ao trabalharem com ovinos recebendo dietas de alto grão com milho inteiro e processado, constataram que a forma de fornecimento do milho afeta diretamente os parâmetros ruminais dos animais. No entanto, esses autores obtiveram melhor resposta com as dietas que continham o milho com granulometria menor (287 e 245 g de GMD), enquanto as dietas controle com o milho inteiro teve GMD de 233 g.

No entanto, alguns autores (Bernardes et al., 2015; Lara et al., 2018) observaram valores médios de ganho médio diário de 260 g, em cordeiros confinados recebendo dietas de alto teor de concentrado.

O uso do produto comercial utilizado neste experimento, à base de amilase, óleos essenciais e outros compostos, não melhorou o desempenho dos animais e reduziu a EA. O uso deste aditivo em concentração de 5% na ração de bovinos em confinamento promoveu aumento de até 4% no ganho total e no rendimento de carcaça (Gouvea et al., 2019; Meschiatti et al., 2019). Sabendo-se que a eficiência alimentar é uma medida de produtividade animal em que se define a quantidade consumida pelo animal, em resposta ao seu ganho de massa corpórea, constata-se que os animais que receberam milho processado na dieta aumentaram o seu peso diário em comparação a mesma quantidade consumida pelos animais alimentados com MG. Por isso, o retorno financeiro ficou

evidente com a dieta de MQ, pois, além de aumentar o rendimento de carcaça dos cordeiros, diminuiu o custo com alimentação.

Utilizando outro composto de óleos essenciais, à base de sementes de erva doce na concentração de 1,5% do total da alimentação de cordeiros machos, Hajalizadeh et al. (2019) verificaram aumento de 5,8% no ganho de peso total e melhoria da eficiência alimentar.

Por fim, esperava-se que o produto comercial apresentasse bons resultados no desempenho e aumentasse o retorno financeiro, pois é três vezes mais oneroso que o sal mineral de ovinos.

VI. CONCLUSÕES

O processamento do grão de milho na forma de quirera melhorou a eficiência alimentar e garantiu maior retorno financeiro em dietas de alto grão para cordeiros em confinamento, mas o uso do aditivo, na dosagem de 25 g kg^{-1} , nas dietas de alto grão não promoveu modificações nos parâmetros de desempenho.

IV. REFERÊNCIAS

- ARCARI, M. A. et al. Effect of the ensiling time of hydrated ground corn on silage composition and in situ starch degradability. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, v. 53, n. 1, p. 60-71, 2016.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS – AOAC. Official methods of analysis. v.1, 15.ed., Arlington, Virginia. p. 1117. 1990.
- AZZAZ, H. H.; MURAD, H. A. and MORSY, T. A. Utility of ionophores for ruminant animals: a review. **Asian Journal of Animal Sciences**, v. 9, n. 6, p. 254-265, 2015.
- BARAJAS, R. and ZINN, R. A. The feeding value of dry-rolled and steam-flaked corn in finishing diets for feedlot cattle: Influence of protein supplementation. **Journal of Animal Science**, v. 76, n. 7, p. 1744-1752, 1998.
- BEAUCHEMIN, K. A. and MCGINN, S. M. Methane emissions from beef cattle: Effects of fumaric acid, essential oil, and canola oil. **Journal of Animal Science**, v. 84, n. 6, p. 1489-1496, 2006.
- BENCHAAR, C. and GREATHEAD, H. Essential oils and opportunities to mitigate enteric methane emissions from ruminants. **Animal Feed Science and Technology**, v. 166, p. 338-355, 2011.
- BERCHIELLI, T.T.; PIRES, A.V. e OLIVEIRA, S.G. Nutrição De Ruminantes. Jaboticabal: FUNEP, 2011, 229-253 e 616 p.
- BERNARDES, G. M. C. et al. Consumo, desempenho e análise econômica da alimentação de cordeiros terminados em confinamento com o uso de dietas de alto grão. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 67, n. 6, p. 1684-1692, 2015.
- BÜRGER, P. J. et al. Consumo e digestibilidade aparente total e parcial em bezerros holandeses alimentados com dietas contendo diferentes níveis de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, n. 1, p. 206-214, 2000.
- BUTOLO, J. E. et al Agentes antimicrobianos em rações de aves e suínos. Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, v. 35, p. 237-254, 1998.
- CALLAWAY, T. R. et al. Ionophores: their use as ruminant growth promotants and impact on food safety. 2003.
- CARTAXO, Felipe Queiroga et al. Características de carcaça determinadas por ultrassonografia em tempo real e pós-abate de cordeiros terminados em confinamento

com diferentes níveis de energia na dieta¹. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, n. 1, p. 160-167, 2011.

CASTILLEJOS, L. et al. Effects of a specific blend of essential oil compounds and the type of diet on rumen microbial fermentation and nutrient flow from a continuous culture system. **Animal Feed Science and Technology**, v. 119, n. 1-2, 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.

CHEN, X. B and GOMES, M. J. Estimation of microbial protein supply to sheep and cattle based on urinary excretion of purine derivatives: an overview of the technical details. **Rowett Research Institute**, p. 21, 1992.

COLE, N.A.; JOHNSON, R.R. and OWEN, F.N. Influence of roughage level and corn processing method on the site and extent of digestion by beef steers. **Journal of Animal Science**, v.43,n.2, p.490-496, 1976.

CONNER, J. et al. Effects of supplementing CRINA ruminant blend essential oil to Suffolk x Hampshire feeder lambs on growth, intake, feed efficiency, and carcass traits. **ASAS Western Section**, p. 317, 2017.

CORREA, C. E. S. et al. Relationship between corn vitreousness and ruminal in situ starch degradability. **Journal of dairy science**, v. 85, n. 11, p. 3008-3012, 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**, v. 40, n. 10, p. 1317-1323, 1957.

DE, K.; SAXENA, V. K.; BALAGANUR, K., KUMAR, D.; NAQVI, S. M. K. Effect of short-term seclusion of sheep on their welfare indicators. **Journal of Veterinary Behavior**, v. 27, p. 1-7, 2018.

DETMANN, E. et al. Cromo e indicadores internos na determinação do consumo de novilhos mestiços, suplementados, a pasto. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30, n. 5, p. 1600-1609, 2001.

DETMANN, E. et al. Métodos para análise de alimentos – INCT – Ciência Animal. Instituto nacional de ciência tecnologia de ciência animal., Cap. 15, p. 205. 2012

DILorenzo, N. et al. Effects of grain processing and supplementation with exogenous amylase on nutrient digestibility in feedlot diets. **Livestock Science**, v. 137, n. 1-3, p. 178-184, 2011.

DULPHY, J. P. et al. Ingestive behaviour and related activities in ruminants. In: **Digestive Physiology and Metabolism in Ruminants**. Springer, Dordrecht, p. 103-122. 1980.

- FANIYI, T. O. et al. Role of diverse fermentative factors towards microbial community shift in ruminants. **Journal of applied microbiology**, v. 127, n. 1, p. 2-11, 2019.
- FERRO, M. M. et al. Óleos essenciais em dietas para bovinos. **Revista de Ciências Agroambientais**, v. 14, n. 2, 2016.
- FRENCH, D. Chemical and physical properties of starch. **Journal of animal science**, v. 37, n. 4, p. 1048-1061, 1973.
- GENCOGLU, H. et al. Effect of feeding a reduced-starch diet with or without amylase addition on lactation performance in dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 93, n. 2, p. 723-732, 2010.
- GERON, L. J. V. et al. Suplementação concentrada para cordeiros terminados a pasto sobre custo de produção no período da seca. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 33, n. 2, p. 797-808, 2012.
- GIGER-REVERDIN, S. et al. Effect of concentrate level on feeding behavior and rumen and blood parameters in dairy goats: Relationships between behavioral and physiological parameters and effect of between-animal variability. **Journal of dairy science**, v. 97, n. 7, p. 4367-4378, 2014.
- GIUBERTI, Gianluca et al. Factors affecting starch utilization in large animal food production system: A review. **Starch-Stärke**, v. 66, n. 1-2, p. 72-90, 2014.
- GOUVÊA, V. N. et al. Effects of alternative feed additives and flint maize grain particle size on growth performance, carcass traits and nutrient digestibility of finishing beef cattle. **The Journal of Agricultural Science**, v. 157, n. 5, p. 456-468, 2019.
- HAJALIZADEH, Z. et al. The effect of adding fennel (*Foeniculum vulgare*) seed powder to the diet of fattening lambs on performance, carcass characteristics and liver enzymes. **Small Ruminant Research**, v. 175, p. 72-77, 2019.
- HALL, M. B. Challenges with nonfiber carbohydrate methods. **Journal of animal science**, v. 81, n. 12, p. 3226-3232, 2003.
- HART, S. P. and GLIMP, H. A. Effect of diet composition and feed intake level on diet digestibility and ruminal metabolism in growing lambs. **Journal of animal science**, v. 69, n. 4, p. 1636-1644, 1991.
- HEJAZI, S. et al. Effects of corn processing and dietary fiber source on feedlot performance, visceral organ weight, diet digestibility, and nitrogen metabolism in lambs. **Journal Animal Science**, v.77, p.507–515, 1999.
- HENDERSON, C. et al. The effect of monensin on pure and mixed cultures of rumen bacteria. **Journal of Applied Bacteriology**, v. 51, n. 1, p. 159-169, 1981.

HERNANDEZ, S. E. et al. Correlation of particular bacterial PCR-denaturing gradient gel electrophoresis patterns with bovine ruminal fermentation parameters and feed efficiency traits. **Applied and Environmental Microbiology**, v. 76, n. 19, p. 6338-6350, 2010.

HOMEM JUNIOR, A. C. et al. Fermentação ruminal de ovinos alimentados com alto concentrado e grãos de girassol ou gordura protegida. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 62, n. 1, p. 144-153, 2010.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo Agropecuário. Com acesso disponível em: < <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/190565/1/CNPC-2018-BCI6.pdf>>. Acesso em 14 de março de 2019.

JUNGES, D. et al. Influence of various proteolytic sources during fermentation of reconstituted corn grain silages. **Journal of Dairy Science**, v. 100, n. 11, p. 9048-9051, 2017.

KLINGERMAN, C. M. et al. An evaluation of exogenous enzymes with amylolytic activity for dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 92, n. 3, p. 1050-1059, 2009.

KOZLOSKI, G. V. **Bioquímica dos ruminantes**. Fundação de Apoio a Tecnologia e Ciencia-Editora UFSM, 2017.

LANGHOUT, P. New additives for broiler chickens. **World poultry**, v. 16, n. 3, p. 1-6, 2000.

LARA, E. C. et al. Inoculation of corn silage with *Lactobacillus plantarum* and *Bacillus subtilis* associated with amylolytic enzyme supply at feeding. 2. Growth performance and carcass and meat traits of lambs. **Animal Feed Science and Technology**, v. 243, p. 112-124, 2018.

LICITRA, G. et al. Standardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminant feeds. **Animal Feed Science and Technology**, v. 57, n. 4, p. 347-358, 1996.

MAGALHÃES, K. A. et al. Pesquisa Pecuária Municipal 2017: efetivo dos rebanhos caprinos e ovinos. **Embrapa Caprinos e Ovinos-Artigo de divulgação na mídia (INFOTECA-E)**, 2018.

MARTIN, P.; BATESON, P. P. G.; BATESON, P. **Measuring behaviour: an introductory guide**. Cambridge University Press, 1993.

MCALLISTER T. A. et al. Effect of ruminal microbial colonization on cereal grain digestion. **Journal of Dairy Science**, v. 70 571-579p. 1990

MCALLISTER, T. A. and BEAUCHEMIN, K. A. Enzymes in ruminant diets. In: Bedford MR, Partridge GG. Enzymes in farm animal nutrition. Oxon: Cab International, Cap. 11, p.273-298. 2001

MCALLISTER, T. A. et al. Effect of exogenous enzymes on digestibility of barley silage and growth performance of feedlot cattle. **Canadian Journal of Animal Science**, v. 79, n. 3, p. 353-360, 1989.

MCALLISTER, T. A. et al. Effect of the protein matrix on the digestion of cereal grains by ruminal microorganisms. **Journal of animal science**, v. 71, n. 1, p. 205-212, 1993.

MCCAUGHEY, W. P. et al. Methane production by steers on pasture. **Canadian Journal of Animal Science**, v. 77, n. 3, p. 519-524, 1997.

MCDONALD, P. et al. *Animal Nutrition*. 3.ed. Zaragoza: Acribia, 518p. 1981.

MCINTOSH, F. M. et al. Effects of essential oils on ruminal microorganisms and their protein metabolism. **Applied and Environmental Microbiology**. v. 69, n. 8, p. 5011-5014, 2003.

MCKINNEY, Leland J. Grain processing: particle size reduction methods. In: Oklahoma State University's Cattle Grain Processing Symposium. Tulsa: Oklahoma. 2006.

MEALE, S. J. et al. Board-invited review: opportunities and challenges in using exogenous enzymes to improve ruminant production. **Journal of Animal Science**, v. 92, n. 2, p. 427-442, 2014.

MENDES, F. B. L. et al. Ingestive behavior of grazing steers fed increasing levels of concentrate supplementation with different crude protein contents. **Tropical Animal Health and Production**, v. 47, n. 2, p. 423-428, 2015.

MERTENS, D. R. Gravimetric determination of amylase-treated neutral detergent fiber in feeds with refluxing in beakers or crucibles: collaborative study. **Journal of AOAC international**, v. 85, n. 6, p. 1217-1240, 2002.

MESCHIATTI, M. A. P. 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**, v. 97, n. 1, p. 456-471, 2019.

MOURÃO, R.C., et al. Processamento do milho na alimentação de ruminantes. **PUBVET**, v. 6, p. Art. 1289-1294, 2012.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL NRC. Nutrient requirements of small ruminantes. Washington, D.c.: National Academy Press, p. 362. 2007.

NOCEK, J. E. and TAMMINGA, S. Site of digestion of starch in the gastrointestinal tract of dairy cows and its effect on milk yield and composition. **Journal of dairy science**, v. 74, n. 10, p. 3598-3629, 1991.

OLIVEIRA, A. S. et al. Produção de proteína microbiana e estimativas das excreções de derivados de purinas e de uréia em vacas lactantes alimentadas com rações isoprotéicas

contendo diferentes níveis de compostos nitrogenados não-protéicos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30, n. 5, p. 1621-1629, 2001.

OLIVEIRA, L. S. et al. Processamento do milho grão sobre desempenho e saúde ruminal de cordeiro. **Ciência Rural**, v. 45, n. 7, p. 1292-1298, 2015.

PATINO, H.O. et al. Alternativas de Manejo para Mitigar as Emissões de Metano em Ruminantes. Disponível em: <http://www.ufrgs.br/agronomia/materiais/7578360001.pdf>

PERAZZO, A. F. et al. Agronomic evaluation of sorghum hybrids for silage production cultivated in semiarid conditions. **Frontiers in plant science**, v. 8, p. 1088, 2017.

POLI, César Henrique Espírito Candal et al. Produção de ovinos de corte em quatro sistemas de produção. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n. 4, p. 666-673, 2008.

QUEIROZ, M. A. V et al. Desempenho de cordeiros e estimativa da digestibilidade do amido de dietas com diferentes fontes protéicas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 43, n. 9, p. 1193-1200, 2008.

REED, J.J. et al. Effect of processing on feeding value of sprouted barley and sprouted durum in growing and finishing rations for beef cattle. **Production Animal Science**, v.21, p.7-12, 2005.

REIS, M. J. et al. Comparing sheep and cattle to quantify internal markers in tropical feeds using in situ ruminal incubation. **Animal Feed Science and Technology**, v. 232, p. 139-147, 2017.

RIBEIRO, T, M. D. et al. Desempenho animal e características das carcaças de cordeiros em quatro sistemas de produção. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 10, n. 2, 2009.

RODRIGUES, D. N et al. Desempenho de cordeiros confinados, alimentados com dietas à base de torta de girassol. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 48, n. 4, p. 426-432, 2013.

SALLAM, S. M. A. et al. Effect of essential oils on ruminal fermentation, microbial population and methane emission in vitro. **Options Méditerranéennes: Série A. Séminaires Méditerranéens**, v. 99, p. 149-156, 2011.

SILVA, R. R. et al. Efeito da utilização de três intervalos de observações sobre a precisão dos resultados obtidos no estudo do comportamento ingestivo de vacas leiteiras em pastejo. **Ciência Animal Brasileira**, v. 9, n. 2, p. 319-326, 2008.

SOARES, M. S. et al. Aditivos alimentares na nutrição de ruminantes. **Revista Eletrônica Nutritime – Artigo 314**, v.12, n.04, p. 4162- 4174, 2015.

SOUZA, M. R. et al. Análise econômica do confinamento de cordeiros alimentados com feno de capim piatã e soja in natura ou desativada. **CEP**, v. 79, p. 970, 2014.

STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM – SAS. SAS System for linear models. Cary: SAS Institute, 2019.

SURMELY, R. et al. Hidrólise do amido. Tecnologia, usos e potencialidades de tuberosas amiláceas Latino Americanas, São Paulo: Fundação Cargil, v. 3, p. 379-448, 2003.

TEKIPPE, J. A. et al. Effect of essential oils on ruminal fermentation and lactation performance of dairy cows. **Journal of Dairy science**, v. 96, n. 12, p. 7892-7903, 2013.

THEURER, C. Brent. Grain processing effects on starch utilization by ruminants. **Journal of Animal Science**, v. 63, n. 5, p. 1649-1662, 1986.

TRABI, Ehab Bo et al. Comparison of the rumen bacterial community, rumen fermentation and growth performance of fattening lambs fed low-grain, pelleted or non-pelleted high grain total mixed ration. **Animal Feed Science and Technology**, v. 253, p. 1-12, 2019.

VALADARES, R.F.D. et al. Effect of replacing alfalfa with high moisture corn on ruminal protein synthesis estimated from excretion of total purine derivatives. **Journal of Dairy Science**, v.82, n.12, p.2686-2696, 1999.

VAN CLEEF, E. R. I. C. et al. Distúrbios metabólicos por manejo alimentar inadequado em ruminantes: novos conceitos. **Revista Colombiana de Ciencia Animal** – p. 319-341, 2009

VAN SOEST, P.J. Nutritional Ecology of the Ruminants. Second ed. Cornell University Press, Ithaca. 476, 1994.

VARGAS, C.F.R. et al. Efeitos da amilase e sacarose na produtividade de vacas alimentadas com dietas com baixo teor de amido. **Journal of Milk Science** , v. 97, n. 7, p. 4464-4470, 2014.

VARGAS, F. M. J. et al. Influência do processamento do grão de milho na digestibilidade de rações e no desempenho de bezerros. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n. 11, p. 2056-2062, 2008.

WANG, B. et al. Chiral metamaterials: simulations and experiments. **Journal of Optics A: Pure and Applied Optics**, v. 11, n. 11, p. 114003, 2009.

WEISS, W. P.; STEINBERG, W. and ENGSTROM, M. A. Milk production and nutrient digestibility by dairy cows when fed exogenous amylase with coarsely ground dry corn. **Journal of Dairy Science**, v. 94, n. 5, p. 2492-2499, 2011.

YERRADODDI, Ramana Reddy et al. Effect of protein and energy levels in sweet sorghum bagasse leaf residue-based diets on the performance of growing Deccani lambs. **Tropical Animal Health and Production**, v. 47, n. 4, p. 743-749, 2015.

YU, P. et al. Effects of ground, steam-flaked, and steam-rolled corn grains on performance of lactating cows. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v.81, n.3, p. 777-783, 1998.

ZANOTTO, D. L. et al. Granulometria do milho na digestibilidade das dietas para suínos em crescimento e terminação. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v. 24, n. 3, p. 428-436, 1995.

ZHU, J. E., Monica F. and COMINS, D. L. Synthesis of c-4 substituted amido nicotine derivatives via copper (I)-and (II)-catalyzed cross-coupling reactions. **The Journal of organic chemistry**, v. 81, n. 22, p. 11529-11534, 2016.