**Universidade de São Paulo
Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”**

**Efeito da redução de carboidratos não fibrosos (CNF) na dieta pré e
pós-parto de fêmeas ovinas sobre a lactação e o desempenho das
crias**

Fernanda Lavínia Moura Silva

Dissertação apresentada para obtenção do título de
Mestra em Ciências. Área de concentração: Ciência
Animal e Pastagens

**Piracicaba
2014**

Fernanda Lavínia Moura Silva
Médica Veterinária

**Efeito da redução de carboidratos não fibrosos (CNF) na dieta pré e pós-parto
de fêmeas ovinas sobre a lactação e o desempenho das crias**
versão revisada de acordo com a resolução CoPGr 6018 de 2011

Orientadora:
Prof^a Dr^a **IVANETE SUSIN**

Dissertação apresentada para obtenção do título de
Mestra em Ciências. Área de concentração: Ciência
Animal e Pastagens

Piracicaba
2014

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
DIVISÃO DE BIBLIOTECA - DIBD/ESALQ/USP**

Silva, Fernanda Lavínia Moura
Efeito da redução de carboidratos não fibrosos (CNF) na dieta pré e pós-parto de fêmeas
ovinas sobre a lactação e o desempenho das crias / Fernanda Lavínia Moura Silva. - - versão
revisada de acordo com a resolução CoPGr 6018 de 2011. - - Piracicaba, 2014.
65 p. : il.

Dissertação (Mestrado) - - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 2014.
Bibliografia.

1. Casca de soja 2. Cordeiros 3. Gestação 4. Lactação 5. Milho I. Título

CDD 636.3085
S586e

"Permitida a cópia total ou parcial deste documento, desde que citada a fonte – O autor"

A meu pai, Antonio Carlos da Silva, pelo intenso ensinamento de vida, o qual, posso dizer com toda certeza, foi o que me fez chegar aqui.

A minha mãe, Ivanise Moura da Silva, pelo amor incondicional, sempre me apoiando, mesmo que fosse para longe de seus braços.

A minha irmã, Flávia Clarissa Moura Silva Fonseca e ao meu companheiro, Pedro Leopoldo Jerônimo Monteiro Jr, meus alicerces.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A Deus, meu guia, por me dar forças para enfrentar as batalhas da vida, e por ter me mostrado o caminho certo. Obrigada por TUDO.

À professora Ivanete Susin, um grande exemplo de vida, como profissional e como mãe. MUITÍSSIMO obrigada pela oportunidade. Aprendo todos os dias com a senhora.

Aos professores Roberto Sartori, Alexandre Vaz Pires, Paulo Mazza e Evandro Ferreira, pelos ensinamentos.

À Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, e a todos os professores por me oferecerem aprendizado de qualidade. Agradeço

A minha “Grande Família”, meu querido avô, meu cunhado, minhas tias e tios, primos e primas, obrigada por todos os momentos maravilhosos em família.

À minha família de coração, Lúcia Angélica, Pedro Leopoldo, dona Silvia, Cacá, Léo, Hérico, Renatinha, Dona Ana, seu Edimar, Carolina, Elise, Giovana e Marcos, por sempre me receberem de braços abertos, e me fazerem sentir em casa, obrigada.

Aos meus queridos amigos da UFRPE, André Mariano, Tamyres, Patrícia, Mychelle, Lidiane, fundamentais na minha jornada, obrigada pelos ensinamentos, pela dedicação, por nunca me deixarem na mão.

Aos amigos da ESALQ, Ana, Elizângela, Daniel, Rodrigo, Renato, Marcos Vinícius, Marquinhos, Jaqueline, José Alípio, Nesqui-k, Poka Sôbra, Bãton, Rabicó, Thais, Keda livre, Manchete, Louise, Monique, Jéssica, Dona Ilda, Seu Marcos, Seu Roberto, Adilson e Joseval e muitos outros que não me lembro no momento, obrigada pelos ensinamentos, pela ajuda, e pelos bons momentos.

Por fim, aos animais, que inocentemente me permitiram aprender através deles, obrigada.

OBRIGADA A TODOS!

SUMÁRIO

RESUMO.....	9
ABSTRACT.....	11
LISTA DE FIGURAS.....	13
LISTA DE TABELAS.....	15
1 INTRODUÇÃO.....	17
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	19
2.1 Característica dos carboidratos.....	19
2.2 Metabolismo ruminal dos carboidratos.....	21
2.3 Mecanismo de ação dos AGCC e de seus produtos finais.....	23
2.4 Influência nutricional materna sobre as crias.....	24
2.5 Influência nutricional sobre a lactação.....	27
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	31
3.1 Animais e instalações experimentais.....	31
3.2 Delineamento experimental, tratamentos e manejo alimentar.....	31
3.3 Produção e composição do leite.....	34
3.4 Parâmetros sanguíneos.....	34
3.5 Desempenho dos cordeiros.....	35
3.6 Abate dos animais e características da carcaça.....	37
3.7 Análise estatística.....	38
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	41
4.1 Desempenho das ovelhas pré e pós-parto.....	41
4.2 Parâmetros sanguíneos.....	43
4.3 Produção e composição do leite.....	48
4.4 Desempenho dos cordeiros e característica da carcaça.....	52
5 CONCLUSÃO.....	57
REFERÊNCIAS.....	59

RESUMO

Efeito da redução de carboidratos não fibrosos (CNF) na dieta pré e pós-parto de fêmeas ovinas sobre a lactação e o desempenho das crias

Cento e sessenta ovelhas, no terço final da gestação, foram distribuídas em delineamento de blocos completos casualizados, para avaliar os efeitos da diminuição da concentração de CNF na dieta pré e pós-parto, sobre a lactação e o desempenho das crias após o nascimento. As dietas experimentais foram compostas por 50% de volumoso (feno de “coastcross”) e 50% de concentrado, sendo o milho o principal ingrediente utilizado na dieta com mais CNF e a casca de soja o principal ingrediente da dieta com reduzido CNF, correspondendo aos tratamentos M e CS, respectivamente. Foram avaliados o CMS e as concentrações de glicose, insulina e ácidos graxos não esterificados (AGNE), 3h após a oferta de alimento nos dias 21 e 7 antes do parto e imediatamente após a parição. No dia do parto foi avaliado o peso e o escore da condição corporal (ECC) das ovelhas. Da segunda à 12ª semana de lactação, 38 ovelhas e suas respectivas crias foram utilizadas para avaliar a lactação. Após a parição as ovelhas permaneceram nos tratamentos experimentais (M e CS) pré-parto e foram bloqueadas de acordo com a data do parto, o sexo e o número de crias. Uma vez por semana as ovelhas foram separadas de suas crias e ordenhadas mecanicamente. Três horas após a 1ª ordenha, as ovelhas foram novamente ordenhadas e a produção de leite registrada. Também foram avaliados o CMS diário, o ECC, nas semanas 3, 6, 9, e 12 pós-parto, e as concentrações séricas de glicose, insulina e AGNE, 0 e 3h após o fornecimento das dietas, na 2ª, 4ª, 6ª, 8ª, 10ª e 12ª semanas de lactação. O efeito do tratamento materno sobre o desenvolvimento das crias foi avaliado através do peso ao nascimento, GMD e CMS durante o aleitamento. No confinamento, além do GMD e o CMS, foram determinados a eficiência alimentar e as características das carcaças ao abate. No final da gestação a dieta CS promoveu aumento do CMS e maior peso das fêmeas ao parto, assim como maior peso das crias ao nascimento. Entretanto, não houve alteração no ECC e nas concentrações de glicose, insulina e AGNE. Durante a lactação, não houve efeito das dietas na produção e composição do leite. Houve aumento na concentração de AGNE, às 3 h após alimentação, para o grupo CS sem diferença para as demais variáveis sanguíneas. Não houve diferença no desempenho dos cordeiros durante o aleitamento ou no confinamento. A diminuição de CNF da dieta de ovelhas pré-parto aumenta o CMS, resultando em maior peso ao parto, assim como maior peso das crias ao nascimento. Entretanto, no período pós-parto não altera o desempenho das crias e das ovelhas na lactação, mas aumenta a concentração de AGNE 3 h após a alimentação.

Palavras-chave: Casca de soja; Cordeiros; Gestação; Lactação; Milho

ABSTRACT

Effect of decreasing non-fiber carbohydrates (NFC) in the pre and postpartum diets on lactation performance of ewes and offspring growth

One hundred and sixty ewes, in the last third of gestation, were allotted in a randomized complete block design to determine the effects of lowering the concentration of NFC in the pre and postpartum diets on lactation performance and offspring growth. The experimental diets were composed of 50% roughage (coastcross hay) and 50% concentrate, with corn being the main ingredient used in the diet with high NFC and soybean hulls as the main ingredient of the diet with reduced NFC, corresponding to treatments C and SH, respectively. Dry matter intake (DMI) and the concentrations of glucose, insulin and non-esterified fatty acids (NEFA), 3h after feeding, in the days 21 and 7 prior and immediately after lambing. At lambing, ewes and lambs were weighed and ewe's body condition score (BCS) was recorded. From the second to the 12th week of lactation, 38 ewes and their offspring were used to evaluate lactation performance and lamb growth. After lambing, the ewes remained in the experimental pre-natal treatments (C and SH) and were blocked according to date of birth, sex and number of offspring. Once a week the ewes were separated from their lambs and mechanically milked. Three hours after the 1st milking, the ewes were again milked and the production was recorded. In addition it was determined the daily DMI, the BCS, in weeks 3, 6, 9, and 12 postpartum, and blood concentrations of glucose, insulin and NEFA, 0 and 3 hours after feeding, in the 2nd, 4th, 6th, 8th, 10th and 12th weeks of lactation. The effects of maternal diet on the growth of offspring were assessed by birth weight, ADG and DMI. During the feedlot, in addition to ADG and DMI, feed efficiency and carcass characteristics at slaughter were determined. In late gestation reducing NFC increased DMI and weight of ewes at parturition, as well as lambs birth weight. However, there was no change in BCS and in the concentrations of glucose, insulin and NEFA. During lactation, there was no difference in the ewe's milk production and lamb's growth. An increase in the concentration of NEFA, 3 hours after feeding, was observed for the SH group, with no difference for the other blood variables. Reducing pre-partum dietary NFC increases DMI, ewes lambing weight and lambs birth weight. However, in the postpartum period there was no change on ewe's lactation performance and lamb's growth, only an increase in the concentration of NEFA, 3h after feeding.

Keywords: Corn; Lactation; Lambs; Pregnancy; Soybean hulls

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Localização dos carboidratos na célula vegetal.....	19
Figura 2 – Representação esquemática da principal via do metabolismo de carboidrato no rúmen.....	21
Figura 3 – Baias individuais das ovelhas pertencentes à lactação, com alimentador privativo para as ovelhas, e sistema de <i>creep feeding</i> para os cordeiros.....	36
Figura 4 – Concentração plasmática de glicose das ovelhas, no momento 0 e 3h do fornecimento da dieta, no período da lactação.....	46
Figura 5 – Concentração sérica de insulina das ovelhas, no momento 0 e 3h do fornecimento da dieta, no período da lactação.....	47
Figura 6 – Concentração sérica de AGNE das ovelhas, no momento 0 e 3h do fornecimento da dieta, no período da lactação.....	48
Figura 7 – A: Produção de leite dos dois grupos experimentais, da 2ª à 12ª semana de lactação. B: Escore de condição corporal dos dois grupos experimentais, no dia do parto e nas semanas 3, 6, 9 e 12.....	51

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Proporção dos ingredientes e composição química das rações experimentais, % na MS.....	32
Tabela 2 – Peso, escore de condição corporal (ECC) e consumo de matéria seca (CMS) de ovelhas Santa Inês alimentadas com dietas contendo milho ou casca de soja no terço final da gestação.....	42
Tabela 3 – Escore de condição corporal (ECC) e consumo de matéria seca (CMS) de ovelhas Santa Inês avaliadas na lactação e alimentadas com dietas contendo milho ou casca de soja.....	43
Tabela 4 – Parâmetros sanguíneos de ovelhas Santa Inês, alimentadas com dietas contendo milho ou casca de soja, no período pré-parto.....	44
Tabela 5 – Parâmetros sanguíneos de ovelhas Santa Inês, alimentadas com dietas contendo milho ou casca de soja, durante a lactação.....	46
Tabela 6 – Produção de leite, leite corrigido para gordura (LCG), leite corrigido para gordura e proteína (LCGP) em três horas e composição do leite de ovelhas Santa Inês alimentadas com dietas contendo milho ou casca de soja.....	50
Tabela 7– Peso corporal dos cordeiros ao nascimento em função da dieta das ovelhas alimentadas com milho ou casca de soja.....	53
Tabela 8 – Peso corporal, consumo de concentrado, ganho de peso médio diário, e eficiência alimentar dos cordeiros em aleitamento e confinamento em função da dieta das ovelhas alimentadas com milho ou casca de soja.....	53
Tabela 9 – Peso ao abate e características de carcaça dos cordeiros em função da dieta das ovelhas alimentadas com milho ou casca de soja.....	54

1 INTRODUÇÃO

A espécie ovina é amplamente distribuída em todo o mundo, tendo capacidade de adaptação ao clima de diversas regiões. Devido a esta fácil adaptação, a procura para utilização dos produtos e subprodutos dessa espécie tem aumentado, e consequentemente requerido melhorias no desempenho dos rebanhos (COMBELLAS, 1980).

Em ovinos, alimentos que geram produtos metabólicos responsáveis por auxiliar no desempenho produtivo, sendo destinados à síntese de carne, leite e lã, são obtidos na maior parte com o uso de dietas energéticas provenientes da fermentação dos carboidratos (FATURI et al., 2006). Estas dietas são consideradas energéticas, pois é através da fermentação dos carboidratos que os ácidos graxos de cadeia curta (AGCC), acetato, propionato e butirato, são produzidos, sendo eles responsáveis pela principal fonte de energia dos ruminantes (PITT et al., 1996).

A principal função do acetato nos ruminantes é a síntese de lipídeos (lipogênese) nos tecidos (HANSON; BALLARD, 1967), do propionato a síntese de glicose (gliconeogênese) no fígado (LENG; STEEL; LUICK, 1967), e do butirato a síntese de corpos cetônicos (cetogênese) na parede ruminal (PENNINGTON, 1952).

O perfil dos produtos da fermentação dos carboidratos depende da fonte, da concentração, e da taxa de degradação dos mesmos (SNIFFEN et al., 1992). Entretanto, a partição dos carboidratos em fibrosos (CF) e não fibrosos (CNF), fornece melhor meio de separar os alimentos em frações que tem propriedades nutricionais distintas (MERTENS, 1997).

Dietas a base de CNF contendo altos teores de amido, favorecem o aumento na concentração de propionato no rúmen (STRAUS, 1981). Por outro lado, alimentos contendo mais CF, com maior quantidade de fibra digestível, favorece a produção de acetato ao ser fermentada no rúmen. As diferentes proporções na concentração dos AGCC, devido às variadas fontes de alimentos podem afetar o desempenho animal, pelo fato de cada AGCC se direcionar a funções distintas (BRODERICK; MERTENS; SIMONS, 2002).

Radunz et al. (2011b) sugerem que rações a base CNF, com altos teores de amido, por promoverem aumento do propionato (nutriente gliconeogênico), elevam a produção de glicose e a liberação de insulina, com benefícios ao desenvolvimento do feto no terço médio e final da gestação. No entanto, alguns autores relatam que

dietas contendo menos CNF e mais fibra de alta digestibilidade possibilitam maior consumo de matéria seca pelo animal (ZENOU; MIRON, 2005), podendo promover maior aporte nutricional ao feto. Adicionalmente, menos CNF e mais CF de alta degradabilidade na dieta de ruminantes promove diminuição na concentração sanguínea de insulina, favorecendo a produção de leite e a persistência da lactação de ovelhas lactantes (CANNAS et al., 2013).

Dentre os alimentos utilizados na nutrição de ruminantes ricos em CNF e CF, estão presentes o milho e a casca de soja, respectivamente. O milho é considerado um dos principais alimentos amiláceos, enquanto a casca de soja caracteriza-se por ser um alimento rico em fibra digestível (VALADARES FILHO et al., 2014).

Levando-se em consideração observações acima faz-se necessário definir a melhor concentração de CNF da dieta, através de diferentes fontes de carboidratos, para que a mesma consiga suprir as necessidades do animal com maior eficiência no período pré e pós parto. Deste modo, este trabalho teve como objetivo definir a fonte mais eficiente de energia, através da diminuição da concentração de CNF na dieta de ovelhas Santa Inês, substituindo totalmente o milho pela casca de soja, na tentativa de favorecer o desempenho das ovelhas no terço final da gestação, o desenvolvimento das crias, e a partição dos nutrientes voltada à produção de leite, assim como na persistência da lactação.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Características dos carboidratos

O alimento dos ruminantes é composto por uma grande variedade de nutrientes, tais como carboidratos, proteínas, lipídeos, minerais, e água (SNIFFEN et al., 1992). Em ovinos, os alimentos que geram produtos metabólicos responsáveis por auxiliar no desempenho produtivo dos rebanhos, são obtidos a partir de nutrientes energéticos (FATURI et al., 2006). O principal componente energético da dieta dos ruminantes são os carboidratos (VAN SOEST; ROBERTSON; LEWISS, 1991).

Os carboidratos são classificados de acordo com suas frações nas plantas em carboidratos estruturais (CE) e carboidratos não estruturais (CNE) (SNIFFEN et al., 1992). Na fração do CE, estão presentes os carboidratos localizados na parede celular, constituídos principalmente pela celulose, hemicelulose e pectina, que apresentam uma função estrutural nas plantas. Os CNE estão relacionados ao conteúdo celular das plantas, e incluem principalmente o amido e açúcares simples (Figura 1). Embora a classificação do carboidrato em estrutural e não estrutural seja apropriada para descrever a estrutura das plantas, uma classificação diferente é necessária para descrever as características nutricionais dos carboidratos (MERTENS, 1997).

Figura 1 - Localização dos carboidratos na célula vegetal

A partição dos carboidratos em fibrosos (CF) e não fibrosos (CNF), fornece um melhor meio de separar os alimentos em frações que tem propriedades nutricionais distintas. Fibra pode ser definida nutricionalmente como uma fração do alimento com baixa digestibilidade ou indigestível, que ocupa espaço no trato gastrointestinal dos animais. Por sua vez, os carboidratos não fibrosos se degradam mais rapidamente e contribuem com pouco volume adicional no ambiente líquido do sistema digestivo, incluindo a pectina, o amido, e os açúcares. Na classificação quanto a estrutura da planta, a pectina encontra-se presente entre os CE, no entanto, por ter uma taxa de degradabilidade igual a outros CNE, a pectina nutricionalmente é classificada como CNF (MERTENS, 1997).

Entre os atuais métodos rotineiramente usados para determinar a concentração de fibras, o método de fibra em detergente neutro (FDN), é o melhor utilizado para mensurar as características químicas dos alimentos. As fibras insolúveis em detergente neutro representam compostos presentes nos alimentos que são mais difíceis de digerir e serem quebradas em partículas menores, sendo elas constituídas pelos CF (celulose, hemicelulose), e a lignina (composto fenólico). Os compostos solúveis em detergente neutro são representados pelos CNF, componentes facilmente digeridos na fermentação ruminal (MERTENS, 1997).

O milho e a casca de soja são alimentos utilizados na nutrição de ruminantes ricos em CNF e CF, respectivamente. O milho é considerado um dos principais alimentos amiláceos, constituído em média por 98% de matéria orgânica (MO), 88% de matéria seca (MS), 2% de matéria mineral (MM), 9% de proteína bruta (PB), 12% de FDN, e 75% de CNF, dentre os quais 91% do CNF é amido (VALADARES FILHO et al., 2014). Por outro lado a casca de soja, tegumento do grão de soja separado do embrião na indústria (TAMBARA et al., 1995), caracteriza-se por ser um alimento rico em fibra degradável. Sua composição consiste em aproximadamente 94% de MO, 90% de MS, 6% MM, 12% de PB, 20% de CNF (4% amido), e 63% de FDN, sendo apenas 3% do CF insolúvel. O valor dos nutrientes digestíveis totais (NDT) do milho é de 85,73%, enquanto o NDT da casca de soja é de 68,85%. (VALADARES FILHO et al., 2014).

2.2 Metabolismo ruminal dos carboidratos

A fermentação ruminal dos carboidratos é dependente do tipo e da atividade dos microrganismos do rúmen (RUSSELL et al., 1992). Segundo o Sistema de Carboidratos e Proteínas líquidas de Cornell (CNCPS), os microrganismos fermentadores de carboidratos são classificados de acordo com a composição química, característica física, e degradação ruminal do alimento, gerando seus produtos finais. Relacionados a taxa de degradação, os carboidratos são classificados em: fração CA1 ácidos graxos de cadeia curta (AGCC); fração CA2 ácido láctico; fração CA3 outros ácidos orgânicos; fração CA4 açúcares; CB1 amido; CB2 fibra solúvel, CB3 fibra em detergente neutro digestível; CC fibra em detergente neutro não digestível. A fração CA representa a fração rapidamente fermentável (LANZAS et al., 2007).

No rúmen, os carboidratos degradáveis são convertidos a ácidos graxos de cadeia curta (AGCC), produtos finais da fermentação microbiana. São os AGCC a fonte primária de energia para os ruminantes, sendo os principais o acetato, o propionato, e o butirato (RUSSELL et al., 1992). Os carboidratos são degradados a seus constituintes hexoses e pentoses antes de iniciar a fermentação à AGCC via piruvato. O acetil coA é um intermediário na formação do acetato e do butirato através do piruvato, enquanto a formação do propionato ocorre principalmente via succinato, tendo o acrilato como via alternativa (Figura 2) (DIJKSTRA; FORBES; FRANCE, 2005).

Figura 2 - Representação esquemática da principal via do metabolismo de carboidrato no rúmen. Adaptado de Dijkstra, Forbes e France (2005)

Os CFs são responsáveis pela maior produção de acetato no rúmen (HSU et al., 1987), por sua vez os CNFs, contendo altos teores de amido, são responsáveis pela maior produção ruminal de propionato (KNOWLTON et al., 1998). Isto deve-se ao fato de que alimentos contendo altos teores de fibra disponível estimulam o crescimento de bactérias produtoras de acetato, e assim a proporção molar do acetato:propionato:butirato encontra-se em torno de 70:20:10, enquanto os alimentos ricos em amido favorecem o crescimento de bactérias produtoras de propionato e são associadas com o aumento na proporção de propionato sobre o acetato diminuindo sua relação, embora mesmo nesta situação o acetato seja o AGCC mais produzido (DIJKSTRA; FORBES; FRANCE, 2005).

Segundo Broderick, Mertens e Simons (2002) diferentes proporções na produção de acetato, propionato, butirato e na relação acetato-propionato, podem afetar o desempenho animal, alterando a ingestão de alimentos, e a produção de leite, devido ao fato de cada AGCC se direcionar a funções distintas.

2.3 Mecanismo de ação dos AGCC e de seus produtos finais

O acetato, absorvido na parede ruminal segue predominantemente pela corrente sanguínea para o tecido adiposo para a síntese de lipídeos (lipogênese), podendo ocorrer esta síntese, em pequenas proporções, no fígado. Ele também pode participar do processo de oxidação no fígado (HANSON; BALLARD, 1967). O propionato, quando absorvido pela parede ruminal, segue via sistema porta hepático sentido fígado, para síntese de glicose (gliconeogênese) (LENG; STEEL; LUICK, 1967). Por sua vez, o butirato é parcialmente metabolizado pelo epitélio do rúmen para a síntese de corpos cetônicos (acetatoacetato, β -hidroxibutirato e acetona), podendo ser oxidado em menores proporções a corpos cetônicos no fígado (PENNINGTON, 1952). O butirato, assim como o acetato, é precursor da lipogênese nos ruminantes (HANSON; BALLARD, 1967).

Entre os vários metabólitos utilizados como combustível para a oxidação respiratória nas mitocôndrias, a glicose é considerada o mais importante, sendo vital para o metabolismo do cérebro e na lactação (GONZÁLEZ; SCHEFFER, 2002).

Em ruminantes pouca glicose proveniente do alimento entra na corrente sanguínea. O fígado é o órgão responsável pela sua síntese a partir do propionato, dos aminoácidos, do lactato e do glicerol, tendo o propionato maior contribuição, cerca de 50% da produção de glicose (GONZÁLEZ; SCHEFFER, 2002). A glicose e mesmo o propionato têm papel fisiológico na regulação da circulação de insulina, estimulando sua liberação ao estarem presentes na corrente sanguínea (MCATEE; TRENKLE, 1971; SANO et al., 1995).

A insulina é um hormônio metabólico com ampla variedade de efeitos sobre o metabolismo dos ruminantes, e atua de diferentes formas em diversos momentos da vida animal (STRAUS, 1981). Ela tem como sua principal função promover o armazenamento de metabólitos nos tecidos. Este hormônio está intimamente relacionado à regulação das concentrações sanguíneas de glicose, promovendo a utilização da mesma pelos tecidos periféricos, sendo encontrado em maior quantidade após a ingestão de alimentos, devido ao aumento de glicose e propionato circulante (BROCKMAN, 1978). Em ovelhas, a concentração de insulina plasmática tem se mostrado mais elevada nas primeiras 5 horas após a ingestão do alimento (EVANS; BUCHANAN-SMITH; MACLEOD, 1975).

2.4 Influência nutricional materna sobre as crias

Ao longo da gestação, a nutrição materna desempenha papel crucial no crescimento fetal, podendo ter impacto a longo prazo sobre o desenvolvimento da prole, muitas vezes levando a mudanças permanentes (BIELLI et al., 2002). A nutrição pode alterar os padrões endócrinos e metabólicos de ovelhas durante a gestação. Estas alterações podem influenciar no transporte de nutrientes para a placenta e consequentemente no desenvolvimento do feto (VONNAHME et al., 2013).

O crescimento do concepto é sensível aos efeitos diretos e indiretos da ingestão materna desde os primeiros estágios embrionários à vida pós-natal, com crias de mães subnutridas exibindo crescimento deficiente, problemas produtivos, reprodutivos, e desenvolvendo doenças importantes na vida adulta (FUNSTON et al., 2010).

Na fase inicial da gestação, alterações na alimentação materna podem influenciar na organogênese do concepto, podendo comprometer o desenvolvimento e funcionamento dos órgãos do mesmo. No feto bovino de algumas raças, o batimento cardíaco é aparente nos primeiros 21 e 22 dias de gestação, o desenvolvimento dos membros aos 25 dias, seguidos pelo desenvolvimento sequencial de outros órgãos, incluindo pâncreas, fígado, glândulas supra-renais, pulmões, tiróide, baço, cérebro, timo, e rins. Aos 45 dias, os testículos de bezerras machos serão desenvolvidos, enquanto em fêmeas, o desenvolvimento dos ovários ocorre nos 50 a 60 dias de gestação (FUNSTON et al., 2010).

Borwick et al. (1997) ao examinarem ovários de fetos ovinos, colhidos nos dias 47 e 62 de gestação, observaram que a subnutrição materna durante as primeiras semanas de gestação retardou o desenvolvimento dos ovários dos fetos. Por outro lado, Kotsampasia et al. (2009) encontraram alterações comprometendo o desenvolvimento de órgãos ao analisar testículos de cordeiros com 10 meses de idade, nascidos de ovelhas subnutridas entre os dias 31 ao 100 da gestação, observando reduzido número médio de células de Sertoli acompanhado por menor diâmetro dos túbulos seminíferos.

A nutrição materna também pode influenciar o desenvolvimento tecidual do feto, ocorrendo a formação das fibras musculares no terço médio da gestação (FAHEY et al., 2005). Segundo Nissen et al (2003), o crescimento pós-natal do

tecido muscular é dependente do número de fibras musculares e da área das fibras formados durante a gestação, podendo ser influenciada pela alimentação materna durante a gestação. Em estudo realizado por Micke et al. (2010), 71 novilhas foram bloqueadas pelo peso e separadas em arranjo fatorial, subsequentemente submetidas a restrição alimentar energética (RE) ou alta energia na dieta (AE) no terço inicial e/ou no terço médio da gestação, resultando em quatro grupos: (RE/RE), (RE/AE), (AE/RE), (AE/AE). Neste estudo, os grupos de fêmeas submetidas à restrição no terço médio obtiveram crias com menor peso ao nascimento.

No final de gestação, período de máximo crescimento fetal, Gardner et al. (2005) observaram que a restrição nutricional materna promove baixos teores de glicose gerando impactos negativos na homeostase da glicose-insulina no subsequente animal adulto. As consequências são a intolerância à glicose e a resistência à insulina, promovendo aumento da deposição de gordura periférica e visceral. O mecanismo do distúrbio na homeostase da glicose-insulina nas crias de mães subnutridas parece alterar a captação de glicose dos tecidos, mais especificamente do tecido adiposo, através da redução da expressão celular do transportador de glicose insulino-sensível (GLUT4). O GLUT4 é o principal transportador de glicose nos tecidos adiposo e muscular, sua ação à captação de glicose para dentro das células é estimulada pela insulina (KATZ et al., 1995).

De acordo com alguns estudos a glicose e a insulina materna no final da gestação tem papel central na regulação do crescimento e desenvolvimento do feto durante todo o final da gestação, agindo no útero como sinais no amadurecimento e nutrição do concepto, podendo ser benéficas ao desenvolvimento do cordeiro à vida adulta (FOWDEN, 1992, 1995; FOWDEN et al., 1989; RADUNZ et al., 2011b). A maioria da energia requerida para o crescimento e metabolismo fetal é fornecido pela glicose (BELL, 1995). Por outro lado, o aumento da unidade mitótica e disponibilidade de nutrientes para deposição de tecido é promovido pela insulina (FOWDEN, 1995). No útero gravídico de ovelhas, a insulina é extremamente necessária ao longo dos últimos 20-30 dias da gestação para o crescimento normal e desenvolvimento do feto (FOWDEN et al., 1989). No entanto, perturbações na secreção de insulina na vida fetal estão associadas a anormalidades do desenvolvimento, uma vez que sua deficiência pode levar ao retardo do crescimento do feto (FOWDEN, 1992).

A utilização de dietas a base de CNF, contendo altos teores de amido, torna-se vantajosa, uma vez que ocorre aumento da glicose e da insulina circulante, favorecendo o desenvolvimento do feto (LOERCH, 1996). Segundo Radunz et al. (2011a) cordeiros nascidos de ovelhas alimentadas do meio ao final da gestação com rações a base de grãos de milho ou grãos secos de destilaria, apresentam tendência a maior peso ao nascimento em relação a crias de fêmeas alimentadas com feno, fonte de fibra, não apresentando diferença no peso ao desmame. Entretanto, de acordo com Bovera et al. (2004), cordeiros nascidos com pesos semelhantes, filhos de ovelhas submetidas a dietas com diferente quantidade de CNF desde o terço final da gestação até a desmama, não apresentaram diferença significativa no GMD nos primeiros dias de vida, no entanto os cordeiros filhos de ovelhas alimentadas com maior quantidade de CNF na dieta obtiveram maior peso aos 30 dias de vida.

Entretanto, Radunz et al. (2011b) verificaram que ao abate, cordeiros filhos de mães alimentadas com grãos de milho ou grãos secos de destilaria, apresentam tendência a maior deposição de gordura peri-renal, em relação aos cordeiros filhos de mães alimentadas com feno. Eles sugeriram que este resultado pode ter sido ocasionado devido a alterações na sensibilidade à insulina das crias. Em ovinos, o aumento da resistência à insulina tem sido associado a maior deposição de gordura omental e peri-renal (GARDNER et al., 2005). A sensibilidade à insulina pela prole advinda de fêmeas bem nutridas ao final da gestação se deve a alterações plasmáticas maternas, pela elevada concentração sanguínea de insulina, onde a prolongada exposição do feto a concentrações elevadas de insulina no plasma materno predispõe a resistência à insulina, com associada diminuição da massa muscular e aumento da deposição de gordura (ZHU et al., 2008).

Para alguns autores, alimentos contendo menos CNF e mais CF de alta digestibilidade, com consequente diminuição na concentração de amido da dieta, possibilitam maior CMS pelo animal em períodos de maior exigência (ZENOU; MIRON, 2005; ALLEN et al., 2009; CANNAS et al., 2013), podendo favorecer o desempenho de ovelhas gestantes com consequente benefício ao conceito. O aumento do CMS materno promove maior aporte nutricional ao desenvolvimento do feto, sem que esta dieta estimule grandes concentrações de insulina plasmática.

Segundo Zenou e Miron (2005) o aumento do CMS de ovelhas alimentadas com dietas contendo menos CNF e mais fibra de alta digestibilidade se deve a maior

taxa de digestão das fibras presentes em alimentos contendo menos CNF em relação as fibras presentes em alimentos ricos em CNF, acelerando a passagem do alimento no rúmen, consequentemente aumentando a ingestão. Outro motivo se daria à ingestão de grande quantidade de grãos de amido em curto período de tempo, associado ao volumoso da dieta, inibir a atividade dos microrganismos que degradam CF, diminuindo a taxa de digestão de fibra do alimento volumoso e do alimento não-volumoso.

Por outro lado, Allen et al. (2009) sugeriram que a diminuição do CMS com o uso de dietas a base de CNF rico em amido, se deve ao propionato, principal produto final da fermentação do amido. Eles propõem que o propionato, além de promotor da gliconeogênese é também oxidado no ciclo do ácido cítrico, aumentando a produção de adenosina trifosfato (ATP). O ATP produzido nestes processos oxidativos segue até o cérebro através de terminações nervosas, mandando um sinal de saciedade, e consequentemente promovendo diminuição do CMS. Para os autores, vacas em lactação apresentam menor número de precursores de glicose, diminuindo os intermediários do ciclo do ácido cítrico. Segundo eles, esta situação favorece os efeitos hipofágicos do propionato, uma vez que o mesmo é um intermediário do ciclo do ácido cítrico, sendo então utilizado à participar da oxidação, produzindo mais ATP, além de sintetizar a glicose. Em ovelhas o período final da gestação também é considerado delicado, uma vez que as mesmas têm a possibilidade de gestações múltiplas, aumentando a utilização dos nutrientes pelos fetos, ocasionando menor número de precursores de glicose (MOALLEM et al., 2012).

2.5 Influência nutricional sobre a lactação

No peri-parto, a glândula mamária atinge prioridade metabólica em relação a outros tecidos, até mesmo ao feto, para realizar a síntese e secreção de leite, sendo este evento denominado lactogênese (COLLIER et al., 1984). Nesta fase o ruminante aumenta suas exigências nutricionais, uma vez que a utilização de nutrientes pela glândula mamária apresenta-se igual ou superior a utilização dos nutrientes pelo resto do corpo (VERNON, 1989).

O manejo nutricional neste período é um fator agravante à produção de leite, uma vez que resulta em alteração na sua produção. Ovelhas cujo consumo

energético foi restrito durante a gestação, e “ad libitum” no início da lactação, tiveram menor produção de leite logo após o parto, provavelmente devido ao menor desenvolvimento do tecido secretor da glândula mamária (BIZELIS et al., 2000). No entanto, quando o manejo nutricional pré-parto é adequado o tecido mamário desenvolve-se corretamente, tornando-se crítico o manejo nutricional para a produção de leite apenas durante a lactação (BELL, 1995).

Na lactação, as alterações envolvidas no estabelecimento da prioridade metabólica da glândula mamária incluem: diminuição da utilização dos nutrientes pelos tecidos periféricos, passagem de fluxo sanguíneo para o tecido mamário, e aumento da atividade metabólica de tecido mamário para a produção de leite (COLLIER et al., 1984). A glândula mamária de vacas lactantes utiliza em torno de 60 a 85% do total de glicose circulante, sendo de 50 a 85% da glicose mamária utilizada para a síntese de lactose (KNOWLTON et al., 1998).

O envolvimento do sistema endócrino neste processo é caracterizado por alterações da concentração hormonal no sangue, e alteração da sensibilidade do tecido aos hormônios devido a mudanças na população e disponibilidade dos receptores (COLLIER et al., 1984). Segundo Terao et al. (2010) a sensibilidade a insulina pelos tecidos periféricos encontra-se baixa no início da lactação, sendo esta condição necessária para promover maior produção de leite, mantendo a homeostase da glicose no início da lactação. Em seu estudo, foi observado que o “clearance” de insulina plasmática em vacas que se encontravam 20 dias antes do parto foi duas vezes maior que 5 e 30 dias pós parto.

Logo após o parto as fêmeas se encontram em balanço energético negativo, devido as exigências energéticas do organismo excederem a ingestão, para uma maior produção de leite. Neste momento ocorre diminuição das concentrações plasmáticas de insulina e aumento da mobilização de ácidos graxos não esterificados (AGNE) do tecido adiposo. Os AGNEs na circulação fornecem energia para todos os tecidos do corpo, sendo importante na lactação, auxiliando na síntese de gordura do leite (ADEWUYI et al., 2005). Nos ruminantes, os AGNEs são responsáveis por menos de 10% da formação de gordura do leite, podendo chegar até 35%, quando em balanço energético negativo (BAUMAN; GRIINARI, 2003). No entanto, em grandes quantidades os AGNEs podem se tornar prejudiciais, uma vez que o fígado dos ruminantes tem capacidade limitada para utilizá-los como energia,

podendo então gerar produtos finais (corpos cetônicos) que em grandes quantidades tornam-se tóxicos ao animal (ADEWUYI et al., 2005).

Quando a lactação progride, a concentração de insulina aumenta, e os tecidos do corpo tornam-se mais sensíveis à ação da insulina. Isto significa que qualquer aumento da glicose no sangue estimula a ação da insulina, favorecendo a utilização de glicose em processos anabólicos por tecidos periféricos, não mais pela glândula mamária, uma vez que a mesma não é sensível à insulina. A consequência disto é a redução da glicose disponível para a glândula mamária, com subsequente redução da produção de leite (CANNAS et al., 2002). Deste modo, à medida que a lactação avança, torna-se necessário utilizar algumas estratégias para que continue ocorrendo o suprimento da glândula mamária.

A utilização de dietas ricas em CNF durante a primeira fase da lactação se torna benéfica, uma vez que a ação da insulina se encontra limitada, sendo a glicose produzida em maior quantidade, devido ao favorecimento da mesma pela dieta ser preferencialmente utilizada pela glândula mamária para a secreção de leite. Entretanto, alguns estudos com ovelhas em lactação têm demonstrado que dietas ricas em amido não têm melhorado a produção média de leite durante toda a lactação, mas sim favorecido o acúmulo de reserva corporal (BOVERA et al., 2004; CANNAS et al., 2013). Bovera et al. (2004) ao utilizarem diferentes quantidades de CNF na alimentação de ovelhas lactantes, baixo CNF ou alto CNF, observaram que ovelhas alimentadas com baixos teores de CNF apresentaram maior produção média de leite durante toda a lactação em relação às ovelhas alimentadas com a dieta contendo altos teores de CNF, mesmo com a produção de leite tendo se mostrado maior no grupo com alto CNF na dieta nos dois primeiros meses de lactação.

Alguns autores ao fornecerem dietas ricas em CF, utilizando a casca de soja como fonte, observaram aumento da produção de leite. Os efeitos benéficos das dietas ricas em CF de alta digestibilidade na lactação podem ser explicados pelo fato de que elas estimulam a produção de acetato no rúmen. O acetato é um combustível metabólico que em alguns casos pode substituir a glicose, além de ser o principal precursor na síntese de gordura na glândula mamária. Ovelhas em lactação provavelmente tem maior exigência do acetato em relação a vacas, porque o seu leite tem elevado teor de gordura (CANNAS et al., 2002). O acetato também favorece as fêmeas lactantes, pois, diferentemente do propionato, ele é um produto

final da fermentação que gera energia ao animal, sem estimular a liberação da insulina (HANSON; BALLARD, 1967).

Adicionalmente, estudos recentes propõem que alterações na quantidade de fibra e de CNF utilizados no alimento de ruminantes, influenciam a composição de gordura do leite através da modificação da relação acetato:propionato e biohidrogenação ruminal dos ácidos graxos insaturados da dieta. A síntese mamária de ácidos graxos (AG) é favorecida pelo aumento da relação acetato:propionato no rúmen proporcionada pela ingestão de alimentos fibrosos. Entretanto, a utilização de CNF na dieta promove a diminuição da relação acetato:propionato provocando alterações na biohidrogenação dos AG insaturados. Esta alteração permite maior passagem de ácido linoleico conjugado (CLA) ao duodeno, sendo absorvido pelo epitélio intestinal, subsequentemente alterando a síntese de AG do leite. Os CLAs são considerados inibidores da síntese de gordura do leite (PULINA et al., 2006; SANZ SAMPELAYO et al., 2007).

Zenou e Miron (2005) ao substituírem parcialmente os grãos de amido pela casca de soja (51% de substituição) na dieta de ovelhas aos 38 ± 4 dias de lactação observaram que as ovelhas alimentadas com ração contendo casca de soja apresentaram maior ingestão de matéria seca, maior produção de leite, assim como maior produção e teor de gordura do leite. Entretanto, Cannas et al. (2013) ao substituírem parcialmente os CNFs (36% de CNF na matéria seca) por uma fonte de CF (23% de CNF na matéria seca), na dieta de ovelhas no meio da lactação, observaram que a dieta contendo 23% de CNF resultou em maior produção de leite e maior produção da gordura do leite, sem no entanto alterar o teor de gordura. Adicionalmente, no grupo experimental, ocorreu menor deposição de gordura no tecido periférico, em comparação ao grupo controle. Esta diferença se deu apesar de uma semelhante ingestão de energia diária, tendo os autores sugerido que a partição de energia no alimento com mais CNF na dieta favoreceu o acúmulo de reserva corporal, enquanto no alimento com mais CF, a partição favoreceu a produção de leite (CANNAS et al., 2002).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Animais e instalações experimentais

O presente estudo foi conduzido nas instalações do Sistema Intensivo de Produção de Ovinos e Caprinos (SIPOC) do Departamento de Zootecnia da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, localizada em Piracicaba - SP (22° 42' 24" S e 47° 37' 53" O). Foram utilizadas 160 ovelhas (peso $67,6 \pm 7,6$ kg e ECC $3,6 \pm 0,5$) multíparas, da raça Santa Inês, no terço final da gestação, entre os dias 26 a 63 antes do parto, prenhes de machos da raça da Dorper. As 160 ovelhas foram confinadas em 10 baias, 16 ovelhas por baia, cobertas com piso de concreto, contendo bebedouros e cochos.

Na segunda semana de lactação, 38 ovelhas (peso $68,2 \pm 6,9$ kg e ECC $2,8 \pm 0,3$), 19 de cada tratamento, juntamente com suas crias foram alojadas em baias individuais, cobertas, com piso concretado (4,2 m x 1,3 m), contendo cocho para fornecimento de ração e bebedouro, para assim avaliar a lactação e o desempenho das crias. Vinte e duas ovelhas foram de parto simples e 16 de parto duplo, sendo 28 cordeiros e 26 cordeiras. No dia do parto todas as ovelhas foram everminadas com moxidectin 1,0% (Cydectin, fort Dodge Saúde Animal, Campinas, São Paulo, Brasil) na dosagem de 1 mL/50 kg de peso corporal.

3.2 Delineamento experimental, tratamentos e manejo alimentar

O delineamento experimental adotado foi o de blocos completos casualizados, de acordo com o peso e o escore de condição corporal. No final da gestação as 160 ovelhas foram agrupadas em 5 blocos, contendo 32 ovelhas em cada bloco. Após o parto, foram selecionadas 38 ovelhas de acordo com a alimentação do final de gestação, com mesmo número e sexo das crias e data do parto, perfazendo 19 blocos.

As dietas foram compostas por 50% de volumoso (feno de “coastcross”) e 50% de concentrado, tendo o milho (M) como principal ingrediente utilizado na dieta com mais CNF, e a casca de soja (CS) como principal ingrediente utilizado na dieta com menos CNF, correspondendo aos tratamentos M e CS, respectivamente. As dietas

foram formuladas com o auxílio do programa “Small Ruminant Nutrition System 6.0” (Tabela 1).

Tabela 1 - Proporção dos ingredientes e composição química das rações experimentais, % na MS

	Dietas ¹	
	M	CS
Ingredientes		
Feno “coastcross”	50,0	50,0
Milho moído	28,76	-
Casca de soja	-	30,36
Farelo de soja	8,6	7,0
Farelo de trigo	10,0	10,0
Ureia	0,5	0,5
Calcário	1,12	1,12
Sal mineral ¹	1,02	1,02
Composição química		
Matéria seca	89,4	89,7
Matéria mineral	7,4	7,5
Matéria orgânica	92,6	92,5
Proteína bruta	12,6	12,9
Extrato etéreo	2,8	2,3
Carboidrato não fibroso ²	36,6	21,7
Fibra em detergente neutro	40,6	55,6

¹Composição: Ca 13,4%, P 7,5%, Mg 1%, S 7%, Cl 21,8%, Na 14,5%, Mn 1100 mg/kg, Fe 500 mg/kg, Zn 4600 mg/kg, Cu 300 mg/kg, Co 40 mg/kg, I 55 mg/kg, Se 30 mg/kg

²Calculado pela fórmula: $100 - (PB + FDN + EE + MM)$

O milho e a casca de soja foram moídos em um triturador (Nogueira® DPM – 4, Itapira, São Paulo, Brasil) em peneira com crivos de 10 mm. Posteriormente, o respectivo ingrediente da dieta experimental foi misturado ao farelo de soja, ureia, calcário, mistura mineral e monensina sódica (Elanco do Brasil, São Paulo, Brasil) utilizando-se misturador horizontal com capacidade para 500 kg (Lucato®, Limeira, Brasil). A monensina sódica foi adicionada na proporção de 25 mg/kg de matéria

natural. A cada partida de concentrado, tanto do milho quanto da casca de soja, uma amostra foi colhida, conservada a -18 °C para posterior análise.

Durante o terço final da gestação, o feno de “coastcross” moído, também pelo triturador (Nogueira® DPM – 4, Itapira, São Paulo, Brasil) em peneira com crivos de 10 mm, foi homogeneizado com o concentrado diariamente e distribuído utilizando um vagão forrageiro (Casale®, São Carlos, SP, Brasil) provido de balança, devido à grande quantidade de animais por baia. No período da lactação as rações ofertadas foram pesadas em balança eletrônica com precisão de 0,1 grama (Marte AC 10K), homogeneizadas manualmente e ofertadas “ad libitum”. As rações foram ofertadas diariamente, às 9 h, e a sobra permitida foi de até 10% do ofertado.

Uma vez por semana as sobras foram recolhidas e pesadas para cálculo do CMS, amostradas (10%) e armazenadas a -18° C, tanto no período pré-parto, quanto na lactação.

As amostras das rações ofertadas e das sobras foram moídas em moinho tipo Wiley (Marconi, Piracicaba, Brasil) com peneiras com crivos de 1,0 mm e analisadas para determinação de matéria seca (MS) por meio de secagem das amostras em estufa a 105° C por 24 horas e matéria mineral (MM) através da incineração das amostras em mufla a 550°C por 4 horas (ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMIST – AOAC, 1990) A matéria orgânica (MO) foi calculada pela diferença entre a MS e MM. A fibra insolúvel em detergente neutro (FDN) foi determinada conforme Van Soest, Robertson e Lewis (1991), utilizando α -amilase termoestável e sulfito de sódio, em aparelho Ankom 2000 (Ankom Tech. Corp., Fairport, NY). As análises foram realizadas no Laboratório de Nutrição e Reprodução Animal (LNRA) e no Laboratório de Bromatologia, ambos do Departamento de Zootecnia da ESALQ – USP.

As ovelhas foram pesadas no terço final da gestação, onde se deu início ao experimento, e no dia do parto, juntamente com suas crias (240 cordeiros). Também foi realizada a avaliação do escore de condição corporal, classificando as ovelhas com notas de 1 (magra) a 5 (gorda) com incremento de 0,25 (Russel, 1984). A avaliação do ECC também foi realizada durante a lactação na terceira, sexta, nona e décima segunda semana pós-parto.

3.3 Produção e composição do leite

Da segunda a décima segunda semana, sempre no mesmo dia da semana, as ovelhas foram separadas de suas crias e ordenhadas mecanicamente às 10h, imediatamente após aplicação intravenosa de 10 unidades internacionais (UI) de ocitocina sintética injetável (Univet, São Paulo, SP, Brasil), na veia jugular. A função desta ordenha foi apenas de esvaziar o úbere das ovelhas, sendo esse leite descartado. Três horas após a primeira ordenha, as ovelhas foram ordenhadas outra vez, após nova aplicação de 10UI de ocitocina. O leite colhido, referente ao total de leite produzido por ovelha no intervalo de três horas, foi pesado, em balança eletrônica de precisão (Marte AC 10K), e amostrado (SUSIN; LOERCH; MCCLURE, 1995).

Uma alíquota de 30 mL do leite produzido por cada animal na segunda ordenha foi colhido e conservado em 2-bromo-2-nitropropano-1-3-diol para posterior determinação de proteína, gordura, lactose e sólidos totais no Laboratório de Análise de Leite, da Clínica do Leite, do Departamento de Zootecnia da ESALQ/USP. A composição do leite foi determinada por absorção infravermelha, utilizando-se o equipamento Bantley 2000® (BENTLEY INSTRUMENTS, Chasca, MI, EUA). Os cálculos de correção do leite para gordura (6,5%) e proteína (5,8%) foram realizadas de acordo com Pulina e Nuda (2002), através das equações:

$$\text{LCG (6,5\%)} = \text{produção} \times (0,37 + 0,097 \times \text{gordura})$$

$$\text{LCGP (6,5 e 5,8\%)} = \text{produção} \times (0,25 + 0,085 \times \text{gordura} + 0,035 \times \text{proteína})$$

Sendo:

LCG: leite corrigido para gordura.

LCGP: leite corrigido para gordura e proteína.

3.4 Parâmetros sanguíneos

No terço final da gestação, amostras de sangue das ovelhas foram colhidas semanalmente, três horas após o fornecimento da ração. Foram analisadas as amostras de sangue apenas das fêmeas que continuaram no experimento. No período da lactação as colheitas foram realizadas imediatamente antes e três horas após a oferta de alimento. O sangue para determinação de insulina e ácidos graxos

não esterificados (AGNE) foi colhido em tubos tipo Vacutainer® com gel separador inerte para soro, por punção da veia jugular das ovelhas. Para determinação de glicose, o sangue foi colhido em tudo tipo Vacutainer® com Fluoreto de Sódio e EDTA k3. Logo após a colheita, os tubos foram centrifugados a 4.000 x g a 4°C por 15 minutos e alíquotas do soro e plasma obtidos foram colocados em microtubos de 1,5 mL, armazenados a -18°C e posteriormente realizada as determinações de insulina, ácido graxo não esterificado (AGNE) no do soro e glicose no plasma.

As determinações da concentração sérica de glicose e AGNE foram realizadas utilizando o método em espectrofotometria de ponto final. Para glicose utilizou-se filtro de absorbância de 505 nm e leitura feita em Sistema Automático para Bioquímica – Modelo SBA 200 (CELM, Barueri, SP, Brasil), através do kit enzimático comercial GLICOSE HK LIQUIFORM (LABTEST Diagnóstica S.A.). Para o AGNE o filtro de absorbância utilizado foi de 547 nm, e a leitura foi realizada em Sistema Automático para Bioquímica – Modelo SBA 200 (CELM, Barueri, SP, Brasil), através do kit comercial enzimático NEFA (RANDOX Laboratories). As análises foram realizadas no Laboratório de Metabolismo Animal, do Departamento de Zootecnia da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” - USP.

As dosagens hormonais de insulina foram realizadas no Laboratório de Nutrição e Reprodução Animal (LNRA), do Departamento de Zootecnia da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” - USP, pelo método de Quimioluminescência automatizada (Immulite® 1000, Siemens Healthcare Diagnostics, Deerfield, IL, USA) usando Kits comerciais do Immulite 1000 para determinação de insulina. A sensibilidade do ensaio foi de 2,0 µUI e os coeficientes de variação intra e inter-ensaio foram de 3,4 e 1,9%, respectivamente.

3.5 Desempenho dos cordeiros

A partir do sétimo dia de idade os cordeiros receberam concentrado inicial “ad libitum”. Os ingredientes utilizados foram: 70,0% de milho; 23,8% de farelo de soja; 1,5% de calcário; 1,0% de mistura mineral e 3,7 de melaço de cana-de-açúcar. Foi incluído monensina sódica no concentrado inicial, 25 mg/kg de matéria natural, para controle de coccidiose. O concentrado inicial apresentou 87,8% de MS; 16,5% de PB; 8,0% de FDN; 92,8% de MO e 7,2% de MM.

O milho foi moído por um triturador (Nogueira® DPM – 4, Itapira, São Paulo, Brasil), em peneira com crivos de 10 mm. Posteriormente o milho foi misturado ao farelo de soja, calcário, mistura mineral, melaço-de-cana e monensina sódica (Elanco do Brasil, São Paulo, Brasil) utilizando-se misturador horizontal com capacidade para 500 kg (Lucato®, Limeira, Brasil). A cada partida de concentrado uma amostra foi colhida, conservada a -18 °C para posterior análise.

O concentrado inicial foi ofertado, em alimentador privativo permitindo acesso apenas dos cordeiros. Para não terem acesso ao cocho das ovelhas, os cordeiros foram mantidos em sistema de coleira, permitindo livre acesso à ovelha, ao bebedouro e ao alimentador (Figura 3). Semanalmente a sobra do concentrado inicial foi pesada para o cálculo do CMS, amostrada e armazenada à -18°C.

Figura 3 - Baias individuais das ovelhas durante a lactação e sistema de *creep feeding* para os cordeiros

Os cordeiros foram pesados semanalmente em balança eletrônica para cálculo do ganho de peso médio diário (GMD). Após o desmame, realizado aos 90 dias de idade, os cordeiros continuaram em suas baias e foram submetidos ao sistema de confinamento, que teve duração média de 37 dias. No confinamento os cordeiros continuaram a ser pesados semanalmente para análise do GMD.

A dieta de confinamento foi composta por: 10,0% de feno “coastcross”, 74,8% de milho; 11,0% de farelo de soja; 1,7% de calcário; 1,5% de mistura mineral, 0,5% de ureia e 0,5% de cloreto de amônio. A composição bromatológica da ração foi: 88,6% de MS; 16,3% de PB; 13,3% de FDN; 91,8% de MO e 8,2% de MM.

O milho e o feno foram moídos utilizando triturador (Nogueira® DPM – 4, Itapira, São Paulo, Brasil), com peneira de 10 mm. Posteriormente foram misturados ao farelo de soja, ureia, calcário, cloreto de amônio, mistura mineral e monensina sódica (Elanco do Brasil, São Paulo, Brasil) utilizando-se misturador horizontal com capacidade para 500 kg (Lucato®, Limeira, Brasil). A monensina sódica foi adicionada na proporção de 25 mg/kg de matéria natural. A cada partida de ração foi colhida uma amostra e conservada a -18 °C para posterior análise.

A alimentação foi fornecida, *ad libitum* e as sobras recolhidas semanalmente para a determinação do consumo diário de MS (CMS). As sobras foram compostas por tratamento, amostradas (10%) e conservadas a -18°C.

Foi calculada a eficiência alimentar (EA) tomando como base o consumo médio diário de MS e o GMD de cada período.

As amostras das rações ofertadas e as sobras foram processadas em moinho tipo Wiley (Marconi, Piracicaba, Brasil) com peneiras com crivos de 1,0 mm e analisadas para determinação de matéria seca (MS) por meio de secagem das amostras em estufa a 105° C por 24 horas, nitrogênio total utilizando um aparelho Leco FP528 (Leco Corporation, St. Joseph, MI), conforme a AOAC (1997), e fibra insolúvel em detergente neutro (FDN) conforme Van Soest, Robertson e Lewis (1991), utilizando α -amilase termoestável e sulfito de sódio, em aparelho Ankom 2000 (Ankom Tech. Corp. Fairport, NY). As análises foram realizadas no Laboratório de Nutrição e Reprodução e Animal (LNRA) e no Laboratório de Bromatologia, ambos do Departamento de Zootecnia da ESALQ – USP.

3.6 Abate dos animais e características da carcaça

Ao final do confinamento, um subgrupo de 40 dos 54 cordeiros, pertencentes a 30 baias (unidade experimental), foram pesados após jejum de 14 horas para determinação do peso ao abate (PA), e em seguida foram abatidos. Posteriormente a evisceração, esfola e toalete, foi feito o peso da carcaça quente (PCQ), e resfriamento a 4°C em câmara de refrigeração por 24 horas, quando foram novamente pesadas para obtenção do peso de carcaça fria (PCF). O rendimento de carcaça quente (RCQ), rendimento de carcaça fria (RCF) e perda por resfriamento (PR) foram calculados pelas fórmulas: $RCQ = (PCQ/PA) \times 100$; $RCF = (PCF/PA) \times 100$; $PR = [(PCQ - PCF)/PCQ] \times 100$.

A medida da espessura de gordura subcutânea (EGS) foi realizada, utilizando-se paquímetro digital (Battery, modelo SR44) graduado em mm, após 24 horas de resfriamento na secção transversal do músculo *Longissimus dorsi* entre a 12° e 13° vértebras torácicas. A face exposta do músculo *Longissimus dorsi* foi desenhada em papel vegetal e posteriormente sua área foi mensurada através de um planímetro graduado em cm² para obtenção da área de olho de lombo (AOL). Foi calculada a média aritmética da EGS e AOL de cada carcaça, a partir dos valores mensurados dos lados direito e esquerdo de cada animal.

Na mesma secção transversal entre a 12° e 13° vértebras torácicas foi mensurada a espessura de parede corporal, medida 12,5 cm lateralmente da linha média da coluna vertebral (NOTTER et al., 2004), utilizando um paquímetro digital graduado em mm. Para análise estatística foi utilizada a média aritmética das duas mensurações obtidas de cada carcaça, sendo uma do lado esquerdo e a outra do direito.

3.7 Análise estatística

As análises estatísticas foram realizadas utilizando o MIXED do SAS (2002), e considerado efeito significativo quando $P < 0,05$. Todos os dados foram submetidos ao teste de Shapiro Wilk para verificar a normalidade dos resíduos, a retirada de “outliers” e a homogeneidade das variâncias pelo teste de Levene. O conjunto de dados que não respeitou tais premissas foi submetido às transformações logarítmicas, inversa ou raiz quadrada.

Os dados relacionados ao GMD, CMS, EA, produção e composição do leite, parâmetros sanguíneos, peso e ECC das diferentes categorias de ovinos foram analisados como medidas repetidas no tempo. Para as ovelhas gestantes, foi utilizado a porcentagem de partos múltiplos por baía como covariável. O modelo estatístico empregado foi: $Y_{ijk} = \mu + B_i + T_j + S_k + (BS)_{ik} + (TS)_{jk} + E_{ijk}$, onde μ = média geral; B_i = efeito de bloco ($i = 1$ a 19); T_j = efeito do tratamento ($j = 1$ a 2); S_k = efeito da semana experimental ($k = 1$ a 12); $(BS)_{ik}$ = interação bloco x semana experimental; $(TS)_{jk}$ = interação tratamento x semana experimental, e E_{ijk} = erro residual. Para as variáveis peso, GMD, CMS e EA dos cordeiros no confinamento, o modelo estatístico empregado foi: $Y_{ijk} = \mu + B_i + T_j + S_k + (BS)_{ik} + (TS)_{jk} + E_{ijk}$, onde μ = média geral; B_i = efeito de bloco ($i = 1$ a 19); T_j = efeito do tratamento ($j = 1$

a 2); S_k = efeito da semana experimental ($k = 1$ a 6); $(BS)_{ik}$ = interação bloco x semana experimental; $(TS)_{jk}$ = interação tratamento x semana experimental, e E_{ijk} = erro residual. Bloco e interação bloco e semana foram incluídos como efeitos aleatórios. Para todos os dados analisados como medidas repetidas no tempo foram testadas as matrizes de covariância “compound symmetry, heterogeneous compound symmetry, autoregressive, heterogeneous autoregressive, unstructured, banded, variance components, toeplitz e heterogeneous toeplitz” e definidas de acordo com o menor valor obtido para “Akaike’s Information Criterion” (AIC). As médias dos tratamentos foram obtidas através do comando LSMEANS. O efeito de tratamento, semana e interação tratamento semana foram definidos pelo teste F da análise de variância.

Os dados de peso e escore de condição corporal das ovelhas no dia do parto e peso dos cordeiros ao nascimento, foram analisadas pelo do modelo: $Y_{ijk} = \mu + B_i + T_j + E_{ij}$, onde μ = média geral; B_i = efeito de bloco ($i = 1$ a 5); T_j = efeito do tratamento ($j = 1$ a 2) e E_{ijk} = erro residual. Bloco foi incluído como efeito aleatório. As médias dos tratamentos foram obtidas através do comando LSMEANS. O efeito de tratamento foi definido pelo teste F da análise de variância.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Desempenho das ovelhas pré e pós-parto

O CMS das ovelhas do grupo CS no terço final da gestação foi maior ($P < 0,05$) em relação ao grupo M (Tabela 2). A diferença no CMS pode estar associada possivelmente a fermentação do amido, na dieta contendo milho, com provável aumento do propionato. Segundo Allen, Bradford e Oba (2009), o propionato, primeiro produto final da fermentação do amido, promove saciedade nos ruminantes. Eles sugerem que o propionato, além de promotor da gliconeogênese é também oxidado no ciclo do ácido cítrico, aumentando a produção de adenosina trifosfato (ATP). O ATP produzido nestes processos oxidativos segue até o cérebro através de terminações nervosas, mandando um sinal de saciedade, e consequentemente promovendo diminuição do CMS. Para os autores, vacas em lactação apresentam menor número de precursores de glicose, diminuindo os intermediários do ciclo do ácido cítrico. Segundo eles, esta situação favorece os efeitos hipofágicos do propionato, uma vez que o mesmo é um intermediário do ciclo do ácido cítrico, sendo então utilizado para participar da oxidação, produzindo mais ATP, além de sintetizar a glicose. No presente estudo, esta hipótese pode ser utilizada, uma vez que ovelhas no final da gestação estão em um período crítico para a espécie, devido a possibilidade de partos múltiplos, elevando a utilização dos nutrientes maternos pelos fetos, e possivelmente diminuindo os precursores da glicose nas fêmeas gestantes (MOALLEM et al., 2012). Para Ferreira et al. (2011a, 2011b), o aumento do CMS em animais alimentados com teores crescentes de casca de soja em relação ao milho se deve a densidade energética da casca ser menor que a do milho.

Tabela 2 – Peso, escore de condição corporal (ECC) e consumo de matéria seca (CMS) de ovelhas Santa Inês alimentadas com dietas contendo milho ou casca de soja no terço final da gestação

Variáveis	Dietas ¹		EPM ²	Valor de P ³		
	M	CS		Trat	Sem	T*S
n	80	80				
Peso inicial	67,37	67,45	-	-	-	-
Peso ao parto	64,99	68,09	1,36	0,04	-	-
ECC inicial	3,62	3,63	-	-	-	-
ECC ao parto	2,58	2,68	0,06	0,37	-	-
CMS (kg/dia)	1,51	1,61	0,04	<0,05	0,12	0,22

¹M = dieta contendo milho; CS = dieta contendo casca de soja

²EPM = Erro padrão da média

³Trat = Efeito do tratamento; Sem = efeito da semana; T*S = efeito da interação entre tratamento e semana

Não foi observado diferença no ECC das ovelhas imediatamente após o parto ($P=0,37$), no entanto as ovelhas do grupo CS apresentaram maior peso ($P<0,05$) logo após o parto quando comparadas as ovelhas do grupo M. Husted et al. (2008), também observaram diferença no peso das ovelhas ao parto, sem no entanto encontrar alterações significativas no ECC entre os grupos. Em estudo realizado por Radunz et al. (2011a) ovelhas no final da gestação alimentadas com dietas contendo elevada proporção de fibra não forrageira apresentaram maior peso e maior ECC ao parto, quando comparadas a ovelhas alimentadas com grão de milho. Deste modo, o efeito no ganho de peso favorecendo as ovelhas do tratamento CS provavelmente ocorreu devido ao maior CMS no terço final da gestação por este grupo. Assim como observado em estudos prévios, em que ovelhas que obtiveram maior consumo durante o terço médio e final da gestação ganharam mais peso, em relação as fêmeas de menor consumo (VONNAHME et al., 2010, 2013).

Não houve diferença ($P = 0,14$) entre os tratamentos quanto ao CMS durante a lactação (Tabela 3), em contraste com resultados obtidos por outros autores (CANNAS et al., 2013). Zenou e Miron (2005) observaram maior CMS por ovelhas lactantes alimentadas com dieta contendo CS em substituição a grãos de amido (cevada e milho) e propuseram duas explicações: maior taxa de digestão das fibras presentes em alimentos contendo menos CNF em relação as fibras presentes em alimentos ricos em CNF, acelerando a passagem do alimento no rúmen,

consequentemente aumentando a ingestão; o consumo de grandes quantidades de grão de amido em um curto período além do volumoso da dieta, pode inibir a atividade dos microrganismos que degradam CF, e diminuir ainda mais a taxa de digestão de fibra do alimento volumoso e do alimento não-volumoso. Este resultado pode não ter sido encontrado no presente estudo, devido ao elevado FDN presente na dieta do grupo controle (Tabela 1), possivelmente impedindo que a fermentação do amido proveniente da dieta com milho fosse prejudicial ao funcionamento do rúmen e aos microrganismos que degradam CF. Adicionalmente, devido a pequena produção de leite, estes animais não se encontravam em um período de alta exigência, comparado ao período final da gestação, possivelmente não ocorrendo efeito hipofágicos do propionato. Quando a CS (fonte de fibra digestível) substituiu o feno, Araújo et al. (2008) verificaram aumento no CMS. Em cabras, Gentil et al. (2011) também observaram aumento do CMS até a substituição de 67% de feno por casa de soja.

A variável ECC também foi semelhante entre os tratamentos ($P=0,83$), possivelmente devido ao mesmo CMS entre os grupos experimentais na lactação.

Tabela 3 – Escore de condição corporal e consumo das ovelhas Santa Inês avaliadas na lactação e alimentadas com dietas contendo milho ou casca de soja

Variáveis	Dietas ¹		EPM ²	Valor de P ³		
	M	CS		Trat	Sem	T*S
n	19	19				
ECC	3,16	3,15	0,03	0,83	<0,01	0,50
CMS (kg/dia)	2,22	2,35	0,02	0,14	<0,01	0,98

¹M = dieta contendo milho; CS = dieta contendo casca de soja

²EPM = Erro padrão da média

³Trat = Efeito do tratamento; Sem = efeito da semana; T*S = efeito da interação entre tratamento e semana

4.2 Parâmetros Sanguíneos

No terço final da gestação, não houve diferença ($P=0,15$) para a variável glicose (Tabela 4), corroborando com os dados apresentados por Radunz et al. (2010), onde diferentes fontes de energia na dieta de vacas gestantes não afetaram as concentrações plasmáticas de glicose três horas após a alimentação. A

concentração de insulina foi igual entre os grupos experimentais ($P=0,98$). Este resultado possivelmente ocorreu devido a semelhante concentração de glicose circulante entre o grupo controle e o grupo experimental, podendo assim a glicose ter induzido a liberação de insulina com a mesma intensidade, uma vez que a insulina é o principal regulador da homeostase da glicose, sendo estimulada a sua liberação pelo pâncreas de acordo com os teores circulantes de glicose.

Tabela 4 - Parâmetros sanguíneos de ovelhas Santa Inês, alimentadas com dietas contendo milho ou casca de soja, no período pré-parto

Variáveis	Dietas ¹		EPM ²	Valor de P ³		
	M	CS		Trat	Sem	T*S
n	19	19				
Glicose (mg/dL)	69,99	61,64	4,38	0,15	<0,01	0,18
Insulina (µUI)	32,38	32,00	4,45	0,98	0,24	0,17
AGNE (mEq/L)	0,416	0,379	0,03	0,41	<0,01	0,20

¹M = dieta contendo milho; CS = dieta contendo casca de soja

²EPM = Erro padrão da média

³Trat = Efeito do tratamento; Sem = efeito da semana; T*S = efeito da interação entre tratamento e semana

A mobilização de gordura, medida pela concentração sanguínea de AGNE, também não foi afetada pelos tratamentos ($P = 0,41$), concordando com dados apresentados em estudo prévio, em que diferentes fontes energéticas fornecidas na dieta de vacas gestantes não afetaram a concentração circulante de AGNE (VAN KNEGSEL et al., 2007).

Na lactação, a concentração sanguínea de glicose imediatamente antes do fornecimento da dieta (0h) apresentou tendência ($P = 0,08$) de aumento para o grupo M (Tabela 5). Esta diferença pode estar associada ao provável aumento da produção de propionato, através da fermentação do amido advindo do milho, promovendo maior gliconeogênese no fígado, como observado em estudos anteriores (BRODERICK; MERTENS; SIMONS, 2002; CANNAS et al., 2013). Não houve efeito ($P = 0,79$) de tratamento na concentração média de glicose 3h pós-prandial (Figura 4). No entanto, ocorreu efeito de tratamento ($P = 0,01$) na diferença entre a glicose coletada 0 e 3h pós refeição. Esta diferença provavelmente ocorreu devido a maior produção de propionato, advindo da fermentação de amido. Sabe-se que além da glicose, o propionato também promove papel fisiológico na regulação

das concentrações circulantes da insulina (SANO et al., 1995; ALLEN, 2000). Deste modo, logo após a ingestão de alimento, a maior concentração de propionato advindo da dieta contendo milho, pode ter estimulado uma maior liberação de insulina ao entrar na circulação portal, entrando no fígado em seguida para promover a síntese de glicose. A glicose produzida e liberada na corrente sanguínea pode ter sido rapidamente absorvida pelos tecidos periféricos, tornando-se menor as 3h, devido a maior concentração de insulina circulante. Enquanto no grupo CS a falta de altas concentrações de propionato podem ter induzido menor liberação de insulina pelo pâncreas, permitindo que a mesma aumentasse pós-refeição. Entretanto, não foi observado efeito de tratamento na concentração circulante de insulina ($P = 0,34$) 3h após o fornecimento da dieta, podendo levar em consideração que as alterações nos teores de insulina, para justificar o efeito entre tratamentos na diferença da glicose 0 para 3h ocorreram antes das 3h pós-prandial, com a glicose e a insulina já normalizadas 3h após a alimentação. Van Knegsel et al. (2007) observaram que a concentração de insulina de vacas multíparas lactantes apresentou-se mais elevada entre 2 a 3h após o fornecimento da dieta no grupo alimentado com uma ração glicogênica, em relação ao grupo alimentado com uma dieta lipogênica.

Figura 4 - Concentração plasmática de glicose das ovelhas, no momento 0 e 3h do fornecimento da dieta, no período da lactação

Tabela 5 - Parâmetros sanguíneos de ovelhas Santa Inês, alimentadas com dietas contendo milho ou casca de soja, durante a lactação

Variáveis	Dietas ¹		EPM ²	Valor de P ³		
	M	CS		Trat	Sem	T*S
n	19	19				
Glicose (mg/dL)						
0h	65,05	62,31	0,57	0,08	<0,01	0,10
3h	63,82	64,27	0,58	0,79	<0,01	0,22
Diferença	-1,253	1,945	0,61	0,01	0,04	0,34
Insulina (µUI)						
0h	6,49	6,49	0,31	1,00	<0,01	0,17
3h	21,26	17,61	1,08	0,34	0,30	0,44
Diferença	13,47	11,11	0,87	0,43	0,46	0,45
AGNE (mEq/L)						
0h	0,689	0,671	0,02	0,60	<0,01	0,42
3h	0,317	0,417	0,02	<0,01	<0,01	0,83
Diferença	-0,365	-0,253	0,02	0,01	<0,01	0,40

¹M = dieta contendo milho; CS = dieta contendo casca de soja

²EPM = Erro padrão da média

³Trat = Efeito do tratamento; Sem = efeito da semana; T*S = efeito da interação entre tratamento e semana

A insulina também não sofreu efeito da dieta imediatamente antes ($P = 0,10$), nem 3h após a alimentação ($P = 0,34$), porém mostrou-se elevada as 3h, pós prandial (Figura 5), de acordo com os dados apresentados em um estudo realizado anteriormente, o qual mostrou que a insulina se torna mais elevada nas primeiras 4 horas após o fornecimento da dieta (SINCLAIR; SINCLAIR; ROBINSON, 2000).

Figura 5 - Concentração sérica de insulina das ovelhas, no momento 0 e 3h do fornecimento da dieta, no período da lactação

Para a variável AGNE, não houve efeito de tratamento na coleta realizada imediatamente antes do fornecido. Entretanto, os teores de AGNE circulantes diminuíram 3h após a alimentação (Figura 6), apresentado menor concentração no grupo M em relação ao grupo CS ($P < 0,01$). Van Knegsel et al. (2007) ao trabalharem com dietas energéticas (gliconeogênica vs. lipogênica) fornecias a vacas primíparas e multíparas, ao realizarem coletas de sangue entre 2 a 3h após o fornecimento da dieta, observaram que as vacas multíparas alimentadas com a dieta gliconeogênica apresentaram menor AGNE no plasma sanguíneo, em relação as vacas multíparas alimentadas com a dieta lipogênica, ao passo que a insulina circulante se apresentou maior. Segundo De Koster e Opsomer (2013), a liberação de AGNE a partir do tecido adiposo é resultado do efeito combinado da lipólise e da lipogênese, sendo ambas as vias influenciadas pela insulina. Para eles, o aumento da lipólise e diminuição da lipogênese, aumentando a concentração de AGNE na circulação, se deve a redução na concentração sérica de insulina. Entretanto, o presente estudo não encontrou diferença na concentração de insulina entre os tratamentos.

Os AGNEs apresentaram seus maiores valores na segunda semana de lactação, declinando a medida que a lactação avançava, estando de acordo com dados apresentados por outros autores (BIZELIS; CHARISMIADOU; ROGDAKIS, 2000; CANNAS et al., 2013). A mobilização de gordura no presente estudo pode ter diminuído com o passar da lactação devido a constante diminuição da produção de leite (Figura 8). Segundo Adewuyi, Gruys e Van Eerdenburg (2005), os AGNEs podem se encontrar mais elevados durante a lactação, para a realização de síntese

de novo, sendo utilizado em até 40% para a produção de gordura do leite durante os primeiros dias de lactação.

Figura 6 - Concentração sérica de AGNE das ovelhas, no momento 0 e 3h do fornecimento da dieta, no período da lactação

4.3 Produção e Composição do Leite

As diferentes fontes de carboidrato não afetaram a produção de leite ($P=0,16$) (Tabela 6). Bizelis, Charismiadou e Rogdakis (2000) verificaram que a restrição de 10% da dieta no final da gestação de ovelhas diminuiu a produção de leite nas três primeiras semanas seguintes ao parto. Eles sugerem que esta diminuição na produção se deve ao menor desenvolvimento do úbere. No entanto, de acordo com o resultado presente, supõe-se que as ovelhas alimentadas com uma dieta balanceada no terço final da gestação, submetidas a diferentes fontes alimentares, aparentemente não apresentam alteração no desenvolvimento da glândula mamária, não afetando a produção de leite poucas semanas após o parto, em confirmação com estudos prévios (BELL, 1995; RADUNZ et al., 2011a). Entretanto, em disparidade com os resultados encontrados no presente estudo, para alguns autores, alterações na alimentação de ovinos durante a lactação promovem efeito na produção e na composição do leite. Bovera et al. (2004) ao utilizarem diferentes quantidades de CNE na alimentação de ovelhas lactantes, baixo ou alto CNE, observaram que os animais alimentados com baixos teores de CNE e mais fibra apresentaram maior produção média de leite em relação a ovelhas alimentadas com a dieta contendo altos teores de CNE.

Em relação as fontes de carboidratos, estudos têm observado que a CS em substituição a grãos contendo alta concentração de amido, na alimentação de ovelhas lactantes, tem melhorado a produção de leite e a persistência da lactação (ZERVAS et al., 1998). Cannas et al. (2013), ao utilizarem CS em substituição ao grão de amido com proporção volumoso/concentrado de 30/70 na alimentação de ovelhas leiteiras no meio da lactação, observaram que a dieta com menor quantidade de CNF (23% de CNF) promoveu maior produção de leite, e maior produção de gordura, em relação a dieta com mais CNF (36% de CNF). Corroborando com estes dados, estudo realizado por Zenou e Miron (2005) substituindo parcialmente (51%) grãos de amido por CS na dieta de ovelhas lactantes ($38 \pm 4,0$ dias em lactação), com 35% de volumoso e 65% de concentrado, constatou que a dieta rica em fibra aumentou a produção média de leite durante todo o período experimental. Para os autores, a maior produção de leite nos animais alimentados com dietas contendo mais fibra se deve ao maior CMS pelos mesmos. Esta suposição explicaria a falta de diferença no presente estudo, uma vez que não houve efeito no CMS entre os tratamentos nas 12 semanas de lactação, como visto anteriormente.

Zenou e Miron (2005) também observaram maior produção e concentração de gordura do leite no grupo com a dieta contendo mais fibra, supondo que a vantagem do grupo experimental sobre o grupo controle pode ter sido devido ao maior FDN (37,5 vs. 14,9%, respectivamente) presente na dieta, favorecendo o grupo experimental à uma maior ingestão de FDN e melhores condições ruminais para os microrganismos degradadores de fibra. Para eles, dietas ricas em forragens podem beneficiar a lactação pelo fato de estimularem uma maior produção de acetato no rúmen, utilizado para a síntese de gordura na glândula mamária. Sanz Sampelayo et al. (2007) sugerem que a concentração de gordura no leite de ovelhas e cabras, entre vários fatores, está relacionada a proporção volumoso/concentrado da dieta, e ao tipo de concentrado. A falta de efeito na produção ($P=0,82$) e na concentração ($P=0,98$) de gordura do leite neste trabalho pode estar relacionada a proporção volumoso/concentrado utilizado (50/50), com concentração elevada de FDN mesmo no grupo com menos fibra (CS-55,6% vs. M-40,6%).

Tabela 6 – Produção de leite, leite corrigido para gordura (LCG), leite corrigido para gordura e proteína (LCGP) em três horas e composição do leite de ovelhas Santa Inês alimentadas com dietas contendo milho ou casca de soja

Variáveis ⁴	Dietas ¹		EPM ²	Valor de P ³		
	M	CS		Trat	Sem	T*S
n	19	19				
Produção (g/3h)						
Leite	162,6	147,6	2,87	0,16	<0,01	0,62
LCG	196,7	192,8	3,90	0,82	<0,01	0,85
LCGP	186,3	182,0	3,57	0,78	<0,01	0,86
Gordura	14,6	14,2	0,31	0,82	<0,01	0,96
Proteína	7,5	6,8	0,11	0,13	<0,01	0,89
Lactose	7,6	6,8	0,15	0,24	<0,01	0,53
ST	31,0	29,1	0,56	0,41	<0,01	0,81
ESD	16,5	14,9	0,28	0,15	<0,01	0,57
Teor (%)						
Gordura	9,8	9,6	0,12	0,98	0,13	0,40
Proteína	4,9	4,8	0,04	0,57	<0,01	0,14
Lactose	4,6	4,6	0,02	0,85	<0,01	0,62
ST	19,9	19,7	0,11	0,92	0,19	0,90
ESD	10,2	10,1	0,03	0,47	<0,01	0,09

¹M = dieta contendo milho; CS = dieta contendo casca de soja

²EPM = Erro padrão da média

³Trat = Efeito do tratamento; Sem = efeito da semana; T*S = efeito da interação entre tratamento e semana

⁴ST = sólidos totais; ESD = extrato seco desengordurado

A produção ($P = 0,24$) de lactose no leite e a sua concentração ($P = 0,85$) não foram afetadas pelo tratamento. Corroborando com resultado presente em estudo prévio (CANNAS et al., 2013). A produção ($P = 0,13$) e a concentração ($P = 0,57$) de proteína do leite também não foram afetadas pela dieta das ovelhas. Segundo Pulina et al. (2006) a concentração de proteína do leite de ovelhas é positivamente associada a concentração de energia da dieta, no entanto a faixa de concentração da proteína é estreita, tendo menor possibilidade de modificar sua concentração por intermédio nutricional. Não houve diferença entre a produção ($P = 0,41$) e a

composição ($P = 0,92$) dos sólidos totais, certamente devido à falta de efeito em todas as variáveis analisadas no leite (Tabela 6).

O pico da lactação em ovelhas é esperado entre a terceira e quarta semana após o parto (SUSIN; LOERCH; MCCLURE, 1995; CANNAS; NUDDA; PULINA, 2002). Segundo Cannas, Nudda e Pulina (2002) o aporte nutricional e até mesmo as reservas corporais são voltadas à produção de leite, sendo observado declínio do ECC, sem ultrapassar a perda de mais de 1 ECC em menos de seis semanas, para que ocorra uma maior produção de leite. Entretanto, no presente trabalho a maior produção de leite foi observada logo a primeira mensuração, declinando em seguida, para ambos os tratamentos. Este comportamento pode estar associado a um progressivo aumento da utilização dos nutrientes pelos tecidos periféricos, uma vez que ocorreu aumento do ECC durante a lactação, supondo-se que o aporte nutricional foi utilizado para a deposição de gordura das ovelhas (Figura 7).

Figura 7 - A: Produção de leite dos dois grupos experimentais, da 2ª a 12ª semana de lactação. B: Escore de condição corporal dos dois grupos experimentais, no dia do parto e nas semanas 3, 6, 9 e 12

4.4 Desempenho dos Cordeiros e Característica da Carcaça

Os diferentes tratamentos maternos no final da gestação afetaram o peso ao nascimento dos cordeiros, tendo as crias de ovelhas alimentadas com CS pesado mais ($P < 0,05$) que as crias advindas de ovelhas alimentadas com M (Tabela 7). Este resultado provavelmente se deve ao maior consumo das ovelhas do grupo CS ao final da gestação, em comparação com as fêmeas do grupo controle, possivelmente promovendo maior aporte nutricional ao feto. Corroborando com resultados obtidos em estudos anteriores, onde cordeiros advindos de ovelhas com maior consumo de alimento no final da gestação, apresentavam maior peso ao nascimento, quando comparados a cordeiros filhos de ovelhas que foram submetidas a um menor consumo alimentar (OLIVER et al., 2002). Em contrapartida, alguns autores ao utilizarem grãos contendo mais ou menos CNF na dieta materna de ovelhas, no terço final da gestação não observaram diferença no peso das crias ao nascimento, provavelmente devido ao controle prévio na ingestão de energia, que foi semelhante entre os grupos de fêmeas gestantes (BOVERA et al., 2004; RADUNZ et al., 2011a).

Tabela 7 – Peso corporal dos cordeiros ao nascimento em função da dieta das ovelhas alimentadas com milho ou casca de soja

Variáveis ⁴	Dietas ¹		EPM ²	Valor de P ³
	M	CS		
n	124	120		
Peso corporal (kg)	3,96	4,14	0,05	<0,05

¹M = dieta contendo milho; CS = dieta contendo casca de soja

²EPM = Erro padrão da média

³Trat = Efeito do tratamento; Sem = efeito da semana; T*S = efeito da interação entre tratamento e semana

Durante o período de aleitamento não houve diferença entre as variáveis apresentadas na Tabela 8. Uma explicação seria devido aos cordeiros selecionados para continuar no estudo já apresentarem peso semelhante ao nascimento, devido a seleção materna feita para avaliar a produção de leite. Para alguns autores, cordeiros que apresentam menor peso ao nascimento, em comparação aos de maior peso ao nascer, apresentam consumo elevado logo após o parto contribuindo para sua taxa de crescimento compensatório (GREENWOOD et al., 1998, 2002). No

entanto, para Radunz et al. (2011a) diferentes fontes alimentares na dieta materna pré-parto não afetam a taxa de crescimento das crias no aleitamento, nem o peso a desmama. Em estudo realizado por Bovera et al. (2004), cordeiros nascidos com pesos semelhantes, filhos de ovelhas submetidas a dietas com diferente quantidade de CNF desde o terço final da gestação até a desmama, não apresentaram diferença significativa no GMD nos primeiros 30 dias de vida, no entanto os cordeiros filhos de mães alimentadas com maior quantidade de CNF na dieta obtiveram maior peso aos 30 dias de vida, provavelmente devido a estimada produção de leite materna deste grupo ter sido maior.

Tabela 8 – Peso corporal, consumo de concentrado, ganho de peso médio diário, e eficiência alimentar dos cordeiros em aleitamento e confinamento em função da dieta das ovelhas alimentadas com milho ou casca de soja

Variáveis ⁴	Dietas ¹		EPM ²	Valor de P ³		
	M	CS		Trat	Sem	T*S
n	27	27				
Peso corporal (kg)						
Nascimento	4,62	4,64	0,10	0,94	-	-
Desmama	25,70	24,42	0,78	0,37	-	-
Final do confinamento	34,43	32,84	0,95	0,35	-	-
CMS (kg/dia)						
Aleitamento	0,32	0,29	0,01	0,31	<0,01	0,59
Confinamento	1,38	1,25	0,06	0,53	<0,01	0,93
GMD (g/dia)						
Aleitamento	0,27	0,26	0,01	0,73	<0,01	0,90
Confinamento	0,33	0,33	0,02	0,78	0,11	0,70
EA (unidade)						
Confinamento	0,28	0,29	0,02	0,64	<0,01	0,83

¹M = dieta contendo milho; CS = dieta contendo casca de soja

²EPM = Erro padrão da média

³Trat = Efeito do tratamento; Sem = efeito da semana; T*S = efeito da interação entre tratamento e semana

⁴CMS = Consumo de matéria seca; GMD = Ganho médio diário; EA = Eficiência alimentar

No presente estudo o peso médio dos cordeiros durante a lactação não apresentou diferença ($P = 0,50$), certamente devido a produção de leite ter sido igual

entre as ovelhas dos diferentes grupos. Susin, Loerch e McClure (1995) observaram que diferentes fontes de energia, entre CNF e CF, na alimentação de ovelhas em aleitamento, não proporcionam diferença no desenvolvimento dos cordeiros. Para os autores, isto se deve provavelmente a similar quantidade de gordura do leite produzida por ambos os grupos experimentais, consequentemente uma mesma fonte de energia para ambos. Outro fator possivelmente se deve ao consumo semelhante de concentrado inicial no sistema *creep feeding* entre os cordeiros dos diferentes grupos, e mesmo GMD entre os mesmos, resultado também observado no presente estudo ($P = 0,31$ para CMS; $P = 0,73$ para GMD). O peso dos cordeiros ao desmame foi também similar ($P = 0,37$) entre os tratamentos.

No confinamento, não houve diferença entre as variáveis analisadas (Tabela 8). Em estudos similares realizados com ovelhas e vacas, o peso ao desmame, o GMD, o CMS e EA no confinamento da progênie não foram afetados pelas diferentes fontes de carboidratos na alimentação das fêmeas gestantes (RADUNZ et al., 2011b, 2012). Deste modo, pode-se sugerir que os mecanismos pelos quais as fontes de energia, no final da gestação, podem afetar a taxa de crescimento da progênie podem ser minimizados se as necessidades de energia das fêmeas gestantes forem satisfatórias.

Tabela 9 – Peso ao abate e características de carcaça dos cordeiros em função da dieta das ovelhas alimentadas com milho ou casca de soja

Variáveis ⁴	Dietas ¹		EPM ²	Valor de P ³
	M	CS		
n	20	20		
PA, kg	37,84	35,44	1,06	0,21
PCQ, kg	19,57	18,21	0,54	0,21
RCQ, %	51,74	51,58	0,35	0,70
PCF, kg	19,32	17,96	0,54	0,21
RCF, %	51,06	50,85	0,35	0,64
PR, %	1,32	1,41	0,07	0,46
AOL, cm ²	15,46	14,50	<0,01	0,23
EGS, mm	2,95	2,73	0,23	0,46
EPC, mm	16,96	16,81	0,42	0,82

¹M = dieta contendo milho; CS = dieta contendo casca de soja

²EPM = Erro padrão da média

³Trat = Efeito do tratamento

⁴PA = peso ao abate; PCQ = peso da carcaça quente; RCQ = rendimento da carcaça quente; PCF = peso da carcaça fria; RCF = rendimento da carcaça fria; PR: perda por resfriamento; AOL = área de olho de lombo; EGS = espessura de gordura subcutânea; EPC = espessura da parede corporal

O peso dos cordeiros ao abate foi similar ($P=0,21$) entre os tratamentos (Tabela 9), corroborando com um estudo prévio onde diferentes fontes de energia fornecidas na dieta de vacas, no final da gestação, não promoveram efeito sobre o peso dos bezerros ao abate (RADUNZ et al., 2012). Entretanto, estudos realizados com ovelhas no terço médio e final da gestação, as quais foram submetidas a dietas com diferentes fontes de energia, mostram uma tendência sobre a diferença de peso dos cordeiros ao abate (RADUNZ et al., 2011b). A dieta materna também não afetou os parâmetros coletados da carcaça dos cordeiros (Tabela 9).

A subnutrição materna durante a gestação tem sido associada com o subsequente crescimento e desenvolvimento do conceito, o peso e a qualidade da carcaça (FUNSTON; LARSON; VONNAHME, 2010), com aumento pós-natal de deposição de gordura em sua progênie (GARDNER et al., 2005; DANIEL et al., 2007). Adicionalmente, estudos realizados com vacas e ovelhas mostram que as fêmeas gestantes expostas a uma dieta equilibrada, também podem promover alterações nas características da carcaça de suas crias, ao serem submetidas a diferentes fontes energéticas na gestação (RADUNZ et al., 2011b, 2012). A falta de

alterações na carcaça dos cordeiros do presente estudo, pode indicar que a dieta materna não foi suficiente para causar efeito nestas variáveis.

5 CONCLUSÃO

A diminuição da concentração de CNF da dieta de ovelhas pré-parto, favoreceu o CMS das ovelhas, beneficiando seu peso ao parto, assim como o peso das crias ao nascimento. Entretanto a dieta experimental pós-parto, com diminuição dos CNFs, não alterou o desempenho das ovelhas durante a lactação. Não houve diferença no desempenho dos cordeiros no período de aleitamento, no confinamento e nas características ao abate.

REFERÊNCIAS

ADEWUYI, A.A.; GRUYS, E.; VAN EERDENBURG, F.J.C.M. Non esterified fatty acids (NEFA) in dairy cattle. A review. **Veterinary Quarterly**, The Hague, v. 27, p. 117-126, 2005.

ARAUJO, R. C.; PIRES, A. V.; SUSIN, I.; MENDES, C. Q.; RODRIGUES, G. H.; PACKER, I. U.; EASTRIDGE, M. L. Milk yield, milk composition, eating behavior, and lamb performance of ewes fed diets containing soybean hulls replacing coastcross (*Cynodon* sp.) hay. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 86, p. 3511-3521, 2008.

ALLEN, M.S. Effects of diet on short-term regulation of feed intake by lactating dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 83, p. 1598-1624, 2000.

ALLEN, M.S.; BRADFORD, B.J.; OBA, M. Board-invited review: the hepatic oxidation theory of the control of feed intake and its application to ruminants. **Journal Animal Science**, Champaign, v. 87, p. 3317-3334, 2009.

BELL, A.W. Regulation of organic nutrient metabolism during transition from late pregnancy to early lactation. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 73, p. 2804-2819, 1995.

BIELLI, A.; PÉREZ, R.; PEDRANA, G.; MILTON, J.T.B.; LOPEZ, A.; BLACKBERRY, M.A.; DUNCOMBE, G.; RODRIGUEZ-MARTINEZ, H.; MARTIN, G.B. Low maternal nutrition during pregnancy reduces the number of Sertoli cells in the newborn lamb. **Reproduction Fertility and Development**, Melbourne, v. 14, p. 333-337, 2002.

BIZELIS, J.A.; CHARISMIADOU, M.A.; ROGDAKIS, E. Metabolic changes during the perinatal period in dairy sheep in relation to level of nutrition and breed. II. Early lactation. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**, Berlin, v. 84, p. 73-84, 2000.

BORWICK, S.C.; RHIND, S.M.; MCMILLEN, S.R.; RACEY, P.A. Effect of undernutrition of ewes from the time of mating on fetal ovarian development in mid gestation. **Reproduction Fertility and Development**, Melbourne, v. 9, p. 711-715, 1997.

BOVERA, F.; CUTRIGNELLI, M. I.; CALABRÒ, S.; PICCOLO, G.; TUDISCO, R.; ZICARELLI, F.; PICCOLO, V.; INFASCELLI, F. Effect of non-structural carbohydrate dietary content on the productive performance of Sarda primiparous ewes. **Italian Journal of Animal Science**, Bologna, v. 3, p. 61-70, 2004.

BROCKMAN, R.P. Roles of glucagon and insulin in the regulation of metabolism in ruminants: a review. **Canadian Veterinary Journal**, Ottawa, v. 19, p. 55-62, 1978.

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

CANNAS, A.; NUDDA, A.; PULINA, G. Nutritional strategies to improve lactation persistency in dairy ewes. In: GREAT LAKES DAIRY SHEEP SYMPOSIUM, 8., 2002, New York. **Proceedings...** New York: Cornell University, 2002. p. 17-59.

CANNAS, A.; CABIDDU, A.; BOMBOI, G.; LIGIOS, S.; FLORIS, B.; MOLLE, G. Decreasing dietary NFC concentration during mid-lactation of dairy ewes: does it result in higher milk production? **Small Ruminant Research**, Amsterdam, v. 111, p. 41-49, 2013.

COLLIER, R.J.; MCNAMARA, J.P.; WALLACE, C.R.; DEHOFF, M.H. A review of endocrine regulation of metabolism during lactation. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 59, p. 498-510, 1984.

COMBELLAS, J. Production and reproduction parameters of tropical sheep breeds in improved production systems. **Tropical Animal Health and Production**, Edinburgh, v. 5, p. 266-272, 1980.

DANIEL, Z.C.T.R.; BRAMELD, J.M.; CRAIGON, J.; SCOLLAN, N.D.; BUTTERY, P.J. Effect of maternal dietary restriction during pregnancy on lamb carcass characteristics and muscle fiber composition. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 85, p. 1565–1576, 2007.

DE KOSTER, J.D.; OPSOMER, G. Insulin resistance in dairy cows. **Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice**, Philadelphia, v. 29, p. 299-322, 2013.

DIJKSTRA, J.; FORBES, J.M.; FRANCE, J. **Quantitative aspects of ruminant digestion and metabolism**. Oxfordshire: CABI, 2005. 759 p.

EVANS, E.; BUCHANAN-SMITH, J.G.; MACLEOD, G.K. Postprandial patterns of plasma glucose, insulin and volatile fatty acids in ruminants fed low- and high-roughage diets. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 41, p. 1474-1479, 1975.

FAHEY, A.J.; BRAMELD, J.M.; PARR, T.; BUTTERY, P.J. The effect of maternal undernutrition before muscle differentiation on the muscle fiber development of the newborn lamb. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 83, p. 2564-2571, 2005.

FATURI, C.; EZEQUIEL, J.M.B.; FONTES, N.A.; STIAQUE, M.G.; SILVA, O.G.C. Fibra solúvel e amido como fontes de carboidratos para terminação de novilhos em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 35, p. 2110-2117, 2006.

FERREIRA, E.M.; PIRES, A.V.; SUSIN, I.; MENDES, C.Q.; GENTIL, R.S.; ARAUJO, R.C.; AMARAL, R.C.; LOERCH, S.C. Growth, feed intake, carcass characteristics, and eating behavior of feedlot lambs fed high-concentrate diets containing soybean hulls. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 89, p. 4120-4126, 2011a.

FERREIRA, E.M.; PIRES, A.V.; SUSIN, I.; MENDES, C.Q.; QUEIROZ, R.C.; ARAUJO, R.S.; GENTIL, R.C.; LOERCH, S.C. Apparent digestibility, nitrogen balance, and ruminal constituents in ram lambs fed high-concentrate diets containing soybean hulls. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 89, p. 4127-4133, 2011b.

FUNSTON, R.N.; LARSON, D.M.; VONNAHME, K.A. Effects of maternal nutrition on conceptus growth and offspring performance: implications for beef cattle production. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 88, p. E205-E215, 2010.

FOWDEN, A.L. The role of insulin in fetal growth. **Early Human Development**, Amsterdam, v. 29, p. 177-181, 1992.

_____. Endocrine regulation of fetal growth. **Reproduction Fertility and Development**, Melbourne, v. 7, p. 351-363, 1995.

FOWDEN, A.L.; FORHEAD, A.J. Endocrine mechanisms of intrauterine programming. **Reproduction**, Cambridge, v. 127, p. 515-526, 2004.

FOWDEN, A.L.; HUGHES, P.; COMLINE, R.S. The effects of insulin on the growth rate of the sheep fetus during late gestation. **Quarterly Journal of Experimental Physiology**, Cambridge, v. 74, p.703-714, 1989.

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 undernutrition. **American Journal of Physiology - Regulatory, Integrative and Comparative Physiology**, Bethesda, v. 289, p. 947-954, 2005.

GENTIL, R.S.; SUSIN, I; PIRES, A.V.; MENDES, C.Q; FERREIRA, E.M.; URANO, F.S.; MENEHINI, R.C.M. Substituição do feno de *coastcross* por casca de soja na alimentação de cabras em lactação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 40, p. 2844-2851, 2011.

GONZÁLEZ, F.H.D.; SCHEFFER, J.F.S. Perfil sanguíneo: ferramenta de análise clínica, metabólica e nutricional. CONGRESSO NACIONAL DE MEDICINA VETERINÁRIA, 29., 2002, Gramado. **Anais do curso...** Gramado: UFRGS, 2002. p. 5-17.

GREENWOOD, P.L.; HUNT, A.S.; HERMANSON, J.W.; BELL, A.W. Effects of birth weight and postnatal nutrition on neonatal sheep: I. Body growth and composition, and some aspects of energetic efficiency. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 76, p. 2354-2367, 1998.

GREENWOOD, P.L.; HUNT, A.S.; SLEPETIS, R.M.; FINNERTY, K.D.; ALSTON, C.; BEERMANN; D. H BELL, A.W. Effects of birth weight and postnatal nutrition on neonatal sheep: III. Regulation of energy metabolism. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 80, p. 2850-2861, 2002.

HANSON, R.W.; BALLARD, F.J. The relative significance of acetate and glucose as precursors for lipid synthesis in liver and adipose tissue from ruminants. **Biochemical Journal**, London, v. 105, p. 529-536, 1967.

HSU, J.T.; FAULKNER, D.B.; GARLEB, K.A.; BARCLAY, R.A.; FAHEY, G.C. JR.; BERGER, L.L. Evaluation of corn fiber, cottonseed hulls, oat hulls and soybean hulls

as roughage sources for ruminants. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 65, p. 244-255, 1987.

HUSTED, S.M.; NIELSEN, M.O.; BLACHE, D.; INGVARTSEN, K.L. Glucose homeostasis and metabolic adaptation in the pregnant and lactating sheep are affected by the level of nutrition previously provided during her late fetal life. **Domestic Animal Endocrinology**, Stoneham, v. 34, p. 419-431, 2008.

KATZ, E.B.; STENBIT, A.E.; HATTON, K.; DEPINHO, R.; CHARRON, M.J. Cardiac and adipose tissue abnormalities but not diabetes in mice deficient in GLUT4. **Nature**, London, v. 377, p. 151-155, 1995.

KNOWLTON, K.F.; DAWSON, T.E.; GLENN, B.P.; HUNTINGTON, G.B.; ERDMAN, R.A. Glucose metabolism and milk yield of cows infused abomasally or ruminally with starch. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 81, p. 3248–3258, 1998.

KOTSAMPASIA, B.; BALASKASA, C.; PAPADOMICHELAKIS, G.; CHADIO, S.E. Reduced Sertoli cell number and altered pituitary responsiveness in male lambs undernourished in utero. **Animal Reproduction Science**, Amsterdam, v. 114, p. 135-147, 2009.

LANZAS, C.; SNIFFEN, C.J.; SEO, S.; TEDESCHI, L.O.; FOX, D.G. A revised CNCPS feed carbohydrate fractionation scheme for formulating rations for ruminants. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 136, p. 167-190, 2007.

LENG, R.A.; STEEL, J.W.; LUICK, J.R. Contribution of propionate to glucose synthesis in sheep. **Biochemical Journal**, London, v. 103, p. 785-790, 1967.

MCATEE, J.W.; TRENKLE, A. Metabolic regulation of plasma insulin levels in cattle. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 33, p. 438-442, 1971.

MERTENS, D.R. Creating a system for meeting the fiber requirements of dairy cows. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 80, p. 1463-1481, 1997.

MICKE, G.C.; SULLIVAN, T.M.; SOARES MAGALHAES, R.J.; ROLLS, P.J.; NORMAN, S.T.; PERRY, V.E.A. Heifer nutrition during early- and mid-pregnancy alters fetal growth trajectory and birth weight. **Animal Reproduction Science**, Amsterdam, v. 117, p. 1-10, 2010.

MOALLEM, U.; ROZOV, A.; GOOTWINE, E.; HONIG, H. Plasma concentrations of key metabolites and insulin in late-pregnant ewes carrying 1 to 5 fetuses. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 90, p. 318-342, 2012.

NOTTER, D.R.; GREINER, S.P.; WAHLBERG, M.L. Growth and carcass characteristics of lambs sired by Dorper and Dorset rams. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 82, p. 1323-1328, 2004.

OLIVER, M.H.; BREIER, B.H.; GLUCKMAN, P.D.; HARDING, J.E. Birth weight rather than maternal nutrition influences glucose tolerance, blood pressure, and IGF-I levels in sheep. **Pediatric Research**, Baltimore, v. 52, p. 516-524, 2002.

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

PITT, R.E.; VAN KESSEL, J.S.; FOX, D.G.; PELL, A.N.; BARRY, M.C.; VAN SOEST, P.J. Prediction of ruminal volatile fatty acids and pH within the net carbohydrate and protein system. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 74, p. 226-244, 1996.

PULINA, G.; NUDDA, A. Milk production. In: PULINA, G. **Dairy sheep feeding and nutrition**, Bologna: Avenue Media, 2002. p. 11-27.

PULINA, G.; NUDDA, A.; BATTACONE, G.; CANNAS, A. Effects of nutrition on the contents of fat, protein, somatic cells, aromatic compounds, and undesirable substances in sheep milk. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 131, p. 255-291, 2006.

RADUNZ, A.E.; FLUHARTY, F.L.; ZERBY, H.N.; LOERCH, S.C. Winter-feeding systems for gestating sheep I. Effects on pre- and postpartum ewe performance and lamb progeny preweaning performance. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 89, p. 467-477, 2011a.

RADUNZ, A.E.; FLUHARTY, F.L.; DAY, M.L.; ZERBY, H.N.; LOERCH, S.C. Prepartum dietary energy source fed to beef cows: I. Effects on pre- and postpartum cow performance. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 88, p. 2717-2728, 2010.

RADUNZ, A.E.; FLUHARTY, F.L.; RELLING, A.E.; FELIX, T.L.; SHOUP, L.M.; ZERBY, H.N. Prepartum dietary energy source fed to beef cows: II. Effects on progeny postnatal growth, glucose tolerance, and carcass composition. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 90, p. 4962-4974, 2012.

RADUNZ, A.E.; FLUHARTY, F.L.; SUSIN, I.; FELIX, T.L.; ZERBY, H.N.; LOERCH, S.C. Winter-feeding systems for gestating sheep II. Effects on feedlot performance, glucose tolerance, and carcass composition of lamb progeny. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 89, p. 478-488, 2011b.

RUSSEL, A. Body condition scoring of sheep. **In Practice**, London, v. 6, p. 91-93, 1984.

RUSSELL, J.B.; O'CONNOR, J.D.; FOX, D.G.; VAN SOEST, P.J.; SNIFFEN, C.J. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: I. Ruminal fermentation. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 70, p. 3551-3561, 1992.

SANO, H.; HAYAKAWA, S.; TAKAHASHI, H.; TERASHIMA, Y. Plasma insulin and glucagon responses to propionate infusion into femoral and mesenteric veins in sheep. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 73, p. 191-197, 1995.

SANZ SAMPELAYO, M.R.; CHILLIARD, Y.; SCHMIDELY, P.H.; BOZA, J. Influence of type of diet on the fat constituents of goat and sheep milk. **Small Ruminant Research**, Amsterdam, v. 68, p. 42-63, 2007.

SAS INSTITUTE. **Sas systems for Windows**: version 9. Cary, 2002.

SINCLAIR, K.D.; SINCLAIR, L.A.; ROBINSON, J.J. Nitrogen metabolism and fertility in cattle: I. Adaptive changes in intake and metabolism to diets differing in their rate of energy and nitrogen release in the rumen. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 78, p. 2659-2669, 2000.

SNIFFEN, C.J.; O'CONNOR, J.D.; VAN SOEST, P.J.; FOX, D.G.; RUSSELL, J.B. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 70, p. 3562-3577, 1992.

STRAUS, D.S. Effects of insulin on cellular growth and proliferation. *Life Sciences*, Elmsford, v. 29, p. 2131-2139, 1981.

SUSIN, I.; LOERCH, S.C.; MCCLURE, K.E. Effects of feeding a high-grain diet at a restricted intake on lactation performance and rebreeding of ewes. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 73, p. 3199-3205, 1995.

TAMBARA, A.A.C.; OLIVO, C.J.; PIRES, M.B.G.; SANCHES, L.M.B. Avaliação in vivo da digestibilidade da casca de soja de soja moída com ovinos. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 25, p. 283-287, 1995.

TERAO, H.; FUJITA, M.; TSUMAGARI, A.; SUGINO, T.; BUNGO, T. Insulin dynamics in transition dairy as revealed by intravenous glucose tolerance testing. **Journal of Animal and Veterinary Advances**, Pakistan, v. 9, p. 2333-2337, 2010.

VALADARES FILHO, S.C., MACHADO, P.A.S., CHIZZOTTI, M.L.; AMARAL, H.F.; MAGALHÃES, K.A.; ROCHA JR, V.R.; CAPELLE, E.R. **CQBAL 3.0. Tabelas Brasileiras de Composição de Alimentos para Bovinos**. Disponível em: <www.ufv.br/cqbal>. Acesso em: 28 março 2014.

VAN SOEST, P.J.; ROBERTSON, J.B.; LEWISS, B. Symposium: carbohydrate methodology, metabolism, and nutritional implications in dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 74, p. 3583-3597, 1991.

VAN KNEGSEL, A.T.M.; VAN DEN BRAND, H.; DLJKSTRA, J.; VAN STRAALLEN, W.M.; JORRLTSMAN, R.; TAMMLINGA, S.; KEMO, B. Effect of glucogenic vs. lipogenic diets on energy balance, blood metabolites, and reproduction in primiparous and multiparous dairy cows in early lactation. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 90, p. 3397-3409, 2007.

VERNON, R.G. Endocrine control of metabolic adaptation during lactation. **Proceedings of the Nutrition Society**, Cambridge, v. 48, p. 23-32, 1989.

VONNAHME, K.A.; NEVILLE, T.L.; PERRY, G.A.; REDMER, D.A.; REYNOLDS, L.P.; CATON, J.S. Maternal dietary intake alters organ mass and endocrine and metabolic profiles in pregnant ewe lambs. **Animal Reproduction Science**, Amsterdam, v. 141, p. 131-141, 2013.

VONNAHME, K.A.; LUTHER, J.S.; REYNOLDS, L.P.; HAMMER, C.J.; CARLSON, D.B.; REDMER, D.A.; CATON, J.S. Impacts of maternal selenium and nutritional level on growth, adiposity, and glucose tolerance in female offspring in sheep. **Domestic Animal Endocrinology**, Stoneham, v. 39, p. 240-248, 2010.

ZENOU, A.; MIRON, J. Milking performance of dairy ewes fed pellets containing soy hulls as starchy grain substitute. **Small Ruminant Research**, Amsterdam, v. 57, p. 187-192, 2005.

ZERVAS, G.; FEGEROS, K.; KOYTSOTOLIS, K.; GOULAS, C.; MANTZIOS, A. Soy hulls as a replacement for maize in lactating dairy ewe diets with or without dietary fat supplements. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 76, p. 65-75, 1998.

ZHU, M.J.; HAN, B.; TONG, J.; MA, C.; KMZEY, J.M.; UNDERWOOD, K.R.; XIAO, Y.; HESS, B.W.; FORD, S.P.; NATHANIELSZ, P.W.; DU, M. AMP-activated protein kinase signaling pathways are down regulated and skeletal muscle development impaired in fetuses of obese, over-nourished sheep. **The Journal of Physiology**, Cambridge, v. 586, p. 2651-2664, 2008.