

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP  
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**NUTRIÇÃO DE OVELHAS EM GESTAÇÃO E REPERCUSSÃO NA  
PRODUÇÃO DE CORDEIROS: PROGRAMAÇÃO FETAL**

**Nomaiaci de Andrade  
Doutora em Zootecnia**

**2017**

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP  
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS  
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**NUTRIÇÃO DE OVELHAS EM GESTAÇÃO E REPERCUSSÃO NA  
PRODUÇÃO DE CORDEIROS: PROGRAMAÇÃO FETAL**

**Nomaiací de Andrade**

**Orientador: Prof. Dr. Américo Garcia da Silva Sobrinho**

Tese apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – UNESP, Campus de Jaboticabal, como parte das exigências para a obtenção do título de Doutora em Zootecnia

**Jaboticabal  
2017**

A553n Andrade, Nomaiaquí de  
Nutrição de ovelhas em gestação e repercussão na produção de  
cordeiros: programação fetal / Nomaiaquí de Andrade. – – Jaboticabal,  
2017

vi, 69 p. : il. ; 29 cm

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de  
Ciências Agrárias e Veterinárias, 2017

Orientador: Américo Garcia da Silva Sobrinho

Banca examinadora: Sarita Bonagurio Gallo, Cledson Augusto  
Garcia, Carla Härterpor, Otávio R. Machado Neto

Bibliografia

1. Composição tecidual. 2. Metabólito sanguíneo. 3. Vilosidade.  
I. Título. II. Jaboticabal-Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias.

CDU 636.084.5:636.3

Ficha catalográfica elaborada pela Seção Técnica de Aquisição e Tratamento da Informação –  
Diretoria Técnica de Biblioteca e Documentação - UNESP, Câmpus de Jaboticabal.



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Câmpus de Jaboticabal



CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA TESE: NUTRIÇÃO DE OVELHAS EM GESTAÇÃO E REPERCUSSÃO NA PRODUÇÃO DE CORDEIROS: PROGRAMAÇÃO FETAL

AUTORA: NOMAIACÍ DE ANDRADE

ORIENTADOR: AMÉRICO GARCIA DA SILVA SOBRINHO

Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de Doutora em ZOOTECNIA, pela Comissão Examinadora:

Prof. Dr. AMÉRICO GARCIA DA SILVA SOBRINHO  
Departamento de Zootecnia / FCAV / UNESP - Jaboticabal

Profa. Dra. SARITA BONAGURIO GALLO  
Departamento de Engenharia de Produção / FZEA/USP- Pirassununga

PROF. DR. GLEDSON AUGUSTO GARCIA  
Departamento de Medicina Veterinária / UNIMAR - Marília, SP

Prof. Dr. OTÁVIO RODRIGUES MACHADO NETO  
Departamento de Produção Animal / UNESP - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia de Botucatu

Pós-doutoranda CARLA JOICE HARTER  
Departamento de Zootecnia / FCAV / UNESP - Jaboticabal

Jaboticabal, 07 de março de 2017

## **DADOS CURRICULARES DO AUTOR**

**Nomaiací de Andrade** – Nascida na cidade de Ribeirão Preto, em 15 de setembro de 1988. Ingressou em fevereiro de 2007 no curso de Zootecnia na Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal. Foi bolsista de iniciação científica PROEX (Pró-Reitoria de Extensão) no período de abril de 2007 a março de 2008 e bolsista de iniciação científica do CNPq no período de agosto de 2010 a julho de 2011. Graduiu-se em Zootecnia em março de 2012. Em fevereiro de 2014 recebeu o título de Mestre em Zootecnia pelo Programa de Pós-graduação em Zootecnia da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Campus de Jaboticabal, com bolsa de estudos da CNPq. Ingressou no treinamento nível doutorado em março de 2014, na mesma Instituição Universitária, com bolsa de estudos da CNPq.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por todas as bênçãos, oportunidades e pessoas iluminadas que cruzaram o meu caminho.

Aos meus pais, Sérgio e Teresinha, e minha irmã Taimara, que sempre me apoiaram, incentivaram a minha caminhada acadêmica e compreenderam as minhas ausências.

Ao meu orientador Prof. Dr. Américo Garcia da Silva Sobrinho pela amizade, oportunidade, conhecimentos dedicados e convívio diário.

As minhas eternas orientadoras Dr<sup>a</sup> Teresa Tarlé Pissara e Dr<sup>a</sup> Ana Cláudia Ruggieri pelos conhecimentos dedicados para obtenção dos títulos de Zootecnista e Mestra em Zootecnia.

Aos professores Dr. Eric H. Castello Branco Van Cleef, Dr. Gilson Hélio Toniollo, Dr. José Jurandir Fagliari, Dr<sup>a</sup>. Márcia Rita Fernandes Machado, Dr. Otávio R. Machado Neto, Dr<sup>a</sup>. Sarita Bonagurio Gallo, Dr. Cledson Augusto Garcia e Dr<sup>a</sup> Carla Härterpor, por participarem das bancas examinadoras, compartilhando conhecimento e contribuindo para o aprimoramento deste trabalho.

As professoras Dr<sup>a</sup>. Márcia Rita Fernandes Machado e Dr<sup>a</sup>. Tais Harumi de Castro Sasahara pela amizade, auxílio na leitura e interpretação das amostras histológicas.

Aos professores Dr. Euclides Braga Malheiro e Dr. Eric H. Castello Branco Van Cleef pela amizade e auxílio com os programas estatísticos e formulação das dietas experimentais.

Aos meus companheiros de equipe, Roberta de Lima Valença, Thiago Henrique Borghi, Eliéder Prates Romanzini, Diego R. Meza, Leonardo Guimarães, nossos queridos estagiários e ao funcionário João Luiz Guariz pela amizade e auxílio na condução do experimento.

Aos meus amigos pelos momentos de descontração e apoio incondicional no decorrer dessa longa caminhada universitária.

À FCAV pelos dez anos de aprendizado e amizades fortalecidas!

Ao Programa de Pós-graduação em Zootecnia pela oportunidade.

Ao CNPq pela concessão da bolsa de estudos.

## SUMÁRIO

CERTIFICADO DA COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS .....	I
LISTA DE TABELAS .....	II
LISTA DE FIGURAS .....	V
LISTA DE ABREVIATURAS .....	VI
RESUMO .....	1
ABSTRACT .....	2
CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS .....	3
1. Introdução .....	3
2. Revisão da literatura .....	4
2.1. Nutrição de ovelhas em gestação .....	4
2.2. Produção de cordeiros .....	7
2.3. Metabólitos sanguíneos de ovelhas no periparto e na lactação .....	8
2.4. Características quantitativas da carcaça e de seus não componentes .....	10
2.5. Características qualitativas da carne de cordeiros .....	11
2.6. Características morfológicas dos componentes gastrintestinais .....	15
3. Objetivos .....	16
4. Referências .....	17
CAPÍTULO 2 – PERFIL METABÓLICO E ESCORE CORPORAL DE OVELHAS ILE DE FRANCE SUBMETIDAS À PROGRAMAÇÃO FETAL.....	26
1. Introdução .....	27
2. Material e métodos .....	27
3. Resultados .....	30
4. Discussão .....	34

5. Conclusões .....	36
6. Referências .....	36
<b>CAPÍTULO 3. DESEMPENHO, CARACTERÍSTICAS QUANTITATIVAS DA CARÇAÇA E QUALITATIVAS DA CARNE DE CORDEIROS PROVENIENTES DE PROGRAMAÇÃO FETAL .....</b>	<b>38</b>
1. Introdução .....	39
2. Material e métodos .....	39
3. Resultados .....	44
4. Discussão .....	49
5. Conclusões .....	51
6. Referências .....	51
<b>CAPÍTULO 4. MORFOMETRIA DO TRATO GASTRINTESTINAL E CONSUMO DE NUTRIENTES DE CORDEIROS CONFINADOS PROVENIENTES DE PROGRAMAÇÃO FETAL .....</b>	<b>55</b>
1. Introdução .....	56
2. Material e métodos .....	56
3. Resultados .....	60
4. Discussão .....	66
5. Conclusões .....	67
6. Referências .....	67




## CEUA – COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS

### CERTIFICADO

Certificamos que o Protocolo nº 018943/14 do trabalho de pesquisa intitulado **"Nutrição de ovelhas em gestação e repercussão na produção de cordeiros: Programação fetal"**, sob a responsabilidade do Prof. Dr. Américo Garcia da Silva Sobrinho, está de acordo com os Princípios Éticos na Experimentação Animal adotado pelo Conselho Nacional de Controle de Experimentação Animal (CONCEA) e foi aprovado pela COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS (CEUA), em reunião ordinária de 09 de outubro de 2014.

Jaboticabal, 09 de outubro de 2014.

  
**Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Paola Castro Moraes**  
Coordenadora – CEUA

## LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO 2.	PERFIL METABÓLICO E ESCORE CORPORAL DE OVELHAS ILE DE FRANCE SUBMETIDAS À PROGRAMAÇÃO FETAL .....	26
Tabela 1.	Composição percentual dos ingredientes e químico-bromatológica das dietas experimentais de ovelhas no terço final da gestação .....	30
Tabela 2.	Médias de peso corporal, escore de condição corporal (ECC) e espessura de gordura (EG) de ovelhas no terço final da gestação e peso corporal dos cordeiros (PCOR) filhos destas ovelhas, do parto aos 60 dias de lactação .....	32
Tabela 3.	Níveis séricos, em mmol/g, de ovelhas no terço final da gestação, do parto aos 60 dias de lactação .....	34
CAPÍTULO 3.	DESEMPENHO, CARACTERÍSTICAS QUANTITATIVAS DA CARÇAÇA E QUALITATIVAS DA CARNE DE CORDEIROS PROVENIENTES DE PROGRAMAÇÃO FETAL.....	38
Tabela 1.	Composição percentual dos ingredientes e químico-bromatológica das dietas experimentais de ovelhas no terço final da gestação.....	41
Tabela 2.	Composição percentual dos ingredientes e químico-bromatológica da dieta experimental para cordeiros em confinamento .....	42
Tabela 3.	Dias de confinamento, pesos de entrada e saída, ganho médio diário de peso (GMDP) e total, ingestão de matéria seca (IMS) e conversão alimentar (CA) de cordeiros provenientes de ovelhas alimentadas no terço final da gestação com as dietas D0 e D20 .....	45
Tabela 4.	Pesos de carcaça quente (PCQ), fria (PCF) e verdadeiro (PCV), rendimentos de carcaça quente (RCQ), fria (RCF) e verdadeiro (RV), e perda de peso por resfriamento (PR) de cordeiros provenientes de ovelhas alimentadas no terço final da gestação com as dietas D0 e D20 .....	45
Tabela 5.	Pesos médio, em quilos, da carcaça esquerda (PMCE) e dos cortes comerciais (paleta, pescoço, costela, lombo e perna) das carcaças de cordeiros provenientes de ovelhas alimentadas no terço final da gestação com as dietas D0 e D20 .....	46
Tabela 6.	Valores médios da composição tecidual e Índice de musculosidade da perna (IMP) de cordeiros provenientes de ovelhas alimentadas no terço final da gestação com as dietas D0 e D20 .....	47

	Medidas de comprimento (A) e profundidade máxima (B), espessura mínima (C) e máxima (GR) de gordura, e área de olho de lombo (AOL) do músculo <i>Longissimus dorsi</i> de cordeiros provenientes de ovelhas alimentadas no terço final da gestação as com dietas D0 e D20 .....	47
Tabela 7.		
	Características qualitativas da carne do músculo <i>Longissimus lumborum</i> de cordeiros provenientes de ovelhas alimentadas no terço final da gestação com as dietas D0 e D20 .....	48
Tabela 8.		
	Composição centesimal do músculo <i>Longissimus lumborum</i> de cordeiros provenientes de ovelhas alimentadas no terço final da gestação com as dietas D0 e D20 .....	49
Tabela 9.		
CAPÍTULO 4.	MORFOMETRIA DO TRATO GASTRINTESTINAL E CONSUMO DE NUTRIENTES DE CORDEIROS CONFINADOS PROVENIENTES DE PROGRAMAÇÃO FETAL .....	55
	Composição percentual dos ingredientes e químico-bromatológica das dietas experimentais de ovelhas no terço final da gestação D0 e D20 .....	58
Tabela 1.		
	Composição percentual dos ingredientes e químico-bromatológica da dieta experimental para cordeiros em confinamento .....	59
Tabela 2.		
	Consumo voluntário diário de nutrientes de cordeiros Ile de France provenientes de ovelhas alimentadas no terço final da gestação com as dietas D0 e D20 .....	61
Tabela 3.		
	Peso, em quilos, dos não componentes da carcaça de cordeiros Ile de France, provenientes de ovelhas alimentadas no terço final da gestação com as dietas D0 e D20 .....	62
Tabela 4.		
	Peso, em quilos, dos componentes gastrintestinais de cordeiros Ile de France provenientes de ovelhas alimentadas no terço final da gestação com as dietas D0 e D20 .....	63
Tabela 5.		
	Comprimento e espessura dos componentes do intestino delgado, de cordeiros Ile de France provenientes de ovelhas alimentadas no terço final da gestação com as dietas D0 e D20 .....	63
Tabela 6.		
	Espessura da camada muscular, em micrômetros, dos componentes gastrintestinais de cordeiros Ile de France provenientes de ovelhas alimentadas no terço final da gestação com as dietas D0 e D20.....	63
Tabela 7.		
	Tamanho de papilas e vilosidade, em milímetros, dos componentes gastrintestinais de cordeiros Ile de France provenientes de ovelhas alimentadas no terço final da gestação com as dietas D0 e D20 .....	65
Tabela 8.		

## LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO 4.	MORFOMETRIA DO TRATO GASTRINTESTINAL E CONSUMO DE NUTRIENTES DE CORDEIROS CONFINADOS PROVENIENTES DE PROGRAMAÇÃO FETAL .....	58
Figura 1.	Papilas das cavidades gástricas (1: rúmen; 2: retículo; 3: omaso e 4: abomaso) de cordeiros Ile de France oriundos de programação fetal, em que A corresponde a variável altura e E a espessura da camada muscular .....	64
Figura 2.	Vilosidades dos componentes do intestino delgado (1: duodeno; 2: jejuno e 3: íleo) de cordeiros Ile de France oriundos de programação fetal, em que A corresponde a variável altura e E a espessura da camada muscular.....	65

## LISTA DE ABREVIATURAS

$\mu\text{m}$  = micrômetro  
a\* = intensidade de vermelho  
AGNE = ácidos graxos não-esterificados  
AOL = área de olho de lombo  
ARPD = aparelho reprodutor (pênis+testículos+bexiga)  
ARPT = aparelho respiratório (pulmão + diafragma) + traquéia  
b\* = intensidade de amarelo  
BHB = beta-hidroxibutirato  
CA = conversão alimentar  
CHOT = carboidratos totais  
CNF = carboidrato não fibrosos  
CRA = capacidade de retenção de água  
D0 = dieta contendo as exigências energéticas de ovelhas no terço final de gestação, em totalidade, preconizada pelo NRC  
D20 = dieta acrescidas em 20% das exigências energéticas de ovelhas no terço final de gestação, preconizada pelo NRC  
ECC = escore de condição corporal  
EE = extrato etéreo  
EG = espessura de gordura  
EPM = erro padrão da média  
FDA = fibra em detergente ácido  
FDN = fibra em detergente neutro  
GM\_GO = gordura mesentérica +gordura omental  
GMPD = ganho médio de peso diário  
GR = grade ruler  
IC = intervalo de coletas  
IMP = índice de musculosidade da perna  
IMS = ingestão de matéria seca  
L\* = teor de luminosidade  
Mhz = mega-hertz  
MM = matéria mineral  
MO = matéria orgânica  
MS = matéria seca  
N = newton  
NRC = Nacional Research Council  
PB = proteína bruta  
PCA = peso corporal ao abate  
PCF = peso corporal final  
PCI = peso corporal inicial  
Pcor = peso do cordeiro  
PCQ = peso da carcaça quente  
pH = potencial hidroniônico  
PM5 = peso dos cinco músculos eu recobrem o fêmur  
PMCE = peso médio da meia carcaça esquerda  
PPC = peso de perda por cocção  
PPD = peso de perda por descongelamento  
PR = perda de peso por resfriamento  
PV = peso verdadeiro

RCF = rendimento de carcaça fria  
RCQ = rendimento de carcaça quente  
RGP = peso dos rins + gordura perirenal  
RV = rendimento verdadeiro

## **Nutrição de ovelhas em gestação e repercussão na produção de cordeiros: Programação fetal**

### **RESUMO**

Foram utilizadas cinquenta ovelhas Ile de France submetidas à programação fetal, que consistiu no fornecimento de dietas com dois níveis de energia, uma dieta controle para atender as exigências nutricionais do terço final de gestação (D0), e outra acrescida em 20% das exigências de energia para a categoria (D20). Avaliou-se a influência nutricional no escore de condição corporal, peso corporal, espessura de gordura e perfil metabólico das ovelhas, no momento do parto e aos 15, 30, 45 e 60 dias de lactação, assim como a repercussão nos cordeiros, tais como desempenho, características quantitativas da carcaça e de seus não-componentes, qualitativas da carne e na morfometria dos componentes gastrintestinais. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com dois tratamentos e 20 repetições (experimento com as ovelhas) e dois tratamentos e 10 repetições (experimento com os cordeiros), nível de significância de 5% e auxiliado pelo programa do SAS (versão 9.2). Nas comparações entre dietas e as variáveis respostas das ovelhas utilizou-se contrastes ortogonais polinomiais (1º, 2º, 3º e 4º grau). As médias das características corporais das ovelhas foram semelhantes ( $P>0,05$ ), com decréscimo gradual ao longo dos 60 dias de lactação, para peso corporal, escore condição corporal e espessura de gordura. Observou-se efeito quadrático ( $P<0,05$ ) nos valores médios de glicose, triglicerídeos e betahidroxibutirato, no decorrer dos 30 dias após o parto. O acréscimo em 20% das exigências energéticas para o terço final de gestação na dieta das ovelhas possibilitou melhor estabilidade nos níveis séricos destes animais. O desempenho dos cordeiros não diferiu ( $P>0,05$ ) em função das dietas de suas mães, com médias semelhantes para ganho médio diário de peso (0,272 kg para D0 e 0,237 kg para D20), dias de confinamento (55 para D0 e 53 para D20) e conversão alimentar (4,04 para D0 e 4,30 para D20). As médias das características quantitativas das carcaças dos cordeiros filhos de ovelhas alimentadas com dieta acrescida, ou não, em 20% das exigências energéticas foram semelhantes ( $P>0,05$ ). O consumo de nutrientes dos cordeiros das ovelhas que receberam dietas D0 e D20 foram similares ( $P>0,05$ ), de 1,10 kg e 1,02 kg de matéria seca, respectivamente. A morfometria dos componentes do intestino delgado dos cordeiros foi semelhante ( $P>0,05$ ), com médias de 25,7 m de comprimento e 1,2 mm de espessura, assim como não diferiram entre as alturas das papilas dos componentes gástricos e das vilosidades dos componentes do intestino delgado, sendo de 160  $\mu$  no rúmen, 97,47  $\mu$  no retículo, 76,48  $\mu$  no omaso, 87,86  $\mu$  no abomaso, 88,29  $\mu$  no duodeno, 18,43 no jejuno e 19,93  $\mu$  no íleo. A programação fetal influenciou positivamente os níveis séricos e escore corporal das ovelhas no pós-parto, sem repercussão no desempenho, nas características quantitativas das carcaças e carnes dos cordeiros.

**PALAVRAS-CHAVE:** composição tecidual, metabólito sanguíneo, vilosidade.

## **Nutrition of pregnant ewes and impact on lamb production: fetal programming**

### **ABSTRACT**

Fifty Ile de France ewes were subjected to fetal programming, which consisted of feeding them diets with two levels of energy: one control diet formulated to meet the nutritional requirements of the last third of gestation (D0) and another with an additional 20% of the energy requirements of the category (D20). We evaluated the nutritional influence on the body condition score, body weight, fat thickness, and metabolic profile of ewes at calving and at 15, 30, 45, and 60 days in milk, as well as the impacts on their lambs; e.g., performance, quantitative traits of carcass and of non-carcass components, qualitative traits of their meat, and morphometry of their gastrointestinal components. A completely randomized design with two treatments and 20 replicates (experiment with the ewes) and two treatments and 10 replicates (experiment with the lambs) was adopted at a significance level of 5%, with analyses run in SAS software (version 9.2). Orthogonal polynomial contrasts (1st-, 2nd-, 3rd-, and 4th-degree) were used in the comparison between diets and the response variables of the ewes. Mean values for the body traits of the ewes were similar ( $P>0.05$ ), decreasing gradually along the 60 days in milk for body weight, body condition score, and fat thickness. A quadratic effect was observed ( $P<0.05$ ) for mean glucose, triglycerides, and beta-hydroxybutyrate values over the 30 days after calving. The additional 20% of the energy required for the last third of gestation in the ewe diets provided greater stability in the serum levels of these animals. Their lambs' performance did not differ ( $P>0.05$ ) with the different diets fed to their mothers; similar means were obtained for average daily weight gain (D0 - 0.272 kg; D20 - 0.237 kg), days in feedlot (D0 - 55; D20 - 53), and feed conversion (D0 - 4.04; D20 - 4.30). Mean values for the quantitative traits of the carcasses of lambs born from ewes fed the diets with and without the 20% extra energy were similar ( $P>0.05$ ). Lambs born from ewes fed diets D0 and D20 had a similar nutrient intake ( $P>0.05$ ), consuming 1.10 kg and 1.02 kg dry matter, respectively. The morphometry of the small-intestine components of the lambs was similar ( $P>0.05$ ), with mean length and thickness values of 25.7 m and 1.2 mm, respectively. The height of the papillae of gastric components and small-intestine villus components also did not differ — 160  $\mu$  in the rumen, 97.47  $\mu$  in the reticulum, 76.48  $\mu$  in the omasum, 87.86  $\mu$  in the abomasum, 88.29  $\mu$  in the duodenum, 18.43 in the jejunum, and 19.93  $\mu$  in the ileum. Fetal programming positively affected the serum levels and body condition score of the ewes post-calving, but did not influence the performance or quantitative/qualitative traits of the carcasses and meat of their lambs.

**KEY WORDS:** tissue composition, blood metabolite, villus.



## **CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS**

### **1. INTRODUÇÃO**

O mercado brasileiro demanda produtos de origem ovina em quantidade e qualidade. Nos sistemas de produção de carne ovina, buscam-se animais com alto potencial genético para ganho de peso e terminação, para obtenção de carne em quantidade e com qualidade.

Ao longo dos anos, acreditou-se que a formação de carne de qualidade se restringia apenas aos meses que antecediam ao abate, em que os animais eram enviados aos confinamentos para terminação (GUEDES et al., 2015). Entretanto o nascimento de cordeiros mais eficientes na utilização dos alimentos e com maior desempenho pode ser viabilizado pelo manejo nutricional adequado das ovelhas durante a gestação e lactação. Este desenvolvimento pré e pós-natal resulta da ação do genótipo e do meio, principalmente pela repercussão da nutrição materna durante esta fase, a qual denominou-se de programação fetal (DANIEL et al., 2007; DU et al., 2010 e NEVILLE et al., 2010).

Pesquisas relacionadas com a programação fetal têm demonstrado que a nutrição materna durante a gestação afeta o desenvolvimento fetal com consequências sobre desempenho do animal bem como sobre o aspecto qualitativo da carne produzida (DU et al., 2010; DUARTE et al., 2011). No entanto, outros fatores que afetam o crescimento dos cordeiros devem ser considerados, como genética, idade e tipo de parto (CASTRO et al., 2012). De acordo com Geraseev et al. (2006) a nutrição inadequada da ovelha, particularmente no final da gestação, pode comprometer o desenvolvimento do cordeiro, acarretando modificações no crescimento pré e pós-natal, decorrentes da aceleração ou desaceleração do crescimento de cada tecido, resultando em alteração da composição corporal e relação músculo: gordura. Com base no exposto, fica claro que a nutrição adequada da ovelha durante a gestação é de fundamental importância para o desenvolvimento de suas crias, e que a suplementação pode ter efeitos positivos sobre a programação fetal, principalmente nos terços médio e final, bem como a repercussão destas melhorias no desempenho pós-natal dos cordeiros.

Faz-se mister a adoção de dietas que atendam às exigências do terço final da gestação de ovelhas, fornecendo nutrientes em quantidade e qualidade suficientes a esta fase crítica da produção ovina, o que afetará positivamente o metabolismo das ovelhas no puerpério e o desenvolvimento dos cordeiros pré e pós-natal.

## **2. REVISÃO DA LITERATURA**

A produção de carne é uma alternativa econômica para a ovinocultura em função de suas características nutricionais, atendendo a um mercado consumidor cada vez mais exigente. Deste modo, a nutrição materna durante a gestação torna-se uma estratégia de grande valor no futuro, a fim de se produzir animais programados para atender nichos de mercado existentes que valorizam e remuneram por qualidade de carne (FERREIRA et al., 2015).

### **2.1. Nutrição de ovelhas em gestação**

A nutrição influencia diretamente a eficiência reprodutiva por fornecer ao organismo nutrientes necessários para o adequado funcionamento dos processos reprodutivos, deste modo, o balanceamento e o consumo adequado de energia, proteína, vitaminas e minerais é de grande importância para um bom desempenho reprodutivo (ROBINSON et al., 2002; PIRES, 2011).

Sabe-se que 80%, aproximadamente, das exigências energéticas demandadas pela gestação são utilizadas pelo útero e placenta, das quais 30% desta energia é disponibilizada para o crescimento fetal (RESENDE et al. 2006). Para suprir esta demanda, o organismo da ovelha promove intensa mobilização de tecidos corporais, redirecionando os metabólitos energéticos para crescimento fetal, o que pode ocasionar o balanço energético negativo (KOZLOSKI, 2011). Assim, a restrição nutricional materna pode resultar em menor disponibilidade de nutrientes ao feto, afetando negativamente o seu desenvolvimento. Esta restrição pode ser resultante de situações estressantes como alterações nas condições edafoclimáticas, instalações e manejo nutricional, assim como a incidência de fetos múltiplos (GUEDES et al., 2015).

Da mesma forma, a supernutrição materna também pode causar efeitos adversos a saúde e ao crescimento da progênie. Swanson et al. (2008) reportaram que borregas alimentadas com 140% das necessidades energéticas a partir de 40 dias de gestação até o parto diminuem o peso ao nascimento do cordeiro na ordem de 9,2%, indicando que a superalimentação durante a gestação também pode promover restrição do crescimento fetal. Embora a restrição de crescimento placentário e fetal serem observados mais comumente em borregas superalimentadas, a duração da gestação e o rendimento de colostro são afetados negativamente em ovelhas adultas superalimentadas (WALLACE et al., 2005).

A relação energia e proteína das rações tem sido amplamente estudada no que se refere à restrição e às exigências (NRC, 1985). Du et al., (2015) reportaram que a fase de maior exigência energética das ovelhas ocorre no terço final da gestação, evidenciada pela diminuição do peso ao nascer dos cordeiros filhos de ovelhas com restrição energética ou proteica nesta fase (ROBINSON, 1982; HOLST et al., 1986; SILVEIRA et al., 1992; SIBBALD & DAVIDSON, 1998), tendo tal restrição prejudicado ainda a condição corporal destas ovelhas.

O escore de condição corporal indica o estado nutricional dos animais por meio de avaliação tátil, estimando a quantidade de tecido muscular e adiposo armazenado pelo corpo do animal em um dado momento do ciclo reprodutivo-produtivo, possuindo grande relação com os indicadores zootécnicos, como a fertilidade e a prolificidade (MOLINA et al., 1992; MACHADO et al., 1999; MACHADO et al., 2008). A avaliação da condição corporal é obtida pela palpação dos processos espinhosos dorsais e transversos da região lombar da coluna vertebral, assim como do esterno e da base da cauda. Levando-se em consideração o contorno dos processos dorsais das vértebras lombares, o contorno dos processos transversos e a quantidade de músculo e gordura entre os processos transversos e dorsais. A partir da avaliação atribui-se valores de um a cinco, em que um corresponde a animais muito magros e cinco a animais obesos (CALDEIRA & VAZ PORTUGAL, 1998). Conforme sugerido por Susin (1996), uma condição corporal de 2,5 ou 3 é ideal para ovelhas na estação de monta, de 3 a 3,5 no final da gestação e início da lactação, e 2,5 para final da lactação.

Devido à complexidade das correlações existentes entre os fatores expostos, iniciou-se uma nova linha de estudo, denominada de programação fetal, na qual se preconiza a avaliação da relação entre matriz e feto, assim como as inter-relações existentes. O conceito de programação fetal foi originalmente desenvolvido a partir de estudos epidemiológicos em humanos, no qual Barker et al. (1993) ao compilarem registros de nascimentos no Reino Unido e Europa continental, relacionando diferentes estresses maternos ao peso da cria e características físicas ao nascimento. Os autores concluíram que a subnutrição materna no terço inicial da gestação, seguida de nutrição adequada nos dois terços finais, resultou em recém-nascidos com peso normal ao nascimento, mas proporcionalmente mais compridos e magros que o padrão, e com maior incidência de problemas de saúde ao longo da vida.

Deste modo, o conceito denominado programação fetal foi definido como a resposta de um mamífero frente a um desafio específico na fase mais crítica da

gestação, o que afetará o desenvolvimento da prole quantitativamente e qualitativamente resultando em efeitos permanentes (DU et al., 2010). Estudos relacionando a programação fetal com o desempenho animal visam a subnutrição como a sobrenutrição da mãe durante a gestação, prováveis responsáveis em afetar o desempenho das crias (KING, 2006; FORD et al., 2007), os quais mostraram que o desenvolvimento fetal é tão importante quanto os aspectos genéticos na maximização do potencial de crescimento dos animais (DU et al., 2010).

Zhu et al. (2004) avaliaram a restrição alimentar em ovelhas gestantes, 50% e 100% das exigências nutricionais propostas para a categoria pelo NRC (1996), e o impacto dessa restrição na prole abatida ao nascimento quanto as características musculares. Os autores observaram uma redução na síntese de proteína muscular esquelética, bem como um retardo no desenvolvimento muscular nos fetos de ovelhas com restrição alimentar, o qual foi visto a partir da estrutura histoquímica dos músculos fetais, nos quais a quantidade de células musculares secundárias e o tamanho das mesmas foram menores para os fetos de mães com restrição alimentar energética. De forma semelhante, Geraseev et al. (2007) ao avaliarem a importância nutricional das mães no desenvolvimento de cordeiros Santa Inês constataram que a restrição pré-natal resultou em maior deposição de gordura interna após o nascimento, devido a menor resposta dos tecidos ósseos e muscular à suplementação alimentar, decorrente de alteração no metabolismo energético dos cordeiros. Posteriormente, Zhu et al. (2008) avaliaram a suplementação dietética em ovelhas no terço final de gestação com 150% das exigências nutricionais e observaram que os cordeiros nascidos das mães suplementadas apresentaram maior peso ao nascimento, comprimento de traseiro e peso do músculo semitendinoso, quando comparado ao grupo controle, que receberam dieta contendo 100% das exigências nutricionais.

Sabe-se que a nutrição materna durante a fase gestacional é crucial para o desenvolvimento fetal, assim como alterações nesta fase podem repercutir positivamente no crescimento pós-natal destas crias e no aumento da qualidade da carne produzida. No entanto, ainda são escassos trabalhos que explorem os efeitos da programação fetal associada com a supernutrição materna, tanto nas características corporais das ovelhas como no desempenho dos cordeiros.

## 2.2. Produção de cordeiros

Considerando que a estrutura, as funções e a composição do corpo se modificam à proporção que o indivíduo cresce, convém definir os conceitos de crescimento e desenvolvimento. Hammond (1966) define o crescimento como o aumento e o número de células, enquanto que o desenvolvimento é a modificação na estrutura e função das células e tecidos. Geralmente o crescimento é definido como a produção de novas células, incluindo a multiplicação das células, denominado hiperplasia, como também o aumento do tamanho das células, a hipertrofia (PÉREZ & SANTOS-CRUZ, 2014). Segundo os autores, é primordial o conhecimento das modificações físicas ou químicas que ocorrem durante o período de crescimento e desenvolvimento relativo dos cordeiros, pois estes influenciam ativamente na composição química e física da carne, em decorrência do tipo de nutrição, ambiente e genética.

O sistema uteroplacentário possui papel fundamental no processo de desenvolvimento fetal, uma vez que a placenta é o principal órgão responsável pela regulação metabólica e suprimento de nutrientes ao crescimento fetal (BELL, 1995). A restrição nutricional durante o estabelecimento do sistema vascular materno-fetal pode afetar a habilidade do feto em adquirir quantidades apropriadas de nutrientes e oxigênio. Sendo assim existe uma forte correlação entre a redução do crescimento do sistema vascular útero-placenta durante a primeira metade da gestação e o crescimento do feto no terço final da gestação (REYNOLDS & REDMER, 1995).

O estágio fetal é um período crucial para o desenvolvimento da musculatura esquelética, pois as fibras musculares primárias são formadas no estágio inicial da miogênese, enquanto as fibras musculares secundárias são formadas no segundo estágio da miogênese, ambos por hiperplasia (STICKLAND, 1978; ZHU et al., 2004; ZUNDT et al., 2006). De acordo com Karunaratne et al. (2005) e Stickland (1978), não há aumento das fibras musculares após o nascimento e o crescimento muscular é principalmente por hipertrofia. Conseqüentemente, deficiências na nutrição materna durante o período embrionário apresentam pouco efeito sobre o desenvolvimento da musculatura esquelética na cria, enquanto que reduções na formação de fibras musculares durante o estágio fetal promovem conseqüências fisiológicas negativas irreversíveis para o animal (DU et al., 2010).

Outro processo que deve ser considerado é a formação das células precursoras de adipócitos durante o estágio de desenvolvimento fetal, promovendo a adipogênese neonatal (DU et al., 2010). Assim, nota-se que o crescimento dos tecidos é um processo

dinâmico e a formação das fibras musculares antecede a formação dos adipócitos, que, juntos, constituem a estrutura básica do tecido muscular esquelético.

O crescimento dos tecidos fetais no terço final de gestação de ovinos e caprinos segue curva exponencial, com aproximadamente 70% do peso corporal do(s) produto(s) gerados alcançado nos 50 dias que antecedem ao parto, resultando em maiores exigências de energia e nutrientes pelo útero gravídico (RATTRAY et al., 1974; BAUMAN; CURRIE, 1980; BELL et al., 1995). A capacidade da ovelha gestante em fornecer condição adequada para o desenvolvimento de seu(s) feto(s) está relacionada com a partição dos nutrientes para atender suas exigências de gestação e lactação (Banos et al., 2007). Segundo Du et al. (2015), a suplementação de nutrientes aumenta o número e/ou tamanho das células musculares e adiposas. Ferrel (1992) reportou redução de 30% no peso ao nascer de cordeiros filhos de ovelhas com restrição alimentar no terço final de gestação; quando bem nutridas nesta fase, Rosa et al. (2007) observaram melhor condição corporal ao parto e cordeiros com maior vigor ao nascimento.

### **2.3. Metabólitos sanguíneos de ovelhas no periparto e na lactação**

A manutenção das reservas energéticas em concentrações adequadas, é de fundamental importância para a regulação do metabolismo do ruminante, seja pela formação de corpos cetônicos oriundos da fermentação dos carboidratos da dieta, ou pela mobilização das reservas energéticas do tecido adiposo e/ou muscular (RADOSTITS et al., 2002).

Variações nas concentrações séricas dos metabólitos sanguíneos podem ser indicativos da doença metabólica denominada toxemia de gestação, decorrente tanto pelo declínio no plano nutricional nos dois últimos meses de gestação, particularmente em ovelhas em gestação de múltiplos, ou pela condição corporal elevada da ovelha nos dois primeiros terços da gestação. É provável que a eficiência metabólica do fígado esteja correlacionada ao distúrbio, considerando que ovelhas predispostas à doença apresentam resposta gliconeogênica ineficaz à demanda contínua e preferencial pela glicose, para adequado crescimento dos fetos gêmeos, resultando na hipoglicemia, acúmulo de corpos cetônicos e cortisol (RADOSTITS et al., 2002).

O efeito econômico da toxemia de gestação é considerável pela sua alta taxa de mortalidade de ovelhas e de cordeiros neonatos (RADOSTITS et al., 2002) e podem ser minimizadas com a avaliação do perfil metabólico das ovelhas e crias nas fases de gestação e lactação, pois a composição bioquímica do plasma sanguíneo reflete a

situação metabólica dos tecidos assim como a adaptação do animal a desequilíbrios metabólicos específicos ou de origem nutricional (PEIXOTO; OSÓRIO, 2007; CARDOSO et al., 2011, GONZÁLEZ; SHEFFER, 2012).

Os metabólitos sanguíneos mais utilizados para avaliar a condição energética são os ácidos graxos não esterificados ou livres (AGNE), o betahidroxibutirato (BHB), a glicose e os triglicerídeos (GONZALEZ, 2000). O periparto é marcado pela rápida mudança no metabolismo animal, nesta fase a deficiência energética associada ao baixo consumo ocasiona redução na concentração plasmática de glicose e aumento de AGNE no plasma sanguíneo, resultado da mobilização de gordura corporal, induzindo a ovelha ao balanço energético negativo, contribuindo para um quadro metabólico que a predispõe a graves problemas nutricionais, além de prejudicar o desempenho produtivo e reprodutivo (RODRIGUES et al., 2007). Nasciutti (2011) ao avaliar o perfil metabólico de ovelhas Santa Inês, no período de 30 dias antecedentes ao parto aos 30 de lactação após o parto, reportou média de 0,36 mmol/L de AGNE aos 28 dias finais de gestação, com aumento da média ao parto, com 0,52 mmol/L e 0,43 mmol/L 28 dias após o parto.

Os corpos cetônicos, produtos do metabolismo dos ácidos graxos, são o betahidroxibutirato, o acetoacetato e a acetona. Em situações onde há deficiência de energia, o acetoacetato, produzido normalmente no metabolismo dos ácidos graxos, não pode ser metabolizado e passa a betahidroxibutirato ou por descarboxilação até acetona (GONZÁLEZ; SHEFFER, 2012). Este composto aparece normalmente em amostras sanguíneas de animais que utilizam a gliconeogênese como fonte energética, podendo o aumento deste parâmetro estar relacionado com a aceleração do crescimento após a primeira semana de vida e/ou balanço energético negativo (GREGORY et al., 2009). Nasciutti (2011) ao avaliar o perfil metabólico de ovelhas Santa Inês reportou média de 0,17 mmol/L de BHB aos 28 dias finais de gestação, ao parto e 28 dias após o parto, valores abaixo do obtido por Kaneko et al., 2008, de 0,55 mmol/L.

Entre os metabólitos usados como fonte para a oxidação respiratória, a glicose é considerada o mais importante, sendo vital para o metabolismo do cérebro e na lactação (GONZÁLEZ; SHEFFER, 2012). De acordo com os autores, o teor de glicose sanguíneo tem poucas variações, devido aos mecanismos homeostáticos do organismo, mas em situações de fornecimento energético inadequado que resultam em balanço energético negativo no animal, ocorre a mobilização de triglicerídeos para fornecer ácidos graxos como fonte de energia e glicerol como precursor de glicose hepática.

#### **2.4. Características quantitativas da carcaça e de seus não componentes**

O mercado consumidor nacional de carne ovina valoriza carcaças de 13 a 17 kg provenientes do abate de cordeiros de 28 a 35 kg de peso corporal, buscando desenvolvimento muscular e terminação (SILVA SOBRINHO et al., 2008). O peso da carcaça é influenciado pela velocidade de crescimento, idade ao abate e manejo nutricional, entre outros, sendo um importante fator na estimativa de seu rendimento. A qualidade da carcaça não depende apenas do peso do animal, mas também da quantidade de músculo, conformação, acabamento de gordura e principalmente idade, ressaltando que critérios de avaliação fundamentados somente no peso não atendem ao requerimento do mercado consumidor.

Outro ponto importante a ser considerado é o desenvolvimento do músculo esquelético no desenvolvimento fetal, particularmente relacionado à partição dos nutrientes, pois o desenvolvimento dos músculos tem menor prioridade quando comparado com órgãos tais como o cérebro, coração e fígado, sendo assim restrições de nutrientes do início ao meio da gestação resultam na redução das fibras musculares esqueléticas do feto (ZHU et al., 2006). Semelhantemente às fibras musculares, os adipócitos intramusculares são originados do mesmo *pool* de células mesenquimais indiferenciadas que após sinalizadas se diferenciam em adipócitos maduros e constituirão o tecido adiposo intramuscular conhecido como marmoreio, o qual é extremamente desejável pelo mercado consumidor por conferir aumento no sabor e suculência da carne (TONG et al., 2008; DU et al., 2010; HUANG et al., 2012a; DU et al., 2013; PAULINO & DUARTE, 2013).

Tong et al. (2009) observaram que a superalimentação de ovelhas durante a gestação, 150% das exigências recomendadas pelo NRC (1985), promoveu um aumento na adipogênese nos cordeiros. Resultados semelhantes aos reportados por Underwood et al. (2010) ao avaliarem a qualidade da carne de novilhos oriundos de matrizes mantidas em pastagens cultivadas durante sessenta dias do terço médio da gestação, verificaram maior presença de gordura subcutânea, intramuscular e menores valores de força de cisalhamento em comparação aos novilhos provenientes de matrizes manejadas sob pastagem nativa.

Os principais métodos utilizados para avaliar a proporção de músculo nas carcaças consistem na mensuração da área de olho de lombo, da relação músculo: osso e do índice de musculosidade da perna, as quais estão atreladas as estimativas dos rendimentos da carcaça e são afetadas por vários fatores, principalmente pela dieta



(CÉZAR, 2004). O rendimento comercial das carcaças é obtido pela relação peso da carcaça fria/peso corporal ao abate (SILVA SOBRINHO, 2008). No entanto, para Macedo et al. (2008) este valor será mais preciso ao desconsiderar o conteúdo do trato gastrointestinal na utilização do peso corporal vazio.

Nos sistemas de produção de ovinos destinados ao abate, a carcaça e a pele são as principais unidades de comercialização devido ao seu maior valor econômico, entretanto os não componentes da carcaça ovina constituem uma porção com alto valor nutricional, sendo desprezada na maioria das vezes (SILVA SOBRINHO et al., 2008). De acordo com Lima Júnior (2011) são denominados de não componentes os órgãos (pulmões + traqueia, coração, fígado, pâncreas, timo, rins, baço, diafragma, testículos + pênis e bexiga + vesícula), o trato gastrointestinal (esôfago, estômago e intestinos delgado e grosso) e outros subprodutos (sangue, pele, cabeça, extremidades e depósitos adiposos: gorduras omental, mesentérica, pélvica e perirrenal). O peso destes não componentes da carcaça acompanha o aumento do peso do cordeiro, mas não nas mesmas proporções, muitas vezes com menores porcentagens em relação ao peso corporal e podem ser influenciados pelo genótipo, idade, sexo e tipo de alimentação (FERNANDES, 1994).

O papel da nutrição materna na programação e composição corporal pós-natal pode envolver alterações permanentes na morfologia dos adipócitos, celularidade e (ou) metabolismo (TAYLOR; POSTON, 2007). Cordeiros provenientes de ovelhas subnutridas apresentam maior deposição de gordura visceral (GARDNER et al., 2005) e perirenal (FORD et al., 2007), acompanhada pela resistência à insulina em comparação com a prole de ovelhas adequadamente nutridas (GARDNER et al., 2005; GNANALINGHAM et al., 2005; FORD et al., 2007), ao passo que, em situações de supernutrição das matrizes, os cordeiros tiveram aumento na densidade de adipócitos intramusculares (YAN et al., 2010).

## **2.5. Características qualitativas da carne de cordeiros**

A carne é uma complexa organização dos tecidos muscular, conjuntivo, adiposo e sanguíneo, resultante de reações físico-químicas pré e pós-abate, e que determinam suas qualidades nutricionais e sensoriais. O sucesso de um produto depende da sua aceitação pelo consumidor em função das características desejadas e valorizadas pelo mesmo, no ato da compra. No entanto, o termo qualidade da carne pressupõe um conceito amplo, complexo e ambíguo, pois envolve diversos aspectos inter-relacionados

que englobam todas as etapas da cadeia produtiva, variando com as regiões geográficas, questões culturais, classes socioeconômicas, visões técnico científicas, industriais e comerciais (LEÃO et al., 2012), sendo a qualidade da carne normalmente avaliada por parâmetros estruturais, físico-químicos e sensoriais.

Após a morte do animal, com a interrupção do suprimento sanguíneo e fornecimento de oxigênio ao tecido muscular, modificações bioquímicas e estruturais, conhecidas como modificações *post mortem*, ocorrem simultaneamente, transformando o músculo em carne (RAMOS; GOMIDE, 2007). Essas alterações físico-químicas constituem a base das avaliações objetivas e subjetivas para determinação das características físicas e sensoriais da carne. Dentre as propriedades físico-químicas da carne, as mais importantes são o pH, cor, maciez e capacidade de retenção de água, haja vista que por meio destas, pode-se prever sua qualidade para comercialização, aparência e adaptabilidade aos processamentos industriais (DABÉS, 2001; PELICANO; PRATA, 2007). Entretanto, estas características indicadoras da qualidade da carne podem ser influenciadas por fatores intrínsecos como tipo de músculo, raça, idade, sexo e indivíduo, e extrínsecos, como alimentação, estresse prévio ao abate, condições pós-abate, tempo de jejum, estimulação elétrica e refrigeração (KOOHMARAIE et al., 1996).

O número de fibra muscular e tamanho, não só afetam o crescimento pré-natal e pós-natal como também tem um impacto sobre a qualidade do produto final, já que a porcentagem de fibras musculares afeta a cor da carne e a velocidade de amaciamento que ocorre *post mortem* (GOMIDE et al., 2013), influenciando a aceitabilidade de produtos de origem animal pelo consumidor (GUEDES et al., 2015). Outro processo que deve ser considerado é a formação das células precursoras de adipócitos durante o estágio de desenvolvimento fetal, promovendo a adipogênese neonatal (DU et al., 2010). O aumento no número destas células promoveria maior deposição de gordura intramuscular, aumentando o marmoreio das carnes, proporcionando aumento na maciez, suculência e sabor da carne destes animais.

### **2.5.1. Potencial hidrogeniônico (pH)**

O pH é o principal indicador da qualidade final da carne. Normalmente, na primeira hora *post mortem*, com a temperatura da carcaça entre 37 e 40 °C, o pH declina de 7,2 a aproximadamente 6,2. O pH final, na faixa de 5,5 a 5,8 é atingido 12 a 24 horas após abate, período em que se estabelece o *rigor mortis* (MURRAY, 1995; SILVA

SOBRINHO, 2005). Neste processo, o glicogênio muscular presente na carne favorece a formação de ácido láctico, diminuindo o pH e tornando a carne com odor e sabor ligeiramente ácido (CAÑEQUE et al., 1989). Tanto o pH final quanto a velocidade de sua queda, afetam as características da cor, suculência, sabor, capacidade de retenção de água, bem como a capacidade de conservação da carne (CEZAR; SOUSA, 2006), uma vez que as bactérias causadoras da decomposição e putrefação, não encontrarão condições adequadas para sua multiplicação.

### **2.5.2. Cor da carne**

O primeiro, e talvez principal, atributo envolvido na aceitação da carne in natura é a cor da carne, devido ao seu impacto sobre o consumidor, sendo capaz de influenciar o ato de compra do produto ou ocasionar sua rejeição (GOMIDE et al., 2013). De acordo com os autores, o consumidor tem preferência por carnes com cor atrativa, próxima do vermelho brilhante, que remetem a carnes com maior qualidade.

A coloração depende da concentração e da forma química da mioglobina muscular, que na carne fresca encontra-se reduzida ( $Fe^{++}$ ), de cor vermelha púrpura. Esta ao ser exposta por trinta minutos à presença de oxigênio, transforma-se em oximioglobina, mudando sua cor para vermelho brilhante, e após uma prolongada exposição do corte, ocorre oxidação excessiva, convertendo a mioglobina em metamioglobina, com coloração marrom indesejável (SAINZ, 1996). Esta característica pode ser medida por métodos objetivos, utilizando-se colorímetro, entretanto, por ser considerado padrão internacional e por permitir a comparação entre diferentes espécies animais, o sistema CIELAB, desenvolvido em 1976 pela CIE (Comissão Internacional de Iluminação), que utiliza escalas de cores pelas coordenadas  $L^*$  (luminosidade),  $a^*$  (teor de vermelho) e  $b^*$  (teor de amarelo) tem sido o mais utilizado atualmente (RAMOS; GOMIDE, 2007; OSÓRIO et al. 2008). De acordo com Sañudo et al. (2000), a carne de cordeiro geralmente apresenta valores de 30,03 a 49,47 para  $L^*$ , 8,24 a 23,53 para  $a^*$  e 3,3 a 11,10 para  $b^*$ , podendo variar em função da idade, sexo e raça do animal, manejo pré-abate, nutrição e forma de congelamento da carne (SAÑUDO, 1992).

### **2.5.3. Perdas de água da carne**

A mensuração da retenção de água na carne é um parâmetro físico-químico importante para a qualidade da carne e de seus produtos derivados, pois influencia a

aparência da mesma antes do cozimento, seu comportamento durante a cocção e sua suculência durante a mastigação (PARDI et al., 2001; LAWRIE, 2005), sendo obtida, principalmente, por meio da avaliação da capacidade de retenção de água (CRA) e pelas perdas de peso por cocção (PPC). A CRA é definida como a capacidade da carne em reter água após a aplicação de forças externas (aquecimento, corte, moagem, pressão) e que, no momento da mastigação, traduz sensação de suculência ao consumidor (DABÉS, 2001; SILVA SOBRINHO, 2008). A menor capacidade de retenção de água da carne implicará em maiores perdas do valor nutritivo pelo exsudato liberado, resultando carnes mais secas e com menor maciez. Vale ressaltar que para a indústria, essa menor capacidade resulta em perdas econômicas provenientes de gotejamento excessivo durante o armazenamento, transporte e comercialização (RAMOS; GOMIDE, 2007). Carnes com alta CRA apresentam menores perdas de nutrientes hidrossolúveis por lixiviação, tais como vitaminas e sais minerais (GOMIDE et al., 2013).

Já a PPC é caracterizada pelas perdas que ocorrem durante o processo de preparo da carne para o consumo, sendo fortemente influenciada pela CRA nas estruturas da carne, o que pode afetar as características de qualidade, cor, força de cisalhamento e suculência da carne (BONAGURIO, 2003).

#### **2.5.4. Força de cisalhamento**

Dentre as características qualitativas da carne, a maciez é considerada a mais importante após a compra (KOOHMARAIE et al., 1996; VEISETH & KOOHMARAIE, 2001), estando relacionada com a capacidade de retenção de água, pH, acabamento e características do tecido conjuntivo e das fibras musculares. A maciez da carne pode ser medida por meio subjetivo, utilizando painel sensorial, ou por meio objetivo, em que se utiliza um texturômetro que mede a força necessária para o cisalhamento de uma seção transversal de carne, expressa em kgf, kgf/cm<sup>2</sup>, kgf/g ou N, sendo que quanto maior for a força mais dura será a carne (ALVES et al., 2005). A força de cisalhamento deve ser inferior a 5 kgf/cm<sup>2</sup> para a carne de cordeiro ser considerada macia (TATUM et al., 1999), sendo que a aceitação pelo mercado consumidor passa a diminuir quando o valor para força de cisalhamento encontra-se acima de 11kgf/cm<sup>2</sup> (BICKERSTAFFE et al., 1997).

### **2.5.5. Composição centesimal**

A composição química muscular reflete a variação na composição da carcaça que pode ser influenciada por fatores genéticos (espécie e raça), sexo, idade, condições de manejo e criação do animal, além do tipo e função do músculo analisado (GOMIDE et al., 2013). De acordo com os autores, a água é o principal constituinte químico do corpo, seu teor aumenta constantemente com o crescimento do animal, enquanto os teores de proteína e minerais aumentam em menor intensidade, ocasionando um paralelo entre o comportamento do crescimento dos componentes químicos da carne (água, proteína, lipídio, minerais e carboidratos) e os tecidos da carcaça (músculo, ossos e gordura).

A carne tem grande importância nutricional na alimentação dos seres humanos, sendo fonte de aminoácidos, minerais, água, gordura e vitaminas. De acordo com Prata (1999), a composição centesimal da carne ovina é de 75% de umidade, 19% de proteína, 4% de gordura e 1,1% de matéria mineral, sendo muito influenciada pela alimentação (OLIVÁN et al., 2000; OSÓRIO et al., 2002).

Zeola et al. (2004) observaram que a alimentação pode influenciar nas características da carne ovina, já que o consumo de dietas com elevadas proporções de concentrado resulta em carnes com maiores teores de gordura, conseqüentemente maior suculência e maciez.

### **2.6. Características morfológicas dos componentes gastrintestinais**

Os órgãos mais vitais para o animal, como o cérebro, olhos, pulmão, rins, coração, esôfago, abomaso e intestino delgado, estão proporcionalmente melhor desenvolvidos ao nascimento e, por consequência, crescem proporcionalmente menos na vida pós-natal (PÁLSSON, 1959). Segundo Pires et al (2000) a alimentação é um fator importante no crescimento dos órgãos em geral, não só em termos quantitativos, mas principalmente qualitativos, pois este crescimento pode apresentar coeficientes alométricos maiores, menores ou isométricos em relação ao corpo total. Cavalcanti et al. (2014) reportaram que, em situações de déficit nutricional, o desenvolvimento da morfologia dos componentes gastrintestinais é afetado, com maior efeito em animais jovens em relação aos de maior maturidade fisiológica.

De acordo com Cunningham (2008) o epitélio do rúmen é disposto em papilas (projeções digitiformes) cuja área de superfície de absorção, tamanho e forma são dinâmicos. O estudo do epitélio pode ser utilizado para avaliar a eficiência do

aproveitamento das dietas fornecidas aos animais, sendo o hábito alimentar dos ruminantes o responsável em definir o número, distribuição e tamanho dessas estruturas resultando no aumento da área de absorção do rúmen (SANDERS et al., 2011).

O epitélio intestinal dos mamíferos apresenta dobras macroscópicas denominadas vilosidades que proporcionam um aumento na superfície do órgão, constituídas por uma monocamada de células responsáveis pela defesa, digestão, absorção e secreção de hormônios e enzimas (BURGUESS, 1998). Alterações nestas estruturas influenciam a absorção e o uso dos nutrientes pelos animais, bem como o desenvolvimento pós-natal da progênie (DUARTE et al., 2013).

Como as ovelhas no terço final da gestação serão expostas a níveis energéticos acima de suas exigências nutricionais, espera-se que ocorram alterações na prole, como maior desenvolvimento dos tecidos, decorrente da ação de hiperplasia nas células, com prováveis mudanças das características morfológicas do epitélio absorptivo desses animais.

### **3. OBJETIVOS**

#### **3.1. Objetivo geral**

Avaliar a influência de duas dietas, sendo uma para atender as exigências nutricionais de ovelhas no terço final de gestação preconizadas pelo NRC e outra, acrescida em 20% das exigências de energia para a categoria, no metabolismo de ovelhas e a repercussão destas dietas nos seus cordeiros.

#### **3.2. Objetivo específico**

Mensurar os níveis séricos de metabólitos sanguíneos (betahidroxibutirato, ácido graxos não-esterificados, glicose e triglicerídeos), o escore de condição corporal e o peso das ovelhas, após o parto e aos 15, 30, 45 e 60 dias de lactação;

Avaliar o desempenho (ingestão de matéria seca, ganho de peso corporal e conversão alimentar), as características quantitativas da carcaça (rendimentos de carcaça quente, fria e biológico e perda de peso por resfriamento) e de seus não-componentes (medidas de comprimento, espessura e peso), as características qualitativas da carne (pH, temperatura, cor, capacidade de retenção de água, perda de água por descongelamento, perda de peso na cocção, força de cisalhamento, composição centesimal e índice de musculosidade da perna) e a morfometria dos componentes

gastrintestinais (espessura da camada muscular, comprimento de papilas e vilosidades) de cordeiros confinados.

#### 4. REFERÊNCIAS

ALVES, D. D. et al. Maciez da carne bovina. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v. 6, n. 3, p. 135-149, 2005.

BANOS, G.; BROTHERSTONE, S.; COFFEY, M.P. Prenatal maternal effects on body condition score, female fertility, and milk yield of dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.90, n.7, p.3490-3499, 2007.

BARKER, D. J. P.; MARTYN, C. N.; OSMOND, C.; HALES, C. N.; FALL, C.H.D. Growth in utero and serum cholesterol concentration in adult life. **British Medical Journal**, London, v. 307, p.1524-1527, 1993.

BAUMAN, D. E.; CURRIE, W. B. Partitioning of Nutrients During Pregnancy and Lactation: A Review of mechanisms involving homeostasis and homeorhesis. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.63, p.1514-1529, 1980.

BELL, A. Regulation of organic nutrient metabolism during transition from late pregnancy to early lactation. **Journal of animal science**. v.73, n.9, p.2804-2819. 1995.

BICKERSTAFFE, R.; Le COUTEUR, C.E.; MORTON, J.D. Consistency of tenderness in New Zealand retail meat. In: INTERNATIONAL CONGRESS OF MEAT SCIENCE AND TECHNOLOGY, 43., 1997, Auckland. **Anais...** Auckland, Nova Zelândia, 1997. p.196-197.

BONAGURIO, S.; PÉREZ, J.R.O.; FURUSHO-GARCIA, I.F.; BRESSAN, M.C.; LEMOS, A.L.S.C. Qualidade da carne de cordeiros Santa Inês puros e mestiços com Texel abatidos com diferentes pesos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 32, n. 6, p. 1981-1991, 2003.

BURGESS, A.W. Growth control mechanisms in normal and transformed intestinal cels. **Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological Sciences**, London, v.353, p.903-909, 1998.

CALDEIRA, R.M.; VAZ PORTUGAL, A. Condição corporal: conceitos, métodos de avaliação e interesse da sua utilização como indicador na exploração de ovinos. **Revista Portuguesa de Ciências Veterinárias**. v.93, n.526, p.95-102, 1998.

CAÑEQUE, V.; HUIDOBRO, F.R.; DOLZ, J.F.; HERNÁNDEZ, J.A. **Produccion de carne de cordero**. Colección Técnica Ministério de Agricultura, Pesca y Alimentacion. 515 p., 1989.

CARDOSO, E.C.; OLIVEIRA, D.R.; BALARO, M.F.A.; RODRIGUEZ, L.F.S.; BRANDAO, F.Z. Índices produtivos e perfil metabólico de ovelhas Santa Inês no pós-parto no nordeste do Pará. **Revista Brasileira de Ciência Veterinária**, Niterói, v. 18, n. 2/3, p. 114-120, maio/dez. 2011

CASTRO, F. A. B. de; RIBEIRO, E. L. de A.; KORITIAKI, N. A.; MIZUBUTI, I. Y.; SILVA, L. das D. F. da; PEREIRA, E. S.; PINTO, A. P.; CONSTANTINO, C.; FERNANDES JÚNIOR, F. Desempenho de cordeiros Santa Inês do nascimento ao desmame filhos de ovelhas alimentadas com diferentes níveis de energia. **Semina Ciências. Agrárias**, Londrina, v. 33, supl. 2, p. 3379-3388, 2012.

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**, Rio de Janeiro, v.34, n.4, p.374-380, abr. 2014.

CÉZAR, M. F. **Características de carcaça e adaptabilidade fisiológica de ovinos durante a fase de cria**. 99f. (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal da Paraíba, 2004.

CEZAR, M.F.; SOUSA, W.H. Avaliação e utilização da condição corporal como ferramenta de melhoria da reprodução e produção de ovinos e caprinos de corte. In: REUNIÃO ANUAL DA SBZ, 43, 2006, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa, 2006. p. 541-565.

CUNNINGHAM, J. G. **Tratado de fisiologia veterinária**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2008. p. 384-385.

DABÉS, A. C. Propriedades da carne fresca. **Revista Nacional da Carne**, São Paulo, v. 25, n. 288, p. 32-40, 2001.

DANIEL, Z.C.T.R.; BRAMELD, J.M.; CRAIGON, J.; SCHOLLAN, N.D.; BUTTERY, P.J. Effect of maternal dietary restriction during pregnancy on lamb carcass characteristics and muscle fiber composition. **Journal Animal Science**, v.85, p.1565-1576, 2007. DOI: 10.2527/jas.2006-743

DU, M.; TONG, J.; ZHAO, J.; UNDERWOOD, K.R.; ZHU, M.; FORD, S.P.; NATHANIELSZ, P.W. Fetal programming of skeletal muscle development in ruminant animals. **Journal Animal Science**, Champaign, v.88, Suppl. E, p. E51–E60, 2010.

DU, M.; WANG, B.; FU, X.; YANG, Q.; ZHU, M. J. Fetal programming in meat production. **Meat Science**, v.109, p.40-47, 2015.

DUARTE, M. S.; PAULINO, P. V.; FONSECA, M. A., DINIZ, L.L; SERÃO, N.V.; GOMIDE, L.A.; REIS, S.F.; COX, R.B. Influence of dental carcass maturity on carcass traits and meat quality of Nelore bulls. **Meat Science**, v.88, n.3, p.441-446, 2011.

DUARTE, M.S.; GIONBELLI, M.P.; PAULINO, P.V.R.; SERÃO, N.V.L.; MARTINS, T.S.; TÓTARO, P.I.S.; NEVES, C.A.; VADALHADARES FILHO, S.C.; DODSON, M.V.; ZHU, M.; DU, M. Effects of maternal nutrition on development of gastrointestinal tract of bovine fetus at diferente stages of gestation. **Livestock Science**, v.153, p.60–65, 2013.

FERNANDES, S. **Peso vivo ao abate de cordeiros da raça Corriedale e mestiços Ile de France x Corriedale, criados em confinamento**. 82 f. 1994. Dissertação (Mestrado em



Zootecnia) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 1994.

FERREIRA, F.A.; RIBAS, L.O.; BRITO, E.F.; RIBAS, M.O. Programação fetal em bovinos de corte. **Nutritime**. V.12; n.5, 2015.

FERREL, C.L. Nutrient requirements, other factors affect fetal growth. **Feedstuffs**, Minnetonka, v.17, p.18-41, 1992.

FORD, S.P.; HESS, B.W.; SCHWOPE, M.M.; NIJLAND, M.J.; GILBERT, J.S.; VONNAHME, K.A.; MEANS, W.J.; HAN, H.; NATHANIELSZ, P.W. Maternal undernutrition during early to mid-gestation in the ewe results in altered growth, adiposity, and glucose tolerance in male offspring. **Journal of Animal Science**, v.85, n.5, p.1285-1294, 2007.

GARDNER, D.S.; TINGEY, K.; VAN BON, B.W.M., OZANNE, S.E.; WILSON, V.; DANDREA, J.; KEISLER, D.H.; STEPHENSON, T.; SYMONDS, M.E. Programming of glucose insulin metabolism in adult sheep after maternal nutrition. **Regulatory, Integrative and Comparative Physiology**. v.289, p.947-954, 2005.

GERASEEV, L. C.; PEREZ, J. R. O.; CARVALHO, P.A.; OLIVEIRA, R. P.; QUINTÃO, F. A.; LIMA, A. L. 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.; QUINTÃO, F.A.; PEDREIRA, B.C.; CARVALHO P.A. Efeito da restrição pré e pós-natal sobre o crescimento dos depósitos de gordura de cordeiros Santa Inês. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**. 2007, vol.59, n.3, p. 782-788.

GNANALINGHAM, M. G.; MOSTYN, A.; SYMONDS, M. E.; STEPHENSON, T. Ontogeny and nutritional programming of adiposity in sheep: potential role of glucocorticoid action and uncoupling protein-2. **Regulatory, Integrative and Comparative Physiology**. v.289, p.1407-1415, 2005.

GOMIDE, L.A.M.; RAMOS, E.M.; FONTES, P.R. **Ciência e Qualidade da Carne: Fundamentos**. Viçosa, MG: UFV, 2013. 197p.

GONZÁLEZ, F.H.D. Uso do perfil metabólico para determinar o status nutricional em gado de corte. In: GONZÁLEZ, F.H.D.; OSPINA, H.; BARCELOS, J.O.; RIBEIRO, L.A.O. (Eds.) **Perfil metabólico em ruminantes: Seu uso em nutrição e doenças nutricionais**. Porto Alegre: Gráfica UFRGS, 2000.

GONZÁLEZ, F.H.D.; SCHEFFER, J.F.S. Perfil sanguíneo: ferramenta de análise clínica, metabólica e nutricional. In: 29º Congresso Nacional de Medicina Veterinária. **Anais...** p.5-17, 2012.

GREGORY, L.; BARDESE, C.B.; BIRGEL JR., E.H; MEIRA JR., E.B.S.; PIVA,

F.M.; HASEGAWA, M.Y. Lipidograma E Glicemia De Caprinos Da Raça Saanen, Durante Os Primeiros Dias De Vida. **Ars Veterinaria**. Jaboticabal, SP, v.25, n.3, 109-115, 2009.

GUEDES, L.F.; SANTOS, D.; ALVES, L.R.N.; ANDRADE, P.A.D.A.; BORGES, I. Influência da nutrição materna sobre o desempenho de cordeiros. **Nutritime**. v.12, n.4, p.4115-4121, 2015.

HAMMOND, J. **Principios de la explotación animal. Reproducción, crecimiento y herencia**. Zaragoza: Acribia. p.142-157, 1966.

HOLST, P.J.; KILLEEN, I.D.; CULLIS, B.R. Nutrition of the pregnant ewe and its effects on gestation length, lamb birth weight and lamb survival. **Australian Journal Agricultural Research**, v.37, n.6, p.647-655, 1986.

HUANG, Y.; KAS, A. K.; YANG, Q. Y.; ZHU, M. J.; DU, M. Zfp423 promotes adipogenic differentiation of bovine stromal vascular cells. **Plos One**, v. 7, n. 10, p. 1-10, 2012a.

KANEKO, J.J. et al. **Clinical biochemistry of domestic animals**. 6.ed. New York: Academic, 2008. 896p.

KARUNARATNE, J. F.; ASHTON, C. J.; STICKLAND, N. C. Fetal programming of fat and collagen in porcine skeletal muscle. **Journal of Anatomy**, v. 207, p. 763-768, 2005.

KING, J.C. Maternal obesity, metabolism, and pregnancy outcomes. **Annual Review of Nutrition**, v.26, n.1, p.271-291, 2006.

KOOHMARAIE, M. et al. Meat toughening does not occur when rigor shortening is prevented. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 74, n. 12, p. 2935-2942, 1996.

KOZLOSKI, G. **Bioquímica de ruminantes**. 3ª Ed. Santa Maria: Ed. UFSM, 280p., 2011.

LAWRIE, R. A. **Ciência da carne**. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2005. 384 p.

LEÃO, A.G.; SILVA SOBRINHO, A.G.; MORENO, G.M.B.; SOUZA, H.B.A.; GIAMPIETRO, A.; ROSSI, R.C.; PEREZ, H.L. Características físico-químicas e sensoriais da carne de cordeiros terminados com dietas contendo cana-de-açúcar ou silagem de milho e dois níveis de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.41, n.5, p.1253-1262, 2012.

LIMA JÚNIOR, D. M. **Substituição do feno de Tifton 85 pelo feno de Maniçoba (Manihot pseudoglaziovii) sobre os componentes do peso vivo de ovinos Morada Nova e caprinos Moxotó**. 2011. 63 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2011.

MACHADO, J.B.B., FERNANDES, A.A.O., VILLAROEL, A.B.S., COSTA, A.L., LIMA, R.N.; LOPES, E.A. Parâmetros reprodutivos de ovinos deslanados Morada

Nova e Santa Inês mantidos em pastagem cultivada, no estado do Ceará. **Revista Científica de Produção Animal**,1(2):205-210, 1999.

MACHADO, R., CORREA, R.F., BERGAMASCHI, M.A.C.M.; BARBOSA, R.T. **Escore de condição corporal e sua aplicação no manejo reprodutivo de ruminantes** (Circular Técnica, 57). Embrapa Pecuária Sudeste, São Carlos. 2008.

MOLINA M. P., MOLLE G., LIGIOS S., RUDA G. & CASU S. Evolution de la note d'état corporel des brebis de race Sarde dans différents systèmes d'élevage et relation avec la production laitière. **Options Méditerranéennes**. 13:91-96, 1992.

MURRAY, A. C. The evaluation of muscle quality. In: JONES, S. D. M. **Quality and grading of carcasses of meat animals**. New York: CRC Press, 1995. p.83-107.

NASCIUTTI, N.R. **Perfil metabólico em ovelhas santa inês com baixo escore de condição corporal no periparto**.41f. 2011. Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinárias) – Universidade Federal de Uberlândia, Minas Gerais, 2011.

NEVILLE, T.L.; CATON, J.S.; HAMMER, C.J.; REED, J.J.; LUTHER, J.S.; TAYLOR, J.B.; REDMER, D.A.; REYNOLDS, L.P.; VONNAHME, K.A. Ovine offspring growth and diet digestibility are influenced by maternal Se supplementation and nutritional intake level during pregnancy despite a common postnatal diet. **Journal Animal Science**, Champaign, v.88, n.11, p.3645-56, 2010. DOI: 10.2527/jas.2009-2666

NRC - NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of sheep**. 6<sup>th</sup> ed. Washington, DC: National Academy Press, 1985. 99p.

NRC. **NATIONAL RESEARCH COUNCIL**. Nutrients requirements of sheep. Washington, DC: National Academies Press, 2006. 362p.

OLIVÁN, M.; MOCHA M.; MARTÍNEZ M.J.; GARCÍA P; NOVAL G.; OSORO Ket. Análisis químico de la carne. In: CAÑEQUE, V.; SAÑUDO, C. **Metodología para el estudio de la calidad de la canal y de la carne en rumiantes**. Madrid: Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria, 2000. p. 181-203.

OSÓRIO, J.C.C.; OSÓRIO, M.T.M.; OLIVEIRA, N.R.M.; SIEWERDT, L. **Qualidade, morfologia e avaliação de carcaças**. Pelotas: UFPEL, 2002. 194 p.

OSÓRIO, J.C.S.; OSÓRIO, M.T.M.; SILVA SOBRINHO, A. Morfologia e avaliação de carcaças ovinas. In: SILVA SOBRINHO, A.; SAÑUDO, C.; OSÓRIO, J. C. S.; CAMPO, OSÓRIO, M. T. M. **Produção de Carne Ovina**. Jaboticabal: Editora Funep, 2008. 228 p.

PÁLSSON, H. Conformación y composición del cuerpo. In: **Avances en fisiología zootécnica**. Zaragoza: Acribia, 1959. p.510-641.

PARDI, M. C. et al. **Ciência, higiene e tecnologia da carne**. 2 ed. Goiânia: Centro Editorial e Gráfico Universidade de Goiás, 2001. 623 p.

PAULINO, P.V.R.; DUARTE, M.S. Programação fetal e seus impactos na produção e qualidade de carne bovina. IN: A tecnologia a serviço da bovinocultura de corte. VIII SIMPEC. **Anais...** Lavras-MG: Suprema, p.1-13, 2013.

PEIXOTO, L.A.O.; OSÓRIO, M. T. M. Perfil metabólico proteico e energético na avaliação do desempenho reprodutivo em ruminantes. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 13, n. 3, p. 299-304, 2007.

PELICANO, E. R. L.; PRATA, L. F. **Propriedades da carne e medidas Instrumentais de qualidade**. Jaboticabal: [s.n.], 2007. 36 p.

PERÉZ, J.R.O.; SANTOS-CRUZ, C.L. Crescimento e desenvolvimento de cordeiros. In: **Produção de ovinos no Brasil**. São Paulo: Editora Roca, p.195-209, 2014.

PIRES, A. V. Aspectos nutricionais relacionados à reprodução, p. 537-559. In: **Nutrição de ruminantes**. Editora FUNEP, Jaboticabal. 2011.

PIRES, C.C.; SILVA, L.F.; FARINATTI, L.H.E.; PEIXOTO, A.O.; FÜLBER, M.E.; CUNHA, M.A. Crescimento de cordeiros abatidos com diferentes pesos.2. Constituintes corporais. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.30, n.5, p. 869-873, 2000.

PRATA, L.F. **Higiene e inspeção de carnes, pescado e derivados**. Jaboticabal: FUNEP, 1999. 217 p.

RADOSTITS, O.M.; GAY, C.C.; BLOOD, D.C.; HINCHCLIFF, K.W. **Veterinary Medicine**. 9<sup>th</sup> edition. Rio de Janeiro: Editora Guanabara Koogan S.A., 2002. 1877 p.

RAMOS, E. M.; GOMIDE, L. A. M. **Avaliação da qualidade de carnes: fundamentos e metodologias**. 5. ed. Viçosa: UFV, 2007. 599 p.

RATTRAY, P. V.; GARRETT, W. N.; EAST, N. E.; HINMAN, N. Efficiency of utilization of metabolizable energy during pregnancy and the energy requirements for pregnancy in sheep. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 38, n. 2, p. 383-93, 1974.

REYNOLDS, L.P.; REDMER, D.A. Utero-placental vascular development and placental function. **Journal of Animal Science**, v.76, n.6, p.1839-1851, 1995.

ROBINSON, J. J. Pregnancy. In: COOP, I.E. (Ed.). **Sheep and goat production**. Amsterdam: Elsevier, 1982. p.103-118.

ROBINSON J. J., ROOKE J.A; MCEVOY T.G. Nutrition for conception and pregnancy, p. 189-211. In: **Sheep nutrition**. Vol. 1. ed. CSIRO, Canberra. 2002.

RESENDE, K. T.; TEXEIRA, I. A. M. A.; FERNANDES, M. H. Metabolismo de energia. In: BERCHIELLI, T. T.; PIRES, A. V.; OLIVEIRA, S. G.; **Nutrição de Ruminantes**, p.287-310, 2006.

RODRIGUES, C.A.F.; RODRIGUES, M.T.; BRANCO, R.H.; CARVALHO, G.R.; TORRES, R.A.; TORRES-FILHO, R.A. Avaliação do consumo e de metabólitos

plasmáticos de cabras gestantes com duas condições corporais alimentadas com dietas formuladas com diferentes níveis de energia. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v.36, n.4, p.945-952, 2007

ROSA, G. T.; SIQUEIRA, E. R.; GALLO, S. B.; MORAES, S. S. S.; Influencia da suplementação no pré-parto e da idade de desmama sobre o desempenho de cordeiros terminados em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa v.36, n. 4, p. 953-959, 2007.

SAINZ, R. D. Qualidade das carcaças e da carne bovina. In: CONGRESSO BRASILEIRO DAS RAÇAS ZEBUÍNAS, 2., 1996, Uberaba. Anais... Uberaba: ABCZ, 1996.

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. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 32, n. 3, p. 1169-1178, jul/set. 2011

SAÑUDO, C. **La calidad organoléptica de la carne com especial referencia a la especie ovina. Factores que la determinam, metodos de medida y causas de variacion.** Zaragoza: Facultad de Veterinaria – Departamento Producción Animal y Ciencia de los Alimentos, 1992. 117p

SAÑUDO, C.; ALFONSO, M.; SÁNCHEZ, A.; DELFA, R.; TEIXEIRA, A. Carcass and meat quality in light lambs from different fat classes in the EU carcass classification system. **Meat Science**, v.56 p.89-94, 2000a.

SIBBALD, A.M.; DAVIDSON, G.C. The effect of nutrition during early life on voluntary food intake by lambs between weaning and 2 years age. **Animal Science**, v.66, p.697-703, 1998.

SILVA SOBRINHO, A. G. Produção de carne ovina com qualidade. In: SIMPÓSIO DE QUALIDADE DA CARNE, 2, 2005, Jaboticabal. **Anais...** Jaboticabal: Funep, 2005. 25 p.

SILVA SOBRINHO, A.G.; SAÑUDO, C.; OSÓRIO, J.C.S.; ARRIBAS, M.M.C.; OSÓRIO, M.T.M. **Produção de carne ovina.** 1ª Ed. Jaboticabal: FUNEP – Fundação de Apoio a Pesquisa, Ensino e Extensão. 2008. 228p.

SILVEIRA, V.C.P.; LÓPEZ, J.; RODRIGUES, F.E. Influência da nutrição materna e do sexo na reserva energética do cordeiro ao nascer. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.21, n.2, p.242-249, 1992.

STICKLAND, N.C. A quantitative study of muscle development in the bovine foetus (*Bos indicus*). **Anatomia, Histologia, Embriologia**, v.7, n.3, p.193-205, 1978.

SUSIN, I. Exigências nutricionais de ovinos e estratégias de alimentação, p. 119-141. In: **Nutrição de ovinos.** Editora FUNEP, Jaboticabal, 1996.

SWANSON, T. J.; HAMMER, C.J.; LUTHER, J. S. et al. Effects of gestational plane of nutrition and selenium supplementation on mammary development and colostrum quality in pregnant ewe lambs. **Journal Animal Science**, v.86, p.2415-2423, 2008.

TATUM, J.D., BELK; K.E., GEORGE; M.H., SMITH, D.G.C. Identification of quality management practices to reduce the incidence of retail beef tenderness problems: development and evaluation of a prototype quality system to produce tender beef. **Journal Animal Science**. 1999. v.77. p.2112-2118.

TAYLOR, P.D.; POSTON, L.. Developmental programming of obesity in mammals. **Experimental Physiology**, v.92, p.287-298, 2007.

TONG, J.F.; YAN, X.; ZHU, M.J.; FORD, S.P.; NATHANIELSZ, P.W.; DU, M. Maternal obesity downregulates myogenesis and beta-catenin signaling in fetal skeletal muscle. **Am J Physiol Endocrinol Metab**. v.296, n.4, p.17-24. 2009.

TONG, J.; ZHU, M.J.; UNDERWOOD, K.R.; HESS, B.W.; FORD, S.P.; DU, M. AMP-activated protein kinase and adipogenesis in sheep fetal skeletal muscle and 3T3-L1 cells. **Journal of Animal Science**, v.86, n.6, p.1296-1305, 2008.

UNDERWOOD, K.R., TONG, J.F.; PRICE, P.L.; ROBERTS, A.J.; GRINGS, E.E.; HESS, B.W.; MEANS, W.J.; DU, M. Nutrition during mid to late gestation affects growth, adipose tissue deposition and tenderness in cross-bred beef steers. **Meat Science**. v.86, p.588-593, 2010.

VEISETH, E.; KOOHMARAIE, M. Effect of extraction buffer on estimating calpain and calpastatin activity in *post mortem* ovine muscle. **Meat Science**, Kidlington, v.57, n. 3, p. 325-329, 2001.

WALLACE, J.M.; MILNE, J.S.; AITKEN, R.P. The effect of overnourishing singleton-bearing adult ewes on nutrient partitioning to the gravid uterus. **British Journal of Nutrition**, v.94, p.533-539, 2005.

YAN, X.; ZHU, M. J.; XU, W.; TONG, J. F.; FORD, S. P.; NATHANIELSZ, P. W.; DU, M. Up-regulation of toll-like receptor 4/nuclear factor-kappaB signaling is associated with enhanced adipogenesis and insulin resistance in fetal muscle of obese sheep at late gestation. **Endocrinology**, v. 151, n. 1, p. 380-387, 2010.

ZEOLA, N.M.B.L.; SILVA SOBRINHO, A.G.; GONZAGA NETO, S.; MARQUES, C.A.T. Composição centesimal da carne de cordeiros submetidos a dietas com diferentes teores de concentrado. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 34, n. 1, p. 253-257, 2004.

ZHU, M. J.; FORD, S. P.; MEANS, W. J.; HESS, B. W.; NATHANIELSZ, P. W.; DU, M. Maternal nutrient restriction affects properties of skeletal muscle in offspring. **The Journal of Physiology**, Cambridge, v. 575, p. 241-250, 2006.

ZHU, M. J.; HAN, B; TONG, J.; MA, C.; KIMZEY, J. M.; UNDERWOOD, K. R.; XIAO, Y. HESS, B. W.; FORD, S. P.; NATHANIELSZ, P. W.; DU, M. AMP-activated

protein kinase signalling pathways are down regulated and skeletal muscle development impaired in fetuses of obese, over-nourished sheep. **Journal of Physiology**, v. 586, n. 10, p. 2651-2664, 2008.

ZHU, M.J.; FORD, S.P.; NATHANIELSZ, P.W.; DU, M. Effect of Maternal Nutrient Restriction in Sheep on the Development of Fetal Skeletal Muscle. **Biology of Reproduction**, v. 71, p.1968–1973, 2004.

ZUNDT, M.; MACEDO, F.A.F.; ATOLPHI, J.L.L.; MEXIA, A.A.; SAKAGUTI, E.S. Desempenho e características de carcaça de cordeiros Santa Inês confinados, filhos de ovelhas submetidas à suplementação alimentar durante a gestação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v.35, n.3, p.928-935, 2006.

## **CAPÍTULO 2. PERFIL METABÓLICO E ESCORE CORPORAL DE OVELHAS ILE DE FRANCE SUBMETIDAS À PROGRAMAÇÃO FETAL**

A gestação das ovelhas é um período crítico, com aumento nas necessidades nutricionais requeridas e declínio da condição corporal nesta fase, principalmente próximo ao parto e no período de lactação. Avaliou-se a influência nutricional no escore de condição corporal, peso corporal e perfil metabólico das ovelhas após o parto e aos 15, 30, 45 e 60 dias de lactação, assim como a repercussão no peso dos cordeiros. Quarenta ovelhas Ile de France foram submetidas à programação fetal recebendo dietas com dois níveis de energia, uma para atender as exigências nutricionais do terço final de gestação (D0), e outra acrescida em 20% das exigências de energia (D20), preconizadas para esta categoria pelo NRC (2006). O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, com 2 tratamentos e 20 repetições. Utilizaram-se contrastes ortogonais polinomiais (1º ao 4º grau), com nível de significância de 5%, pelo programa SAS (versão 9.2). Observou-se efeito quadrático ( $P < 0,05$ ) nos níveis séricos das ovelhas para glicose, triglicérides, betahidroxibutirato e ácidos graxos não esterificados até os 30 dias após o parto. As características corporais foram semelhantes ( $P > 0,05$ ), com decréscimo gradual ao longo dos 60 dias de lactação, com médias de 61,74 e 64,26 kg de peso corporal; 3,14 e 3,06 de escore condição corporal e, 4,91 e 5,29 mm de espessura de gordura subcutânea, para ovelhas alimentadas com as dietas D0 e D20, respectivamente. Os cordeiros filhos das ovelhas alimentadas com a dieta D20 tiveram maiores pesos ao desmame ( $P < 0,05$ ), com média de 20,10 kg. Conclui-se que o acréscimo em 20% das exigências energéticas na dieta de ovelhas no terço final de gestação melhorou os níveis séricos destas durante a lactação, tendo a programação fetal influenciado positivamente no peso ao desmame dos cordeiros.

**Palavras-chave:** Metabólito sanguíneo, Nutrição materna, Ovinos



## **1. INTRODUÇÃO**

O crescimento pré-natal está relacionado a efeitos diretos e indiretos da nutrição materna, pois seu metabolismo sofre modificações, principalmente no terço final da gestação, quando os tecidos fetais desenvolvem em torno de 70% do seu peso final, com crescente demanda de energia para o útero gravídico (BRONDANI et al., 2016).

Ovelhas bem nutridas no final de gestação possuem melhor escore de condição corporal no momento do parto, proporcionando maior vigor do cordeiro ao nascimento, ao passo que, em situações de subnutrição, a saúde do recém-nascido fica comprometida, assim como o crescimento e a produtividade subsequente ao longo da sua vida (ROSA et al., 2007). A mensuração dos valores hematológicos e bioquímicos do plasma sanguíneo possibilitam o acompanhamento dos parâmetros nutricionais dos animais, pois sua composição reflete de modo fiel a situação metabólica dos tecidos, principalmente em situações de desafios nutricional, fisiológico ou desequilíbrio metabólico específico (GONZÁLEZ; SHEFFER, 2002). Dentre os metabólitos sanguíneos mais utilizados para avaliação do status energético estão a glicose, os triglicerídeos, o betahidroxibutirato e os ácidos graxos não esterificados (GONZALEZ, 2000).

Sugere-se que, ao considerar o efeito da dieta na nutrição da ovelha, pode-se melhorar a resposta do metabolismo materno frente aos desafios nutricionais da fase final da gestação, o que irá repercutir no melhor crescimento dos cordeiros. Deste modo, avaliou-se a influência nutricional das dietas com dois níveis de energia, sendo uma para atender as exigências nutricionais do terço final de gestação (D0), e outra acrescida em 20% das exigências de energia para a categoria (D20), segundo as recomendações do NRC (2006), no escore de condição corporal, peso corporal e perfil metabólico das ovelhas, após o parto e, quinzenalmente, até os 60 dias de lactação, assim como a repercussão no peso dos cordeiros.

## **2. MATERIAL E MÉTODOS**

Os procedimentos experimentais foram aprovados pela Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA) da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, processo nº. 018943/14.

O experimento foi realizado na Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias da Universidade Estadual Paulista (FCAV/Unesp), Campus de Jaboticabal, São Paulo,

localizada a 21°15'22" de latitude Sul e 48°18'58" de latitude Oeste, com altitude de 595 m. A fase de campo, envolvendo as avaliações de escore de condição corporal, foram realizadas no Laboratório de Produção Ovina e as do perfil metabólico das ovelhas no Laboratório de Nutrição Animal, pertencentes a esta Instituição Universitária.

Utilizou-se 40 ovelhas da raça Ile de France, com idade média de 20 meses e peso corporal médio de 60 kg, acasaladas com o mesmo carneiro Ile de France, por monta natural, durante a estação de monta. Ao atingirem 100 dias de gestação, com auxílio do aparelho de ultrassom, foram separadas 20 ovelhas em gestação simples, as quais as ovelhas foram divididas em dois grupos de 20 animais, alocados em 2 piquetes de 0,50 ha, cultivados com tifton-85 (*Cynodon dactylon*), os quais eram roçados semanalmente para manutenção da altura do dossel forrageiro em 4 cm, para não influenciar no consumo da dieta, provido de comedouros e bebedouros. As dietas fornecidas às ovelhas continham dois níveis de energia, sendo uma para atender as exigências nutricionais do terço final de gestação (D0), e outra acrescida em 20% das exigências de energia para a categoria (D20), segundo as recomendações do NRC (2006). A composição percentual dos ingredientes pode ser visualizada na Tabela 1. As dietas foram oferecidas as 7 e às 17 h, de forma a permitir 20% de sobras, recolhidas diariamente, pesadas e subtraídas do total fornecido, para quantificar o consumo de alimento. Amostras das dietas, tanto do fornecido quanto das sobras, foram coletadas semanalmente, para posteriores análises bromatológicas.

Após o parto, as ovelhas foram alocadas no piquete maternidade, de 1 ha, cultivado com tifton-85 (*Cynodon dactylon*), provido de comedouro e bebedouro, no qual foi ofertado dieta preconizada pelo NRC (2006) para a fase de lactação e, no creep-feeding, suplemento para os cordeiros na fase de aleitamento.

Tabela 1. Composição percentual dos ingredientes e químico-bromatológica das dietas experimentais de ovelhas no terço final da gestação.

Composição	Dieta	
	D0	D20
<b>Ingrediente (%MS)</b>		
Silagem de milho	70,00	30,00
Farelo de soja	19,88	20,90
Milho grão moído	8,16	43,10
Suplemento mineral e vitamínico <sup>1</sup>	1,00	1,00
Calcário calcítico	0,54	0,80
Fosfato bicálcico	0,22	0,00
Óleo de soja	0,00	4,00
Sal comum	0,20	0,20
<b>Químico-bromatológica</b>		
Matéria seca	48,79	72,41
Matéria orgânica <sup>2</sup>	93,14	94,35
Proteína bruta <sup>2</sup>	15,47	15,59
Extrato etéreo <sup>2</sup>	2,85	6,99
Matéria mineral <sup>2</sup>	6,86	5,65
Fibra em detergente neutro <sup>2</sup>	42,74	25,62
Fibra em detergente ácido <sup>2</sup>	25,88	13,94
Carboidratos totais <sup>2</sup>	74,82	71,77
Carboidratos não fibrosos <sup>2</sup>	32,08	46,15
Energia metabolizável (Mcal. Kg <sup>-1</sup> MS)	2,39	2,87

<sup>1</sup>Níveis de garantia por kg do produto: cálcio 120g, cloro 90g, sódio 62g, magnésio 54g, fósforo 50g, enxofre 34g, zinco 1600mg, manganês 1500mg, ferro 1064mg, Flúor (Max) 730mg, cobre 50mg, iodo 25mg, selênio 20mg, cobalto 10mg e vitamina A 100.000 UI, vitamina D3 40.000 UI e vitamina E 600 UI; <sup>2</sup> % da matéria seca.

D0: dieta contendo as exigências nutricionais preconizada pelo NRC (2006) para ovelhas no terço final de gestação; D20: dieta acrescida em 20% das exigências energéticas preconizadas pelo NRC (2006) para ovelhas no terço final de gestação.

Para verificar o efeito das dietas nas ovelhas, avaliaram-se as características de peso corporal das ovelhas, espessura de gordura de cobertura entre a 12<sup>a</sup> e 13<sup>a</sup> costelas, condição corporal subjetiva nos processos espinhosos e transversos (SILVA SOBRINHO, 2006), e perfil metabólico após o parto e aos 15, 30, 45 e 60 dias, momento no qual ocorreu o desmame dos cordeiros. Os pesos corporais das ovelhas e dos cordeiros foram obtidos em balança digital marca Tru-test, a espessura de gordura das matrizes com aparelho de ultrassom, marca Honda modelo HS-1500V, com transdutor de 3 MHz, e o escore de condição corporal das ovelhas, utilizando escala de 1 a 5, por toque nos processos espinhosos e transversos, em que 1 representa ovelha muito magra e 5, muito obesa (OSÓRIO, 2002).

Para avaliação do perfil hematológico foram coletadas amostras de sangue por venopunção da jugular externa, em tubos de vácuo contendo anticoagulante etileno

diaminotetracetato de sódio (EDTA) a 10%, antiglicolítico fluoreto de sódio e outro isento de anticoagulante, com posterior centrifugação a 2500 rpm por 15 minutos, extração do soro e armazenagem em tubetes com capacidade de 1,5 mL, a -20°C. As coletas das amostras foram realizadas antes da alimentação matutina. Analisou-se o perfil bioquímico com auxílio do aparelho automático multicanal Labmax Pleno, previamente calibrado e aferido com soro controle, à temperatura ambiente de 25°C. Foram utilizados método cinético enzimático para o betahidroxibutirato (Randox laboratories Ltda), colorimetria para os ácidos graxos não esterificados (Randox laboratories Ltda), espectrofotometria para a glicose (Liquiform Ltda) e teste enzimático colorimétrico para triglicerídeos (Liquiform Ltda).

O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, com 2 tratamentos e 20 repetições. A pressuposição de normalidade dos erros foi analisada por meio do PROC UNIVARIATE. As análises de variância foram realizadas em esquema de parcelas repetidas no tempo, sendo estimada a estrutura de covariância que melhor se ajustou a cada característica estudada. Nas comparações entre dietas experimentais e variáveis resposta utilizou-se contrastes ortogonais polinomiais de 1º ao 4º grau, com nível de significância de 5%, pelo programa estatístico SAS (2009), versão 9.2.

### **3. RESULTADOS**

As médias de peso e escore de condição corporal não diferiram ( $P>0,05$ ) em resposta à dieta fornecida no terço final da gestação, com 63,0 kg e 3,1, respectivamente (Tabela 2). A espessura de gordura diferiu ( $P<0,05$ ) aos 60 dias de lactação, com maior média (4,97 mm) para as ovelhas da dieta D20. Vale ressaltar que estas características tiveram efeito quadrático ao longo da lactação, sendo a maior variação das médias obtidas no período de 15 a 30 dias após o parto, com maiores valores ao parto e menores aos 60 dias, momento do desmame. Os pesos dos cordeiros oriundos das ovelhas alimentadas com as dietas D0 e D20 tiveram efeito linear ( $P<0,05$ ) ao longo da lactação, com maiores pesos ( $P<0,05$ ) aos 60 dias para produtos das ovelhas da dieta D20, com média 20,10 kg (Tabela 2).

Tabela 2. Médias de peso corporal, escore de condição corporal (ECC) e espessura de gordura (EG) de ovelhas no terço final da gestação, e os pesos dos cordeiros (PCOR) filhos destas ovelhas, obtidos quinzenalmente, do parto aos 60 dias de lactação.

Variável	Peso corporal (kg)				ECC				EG (mm)				PCOR (kg)			
	D0	D20	EPM	PR>F	D0	D20	EPM	PR>F	D0	D20	EPM	PR>F	D0	D20	EPM	PR>F
Parto	64,14	69,78	5,44	0,25	3,52	3,47	1,03	0,93	5,77	5,49	0,52	0,98	3,54	4,01	0,54	0,16
15 dias	63,44	67,17	3,00	0,39	3,50	3,28	0,98	0,51	5,40	5,44	0,37	0,99	7,80	8,95	0,50	0,19
30 dias	61,56	65,56	2,71	0,38	3,00	3,00	0,98	0,97	4,90	6,02	0,31	0,95	11,25	11,85	0,41	0,15
45 dias	59,78	64,89	2,52	0,26	2,89	2,67	0,98	0,51	4,29	4,52	0,28	0,98	14,15	15,70	0,57	0,15
60 dias	58,83	62,62	2,71	0,32	2,7	2,87	1,34	0,50	4,02	4,97	0,19	0,01*	17,75	20,10	0,54	0,04*
1º grau	0,46	0,45	-	-	0,70	0,70	-	-	0,30	0,30	-	-	0,01*	0,01*	-	-
2º grau	0,002*	0,001*	-	-	0,007*	0,007*	-	-	0,03*	0,04*	-	-	0,36	0,82	-	-
3º grau	0,09	0,09	-	-	0,25	0,26	-	-	0,06	0,06	-	-	0,25	0,61	-	-
4º grau	0,15	0,15	-	-	0,26	0,27	-	-	0,23	0,24	-	-	0,30	0,37	-	-

\*Significância de 5% pelo Teste F. EPM: erro padrão da média.

D0: dieta contendo as exigências nutricionais preconizada pelo NRC (2006) para ovelhas no terço final de gestação; D20: dieta acrescida em 20% das exigências energéticas preconizadas pelo NRC (2006) para ovelhas no terço final de gestação.

Em relação aos metabólitos sanguíneos (Tabela 3), houve efeito quadrático no decorrer da lactação, com queda acentuada das médias de glicose, triglicerídeos e betahidroxibutirato entre os 30 e 45 dias pós-parto para ovelhas alimentadas com as dietas D0 (3,22; 3,0 e 1,38 mmol/dL, respectivamente) e D20 (2,91; 3,0 e 1,60 mmol/dL, respectivamente).

Tabela 3. Níveis séricos, em mmol/dL, de ovelhas no terço final da gestação, obtidos quinzenalmente, do parto aos 60 dias de lactação.

Variável	Glicose				Triglicerídeos				BHB <sup>1</sup>				AGNE <sup>2</sup>			
	D0	D20	EPM	PR>F	D0	D20	EPM	PR>F	D0	D20	EPM	PR>F	D0	D20	EPM	PR>F
Parto	4,94	5,16	1,03	0,65	3,52	3,47	0,04	0,934	2,44	1,48	5,441	0,199	0,17	0,10	5,441	0,596
15 dias	3,814	2,98	0,98	0,07	3,50	3,28	0,06	0,510	2,82	2,83	3,008	0,178	0,20	0,33	3,008	0,352
30 dias	3,22	2,91	0,98	0,55	3,00	3,00	0,056	0,975	1,87	1,69	2,715	0,262	0,20	0,20	2,715	0,974
45 dias	3,51	2,98	0,98	0,24	2,89	2,67	0,67	0,510	1,38	1,80	2,522	0,557	0,001	0,02	2,522	0,894
60 dias	3,37	3,41	1,34	0,72	2,7	2,87	0,64	0,505	0,43	0,98	2,715	0,453	0,001	0,001	2,715	0,999
1° grau	0,24	0,24	-	-	0,70	0,70	-	-	0,94	0,98	-	-	0,77	0,77	-	-
2° grau	0,09*	0,09*	-	-	0,007*	0,007	-	-	0,002*	0,002*	-	-	0,05	0,05	-	-
3° grau	0,05	0,05	-	-	0,25	0,26	-	-	0,18	0,18	-	-	0,40	0,40	-	-
4° grau	0,39	0,39	-	-	0,26	0,27	-	-	0,53	0,53	-	-	0,35	0,35	-	-

\*Significância de 5% pelo Teste F. <sup>1</sup>BHB: Betahidroxibutirato. <sup>2</sup>AGNE: Ácidos graxos não esterificados. EMP: erro padrão da média.

D0: dieta contendo as exigências nutricionais preconizada pelo NRC (2006) para ovelhas no terço final de gestação; D20: dieta acrescida em 20% das exigências energéticas preconizadas pelo NRC (2006) para ovelhas no terço final de gestação.

#### 4. DISCUSSÃO

A gestação é um período crítico devido ao aumento das necessidades nutricionais das mães e conceptos, deste modo é importante iniciar estratégias de manejo para suprir as necessidades desta fase sem limitar a capacidade de crescimento pré e pós-natal dos músculos esqueléticos dos cordeiros, além de equilibrar o balanço energético das mães.

O escore de condição corporal (ECC) é utilizado para avaliar as condições nutricionais dos animais, principalmente em fases delicadas como a gestação. Estima-se que ovelhas com ECC de 3 a 3,5 no momento do parto apresentem melhores pesos ao nascer e desmame dos cordeiros, e rápida recuperação nutricional no puerpério, sem déficit energético (NEVES; FERNANDES, 2014). Os resultados deste estudo corroboram com os citados pelos autores mencionados, tanto para ovelhas com suas exigências nutricionais para o terço final de gestação supridas em totalidade, ou acrescidas em 20% das exigências energéticas.

Nos 50 dias que antecedem ao parto, o útero gravídico aumenta seu tamanho consideravelmente e requer maior ingestão de energia para o desenvolvimento dos fetos, ao passo que a ovelha tem sua ingestão de matéria seca limitada fisicamente pelo aumento deste órgão dentro da cavidade abdominal (FORBES, 1971; GONZÁLEZ; SILVA, 2006), estimulando a mobilização dos tecidos adiposo e muscular para suprir este déficit energético (GUESNET et al., 1991; HÄRTER, 2016). Essa mobilização continuou no decorrer dos 60 dias de lactação, nota-se pelo decréscimo no peso das ovelhas, assim como os valores de ECC e espessura de gordura (EG), de modo que a energia depositada no tecido adiposo pudesse ser mobilizada para suprir o déficit.

As médias dos metabólitos sanguíneos das ovelhas de ambas dietas validam esta hipótese, sendo as maiores médias observadas nos primeiros 15 dias após o parto, com decréscimo gradual ao longo dos 60 dias de lactação. Os ácidos graxos não esterificados (AGNE) são os metabólitos mais indicados para avaliar a condição energética dos ruminantes, por representar a via metabólica da energia (GONZÁLEZ, 2000; PEIXOTO; OSÓRIO, 2007). Para suprir este déficit, o metabolismo mobiliza os triglicérides armazenados no tecido adiposo, aumentando a produção de corpos cetônicos e os níveis plasmáticos dos ácidos graxos não esterificados, que por sua vez são metabolizados em betahidroxibutirato no plasma, inibindo os níveis da gliconeogênese hepática e aumentando a hipoglicemia maternal (PEIXOTO; OSÓRIO, 2007; BRONDANI et al., 2016).



Apesar da média 3,0 no escore de condição corporal no terço final da gestação, os metabólitos sanguíneos mensurados nas ovelhas tiveram médias superiores ao padrão proposto para ovinos por Kaneko et al (2008), de 2 a 3 mmol/dL para glicose, em contraponto as médias de 3,5 e 3,84 mmol/dL deste estudo, para as dietas de D0 e D20, respectivamente. As médias se aproximaram do intervalo padrão somente no momento de desmame dos cordeiros, aos 60 dias de lactação. Oliveira et al (2016), ao acompanharem o perfil metabólico de ovelhas Santa Inês aos 60 dias ante e pós-parto, reportaram médias de 2,96 mmol/dL no momento do parto, 2,65 mmol/dL aos 30 dias pós-parto e 2,75 mmol/dL após 60 dias, valores inferiores aos obtidos neste estudo, para as dietas avaliadas.

Pode-se observar superioridade nas médias obtidas para os valores de triglicérides em relação ao intervalo padrão proposto por Kaneko et al. (2008), de 1 mmol/dL, assim como para os valores de betahidroxibutirato, de 1,20 mmol/dL, o que indica alta mobilização do tecido adiposo das ovelhas para estabilização do balanço energético. Nasciutti et al. (2012) ao avaliarem o perfil metabólico de ovelhas Santa Inês no puerpério, reportaram média de 0,18 mmol/L de BHB no momento do parto e aos 28 dias de lactação. Estes valores estão bem abaixo dos encontrados no presente estudo, com médias de 2,44 e 1,48 mmol/dL para as ovelhas das dietas D0 e D20, respectivamente, após o parto, e 1,87 e 1,69 mmol/dL aos 30 dias de lactação. Estes valores confirmam o quadro de déficit energético das ovelhas neste período, juntamente aos discutidos anteriormente. Contreras et al. (2000) relataram que valores superiores a 0,06 mmol/dL de BHB e 0,08 mmol/dL para AGNE, indicam mobilização de gorduras em ovinos, corroborando com os valores obtidos neste estudo.

A nutrição pré-natal interfere no vigor do neonato e, principalmente, no desempenho produtivo e reprodutivo da ovelha gestante, pois em situações de déficit energético, estas podem apresentar queda na resistência às infecções parasitárias e na produção de colostro e leite, além do retardamento do primeiro estro pós-parto, decorrente do baixo escore de condição corporal (NEVES; FERNANDES, 2014). O acréscimo energético em 20% das exigências proporcionou melhor condição corporal às ovelhas, tanto após o parto quanto no decorrer da lactação, resultando em menor déficit energético e rápida recuperação no pós-parto. Sugere-se que estes fatores possibilitaram melhor aproveitamento da dieta pelas ovelhas neste período e, possivelmente, melhorias na produção e qualidade do leite ovino, pois os cordeiros filhos destas ovelhas tiveram maior ganho médio de peso corporal, ocasionando maior média de peso corporal ao desmame. Cañeque et al. (1989), reportaram

que a situação nutricional das mães durante o terço final de gestação determina a quantidade de glicogênio armazenado, a nível muscular e hepático, pelo feto, sendo que em situação de restrição nutricional ocorre diminuição destas reservas, aumentando a taxa de mortalidade ao nascimento.

Apesar dos dois grupos de ovelhas apresentarem sinais metabólicos de déficit energético, pode-se afirmar que, o acréscimo energético em 20% das exigências para o terço final de gestação na dieta das ovelhas, possibilitou melhor estabilidade nos níveis séricos destes animais, com rápida recuperação ao longo da gestação quando comparado às ovelhas que receberam dieta contendo estas exigências em totalidade.

## 5. CONCLUSÃO

A programação fetal influenciou positivamente nos metabólitos sanguíneos e nas características corporais das ovelhas durante a lactação, promovendo rápida recuperação destas no pós-parto, repercutindo na recuperação da camada adiposa destas e peso ao desmame de seus cordeiros.

## 6. REFERÊNCIAS

- BRONDANI, W.C.; LEMES, J.S.; FERREIRA, O.G.L.; ROLL, V.F.B.; DEL PINO, F.A.B. **Perfil metabólico de ovelhas em gestação**. *Archivos de Zootecnia*, v.65, p.1-6, 2016.
- CANEQUE, V.; HUIDOBRO, F.R.; DOLZ, J.F.; HERNÁNDEZ, J.A. **Producción de carne de cordero**. Colección Técnica Ministério de Agricultura, Pesca y Alimentación. 515 p., 1989.
- CONTRERAS, P.A., WITTEWER, F., BOHMWALD, H. Uso dos perfis metabólicos no monitoramento nutricional dos ovinos. In: GONZÁLEZ, F.H.D.; BARCELLOS, J.O.; PATINO, H.O.; RIBEIRO, L.A. (Eds). **Perfil metabólico em ruminantes: seu uso em nutrição e doenças nutricionais**. Porto Alegre: Gráfica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2000. 106 p.
- FORBES, J. M. Physiological changes affecting voluntary food intake in ruminants. *Proceedings of the Nutrition Society*, London, v. 30, p. 135-142, 1971.
- GONZÁLEZ, F.H.D. Uso do perfil metabólico para determinar o status nutricional em gado de corte. In: GONZÁLEZ, F.H.D.; OSPINA, H.; BARCELOS, J.O.; RIBEIRO, L.A.O. (Eds.) **Perfil metabólico em ruminantes: Seu uso em nutrição e doenças nutricionais**. Porto Alegre: Gráfica UFRGS, 2000
- GONZÁLEZ, F.H.D.; SCHEFFER, J.F.S. Perfil sanguíneo: ferramenta de análise clínica, metabólica e nutricional. In: **Anais 29º Congresso Nacional de Medicina Veterinária**. Gramado, RS. 2002, p.5-17.
- GONZÁLEZ, F.H.D.; SILVA, S.C. Bioquímica clínica de glicídios. In: **Introdução a Bioquímica Clínica Veterinária**. 2ed. Porto Alegre: Editora da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, p.153-207, 2006.

- GUESNET, M.; MASSOUD M.J.; DEMARNE, Y. Regulation of adipose tissue metabolism during pregnancy and lactation in the ewe: the role of insulin. **Journal of Animal Science**, v.69, p.2057-2065, 1991.
- HÄRTER, C.J.; LIMA, L.D.; CASTAGNINO, D.S.; RIVERA, A.R.; NUNES, A.M.; SOUSA, S.F.; LIESEGANG, A.; RESENDE, K.T.; TEIXEIRA, I.A.M.A. Mineral metabolism of pregnant goats under feed restriction. **Animal Production Science**, v.57, n.2, p.290-300, 2016.
- KANEKO, J.J.; HARVEY, J.W.; BRUSS, M.L. **Clinical biochemistry of domestic animals**. 6th Ed. San Diego: Academic Press, 2008. 916 p.
- NASCIUTTI, N.R.; TSURUTA, S.A.; OLIVEIRA, R.S.B.R.; BISINOTO, M.; HEADLEY, S.A.; MUNDIM, A.V.; NOLETO, P.G.; SAUTI, J.P.E. Perfil metabólico em ovelhas santa inês, com baixo escore de condição corporal, no periparto. **Boletim da Indústria Animal**, v.69, n.2, p.137-145, 2012.
- NEVES, J.P.; FERNANDES, G.O. Avaliação reprodutiva da ovelha. In: SELAIVE, A.B.; OSÓRIO, J.C.S. (Eds.) **Produção de ovinos no Brasil**. 1.ed. 2014. São Paulo: Roca, 2014. p.176-182.
- NRC. **NATIONAL RESEARCH COUNCIL**. Nutrients requirements of sheep. Washington, DC: National Academies Press, 2006. 362p.
- OLIVEIRA, R.P.M.; ASSANTE, R.T.; SILVA, A.F.; OLIVEIRA, F.F.; CRUZ, F.G.G.; RUFINO, J.P.F. Avaliação do perfil metabólico em diferentes fases do periparto de ovelhas Santa Inês na Amazônia Ocidental. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.17, n.1, p.37-44, 2016.
- OSÓRIO, J.C.S. **Qualidade, morfologia e avaliação de carcaça**. Pelotas: UFPEL, 2002. 197p.
- PEIXOTO, L.A.O.; OSÓRIO, M.T.M. Perfil metabólico protéico e energético na avaliação do desempenho reprodutivo em ruminantes. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v.13, n.3, p.299-304, 2007.
- ROSA, G. T.; SIQUEIRA, E. R.; GALLO, S. B.; MORAES, S. S. S.; Influencia da suplementação no pré-parto e da idade de desmama sobre o desempenho de cordeiros terminados em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa v.36, n. 4, p. 953-959, 2007.
- SAS INSTITUTE. **Statistical analysis systems**: system for microsoft windows, release 9.2. Cary, 2009.
- SILVA SOBRINHO, A. G. **Criação de ovinos**. 3 ed., Jaboticabal: Funep, 2006. 302p.

### **CAPÍTULO 3. DESEMPENHO, CARACTERÍSTICAS QUANTITATIVAS DA CARÇA E QUALITATIVAS DA CARNE DE CORDEIROS PROVENIENTES DE PROGRAMAÇÃO FETAL**

A maximização do potencial de crescimento dos cordeiros, e suas influências na composição físico-química da carcaça e da carne, pode ser viabilizado pelo manejo nutricional adequado das ovelhas durante a gestação. Foram utilizados vinte cordeiros, filhos de quarenta ovelhas Ile de France submetidas à programação fetal, que consistiu no fornecimento de dietas com dois níveis de energia, sendo uma para atender as exigências nutricionais do terço final de gestação (D0), e outra acrescida em 20% das exigências de energia para a categoria (D20), segundo as recomendações do NRC (2006). Avaliou-se a repercussão da programação fetal no desempenho, nas características quantitativas da carcaça e qualitativas da carne dos cordeiros. O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado, com 2 tratamentos e 10 repetições, sendo as médias comparadas pelo teste F, nível de significância de 5%, com auxílio do SAS (versão 9.2). O desempenho dos cordeiros não diferiu ( $P>0,05$ ) em função das dietas de suas mães, com médias semelhantes para ganho médio diário de peso (0,272 kg para D0 e 0,237 kg para D20), dias de confinamento (55 dias para D0 e 53 dias para D20) e conversão alimentar (4,04 para D0 e 4,30 para D20). As médias das características quantitativas das carcaças dos cordeiros filhos de ovelhas alimentadas com dieta acrescida, ou não, em 20% das exigências energéticas foram semelhantes ( $P>0,05$ ), sendo 47,5% para RCQ, 46,1% para RCF, 56,8% para RV e 2,98% para as PR. As médias das características qualitativas da carne dos cordeiros filhos das ovelhas alimentadas com ambas dietas não diferiram ( $P>0,05$ ), para as variáveis pH (5,6), perdas de pesos por descongelamento (2,46%) e cocção (25,2%), força de cisalhamento (2,83 kgf) e capacidade de retenção de água (61,35%), assim como sua composição centesimal (1% de minerais, 19,6% de proteína, 2,08% gordura e 77,8% de umidade). Concluiu-se que o maior aporte de nutrientes oriundos da dieta das ovelhas não repercutiu no desempenho e nas características quantitativas de carcaça e qualitativas da carne de cordeiros provenientes da programação fetal.

**Palavras-chave:** Composição tecidual, Nutrição materna, Ovinos

## **1. INTRODUÇÃO**

A nutrição materna durante a gestação pode afetar o desenvolvimento do feto, repercutindo no desempenho e nas características da carcaça e da carne da prole no pós-natal. Assim, as respostas obtidas frente estas adversidades no ambiente intrauterino são designadas de programação fetal (PAULINO et al., 1999; DU et al., 2010; DUARTE et al., 2011; DU et al., 2015).

Pesquisas apontam que, tanto a restrição quanto a superalimentação da mãe durante a gestação, são prejudiciais ao desenvolvimento das crias. Vonnahme (2012) verificou que a restrição alimentar das mães durante a gestação reduziu a vascularização da placenta, limitando o fornecimento de nutrientes ao feto e a expressão de seu crescimento genético potencial. Em contrapartida, Swanson et al. (2008), observaram que a superalimentação de borregas nos terços médio e final da gestação, por meio do fornecimento de dietas contendo 140% das exigências energéticas para a categoria, diminuiu o peso ao nascimento dos cordeiros e a duração da lactação.

Assim, faz-se mister validar a repercussão da nutrição materna na produção de cordeiros, já que o mercado consumidor preconiza a compra de carcaças com maior uniformidade e qualidade, com máxima deposição de músculo e gordura suficiente para proporcionar características organolépticas satisfatórias a quem a consome (OSÓRIO & OSÓRIO, 2005). Estas características são representadas pelas variáveis: cor, aroma, sabor, suculência e maciez (RAMOS E GOMIDE, 2007).

Sugere-se que modificações durante o desenvolvimento fetal, em resposta ao acréscimo energético na dieta das ovelhas, resultem em diferenças nos parâmetros de qualidade da carcaça e da carne ovina. Avaliou-se a influência nutricional das dietas com dois níveis de energia, sendo uma dieta controle para atender as exigências nutricionais do terço final de gestação (D0), e outra acrescida em 20% das exigências de energia para a categoria (D20), seguindo as recomendações do NRC (2006) na morfometria dos componentes gastrintestinais de cordeiros confinados, no desempenho, nas características quantitativas da carcaça e qualitativas da carne de cordeiros confinados.

## **2. MATERIAL E MÉTODOS**

Os procedimentos experimentais foram aprovados pela Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA) da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, processo nº. 018943/14.

O experimento foi realizado na Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias da Universidade Estadual Paulista (FCAV/Unesp), Campus de Jaboticabal, São Paulo, localizada a 21°15'22" de latitude Sul e 48°18'58" de latitude Oeste, com altitude de 595 m. A fase de campo foi realizada no Setor de Ovinocultura, as análises quantitativa da carcaça e qualitativa da carne no Laboratório de Produção Ovina e a composição centesimal da carne no Laboratório de Tecnologia dos Produtos de Origem Animal, pertencentes a esta Instituição Universitária.

Utilizou-se 40 ovelhas da raça Ile de France, com idade média de 20 meses e peso corporal médio de 60 kg, acasaladas com o mesmo carneiro Ile de France, por monta natural, durante a estação de monta. Ao atingirem 100 dias de gestação, com auxílio do aparelho de ultrassom, foram separadas 20 ovelhas em gestação simples, as quais foram divididas em dois grupos de 20 animais, alocados em 2 piquetes de 0,50 ha, cultivados com tifton-85 (*Cynodon dactylon*), os quais eram roçados semanalmente para manutenção da altura do dossel forrageiro em 4 cm, para não influenciar no consumo da dieta, provido de comedouros e bebedouros. As dietas fornecidas às ovelhas continham dois níveis de energia, sendo uma para atender as exigências nutricionais do terço final de gestação (D0), e outra acrescida em 20% das exigências de energia para a categoria (D20), segundo as recomendações do NRC (2006). A composição percentual dos ingredientes pode ser visualizada na Tabela 1. As dietas foram oferecidas as 7 e às 17 h, de forma a permitir 20% de sobras, recolhidas diariamente, pesadas e subtraídas do total fornecido, para quantificar o consumo de alimento. Amostras das dietas, tanto do fornecido quanto das sobras, foram coletadas semanalmente, para posteriores análises bromatológicas.

Tabela 1. Composição percentual dos ingredientes e químico-bromatológica das dietas experimentais de ovelhas alimentadas no terço final da gestação.

Composição	Dieta	
	D0	D20
<b>Ingrediente (%MS)</b>		
Silagem de milho	70,00	30,00
Farelo de soja	19,88	20,90
Milho grão moído	8,16	43,10
Suplemento mineral e vitamínico <sup>1</sup>	1,00	1,00
Calcário calcítico	0,54	0,80
Fosfato bicálcico	0,22	0,00
Óleo de soja	0,00	4,00
Sal comum	0,20	0,20
<b>Químico-bromatológica</b>		
Matéria seca	48,79	72,41
Matéria orgânica <sup>2</sup>	93,14	94,35
Proteína bruta <sup>2</sup>	15,47	15,59
Extrato etéreo <sup>2</sup>	2,85	6,99
Matéria mineral <sup>2</sup>	6,86	5,65
Fibra em detergente neutro <sup>2</sup>	42,74	25,62
Fibra em detergente ácido <sup>2</sup>	25,88	13,94
Carboidratos totais <sup>2</sup>	74,82	71,77
Carboidratos não fibrosos <sup>2</sup>	32,08	46,15
Energia metabolizável (MCAL. Kg <sup>-1</sup> MS)	2,39	2,87

<sup>1</sup>Níveis de garantia por kg do produto: cálcio 120g, cloro 90g, sódio 62g, magnésio 54g, fósforo 50g, enxofre 34g, zinco 1600mg, manganês 1500mg, ferro 1064mg, Flúor (Max) 730mg, cobre 50mg, iodo 25mg, selênio 20mg, cobalto 10mg, vitamina A 100.000 UI, vitamina D3 40.000 UI e vitamina E 600 UI; <sup>2</sup> % da matéria seca (MS). D0: dieta contendo as exigências nutricionais preconizada pelo NRC (2006) para ovelhas no terço final de gestação; D20: dieta acrescida em 20% das exigências energéticas preconizadas pelo NRC (2006) para ovelhas no terço final de gestação.

Após o parto, as ovelhas foram alocadas no piquete maternidade, de 1 ha, cultivado com tifton-85 (*Cynodon dactylon*), provido de comedouro e bebedouro, no qual foi ofertado dieta preconizada pelo NRC (2006) para a fase de lactação e, no creep feeding, suplemento para os cordeiros na fase de aleitamento. Para as avaliações do desempenho, das características de carcaça e da carne foram utilizados 20 cordeiros machos não castrados, da raça Ile de France, provenientes dos partos destas fêmeas, sendo dez animais de cada lote. Foram desmamados 60 dias após o parto, com média de 18,9 kg de peso corporal, identificados de acordo com o tratamento das ovelhas, everminados, vacinados contra clostridioses e alojados em baias individuais de 1m<sup>2</sup>, com piso ripado e suspenso, equipadas com comedouro e bebedouro individuais, instaladas em galpão coberto. Foram pesados a cada 14 dias, com monitoramento da haemoncose pelo método Famacha® (VAN WYK & BATH,

2002) e avaliação do ganho médio de peso diário (GMPD), calculado com a diferença entre o peso vivo inicial (PVI) e o peso vivo final (PVF), dividido pelo intervalo entre as coletas (IC). A conversão alimentar (CA), relação entre a ingestão de matéria seca (IMS) e o GMPD, foi calculada pelas fórmulas  $GMPD = (PVF - PVI) / IC$  e  $CA = IMS / GMPD$ , respectivamente.

A dieta fornecida aos cordeiros teve relação volumoso: concentrado 40:60, compondo dieta com 16% de proteína bruta (PB) e 3,00 Mcal de energia metabolizável/kg de MS, de acordo com as recomendações preconizadas pelo NRC (2006) para atender as exigências de cordeiros em crescimento com ganho médio de peso diário de 300g (Tabela 2). O fornecimento diário foi realizado às 7 e 17h, de forma a permitir 10% de sobras.

Tabela 2. Composição percentual dos ingredientes e químico-bromatológica da dieta experimental para cordeiros em confinamento.

Composição	Dieta
<b>Ingrediente (% MS)</b>	
Silagem de milho	40,00
Farelo de soja	21,00
Milho grão moído	36,25
Suplemento mineral e vitamínico <sup>1</sup>	1,00
Calcário	0,30
Fosfato bicálcico	1,45
<b>Químico-bromatológica</b>	
Matéria seca	66,28
Proteína bruta <sup>2</sup>	15,88
Extrato etéreo <sup>2</sup>	3,07
Matéria mineral <sup>2</sup>	6,77
Fibra em detergente neutro <sup>2</sup>	30,21
Fibra em detergente ácido <sup>2</sup>	17,04
Energia metabolizável (Mcal/kg MS)	2,64

<sup>1</sup>Níveis de garantia por kg do produto: cálcio 120g, cloro 90g, sódio 62g, magnésio 54g, fósforo 50g, enxofre 34g, zinco 1600mg, manganês 1500mg, ferro 1064mg, Flúor (Max) 730mg, cobre 50mg, iodo 25mg, selênio 20mg, cobalto 10mg e vitamina A 100.000 UI, vitamina D3 40.000 UI e vitamina E 600 UI; <sup>2</sup> % da MS.

Os cordeiros foram abatidos após jejum de dieta sólida por 16 horas para a obtenção do peso corporal ao abate (PCA), seguindo as normas do abate humanitário (MAPA, 2000). As mensurações de pH foram realizadas aos quarenta e cinco minutos (pH45min) após o início do abate, em triplicada, com auxílio de eletrodo de penetração, no músculo *Longissimus*



*lomborum* entre as costelas 12 e 13, utilizando um peagômetro (Testo® 205), juntamente com as medidas de temperatura. Após as medições, as carcaças foram pesadas para obtenção peso da carcaça quente (PCQ) e o peso corporal vazio (PCV= PCA – peso do conteúdo gastrointestinal), transferidas para câmara frigorífica a 6°C durante 24 horas, penduradas pelo tendão gastrocnêmico. Após a refrigeração das carcaças, aferiu-se novamente os valores de pH da carne (pH24h) e a cor (colorímetro Minolta CR-400) com coordenadas L\* (luminosidade), a\* (teor de vermelho) e b\* (teor de amarelo), segundo Miltenburg et al. (1992). Realizou-se nova pesagem para verificar o peso de carcaça fria (PCF) e posteriores cálculos de rendimentos de carcaça quente (RCQ = (PCQ/ PCA) x100), fria (RCF = (PCF/ PCA) x100) e verdadeiro (RV = (PCQ/ PCV) x100), e perda de peso por resfriamento (PR = (PCQ-PCF)/ PCQ]x100).

As carcaças foram seccionadas em duas meias carcaças, sendo a metade esquerda fracionada em cinco regiões anatômicas: pescoço, paleta, costelas, lombo e perna (SILVA SOBRINHO et al., 2008), com separação e congelamento individual das pernas. No músculo *Longissimus dorsi*, na altura da 13ª costela, mensurou-se, com auxílio de paquímetro digital e fita métrica, a largura máxima (medida A), profundidade máxima (medida B), espessura mínima de gordura sobre o músculo (medida C) e espessura máxima de gordura sobre a superfície da 13ª costela, a 11 cm da linha média (medida GR), conforme Silva Sobrinho et al. (2003), sendo a área de olho de lombo calculada utilizando-se a fórmula:  $(A/2 \times B/2) \pi$ . Nos músculos *Longissimus lumborum*, foram realizadas as análises qualitativas da carne, tais como a capacidade de retenção de água, perdas de peso por descongelamento e cocção, força de cisalhamento e composição centesimal.

Na determinação da capacidade de retenção de água (CRA) utilizou-se a metodologia descrita por Hamm (1986), na qual amostras de carne de  $500 \pm 20$  mg foram colocadas no sentido transversal das fibras sobre papel filtro, e sobre estas o peso de 10 kg por 5 minutos. Posteriormente, pesou-se as amostras e por diferença, calculou-se a quantidade de água perdida, sendo os resultados expressos em percentagem de água retida em relação ao peso inicial da amostra. Na determinação das perdas por descongelamento as amostras *in natura* do músculo foram pesadas, congeladas e permaneceram em incubadora B.O.D. a 5°C durante 16 horas, com temperatura interna da amostra de carne de 2 a 5°C, sendo pesadas após este período, conforme metodologia descrita por Koohmaraie et al. (1996). Para a perda de peso na cocção as amostras foram pesadas em bandejas com grelhas, levadas ao forno a gás a 170°C,

até apresentarem 71°C na temperatura interna da carne, aferida com auxílio de termômetro (tipo espeto), retiradas do forno e pesadas novamente ao atingirem a temperatura ambiente, com obtenção da perda de peso na cocção, em porcentagem, pela diferença entre os pesos. Posteriormente, para determinar a força de cisalhamento, retirou-se seis subamostras, com auxílio de um vazador cilíndrico de 1,27 cm de diâmetro de forma paralela à orientação das fibras musculares (WHEELER et al., 2002), e analisadas no aparelho Texture Analyser (Brookfield, modelo CT3 10K), acoplado à lâmina Warner-Bratzler de 1,016 mm de espessura, sendo os valores expressos em kgf. As análises de composição centesimal do músculo *Longissimus lumborum* em umidade, proteína gordura e minerais seguiram as recomendações descritas por Silva e Queiroz (2002).

Para a dissecação, as pernas foram descongeladas a 10°C em geladeira por 8 horas, e submetidas a toailete, com a retirada de qualquer tecido extra, gordura associada, canais de gordura, outros tecidos moles mediais ao osso pélvico e as vértebras coccígeas. Em seguida, as peças foram pesadas e dissecadas segundo método descrito por Brown & Willians (1979), com separação dos grupos de tecidos, tais como gordura (externa, subcutânea e intermuscular), ossos, músculos (*Biceps femoris*, *Semitendinosus*, *Adductor*, *Semimembranosus* e *Quadriceps femoris*) e outros (tendões, glândulas e vasos sanguíneos). O índice de musculosidade da perna foi calculado pela fórmula  $\frac{\sqrt{PM5/CF}}{CF}$ , descrita por Purchas et al. (1991), sendo IMP = Índice de musculosidade, PM 5 = peso (g) dos cinco músculos que recobrem o fêmur (*Biceps femoris*, *Semitendinosus*, *Adductor*, *Semimembranosus* e *Quadriceps femoris*) e CF = comprimento (cm) do fêmur.

O delineamento experimental realizado foi o inteiramente casualizado, com 2 tratamentos e 10 repetições, sendo as médias comparadas pelo teste F, nível de significância de 5%, e auxiliado pelo programa estatístico SAS (versão 9.2).

### 3. RESULTADOS

Os tempos médio de permanência no confinamento foram semelhantes ( $P>0,05$ ) entre os cordeiros filhos das ovelhas alimentadas com dietas acrescidas, ou não, em 20% das exigências energéticas, sendo de 54 dias, com ganhos médio diário de peso de 0,254 kg e conversão alimentar de 4,17 (Tabela 3).

Tabela 3. Dias de confinamento, pesos de entrada e saída, ganho médio diário de peso (GMDP) e total, ingestão de matéria seca (IMS) e conversão alimentar (CA) de cordeiros provenientes de ovelhas alimentadas no terço final da gestação com as dietas D0 e D20.

Variável	D0	D20	PR>F	EPM
Dias de confinamento	55	53	0,67	0,11
Peso entrada (kg)	17,75	20,10	0,09	0,14
Peso saída (kg)	32,50	32,30	0,32	0,15
GMDP (kg)	0,272	0,237	0,32	0,05
IMS (kg)	1,10	1,02	0,09	0,10
CA	4,04	4,30	0,09	0,12

\*Significância de 5% pelo Teste F. EPM = erro padrão da média.

D0: dieta contendo as exigências nutricionais preconizada pelo NRC (2006) para ovelhas no terço final de gestação; D20: dieta acrescida em 20% das exigências energéticas preconizadas pelo NRC (2006) para ovelhas no terço final de gestação.

As médias das características quantitativas da carcaça, tais como pesos de carcaça quente (15,0 kg), fria (14,5 kg) e corpo vazio (26,4 kg), e seus respectivos rendimentos (47,5%; 46,1% e 56,8%), não diferiram ( $P>0,05$ ) entre os cordeiros oriundos das ovelhas alimentadas com, ou sem acréscimo energético para o terço final de gestação na dieta (Tabela 4).

Tabela 4. Pesos de carcaça quente (PCQ), fria (PCF) e corpo vazio (PCV), rendimentos de carcaça quente (RCQ), fria (RCF) e verdadeiro (RV), e perda de peso por resfriamento (PR) de cordeiros provenientes de ovelhas alimentadas no terço final da gestação com as dietas D0 e D20.

Variável	D0	D20	PR>F	EPM
PCQ (kg)	14,82	15,17	0,19	0,22
PCF (kg)	14,36	14,73	0,17	0,30
PCV (kg)	25,89	27,00	0,12	0,22
RCQ (%)	47,33	47,76	0,58	0,41
RCF (%)	45,89	46,37	0,54	0,52
RV (%)	57,34	56,21	0,56	0,57
PR (%)	3,04	2,92	0,77	0,39

\*Significância de 5% pelo Teste F. EPM: erro padrão da média.

D0: dieta contendo as exigências nutricionais preconizada pelo NRC (2006) para ovelhas no terço final de gestação; D20: dieta acrescida em 20% das exigências energéticas preconizadas pelo NRC (2006) para ovelhas no terço final de gestação.

Os cortes comerciais da carcaça dos cordeiros, médias de 1,70 kg de paleta, 0,470 kg de pescoço, 1,67 kg de costela, 0,85 kg de lombo e 2,50 kg de perna dos cordeiros não diferiram ( $P>0,05$ ) em resposta as dietas fornecidas para as ovelhas (Tabela 5).

Tabela 5. Pesos médio (kg) da carcaça esquerda (PMCE) e dos cortes comerciais (paleta, pescoço, costela, lombo e perna) das carcaças de cordeiros provenientes de ovelhas alimentadas no terço final da gestação com as dietas D0 e D20.

Variável	D0	D20	PR>F	EPM
PMCE	7,15	7,39	0,29	0,15
Paleta	1,69	1,71	0,37	0,11
Pescoço	0,47	0,48	0,77	0,01
Costela	1,69	1,63	0,31	0,14
Lombo	0,87	0,84	0,47	0,07
Perna	2,48	2,52	0,51	0,06

\*Significância de 5% pelo Teste F. EPM: erro padrão da média.

D0: dieta contendo as exigências nutricionais preconizada pelo NRC (2006) para ovelhas no terço final de gestação; D20: dieta acrescida em 20% das exigências energéticas preconizadas pelo NRC (2006) para ovelhas no terço final de gestação.

Quanto à composição tecidual das carcaças, verificou-se valores percentuais semelhantes ( $P>0,05$ ) de osso (17,4%), músculo (65,8%) e gordura (14,3 %) entre os cordeiros filhos das ovelhas das duas dietas. As médias do índice de musculosidade da perna (0,53) não diferiram entre os cordeiros ( $P>0,05$ ), assim como nas médias de peso (139,20 g) e comprimento (16,2 cm) do fêmur (Tabela 6).

Tabela 6. Composição tecidual e Índice de musculosidade da perna (IMP) de cordeiros provenientes de ovelhas alimentadas no terço final da gestação com as dietas D0 e D20.

Variável	D0	D20	PR>F	EPM
Músculo: Osso	3,74	3,85	0,94	0,01
IMP	0,54	0,52	0,36	0,11
Peso fêmur (g)	138,39	140,02	0,60	0,10
Peso perna (kg)	2,358	2,368	0,88	0,03
Comprimento fêmur (cm)	16,00	16,35	0,49	0,16
Osso (%)	17,43	17,25	0,90	0,02
Musculo (%)	65,16	66,47	0,55	0,05
Gordura (%)	14,60	13,98	0,73	0,02
Outros (%)	2,81	2,31	0,22	0,20

\*Significância de 5% pelo Teste F. EPM: erro padrão da média.

D0: dieta contendo as exigências nutricionais preconizada pelo NRC (2006) para ovelhas no terço final de gestação; D20: dieta acrescida em 20% das exigências energéticas preconizadas pelo NRC (2006) para ovelhas no terço final de gestação.

Os músculos *Longissimus dorsi* dos cordeiros oriundos das ovelhas alimentadas com as dietas acrescidas, ou não, em 20% das exigências energéticas, tiveram médias semelhantes ( $P>0,05$ ) para comprimento máximo (5,39 cm), profundidade máxima (3,26 cm), espessura mínima (2,67 cm) e máxima (5,33 cm) de gordura, e área de olho de lombo (13,97 cm<sup>2</sup>), conforme dados constantes na Tabela 7.

Tabela 7. Medidas de comprimento (A) e profundidade máxima (B), espessuras mínima (C) e máxima (GR) de gordura, e área de olho de lombo (AOL) do músculo *Longissimus dorsi* de cordeiros provenientes de ovelhas alimentadas no terço final da gestação com as dietas D0 e D20.

Variável	D0	D20	PR>F	EPM
A (cm)	5,38	5,40	0,93	0,06
B (cm)	3,15	3,38	0,58	0,07
C (mm)	2,72	2,63	0,55	0,08
GR (mm)	5,28	5,39	0,74	0,55
AOL (cm <sup>2</sup> )	13,52	14,43	0,17	0,40

\*Significância de 5% pelo Teste F. EPM: erro padrão da média.

D0: dieta contendo as exigências nutricionais preconizada pelo NRC (2006) para ovelhas no terço final de gestação; D20: dieta acrescida em 20% das exigências energéticas preconizadas pelo NRC (2006) para ovelhas no terço final de gestação.

As características qualitativas da carne, tais como pH (5,67), temperatura (6,8 °C), cor (37,6 de L\*; 14,6 de a\*; 2,05 de b\*), perda de peso por descongelamento (2,61 %), capacidade de retenção de água (61,35%), maciez (2,83 kgf) e perda de peso por cocção (27,8 %), não diferiram ( $P>0,05$ ) entre os cordeiros oriundos das ovelhas alimentadas com as duas dietas experimentais (Tabela 8).

Tabela 8. Características qualitativas da carne do músculo *Longissimus lumborum* de cordeiros provenientes de ovelhas alimentadas no terço final da gestação com as dietas D0 e D20.

Variável	D0	D20	PR>F	EPM
pH 24 horas	5,69	5,66	0,63	0,04
Temperatura 45 minutos	37,35	37,53	0,84	0,01
Temperatura 24 horas	7,00	6,77	0,58	0,04
Cor 45 minutos				
L*	32,04	31,54	0,37	0,11
a*	12,16	12,66	0,38	0,11
b*	2,22	2,35	0,74	0,01
Cor 24 horas				
L*	37,72	37,40	0,83	0,01
a*	14,39	14,80	0,26	0,17
b*	1,91	2,19	0,71	0,02
PPD (%)	2,61	2,32	0,21	0,21
PPC (%)	27,80	22,60	0,09	0,34
CRA (%)	61,20	61,50	0,89	0,01
Maciez (kgf)	2,98	2,69	0,33	0,13

\*Significância de 5% pelo Teste F. EPM: erro padrão da média. Sendo, L\*: luminosidade; a\*: teor de vermelho; b\* teor de amarelo; PPD: perda de peso por descongelamento; PPC: perda de peso por cocção e CRA: capacidade de retenção de água.

D0: dieta contendo as exigências nutricionais preconizada pelo NRC (2006) para ovelhas no terço final de gestação; D20: dieta acrescida em 20% das exigências energéticas preconizadas pelo NRC (2006) para ovelhas no terço final de gestação.

A composição centesimal do músculo *Longissimus lumborum*, para minerais (1,07 %), proteína (19,6 %), gordura (2,08 %) e umidade (77, 8%), foram semelhantes ( $P>0,05$ ) entre os cordeiros oriundos das ovelhas alimentadas com, ou sem acréscimo energético das exigências para o terço final de gestação na dieta (Tabela 9).

Tabela 9. Composição centesimal do músculo *Longissimus lumborum* de cordeiros provenientes de ovelhas alimentadas no terço final da gestação com as dietas D0 e D20.

Variável (%)	D0	D20	PR>F	EPM
Minerais	1,10	1,04	0,42	0,09
Proteína	20,10	19,07	0,48	0,07
Gordura	1,89	2,27	0,48	0,07
Umidade	77,46	78,21	0,66	0,02

\*Significância de 5% pelo Teste F. EPM: erro padrão da média.

D0: dieta contendo as exigências nutricionais preconizada pelo NRC (2006) para ovelhas no terço final de gestação; D20: dieta acrescida em 20% das exigências energéticas preconizadas pelo NRC (2006) para ovelhas no terço final de gestação.

#### 4. DISCUSSÃO

É sabido que o desenvolvimento do músculo esquelético é vulnerável a disponibilidade de nutrientes durante a fase fetal, limitando o crescimento do músculo pós-natal, além de aumentar o tempo e custos necessários para obtenção do peso de mercado destes animais (DU et al., 2013; BELL; GREENWOOD, 2016).

As médias de pesos corporal no momento de entrada e saída do confinamento foram padronizados em 18,9 kg e 32,4 kg, respectivamente, com tempo médio de permanência no confinamento semelhante (54 dias) para os cordeiros filhos das ovelhas alimentadas com dieta acrescida ou não em 20% das exigências energéticas para a categoria no terço final de gestação. Paralelo a isto, observou-se que a ingestão média de matéria seca (1,05 kg) foi semelhante entre os cordeiros de ambos os grupos, repercutindo no aumento das médias de conversão alimentar (4,15). Os ganhos de pesos (0,254 kg) foram semelhantes entre os cordeiros filhos das ovelhas de ambos os tratamentos, e associadas ao peso corporal ao abate pré-determinado, resultaram em pesos de carcaças semelhantes, assim como seus respectivos rendimentos.

Apesar da similaridade nas características de carcaças dos cordeiros, os pesos de carcaça quente (PCQ) e fria (PCF), assim como os de rendimento verdadeiro (RV), foram superiores aos encontrados por Zundt et al (2006), ao estudarem cordeiros Santa Inês confinados provenientes de ovelhas suplementadas nos terços inicial, médio e final da gestação, com médias de 13,96 kg de PCQ, 13,61 kg de PCF e 56,53% de RV. Os valores de RV (56,51%) estão consonantes com os propostos por Sañudo & Sierra (1986) para carcaças ovinas. Vale ressaltar que a dieta D0 foi suficiente para atender a demanda nutricional de

ovelha no terço final de gestação, sem prejuízos no crescimento pós-natal dos cordeiros, por isso o acréscimo energético em 20% das exigências na dieta das ovelhas não influenciou as características de carcaça e, conseqüentemente, não repercutiu nas características qualitativas do músculo *Longissimus dorsi*, tais como comprimento e profundidade máxima, espessuras mínima e máxima de gordura, e área de olho de lombo (AOL).

Paganoni et al. (2013) avaliaram a repercussão da restrição alimentar de ovelhas da raça Merino no terço final da gestação, decorrentes do consumo de forrageiras perene ou leguminosas, nos valores de AOL e espessura de gordura do músculo *Longissimus dorsi* dos cordeiros. Os autores observaram maiores médias nas carcaças dos cordeiros cujas mães não sofreram restrição nutricional devido ao alto consumo de matéria seca disponível, com valores de 16,5 cm<sup>2</sup> de AOL e 1,22 mm de espessura de gordura, em comparação aos 15,8 cm<sup>2</sup> e 1,8 mm, respectivamente, obtidos nas carcaças dos cordeiros cujas mães tiveram menor consumo de forrageiras.

As médias do índice de musculosidade da perna (0,52), apesar de não diferiram nos cordeiros dos dois grupos, foram superiores aos 0,47 relatados por Endo et al. (2015), ao avaliarem o índice de musculosidade da perna de cordeiros Ile de France, alimentados com cana-de-açúcar in natura ou hidrolisada. O aporte nutricional oriundo da dieta D0 supriu as necessidades nutricionais do feto, não limitando seu crescimento pós-natal, assim, o acréscimo energético em 20% das exigências na dieta das ovelhas, não foi necessário para estimular a hiperplasia das células musculares durante o desenvolvimento fetal dos cordeiros.

A maior oferta de nutrientes durante o desenvolvimento fetal promove aumento no número de adipócitos formados e no tamanho das fibras musculares, enquanto a restrição promove a diminuição no número de fibras e aumento na concentração de colágeno, fatores que diminuem a maciez da carne de animais jovens (MOHRHAUSER et al., 2015). Entretanto este acréscimo energético em 20% na dieta das ovelhas não afetou as características qualitativas da carne proveniente do músculo *Longissimus lumborum* da carcaça dos cordeiros. Os valores de pH estão dentro da faixa de normalidade da carne ovina proposta por Sañudo et al. (1992), variando de 6,56 a 6,69 para pH 45 minutos, e de 5,66 a 5,78 para pH 24 horas, conferindo estabilidade aos parâmetros indicadores da qualidade da carne, como cor, capacidade de retenção de água e maciez, já que estão intimamente relacionados ao valor do pH (LEÃO et al., 2012). Os resultados obtidos neste estudo retificam as suposições dos autores, pois a associação de menores perdas por descongelamento e cocção, com aumento da



capacidade de retenção de água na carne, resultaram em maior retenção de nutrientes, suculência e maciez da carne, características desejáveis pelo consumidor.

Os parâmetros de  $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$  são responsáveis pela luminosidade, intensidades de vermelho e de amarelo, respectivamente, assim carnes que apresentem altos valores de  $L^*$  e  $b^*$  são consideradas pálidas e amarelas, ao passo que maiores valores de  $a^*$  indicam coloração mais vermelha e atrativa ao consumidor (MILTENBURG et al., 1992). De acordo com Sañudo et al. (2000a), para carne ovina a variação ideal está entre 30,03 a 49,47 para  $L^*$ , 8,24 a 23,53 para  $a^*$  e 3,38 a 11,10 por  $b^*$ . Observa-se que as dietas das ovelhas, acrescidas ou não, em 20% das exigências energéticas para o terço final de gestação, não influenciaram na coloração rósea da carne de cordeiro, pois os valores de  $L^*$  e  $a^*$  estão condizentes com os valores propostos pelos autores, apesar da pequena variação do teor de  $b^*$ . Leão et al. (2012) reportaram valores semelhantes de  $b^*$  na carne de cordeiros alimentados com dietas contendo cana-de-açúcar ou silagem de milho e dois níveis de concentrado, com médias de 2,12 e 4,93, aos 45 minutos e 24 horas, respectivamente.

A análise centesimal da carne reflete a variação da composição da carcaça, decorrente de vários fatores, dentre eles a nutrição. Porém observou-se que, o atendimento das exigências nutricionais de ovelhas no terço final de gestação (D0), foi suficiente para suprir as necessidades nutricionais dos cordeiros, resultando em carnes com composição centesimal semelhantes e valores próximos aos preconizados por Tornberg (2005) para a carne ovina, sendo 75% de umidade, 20% de proteína, 3% de gordura e 2% de substâncias não proteicas (minerais, vitaminas e carboidratos), aproximadamente.

## 5. CONCLUSÃO

O acréscimo energético em 20% na dieta das ovelhas no terço final de gestação não repercutiu no desempenho, nas características quantitativas da carcaça e nas qualitativas da carne de cordeiros provenientes de programação fetal em confinamento.

## 6. REFERÊNCIAS

- BELL, A.; GREENWOOD, P. Nutrition during gestation influences postnatal productivity of ruminant livestock. **Broadening Horizons**. v.1, n.30, p.1-3, 2016.
- BROWN, A.J.; WILLIAMS, D.R. Sheep carcass evaluation: measurement of composition using a standardized butchery method. Langford: Agricultural Research Council; **Meat Research Council**, 1979. 16p. (Memorandum, 38).

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, M.; WANG, B.; FU, X.; YANG, Q.; ZHU, M. Fetal programming in meat production. **Meat Science**, v.109, p.40-47, 2015.

DU, M.; TONG, J.; ZHAO, J.; UNDERWOOD, K.R.; ZHU, M.; FORD, S.P.; NATHANIELSZ, P.W. Fetal programming of skeletal muscle development in ruminant animals. **Journal Animal Science**, Champaign, v.88, Suppl. E, p. E51-E60, 2010.

DUARTE, M. S.; PAULINO, P. V.; FONSECA, M. A., DINIZ, L.L; SERÃO, N.V.; GOMIDE, L.A.; REIS, S.F.; COX, R.B. Influence of dental carcass maturity on carcass traits and meat quality of Nellore bulls. **Meat Science**, v.88, n.3, p.441-446, 2011.

ENDO, V.; SILVA SOBRINHO, A.G.; LIMA, N.L.L.; MANZI, G.M.; CIRNE, L.G.A.; SANTANA, V.T.; ALMEIDA, F.A. Muscularity and leg tissue composition of lambs fed with hydrolyzed sugarcane. **World Academy of Science, Engineering and Technology**, v. 6, n. 7, 2012.

HAMM, R. **Functional properties of the myofibrillar system and their measurements**. In: Bechtel, P.J (Ed.), *Muscle as food*. Academic Press Inc., New York, 1986, pp. 135-199.

KOOHMARAIE, M. et al. Meat toughening does not occur when rigor shortening is prevented. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 74, n. 12, p. 2935-2942, 1996.

LEÃO, A.G.; SILVA SOBRINHO, A.G.; MORENO, G.M.B.; SOUZA, H.B.A.; GIAMPIETRO, A.; ROSSI, R.C.; PEREZ, H.L. Características físico-químicas e sensoriais da carne de cordeiros terminados com dietas contendo cana-de-açúcar ou silagem de milho e dois níveis de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.41, n.5, p.1253-1262, 2012.

MAPA. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 07 de janeiro de 2000. Regulamento técnico de métodos de insensibilização para o abate humanitário de animais de açougue. S.D.A / M.A.A. **Diário Oficial da União**, Brasília. Sec.I.P.14-16.

MILTENBURG, G. A. J.; WENSING, T. H.; SMULDERS, F. J. M. Relationships between blood hemoglobin, plasma and tissue iron, muscle heme pigment, and carcass color of veal. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 70, p. 2766-2772, 1992.

MOHRHAUSER, D.A.; TAYLOR, A.R.; GONDA, M.G.; UNDERWOOD, K.R.; PRITCHARD, R.H.; WERTZ-LUTZ, A.E.; BLAIR, A.D. The influence of maternal energy status during mid-gestation on beef offspring tenderness, muscle characteristics, and gene expression. **Meat Science**, v.110, p. 201-211, 2015.

NRC. **NATIONAL RESEARCH COUNCIL**. Nutrients requirements of sheep. Washington, DC: National Academies Press, 2006. 362p.

OSÓRIO, J. C. S., OSÓRIO, M. T. M., PEDROSO, C. E. S., MUNÓZ, S., ESTEVES, R., MENDONÇA, G., CORRÊA, F. **Zootecnia de ovinos**. Editora da Universidade PREC/UFPEL. Pelotas, 2005. 243p.

PAGANONI, B.L.; OLDHAM, C.M.; FERGUSON, M.B.; THOMPSON, A.N.; VERCOE, P.E.; GORDON, D.G. Ewe nutrition during pregnancy and birthweight of lambs has minimal impact on fat and eye muscle depth in Merino progeny. **Animal Production Science**, v. 53, p. 509–515, 2013.

PAULINO, M. F. Estratégias de suplementação para bovinos em pastejo. In: SIMCORTE, 1.1999, Viçosa - MG. **Anais**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, p.137-156, 1999.

PURCHAS, R.W.; DAVIES, A.S.; ABDULLAH, A.Y. An objective measure of muscularity: changes with animal growth and differences between genetic lines of southdown sheep. **Meat Science**, v.30, p.81-94, 1991.

RAMOS, E. M.; GOMIDE, L. A. M. **Avaliação da qualidade de carnes: fundamentos e metodologias**. 5. ed. Viçosa: UFV, 2007. 599 p.

SAÑUDO, C. **La calidad organoléptica de la carne com especial referencia a la especie ovina. Factores que la determinam, metodos de medida y causas de variacion**. Zaragoza: Facultad de Veterinaria – Departamento Producción Animal y Ciencia de los Alimentos, 1992. 117p

SAÑUDO, C.; ALFONSO, M.; SÁNCHEZ, A.; DELFA, R.; TEIXEIRA, A. Carcass and meat quality in light lambs from different fat classes in the EU carcass classification system. **Meat Science**, v.56 p.89-94, 2000a.

SAÑUDO, C.; SIERRA, I. Calidad de la canal en la especie ovina. **Ovino**, n.11, p.127-57, 1986.

SILVA SOBRINHO, A.G.; SAÑUDO, C.; OSÓRIO, J.C.S.; ARRIBAS, M.M.C.; OSÓRIO, M.T.M. **Produção de carne ovina**. 1ª Ed. Jaboticabal: FUNEP – Fundação de Apoio a Pesquisa, Ensino e Extensão. 2008. 228p.

SILVA SOBRINHO, A.G.; KADIM, I.T.; PURCHAS, R.W. Effect of genotypes and age on carcass and meat quality characteristics of ram lambs. **Agricultural and Marine Sciences**, v.8, p.73-78, 2003.

SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 3. ed. Viçosa: UFV, 2002. 235 p.

SWANSON, T. J.; HAMMER, C.J.; LUTHER, J. S.; CARLSON, D.B.; TAYLOR, J.B.; REDMER, D.A.; NEVILLE, T.L.; REED, J.J.; L.P.; CATON, J.S.; VONNAHME, K.A. Effects of gestational plane of nutrition and selenium supplementation on mammary development and colostrum quality in pregnant ewe lambs. **Journal of Animal Science**, v.86, p.2415-2423, 2008.

TORNBERG, E. Effects of heat on meat proteins - Implications on structure and quality of meat products. **Meat Science**, Champaing, v. 70, n. 3, p. 493-508, 2005.

VAN WYK, J. A.; BATH, G. F. The FAMACHA system for managing haemonchosis in sheep and goats by clinically identifying individual animals for treatment. **Veterinary Research**, Les Ulis, v. 33, n. 5, p. 509-529, 2002.

VONNAHME, K. A. How the maternal environment impacts fetal and placental development: implications for livestock production. **Animal Reproduction**, v.9, p.789-79, 2012

ZUNDT, M.; MACEDO, F.A.F.; ASTOLPHI, J.L.L.; MEXIA, A.A.; SAKAGUTI, E.S. Desempenho e características de carcaça de cordeiros Santa Inês confinados, filhos de ovelhas submetidas à suplementação alimentar durante a gestação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.3, p.928-935, 2006.

WHEELER, T.L.; KOOHMARAIE, M. The extent of proteolysis is independent of sarcomere length in lamb Longissimus dorsi and Psoas major. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 77, n. 9, p. 2444-2451, 2002.

#### **CAPÍTULO 4. MORFOMETRIA DO TRATO GASTRINTESTINAL E CONSUMO DE NUTRIENTES DE CORDEIROS CONFINADOS PROVENIENTES DE PROGRAMAÇÃO FETAL**

A nutrição materna exerce forte influência no desenvolvimento e crescimento da prole, conceito atualmente denominada de programação fetal. Foram utilizados vinte cordeiros, filhos de quarenta ovelhas Ile de France recebendo dietas contendo dois níveis de energia, uma para atender as exigências nutricionais do terço final de gestação (D0), e outra acrescida em 20% das exigências de energia para tal categoria (D20), caracterizando a programação fetal, segundo recomendações do NRC (2006). Avaliou-se a influência nutricional das dietas na morfometria dos componentes gastrintestinais (peso e comprimento dos componentes, espessura da camada muscular e altura das vilosidades) de cordeiros confinados, oriundos ou não, da programação fetal. O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado, com 2 tratamentos e 10 repetições, sendo as médias comparadas pelo teste F, nível de significância de 5%, pelo programa SAS (versão 9.2). O consumo de nutrientes dos cordeiros produtos das ovelhas que receberam dietas D0 e D20 foram similares ( $P>0,05$ ), de 1,10 kg e 1,02 kg de matéria seca, respectivamente. A morfometria dos componentes do intestino delgado dos cordeiros foi semelhante ( $P>0,05$ ), com médias de 25,7 m de comprimento e 1,2 mm de espessura, sugerindo que o acréscimo energético de 20% na dieta das ovelhas não foi suficiente para promover hiperplasia das células da camada muscular. As alturas médias das papilas gástricas e vilosidades dos componentes do intestino delgado não diferiram ( $P>0,05$ ) para os cordeiros filhos das ovelhas alimentadas com as dietas D0 e D20, sendo de 160  $\mu$  no rúmen, 97,47  $\mu$  no retículo, 76,48  $\mu$  no omaso, 87,86  $\mu$  no abomaso, 88,29  $\mu$  no duodeno, 18,43  $\mu$  no jejuno e 19,93  $\mu$  no íleo. Concluiu-se que a morfometria dos componentes gastrintestinais e o consumo voluntário de nutrientes de cordeiros confinados provenientes da programação fetal não foram modificados pelo maior aporte energético oriundos da dieta das ovelhas.

**Palavras-chave:** Nutrição materna, Ovinos, Vilosidade

## **1. INTRODUÇÃO**

O desenvolvimento dos animais é afetado por diversos fatores, dentre eles a alimentação. Ovinos em planos nutricionais inferiores à sua exigência tendem a não expressar todo seu potencial genético, atingindo pesos inferiores àquele programado geneticamente (NRC, 2006). Em meados do ano 2000, pesquisas começaram a investigar se as diferenças ao longo da vida dos animais, em termos de desempenho na produção e a possível transmissão desses efeitos entre as gerações, poderiam ser explicadas pelo conceito denominado programação fetal (WU et al., 2006).

A nutrição inadequada da ovelha pode comprometer o desenvolvimento do cordeiro, particularmente no final da gestação, acarretando modificações no crescimento pré e pós-natal, pois sabe-se que somente nesta fase ocorre a hipertrofia das fibras primárias e hiperplasia das secundárias, promovendo maior desenvolvimento muscular e consequentemente maior ganho de peso dos cordeiros (GERASEEV et al., 2000; ZUNDT et al., 2006).

Além de alterações metabólicas, a restrição de nutrientes durante a fase intrauterina pode provocar 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 estudo do epitélio dos compartimentos gástricos e intestinos podem ser utilizados para avaliar a eficiência do aproveitamento das dietas fornecidas aos animais, e posteriormente, a absorção dos nutrientes fornecidos (FRANZO et al., 2007; XU et al., 2009; SANDERS et al., 2011; CAVALCANTI et al., 2014).

Na literatura, encontram-se vários artigos sobre as características adaptativa das papilas e vilosidades do trato gastrointestinal à dieta, no entanto, são escassos relatos que elucidam a repercussão da programação fetal na morfometria destas estruturas. Deste modo, avaliou-se a influência nutricional das dietas com dois níveis de energia, sendo uma dieta controle para atender as exigências nutricionais do terço final de gestação (D0), e outra acrescida em 20% das exigências de energia para a categoria (D20), na morfometria dos componentes gastrointestinais de cordeiros confinados.

## **2. MATERIAL E MÉTODOS**

Os procedimentos experimentais foram aprovados pela Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA) da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, processo nº. 018943/14.

O experimento foi realizado na Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias da Universidade Estadual Paulista (FCAV/Unesp), Campus de Jaboticabal, São Paulo, localizada a 21°15'22" de latitude Sul e 48°18'58" de latitude Oeste, com altitude de 595 m. A fase de campo foi realizada no Setor de Ovinocultura, as avaliações de desempenho dos ovinos e coleta dos componentes gastrintestinais no Laboratório de Produção Ovina e a confecção e leitura das lâminas histológicas no Departamento de Anatomia e Fisiologia Animal, pertencentes a esta Instituição Universitária.

Utilizou-se 40 ovelhas da raça Ile de France, com idade média de 20 meses e peso corporal médio de 60 kg, acasaladas com o mesmo carneiro Ile de France, por monta natural, durante a estação de monta. Ao atingirem 100 dias de gestação, com auxílio do aparelho de ultrassom, foram separadas 20 ovelhas em gestação simples, as quais foram divididas em dois grupos de 20 animais, alocados em 2 piquetes de 0,50 ha, cultivados com tifton-85 (*Cynodon dactylon*), os quais eram roçados semanalmente para manutenção da altura do dossel forrageiro em 4 cm, para não influenciar no consumo da dieta, provido de comedouros e bebedouros. As dietas fornecidas às ovelhas continham dois níveis de energia, sendo uma para atender as exigências nutricionais do terço final de gestação (D0), e outra acrescida em 20% das exigências de energia para a categoria (D20), segundo as recomendações do NRC (2006). A composição percentual dos ingredientes pode ser visualizada na Tabela 1. As dietas foram oferecidas as 7 e às 17 h, de forma a permitir 10% de sobras, recolhidas diariamente, pesadas e subtraídas do total fornecido, para quantificar o consumo de alimento. Amostras das dietas, tanto do fornecido quanto das sobras, foram coletadas semanalmente, para posteriores análises bromatológicas.

Tabela 1. Composição percentual dos ingredientes e químico-bromatológica das dietas experimentais de ovelhas no terço final da gestação.

Composição	Dieta	
	D0	D20
<b>Ingrediente (%MS)</b>		
Silagem de milho	70,00	30,00
Farelo de soja	19,88	20,90
Milho grão moído	8,16	43,10
Suplemento mineral e vitamínico <sup>1</sup>	1,00	1,00
Calcário calcítico	0,54	0,80
Fosfato bicálcico	0,22	0,00
Óleo de soja	0,00	4,00
Sal comum	0,20	0,20
<b>Químico-bromatológica</b>		
Matéria seca	48,79	72,41
Matéria orgânica <sup>2</sup>	93,14	94,35
Proteína bruta <sup>2</sup>	15,47	15,59
Extrato etéreo <sup>2</sup>	2,85	6,99
Matéria mineral <sup>2</sup>	6,86	5,65
Fibra em detergente neutro <sup>2</sup>	42,74	25,62
Fibra em detergente ácido <sup>2</sup>	25,88	13,94
Carboidratos totais <sup>2</sup>	74,82	71,77
Carboidratos não fibrosos <sup>2</sup>	32,08	46,15
Energia metabolizável (Mcal. kg <sup>-1</sup> MS)	2,39	2,87

<sup>1</sup>Níveis de garantia por kg do produto: cálcio 120g, cloro 90g, sódio 62g, magnésio 54g, fósforo 50g, enxofre 34g, zinco 1600mg, manganês 1500mg, ferro 1064mg, Flúor (Max) 730mg, cobre 50mg, iodo 25mg, selênio 20mg, cobalto 10mg e vitamina A 100.000 UI, vitamina D3 40.000 UI e vitamina E 600 UI; <sup>2</sup> % da matéria seca (MS).

D0: dieta contendo as exigências nutricionais preconizada pelo NRC (2006) para ovelhas no terço final de gestação; D20: dieta acrescida em 20% das exigências energéticas preconizadas pelo NRC (2006) para ovelhas no terço final de gestação.

Após o parto, as ovelhas foram alocadas no piquete maternidade, de 1 ha, cultivado com tifton-85 (*Cynodon dactylon*), provido de comedouro e bebedouro, no qual foi ofertado dieta preconizada pelo NRC (2006) para a fase de lactação e, no creep-feeding, suplemento para os cordeiros na fase de aleitamento. Para as avaliações morfométricas do trato gastrointestinal foram utilizados 20 cordeiros machos não castrados, da raça Ile de France, provenientes dos partos simples destas fêmeas, sendo dez animais de cada lote. Foram desmamados 60 dias após o parto, com média de 18 kg de peso corporal, identificados de acordo com a dieta ofertadas para as ovelhas, everminados, vacinados contra clostridioses e alojados em baias individuais de 1m<sup>2</sup>, com piso ripado e suspenso, equipadas com comedouro e bebedouro individuais, instaladas em galpão coberto. Os cordeiros foram pesados a cada 14



dias, com monitoramento da haemoncose pelo método Famacha® (VAN WYK & BATH, 2002) e acompanhamento do peso médio corporal para o abate, estipulado em 32 kg.

A dieta fornecida aos cordeiros teve relação volumoso: concentrado 40:60, compondo dieta com 16% de proteína bruta (PB) e 3,00 Mcal de energia metabolizável/kg de MS, de acordo com as recomendações preconizadas pelo NRC (2006) para atender as exigências de cordeiros em crescimento com ganho médio de peso diário de 300g (Tabela 2). O fornecimento diário foi realizado às 7 e 17h, de forma a permitir 10% de sobras.

Tabela 2. Composição percentual dos ingredientes e químico-bromatológica da dieta experimental para cordeiros em confinamento.

Composição	Dieta
<b>Ingrediente (% MS)</b>	
Silagem de milho	40,00
Farelo de soja	21,00
Milho grão moído	36,25
Suplemento mineral e vitamínico <sup>1</sup>	1,00
Calcário	0,30
Fosfato bicálcico	1,45
<b>Químico-bromatológica</b>	
Matéria seca	66,28
Proteína bruta <sup>2</sup>	15,88
Extrato etéreo <sup>2</sup>	3,07
Matéria mineral <sup>2</sup>	6,77
Fibra em detergente neutro <sup>2</sup>	30,21
Fibra em detergente ácido <sup>2</sup>	17,04
Energia metabolizável (Mcal/kg MS)	2,64

<sup>1</sup>Níveis de garantia por kg do produto: cálcio 120g, cloro 90g, sódio 62g, magnésio 54g, fósforo 50g, enxofre 34g, zinco 1600mg, manganês 1500mg, ferro 1064mg, Flúor (Max) 730mg, cobre 50mg, iodo 25mg, selênio 20mg, cobalto 10mg e vitamina A 100.000 UI, vitamina D3 40.000 UI e vitamina E 600 UI; <sup>2</sup> % da matéria seca (MS).

Os cordeiros foram abatidos após jejum de dieta sólida por 16 horas, seguindo as normas do abate humanitário (MAPA, 2000). Após a esfolagem, os não-componentes da carcaça foram separados, lavados, medidos e pesados, para determinação do comprimento, espessura e peso relativo destas estruturas. Foram coletadas amostras dos compartimentos gástricos e segmentos do intestino delgado (duodeno, jejuno e íleo) para elaboração de lâminas histológicas.

As amostras dos componentes gastrintestinais foram fixadas por imersão em solução de Bouin durante 24 horas. Em seguida, o material foi submetido à desidratação em séries

crenças de álcool. As amostras foram recortadas, diafanizadas em benzol e processadas para incluir o material em paraplást. Em seguida, foram realizados cinco cortes histológicos de cinco micrômetros ( $\mu\text{m}$ ) de espessura. O material coletado do rúmen, retículo, omaso e abomaso foram corados com Hematoxilina e Eosina – HE, enquanto o duodeno, jejuno e íleo, com Ácido Periódico-Schiff e Hematoxilina. Nas lâminas histológicas foram mensuradas a altura das papilas e vilosidades, assim como a espessura da camada muscular destes órgãos. Estas medidas foram realizadas com auxílio de uma régua com escala em micrômetro, no momento da observação das lâminas no fotomicroscópio. As imagens foram capturadas com auxílio de microcâmara digital acoplada ao fotomicroscópio e analisadas quanto à morfometria no software ImagePro Plus®, Media Cybernetics, Brasil, versão 4.1, sendo a nomenclatura anatômica utilizada a recomendada pelo International Committee on Veterinary Gross Anatomical Nomenclature (2012).

Com base nos dados coletados, determinou-se a morfometria do trato gastrointestinal (peso e comprimento do segmento, espessura da camada muscular e altura das vilosidades). O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com 2 tratamentos e 10 repetições, sendo as médias comparadas pelo teste F, com nível de significância de 5%, auxiliado pelo programa estatístico SAS (versão 9.2).

### **3. RESULTADOS**

Os pesos de entrada e saída dos cordeiros no confinamento foram estabelecidos em 18,9 e 32,4 kg, respectivamente. Na tabela 3 verifica-se que o consumo de nutrientes não diferiu ( $P>0,05$ ) entre os cordeiros oriundos de ovelhas que tiveram acréscimo ou não, em 20% das exigências energéticas para o terço final de gestação na dieta, com médias de consumo diário de matéria seca de 1,100 e 1,020 kg, respectivamente.

Tabela 3. Consumo voluntário diário de nutrientes de cordeiros Ile de France provenientes de ovelhas alimentadas no terço final da gestação com as dietas D0 e D20.

Variável	D0	D20	PR>F	EPM
CMS (% PC)	4,40	4,08	0,09	0,30
MN (kg/d)	1,66	1,54	0,09	0,25
MS (kg/d)	1,10	1,02	0,09	0,30
MM (kg/d)	0,07	0,07	0,09	0,20
PB (kg/d)	0,17	0,16	0,09	0,31
EE (kg/d)	0,03	0,03	0,09	0,30
FDN (kg/d)	0,33	0,31	0,09	0,30
FDA (kg/d)	0,19	0,17	0,09	0,31
CHOT <sup>a</sup> (kg/d)	0,82	0,76	0,09	0,29
CNF <sup>b</sup> (kg/d)	0,49	0,45	0,09	0,30
LIG (kg/d)	0,02	0,02	0,09	0,31
EM (Mcal/ kg MS)	2,90	2,69	0,09	0,30

\*Significância de 5% pelo Teste F. CMS = consumo de matéria seca em relação ao peso corporal; MN = matéria natural; MS= matéria seca; MM= matéria mineral. MO= matéria orgânica; PB= proteína bruta; EE= extrato etéreo; FDN= fibra em detergente neutro; FDA= fibra em detergente ácido; CHOT= carboidratos totais; CNF= carboidratos não fibrosos; LIG= lignina; EM= energia metabolizável. <sup>a</sup>CHOT = 100 - (%PB+%EE+%MM). <sup>b</sup>CNF = CHOT - FDN. EPM = erro padrão da média. PC = peso corporal.

D0: dieta contendo as exigências nutricionais preconizada pelo NRC (2006) para ovelhas no terço final de gestação; D20: dieta acrescida em 20% das exigências energéticas preconizadas pelo NRC (2006) para ovelhas no terço final de gestação.

Observa-se que os não-componentes da carcaça não diferiram ( $P>0,05$ ) entre os cordeiros oriundos de ovelhas que tiveram acréscimo ou não, em 20% da exigência em energia para o terço final de gestação na dieta, com pesos médio total de 9,01 kg para os cordeiros oriundos das ovelhas alimentadas com a dieta D0 e 9,39 Kg para os cordeiros filhos das ovelhas da dieta D20, correspondendo, aproximadamente, a 28,80% e 29,50%, respectivamente, do peso corporal ao abate (Tabela 4).

Tabela 4. Peso, em quilos, dos não componentes da carcaça de cordeiros Ile de France, provenientes de ovelhas alimentadas no terço final da gestação com as dietas D0 e D20.

Variável	D0	%PCA	D20	%PCA	PR>F	EPM
Sangue	1,18	3,76	1,37	4,31	0,23	0,19
Pele	3,05	9,74	3,14	9,88	0,80	0,01
Língua	0,07	0,15	0,07	0,22	0,23	0,19
Esôfago	0,05	0,16	0,05	0,15	0,21	0,32
Aparelho respiratório + traquéia	0,48	1,53	0,45	1,41	0,09	0,35
Aparelho reprodutor + bexiga	0,29	0,92	0,30	0,94	0,83	0,07
Baço	0,05	0,15	0,06	0,18	0,54	0,05
Fígado	0,55	1,75	0,53	1,66	0,33	0,13
Coração	0,13	0,41	0,15	0,47	0,40	0,10
Rins + gordura perirrenal	0,20	0,63	0,20	0,62	0,99	0,01
Pâncreas	0,03	0,09	0,04	0,12	0,21	0,21
GM_GO	0,48	1,53	0,54	1,69	0,39	0,11
Cabeça	1,62	5,17	1,65	5,19	0,56	0,05
Extremidade dos membros	0,82	2,61	0,82	2,58	0,41	0,09
Total	9,01	28,80	9,39	29,50	0,11	0,25

\*Significância de 5% pelo Teste F. AR\_B= Aparelho reprodutor (pênis + testículo + bexiga); AR\_T= Aparelho respiratório (pulmão + diafragma) + traqueia; Rins\_G= Rins + gordura perirrenal; GM\_GO = Gordura mesentérica + gordura omental. EPM = erro padrão da média. %PCA = percentual do peso corporal ao abate. D0: dieta contendo as exigências nutricionais preconizada pelo NRC (2006) para ovelhas no terço final de gestação; D20: dieta acrescida em 20% das exigências energéticas preconizadas pelo NRC (2006) para ovelhas no terço final de gestação.

Os componentes gastrintestinais (rúmen, retículo, omaso, abomaso, duodeno, jejuno e íleo) avaliados nos cordeiros tiveram pesos vazios semelhantes ( $P>0,05$ ), totalizando média de 1,5 kg, correspondendo a 5,7% do peso corporal ao abate (Tabela 5).

Tabela 5. Peso, em quilos, dos componentes gastrintestinais de cordeiros Ile de France provenientes de ovelhas alimentadas no terço final da gestação com dietas contendo dois níveis de energia, uma para atender as exigências nutricionais (D0) e outra acrescida em 20% das exigências energéticas (D20) desta categoria.

Variável	D0	%PCA	D20	%PCA	PR>F	EPM
Rúmen	0,53	1,69	0,48	1,51	0,82	0,02
Reticulo	0,07	0,22	0,07	0,22	0,07	0,01
Omaso	0,07	0,22	0,06	0,18	0,78	0,01
Abomaso	0,14	0,44	0,16	0,50	0,38	0,01
Duodeno	0,03	0,09	0,03	0,09	0,57	0,01
Jejuno	0,64	2,64	0,55	1,73	0,42	0,06
Íleo	0,15	0,47	0,15	0,47	0,11	0,01
Intestino grosso	2,15	4,86	1,89	5,94	0,12	0,10
Total	3,65	11,66	3,39	10,67	0,21	0,32

\*Significância de 5% pelo Teste F. EPM = erro padrão da média. %PCA = percentual do peso corporal ao abate. D0: dieta contendo as exigências nutricionais preconizada pelo NRC (2006) para ovelhas no terço final de gestação; D20: dieta acrescida em 20% das exigências energéticas preconizadas pelo NRC (2006) para ovelhas no terço final de gestação.

As porções amostradas nos segmentos do intestino delgado (duodeno, jejuno e íleo) dos cordeiros filhos das ovelhas submetidas às duas dietas experimentais tiveram médias semelhantes ( $P>0,05$ ) para comprimento (0,89; 22,61 e 2,16m, respectivamente) e espessura (0,92, 1,31 e 1,2 mm, respectivamente), conforme dados constantes na Tabela 6.

Tabela 6. Comprimento e espessura dos componentes do intestino delgado, de cordeiros Ile de France provenientes de ovelhas alimentadas no terço final da gestação com as dietas D0 e D20.

Variável	D0	D20	PR>F	EPM
<b>Comprimento<sup>1</sup> (m)</b>				
Duodeno	0,83	0,95	0,36	0,12
Jejuno	20,89	24,33	0,19	0,22
Íleo	2,20	2,12	0,92	0,01
<b>Espessura<sup>2</sup> (mm)</b>				
Duodeno	0,82	1,03	0,19	0,26
Jejuno	1,44	1,18	0,66	0,03
Íleo	1,39	1,02	0,16	0,25

\*Significância de 5% pelo Teste F. <sup>1</sup>M= metro; <sup>2</sup>mm= milímetro. EPM = erro padrão da média. D0: dieta contendo as exigências nutricionais preconizada pelo NRC (2006) para ovelhas no terço final de gestação; D20: dieta acrescida em 20% das exigências energéticas preconizadas pelo NRC (2006) para ovelhas no terço final de gestação.

Também foram semelhantes ( $P>0,05$ ) as espessuras da camada muscular dos componentes gastrintestinais, com valores de 124,5  $\mu$  no rúmen, 101,8  $\mu$  no retículo, 88,1  $\mu$  no omaso, 125,5  $\mu$  no abomaso, 67,3  $\mu$  no duodeno, 43,9  $\mu$  no jejuno e 51,42  $\mu$  no íleo (Tabela 7).

Tabela 7. Espessura da camada muscular, em micrômetros, dos componentes gastrintestinais de cordeiros Ile de France provenientes de ovelhas alimentadas no terço final da gestação com as dietas D0 e D20.

Variável	D0	D20	PR>F	EPM
Rúmen	121,26	127,67	0,68	0,86
Reticulo	120,33	83,32	0,19	0,34
Omaso	87,33	88,73	0,06	0,56
Abomaso	125,88	125,50	0,47	0,30
Duodeno	66,29	68,39	0,627	0,86
Jejuno	44,10	43,75	0,82	0,31
Íleo	51,22	51,62	0,63	0,32

\*Significância de 5% pelo Teste F. EPM = erro padrão da média.

D0: dieta contendo as exigências nutricionais preconizada pelo NRC (2006) para ovelhas no terço final de gestação; D20: dieta acrescida em 20% das exigências energéticas preconizadas pelo NRC (2006) para ovelhas no terço final de gestação.

A mensuração das alturas das papilas das cavidades gástricas (rúmen, retículo, omaso e abomaso) e vilosidades do intestino delgado (duodeno, jejuno e íleo) dos cordeiros provenientes da programação fetal, assim como suas respectivas camadas musculares, estão indicados nas figuras de 1 e 2.

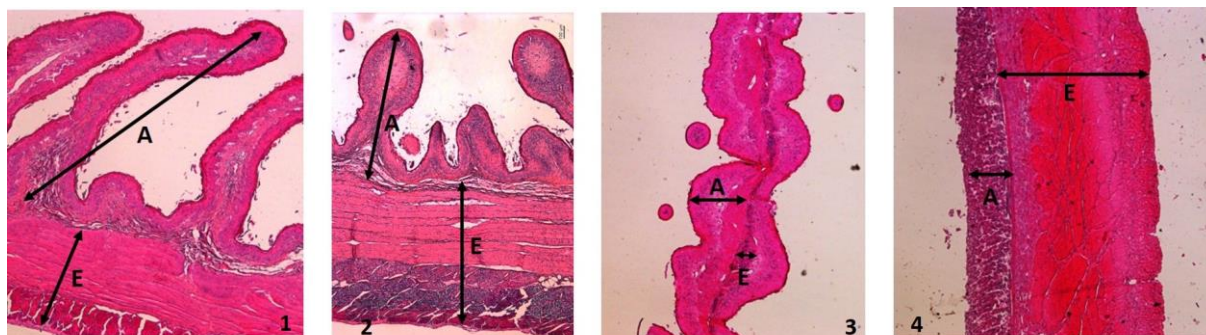


Figura 1. Papilas das cavidades gástricas (1: rúmen; 2: retículo; 3: omaso e 4: abomaso) de cordeiros Ile de France oriundos de programação fetal, em que A corresponde a variável altura e E a espessura da camada muscular.

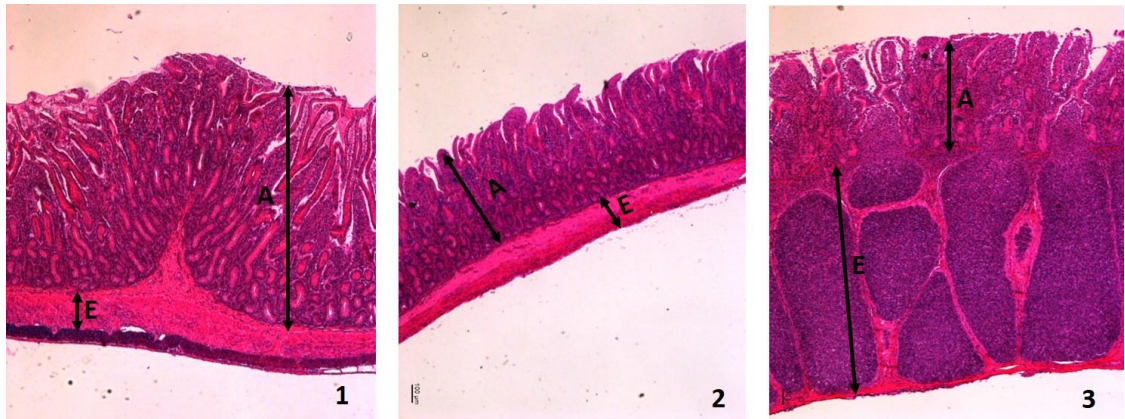


Figura 2. Vilosidades dos componentes do intestino delgado (1: duodeno; 2: jejuno e 3: íleo) de cordeiros Ile de France oriundos de programação fetal, em que A corresponde a variável altura e E a espessura da camada muscular.

O tamanho das papilas e vilosidades dos referidos componentes gastrintestinais não diferiram ( $P>0,05$ ) nos cordeiros filhos das ovelhas submetidas às duas dietas experimentais, com médias de 160,1  $\mu$  nas papilas do rúmen, 97,5  $\mu$  no retículo, 76,5  $\mu$  no omaso e 87,8  $\mu$  no abomaso, e médias de 88,2  $\mu$  nas vilosidades do duodeno, 18,4  $\mu$  no jejuno e 19,9  $\mu$  no íleo (Tabela 8).

Tabela 8. Tamanho de papilas e vilosidade, em milímetros, dos componentes gastrintestinais de cordeiros Ile de France provenientes de ovelhas alimentadas no terço final da gestação com as dietas D0 e D20.

Variável	D0	D20	PR>F	EPM
Rúmen	158,90	161,32	0,070	0,344
Reticulo	95,33	99,61	0,144	0,962
Omaso	76,82	76,14	0,417	0,413
Abomaso	89,00	86,73	0,441	0,561
Duodeno	87,88	88,7	0,479	0,515
Jejuno	18,77	18,10	0,456	0,216
Íleo	19,33	20,54	0,678	0,257

\*Significância de 5% pelo Teste F. EPM = erro padrão da média.

D0: dieta contendo as exigências nutricionais preconizada pelo NRC (2006) para ovelhas no terço final de gestação; D20: dieta acrescida em 20% das exigências energéticas preconizadas pelo NRC (2006) para ovelhas no terço final de gestação.

#### 4. DISCUSSÃO

O nascimento de cordeiros mais eficientes e com maior desempenho pode ser viabilizado pelo manejo nutricional adequado das ovelhas durante a gestação, além de influenciar o desenvolvimento e a morfologia dos componentes gastrintestinais dos animais jovens.

O consumo de nutrientes influencia no desempenho animal, principalmente pela qualidade da dieta fornecida, pois quanto maior o consumo, mais nutrientes disponíveis e maior a produtividade dos animais (MERTENS, 2007). No entanto, as médias de consumo dos cordeiros filhos das ovelhas que tiveram dieta acrescida ou não, em 20% das exigências de energia para o terço final de gestação, foram similares, correspondendo aproximadamente a 4% do peso corporal.

Do mesmo modo que a morfologia corporal dos animais, o crescimento visceral é determinado pelo plano nutricional, principalmente nos tecidos responsáveis pela absorção e metabolização primária dos compostos absorvidos, como o trato gastrintestinal e o fígado. Assim, a restrição nutricional tem forte efeito sobre a morfofisiologia visceral (CAVALCANTI et al., 2014). Estima-se que a superalimentação das ovelhas durante o terço final da gestação promoveria maior aporte de nutrientes para o desenvolvimento fetal, principalmente nos componentes gastrointestinais. No entanto, o acréscimo energético em 20% na dieta das mães não repercutiu no peso dos não componentes da carcaça de seus cordeiros, sendo as médias semelhantes para os dois grupos, totalizando 9,01 kg de não componentes para os cordeiros filhos das ovelhas alimentadas com a D0 e 9,39 kg para os da D20.

O peso, o comprimento e a espessura dos componentes do intestino delgado dos cordeiros foram similares para os filhos das ovelhas que tiveram dieta acrescida ou não, em 20% das exigências de energia para o terço final de gestação, corroborando com os valores médios descritos por Schummer et al (1979) para a categoria ovina. Nota-se que os três componentes tiveram aumento proporcional para as medidas de comprimento e espessura. Fato semelhante foi relatado por Camilo et al. (2012), ao avaliarem o fornecimento de dietas contendo diferentes níveis de energia para ovelhas no terço final de gestação, observaram que dietas contendo 2,62 Mcal/kg de MS promoveram aumento de 0,14% no peso e comprimento do intestino delgado de cordeiros da raça Morada Nova, ampliando a digestão e absorção de nutrientes neste órgão.



O tamanho das papilas e vilosidades dos componentes gastrintestinais tiveram similaridade ( $P>0,05$ ) entre os cordeiros filhos das ovelhas alimentadas com as dietas D0 e D20. Os valores obtidos na mensuração das vilosidades intestinais no duodeno corroboram com os valores obtidos por Montenegro e Siqueira (2002), média de 88,2  $\mu\text{m}$ , ao avaliarem cordeiros  $\frac{1}{2}$  Ile de France  $\frac{1}{2}$  Corriedale alimentados com a mesma relação volumoso: concentrado do presente estudo.

Não foram observadas disparidade ( $P>0,05$ ) nas camadas musculares dos componentes dos tratos gastrintestinais. As demandas energéticas para manutenção da gestação e desenvolvimento fetal foram atendidas com o fornecimento da dieta D0 para as ovelhas no terço final de gestação, assim o acréscimo energético em 20% das exigências na dieta das ovelhas não foi necessário para estimular a hiperplasia das células primárias. Estima-se que o fornecimento de dietas contendo a mesma composição percentual bromatológica associada às médias semelhantes de consumo voluntário de nutrientes pelos cordeiros, foram os fatores determinantes para a similaridade na morfometria dos componentes avaliados.

## 5. CONCLUSÃO

A morfometria dos componentes gastrintestinais e o consumo voluntário de nutrientes de cordeiros confinados provenientes da programação fetal não foram modificados pelo maior aporte energético oriundos da dieta das ovelhas.

## 6. REFERÊNCIAS

- CAMILO, D. A.; PEREIRA, E. S.; PIMENTEL, P. G.; COSTA, B. R. G. F.; MIZUBUTI, I. Y.; RIBEIRO, E. L. A.; CAMPOS, A. C. N.; PINTO, A. P.; MORENO, G. M. B. Peso e rendimento dos componentes não-carcaça de ovinos Morada Nova alimentados com diferentes níveis de energia metabolizável. **Semina: Ciências Agrárias**, v.33, n.6, p.2429-2440, 2012.
- 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, abr. 2014.
- 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.
- GERASEEV, L.C.; PEREZ, J.R.O.; CARVALHO, P.A.; OLIVEIRA, R.P.; QUINTÃO, F.A.; LIMA, A.L. 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.

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

INTERNATIONAL COMMITTEE ON VETERINARY GROSS ANATOMICAL NOMENCLATURE. **Nomina Anatomica Veterinaria**. 5.ed (revised version). Hannover: ICVGAN; 2012. p.177

MAPA. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 07 de janeiro de 2000. Regulamento técnico de métodos de insensibilização para o abate humanitário de animais de açougue. S.D.A / M.A.A. **Diário Oficial da União**, Brasília. Sec.I.P.14-16.

MERTENS, D.R.; Digestibility and intake. In: **Forages: The science of grassland agriculture**. BARNES, R.F.; NELSON, C.J.; MOORE, K.J.; COLLINS, M (ed.). 6ª ed. Ames: Iowa. Blackwell Publishing. v. 2. p.487-507, 2007.

MONTENEGRO, R.L.; SIQUEIRA, E.R. Velocidade de crescimento, características da carcaça, análise hormonal e morfologia do epitélio intestinal de cordeiros sob dois fotoperíodos. **Ciência Rural**, v.32, n.6, p.1045-1050, 2002.

NRC. **NATIONAL RESEARCH COUNCIL**. Nutrient requirements of small ruminants. 2006. 362p.

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.

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. **Ciências Agrárias**, Londrina, v. 32, n. 3, p. 1169-1178, 2011.

SAS INSTITUTE. **SAS system for Windows. Version 9.2**. Cary, 2009.

SCHUMMER, A.; NICKEL, R.; SACK, W.O. **The viscera of the domestic mammals**. 1979. 446p.

VAN WYK, J. A.; BATH, G. F. The FAMACHA system for managing haemonchosis in sheep and goats by clinically identifying individual animals for treatment. **Veterinary Research**, Les Ulis, v. 33, n. 5, p. 509-529, 2002.

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, jul., 2009.

ZUNDT, M.; MACEDO, FAF.; ASTOLPHI, J.L.L. et al. Desempenho e características de carcaça de cordeiros Santa Inês confinados, filhos de ovelhas submetidas à suplementação alimentar durante a gestação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.3, p.928-935, 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.