LUCIANO BROCHINE

**EFEITO DA NUTRIÇÃO ENERGÉTICA EM OVELHAS DURANTE A GESTAÇÃO
SOBRE O DESEMPENHO DE CORDEIROS NA FASE DE TERMINAÇÃO**

PIRASSUNUNGA

2019

LUCIANO BROCHINE

Efeito da nutrição energética em ovelhas durante a gestação sobre o desempenho de cordeiros na fase de terminação

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Nutrição e Produção Animal da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Mestre em Ciências.

Departamento:

Nutrição e Produção Animal

Área de concentração:

Nutrição e Produção Animal

Orientador:

Profa. Dra. Sarita Bonagurio Gallo

PIRASSUNUNGA

2019

ERRATA

BROCHINE, Luciano. **Efeito da nutrição energética em ovelhas durante a gestação sobre o desempenho de cordeiros na fase de terminação.** 64 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2019.

Página	Parágrafo	Onde se lê	Leia-se
Ficha catalográfica	3º	62 f.	64 f.

CERTIFICADO

Certificamos que a proposta intitulada "Efeito da nutrição energética de ovelhas durante a gestação sobre o desempenho de cordeiros na fase de terminação", protocolada sob o CEUA nº 8317201218 (ID 006887), sob a responsabilidade de **Sarita Bonagurio Gallo e equipe; Luciano Brochine** - que envolve a produção, manutenção e/ou utilização de animais pertencentes ao filo Chordata, subfilo Vertebrata (exceto o homem), para fins de pesquisa científica ou ensino - está de acordo com os preceitos da Lei 11.794 de 8 de outubro de 2008, com o Decreto 6.899 de 15 de julho de 2009, bem como com as normas editadas pelo Conselho Nacional de Controle da Experimentação Animal (CONCEA), e foi **aprovada** pela Comissão de Ética no Uso de Animais da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo (CEUA/FMVZ) na reunião de 14/08/2019.

We certify that the proposal "Effect of energetic nutrition of sheep during gestation on the performance of lambs in the finishing phase", utilizing 92 Ovines (35 males and 57 females), protocol number CEUA 8317201218 (ID 006887), under the responsibility of **Sarita Bonagurio Gallo and team; Luciano Brochine** - which involves the production, maintenance and/or use of animals belonging to the phylum Chordata, subphylum Vertebrata (except human beings), for scientific research purposes or teaching - is in accordance with Law 11.794 of October 8, 2008, Decree 6899 of July 15, 2009, as well as with the rules issued by the National Council for Control of Animal Experimentation (CONCEA), and was **approved** by the Ethic Committee on Animal Use of the School of Veterinary Medicine and Animal Science (University of São Paulo) (CEUA/FMVZ) in the meeting of 08/14/2019.

Finalidade da Proposta: Pesquisa

Vigência da Proposta: de 01/2018 a 12/2019

Área: Nutrição E Produção Animal

Origem: Prefeitura do Campus da USP de Pirassununga

Espécie: Ovinos

sexo: Fêmeas

idade: 2 a 8 anos

N: 57

Linhagem: mestiças

Peso: 50 a 60 kg

Origem: Prefeitura do Campus da USP de Pirassununga

Espécie: Ovinos

sexo: Machos

idade: 2 a 4 meses

N: 35

Linhagem: mestiços

Peso: 22 a 50 kg

Local do experimento: Prefeitura Fernando Costa, Universidade de São Paulo, Campus de Pirassununga.

São Paulo, 12 de novembro de 2019

Profa. Dra. Anneliese de Souza Traldi

Presidente da Comissão de Ética no Uso de Animais

Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade
de São Paulo

Roseli da Costa Gomes

Secretária

Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade
de São Paulo

Autorizo a reprodução parcial ou total desta obra, para fins acadêmicos, desde que citada a fonte.

DADOS INTERNACIONAIS DE CATALOGAÇÃO NA PUBLICAÇÃO

(Biblioteca Virginie Buff D'Ápice da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo)

T. 3836
FMVZ

Brochine, Luciano

Efeito da nutrição energética em ovelhas durante a gestação sobre o desempenho de cordeiros na fase de terminação / Luciano Brochine. – 2019.
62 f. : il.

Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo. Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia. Departamento de Nutrição e Produção Animal, Pirassununga, 2019.

Programa de Pós-Graduação: Nutrição e Produção Animal.

Área de concentração: Nutrição e Produção Animal.

Orientadora: Profa. Dra. Sarita Bonagurio Gallo.

1. Programação fetal. 2. Amido. 3. Cromo. 4. Gordura protegida. I. Título.

FOLHA DE AVALIAÇÃO

Autor: BROCHINE, Luciano

Título: Efeito da nutrição energética em ovelhas durante a gestação sobre o desempenho de cordeiros na fase de terminação

Dissertação apresentada ao programa de Pós-Graduação em Nutrição e Produção e Animal – VNP da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo – FMVZ/USP para obtenção do título de Mestre em Ciências.

Data: ____/____/____

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr.: _____

Instituição: _____ Julgamento: _____

Prof. Dr.: _____

Instituição: _____ Julgamento: _____

Prof. Dr.: _____

Instituição: _____ Julgamento: _____

DEDICATÓRIA

Dedico esta pesquisa aos meus pais
Que não medem esforços para me apoiar e incentivar

Carlos e Brígida

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, Carlos e Brígida, que encorajam, dão todo o suporte e se esforçam para que eu conquiste espaço profissional.

Agradeço a todos os meus familiares que torcem, se alegram e apoiam a todo o momento e em especial aos meus avôs Encarnação e Valdecyr.

A memória de meus avós Palmira e Veronilde, que foram os que fizeram gostar de produção animal, tendo a sua em seu próprio quintal.

A todos os amigos que conquistei em Pirassununga pelos momentos de descontração e de apoio nas necessidades do dia a dia.

À Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo e o Departamento de Nutrição e Produção Animal, pela oportunidade de realização do curso de mestrado.

A todos os estagiários e colegas de pós-graduação que sempre estiveram prontos a ajudar, e muitas vezes nos ensinando, em especial a Fernanda, que foi essencial em vários momentos, e sempre esteve disposta a ajudar seja nas atividades profissionais e nos problemas pessoais.

Aos funcionários do Setor de Ovinocultura e da Fábrica de Rações, que nos dão todo o suporte necessário para que possamos desenvolver as atividades.

À minha orientadora Sarita Bonagurio Gallo por sempre oferecer oportunidades, confiar em mim e no meu trabalho, e ter sido uma grande amiga durante o período de graduação e de pós-graduação.

MUITO OBRIGADO!

EPÍGRAFE

“Você ganha força, coragem e confiança através de cada experiência em que você realmente para e encara o medo de frente”

Eleanor Roosevelt

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Composição bromatológica dos alimentos utilizados nas dietas experimentais de ovelhas.	28
Tabela 2 - Composição de alimentos e análise bromatológica das dietas experimentais de ovelhas no início da gestação.....	29
Tabela 3 - Composição de alimentos e análise bromatológica das dietas experimentais de ovelhas do final da gestação.....	30
Tabela 4 - Composição de alimentos e análise bromatológica das dietas experimentais de ovelhas no início da lactação.....	31
Tabela 5 - Consumo em matéria seca e ganho de peso dos cordeiros em confinamento, provenientes de matrizes alimentadas com diferentes níveis e fontes de energia.	32
Tabela 6 - Peso metabólico dos cordeiros no período de confinamento, provenientes de matrizes alimentadas com diferentes níveis e fontes de energia.	38
Tabela 7 - Conversão alimentar dos animais do confinamento, provenientes de matrizes alimentadas com diferentes níveis e fontes de energia.....	40
Tabela 8 - Peso das vísceras dos cordeiros abatidos, provenientes de matrizes alimentadas com diferentes níveis e fontes de energia.....	39
Tabela 9 - Área de olho de lombo, rendimentos de carcaça e perda por resfriamento dos cordeiros provenientes de matrizes alimentadas com diferentes níveis e fontes de energia.....	40
Tabela 10 - Peso dos cortes das carcaças de cordeiros provenientes de matrizes alimentadas com diferentes níveis e fontes de energia.....	431
Tabela 11 - Morfologia e densidade óssea do fêmur de cordeiros provenientes de matrizes alimentadas com diferentes dietas energéticas.....	472

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Ordem de deposição dos tecidos nos animais (Gonzales & Sartori, 2002)	22
Figura 2 - Mecanismos de programação fetal que levam a diminuição da massa óssea da prole.24	
Figura 3 - Escala em degraus de alumínio utilizado na calibração das tonalidades do aparelho de raio-X.	35
Figura 4 - Imagem de Raio-X, demarcando a região da epífise estudada.....	36
Figura 5 - Proporção de musculo, osso e gordura do corte carré entre os tratamentos.	44
Figura 6 - Proporção de musculo, osso e gordura do pernil entre os tratamentos.....	45

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AM	Tratamento Amido
AOL	Área de olho de lombo
CMS	Consumo de matéria Seca
Cr	Tratamento Cromo
CTL	Tratamento controle
EM	Energia Metabolizável
EMm	Energia metabolizável para manutenção
EE	Extrato Etéreo
FDA	Fibra em Detergente Ácido
FDN	Fibra em Detergente Neutro
FMVZ	Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia
GnRH	Hormônio liberador de gonadotrofina
GP	Tratamento Gordura Protegida
Mcal	Megacalorias
MS	Matéria Seca
NA/K	Sódio/Potássio
NDT	Nutrientes digestíveis totais
NRC	National Research Council
PB	Proteína Bruta
pH	Potencial Hidrogeniônico
USP	Universidade de São Paulo
Kg	Kilogramas

RESUMO

BROCHINE, L. **Efeito da nutrição energética em ovelhas durante a gestação sobre o desempenho de cordeiros na fase de terminação.** [Effect of energy nutrition in ewes during pregnancy on the performance of finishing lambs]. 2019. 62 f. Dissertação (Mestrado em Ciências). Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2019.

O objetivo do trabalho foi avaliar dois níveis e três fontes de energia na dieta materna e seus efeitos a longo prazo na progênie, com avaliações no desempenho, crescimento, características de carcaça, vísceras e osso dos cordeiros machos. Foram utilizadas 57 ovelhas, distribuídas aleatoriamente em quatro tratamentos nutricionais: CTL - nível de energia segundo recomendação do NRC (2007); AMI - dieta com 10% a mais do CTL, com fonte de energia sendo o amido; GP - dieta AMI com suplemente de gordura protegida; Cr - dieta AMI com suplementação de propionato de cromo. Para avaliar esse efeito na progênie foram mensurados parâmetros de desempenho, carcaça, componentes não carcaça e densidade óssea dos machos. O delineamento do experimento foi em blocos, com separação do tipo de parto (simples ou múltiplo), com oito repetições e quatro tratamentos e comparados por contraste. Os animais do tratamento CTL apresentaram parâmetros inferiores em peso inicial, peso de abate, consumo de matéria seca durante todo o período de confinamento, menores pesos do trato respiratório, rins, rúmen e tamanho de fígado, órgãos responsáveis por otimizar o desempenho produtivo do animal. Os animais do grupo CTL também tiveram menor peso dos cortes de carcaça, apesar dos cordeiros terem sido abatidos com a mesma idade. O estudo demonstrou ainda que a nutrição energética materna influencia na formação óssea de seus filhos, sendo que o maior aporte energético possibilita a formação de cordeiros com ossos maiores e mais pesados. A menor densidade óssea dos cordeiros podem torna-los mais susceptíveis a lesões ósseas e limitar seu crescimento. Isso tem maior impacto se o cordeiro for terminado a pasto ou usado como reprodutor. Entre os tratamentos acima, os parâmetros foram similares entre si na maioria dos parâmetros estudados, comprovando a eficácia da utilização do cromo como suplemento e a gordura protegida.

Palavras-chave: Programação fetal. Amido. Cromo. Gordura protegida

ABSTRACT

BROCHINE, L. **Effect of energy nutrition in ewes during pregnancy on the performance of finishing lambs** 2019. 62 f. Dissertação (Mestrado em Ciências). Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2019.

The objective of this study was to evaluate two levels and three sources of energy in the maternal diet and their long term effects on the progeny, with evaluations on performance, growth, carcass characteristics, viscera and bone of male lambs. Fifty- seven ewes were randomly distributed in four nutritional treatments: CTL - energy level according to NRC recommendation (2007); AMI - diet with 10% more energy than CTL, with energy source being starch; GP - AMI diet with protected fat supplement; Cr - AMI diet with chromium propionate supplementation. To evaluate this effect on progeny, male performance parameters, carcass, non-carcass components and bone density were measured. The experiment was designed in blocks, with separation of the type of delivery (single or multiple), with eight repetitions and four treatments and compared by contrast. CTL animals presented lower parameters in initial weight, slaughter weight, dry matter consumption during the whole confinement period, lower respiratory tract weights, kidneys, rumen and liver size, organs responsible for optimizing the productive performance of the animal. The animals of the CTL group also had lower carcass weight, although the lambs were slaughtered at the same age. The study also showed that maternal energy nutrition influences the bone formation of their offspring, and the greater energy intake enables the formation of lambs with larger and heavier bones. The lower bone density of lambs may make them more susceptible to bone damage and limit their growth. This has the greatest impact if the lamb is grazed or used for breeding. Among the treatments with 10% more energy, the parameters were similar to each other in most of the studied parameters, proving the effectiveness of using chromium as a supplement and protected fat.

Keywords: Fetal programming, Starch. Chromium. Protected fat.

Sumário

INTRODUÇÃO	15
REVISÃO DE LITERATURA	17
NUTRIÇÃO ENERGÉTICA	17
PROGRAMAÇÃO FETAL	19
DENSIDADE ÓSSEA.....	21
<i>Fisiologia do Tecido ósseo Nutrição materna e efeitos na ossificação da prole</i>	<i>21</i>
<i>Nutrição materna e efeitos na ossificação da prole</i>	<i>23</i>
<i>Avaliação da densidade óssea.....</i>	<i>24</i>
MATERIAIS E MÉTODOS	26
PRIMEIRA FASE: MATRIZES	26
DESEMPENHO	32
<i>Parâmetros de carcaça</i>	<i>32</i>
<i>Medidas de carcaça</i>	<i>33</i>
<i>Densidade óssea</i>	<i>34</i>
ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	36
RESULTADOS	37
DISCUSSÃO	49
CONSUMO DE MATÉRIA SECA E GANHO DE PESO	49
PESO DE VÍSCERAS	49
RENDIMENTOS, PERDA POR RESFRIAMENTO E AOL	50
DENSIDADE ÓSSEA.....	52
CONCLUSÃO	53
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	54

1. INTRODUÇÃO

Nos próximos anos, a pesquisa e a inovação terão um papel fundamental no aumento da produtividade alimentar mundial. A pecuária de corte ovina terá que enfrentar dois desafios principais ao mesmo tempo: aumentar a produção e a eficiência. Também é importante produzir um produto diferenciado, agregar valor ao produto e aumentar a velocidade das conquistas tecnológicas. Esses avanços tecnológicos precisam proporcionar uma carne saudável e com boa aceitação pelo consumidor (MONTOSI et al., 2013).

O número de cabeças de ovinos no mundo aumentou em 9,17% entre os anos de 2010 e 2016, e o valor comercial apresentou um aumento de 13,71% entre o período de 2010 a 2015 (FAOSTAT, 2018). Esse aumento se deve ao interesse maior do consumidor pela carne de cordeiros, que é a categoria jovem dos ovinos, que apresenta carne macia e com sabor suave. Para produzir carne de cordeiro, o pecuarista precisa intensificar o sistema produtivo.

Em sistemas mais intensivos é comum o uso de confinamento, mesmo que parcialmente (BUENO, CUNHA, SANTOS, 2000; CUNHA et al., 2001; CUNHA et al., 2003). De acordo com Bendahan (2006), a utilização do confinamento de cordeiros é puramente econômica. Fatores como velocidade de acabamento, conversão alimentar, qualidade genética dos animais disponíveis, valor comercial, nutrição e mercado demandador de carne de qualidade devem ser levados em conta, para que no fim do ciclo se consiga um ganho econômico na atividade (BARROS, 2008; VIANA & SILVEIRA, 2008).

Contudo, um desempenho satisfatório dos cordeiros no confinamento depende da sua formação fetal, uma vez que a nutrição materna durante a gestação influencia diretamente nesse desenvolvimento, podendo ter consequências ao longo da vida. Ovelhas subnutridas durante a gestação produzem fetos menores e com piores desempenhos. Portanto, além da genética e da nutrição do cordeiro, a nutrição materna é essencial para o desenvolvimento fetal e o crescimento e a saúde pós-natal (BARKER, 1995; GODFREY e BARKER, 2000; DRAKE e WALKER, 2004; DU et al., 2015; VAN EMON et al., 2017).

Dentre os nutrientes a serem supridos durante a gestação, a energia tem recebido atenção especial por ser de fundamental importância para o funcionamento dos órgãos vitais, além de influenciar nas atividades das células e promover sua renovação (ZUNDT et al., 2001).

No estado de São Paulo, por influência do clima, existe meses que a produção de forragem é reduzida, assim como a qualidade nutricional (SANTOS et al., 2014). Esse período pode ocorrer no terço final da gestação da ovelha. A demanda por energia da ovelha é maior no final de gestação e lactação (NRC, 2007), sendo necessário, muitas vezes fazer a suplementação alimentar das ovelhas.

Quando se pensa em suplementação energética, a principal fonte para ruminantes é o milho (THEURER, 1986), que pode ter a função de ser o substituto da pastagem (HODSGON, 1990), e ainda resultar em uma dieta balanceada em relação aos nutrientes (RESTLE et al., 1999). Outro componente que pode ser utilizado para a suplementação energética é a gordura protegida, composta de um valor aproximado de três vezes mais energia bruta do que o milho, fator que faz com que esse alimento seja utilizado de forma estratégica e em baixos níveis (FRANCO, 2007). O cromo tem sido usado na alimentação animal como um ativador de receptor de insulina, de forma a aumentar o aproveitamento da glicose sanguínea na célula. Normalmente o cromo é usado quando a dieta é energética, e para fases críticas dos animais como o final da gestação, lactação e terminação (DALLAGO et al., 2016; GHORBANI et al., 2012).

As hipóteses do trabalho foram que as ovelhas gestantes alimentadas com dietas de maior aporte energético produzirão cordeiros com melhor desempenho no confinamento, com densidade óssea maior e vísceras mais pesadas. Espera-se que fontes alternativas de energia na dieta de ovelhas sejam positivas na geração de progênes eficientes.

O objetivo do trabalho foi avaliar dois níveis de energia e três alimentos energéticos na dieta materna e seus efeitos em longo prazo na progênie. Para avaliar esse efeito na progênie foram mensurados parâmetros de desempenho, carcaça, componentes não carcaça e densidade óssea.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. NUTRIÇÃO ENERGÉTICA

O conhecimento das exigências nutricionais e eficiência de utilização dos alimentos são importantes para aperfeiçoar a produtividade e ter desempenho esperado (CABRAL et al., 2008; DUARTE et al., 2009; SILVA et al., 2010; CHAY-CANUL et al., 2016). A ingestão de energia é considerada o principal fator limitante para o crescimento de ovinos, sendo que o fornecimento insuficiente de energia para o animal resulta em crescimento lento, idade mais avançada na puberdade, desordens cardiovasculares, desordens metabólicas, disfunções no organismo e no desenvolvimento dos órgãos (TEDESCHI et al., 2010; ALLEN et al., 2004; FOWDEN et al., 2005). Em animais adultos, quando a ingestão de energia é menor do que a necessária para manutenção, o animal usa sua própria reserva de energia, particularmente gordura e quando isso ocorre em excesso, doenças metabólicas tais como cetose podem surgir (CHAY-CANUL et al., 2016, 2011).

A energia para manutenção representa entre 60 e 80% da energia total consumida por ruminantes. O requerimento de energia metabolizável de manutenção (EMm) é definido como a quantidade de energia necessária aos animais, a fim de manter os processos vitais, como as funções básicas (coração, pulmão, rim, sistema nervoso) e funções celulares do organismo em condições normais (turn over de proteínas; canais de NA/K). De uma maneira prática, a EMm poderia ser definida como o estado em que o animal não sofre alterações em sua composição corpórea. Também foi definido como o estado em que a ingestão de ME (MEI) não irá resultar em perdas ou ganhos de energia nos tecidos corporais animais (ARC, 1980; RESENDE et al., 2008; CANAS et al., 2010; REYNOLDS; CROMPTON; MILLS, 2011). Segundo o NRC (2007), para ovinos, a energia metabolizável de manutenção, é de 1,9 Mcal por dia.

Os requerimentos adicionais de energia para gestação durante a fase inicial são pequenos, alterando pouco as exigências nutricionais dos ovinos neste período, sendo considerado próximo de 1,9 Mcal/kg de MS. No entanto, essas necessidades aumentam consideravelmente nas últimas semanas de gestação, agravando-se ainda mais se a fêmea estiver gestante de dois ou mais fetos, sendo que, em relação à manutenção, aumenta em torno de 54% para gestações simples e 95% para gestações gemelares (NRC, 2007).

O consumo de energia da ovelha durante a lactação influencia diretamente nos parâmetros de desempenho dos cordeiros até aproximadamente 50 dias de idade, pois o ganho de peso do filhote tem correlação positiva com a produção de leite da mãe (MOHAMMADI et al., 2010; CASTRO et al., 2012).

A quantidade de energia ingerida por uma matriz durante a gestação também irá influenciar nos parâmetros de qualidade da carne da progênie, alterando o número de fibras musculares e na formação de células do tecido adiposo. Ovelhas com deficiência energética geraram cordeiros com menor quantidade de fibra muscular e maior quantidade de tecido adiposo. Além disso, existem evidências que a nutrição materna e o efeito de programação fetal não fiquem limitado ao ambiente uterino e se estenda para a fase de lactação, onde cordeiros provenientes de matrizes corretamente alimentadas possuem parâmetros melhores de carcaça (DU et al., 2015, 2010).

Os alimentos energéticos possuem digestibilidade e eficiência energética diferente. No ruminante, no processo de fermentação ruminal, o alimento irá produzir ácidos graxos de cadeia curta. Broderick et al. (2002), relatam que as diferentes proporções na produção de acetato, propionato, butirato, e na relação acetato: propionato afetam o desempenho animal, isso ocorre, pois cada ácido graxo de cadeia curta se direciona a distintas funções no organismo animal. O propionato, quando absorvido pela parede ruminal, segue via sistema porta hepático até o fígado, para síntese de glicose (gliconeogênese) (LENG et al., 1967). O acetato, absorvido pelo epitélio ruminal segue predominantemente pela corrente sanguínea até o tecido adiposo para a síntese de lipídeos (lipogênese), podendo ocorrer esta síntese, em pequenas proporções, no fígado. Ele também pode participar do processo de oxidação no fígado (HANSON; BALLARD, 1967). O butirato é parcialmente metabolizado pelo epitélio do rúmen para a síntese de corpos cetônicos (acetoacetato, β hidroxibutirato e acetona), podendo ser oxidado em menores proporções a corpos cetônicos no fígado (PENNINGTON, 1952). Tanto o acetato quanto o butirato, são precursores da lipogênese nos ruminantes (HANSON; BALLARD, 1967).

Jaeger et al. (2004) relataram o uso de gorduras e óleos na alimentação de ruminantes, visando a substituição às altas proporções de grãos, com o objetivo de aumentar a densidade energética da dieta e melhorar a eficiência energética. A união de sais de cálcio juntamente com ácidos graxos de cadeia longa (cálcio saponificado) vem sendo utilizada como fonte de energia em dietas de ruminantes. Este composto se mantém relativamente inerte no rúmen, em

condições normais de pH, mas se dissocia completamente nas condições ácidas do abomaso (JENKINS e PALMQUIST, 1984). Também são conhecidos como gordura protegida.

Hill e West (1991) acrescentaram 4,5% de gordura protegida em dietas à base de milho para animais em terminação, e observaram aumento das quantidades plasmáticas de ácido palmítico, palmitoléico, oléico e linoléico depois de 41 dias de alimentação. A composição de ácidos graxos da gordura protegida estudada é de cerca de 87% de ácidos palmítico e oléico, sugerindo, portanto, que estes ácidos escaparam da biohidrogenação ruminal.

Em relação a produção, Homem Júnior et al. (2010) observaram que dietas para terminação de cordeiros Santa Inês, com elevada proporção de concentrado, contendo grãos de girassol ou gordura protegida proporcionaram bom desempenho aos animais, mas não diferiram da dieta sem adição de fontes lipídicas.

Outro elemento a ser estudado em dietas energéticas é o cromo. O cromo é um componente que facilita a ação da insulina sobre células do corpo, levando ao aumento da quantidade de glicose disponível para o animal (MERTZ, 1992). Os efeitos dos sais suplementares de cálcio do óleo de palma e do propionato de cromo sobre a sensibilidade à insulina, características produtivas, reprodutivas em vacas leiteiras Holstein × Gir são positivos (LEIVA et al., 2014, 2015).

2.2. PROGRAMAÇÃO FETAL

Historicamente, esforços consideráveis têm sido feitos para entender como a nutrição materna afeta a saúde e a produtividade das crias durante o período pós-natal (FUNSTON et al., 2010). Tanto a alimentação insuficiente quanto a excessiva durante a gestação pode impactar o crescimento, desenvolvimento e produtividade da prole (WU et al., 2006;; DU et al., 2010; DUARTE et al., 2014; REED et al., 2014).

A restrição materna tem como definição a redução de disponibilidade de nutrientes ao embrião e ao feto durante as fases de desenvolvimento no útero. O período de restrição e a durabilidade interferem na vascularização capilar, perfil angiogênico e função vascular da placenta tanto de bovinos quanto ovinos, influenciando na capacidade do feto em atingir todo o seu crescimento genético potencial (VONNAHME, 2012).

Mudanças na composição de micro e macronutrientes da dieta materna, durante ou em um determinado período da gestação, tem efeitos no embrião, placenta ou no feto. Estes efeitos de programação nutricional podem ser diretos ou mediados por mudanças endócrinas

na mãe que afetam os processos reprodutivos. As consequências do crescimento do concepto não serão refletidas simplesmente na composição corpórea e alterações na mortalidade e morbidade durante o período neonatal, mas provável que continuem durante todo ciclo de vida (MCMILLEN, ROBINSON 2005).

Segundo Kelly et al. (2008), os períodos em que as funções do tecido e do corpo se desenvolvem e amadurecem são críticos na vida fetal dos carneiros. A estrutura e a função dos tecidos são influenciadas pelos níveis de nutrientes fornecidos ao feto durante a gestação. O período inicial de gestação tem como funções o crescimento dos órgãos internos. Geralmente quando a restrição nutricional é mais severa no início da gestação existem consequências negativas nos órgãos vitais quando comparado com restrição durante o final da gravidez. De fato, pesquisas indicam que os planos de baixa nutrição materna até o meio da gestação podem afetar o crescimento principalmente do coração e do fígado (REED et al., 2007; CARLSON et al., 2009; CATON et al., 2009). A privação energética e proteica entre o período inicial e médio de gestação em ovinos também conferiu diferenças no desenvolvimento da placenta (VONNAHME et al., 2003), duração da gestação (ROOKE et al., 2010) e peso ao nascer do cordeiro (REED et al., 2007).

O terço final de gestação se torna importante principalmente em relação ao desempenho dos cordeiros. Gerashev et al. (2006) observaram um menor peso ao nascer de cordeiros (machos e fêmeas) quando as mães passaram por uma dieta que atendia a 60% das necessidades energéticas. Essa grande redução observada no peso ao nascer dos cordeiros machos (30,5%) e fêmeas (17,8%) mostra a importância da adoção de um nível nutricional adequado para as ovelhas gestantes, também durante o terço final da gestação. No estudo também foi observado que o ganho de peso médio do grupo sem restrição foi superior ($P < 0,05$) aos animais alimentados com restrição. Esse pior desempenho indica maior custo até a terminação do animal.

Em relação as características de carcaça, a nutrição inadequada durante o final de gestação, tendo ovelhas com privação de 40% de energia, produziram cordeiros com menores ($P < 0,05$) pesos de cortes comerciais (OLIVEIRA et al., 2009). Conclui-se que além da genética e da nutrição do cordeiro, um desenvolvimento fetal adequado é importante para maximizar o crescimento potencial desses animais (DU et al., 2015). A restrição de nutrientes durante a gestação promove alterações metabólicas e também modificações no trato gastrointestinal, tanto na morfologia dos órgãos como na atividade das enzimas digestivas, resultando em menor absorção intestinal decorrente da diminuição na quantidade e tamanho das vilosidades e comprimento dos intestinos (WU et al., 2006; PINKE, 2013; GIONBELLI,

2015). O tamanho das vilosidades compromete diretamente o aproveitamento das dietas, alterando a taxa de eficiência alimentar, e prejudicando o valor econômico de sua produção. (XU et al., 2009; SANDERS et al., 2011; CAVALCANTI et al., 2014).

Portanto, com base na revisão de literatura, tem-se como hipótese que um desempenho satisfatório dos cordeiros no confinamento depende da sua formação fetal, uma vez que a nutrição materna durante a gestação influencia diretamente no desenvolvimento fetal e pode-se ter consequências ao longo da vida.

2.3. DENSIDADE ÓSSEA

2.3.1. Fisiologia do tecido ósseo

O osso é um tecido de sustentação do corpo animal que tem como características teciduais a sua rigidez e dureza, além de ser altamente especializado. Trata-se de um tecido altamente dinâmico e versátil, com funções de apoio mecânico, locomoção, proteção de órgãos e reserva de minerais, principalmente o cálcio que, por sua vez, apresenta funções estruturais e metabólicas (KÖNIG, LIEBICH, 2004; LHAMAS, 2016).

É um tecido do tipo especializado por ser composto de tecido conjuntivo formado por células e material extracelular calcificado, chamado de matriz óssea. A matriz óssea consiste de substâncias orgânicas, como o colágeno tipo I, proteoglicanas e proteínas não colágenas. Já a porção inorgânica é composta principalmente dos cristais de hidroxiapatita (JUNQUEIRA; CARNEIRO, 2004; LIRANI, 2004).

O processo de remodelação óssea tem como principais responsáveis as células. Os osteócitos são essenciais para manutenção da matriz óssea. Os responsáveis pela reabsorção são os osteoclastos, já os osteoblastos sintetizam a parte orgânica da matriz. Esse processo de remodelamento inicia-se tanto por estímulos mecânicos, quanto por estímulos hormonais, os quais atuam como desencadeadores para iniciar o ciclo de remodelação óssea (LHAMAS, 2016).

A parte externa do osso é revestida por uma membrana denominada periósteo, enquanto o endósteo reveste a superfície interna. A principal função dessas membranas são de nutrir o osso, além de servir como fonte de osteoblastos para a osteogênese (KAPLAN, 1994; LIRANI, 2004; ISOLA, 2012). Macroscopicamente o osso divide-se em cortical, parte densa, presente no eixo de ossos longos e esponjoso ou trabecular que apresenta uma matriz mais porosa, organizada em trabéculas preenchidas por medula óssea vermelha, na qual há

produção ativa de células sanguíneas a partir de células mesenquimais, possuindo, assim, metabolismo mais intenso que o osso cortical (BETTI, 2004; ISOLA, 2012).

O tecido ósseo é formado por um processo de ossificação intramembranosa, que ocorre no interior de uma membrana conjuntiva, como no caso dos ossos da cabeça, e pelo processo de ossificação endocondral, o qual se inicia sobre um molde de cartilagem hialina que gradualmente é destruído e substituído por tecido ósseo. Este tipo de ossificação é o principal responsável pela formação de ossos curtos e longos (JUNQUEIRA e CARNEIRO, 2017).

O osso está intimamente relacionado com o crescimento do animal. Este crescimento ocorre de maneira sincronizada, ou seja, inicialmente o desenvolvimento do tecido ósseo ocorre mais rapidamente do que o tecido muscular e por último ocorre o crescimento do tecido adiposo (Figura 1) (GONZALES e SARTORI, 2002)

Os ossos sofrem processo de modelagem, visando suprir às necessidades de crescimento do organismo que representa o alongamento longitudinal e do diâmetro. Para que isso ocorra normalmente, é primordial que as concentrações adequadas de cálcio no sangue estejam adequadas, garantindo assim a manutenção da integridade estrutural do osso (JOHNSON, 2000).

Figura 1. Ordem de deposição dos tecidos nos animais

Fonte: Gonzales & Sartori (2002).

O cálcio (Ca) é considerado um dos minerais mais importantes na produção de ruminantes, pois desempenha funções básicas relacionadas mineralização óssea, regulação metabólica, coagulação sanguínea, contração muscular e transmissão de impulsos nervosos (SPEARS, 2002). O mineral pode ser encontrado em duas formas no plasma, ionizada e

orgânica, associado a moléculas de proteínas principalmente, que é encontrado em maior parte.

O sistema endócrino envolvendo a vitamina D3, o paratormônio (PTH) e a calcitonina, responsáveis pelo nível sanguíneo de cálcio, atua de forma bastante eficiente para controlar a quantidade de cálcio disponível e suas perdas, principalmente nos períodos mais críticos de gestação e lactação. Esse controle faz com que o cálcio tenha pouca variação quando comparado ao fósforo e ao magnésio, por exemplo. Sendo assim, o nível de cálcio sanguíneo não é um bom parâmetro de estado nutricional.

A absorção de cálcio é afetado por diversos fatores, como a idade do animal, a relação Ca:P dos alimentos, a quantidade de proteína oferecida, tendo em vista que um déficit proteico prejudica a absorção de cálcio, excesso de ingestão de magnésio, que compete na absorção das células, e o excesso ou deficiência de vitamina D3.

2.3.2. Nutrição materna e efeitos na ossificação da prole

A nutrição da ovelha interfere diretamente na qualidade, na velocidade e no perfil de crescimento do cordeiro, que segue a ordem cronológica: osso, músculo, gordura (WOOD et al, 1980).

A má nutrição materna inclui tanto a falta como o excesso de nutrientes, incluindo energia, proteína e minerais na dieta. Alguns estudos indicam que essa má nutrição pode diminuir o crescimento fetal (REYNOLDS et al., 2010; MCMILLEN & ROBINSON, 2005), afetar o desenvolvimento muscular (DU et al., 2011; REED et al. 2014), diminuir a densidade óssea (LANHAM et al., 2008 a b), aumentar a deposição de gordura (FIOROTTO et al., 1995; DU et al., 2010; DU et al., 2011); , alterar o metabolismo (WU et al., 2006; REYNOLDS et al., 2010; GUILLOU et al., 2014) e prejudicar o metabolismo de células-tronco na prole (OREFFO et al., 2003; RAJA et al., 2016).

Gerassev et al. (2006) e Pillai (2015), descrevem que se a nutrição da ovelha for feita de forma errônea, compromete no desenvolvimento de alguns órgãos e tecidos do animal ainda enquanto feto, podendo alterar a fisiologia do mesmo. Isso pode resultar em modificações no crescimento pré e pós-natal, podendo retardar o crescimento e a densidade óssea, o que gera animais menores, mais susceptíveis a lesões ósseas, atingem peso de abate mais tardiamente e com menor rendimento de carcaça. Essas mudanças podem afetar significativamente a saúde geral e a eficiência de produção dos filhos.

A má nutrição materna durante a gestação não só tem um efeito direto sobre a disponibilidade de nutrientes da prole, mas também cria um ambiente de estresse que pode levar a efeitos em longo prazo ou permanentes no desenvolvimento tecidual (DEVLIN et al., 2012, PILLAI et al., 2016; DU et al., 2011).

De acordo com Devlin e Buxsein (2012), Figura 2, a restrição calórica materna e a dieta hiperlipídica materna podem induzir alterações semelhantes na massa óssea da prole via programação alterada do hipotálamo ventromedial (VMH), adiposidade pós-natal e atividade potencialmente aumentada do sistema nervoso simpático (SNS) que induz a perda óssea. Alterações na leptina periférica também podem diferenciar células-tronco mesenquimais endosteais (MSCs) do osteoblastos à linhagem de adipócitos, aumentando a gordura medular e diminuindo a massa óssea.

Figura 2. Mecanismos de programação fetal que levam a diminuição da massa óssea da prole.

Fonte: Devlin e Buxsein (2012)

2.3.3. Avaliação da densidade óssea

O estudo da densitometria óssea mineral nos últimos tempos torna-se muito importante para detecção de problemas relacionados ao sistema ósseo por conta de déficit nutricional.

A densidade mineral óssea pode ser estimada através de métodos invasivos e não invasivos. Dentre os invasivos encontram-se a histomorfometria, a espectroscopia por

emissão atômica, a análise de cinzas e a microscopia eletrônica “back-scatter”, mas a desvantagem é que estas técnicas não permitem a avaliação sequencial da densidade mineral óssea do mesmo indivíduo além de exigir a eutanásia de todos os animais (MARKEL et al., 1994).

A avaliação da densidade mineral óssea por meio da densitometria óptica radiográfica, utilizando um programa de computador, mostrou ser um método estimativo de fácil realização, confiável e também com um custo bastante reduzido comparado a outras metodologias. Alves (2004) pode verificar, porém, requer uma padronização acurada para minimizar a variação dos dados obtidos. O que também foi sugerido por Delaquerriere-Richardson et al. (1982) quando mensuraram o crescimento de fêmures de cães jovens da raça Beagle e verificaram as alterações da atividade óssea em relação à idade desses animais, através da morfometria radiográfica e da foto densitometria radiográfica. A largura total do fêmur e sua densidade óptica radiográfica aumentaram significativamente com a idade e o peso corpóreo. Em seu estudo relataram a necessidade de padronização da metodologia, pois alguns fatores como o tempo de exposição, posicionamento, filme radiográfico, processamento, poderiam influenciar nos valores obtidos. Para resolver este problema deve-se estabelecer curvas de calibração provenientes dos valores de densitometria óptica radiográfica de um penetrômetro, ou seja, uma escala graduada de características conhecidas para servir como padrão referencial densitométrico. Assim, podem-se converter os valores de densidade óptica radiográfica para valores em espessura de uma escala radiográfica simultaneamente à região analisada. Em vários trabalhos o recurso adotado foi o de converter os valores de densidade óptica radiográfica para valores em milímetros de alumínio (LOUZADA, 1994). Tem sido usado o alumínio para confecção da escala, por este material possuir uma curva de absorção de radiação X muito semelhante a dos ossos (OWEN, 1956; MACK et al., 1959; LOUZADA et al., 1998). A imagem de cunha de alumínio padrão obtida reflete a exposição a que o filme radiográfico foi submetido e as condições de processamento e a curva de densidade fornece dados necessários para corrigir a análise do osso por meio de integração, através de uma forma de determinação comparativa da absorção dos raios X (MACK et al., 1959).

Em seu estudo OWEN (1956) comparou a quantidade de radiação transmitida pelo osso de coelhos e a radiação transmitida pelo alumínio e observou a existência de uma correlação linear entre a espessura do osso e o alumínio concluindo que a absorção de raios X por várias estruturas ósseas e folhas de alumínio com determinada espessura é a mesma. Sendo assim, a

metodologia de densitometria óptica radiográfica com auxílio da escala de alumínio como referencial foi tema de vários trabalhos com resultados confiáveis, estimulando assim seu emprego na medicina veterinária.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1. PRIMEIRA FASE: MATRIZES

O projeto experimental foi realizado no Setor de Ovinocultura do Campus Fernando Costa da Universidade de São Paulo, em Pirassununga, São Paulo. Foram utilizadas 57 ovelhas, em delineamento em blocos casualizados, mestiças das raças Santa Inês e Dorper, alojadas em piquetes de 200 m². Receberam a alimentação experimental desde 30 dias antes do início da monta até 50 dias após a monta e depois no terço final de gestação até o desmame com 60 dias pós-parto, correspondendo ao início, final da gestação, e lactação. Durante os 60 dias após a monta até o terço final de gestação, todos os animais ficaram em um mesmo piquete, recebendo alimentação a fim de suprir as exigências durante essa fase gestacional. No terço final de gestação os animais foram separados novamente em seus respectivos tratamentos, mas cada grupo foi dividido em dois piquetes diferentes, a fim de garantir que cada tratamento tivesse repetição.

Todas as ovelhas foram submetidas à sincronização do estro e colocadas em monta controlada. As dietas foram calculadas com base nas recomendações do NRC (2007) para cada fase produtiva da ovelha. Os animais foram separados em grupos com peso corporal e idades semelhantes e os tratamentos nutricionais estão descritos abaixo:

CTL: dieta com teor de energia conforme a recomendação da fase produtiva (início da gestação, final da gestação e lactação), sendo a fonte da energia o amido.

AM: dieta CTL com 10% a mais de energia metabolizável por kg de matéria seca.

Cr: dieta AM, sendo a fonte da energia suplementar o cromo (propionato de cromo).

GP: dieta AM, sendo a fonte da energia suplementar a gordura protegida (sabão de cálcio de óleo de palma).

Os alimentos utilizados em todas as rações foram silagem de milho, milho moído, farelo de soja e suplemento mineral (Tabela 1). A dieta experimental foi ajustado para a exigência nutricional de cada fase de produção, gestação e lactação.

Tabela 1. Composição bromatológica dos alimentos utilizados nas dietas experimentais de ovelhas.

Nutriente	Feno de Coast-cross	Silagem de milho	Milho grão moído	Farelo de soja	Gordura protegida
Matéria seca (%)	88,90	26	88	91	98
Proteína Bruta (% MS)	7,3	7,0	9,0	40	
FDN (% MS)	72,30	70	9	15	
FDA (% MS)	41,00	44	3	10	
EM (Mcal)	1,9	1,98	3,2	3,0	5,41
NDT (% MS)	53	53	88	84	150
EE (% MS)	2,53	1,3	4,3	1,6	84,5
Matéria mineral (% MS)	6,29	7	2	7	15
Cálcio (% MS)	0,38	0,35	0,02	0,38	12
Fósforo (% MS)	0,25	0,19	0,3	0,71	

FDN: fibra em detergente neutro. FDA: Fibra em detergente ácido. EM: energia metabolizável. NDT: nutrientes digestíveis totais. EE: extrato etéreo. MS: matéria seca.

Nas diferentes fases do ciclo de produção, houve ajuste das dietas. O início da gestação (Tabela 2) é caracterizado por uma dieta com uma exigência de aproximadamente 8,8 % de proteína bruta, 61 % de NDT e 2 Mcal/kg de MS.

Tabela 2. Composição de alimentos e análise bromatológica das dietas experimentais de ovelhas no início da gestação.

	CTL	AMI	GP	Cr
Ingrediente				
Feno				
Silagem de milho	85	68	72	68
Milho moído fino	9	24	18	24
Farelo de soja	5	6	7	6
Gordura protegida			2	
Cromo				*0,01
Mineral	1%	1%	1%	1%
Calcário calcítico		1%		1%
Composição bromatológica				
Matéria seca (%)	29,10	33,50	32,44	33,50
Proteína Bruta (% MS)	8,80	9,55	9,46	9,55
NDT (% MS)	61,08	62,65	63,14	62,65
EE (% MS)	1,58	2,01	3,57	2,01
EM (Mcal)	2,06	2,26	2,27	2,26
FDA (% MS)	38,18	31,46	32,94	31,46
FDN (% MS)	61,08	50,99	53,12	50,99
Matéria mineral (% MS)	7,29	7,04	6,89	7,10
Cálcio (% MS)	0,53	0,67	0,71	0,67
Fósforo (% MS)	0,27	0,29	0,28	0,29
FDN: fibra em detergente neutro. FDA: Fibra em detergente ácido. EM: energia metabolizável. NDT: nutrientes digestíveis totais. EE: extrato etéreo. MS: matéria seca.				

O final de gestação a recomendação nutricional sobe para aproximadamente 11% de proteína Bruta, 63% de Nutrientes digestíveis totais e 2.2 Mcal de EM/ Kg MS (Tabela 3).

Tabela 3. Composição de alimentos e análise bromatológica das dietas experimentais de ovelhas do final da gestação

	CTL	AMI	GP	Cr
Feno				
Silagem de milho	70	50	58	50
Milho moído fino	19	37	27	37
Farelo de soja	10	11	12	11
Gordura protegida			3	
Cromo				*0,01
Mineral	1%	1%	1%	1%
Calcário calcítico		1%		1%
Matéria seca (%)	32,83	39,89	36,96	39,89
Proteína Bruta (% MS)	10,55	11,14	11,10	11,14
NDT (% MS)	62,25	68,32	68,46	68,32
EE (% MS)	1,89	2,42	4,61	2,42
EM (Mcal)	2,24	2,46	2,47	2,46
FDA (% MS)	32,63	24,53	27,58	24,53
FDN (% MS)	52,62	40,48	44,89	40,48
Matéria mineral (% MS)	6,72	6,72	6,47	6,9
Cálcio (% MS)	0,48	0,75	0,77	0,75
Fósforo (% MS)	0,32	0,32	0,31	0,32

FDN: fibra em detergente neutro. FDA: Fibra em detergente ácido. EM: energia metabolizável. NDT: nutrientes digestíveis totais. EE: extrato etéreo. MS: matéria seca.

O início da lactação é o período em que as matrizes entram em balanço energético negativo, e suas exigências aumentam por conta da produção de leite (Tabela 4), com valores de 12% de PB, 65% NDT e 2.3 Mcal de EM/kg MS.

Tabela 4. Composição de alimentos e análise bromatológica das dietas experimentais de ovelhas no início da lactação

	CTL	AMI	GP	Cr
Feno				
Silagem de milho	60	41	47	41
Milho moído fino	26	44	35	44
Farelo de soja	13	13	14	13
Gordura protegida			3	
Cromo				*0,01
Mineral	1%	1%	1%	1%
Calcário calcítico		1%		1%
Matéria seca (%)	36,08	44,47	41,53	44,47
Proteína Bruta (%)	11,84	12,19	12,00	12,19
MS)				
NDT (% MS)	65,76	71,91	72,17	71,91
EE (% MS)	2,10	2,65	4,65	2,65
EM (Mcal)	2,37	2,60	2,60	2,60
FDA (% MS)	28,74	20,83	23,23	20,83
FDN (% MS)	46,68	34,88	38,36	34,88
Matéria mineral (%)	6,26	5,96	5,84	6,00
MS)				
Cálcio (% MS)	0,42	0,60	0,67	0,60
Fósforo (% MS)	0,32	0,33	0,32	0,33

FDN: fibra em detergente neutro. FDA: Fibra em detergente ácido. EM: energia metabolizável. NDT: nutrientes digestíveis totais. EE: extrato etéreo. MS: matéria seca.

3.2. DESEMPENHO

Após o parto, os cordeiros permaneceram com as mães por 80 dias. Na sequência, somente os machos, foram encaminhados para o confinamento para avaliação de desempenho. Foram utilizados 35 cordeiros, não castrados, que permaneceram confinados em baias individuais, de 1,70 x 2,30 cm, com piso ripado, acesso a água a vontade e sombra. Permaneceram no confinamento por um período de 56 dias. As medidas sanitárias no início do confinamento foram: reforço da vacina contra clostridioses e uso de anti-helmíntico de amplo espectro.

A dieta (Tabela 5) e os manejos foram os mesmos para todos os cordeiros, formuladas para um ganho de peso de 300 gramas por dia, segundo as recomendações do NRC (2007), para que apenas a alimentação materna fosse avaliada no desempenho dos animais. Foram ofertadas duas vezes ao dia, às 8h e às 15h, com CTL do ofertado e consumido diariamente. A pesagem da sobra do alimento permitiu calcular uma sobra de 5%, garantido o consumo *ad libitum*, mas que não permitia seleção do alimento.

As amostras do alimento ofertado e da sobra foram colhidas ao início e fim do experimento para análise bromatológica completa. Matéria seca, proteína bruta, extrato etéreo, cinzas, fibra em detergente neutro e ácido, extrato não nitrogenado foram calculados. Análises de digestibilidade dos alimentos também foram feitos, a fim de calcular a energia consumida. Todos os substratos foram quimicamente mensurados de acordo com a AOAC (1995): MS: matéria seca – ID 930.15; MO: matéria orgânica – ID 942.05; PB: proteína bruta – como $6,25 \times N$ – ID 954.01; e FDA: fibra em detergente ácido – ID 973.18. Fibra em detergente ácido -FDA e fibra em detergente neutro - FDN foram determinados sem adição de α -amilase e sulfato de sódio e com as cinzas residuais. FDA foi determinada por extração sequencial do resíduo da FDN (Mertens, 2002).

A cada 14 dias os animais foram pesados. Foi feita sem jejum prévio, em balança eletrônica, com capacidade mínima de 10 kg e máxima de 300 kg. O ganho médio diário de cada animal durante o período experimental foi determinado por período de 14 dias de confinamento. A conversão alimentar foi calculada pela relação do consumo de matéria seca observada e o ganho médio diário.

Tabela 5. Composição de alimentos e análise bromatológica das dietas experimentais de cordeiros em confinamento.

<i>Ingredientes</i>	<i>Em porcentagem da dieta</i>
Feno	20
Milho moído fino	54
Farelo de soja	24
Mineral	1
NutriCAB	1
<i>Composição bromatológica (%)</i>	
Matéria seca (%)	89,1
Proteína Bruta (% MS)	16,6
NDT (% MS)	78,4
EE (% MS)	3,2
EM (Mcal)	2,818
FDA (% MS)	12,3
FDN (% MS)	23,28
Matéria mineral (% MS)	4
Cálcio (% MS)	0,38
Fósforo (% MS)	0,31

3.2.1. Parâmetros de carcaça

Antes do abate os cordeiros foram submetidos a jejum de sólidos por um período de 16 horas, pesados e enviados ao abate. Iniciou com insensibilização por uso de pistola de pressão, sangria pelo corte das principais veias e artérias jugulares, retirada das patas, cabeça, couro, vísceras, lavagem da carcaça, toalete, pesagem da carcaça quente e encaminhamento para câmara de resfriamento, onde permaneceram por 24 horas a 2°C.

No momento do abate foram pesados, com balança analítica e de balcão, os componentes de não carcaça: patas, cabeça, couro, pulmão, coração, trato respiratório, fígado, intestino delgado e grosso, estômagos cheio, rúmen e retículo, omaso e abomaso. Os fígados e os rins foram medidos com auxílio de uma régua de 30 cm.

A carcaça foi pesada quente, após 30 minutos do abate e fria, após permanecer por 24 horas em câmara fria a 2°C. Os diferentes rendimento de carcaça e a perda por resfriamento foram calculados de acordo com Osório et al. (1999) e Cezar & Sousa (2007).

3.2.2. Medidas de carcaça

A carcaça foi resfriada por um período de 24 horas *post mortem*, seccionadas ao meio, com o lado esquerdo cortado entre a 12° e 13° costela, exposto o músculo *Longissimus Dorsi*, e a espessura de gordura foi mensurada com auxílio de um paquímetro digital (CEZAR & SOUSA, 2007). Nesta mesma região do músculo foi registrado em uma película transparente com caneta própria, o formato do músculo e obtido as medidas de A (sentido médio lateral) e de B (sentido dorso-ventral), usados para calcular a área de olho de lombo (AOL), pela fórmula:

$$AOL = (A/2 \times B/2) \times 3,1416 \text{ (CEZAR \& SOUSA, 2007).}$$

Na carcaça resfriada foram feitas avaliações morfométricas, que correspondem a medidas de comprimento, profundidade ou perímetros, de partes da carcaça e meia carcaça. Para a avaliação, as carcaças foram suspensas pelo tendão da perna e feitas por meio de fita métrica, régua e compasso.

As medidas de conformação foram: Comprimento externo da carcaça (CEC) que é a distância entre a base do pescoço e a base da cauda. A largura da garupa (LG), obtida pela distância máxima entre os dois trocânteres de ambos os fêmures. Largura do tórax (LT) que é a distância máxima entre as costelas. O perímetro da garupa (PG), que se trata do perímetro em torno da garupa, tendo como referência a passagem da fita entre os dois trocânteres dos fêmures. O comprimento interno da carcaça (CIC), que é a distância máxima entre a sínfise ísquio - pubiana e a primeira costela. O comprimento de pernil (CP) é a distância entre o bordo anterior da sínfise pélvica e o bordo interior da superfície articular tarso – metatarsiana. Profundidade do tórax (PT), é a distância máxima entre o esterno e o dorso da carcaça.

Para avaliação das relações entre musculatura, gordura e ossos, foi realizada a desossa do pernil esquerdo e do carré dos animais individualmente, separando cada componente e calculado a porcentagem de cada um em relação ao todo.

3.2.3. Densidade Óssea

Após a desossa do pernil, o fêmur foi pesado com uma balança de precisão da marca Toledo, com capacidade de 20 gramas a 3,0 quilos e precisão de 0,0001g e avaliado o seu comprimento, com o auxílio de uma fita métrica milimetrada. Após a obtenção do peso e comprimento dos fêmures, foi realizado o cálculo do índice de Seedor, o qual serve como indicativo da densidade óssea e corresponde ao peso do osso (mg), dividido pelo seu comprimento (mm) (SEEDOR, et al., 1991).

Na sequência o fêmur foi congelado em freezer a -20°C para posterior análise. O fêmur do pernil esquerdo foi radiografado e registrado as medidas dorsopalmar e lateromedial. Para ambas as projeções, o osso foi posicionado em cima do cassete digital, e o aparelho de raios X ficou a uma distância de 100 centímetros e o feixe de raios posicionados sobre o fêmur, e assim emitidos as ondas de raio X. Para a calibração do sistema de tonalidades, e a determinação da densidade óssea, foi posicionado uma escala de alumínio na projeção. A escala utilizada possui 25 degraus, com diferença de 1mm de altura entre eles, sendo que o 1 degrau possui 1mm de altura e o 25 possui 25mm (Figura 3).

Figura 3. Escala em degraus de alumínio utilizado na calibração das tonalidades do aparelho de raios-X.

Fonte: Acervo Pessoal, 2018.

A técnica padronizada foi de 72 kV de tensão e 3,2 mAs de tempo de exposição. Foi utilizado o aparelho de raios-X digital da Sound Eklín®, Carlsbad, EUA, e o emissor foi o JOB X - Ray®, 380 HF, Job do Brasil® São Paulo, BR.

Em seguida, as imagens foram analisadas pelo programa Image J® e foi determinada a densidade óssea em escala de alumínio (mmAl) individualmente na região de epífise (Figura 4).

Figura 4. Imagem de Raios-X, demarcando a região da epífise estudada.

Fonte: Própria autoria.

3.3. ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados foram avaliados pelo pacote estatístico SAS® versão 9.3 (SAS Institute Cary, NC, EUA). As variáveis foram analisadas pelo PROC MIXED, por contrastes pré-estabelecidos, a 5% de significância. O delineamento do experimento foi em blocos, com separação do tipo de parto (simples ou múltiplo), com oito repetições e cinco tratamentos. A normalidade dos resíduos foram verificadas pelo teste Shapiro-wilk e a homogeneidade das variâncias pelo Levene's a 5% de significância. Foram estabelecidos três contrastes: contraste entre os tratamentos (Amido+ Cromo+ Gordura Protegida) vs CTL. C2 = contraste entre tratamentos Amido vs (Cromo +Gordura Protegida). C3 = contraste tratamentos Cromo vs Gordura Protegida.

4. RESULTADOS

Os resultados do consumo de matéria seca e ganho de peso dos animais se encontram na Tabela 6. Em relação ao peso inicial e final do confinamento houve diferença entre os tratamentos ($P < 0,05$). O grupo CTL foi mais leve no início do experimento (18,52 kg) em comparação aos demais tratamentos (25,9 kg, em média). Esta diferença permaneceu para o peso final, com o grupo controle tendo média de 37,14 kg e os demais com 45,78 kg. Os animais do tratamento CTL iniciaram o confinamento com diferença significativa em relação aos outros tratamentos no peso, consumiram menos matéria seca do que todos os outros grupos (CTL: CMS = 1,19 kg/dia; Tratamentos acima: CMS = 1,49 kg/dia; $P < 0,05$) e, consequentemente, obtiveram um peso ao abate também inferior a todos os demais. Os tratamentos AMI, Cr e GP mostraram resultados semelhantes para o consumo de matéria seca, peso inicial no confinamento e peso ao abate.

Houve diferença ($P = 0,0455$) no ganho de peso diário - GPD, na pesagem aos 14 dias entre os grupos AMI e Cr. Com maior média (0,3288kg/dia) para o grupo AMI e menor para o Cr (0,2563 kg/dia). Nos outros períodos do confinamento do GPD foi semelhante entre os tratamentos ($P > 0,05$).

O peso metabólico dos animais ($PM^{0,75}$) do grupo CTL se encontraram menores em todas as etapas do confinamento (Tabela 7) quando comparado com os tratamentos com teor maior de energia. Esta medida confirma, que animais provenientes de ovelhas alimentadas com dietas com 10% a mais de energia metabolizável irá produzir descendentes mais pesados no confinamento.

Quanto à conversão alimentar, não houve diferença ($P > 0,05$) entre os tratamentos (Tabela 8). Apesar de serem iguais, o período de melhor conversão foi no primeiros 14 dias de confinamento, com média de 3,23. E o pior índice foi no período de 15 a 28 dias, com conversão alimentar de 5,57 em média.

Com relação ao peso das vísceras no abate (Tabela 9), não foi encontrada diferença ($P > 0,05$) para os seguintes pesos: gordura no omento, baço, coração, fígado, tamanho de rins, patas, couro, intestino delgado e grosso vazio. Contudo, houve diferença ($P < 0,05$) entre os tratamentos para pesos de trato respiratório, testículos, rins, cabeça e rúmen, além do tamanho do fígado. Em todos os casos a diferença foi encontrada na comparação do tratamento CTL com os tratamentos acima. O grupo CTL apresentou maiores pesos de cabeça e testículo e menores pesos para o trato respiratório, tamanho de fígado, peso dos rins e rúmen. Entre os

tratamentos com mais energia, a única diferença encontrada foi no trato respiratório entre os tratamentos Cr e GP, sendo de 0,688kg e 0,81 kg, respectivamente.

Não houve diferença ($P>0,05$) para nenhum dos valores de rendimento de carcaça calculados (Tabela 10). Foram observadas diferenças ($P <0,05$) para a perda por resfriamento entre os tratamentos CTL e os demais. O tratamento CTL apresentou perdas de 2,75% e os demais tratamentos com média de 3,15%. Em relação à área de olho de lombo, não houve diferença entre os tratamentos ($P>0,05$).

Apesar de não serem observadas diferenças nos rendimentos de carcaça, para o peso de cortes foram encontradas diferenças ($P>0,05$) entre os tratamentos (Tabela 11). Os pesos de todos os cortes foram menores no tratamento CTL, em relação aos outros três tratamentos, não diferindo apenas no peso de meia carcaça. A musculatura do pernil dos animais do Cr foi maior em comparação em comparação ao CTL e AMI e semelhante ao GP.

Tabela 6. Consumo em matéria seca e ganho de peso dos cordeiros em confinamento, provenientes de matrizes alimentadas com diferentes níveis e fontes de energia.

	TRATAMENTOS						Contraste			
	CTL	AMI	Cr	GP	EPM	Média	CTLx acima	AMI x Cr	AMI x GP	Cr x GP
Consumo de matéria seca, kg/dia	1,1898	1,4425	1,5032	1,5181	0,0396	1,3939	0,0002	0,5079	0,3867	0,8738
Peso Inicial, kg	18,525	22,600	26,922	28,200	1,1900	23,930	0,0035	0,1336	0,0808	0,6652
Peso de abate, kg	37,137	42,900	46,811	47,650	1,1970	43,486	0,0005	0,1518	0,1163	0,7644
Ganho de peso diário, Kg/d										
0 - 14 dias	0,3618	0,3886	0,4251	0,3640	0,0145	0,3879	0,3648	0,3594	0,1682	0,1682
14 - 28 dias	0,2716	0,3238	0,2563	0,2980	0,0120	0,2855	0,4462	0,0455	0,4810	0,2483
28 - 42 dias	0,3232	0,3688	0,3854	0,3731	0,0150	0,3618	0,1615	0,7089	0,9298	0,8002
42 -56 dias	0,3631	0,3685	0,7346	0,3405	0,1034	0,4704	0,6250	0,2035	0,9302	0,2136

CMS = consumo de matéria seca. CTL = tratamento com nível de energia de acordo com as recomendações. AMI = tratamento com nível de energia acima das recomendações, com suplementação de amido. Cr = tratamento com nível de energia acima das recomendações, suplementação de amido e cromo. GP = tratamento com nível de energia acima das recomendações, com suplementação de amido e sais de cálcio (gordura protegida). Os níveis das dietas foram regulados pelo NRC (2007).

Tabela 7. Peso metabólico dos cordeiros no período de confinamento, provenientes de matrizes alimentadas com diferentes níveis e fontes de energia.

Peso Metabólico, kg	TRATAMENTOS						Contraste			
	CTL	AMI	Cr	GP	Média	EPM	CTL x acima	AMI x Cr	AMI x GP	Cr x GP
Inicial	9,006	10,350	11,967	12,369	10,854	0,4317	0,0059	0,1152	0,0839	0,7152
14 dias	10,783	12,197	13,884	14,003	12,665	0,4123	0,0032	0,0787	0,0952	0,9078
28 dias	12,057	13,623	14,997	15,285	13,932	0,3942	0,0021	0,1294	0,1062	0,7676
42 dias	13,514	15,216	16,698	16,836	15,468	0,4130	0,0015	0,1187	0,1194	0,8915
Abate	15,093	16,754	18,095	18,223	16,993	0,3756	0,0010	0,1107	0,1218	0,8867

CTL = tratamento com nível de energia de acordo com as recomendações. AMI = tratamento com nível de energia acima das recomendações, com suplementação de amido. Cr = tratamento com nível de energia acima das recomendações, suplementação de amido e cromo. GP = tratamento com nível de energia acima das recomendações, com suplementação de amido e sais de cálcio (gordura protegida). Os níveis das dietas foram regulados pelo NRC (2007).

Tabela 8. Conversão alimentar de cordeiros, provenientes de matrizes alimentadas com diferentes níveis e fontes de energia durante o período de confinamento.

Conversão Alimentar, kg/kg	TRATAMENTOS						Contraste			
	CTL	AMI	Cr	GP	Média	EPM	CTL x acima	AMI x Cr	AMI x GP	Cr x GP
0-14 dias	3,153	2,994	3,115	3,879	3,2350	0,1713	0,6550	0,7927	0,1005	0,1431
15-28 dias	5,613	4,789	6,322	5,415	5,5730	0,3812	0,9075	0,1545	0,6003	0,4371
29-42 dias	5,159	5,401	4,634	5,374	5,1240	0,2960	0,9747	0,3716	0,9770	0,4302
43-56 dias	4,080	5,603	4,681	5,776	4,9780	0,3460	0,1122	0,3306	0,8663	0,2925

CTL = tratamento com nível de energia de acordo com as recomendações. AMI = tratamento com nível de energia acima das recomendações, com suplementação de amido. Cr = tratamento com nível de energia acima das recomendações, suplementação de amido e cromo. GP = tratamento com nível de energia acima das recomendações, com suplementação de amido e sais de cálcio (gordura protegida). Os níveis das dietas foram regulados pelo NRC (2007).

Tabela 9. Peso das vísceras dos cordeiros, provenientes de matrizes alimentadas com diferentes níveis e fontes de energia.

	Tratamento				MÉDIA	EPM	CTL x acima	Contraste		
	CTL	AMI	Cr	GP				AMI x Cr	AMI x GP	Cr x GP
Gordura omental, kg	0,882	1,461	1,713	1,555	1,405	0,156	0,0552	0,5774	0,8475	0,7001
Baço, kg	0,072	0,084	0,079	0,077	0,078	0,003	0,3528	0,6447	0,4963	0,7800
Trato respiratório, kg	0,603	0,758	0,688	0,810	0,706	0,023	0,0023	0,2007	0,3828	0,0375
Testículos, kg	1,537	0,597	0,545	0,850	0,882	0,120	0,0006	0,8515	0,4087	0,2956
Coração, kg	0,216	0,193	0,183	0,205	0,199	0,005	0,0635	0,5023	0,4394	0,1510
Peso do fígado, kg	0,748	0,826	0,834	0,796	0,799	0,020	0,1191	0,8915	0,6595	0,5432
Tamanho fígado, cm	23,78	27,31	28,16	27,73	26,71	0,594	0,0025	0,5576	0,7934	0,7750
Peso rins, kg	0,197	0,342	0,342	0,391	0,313	0,027	0,0099	0,9966	0,5298	0,5099
Tamanho rins, kg	6,812	7,014	6,922	7,250	6,980	0,082	0,1899	0,6865	0,3525	0,1764
Cabeça, kg	3,112	2,428	2,227	2,566	2,578	0,108	0,0024	0,4387	0,6282	0,2156
Patas, kg	1,943	2,485	1,066	1,383	1,695	0,275	0,6309	0,0685	0,1926	0,6884
Couro, kg	4,425	4,528	4,700	4,483	4,543	0,212	0,7766	0,7836	0,9476	0,7400
Intestinos, kg	1,393	2,010	1,622	1,645	1,635	0,101	0,0875	0,1512	0,2866	0,9433
Rúmen, kg	0,805	0,949	1,004	1,105	0,951	0,034	0,0051	0,4965	0,1208	0,2974

CTL = tratamento com nível de energia de acordo com as recomendações. AMI = tratamento com nível de energia acima das recomendações, com suplementação de amido. Cr = tratamento com nível de energia acima das recomendações, suplementação de amido e cromo. GP = tratamento com nível de energia acima das recomendações, com suplementação de amido e sais de cálcio (gordura protegida). Os níveis das dietas foram regulados pelo NRC (2007).

Tabela 10. Área de olho de lombo, rendimentos de carcaça e perda por resfriamento dos cordeiros provenientes de matrizes alimentadas com diferentes níveis e fontes de energia.

	Tratamento				MÉDIA	EPM	CTL x acima	Contraste		
	CTL	AM	Cr	GP				AMI x Cr	AMI x GP	Cr x GP
Rendimento carcaça quente, %	55,863	54,027	56,333	52,483	54,850	0,610	0,2300	0,1615	0,3776	0,0296
Rendimento carcaça fria, %	54,306	52,334	54,582	50,745	53,169	0,606	0,1799	0,1668	0,3580	0,0282
Perda por resfriamento, %	2,750	3,100	3,075	3,266	3,031	0,085	0,0423	0,9146	0,5077	0,4335
Área de lombo, cm²	18,488	18,675	20,882	20,224	19,595	0,839	0,4831	0,3628	0,5550	0,7944

RCQ = Rendimento de carcaça quente. RCF= Rendimento de carcaça fria. AOL= Área de olho de lombo. CTL = tratamento com nível de energia de acordo com as recomendações. AMI = tratamento com nível de energia acima das recomendações, com suplementação de amido. Cr = tratamento com nível de energia acima das recomendações, suplementação de amido e cromo. GP = tratamento com nível de energia acima das recomendações, com suplementação de amido e sais de cálcio (gordura protegida). Os níveis das dietas foram regulados pelo NRC (2007).

Tabela 11. Peso dos cortes das carcaças de cordeiros provenientes de matrizes alimentadas com diferentes níveis e fontes de energia.

Peso dos cortes de carcaça (kg)	Tratamento				Contraste					
	CTL	AMI	Cr	GP	MÉDIA	EPM	CTL x acima	AMI x Cr	AMI x GP	Cr x GP
Meia carcaça	10,237	10,714	11,377	11,633	10,970	0,261	0,0936	0,3531	0,2462	0,7305
Carré	0,704	0,939	1,077	1,030	0,936	0,051	0,0061	0,2885	0,5209	0,7298
Músculo	0,305	0,365	0,434	0,404	0,378	0,019	0,0247	0,1720	0,4776	0,5654
Osso	0,210	0,344	0,340	0,358	0,310	0,020	0,0019	0,9456	0,7930	0,7324
Gordura	0,086	0,147	0,146	0,153	0,132	0,013	0,0381	0,9925	0,8611	0,8464
File Mignon	0,097	0,136	0,158	0,149	0,135	0,008	0,0065	0,2896	0,5597	0,6852
Pernil	3,075	3,417	3,862	3,270	3,430	0,102	0,0406	0,0856	0,5971	0,0315
Músculo (kg)	1,894	2,078	2,454	2,371	2,200	0,071	0,0066	0,0338	0,1256	0,6410
Osso (kg)	0,584	0,726	0,734	0,718	0,689	0,018	0,0005	0,8521	0,8610	0,7168
Pernil (kg)	0,386	0,581	0,682	0,600	0,563	0,032	0,0005	0,1704	0,8084	0,2858

CTL = tratamento com nível de energia de acordo com as recomendações. AMI = tratamento com nível de energia acima das recomendações, com suplementação de amido. Cr = tratamento com nível de energia acima das recomendações, suplementação de amido e cromo. GP = tratamento com nível de energia acima das recomendações, com suplementação de amido e sais de cálcio (gordura protegida). Os níveis das dietas foram regulados pelo NRC (2007).

Na Figura 5 pode-se observar os pesos totais, osso, gordura e músculo nos cortes de carré. O tratamento CTL teve o menor peso total, osso, músculo e gordura ($P < 0,05$) quando comparado com os demais tratamentos, que foram semelhantes entre si ($P > 0,05$).

Na Figura 6 pode-se observar o peso total, osso, gordura e músculo nos cortes do pernil. O tratamento CTL teve o menor peso total em relação a todos outros tratamentos. Os tratamentos AMI e Cr foram superiores no peso total em relação ao tratamento GP ($P > 0,05$). A porção do músculo também foi inferior no tratamento CTL, porém os tratamentos Cr e GP foram superiores em relação ao tratamento AMI ($P > 0,05$). A gordura e o osso foram semelhantes entre eles, O tratamento CTL foi inferior a todos os outros ($P > 0,05$).

Os resultados de medidas externas, conformação, se encontram na Tabela 12. Os animais do grupo CTL tiveram medidas menores comparado com os outros tratamentos para o comprimento interno de carcaça, comprimento externo, largura do tórax, profundidade do tórax, perímetro da garupa, largura da garupa e o comprimento da perna. O grupo AMI teve perímetro e a largura de garupa menor do que o Cr e GP. O comprimento interno e da perna foi superior para o GP em comparação com o Cr ($P < 0,05$).

Os resultados de densidade óssea encontram-se na Tabela 13. O comprimento do fêmur foi menor para o grupo CTL ($P = 0,0129$) e maior para o AMI. Já o peso do osso e o índice de Seedor foram menores para o CTL e maior para o Cr ($P = 0,0161$). O raio-X da epífise foi menor para o tratamento Cr, e maior para o CTL e AMI.

Figura 5. Pesos de músculo, osso e gordura do corte carré entre os tratamentos.

Figura 6. Proporção de músculo, osso e gordura do pernil entre os tratamentos.

Tabela 12. Conformação e medidas externas de carcaça de cordeiros oriundos de programação fetal.

Medidas em cm	Tratamentos				MÉDIA	EPM	CTL x acima	Contraste		
	CTL	AM	Cr	GP				AMI x Cr	AMI x GP	Cr x GP
Conformação de carcaça, escala 1-5	3	2,83	3,66	3,66	3,35	0,139	0,2578	0,0605	0,0848	1,0000
Conformação de gordura, escala 1-5	2,37	2,67	3	3,33	2,80	0,147	0,0945	0,4695	0,1920	0,4695
Comprimento interno	61,37	67,5	66,22	70	65,67	0,864	<0.0001	0,4731	0,2051	0,0411
Comprimento externo	62,12	65,66	65,33	67,66	64,64	0,582	0,0032	0,8349	0,2597	0,1530
Perímetro do tórax	22,73	23,28	24,95	24,6	23,83	0,408	0,1348	0,1962	0,3490	0,7800
Largura do tórax	68,62	75	76,11	75,66	73,61	0,807	0,0002	0,5856	0,7647	0,8269
Profundidade do tórax	18,66	22,31	21,68	22,16	20,96	0,374	<0.0001	0,4792	0,8767	0,5894
Perímetro da garupa	20,46	20,70	22,71	22,45	21,63	0,254	0,0080	0,0050	0,0217	0,6924
Largura da garupa	63,62	65,66	70,11	69,66	67,32	0,679	0,0011	0,0128	0,0371	0,7911
Comprimento da perna	44	47,66	44,66	48,16	45,61	0,585	0,0495	0,0957	0,7944	0,0423

CTL = tratamento com nível de energia de acordo com as recomendações. AMI = tratamento com nível de energia acima das recomendações, com suplementação de amido. Cr = tratamento com nível de energia acima das recomendações, suplementação de amido e cromo. GP = tratamento com nível de energia acima das recomendações, com suplementação de amido e sais de cálcio (gordura protegida). Os níveis das dietas foram regulados pelo NRC (2007).

Tabela 13. Morfologia e densidade óssea do fêmur de cordeiros provenientes de matrizes alimentadas com diferentes dietas energéticas.

	Tratamento				MÉDIA	EPM	CTL x Acima	Contraste		
	CTL	AMI	Cr	GP				AMI x Cr	AMI x GP	Cr x GP
Comprimento (cm)	17,36	18,68	17,54	18,28	17,85	0,146	0,0129	0,6156	0,0306	0,0045
Peso (kg)	0,165	0,188	0,192	0,196	0,184	0,003	0,0057	0,0161	0,5636	0,7158
Índice de Seedor	95,10	100,57	109,65	106,86	103,02	18,520	0,0167	0,0058	0,1087	0,0842
Rx Epífise	5,13	5,28	4,53	4,66	4,96	0,11	0,240	0,054	0,013	0,054

CTL = tratamento com nível de energia de acordo com as recomendações. AMI = tratamento com nível de energia acima das recomendações, com suplementação de amido. Cr = tratamento com nível de energia acima das recomendações, suplementação de amido e cromo. GP = tratamento com nível de energia acima das recomendações, com suplementação de amido e sais de cálcio (gordura protegida). Os níveis das dietas foram regulados pelo NRC (2007).

6. DISCUSSÃO

6.1. CONSUMO DE MATÉRIA SECA E GANHO DE PESO

O efeito da programação fetal no peso dos cordeiros machos, foi observado por diversos autores, dentre eles Ithurrealde et al. (2019), que analisaram cordeiros Corriedale, machos, provenientes de matrizes alimentadas com diferentes oferta de pastagem, e tiveram como resultado cordeiros oriundos de baixa nutrição menor peso a desmama com 90 dias. Os resultados obtidos no presente estudo está de acordo com a literatura, onde cordeiros oriundos de ovelhas alimentadas com 10% a mais de energia foram desmamados mais pesados e esta diferença de peso se manteve no confinamento, sendo esses animais abatidos mais pesados, com um média de diferença de 18,9% no peso de abate.

Em relação ao ganho de peso, Andrade (2017) não encontrou diferenças ($P < 0,05$) para cordeiros Ile de France em confinamento, provenientes de mãe alimentadas atendendo o nível de energia recomendado, e outro tratamento com acréscimo de 20% de energia. Outros projetos de pesquisa também não encontraram efeito da programação fetal na característica de ganho de peso (D'INCA et al., 2010, TORRES ROVIRA et al., 2013), assim como neste estudo. No consumo de matéria seca, como esperado, os animais com menor peso tiveram consumo menor comparado aos que entraram com peso maior ao confinamento (NRC, 2007).

A conversão alimentar nos possibilita avaliar o quanto cada animal precisa comer (kg) para transformar em um quilograma de peso vivo, ou seja, quanto menor o valor conferido, melhor o resultado, pois necessitou de menos alimento para o animal engordar. A programação fetal não teve efeito na conversão alimentar dos animais, e também não foram encontradas diferenças no experimento de Andrade (2017). O mesmo ocorreu com Ithurrealde et al. (2019), que não encontrou diferenças em sua eficiência alimentar em estudo dos efeitos da desnutrição materna no desempenho dos cordeiros Corriedale. Trabalhos de Stalket et al. (2006) e Bohnert et al. (2013) também não encontraram diferenças na eficiência de bovinos de corte, quando as matrizes foram suplementadas o terço final de gestação.

6. 3. PESO DE VÍSCERAS

Assim como a programação fetal interfere nas características de desempenho, a deficiência de nutrientes tem efeitos também no metabolismo e na morfologia dos descendentes (TAYLOR, POSTON, 2007), sendo que essa deficiência pode ter efeitos graves sobre a morfologia visceral (CAVALCANTI et al., 2014). Este fato pode ser observado no grupo CTL, em que foram observados menores pesos no trato respiratório, no rúmen, fígado e nos rins, que apesar de menor peso não tiveram diferença em tamanho. Esse fato coincide com o também menor peso de abate desses animais, apesar de terem a mesma idade.

Esses órgãos com tamanhos menores podem acarretar em prejuízos, porque funções importantes são desempenhadas pelo mesmo. Podendo ter interferido no crescimento animal. O rim tem como função excretar metabólicos, filtrar o sangue, e enviar substâncias filtradas ao organismo, mantendo sua homeostase. Também tem importante função na regulação cálcio e fósforo, sendo que a deficiência do órgão pode diminuir o cálcio circulante e alterar essa relação. E assim, afetar o crescimento e manutenção do osso, assim como o funcionamento da vitamina D e insulina

Em relação ao rúmen, seu menor tamanho possibilita menos ingestão de alimento, já que este tem como uma das funções ser um reservatório. O alimento que ali se encontra é digerido ou degradado por processos fermentativos realizados pelas bactérias, protozoários e fungos (SOUZA, 2003). O maior desenvolvimento do rúmen acontece após o nascimento do animal, com a ingestão de sólidos (HERDT, 2004). Os animais do grupo CTL, por terem menor peso de rúmen em comparação aos outros tratamentos, tiveram uma menor capacidade de reserva e digestão dos alimentos. Esses dados, junto com os anteriores vêm reforçar que a nutrição materna tem função primordial na geração de descendentes mais produtivos.

6.4. RENDIMENTOS, PERDA POR RESFRIAMENTO E AOL

É conhecido que a disponibilidade de nutrientes durante a fase fetal afeta o desenvolvimento do músculo esquelético, sendo que a deficiência limita o crescimento do músculo após o nascimento, além de aumentar o tempo e custos necessários para obtenção do peso de mercado destes animais (DU et al., 2013; BELL; GREENWOOD, 2016).

Apesar desses estudos consolidados, a diferença nutritiva dos tratamentos não foi suficiente para alterar os rendimentos de carcaça. Os valores de rendimento verdadeiros encontrados de 54,8%, são considerados adequados por ser acima de 50%, assim como descrito por Zundt (2006), de 56,53%, e de Sañudo e Sierra (1986), de 56,51%. Os valores de rendimento comercial encontrados (53,17%) são equivalentes aos encontrados em Oliveira et al. (2002) de 52,6%. Essa variação de resultados encontrada na literatura possivelmente está ligada aos diferentes tipos raciais e ao peso de abate desses animais.

Em relação a perda por resfriamento, Martins (1997), explica como sendo o quanto é perdido durante o resfriamento da carcaça (%), em função de alguns fatores, como perda de umidade e reações químicas que ocorrem no músculo. É desejável que esse percentual seja o menor possível, indicando que a carcaça ter sido manejada e armazenada de modo adequado. Neste experimento, o percentual de perda foi considerado baixo, sendo também verificada uma diferença significativa entre as dietas CTL (2,75%) e as que se encontram acima (3,15%). Perdas devido ao resfriamento superiores ao deste trabalho foram verificadas por Carvalho et al. (1980) e Loose et al. (1981): 4,1 e 6,0%, respectivamente, porém superiores aos encontrados por Oliveira et al. (2002), de 1,2%.

Os valores de área de olho de lombo não tiveram diferenças significativas, e os valores encontrados foram considerados altos, com média de 19,59 cm². Isso se deve ao fato dos animais terem sido abatidos com média de peso corporal de 43,48 kg, além das raças utilizadas, predominantemente de corte terem influenciado positivamente. Zundt et al. (2003), ao estudarem carcaças de ovinos machos e fêmeas terminados em confinamento verificaram que o peso vivo apresentou efeito linear sobre área de olho de lombo. Gomes et al. (2012) e Gonzaga Neto et al. (2006) encontraram valores de AOL de 9,13 cm², com animais abatidos em média com 29 kg e 6,83 cm², com animais abatidos com 20 kg em média, respectivamente. As diferenças de peso dos cortes de carré e pernil deve-se ao fato de que os animais do grupo CTL terem sido abatidos mais leves, enquanto os animais dos outros grupos já tinham finalizado o crescimento muscular, e estavam em maior desenvolvimento do tecido adiposo.

No pernil, os animais do grupo CTL foram os que tiveram a maior porcentagem de músculos (66%) em relação aos outros animais (AMI: 61%, Cr: 63%, GP: 64%) e a menor porcentagem de gordura (CTL: 13%; AMI: 17%; Cr: 18%; GP: 16%). Esses valores ocorrem porque o grupo CTL foi tardio e o crescimento do tecido muscular ainda está em

desenvolvimento, portanto, o crescimento do tecido adiposo não estava em pleno desenvolvimento. Importante frisar que apesar de ter maior porcentagem de músculo e menor de gordura, o peso total do pernil foi menor para o grupo CTL.

6.5. DENSIDADE ÓSSEA

As dietas com alta energia produziram cordeiros com ossos maiores e mais pesados. O excesso de energia proporcionou melhores condições para a formação do feto, conferindo melhor modelagem e remodelação óssea dos animais com acréscimo de energia, trazendo ossos maiores e mais densos (Paula, Rosen, 2013). Esses cordeiros também apresentaram um maior peso à desmama e ao abate, o que confirma a hipótese de que o maior aporte energético durante o início e final de gestação proporcionou a formação de animais maiores. Além disso, o baixo peso corporal tem um efeito prejudicial na massa óssea e está associado ao risco de fratura (De Laet et al., 2005).

Além disso, os osteoclastos contêm mais mitocôndrias do que qualquer outro tipo de célula, apoiando a premissa de que a utilização de energia é um elemento essencial na remodelação óssea (Paula et al., 2013), reafirmando a hipóteses de que as dietas com mais energia são capazes de produzir a prole e osso mais pesado. A menor densidade óssea em região de epífise encontrada nos tratamentos com gordura protegida e cromo pode estar relacionada ao aumento da produção ou ativação da insulina nas ovelhas com essas dietas.

O evento primário que conduz a secreção de insulina é o aumento do cálcio ionizado no citosol da célula beta (Nelson e Cox, 2014). No início da gestação, o tratamento com gordura protegida continha maior concentração de cálcio, uma vez que a proteção dos ácidos graxos era pela adição de sais de cálcio. Isso pode ter feito com que esse grupo tivesse maior liberação de insulina.

Já no tratamento com cromo, as ovelhas tinham melhor ativação da insulina. A insulina é liberada rapidamente na corrente sanguínea quando os níveis de açúcar no sangue aumentam e se ligam a uma subunidade α externa do receptor de insulina da proteína transmembrana, provocando uma mudança na conformação do receptor. O receptor autofosforila resíduos de tirosina na porção interna de sua subunidade β , transformando o receptor em uma quinase ativa. A cromodulina é armazenada em sua forma apo no citosol e no núcleo das células sensíveis à insulina. O cromo otimiza a ativação do receptor de insulina para que mais glicose entre na célula. Um máximo de quatro moléculas de cromo podem se

ligar a um receptor de insulina, levando a uma diferença de oito vezes na ativação do receptor de insulina (Vicent, 2000).

A insulina atua em células do osso, inibindo a expressão do Opg (osteoprotegerin). Este, por sua vez, atua inibindo a ativação e maturação de osteoclastos. Portanto a insulina, ao inibir o Opg, estimula a atuação de osteoclastos e consequentemente a reabsorção óssea. As dietas com cromo e gordura protegida podem ter tido um desbalanço na remodelação óssea pela maior ativação da insulina e com isso, maior reabsorção óssea, acarretando em uma menor densidade óssea por Raio X. Contudo, existe um mecanismo de feedback no qual o aumento da atividade dos osteoclasto provoca uma diminuição no pH, capaz de ativar as osteocalcinas. A expressão de osteocalcina é diretamente controlada a jusante do receptor de insulina por Runx2 (fator 2 do transcrito relacionado a Runt), um importante fator de transcrição associado à diferenciação de osteoblastos. O aumento de osteoblasto aumenta a deposição de cálcio no osso, reequilibrando a remodelação óssea, por isso que, apesar da menor densidade óssea, não houve diferença em peso e tamanho dos ossos (Ferron et al., 2010, Digirolamo, 2012).

7. CONCLUSÃO

Os animais do tratamento CTL apresentaram parâmetros inferiores em peso inicial, peso de abate, consumo de matéria seca durante todo o período de confinamento, menores pesos do trato respiratório, rins, rúmen e tamanho de fígado, órgãos responsáveis por otimizarem o desempenho produtivo do animal.

Os animais do grupo CTL também tiveram menor peso dos cortes de carcaça, apesar dos cordeiros terem sido abatidos com a mesma idade. O estudo demonstrou ainda que a nutrição energética materna influencia na formação óssea de seus filhos (programação fetal), sendo que o maior aporte energético possibilita a formação de cordeiros com ossos maiores e mais pesados. A menor densidade óssea dos cordeiros podem torna-los mais susceptíveis a lesões ósseas e limitar seu crescimento. Isso tem maior impacto se o cordeiro for terminado a pasto ou usado como reprodutor. Desta forma, é recomendado o uso de 10% a mais de energia metabolizável por kg de matéria seca consumida, para as ovelhas na fase de gestação e lactação.

Entre os tratamentos com 10% a mais de energia metabolizável, não houve diferença entre as fontes de energia, com os parâmetros sendo semelhante entre si, portanto, a suplementação com o cromo e a gordura protegida podem ser utilizados como uma estratégia nutricional.

8. REFERÊNCIAS

- ALLEN, T.D. EBY, L.T. POTEET, M.L. LENTZ, E. LIMA, L. Career benefits associated with mentoring for protégés: A meta-analysis. **Journal of Applied Psychology**, v.89, p.127–136, 2004.
- ALVES, J. D. S. Estudo da densidade mineral óssea na extremidade distal do rádio de cães da raça Rottweiler, por meio da densitometria óptica radiográfica. 2004. 70p. **Dissertação (Mestrado em Anatomia dos Animais Domésticos e Silvestres)** – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004.
- ANDERSON, J.B.; SHIMMINS, J.; SMITH, D. A. A new technique for the measurements of metacarpal density. **The British Journal of Radiology**, London v. 39, p. 443-450, 1966.
- ANDRADE, N. Nutrição de ovelhas em gestação e repercussão na produção de cordeiros. **Tese de doutorado**, 2017.
- AOAC - Association of Official Analytical Chemists. **Official methods of analysis of the Association of the Analytical Chemists**. v.16, Washington, 1995.
- ARC. The nutrient requirements of ruminant livestock. **Agr Res Council**. London: Gresham Press; 1980.
- BARKER, D. J. P. Fetal origins of coronary heart disease. **Br. Med. J.** ; v.311, p. 171–174, 1995.
- BARKER, D.J.P. Fetal origins of coronary heart disease. **Br. Med. J.** p. 171–174, 1995.
- BARROS, C.S. Análise econômica de sistemas de produção de ovinos para carne. 2008. 145p. **Dissertação (Mestrado em ciências veterinárias)** Setor de ciências agrárias. Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2008.
- BELL, A.; GREENWOOD, P. Nutrition during gestation influences postnatal productivity of ruminant livestock. **Broadening Horizons**. v.1, n.30, p.1-3, 2016.
- BENDAHAN, A.B. **Confinamento de cordeiros: uma alternativa na ovinocultura**. Capturado em 31 fev. 2019. Online. Disponível na Internet <http://www.agroline.com.br/artigos/artigo.php?id=304>.
- BETTI, L. V. Análises microscópica e radiográfica do reparo de defeitos confeccionados em fêmures de coelhos preenchidos com matriz óssea bovina medular em bloco ou cortical em microgrânulos. 2004. 152p. **Tese (Doutorado)**- Faculdade de Odontologia de Bauru, Universidade de São Paulo, Bauru, 2004.

BOHNERT, D.W. STALKER, L.A. MILLS, R.R. NYMAN, A. FALCK, S.J. COOKE R.F. Late gestation supplementation of beef cows differing in BCS: effects on cow and calf performance. **Journal Animal Science**. p. 5485-5491, 2013.

BRODERICK, G. A.; MERTENS, D. R.; SIMONS, R. Efficacy of carbohydrate sources for milk production by cows fed diets based on alfalfa silage. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 85, p. 1767–1776, 2002.

BUENO, M.S; CUNHA, E.A; SANTOS. Santa Inês sheep breed in the intensive meat production in te southeast region of Brazil. **IN: GLOBAL CONFERENCE OF CONSERVATION OF DOMESTIC ANIMAL RESOURCES.**, Brasilia, 2000.

BULNES, A.G.; ROVIRA, L.T.; OVILO, C. GOMEZ, S. A. E.; IZQUIERDO, P.; ANOVER, P.G.; PALLARES, P.; PEREZ-SOLANA, M.L.; SANCHEZ, R.S. Reproductive, endocrine and metabolic feto-maternal features and placental gene expression in a swine breed with obesity/leptin resistance. **Gen. Comp. Endocrinol**, p. 94-101, 2012.

CABRAL L. D. S, NEVES E., ZERVOUDAKIS J.T., ABREU J. G. D, RODRIGUES R. C., SOUZA A.L., et al. Estimativas dos requisitos nutricionais de ovinos em condições brasileiras. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**; v.9, p.529-542, 2008.

CANNAS A., ATZORI A.S., TEIXEIRA I. A. M. A., SAINZ R. D., OLTJEN J. W.. The energetic cost of maintenance in ruminants: from classical to new concepts and prediction systems. **Energy and protein metabolism and nutrition**. Netherlands: Wageningen Academic, p. 531-542, 2010.

CARLSON, D. B.; REED, J. J.; BOROWICZ, P. P. et al. Effects of dietary selenium supply and timing of nutrient restriction during gestation on maternal growth and body composition of pregnant adolescent ewes. **J. Animal Science**, v.87 p. 669-680, 2009.

CARVALHO, J.B.P.; PEDROSO, J.R.; FIGUEIRÓ, P.R.P. et al. Alguns fatores que afetam o rendimento da carne ovina. **Revista Centro de Ciências Rurais**, v.10, n.2, p.95-104, 1980.

CASTRO, F. A. B.; RIBEIRO, E. L. A.; MIZUBUTI, I. Y.; SILVA, L. D. F.; BARBOSA, M. A. A. F.; SOUSA, C. L.; PAIVA, F. H. P.; KORITIAKI, N. A. Influence of pre and postnatal energy restriction on the productive performance of ewes and lambs. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 41, n. 4, p. 951-958, 2012.

CATON, J. S.; REED, J. J.; AITKEN, R. et al. Effects of maternal nutrition and stage of gestation on body weight, visceral organ mass, and indices of jejunal cellularity, proliferation, and vascularity in pregnant ewe lambs. **J. Animal Science**, v.87, p.222-235, 2009.

CAVALCANTI, K.F.L.; BORGES, I.; SILVA, V.L.; SILVA, F.V.; SÁ, H.C.M.; MACIEL, I.C.F.; PAULA, F.A.P.; COSTA, E.H.O. Morfologia dos pré-estômagos e de papilas ruminais de cordeiras de Santa Inês em crescimento submetidas a dois planos nutricionais. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v.34, n.4, p.374-380, 2014.

CEZAR, M.F.; SOUZA, W.H. Carcaças ovinas e caprinas - obtenção, avaliação e classificação. Uberaba: **Editores Agropecuária Tropical**, p.232, 2007.

CHAY-CANUL A.J, et al . 2016. Energy requirements of hair sheep in the tropical regions of Latin America. Review. **Rev Mex Cien Pecu**. p.105-125, 2016.

CHAY-CANUL A.J., AYALA-BURGOS A.J., KÚ-VERA J.C., MAGAÑA- MONFORTE J.G., TEDESCHI L. O. The effects of metabolizable energy intake on body fat depots of adult Pelibuey ewes fed roughage diets under tropical conditions. **Tropical Animal Health Production**. p.929-936, 2011.

CUNHA, E.A.; BUENO, M.S.; SANTOS, L.E. et al. **Sistema Intensivo de Produção Ovina**. Nova Odessa. Instituto de Zootecnia, 2001.

CUNHA, E.A.; BUENO, M.S.; SANTOS, L.E., VERISSIMO, C.J. **Produção Ovina**. Nova Odessa. Instituto de Zootecnia, 2003

DALLAGO B.S.L, et al. Tissue accumulation and urinary excretion of Cr in chromium picolinate (CrPic)-supplemented lambs. **Journal of Trace Elements in Medicine and Biology**, 2016.

DE LAET C.; KANIS J.Á.; ODÉN A.; JOHANSON H.; JOHNNELL O.; DELMAS P.; EISMAN J.A.; KROGER H.; FUJIWARA S.; GARNERO P.; MCCLOSKEY E.V.; MELLSTROM D.; MELTON L.J.; MEUNIER P.J.; POLS H.A.; REEVE J.; SILMAN A.; TENENHOUSE A. Body mass index as a predictor of fracture risk: a meta-analysis. **Osteoporos Int**. 2005;16:1330-1338.

DE PAULA, F. J., & ROSEN, C. J. (2013). Bone remodeling and energy metabolism: new perspectives. **Bone research**, 1, 72-84.

DELAQUARRIERE-RICHARDSON, L.; ANDERSON, C.; JORCH, U. M.; COOK, M. Radiographic morphometry and radiographic photodensitometry of the femur in beagle at the 13 and 21 months. **American Journal of Veterinary Research**, Schaumburg, v. 43, n. 12, p. 2255-2258, 1982.

DEVLIN, M. J. .BOUXSEIN, M. L. Influence of pre- and peri-natal nutrition on skeletal acquisition and maintenance. **Bone**. p.444 – 451, 2012.

DIGIROLAMO, D. J.; CLEMENS, T. L.; KOUSTENI, S. The skeleton as an endocrine organ. **Nature Reviews Rheumatology**, v. 8, n. 11, p. 674, 2012.

D'INCA,R. KLOAREG, M. GRAS LE GUEN,C. HUEROU-LURON, C .Intrauterine growth restriction modifies the developmental pattern of intestinal structure, transcriptomic profile, and bacterial colonization in neonatal pigs **J. Nutr**. p. 925-931, 2010.

DRAKE, A. J., WALKER, B.R. The intergenerational effects of fetal programming: non-genomic mechanisms for the inheritance of low birth weight and cardiovascular risk. **J. Endod**; v.180 p. 1–16, 2004.

DU M, ZHAO JX, YAN X, HUANG Y, NICODEMUS LV, YUE W, et al. Fetal muscle development, mesenchymal multipotent cell differentiation, and associated signaling pathways. **Journal Animal Science**, v.89, p.583–590,2011.

DU M.; YIN J.; ZHU M.J. Cellular signaling pathways regulating the initial stage of adipogenesis and marbling of skeletal muscle. **Meat Science**, 2010 v.86 p.103–109, 2010.

DU, M. et al. Fetal muscle development, mesenchymal multipotent cell differentiation, and associated signaling pathways. **Journal Animal Science** p.583–590, 2011.

DU, M.; HUANG, Y.; DAS, A. K.; YANG, Q.; DUARTE, M. S.; DODSON, M. V.; ZHU, M. J. Meat science and muscle biology symposium: manipulating mesenchymal progenitor cell differentiation to optimize performance and carcass value of beef cattle. **Journal of Animal Science**, v. 91, p. 1419-1427, 2013.

DU, Z. W., CHEN, H., LIU, H., LU, J., QIAN, K., HUANG, C. L., ... ZHANG, S. C. Generation and expansion of highly pure motor neuron progenitors from human pluripotent stem cells. **Nature communications**, 2015.

DUARTE V. F, SANDOVAL C. A, SARMIENTO L. A. Empleo del modelo SRNS para predecir la ganancia de peso en ovinos machos Pelibuey en crecimiento. **Archivo Zootecnia**; v.58, p. 671-681, 2009.

FAO. 2018. **WORLD FOOD AND AGRICULTURE – STATISTICAL POCKETBOOK**, Rome, 2018.

FERRON, M.; WEI, J.; YOSHIKAWA, T.; DEL FATTORE, A.; DEPINHO, R. A.; TETI, A.; DUCY, P.; KARSENTY, G. Insulin signaling in osteoblasts integrates bone remodeling and energy metabolism. **Cell**, v. 142, n. 2, p. 296-308, Jul. 2010.

FIOROTTO M.L; DAVIS T.A; SCHOKNECHT P.; MERSMANN H.J.; POND W.G. Both maternal over- and undernutrition during gestation increase the adiposity of young adult progeny in rats. **Obes Res**, 1995 v. 3, p.131– 141, 1995.

FOWDEN, A.L., D.A. GIUSSANI AND A.J. FORHEAD. Endocrine and metabolic programming during intrauterine development. **Early Hum. Dev.** v. 8, p. 723-734 , 2005.

FRANCO, M. Gordura protegida é boa fonte de energia. **DBO**. Ano 26, nº 321, p. 45, 2007.
FRANZO, V.S.; ARTONI, S.M.B.; VULCANI, V.A.S.; SAGULA, A.; MORAES, C. Análise biométrica do intestino do carcará (*Polyborus plancus*, Miller 1777). **Biotemas**, v.20, n.2, p. 83-88, 2007.

FUNSTON, R. N., LARSON, D. M., & VONNAHME, K. A. Effects of maternal nutrition on conceptus growth and offspring performance: Implications for beef cattle production. **Journal of Animal Science**, v. 88, 2010

GERASEEV, L. C.; PEREZ, J. R. O.; CARVALHO, P. A. et al. Efeitos das restrições pré e pós-natal sobre o crescimento e o desempenho de cordeiros Santa Inês do nascimento ao desmame. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.35, n. 1, p. 245-251, 2006.

GERASEEV, L.C.; PEREZ, J.R.O.; CARVALHO, P.A. et al. Efeitos das restrições pré e pós-natal sobre o crescimento e o desempenho de cordeiros Santa Inês do nascimento ao desmame. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.1, p.245-251, 2006.

GHORBANI A., SADRI H. ALIZADEH A.R. BRUCKMAIER R.M. Performance and metabolic responses of Holstein calves to supplemental chromium in colostrum and milk. **Journal of Dairy Science**, 2012.

GIONBELLI, T.R.S. Nutrição materna e sexo fetal sobre o desenvolvimento pré-natal de bovinos mestiços Holandês × Gir. 2015, 84p. **Tese (Doutorado em Zootecnia)** - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2015.

- GODFREY, K. M. BARKER, D. J. P. Fetal nutrition and adult disease. **Am. J. Clin. Nutr.** v. 71, p.1344–1352, 2000;
- GOMES, F. H. T. **et al** . Características de carcaça em ovinos alimentados com rações contendo torta de mamona, 2012.
- GONZAGA NETO, S.; SILVA SOBRINHO, A.G.; ZEOLA, N.M.B.L.; MARQUES, C.A.T.; SILVA, A.M.A.; PEREIRA FILHO, J.M.; FERREIRA, A.C.D. Características quantitativas da carcaça de cordeiros deslanados de Morada Nova em função da relação volumoso:concentrado na dieta. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.4, p.1487-1495, 2006.
- GONZALES, E.; SARTORI, J.R. Crescimento e metabolismo muscular. In: MACARI, M.; FURLAN, R. L; GONZALES, E. (Eds.). **Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte**. Jaboticabal: FUNEP/UNESP, p.279-297, 2002.
- GUILLOU H.; JOUSSE C.; MURANISHI Y.; PARRY L.; MONTAURIER C.; EVEN P., et al. Perinatal protein malnutrition affects mitochondrial function in adult and results in a resistance to high fat diet-induced obesity. **PLoS ONE**, v.9, 2014.
- HANSON, R. W.; BALLARD, F. J. The relative significance of acetate and glucose as precursors for lipid synthesis in liver and adipose tissue from ruminants. **Biochemical Journal**, London, v. 105, p. 529-536, 1967.
- HERDT, T.; Fisiologia gastrointestinal e metabolismo. **IN: CUNNINGHAM, J.G. Tratado de Fisiologia Veterinária**; Rio de Janeiro, Guanabara, 2004.
- HILL, G.M.; WEST, J.W. Rumen protected fat in kline barley or corn diets for beef cattle: digestibility, physiological and feedlot responses. **J. Animal Science.**, v.69, n.8, p.3376-3388, 1991.
- HODGSON, J. Grazing management: science into practice. **Longman Handbooks in Agriculture**, Inglaterra, 203p, 1990.
- HOMEM JÚNIOR, A.C.; EZEQUIEL, J.M.B.; GALATI, R.L. et al. Grãos de girassol ou gordura protegida em dietas com alto concentrado e ganho compensatório de cordeiros em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.3, p.563-571, 2010.
- ISOLA, J.G.M.P .BONE STRUCTURE AND REGENERATION - LITERATURE REVIEW. **Revista Científica Eletrônica de Medicina Veterinária**, v. 8, 2012.
- ITHURRALDE, J. **et al** . Sex-dependent effects of maternal undernutrition on growth performance, carcass characteristics and meat quality of lambs. **Livestock Science**. v. 221, , p. 105-114, 2019.
- JAEGGER, S.M. P; DUTRA, A.R.; PEREIRA, J.C. et al. Características da carcaça de bovinos de quatro grupos genéticos submetidos a dietas com ou sem adição de gordura protegida. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.6, p.1876-1887, 2004.
- JENKINS, T. C.; PALMQUIST, D. L. Effect of fatty acids or calcium soaps on rumen and total nutrient digestibility of dairy rations. **J. Dairy Science.**, v.67, p.978, 1984.

- JOHNSON, L. R. **Fundamentos de fisiologia médica**. 2ª Ed., Ed. Rio de Janeiro, Guanabara Koogan, p. 502- 511, 2000.
- JUNQUEIRA, L. C.; CARNEIRO, J. **Histologia básica**. 10. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, p.136-148, 2004.
- JUNQUEIRA, L. C.; CARNEIRO, J.; ABRAHAMSOHN, P. **Histologia básica: texto e atlas**. 13. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2017.
- KAPLAN, F. S. (1994). Form and function of bone. **In: SIMON, S. R. Orthopaedic basic science**. Chicago: American Academy of Orthopaedic Surgeons, 1994.
- KELLY T, YANG W, CHEN CS, REYNOLDS K, He J. 2008. Global burden of obesity in 2005 and projections to 2030. **Int J Obes (Lond)** p.1431–1437,2008.
- KÖNIG, H.E.; LIEBICH, H.G. Anatomia dos animais domésticos: Texto e atlas colorido. Porto Alegre: **Artmed**. v.2, p.205-206, , 2004.
- LANHAM S.A.; ROBERTS C.; COOPER C.; OREFFO R.O. Intrauterine programming of bone. Part 1: Alteration of the osteogenic environment. **Osteoporos Int**, v.19, p.147–156, 2008.
- LANHAM S.A.; ROBERTS C.; PERRY M.J; COOPER C.; OREFFO R.O. Intrauterine programming of bone. Part 2: Alteration of skeletal structure. **Osteoporos Int**, v.19, p.157–167, 2008.
- LEIVA, T., COOKE, R. F.; BRANDÃO, A. P.; MARQUES, R. S.; VASCONCELOS, J. L. M. Effects of rumen-protected choline supplementation on metabolic and performance responses of transition dairy cows. **J. Anim. Sci.** 2015.
- LENG, R. A.; STEEL, J. W.; LUICK, J. R. Contribution of propionate to glucose synthesis in sheep. **Biochemical Journal**, London, v. 103, p. 785-790, 1967.
- LHAMAS, C. L. Avaliação por densitometria óssea e microtomografia computadorizada 3D de (compósito) manta óssea à base de quitosana, hidroxiapatita e colágeno, como reparo de falhas ósseas induzidas experimentalmente em tíbias de ovinos. **Dissertação (Mestrado)**. Universidade de São Paulo. 2016.
- LIRANI, A. P. R. Estudo comparativo dos efeitos do ultra-som e do laser de baixa intensidade no reparo ósseo de tíbia de rato. 2004. 109p. **Dissertação (Mestrado)**- Escola de Engenharia de São Carlos, Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, Instituto de Química de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004.
- LOOSE, E.L.; JARDIM, P.O.C.; OSÓRIO. J.C.S. **et al.** Estudo comparativo de carcaças de cordeiros Ideal com cruzas Ideal x Texel. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 18., 1981, Goiânia. **Anais ...** Goiânia: Sociedade Brasileira de Zootecnia, . p.396, 1981.
- LOUZADA, M. J. Q. Microdensitometria em radiografias de perfurações ósseas. 1988. 174p. **Dissertação (Mestrado em Bioengenharia)** – Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto. Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 1988.

- LOUZADA, M. J. Q. Otimização da técnica de densitometria óptica em imagens radiográficas de peças óssea. Estudo “in vitro”. 1994. 129p. **Tese (Doutorado em Engenharia Elétrica)** – Faculdade de Engenharia Elétrica, Universidade de Campinas, Campinas, 1994.
- MACK, P. B.; VOSE, G. P.; NELSON, J. D. New development in equipment for the roentgenographic measurement of bone density. **American Journal of Roentgenology**, Springfield, v. 82, n. 2, p. 303-310, 1959.
- MARKEL, M. D.; SIELMAN, E.; BODGANSKE, J. J. Densitometric properties of long bones in dogs, as determined by use of dual-energy x-ray absorptiometry. **American Journal of Veterinary Research**, Chicago, v. 55, n. 12, p. 1750-1756, 1994.
- MARTINS, V.R.A. Utilização de dejetos de suínos em dietas de ovinos em sistema de confinamento. Lavras: Universidade Federal de Lavras, 1997. 51p. **Dissertação (Mestrado em Zootecnia)** - Universidade Federal de Lavras, 1997.
- MCMILLEN I.C.; ROBINSON J.S. Developmental origins of the metabolic syndrome: prediction, plasticity, and programming. **Physiol Rev** 2005, v.85 p. 571–633, 2005.
- MCMILLEN, I. C.; ROBINSON, J. S. Developmental origins of the metabolic syndrome: prediction, plasticity, and programming. **Physiol Rev.**, v. 85, n. 2, p. 571-633, 2005.
- MERTENS, D.R. Gravimetric determination of amylase-treated neutral detergent fiber in feeds with refluxing in beaker or crucibles: collaborative study. **Journal of AOAC International**, v.85, p.1217-1240, 2002.
- MERTZ, W. Chromium – history and nutritional importance. **Biological Trace Element Research**, v.32, p.3-8, 1992.
- MOHAMMADI, K.; BEYGI NASSIRI, M. T.; FAYAZI, J.; ROSHANFEKR, H. Investigation of environmental factors influence on pre-weaning growth traits in Zandi lambs. **Journal of Animal and Veterinary Advances**, Pakistan, v. 9, n. 6, p. 1011-1014, 2010.
- MONTOSSI, F., FONT-I-FURNOLS, M., DEL CAMPO, M., SAN JULIÁN, R., BRITO, G., SANUDO, C. Sustainable sheep production and consumer preference trends: Compatibilities, contradictions, and unresolved dilemmas. **Meat Science**, v.95, p.772-789, 2013.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Nutrient requirements of sheep**. 6.ed. Washington: National Academy Press, 112p, 1985.
- NELSON, D.; COX, M. M. Princípios de bioquímica de Lehninger. **Porto Alegre: Artmed**, 2011. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2014.
- OLIVEIRA, M. V.M. **et al** . Rendimento de Carcaça, Mensurações e Peso de Cortes Comerciais de Cordeiros Santa Inês e Bergamácia Alimentados com Dejetos de Suínos em Confinamento. **R. Bras. Zootec.**, Viçosa , v. 31, n. 3, p. 1451-1458, 2002.
- OLIVEIRA, R. P.; PÉREZ, J. R. O.; GERASEEV, L. C. et al. Influência da restrição alimentar pré e pós-natal sobre a composição relativa dos cortes da carcaça, em cordeiros Santa Inês. **Rev. Agrogeo.**, p.53-63, 2009.

OREFFO R.O.; LASHBROOKE B.; ROACH H.I.; CLARKE N.M.; COOPER C. Maternal protein deficiency affects mesenchymal stem cell activity in the developing offspring. **Bone** , v. 33, p.100–107, 2003.

OSORIO, J.C.S.; JARDIM, P.O.C.; PIMENTEL, M.A. et al. Produção de carne entre cordeiros castrados e não castrados. 1. Cruzas Hampshire Dow x Corriedale. **Ciência Rural**, v.29, n.1, p.135-138, 1999.

OWEN, M. Measurement of the variations in calcification in normal rabbit bone. **The Journal of Bone and Joint Surgery**, Boston, v. 38, n. 3, p. 762-769, 1956.

PENNINGTON, R. J. Fatty acid utilization and ketone body production by rumen epithelium and other tissues. **Biochemical Journal**, London, v. 51, p. 251-258, 1952.

PILLAI, S. C, et al. Infectious and autoantibody-associated encephalitis: clinical features and long-term outcome. **Pediatrics**. p.974–984, 2015.

PILLAI, S. M, et al. Effects of poor maternal nutrition during gestation on bone development and mesenchymal stem cell activity in offspring. **PLoS One**, 2016.

PINKE, C.A.E. Efeito da dieta hiperlipídica na programação fetal do metabolismo energético e atividade de enzimas digestivas em ratos. 2013, 21p. **Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária)** – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2013.

RAJA J.S; HOFFMAN M.L; GOVONI K.E; ZINN S.A; REED S.A. Restricted maternal nutrition alters myogenic regulatory factor expression in satellite cells of ovine offspring. **Animal**, v.9, p.1–4, 2016.

REED S.A.; RAJA J.S.;HOFFMAN M.L.; ZINN S.A.; GOVONI K.E.; Poor maternal nutrition inhibits muscle development in ovine offspring. **Journal Animal Science Biotechnol** v.5 p.43-1891-5-43, 2014.

REED, J. J.; WARD, M. A.; VONNAHME, K. A. et al. Effects of Selenium supply and dietary restriction on maternal and fetal body weight, visceral organ mass, cellularity estimates, and jejunal vascularity in pregnant ewe lambs. **J. Animal Science**, v.85, p.2721-2733, 2007.

RESENDE K.T., SILVA H.G.O., DE-LIMA L.D., TEIXEIRA I. A. M. A. Avaliação das exigências nutricionais de pequenos ruminantes pelos sistemas de alimentação recentemente publicados. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v. 37, p.161-177, 2008.

RESTLE, J. et al . Suplementação associada com lasalocida para novilhos em terminação em pastagem cultivada de inverno. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 29, n. 3, p. 555-559, 1999.

RESTLE, J., SOARES, A.B., FERREIRA, M.V.B. et al. Suplementação associada com lasalocida para novilhos em terminação em pastagem cultivada de inverno. **R. Ciência Rural**, 1999.

REYNOLDS C.K., CROMPTON L. A., MILLS J. A. N. Improving the efficiency of energy utilization in cattle. **Animal Production Science**. p.6-12, 2011.

REYNOLDS L. P., BOROWICZ P.P., CATON J.S., VONNAHME K.A., LUTHER J.S., HAMMER C.J., et al. Developmental programming: The concept, large animal models, and the key role of uteroplacental vascular development. **Journal Animal Science**, v.88, p.61–72, 2010.

REYNOLDS L.P.; BOROWICZ P.P.; CATON J.S.; VONNAHME K.A.; LUTHER J.S.; HAMMER C.J.; et al. Developmental programming: The concept, large animal models, and the key role of uteroplacental vascular development. **Journal Animal Science**, v. 88, p.61–72, 2010.

ROOKE, J. A.; HOUDIJK, J. G. M.; MCILVANEY, K. et al. Differential effects of maternal undernutrition between days 1 and 90 of pregnancy on ewe and lamb performance and lamb parasitism in hill or lowland breeds. **J. Animal Science**, v.88, p. 3833-3842, 2010.

SANDERS, D.M.; OLIVEIRA, R.L.; MOREIRA, E.L.T.; JUCA, A.F.; SILVA, T.M.; PINTO, L.F.B.; MACOME, F.M.; BAGALDO, A.R.; ESTRELA-LIMA, A. Morfometria da mucosa ruminal de cordeiros Santa Inês alimentados com níveis de torta de dendê (*Elaeis guineensis*), oriunda da produção do biodiesel. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 32, n. 3, p. 1169-1178, 2011.

SANTOS, F. R.; SANTANA, R. O.; CARVALHO, E. A.; COSTA, N. A.; MINAFRA, C. S.; OLIVEIRA, P. Desempenho e perfil sérico bioquímico de frangos de corte alimentados com rações contendo produtos homeopáticos. **Revista Brasileira Saúde Produção Animal**, v. 15, n. 2, p. 394-405, 2014.

SANTOS, Nailson Lima et al. Fatores Ambientais e de Manejo na Qualidade dos Pastos Tropicais. Goiânia, 2011.

SAÑUDO, C., SIERRA, I. 1986. Calidad de la canal en la especie ovina. **Ovino**, 1:127-153.

SAYED, A. B. N. Effect of Different Dietary Energy Levels on the Performance and Nutrient Digestibility of Lambs. **Veterinary World**. v .2, n.11, 2009.

SCOLLAN, N. et al. The relationship between slow and fast myosin heavy chain content, calpastatin and meat tenderness in different ovine skeletal muscles. **Meat Science**, Kidlington, v. 69, n. 1, p. 17-33, 2006.

SEEDOR, J.G.; QUARRACCIO, H.H; THOMPSON, D.D. The biophosphonate alendronate (MK-217) inhibits bone loss due to ovariectomy in rats. **Bone and Mineral Research**, v.6, p.339-346, 1991.

SEEDOR, J.G.; QUARRUCCIO, H.A.; THOMPSON, D.D. The biophosphonate alendronate (MK-217) inhibits bone loss due to ovariectomy in rats. **Journal of Bone and Mineral Research**, v.6, p.339-346, 1991.

SILVA A. M. A., SANTOS E. M., FILHO J. M. P., BAKKE O. A., GONZAGA N. S., COSTA R. G. Body composition and nutritional requirements of protein and energy for body weight gain of lambs browsing in a tropical semiarid region. **Revista Brasileira de Zootecnia**, p. 210-216, 2010.

- SOFOS, J. Challenges to meat safety in the 21st century. **Meat Science**, Kidlington, v. 78, n. 1-2, p. 3-13, 2008.
- SOUZA, B. M.; Anatomia e fisiologia do sistema digestivo dos bovinos. **In: Criação de Bovinos**, p.128-156, 2003.
- SPEARS, J. M.; KEGLEY, E. B. Effect of zinc source (zinc oxide vs. zinc proteinate) and level on performance, carcass characteristics, and immune response of growing and finishing steers. **Journal of Animal Science**, v.80, p.2747- 2752, 2002.
- STALKER, L.A. ADAMS, D.C. KLOPFENSTEIN, T.J. FEUZ, D.M. FUNSTON R.N. Effects of pre- and postpartum nutrition on reproduction in spring calving cows and calf feedlot performance. **Journal Animal Science**. p. 2582-2589, 2006.
- TAYLOR, P. D.; POSTON, L. Developmental programming of obesity in mammals. **Exp. Physiol.**, 92:287-298, 2007.
- TEDESCHI L. O., CANNAS A., FOX D. G. A nutrition mathematical model to account for dietary supply and requirements of energy and nutrients for domesticated small ruminants: The development and evaluation of the Small Ruminant Nutrition System. **Small Ruminant Research**. p.174-184, 2010.
- THEURER, C.B. et al. Summary of steam-flaking corn or sorghum grain for lactating dairy cows. **J. Dairy Science.**, Savoy, v. 82, n. 9, p. 1950-1959, 1999.
- TICE, E.M. EASTRIDGE, M.L. FIRKINS J.L. Raw soybeans and roasted soybeans of different particle sizes. Digestibility and utilization by lactating cows. **Journal Dairy Science**. p. 224, 1993.
- TORRES ROVIRA, L, et al. Sex and breed-dependent organ development and metabolic responses in fetuses from lean and obese/leptin resistant swine. **PLoSOne**, 2013.
- UNDERWOOD, K. R, et al. Nutrition during mid to late gestation affects growth, adipose tissue deposition, and tenderness in cross-bred beef steers. **Meat Science**. p. 588-593, 2010.
- VAN EMON, M. L., VONNAHME, K. A., ECKERMAN, S. R., BERG, P. T., MADDOCK-CARLIN, K. R., SCHAUER, C. S. Effects of metabolizable protein supplementation to ewes during late gestation on weather lamb feedlot performance, carcass characteristics, and nitrogen balance. **Small ruminant research**, v. 150, p.118-125, 2017.
- VANDENDRIESSCHE, F. Meat products in the past, today and in the future. **Meat Science**, Kidlington, v. 78, n. 1-2, p. 104-113, 2008.
- VIANA, J. G. A.; SILVEIRA, V. C. P. Analise econômica e custos de produção aplicados ao sistema de produção de ovinos. **IN: XLVI Congresso da Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural**. Rio Branco, 2008.
- VINCENT, J.B. The Biochemistry of Chromium. **The Journal of Nutrition**. Vol. 130. Issue 4. 2000. Pages 715–718, <https://doi.org/10.1093/jn/130.4.715>

- VONNAHME, K. A. How the maternal environment impacts fetal and placental development: implications for livestock production. **Animal Reproduction**, v. 9, p.789-79, 2012.
- VONNAHME, K. A.; HESS, B. W.; HANSEN, T. R. et al. Maternal undernutrition from early- to mid-gestation leads to growth retardation, cardiac ventricular hypertrophy, and increased liver weight in the fetal sheep. **Biol. Reproduc.**, v.69, p.133–140, 2003.
- WOOD, J. D. and MACFIE, H. J. H. The significance of breed in the prediction of lamb carcass composition from fat thickness measurements. **Animal Production**, v. 31, p. 315, 1980.
- WU G.; BAZER F.W.; WALLACE J.M.; SPENCER T.E. Board-invited review: Intrauterine growth retardation: Implications for the animal sciences. **Journal Animal Science**, v. 84, p. 2316–2337, 2006.
- WU, G.; BAZER, F. W.; WALLACE, J. M.; SPENDER, T.E. Board-Invited Review: Intrauterine growth retardation, Implications for the animal sciences. **Journal Animal Science**, v.84, n.9, p.2316-2337, 2006.
- XU, M.; DONG, Y.; DU, S.; HAO, Y. H., WANG, Y. H., WANG, F. N. YAO, J.J. Effect of corn particle size on mucosal morphology and digesta pH of the gastrointestinal tract in growing goats. **Livestock Science**, v.123, n.1, p. 34-37, 2009.
- ZUNDT, M.; MACEDO, F.A.F.; ALCADE, C.R. et al. Características de carcaça de caprinos alimentados com diferentes níveis energéticos In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38., 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2001.
- ZUNDT, M.; MACEDO, F.A.F.; MARTINS, E.N.; MEXIA, A.A.; NIETO, L.M.; YAMAMOTO, S.M.; MACEDO, R.M.G. Características de carcaça de cordeiros terminados em confinamento, com dietas contendo diferentes níveis protéicos. **Ciência Rural**, v.33, n.3, p.565-571, 2003.