



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

“JÚLIO DE MESQUITA FILHO”



FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS

CÂMPUS DE JABOTICABAL

MOBILIZAÇÃO DE NUTRIENTES EM CABRAS EM DIFERENTES ESTÁGIOS DE GESTAÇÃO

Douglas de Souza Castagnino

Zootecnista

JABOTICABAL – SÃO PAULO - BRASIL

2012

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE
MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CÂMPUS DE JABOTICABAL

MOBILIZAÇÃO DE NUTRIENTES EM CABRAS EM
DIFERENTES ESTÁGIOS DE GESTAÇÃO

Douglas de Souza Castagnino

Orientador: Prof^a. Dra. Izabelle Auxiliadora Molina Almeida Teixeira

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - UNESP, Campus de Jaboticabal, como parte de exigências para obtenção do título de Mestre em Zootecnia.

Jaboticabal - SP

Julho de 2012

C346m Castagnino, Douglas de Souza
Mobilização de nutrientes em cabras em diferentes estágios de
gestação / Douglas de Souza Castagnino. -- Jaboticabal, 2012
xiii, 42 f. : il. ; 28 cm

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista,
Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2012
Orientadora: Izabelle Auxiliadora Molina de Almeida Teixeira
Banca examinadora: Gilberto Vilmar Kozloski, Luciano Hauschild
Bibliografia

1. Metabolismo. 2. Cabra. 3. Nutrientes. I. Título. II. Jaboticabal -
Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias.

CDU 636.39:636.085

Ficha catalográfica elaborada pela Seção Técnica de Aquisição e Tratamento da Informação –
Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação - UNESP, Câmpus de Jaboticabal.
e-mail: douglasscastagnino@yahoo.com.br



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

CAMPUS DE JABOTICABAL

FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS DE JABOTICABAL

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: MOBILIZAÇÃO DE NUTRIENTES EM CABRAS EM DIFERENTES ESTÁGIOS DE GESTAÇÃO

AUTOR: DOUGLAS DE SOUZA CASTAGNINO

ORIENTADORA: Profa. Dra. IZABELLE AUXILIADORA M. DE ALMEIDA TEIXEIRA

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de MESTRE EM ZOOTECNIA , pela Comissão Examinadora:

Profa. Dra. IZABELLE AUXILIADORA M. DE ALMEIDA TEIXEIRA

Departamento de Zootecnia / Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal

Prof. Dr. GILBERTO VILMAR KOZLOSKI

Departamento de Zootecnia / Universidade Federal de Santa Maria

Prof. Dr. LUCIANO HAUSCHILD

Departamento de Zootecnia / Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal

Data da realização: 11 de julho de 2012.

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

DOUGLAS DE SOUZA CASTAGNINO, filho de Ângelo Carlo Bragança Castagnino e Círia de Souza Castagnino, nasceu em 30 de novembro de 1986 em Roca Sales - RS. Em fevereiro de 2010, graduou-se no curso de Zootecnia pela Universidade Federal de Santa Maria. Em março de 2010, ingressou no mestrado em Zootecnia pela Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Câmpus de Jaboticabal (FCAV–UNESP/Jaboticabal).

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais por todo amor e incentivo incondicionais.

Ao meu irmão pelo exemplo de dedicação.

À Profa. Dra. Izabelle Auxiliadora Molina de Almeida Teixeira, orientadora, pelos ensinamentos, paciência, confiança e incentivo.

À Anna Flávia pelo amor, amizade e compreensão.

Ao Prof. Dr. Kléber Tomás de Resende pela colaboração e amizade.

Aos amigos, colegas e ex-colegas do laboratório de caprinocultura (Cabritolândia): Alana, Amélia, Ana Rebeca, Bruna, Bruno (Faiado), Diogo, Ellen, Fernanda, Fernando, Gabriela, Hugo, Karoll, Márcia, Moaceli, Nariane, Nhayandra, Oscar, Rafael (K-borja), Rafel Leite, Ricardo, Samuel, Simone, Tatiane e Thiago pela amizade, apoio e momentos de descontração.

Ao grupo do projeto da gestação, Herymá, Lisiane, em especial a Astrid pelo apoio e amizade e a Carla pelo companheirismo e horas incessantes de discussão via Skype na conexão Brasil-Suíça.

Aos integrantes da república Gaiola das Loucas: Andressa, Liliana (Anemia), Sybelli, Taís e Carla pela grande amizade, companheirismo e alegrias nos momentos de convivência.

Aos funcionários Carlinhos e Ferrari responsáveis pelo setor de Caprinocultura-FCAV pelo apoio na condução do experimento.

Aos funcionários Ana Paula Sader e Orlando Agostini, pelo apoio quanto à utilização do Laboratório de Nutrição.

Aos técnicos e funcionários Cláudia e Renata (Lab. Bioquímica Clínica e Cirurgia), D. Sandra (Lab. Experimentação Animal – USP/FZEA) pela ajuda na condução das análises,

Aos Profs. Drs. João Alberto Negrão e José Jurandir Fagliari, pela disponibilização das instalações de seus laboratórios para realização das análises pertinentes e/ou colaborações na banca de qualificação.

Ao Prof. Dr. Normand St-Pierre, pelo auxílio nas análises estatísticas e exemplo de humildade.

À Hélène Lapierre e sua equipe pela amizade, calorosa recepção e oportunidade de estágio no AAFC em Sherbrooke, Canadá.

Ao programa de Pós Graduação em Zootecnia e aos professores do Departamento de Zootecnia da UNESP / Jaboticabal que contribuíram para a minha formação profissional.

Aos animais que doaram suas vidas para realização deste trabalho.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico Tecnológico (CNPq) e à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), pelos auxílios concedidos tanto para a realização do experimento, quanto pelas bolsas de estudos.

A todos que, diretamente ou indiretamente, ajudaram na elaboração desta dissertação.

Muito obrigado a todos vocês!

***“Meu pai sempre dizia:
Não levante a voz, melhore seus argumentos”
(Desmond Tutu)***

***"Quanto mais alto voamos, menores parecemos aos olhos daqueles
que não sabem voar"***

(F. W. Nietzsche)

Dedico...

Aos meus pais, Círia de Souza Castagnino e Angelo Carlo B. Castagnino;

Ao meu irmão Pablo de Souza Castagnino;

Aos meus avós.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS	vii
LISTA DE FIGURAS	viii
LISTA DE ABREVIATURAS	x
RESUMO	xii
ABSTRACT	xiii
I. INTRODUÇÃO	1
II. REVISÃO DA LITERATURA	3
III. MATERIAL E MÉTODOS	8
3.1. Instalações e animais	8
3.2. Manejo reprodutivo	8
3.3. Tratamentos	9
3.4. Manejo nutricional	9
3.5. Procedimento de abate	10
3.6. Processamentos das amostras	11
3.7. Estimativas da retenção total e taxas de retenção relativa diária dos nutrientes	13
3.8. Parâmetros sanguíneos	15
3.8.1. Dosagem dos metabólicos	15
3.8.2. Dosagem dos hormônios	15
3.9. Análises estatísticas	16
IV. RESULTADOS	18
4.1. Consumo	18
4.2. Retenção dos nutrientes	19
4.3. Perfil metabólico-nutricional	25
4.4. Perfil hormonal	29
V. DISCUSSÃO	31
VI. CONCLUSÕES	35
VII. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	36

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Composição percentual e química dos ingredientes da dieta experimental	10
Tabela 2. Valores de intercepto (a), coeficiente angular (b), valor de probabilidade (P) e erro padrão da média (EPM) das equações de estimativa da quantidade total de nutrientes do corpo vazio livre dos componentes da gestação (CVLi), glândula mamária (GMi) e útero (Ui) em função da massa da estrutura no início da gestação	14
Tabela 3. Retenção total e taxa de retenção relativa diária de MS, nutrientes e energia no corpo vazio livre dos produtos da gestação (\pm EPM) de cabras da raça Saanen e Alpina com gestação simples e gemelar durante a gestação....	19
Tabela 4. Retenção total e taxa de retenção relativa diária de MS, nutrientes e energia nos fetos (\pm EPM) de cabras da raça Saanen e Alpina com gestação simples e gemelar durante a gestação	20
Tabela 5. Retenção total e taxa de retenção relativa diária de MS, nutrientes e energia no útero e líquidos placentários (\pm EPM) de cabras da raça Saanen e Alpina com gestação simples e gemelar durante a gestação.....	22
Tabela 6. Retenção total e taxa de retenção relativa diária de MS, nutrientes e energia na glândula mamária (\pm EPM) de cabras da raça Saanen e Alpina com gestação simples e gemelar durante a gestação.	23

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1. Consumo de matéria seca (1 feto — ▲ e 2 fetos □) e proteína bruta (— +) em cabras leiteiras ao longo da gestação. Equação da estimativa de consumo médio diário de MS em animais com gestação gemelar: $CMS (g/d) = 1149,2 \pm 42,84 + 4,61 \pm 2,60DG - 0,063 \pm 0,04DG^2$; $EPM = 123,8 R^2 = 0,72$. Equação de estimativa do consumo médio diário de PB (g/d) = $158,51 \pm 4,92 + 0,548 \pm 0,15DG - 0,006 \pm 0,001DG^2$; $EPM = 65,12 R^2 = 0,53$. Não houve efeito de raça sobre ingestão de MS e PB ($P > 0,05$) 17
- Figura 2. Quantidade total de sangue (g) coletado no dia do abate em cabras em diferentes estágios de gestação (\pm EPM). Equação de estimativa da quantidade total de sangue (g/d) = $1675,32 \pm 66,32 + 4,45 \pm 0,84DG$; $EPM = 439,6 R^2 = 0,26$. Não houve efeito do tipo de gestação e raça ($P > 0,05$)..... 24
- Figura 3. Concentrações séricas de β -hidroxibutirato em cabras em diferentes estágios da gestação (\pm EPM). Não houve efeito do tipo de gestação e raça ($P > 0,05$) sobre os níveis de β -hidroxibutirato 25
- Figura 4. Concentrações séricas de ácidos graxos não esterificados em cabras da raça Alpina (—) e Saanen (—) em diferentes estágios de gestação (\pm EPM). Interação de raça x dias $P < 0,01$ 25
- Figura 5. Concentrações séricas de ácidos graxos não esterificados em cabras de gestação simples (—) e gemelar (—) em diferentes estágios de gestação (\pm EPM). Interação fetos x dias $P < 0,05$ 26
- Figura 6. Concentrações séricas de glicose em cabras em diferentes estágios de gestação (\pm EPM). Não houve efeito do tipo de gestação e raça ($P > 0,05$) sobre os níveis de glicose. 26
- Figura 7. Concentrações séricas de proteínas totais (—) e albumina (—) em cabras em diferentes estágios de gestação (\pm EPM). Não houve efeito do nº de fetos e raça ($P > 0,05$) sobre os níveis destes metabólitos. 27

- Figura 8. Concentrações séricas de ureia em cabras em diferentes estágios de gestação (\pm EPM). Não houve efeito do tipo de gestação e raça ($P>0,05$) sobre os níveis de ureia. 27
- Figura 9. Níveis plasmáticos de 17β -estradiol em cabras em diferentes estágios de gestação (\pm EPM). Não houve efeito do tipo de gestação e raça ($P>0,05$) sobre os níveis de 17β -estradiol..... 28
- Figura 10. Concentrações plasmáticas de IGF-1 em cabras em diferentes estágios de gestação (\pm EPM). Não houve efeito do tipo de gestação e raça ($P>0,05$) .. 29

LISTA DE ABREVIATURAS

AGNE	Ácidos graxos não esterificados
AI	Alpina
CV	Corpo vazio
CVi	Corpo vazio inicial
CVL	Corpo vazio livre dos produtos da gestação
CVLi	Corpo vazio livre dos produtos da gestação inicial
CMS	Consumo de matéria seca
CVL	Corpo vazio livre
CVLi	Corpo vazio livre inicial
D	Dias
EE	Extrato etéreo
EM	Energia metabolizável
EPM	Erro padrão da média
F	Fetos
FDN	Fibra insolúvel em detergente neutro
GM	Glândula mamária
GMi	Glândula mamária inicial
GL	Graus de liberdade
IGF-1	Fator do crescimento do tipo insulina 1
J	Joule
MM	Matéria mineral
MS	Matéria seca

PB	Proteína bruta
PC	Peso corporal
PCi	Peso corporal inicial
PE	Peso da estrutura
PGF2α	Prostaglandina
R	Raça
RTN	Retenção total de nutrientes
Sa	Saanen
TRN	Taxa de retenção relativa diária de nutrientes
Ui	Útero inicial
UtPL	Útero e líquido placentário

MOBILIZAÇÃO DE NUTRIENTES EM CABRAS EM DIFERENTES ESTÁGIOS DE GESTAÇÃO

RESUMO – O objetivo deste estudo foi avaliar a mobilização de nutrientes em cabras com diferentes tipos e estágios de gestação. Foram utilizadas 44 cabras das raças Saanen (Sa) e Alpina (Al). Destas, oito (quatro Sa e quatro Al) foram abatidas no início do experimento para representar a composição corporal de cabras não gestantes para ser aplicada a técnica do abate comparativo. O restante das cabras de cada raça e tipo de gestação (simples e gemelar) foram sorteadas de acordo com a idade gestacional (80, 110 e 140 dias de gestação) em que seriam abatidas. O procedimento de abate envolveu a separação do corpo vazio, glândula mamária, útero com membranas e fluídos fetais e feto (s). Nas fêmeas sorteadas para abate aos 140 dias de gestação foi realizada a colheita de sangue para análise de metabólicos e hormônios a cada 15 dias. O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado, em um arranjo fatorial 2 x 3 x 2, envolvendo os fatores: raças (2), tempo de gestação (3) e número de fetos (2). A taxa de retenção relativa diária de nutrientes (TRN) no corpo do animal ainda foi positiva aos 110 dias de gestação, entretanto, aos 140 dias ($-0,18 \pm 0,25$ gMS/kgPCVL/d), não diferiu ($P < 0,05$) entre raças e nº. de fetos. A TRN nos fetos foi maior ($P < 0,05$) aos 140 dias, enquanto as taxas de retenção (TR) de matéria seca (MS) e proteína não diferiram entre raças, número de fetos e tempo de gestação. A mobilização de nutrientes corporais ocorreu após os 110 dias de gestação e não foi influenciada pela raça ou nº. de fetos. O crescimento fetal em gestações gêmeas foi 66% maior que em gestações simples. As cabras precisam de um aporte nutricional maior no terço final da gestação independentemente da raça e tipo de gestação.

Palavras-Chave: cabras leiteiras, composição corporal, metabolismo lipídico, metabolismo proteico, nutrientes, tipo de gestação.

MOBILIZATION OF NUTRIENTS IN GOATS IN DIFFERENT STAGES OF PREGNANCY

SUMMARY – The aim of this study was to evaluate the mobilization of nutrients in goats with different types and stages of pregnancy. It was used 44 of Saanen goats (Sa) and Alpine (Al). Of these, eight (four Sa and four Al) were slaughtered at the beginning of the experiment to represent the body composition of non-pregnant goats to be applied to comparative slaughter technique. The remaining of the goats of each breed and type of pregnancy (single and twin) were selected according to gestational age (80, 110 and 140 days gestation) that were slaughtered. The slaughter procedure involved the separation of the empty body, mammary gland, uterus with fluid and fetal membranes and fetus (s). In females randomly selected for slaughter at 140 days of pregnancy, the blood sample for analysis of metabolites and hormones every 15 days. The experimental design was completely randomized in a factorial arrangement 2 x 3 x 2, involving the following factors: breed (2), gestational age (3) and number of fetuses (2). The retention rate relative daily of nutrients (TRN) in the body of the animal was still positive at 110 days of gestation, however, at 140 days (-0.18 ± 0.25 gDM / kgPCVL / d) did not differ ($P < 0.05$) between breeds and n^o. fetuses. NRT in the fetuses was higher ($P < 0.05$) at 140 days, while retention rates (TR) of dry matter (DM) and protein did not differ between breeds, number of fetuses and gestational age. The mobilization of body nutrients occurred after 110 days of gestation and was not influenced by breed or n^o. fetuses. Fetal growth in twin pregnancies was 66% higher than in single pregnancies. Goats need a higher nutrient intake in the final third of pregnancy regardless of breed and type of pregnancy.

Keywords: body composition, dairy goats, fat metabolism, protein metabolism, nutrients, type of pregnancy.

I. INTRODUÇÃO

Profundas mudanças metabólicas acontecem com fêmeas gestantes, não somente ao aparelho reprodutivo, mas em todo o seu organismo. Os mecanismos fisiológicos envolvidos na adaptação da fêmea a esta situação têm sido prioritariamente estudados nas últimas seis semanas da gestação, pois é neste período que ocorre cerca de 70% do crescimento fetal (RUSSEL, 1982). Neste período acontece o maior desenvolvimento dos tecidos placentários, glandular e mamário, os quais contribuem para aumento da demanda energética (LIMA, 2011). As mudanças metabólicas devem-se não somente ao aumento das exigências, mas ao não atendimento das mesmas, uma vez que no decorrer da gestação tem sido demonstrada redução no consumo de matéria seca (CMS), decorrente da compressão do rúmen pelo feto e pela elevada concentração de estrógeno (FORBES, 2007).

Do ponto de vista energético, o aumento na eficiência de utilização dos nutrientes na fase final da gestação (ELLIS, 1978) pode não ser suficiente para suprir o decréscimo no consumo de matéria seca, acarretando o não suprimento das altas exigências nutricionais dos animais no final da gestação, principalmente em caso de gestação gemelar. Nesta situação, as fêmeas entram em balanço energético negativo e passam a mobilizar reservas corporais para suprir sua demanda energética, assim como substratos alternativos ao propionato para síntese de glicose no fígado. Desta forma, no tecido adiposo ocorre um aumento na atividade da lipase nos triglicerídios, determinando a mobilização da gordura previamente armazenada e a liberação de ácidos graxos e glicerol na circulação sanguínea, os quais são utilizados para a síntese de glicose no fígado (KOZLOSKI, 2001).

Embora esta mudança metabólica seja bastante explorada em estudos com vacas leiteiras, existe ainda uma lacuna deste processo na espécie caprina, cujas características de alta prolificidade, sendo comuns partos duplos ou triplos, podem contribuir ainda mais para o déficit energético nas fêmeas. Além disso, estudos

mostram que há diferenças nas características produtivas e reprodutivas entre as raças leiteiras caprinas, em que animais da raça Saanen apresentam maior precocidade, produção de leite e longevidade de lactação, enquanto que animais da raça Alpina apresentam maior concentração de proteína e gordura no leite (BOICHARD et al. 1989). Esta desigualdade entre genótipos pode indicar diferentes mecanismos de adaptação fisiológica dentro do mesmo manejo nutricional.

Outro fato importante de ser destacado é que muitos dos estudos têm foco na fase final da gestação ou no período de transição (final da gestação e início da lactação), mas é possível que os mecanismos adaptativos ocorram anteriormente as últimas semanas, principalmente em partos gemelares. Desta forma é importante conhecer como se dá a mobilização de nutrientes do corpo da fêmea e o direcionamento desta para os produtos da gestação (fetos, útero e líquidos placentários e glândula mamária), o que justifica, assim, a importância deste estudo, o qual avaliará as alterações no corpo dos animais com gestação simples ou gemelar em todo o período de gestação.

II. REVISÃO DA LITERATURA

O consumo de matéria seca (CMS) é função do animal (peso vivo, nível de produção, estágio de lactação, estado fisiológico e idade), do alimento (teor de fibra em detergente neutro, enchimento ruminal, densidade energética, entre outros), das condições de alimentação (disponibilidade de alimento, espaço no cocho, tempo e frequência de alimentação) e das condições climáticas (FORBES, 2007).

MOULIN (1991) estudando o CMS em cabras gestantes observou comportamento quadrático, onde o pico máximo para esta variável foi observado aos 90 dias. VALADARES et al. (1992), por sua vez, observaram aumento de 49% no CMS em cabras gestantes do 79º para 109º dias de gestação e redução de 6% entre 109 e 139 dias. As concentrações plasmáticas de estrógeno são baixas ao início da gestação, elevando-se gradativamente após a 12ª semana, atingindo ponto máximo de produção ao final deste período. O estrógeno tem influência no metabolismo, promovendo maior eficiência na utilização dos componentes do alimento, ocasionando redução do consumo (SWENSON et al., 1996).

O consumo de alimento pelo animal é um dos fatores mais importantes que afetam o gasto de energia pelo sistema visceral. Em animais consumindo acima do nível de manutenção, ocorre aumento do consumo de oxigênio pelo sistema portal e fígado, devido o aumento no consumo de energia metabolizável (REYNOLDS, 1995). O aumento no gasto de energia visceral tem sido associado, em parte, ao aumento na massa destes órgãos relativo à massa total do organismo (BURRIN et al., 1990) e também ao aumento da atividade metabólica destes tecidos (REYNOLDS, 1995).

Durante a gestação, deve-se considerar ainda que possam existir mudanças na metabolizabilidade, bem como na digestibilidade dos nutrientes, o que deve estar relacionado com diferenças das taxas de passagens do alimento pelo trato digestivo do animal, sendo que as fêmeas gestantes apresentam

maiores taxas de passagens do que aquelas não gestantes (RESENDE et al. 2006).

A eficiência de utilização para o crescimento dos tecidos do útero gravídeo juntamente com as glândulas mamárias é usualmente definida como a energia retida nesses tecidos dividida pela energia metabolizável utilizada para crescimento dos mesmos. Alguns pesquisadores têm encontrado variação de 10 a 20% na eficiência de utilização de energia, e muita dessa variação tem sido atribuída à alimentação. Entre 50 e 80% das exigências de energia para a gestação são utilizadas pelo útero e placenta sendo que 30 a 40% da energia disponível para crescimento fetal e manutenção é retida nos tecidos do feto (RESENDE et al. 2006).

Nos estágios finais de gestação ocorre aumento na produção de calor da fêmea gestante, a uma taxa maior do que seria esperada por um animal não gestante, retendo uma quantidade semelhante de energia. Em face da escassez de informações admite-se que a manutenção de animais gestantes varia com o decorrer da gestação. Estas diferenças nas exigências de manutenção devem-se as variações nos tamanhos relativos dos tecidos ou órgãos do corpo, o que pode variar com a gestação.

Nesse contexto, em que o crescimento dos tecidos do útero gravídeo, juntamente com as glândulas mamárias, representa alta prioridade das exigências de energia no animal, principalmente no terço final de gestação, onde as exigências são consideravelmente aumentadas chegando a 175% dos requerimentos de não gestantes de mesmo peso corporal (NRC, 1996). Durante a gestação gemelar, as exigências nutricionais são, em média, 30% superiores em comparação à gestação simples (AFRC, 1993). Isto se torna mais agravante com o fato da redução no CMS, onde nestas condições, raramente os requerimentos de energia da fêmea gestante são atendidos.

Frente a estas dificuldades, os ruminantes desenvolveram a capacidade de adaptar seu metabolismo, pelo menos até certos limites, no sentido de resolver o problema do excesso ou escassez de substratos que ocorrem durante a ingestão

de um alimento, jejum ou em função de suas necessidades nutricionais. Numa condição em que os requerimentos nutricionais não sejam satisfeitos pela ingestão de nutrientes, ocorre a mobilização de gordura e proteína do tecido adiposo e muscular (KOZLOSKI, 2011).

Quando numa condição de alta demanda de proteína e energia, a taxa de síntese protéica no músculo é menor que a degradação, sendo que aminoácidos passam a ser oxidados e liberados para a circulação sanguínea e depositados para formação de tecidos (KOZLOSKI, 2011). No tecido adiposo, a acumulação de lipídeos durante os primeiros 2/3 da gestação e subsequente aumento na mobilização de gordura durante o 1/3 final são observados em espécies de mamíferos (CHILLIARD, 1987).

Desse modo, no tecido adiposo, a lipólise de triglicerídios é estimulada, determinando a mobilização da gordura previamente armazenada e a liberação de ácidos graxos e glicerol na circulação sanguínea. Com isso, o metabolismo hepático passa a ser mais intenso do que em qualquer outra situação metabólica. A neoglicogênese ocorre a partir de substratos provenientes tanto do trato gastrointestinal (propionato, aminoácidos e lactato), como daqueles provenientes dos tecidos periféricos (aminoácidos e glicerol). E a síntese de ATP, no fígado ocorre principalmente pela oxidação de ácidos graxos livres captados da circulação sanguínea (LEHNINGER et al. 2000).

A intensa mobilização de tecidos corporais pode ocasionar distúrbios metabólicos, sendo que em casos mais extremos pode se desenvolver uma patologia metabólica caracterizada clinicamente como cetose (HEAD & GULAY, 2001). Estas condições são observadas principalmente no terço final da gestação gemelar. Nesta situação ocorre aumento significativo de mobilização de gordura do tecido adiposo e das concentrações sanguíneas de ácidos graxos livres e corpos cetônicos, assim como, uma diminuição da glicemia. Devido a isto, a concentração de ácidos graxos livres pode ser duas vezes maior; a de corpos cetônicos, três vezes maior e a de glicose pode ser até um quarto menor, se comparadas a uma situação de jejum normal. Além disso, enquanto, normalmente

a gordura representa menos que 5% do peso seco do fígado, numa condição cetótica, pode ultrapassar 20%. O fígado dos ruminantes tem uma capacidade limitada para oxidar ácidos graxos e sintetizar corpos cetônicos e lipoproteínas. Deste modo, o excesso de ácidos graxos circulantes captados são reesterificados a triglicerídeos e acumulam-se como glóbulos de gordura nos hepatócitos, podendo ocasionar lipidose hepática (KOZLOSKI, 2011).

Para que ocorra mobilização de nutrientes no corpo do animal, existem mudanças metabólicas que são coordenadas para suprir os nutrientes necessários durante o balanço energético negativo. Assim as concentrações sanguíneas do hormônio do crescimento, liberado pela adenohipófise, são relativamente mais altas e, as de insulina, relativamente mais baixas que em outros momentos fisiológicos. O hormônio de crescimento exerce um controle homeorrético sobre o metabolismo, ou seja, ele diminui os efeitos da insulina e aumenta os efeitos do glucagon e da adrenalina sobre os tecidos, dirigindo os metabólitos para crescimento fetal (KOZLOSKI, 2011).

A alta concentração de ácidos graxos livres, β -hidroxibutirato, colesterol, triglicerídeos no sangue é resultante da mobilização de gordura corporal, o que permite sugerir estes como ferramentas de manejo nutricional no período final de gestação para auxiliar a identificação de animais potencialmente sujeitos as desordens metabólicas (WITTEWER, 2000b). Por outro lado, a via metabólica protéica é representada pela ureia, pois depende do aporte de proteínas degradáveis da ração. Entretanto, o valor energético da ração também tem efeito sobre a ureia, pois, se o consumo de energia é baixo, o metabolismo dos microrganismos ruminais é alterado, ocasionando aumento na concentração de ureia sanguínea (CONTRERAS et al. 2000).

Assim, as concentrações de hormônios e de metabólitos no plasma têm sido usadas para prever o balanço de energia e relacionadas com as respostas de produção de ruminantes nas várias condições fisiológicas (VERNON et al. 1981; RUSSEL, 1984; BAUMAN et al. 1988). Os animais que apresentam níveis sanguíneos fora dos valores de referência podem estar em desequilíbrio

nutricional ou com alterações orgânicas que condicionam diminuição na capacidade de utilização ou biotransformação dos nutrientes (WITTWER, 1995).

Apesar dos metabólitos serem relacionados com a mobilização de nutrientes, é necessário conhecer a composição corporal e os produtos da gestação para obter-se uma estimativa eficiente da mobilização de nutrientes no corpo do animal e também do útero gravídeo. Dessa forma, conhecendo-se a composição corporal referente às concentrações ou quantidades de água, gordura, proteína e minerais, pode-se estimar a mobilização de nutrientes.

Existem diversas metodologias para a determinação da composição corporal em geral, elas podem ser divididas naquelas medidas no animal vivo e aquelas determinadas após o abate. O método direto consiste na determinação da concentração de nutrientes, por meio de análise química do corpo vazio do animal. Esta metodologia tem sido apontada como a mais precisa e confiável em avaliar a composição corporal.

III. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Instalações e animais

O experimento foi desenvolvido no Laboratório de Caprinocultura do Departamento de Zootecnia da UNESP, Câmpus de Jaboticabal (21°14'06" S, 48°17'36" W e 595 m de altitude). Foram utilizadas 44 cabras multíparas, não gestantes e não lactantes, sendo 22 da raça Saanen e 22 da raça Alpina, com peso corporal médio inicial de $49,5 \pm 7,6$ kg e escore de condição corporal com moda de 2,75 (escala de 1 a 5 com intervalo de 0,25). Os animais foram estabulados em baias individuais (1,2 m x 0,5 m) em galpão com cobertura metálica protegidos de chuva e ventos. Todos os procedimentos usados neste experimento foram aprovados pela Comissão de Ética no Uso de Animais da UNESP, protocolo nº 026167-07.

3.2. Manejo reprodutivo

As cabras que apresentaram estro naturalmente foram fecundadas através da monta natural com reprodutor da mesma raça. Todavia, no período de anestro estacional, as fêmeas foram submetidas a protocolo de indução de cio. No primeiro dia de aplicação do protocolo foram colocadas esponjas vaginais impregnadas com medroxiprogesterona (acetato de medroxiprogesterona, 60 mg) e feita a aplicação de 0,5 mL análogo sintético da PGF2 α , no 8º dia foi aplicada 1,5 mL da eCG (gonadotrofina coriônica equina) e no 9º dia foram retiradas as esponjas.

Após a observação dos sinais do estro, os animais eram conduzidos ao galpão dos machos reprodutores e foram realizadas duas coberturas, a primeira monta no turno da manhã e a segunda no período da tarde. Trinta e cinco dias após a cobertura foram diagnosticados a gestação e o número de fetos, por meio de ultra-sonografia.

3.3. Tratamentos

Inicialmente oito animais (quatro de cada raça) foram abatidos para estimar a composição corporal de cabras não gestantes e não lactantes.

Após o diagnóstico de gestação, as fêmeas de cada raça foram divididas em dois grupos (gestação simples e gemelar) e estes foram aleatoriamente distribuídos nos tratamentos correspondentes as idades gestacionais de abate aos 80, 110 e 140 dias após a concepção.

Foram realizadas coletas de sangue em todas as fêmeas no 1º e 35º dia de gestação. Além disso, foram coletadas amostras de sangue dos animais que pertenceram ao tratamento de 140 dias de abate nos dias 50, 65, 80, 95, 110, 125 e 140 dias de gestação para avaliar a variação das concentrações dos metabólitos e hormônios durante toda a gestação no mesmo animal, reduzindo assim, as fontes de variação entre animais.

3.4. Manejo nutricional

A dieta formulada de acordo com o NRC (2007) foi fornecida à vontade, duas vezes ao dia, às 8h (60 % do total da dieta oferecida) e 17h (40 % do total da dieta oferecida). Os volumosos empregados foram o feno da planta de milho e o feno de Tifton, o concentrado constituiu-se a base de milho triturado, farelo de soja, premix mineral e vitamínico, sal e calcário (Tabela 1). O controle de consumo de MS e nutrientes foi realizado diariamente por meio da pesagem da quantidade oferecida e recusada pelos animais e a quantidade a ser oferecida foi ajustada de forma a manter sobras de 15% da oferta total. Os animais tiveram acesso livre à água.

Tabela 1. Composição percentual e química dos ingredientes da dieta experimental.

Ingredientes	%*	MS	EM**	% na MS		
		%	MJ/kgMS	PB	EE	FDN
Feno de Tifton ¹	10,0	91,5	5,10	6,9	0,94	76,54
Feno de planta de milho ²	34,8	91,6	9,10	4,6	1,7	53,75
Milho	42,1	90,1	12,38	8,7	2,9	16,90
Farelo de Soja	11,9	91,0	12,09	47,3	1,9	23,71
Premix	0,37	99,0	-	-	-	-
Sal	0,08	98,0	-	-	-	-
Calcário	0,58	95,0	-	-	-	-
Total	100	90,8	10,33	11,6	2,1	37,78

*Participação na ração em percentual da matéria seca (MS); ** EM = Energia Metabolizável: ([kg de NDT segundo VALADARES FILHO (2002)] x [18,447 kJ] x [0,82]); A energia metabolizável do feno da planta de milho foi considerada igual à EM da silagem; ¹ Tifton 85 (*Cynodon sp.*); ²Planta inteira de milho sem raiz, cortada quando os grãos atingiram 65% da linha do leite e seca ao sol.

3.5. Procedimento de abate

Quando as cabras atingiram as datas gestacionais pré definidas para abate, elas foram pesadas (este foi considerado como o peso corporal ao abate) e posteriormente insensibilizadas com pistola pneumática. Em sequência foram abatidas por meio da secção das jugulares e carótidas. A quantidade total de sangue foi colhida e mensurada em balança eletrônica com precisão de 0,1 gramas. Depois de constatada a morte do animal, foi realizado corte circundando o úbere. Após a pesagem do úbere, foi feita dissecação da pele para obtenção da glândula mamária, sendo imediatamente pesada e colocada em saco plástico para evitar possível perda de secreção láctea por perfuração do tecido.

O processo de evisceração iniciou-se pelo útero. Para tanto, esse foi amarrado próximo à cervice, evitando perda de líquido uterino. Depois de retirado, foi pesado, obtendo-se o peso do útero grávido. Posteriormente o(s) feto (s) foi (foram) pesado(s).

O fluído uterino foi pesado e o volume mensurado em proveta graduada de dois litros. A membrana placentária e o conjunto de placentomas foram pesados juntamente com o útero, constituindo assim, o útero vazio. As duas partes em que foi dividido o útero gravídeo (fetos e útero vazio com líquido e tecidos placentários) foram identificadas, armazenadas individualmente e congeladas em câmara fria a -15°C .

O peso de corpo vazio (CV) foi calculado subtraindo-se do peso corporal ao abate os conteúdos do trato gastrintestinal, da bexiga urinária e da vesícula biliar. O peso de corpo vazio livre dos componentes da gestação (CVL) foi calculado subtraindo-se do CV o somatório do peso do útero gravídeo e glândula mamária.

Desta forma, as estruturas avaliadas para o cálculo da retenção total e taxas de retenção relativas diárias dos nutrientes foram 4: o corpo vazio livre dos componentes de gestação; os fetos (expressos em peso total e retenção total nos fetos); glândula mamária; e o útero com membranas e tecidos placentários.

3.6. Processamento das amostras

Nas amostras dos ingredientes da dieta, sobras, corpo vazio livre dos componentes da gestação (CVL), útero, líquidos placentários, fetos e glândula mamária foram determinados os teores de matéria seca (MS) (AOAC, 1995; Método nº 930.15), matéria mineral (MM) (AOAC, 1995; Método nº 942.05). A determinação do extrato etéreo (EE) foi realizada utilizando-se equipamento extrator Soxhlet pelo período de 5 horas, com exceção das amostras de glândula mamária, cuja extração foi realizada pelo período de oito horas, devido à alta quantidade de gordura. O teor de nitrogênio total das amostras foi obtido pelo método de combustão de Dumas, utilizando-se analisador LECO FP-528 LC, seguindo o procedimento descrito por ETHERIDGE et al. (1998) e multiplicado por 6,25 para se obter o valor de proteína total. Os teores de fibra em detergente neutro (FDN) dos ingredientes da dieta e sobras foram determinados conforme ROBERTSON & VAN SOEST (1981), com adição de α -amilase termoestável. O

conteúdo energético do líquido placentário foi determinado utilizando bomba calorimétrica - Parr 6300. A estimativa do conteúdo energético do CVL, fetos, glândula mamária e útero foi realizada através da soma da contribuição energética de proteína (23,4304 J/g proteína) e de extrato etéreo (39,3296 J/g EE) de acordo com ARC (1980). Os valores de extrato etéreo do líquido placentário foram estimados subtraindo-se a contribuição energética proteica do conteúdo energético total desta estrutura.

3.7. Estimativas da retenção total e taxas de retenção relativa diária dos nutrientes

A composição corporal foi determinada utilizando-se o método direto, em que foi determinada a quantidade total de nutrientes em todos os tecidos. Para a estimativa da retenção foi utilizado o método do abate comparativo descrito por LOFGREEN & GARRET (1968), sendo a composição inicial estimada a partir das cabras não gestante e não lactantes abatidas no início do experimento (4 Saanen e 4 Alpinas).

Para estimar as quantidades totais iniciais de nutrientes no CVL e em cada estrutura foi avaliado o efeito de raça, sendo que quando presente, foram apresentadas equações individuais para cada raça, quando não houve efeito significativo, foi utilizada equação geral.

A estimativa da quantidade total de sangue inicial (QTSi) dos animais foi realizada utilizando equações para fêmeas da raça Alpina (Eq. [1]) e para Saanen (Eq. [2]):

$$QTSi_{Alpina} (g) = 69,3887 + 0,2750 * QPr_{oteína}(g), \text{ EPM}=333,6, P<0,01, r^2=0,7 \quad [1]$$

$$QTSi_{Saanen} (g) = 69,3887 + 0,2124 * QPr_{oteína}(g), \text{ EPM}=333,6, P<0,01, r^2=0,7 \quad [2]$$

Em que:

$Q_{\text{proteína}}$ = quantidade total de proteína no corpo do animal (g).

Para a estimativa do peso de corpo vazio inicial (CVi) utilizaram-se equações diferentes para cada raça (Alpina (Eq. [3]) e Saanen (Eq. [4]):

$$CVi_{\text{Alpina}} \text{ (kg)} = -7,24 + 1,0247 * PCi, \text{ EPM}=2,35, P<0,01, r^2=0,97 \quad [3]$$

$$CVi_{\text{Saanen}} \text{ (kg)} = -7,24 + 1,0142 * PCi, \text{ EPM}=2,35, P<0,01, r^2=0,97 \quad [4]$$

Em que:

PC_i = peso corporal no primeiro dia pós concepção (kg)

No cálculo da estimativa do peso de CVL inicial (CVLi), utilizaram-se equações diferentes para cada raça (Alpina (Eq. [5]) e Saanen (Eq. [6]):

$$CVLi_{\text{Alpina}} \text{ (kg)} = 0,0029 + 0,9859 * CVi(\text{kg}), \text{ EPM}=0,26, P<0,01, r^2= 0,99 \quad [5]$$

$$CVLi_{\text{Saanen}} \text{ (kg)} = 0,0029 + 0,9900 * CVi(\text{kg}), \text{ EPM}=0,26, P<0,01, r^2=0,99 \quad [6]$$

A estimativa do peso da glândula mamária inicial (GMi) foi obtida por equação única para as duas raças (Eq. [7]):

$$GMi \text{ (g)} = -71,94 + 0,0098 * CVLi(\text{g}), \text{ EPM} = 143; P<0,05, r^2=0,44. \quad [7]$$

A estimativa do peso do útero inicial (Ui) foi obtida por diferença conforme descrito abaixo (Eq. [8]):

$$Ui = CVi - CVLi - GMi \quad [8]$$

A retenção dos nutrientes nas diferentes estruturas (corpo vazio livre dos componentes da gestação, fetos, útero e líquido placentário e glândula mamária) nas cabras foi calculada pela diferença entre a quantidade total de determinado nutriente em dada estrutura no dia do abate e a quantidade total do mesmo nutriente e estrutura no início da gestação, a qual foi estimada pelas equações descritas anteriormente (Eq. [3] a Eq. [8]).

A taxa de retenção relativa diária foi calculada da seguinte maneira:

$$\text{Taxa de retenção relativa diária} = RT/PE/Dia \quad [9]$$

Em que:

RT= Retenção total de MS, proteína, EE (em gramas) e energia (kJ) em cada estrutura;

PE= Peso médio da estrutura (em quilogramas), sendo que para os animais abatidos com 80 dias de gestação foi considerado o peso médio entre 0 e 80 dias; para os animais abatidos com 110 dias de gestação foi considerado o peso médio entre 0 e 110; para os animais abatidos com 140 dias de gestação foi considerado o peso médio entre 0 e 140 dias.

Dia= Dias de gestação (80, 110 e 140 dias).

No cálculo da estimativa da quantidade total inicial de nutrientes no corpo livre dos componentes da gestação, na glândula mamária e no útero e tecidos placentários dos animais que seguiram a gestação, utilizou-se a composição das estruturas dos animais referências, ajustada para peso e raça (Tabela 2).

Tabela 2. Valores de intercepto (a), coeficiente angular (b), valor de probabilidade (P) e erro padrão da média (EPM) das equações de estimativa da quantidade total de nutrientes do corpo vazio livre dos componentes da gestação (CVLi), glândula mamária (GMi) e útero (Ui) em função da massa da estrutura no início da gestação.

Variável ⁴	Raça	CVLi (g) ¹				GMi (g) ²				Ui (g) ³			
		a	b	P ⁵	EPM	a	b	P	EPM	a	b	P	EPM
MS (g)	A	-7129	0,6493	**	1883	-0,80	0,5140	**	38,8	0,03568	0,17101	**	1,49
	S		0,6526				0,3624				0,19088		
Proteína (g)	A	2214	0,1052	**	748	23,53	0,0732	*	11,4	-0,2225	0,14165	**	0,65
	S		0,1034				0,0638				0,15539		
EE (g)	A	-10398	0,5143	**	2594	-27,97	0,4251	**	36,5	0,06207	0,02012	**	1,07
	S		0,5157				0,2951				0,00820		
Energia (kJ)	A	-357	0,0226	**	90	-0,54	0,0184	**	1,43	-0,0023	0,00410	**	0,03
	S		0,0227				0,0130				0,00395		

¹ Nutrientes e energia no CVLi = $a + b * CVLi$;

² Nutrientes e energia no GMi = $a + b * GMi$;

³ Nutrientes e energia no Ui = $a + b * Ui$;

⁴ MS = quantidade total de matéria seca em cada estrutura no início da gestação; Proteína = quantidade total de proteína em cada estrutura no início da gestação; EE = quantidade total de extrato etéreo em cada estrutura no início da gestação; Energia = quantidade total de quilo Joule em cada estrutura no início da gestação.

⁵ * = $P < 0,05$; ** = $P < 0,01$.

3.8. Parâmetros sanguíneos

O sangue foi coletado por punção da veia jugular, usando tubos vacutainer com heparina sódica para obtenção do plasma e sem heparina sódica para obtenção do soro. As amostras de sangue foram colocadas em centrífuga refrigerada a 4°C por 15 minutos a 3000 rpm, para obtenção do plasma e soro, os quais foram armazenados em tubos eppendorf de 1,5 mL. As amostras assim embaladas foram congeladas a -20°C até posteriores análises.

3.8.1. Dosagem de metabólitos

As dosagens dos metabólitos foram realizadas no soro sanguíneo dos animais. As análises foram conduzidas no Laboratório de Pesquisa em Clínica e Cirurgia Animal do Departamento de Medicina Veterinária da Universidade Estadual Paulista, Campus de Jaboticabal.

A avaliação do perfil metabólico energético foi realizado pelas análises de ácidos graxos não esterificados (AGNE) utilizando o kit comercial da Randox ® (FA115), sendo a reação baseada em ELPHICK (1968), β -hidroxibutirato utilizando o kit comercial Randox ® (FA 1007), sendo a reação baseada em WILLIAMSON et al. (1962) e glicose pelo método GOD-Trinder (Labtest Diagnóstica S.A., Brasil). O perfil metabólico protéico foi avaliado pelas análises de ureia pelo método da urease (Labtest Diagnóstica S.A., Brasil), proteínas totais pelo método biureto (Labtest Diagnóstica S.A., Brasil), albumina pelo método do verde de bromocresol (Labtest Diagnóstica S.A., Brasil). Para leitura, utilizou-se aparelho semi-automático de dosagens bioquímicas Labquest®.

3.8.2. Dosagem hormonal

As dosagens foram realizadas no Laboratório de Experimentação Animal da Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo

(USP/FZEA). Para tal foram utilizados kits comerciais para dosagens imunoenzimáticas (EIA) de estrógeno (Catalog # ADI-901-174 - 17 β -Estradiol - Enzo Life Science), progesterona (Progesteron Test System 4825-300 AccuBind® - Monobind Inc.), insulina (Insulin Test System 2425-300 AccuBind® - Monobind Inc.) e IGF-1 (Catalog # ADI-900-150 – Enzo Life Science) no plasma sanguíneo. As dosagens foram lidas com a utilização do aparelho Multiskam MS da Labsystems® Version 8.0 para dosagens EIA.

3.9. Análise estatística

A retenção total e taxas de retenção relativa diária dos nutrientes do corpo vazio livre dos componentes da gestação, feto, útero e líquidos placentários e glândula mamária foram analisadas como modelos mistos com efeitos fixos de raça (Saanen ou Alpina; 1 grau de liberdade, GL), dias de gestação (abate aos 80, 110 ou 140; 2 GL) e número de fetos (gestação simples ou gemelar; 1 GL) e suas interações (2 GL), e o erro aleatório utilizando o procedimento MIXED do SAS (versão 9.2). As variâncias residuais distintas para a subclasse número de fetos e dias de gestação foram modeladas utilizando-se a opção GROUP do comando REPEATED. Quando significativas, as médias para os dias de gestação foram comparadas usando a diferença mínima significativa de Tukey (opção PDIFF adjust=tukey do comando LSMEANS). Significância foi declarada a $P \leq 0.05$.

O consumo foi analisado em um delineamento inteiramente casualizado com medidas repetidas no tempo. Utilizou-se modelos mistos com efeitos fixos da raça (Saanen ou Alpina; 1 GL), número de fetos (gestação simples ou gemelar; 1 GL) e dias de gestação (139 GL) e suas interações (139 GL), e o erro aleatório utilizando o procedimento MIXED do SAS (versão 9.2), foi adotada a estrutura de covariância de simetria composta por atingir menor critério de convergência (BIC). Significância foi declarada a $P \leq 0.05$.

Os metabólitos sanguíneos foram analisados em um delineamento inteiramente casualizado com medidas repetidas no tempo. Utilizou-se modelos mistos com efeitos fixos da raça (Saanen ou Alpina; 1 GL), número de fetos (gestação simples ou gemelar; 1 GL) e dias de gestação (1, 35, 50, 65, 80, 95, 110, 125 e 140; 8 GL) e suas interações (8 GL), e o erro aleatório utilizando o procedimento MIXED do SAS (versão 9.2), foi adotada a estrutura de covariância de simetria composta por atingir menor critério de convergência (BIC). Significância foi declarada a $P \leq 0.05$.

IV. RESULTADOS

4.1 Consumo

Não foi observado efeito de raça na ingestão de MS e nutrientes ($P>0,05$). Por outro lado, o consumo de MS foi influenciado pelo tipo de gestação ($P<0,01$), em que foi observado efeito quadrático para ingestão de MS (g/dia) ($P<0,05$) em fêmeas com gestação gemelar, em que houve um aumento no consumo no terço inicial da gestação e a partir de então foi observado diminuição na ingestão, sendo mais acentuada próximo ao último terço de gestação (Figura 1). Por sua vez, fêmeas com gestação simples apresentaram consumo constante ao longo da gestação (1160 ± 131 g MS/d) ($P>0,05$). Não houve efeito do tipo de gestação sobre o consumo de PB ($P>0,05$), sendo observado efeito quadrático na ingestão de PB ($P<0,05$) com queda acentuada no terço final da gestação (Figura 1).

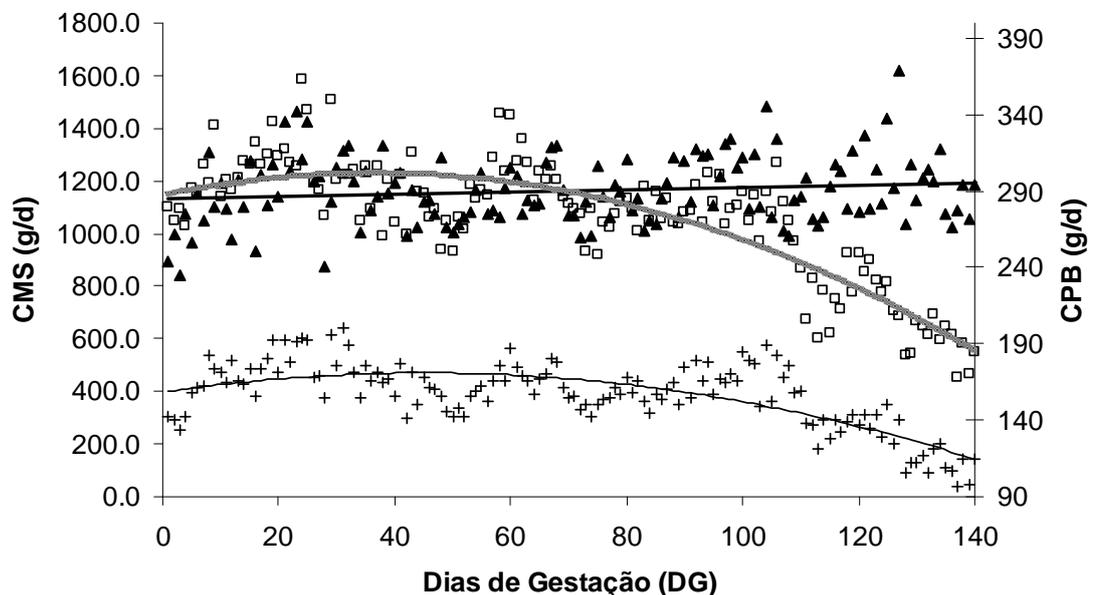


Figura 1. Consumo de matéria seca (1 feto —▲ e 2 fetos ◻◻◻◻ ◻) e proteína bruta (—+) em cabras leiteiras ao longo da gestação. Equação da estimativa de consumo médio diário de MS em animais com gestação gemelar: $CMS (g/d) = 1149,2 \pm 42,84 + 4,61 \pm 2,60 DG - 0,063 \pm 0,04 DG^2$; $EPM=123,8 R^2=0,72$. Equação de estimativa do consumo médio diário de PB (g/d) = $158,51 \pm 4,92 + 0,548 \pm 0,15 DG - 0,006 \pm 0,001 DG^2$; $EPM=65,12 R^2=0,53$. Não houve efeito de raça sobre ingestão de MS e PB ($P>0,05$).

O padrão de variação de consumo de MS e PB ao longo da gestação, não variou independente da unidade em que foi expresso (g/d; g/kg de peso corporal/dia; g/kg de peso metabólico ($\text{kg}^{0,75}$)/d).

4.2. Retenção dos Nutrientes

O tipo de gestação e a raça não afetaram a retenção total e a taxa de retenção relativa diária dos nutrientes no CVL (Tabela 3).

A retenção total de nutrientes no corpo vazio livre dos componentes da gestação foi maior ($P < 0,01$) aos 80 e 110 dias de gestação, enquanto que aos 140 dias de gestação houve diminuição na retenção, observando-se resultados negativos (Tabela 3). Da mesma forma, as taxas de retenção relativas diárias de EE (g/kg CVL/d) e energia (J/kg CVL/d) só foram diferentes aos 140 dias de gestação ($P < 0,05$; Tabela 3). Por outro lado, as taxas de retenção relativas de MS e proteína (g/kg CVL/d) no CVL foram superiores ($P < 0,05$) somente aos 80 dias de gestação.

Não houve efeito da raça na retenção total e taxa de retenção relativa diária de nutrientes nos fetos ($P > 0,05$; Tabela 4). O peso total dos fetos, bem como a retenção total dos nutrientes nos mesmos foi maior ($P < 0,05$) em gestações gemelares. Contudo, as taxas de retenção relativa diária de MS e proteína não diferiram ($P > 0,05$) entre número de fetos.

A retenção total de nutrientes nos fetos foi maior aos 140 dias de gestação, sendo que o crescimento fetal entre os 80 e 140 dias de gestação, correspondeu a 92,6 % do peso dos fetos aos 140 dias de gestação (Tabela 4). As taxas de retenção relativa diária de EE e energia nos fetos foram maiores ($P < 0,05$) aos 110 dias de gestação (Tabela 4).

Tabela 3. Retenção total e taxa de retenção relativa diária de MS, nutrientes e energia no corpo vazio livre dos produtos da gestação (\pm EPM) de cabras da raça Saanen e Alpina com gestação simples e gemelar durante a gestação.

Retenção total ²	Tratamento										P-value ¹				
	Raça		Dias de gestação					Número de fetos				Raça	Dias	Fetos	Interação
	Alpina	Saanen	80	110	140	1	2								
CVL (kg)	5,75 \pm 1,52	3,55 \pm 1,31	8,81 \pm 0,94 ^A	5,94 \pm 1,76 ^A	-0,80 \pm 2,25 ^B	5,05 \pm 1,41	4,25 \pm 1,43	ns	**	ns	ns				
MS (kg)	3,10 \pm 1,10	1,67 \pm 0,95	4,80 \pm 0,97 ^A	3,66 \pm 1,03 ^A	-1,31 \pm 1,65 ^B	2,57 \pm 1,12	2,19 \pm 0,92	ns	**	ns	ns				
Proteína (g)	372 \pm 255	234 \pm 213	960 \pm 300 ^A	476 \pm 263 ^A	-527 \pm 300 ^B	213 \pm 187	393 \pm 275	ns	**	ns	ns				
EE (g)	2589 \pm 925	1320 \pm 809	3606 \pm 887 ^A	2825 \pm 916 ^A	-567 \pm 1332 ^B	2344 \pm 1009	1565 \pm 702	ns	*	ns	ns				
Energia (kJ)	110,5 \pm 38,5	57,4 \pm 33,5	164,3 \pm 34,9 ^A	122,3 \pm 37,8 ^A	-34,7 \pm 56,8 ^B	97,2 \pm 41,2	70,7 \pm 30,2	ns	*	ns	ns				
Taxa de retenção relativa diária															
CVL (g/kg CVL/d)	1,60 \pm 0,27	0,86 \pm 0,24	2,60 \pm 0,22 ^A	1,19 \pm 0,35 ^B	-0,11 \pm 0,35 ^C	1,27 \pm 0,26	1,19 \pm 0,25	*	**	ns	ns				
MS (g/kg CVL/d)	0,84 \pm 0,21	0,45 \pm 0,18	1,39 \pm 0,26 ^A	0,73 \pm 0,20 ^B	-0,18 \pm 0,25 ^C	0,65 \pm 0,22	0,64 \pm 0,17	ns	**	ns	ns				
Proteína (g/kg CVL/d)	0,12 \pm 0,05	0,05 \pm 0,04	0,28 \pm 0,07 ^A	0,09 \pm 0,05 ^B	-0,09 \pm 0,05 ^C	0,07 \pm 0,04	0,11 \pm 0,05	ns	**	ns	ns				
EE (g/kg CVL/d)	0,69 \pm 0,19	0,36 \pm 0,17	1,06 \pm 0,26 ^A	0,57 \pm 0,18 ^A	-0,06 \pm 0,20 ^B	0,58 \pm 0,20	0,47 \pm 0,15	ns	**	ns	ns				
Energia (J/kg CVL/d)	30,15 \pm 7,49	15,49 \pm 6,63	48,20 \pm 9,74 ^A	24,61 \pm 7,49 ^A	-4,36 \pm 8,60 ^B	24,46 \pm 8,10	21,18 \pm 5,87	ns	**	ns	ns				

¹ns = Não significativo (P>0,05);

²CVL = Corpo vazio livre dos produtos da gestação; MS = Matéria seca; EE = Extrato Etéreo;

A, B, C - Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey (P>0,05).

Tabela 4. Retenção total e taxa de retenção relativa diária de MS, nutrientes e energia nos fetos (\pm EPM) de cabras da raça Saanen e Alpina com gestação simples e gemelar durante a gestação.

Retenção total ²	Tratamento										P-value ¹				
	Raça		Dias de gestação					Número de fetos				Raça	Dias	Fetos	Interação
	Alpina	Saanen	80	110	140	1	2	2							
Fetos (kg)	2,57 \pm 0,11	2,26 \pm 0,09	0,37 \pm 0,01 ^C	1,88 \pm 0,10 ^B	5,00 \pm 0,19 ^A	1,8 \pm 0,09	2,99 \pm 0,112	*	**	**	ns				
MS (g)	381,5 \pm 24,5	346,3 \pm 21,2	38,5 \pm 2,8 ^C	257,7 \pm 18,2 ^B	795,4 \pm 45,0 ^A	280,6 \pm 23,9	447,1 \pm 21,9	ns	**	**	ns				
Proteína (g)	265,7 \pm 16,9	241,8 \pm 14,6	25,7 \pm 1,9 ^C	171,9 \pm 10,6 ^B	563,7 \pm 31,8 ^A	200,4 \pm 17,0	307,1 \pm 14,5	ns	**	**	ns				
EE (g)	35,0 \pm 2,7	29,4 \pm 2,3	2,4 \pm 0,2 ^C	25,8 \pm 1,8 ^B	68,5 \pm 5,1 ^A	25,5 \pm 3,2	39,0 \pm 1,6	ns	**	**	ns				
Energia (kJ)	7,60 \pm 0,47	6,81 \pm 0,41	0,69 \pm 0,05 ^C	5,02 \pm 0,30 ^B	15,90 \pm 0,89 ^A	5,68 \pm 0,49	8,73 \pm 0,39	ns	**	**	ns				
Taxa de retenção relativa diária															
MS (g/kg Feto/d)	2,44 \pm 0,07	2,34 \pm 0,06	2,39 \pm 0,10	2,52 \pm 0,08	2,26 \pm 0,06	2,43 \pm 0,09	2,35 \pm 0,04	ns	ns	ns	ns				
Proteína (g/kg Feto/d)	1,71 \pm 0,06	1,61 \pm 0,05	1,69 \pm 0,09	1,69 \pm 0,05	1,61 \pm 0,04	1,67 \pm 0,06	1,65 \pm 0,05	ns	ns	ns	ns				
EE (g/kg Feto/d)	0,207 \pm 0,010	0,186 \pm 0,009	0,140 \pm 0,008 ^C	0,257 \pm 0,013 ^A	0,194 \pm 0,012 ^B	0,206 \pm 0,012	0,188 \pm 0,006	ns	**	ns	ns				
Energia (J/kg Feto/d)	46,79 \pm 1,32	44,93 \pm 1,18	42,93 \pm 1,77 ^C	49,27 \pm 1,58 ^A	45,37 \pm 1,20 ^B	47,11 \pm 1,66	44,61 \pm 0,61	ns	*	ns	ns				

¹ns = Não significativo (P>0,05);

²MS = Matéria seca; EE = Extrato Etéreo;

A, B, C - Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey (P>0,05).

As maiores retenções de MS, proteína e energia no útero e líquido placentário foram observadas aos 110 e 140 dias de gestação ($P < 0,05$) (Tabela 5), enquanto que as maiores taxas de retenção relativas diárias dos nutrientes neste componente foram observadas aos 80 dias de gestação. Todavia, tanto a retenção total de nutrientes, como a taxa de retenção relativa diária de cada nutriente no útero e líquidos placentários não sofreram efeito ($P > 0,05$) da raça e do número de fetos.

Não houve efeito ($P > 0,05$) da raça e do número de fetos sobre as retenções totais e as taxas de retenção relativa diária dos nutrientes na glândula mamária (Tabela 6).

A glândula mamária apresentou maior retenção total de nutrientes com o avanço da gestação ($P < 0,05$). Entretanto, isto não refletiu em mudanças ($P > 0,05$) nas taxas de retenção relativa diária dos nutrientes ao longo da gestação (Tabela 6).

Até a idade gestacional de 80 dias, os produtos da gestação (fetos, glândula mamária, útero e líquidos placentários) totalizaram 207,9 g de proteína retida (Tabelas 4, 5 e 6). A partir de então, a retenção de proteína aumentou expressivamente até o final de gestação, apresentando aumentos de 165% e 431% aos 110 e 140 dias de gestação, respectivamente, refletindo nas diferenças encontradas na taxa de retenção de proteína no CVL com o avançar da gestação. Contudo, esse padrão de variação não ocorreu de forma similar com o EE, onde a baixa quantidade de gordura retida nos produtos da gestação até os 110 dias de prenhez não foi grande o suficiente para afetar as taxas de retenção relativa diária de EE e energia no CVL no mesmo período.

Tabela 5. Retenção total e taxa de retenção relativa diária de MS, nutrientes e energia no útero e líquidos placentários (\pm EPM) de cabras da raça Saanen e Alpina com gestação simples e gemelar durante a gestação.

Retenção total ²	Tratamento										P-value ¹
	Raça		Dias de gestação						Número de fetos		
	Alpina	Saanen	80	110	140	1	2	Raça	Dias	Fetos	
UPLP (kg)	3,65 \pm 0,29	3,29 \pm 0,26	2,36 \pm 0,17 ^B	4,25 \pm 0,51 ^A	3,79 \pm 0,23 ^A	2,94 \pm 0,31	4,00 \pm 0,24	ns	**	*	ns
MS (g)	258,9 \pm 29,4	247,3 \pm 26,3	165,4 \pm 19,2 ^B	310,3 \pm 49,5 ^A	283,7 \pm 26,2 ^A	221,4 \pm 28,3	284,8 \pm 27,5	ns	**	ns	ns
Proteína (g)	211,3 \pm 25,3	200,6 \pm 22,5	131,2 \pm 16,7 ^B	255,9 \pm 42,2 ^A	230,8 \pm 22,7 ^A	180,2 \pm 24,0	231,7 \pm 23,9	ns	**	ns	ns
EE (g)	13,78 \pm 1,67	13,10 \pm 1,51	12,06 \pm 1,49	16,36 \pm 2,66	11,91 \pm 1,46	11,98 \pm 1,72	14,90 \pm 1,46	ns	ns	ns	ns
Energia (kJ)	5,23 \pm 0,62	5,19 \pm 0,55	3,19 \pm 0,36 ^B	6,59 \pm 1,04 ^A	5,85 \pm 0,57 ^A	4,66 \pm 0,60	5,76 \pm 0,58	ns	**	ns	ns
Taxa de retenção relativa diária											
UPLP (g/kg UPLP/d)	18,00 \pm 0,19	17,14 \pm 0,18	22,65 \pm 0,31 ^A	16,89 \pm 0,19 ^B	13,16 \pm 0,15 ^C	17,23 \pm 0,23	17,90 \pm 0,13	**	**	*	ns
MS (g/kg UPLP/d)	1,26 \pm 0,08	1,28 \pm 0,07	1,54 \pm 0,09 ^A	1,23 \pm 0,11 ^B	1,04 \pm 0,07 ^B	1,27 \pm 0,09	1,28 \pm 0,06	ns	**	ns	ns
Proteína (g/kg UPLP/d)	1,02 \pm 0,07	1,03 \pm 0,06	1,21 \pm 0,08 ^A	1,01 \pm 0,09 ^{AB}	0,85 \pm 0,06 ^B	1,02 \pm 0,07	1,03 \pm 0,05	ns	**	ns	ns
EE (g/kg UPLP/d)	0,13 \pm 0,02	0,14 \pm 0,02	0,15 \pm 0,02	0,15 \pm 0,02	0,11 \pm 0,03	0,11 \pm 0,02	0,16 \pm 0,02	ns	ns	ns	ns
Energia (J/Kg UPLP/d)	26,84 \pm 1,74	27,15 \pm 1,55	33,07 \pm 2,04 ^A	26,35 \pm 2,40 ^B	21,52 \pm 1,52 ^B	27,04 \pm 1,89	26,91 \pm 1,37	ns	**	ns	ns

¹ns = Não significativo (P>0,05);

²UPLP = Útero e líquidos placentários; MS = Matéria seca; EE = Extrato Etéreo;

A, B, C - Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey (P>0,05).

Tabela 6. Retenção total e taxa de retenção relativa diária de MS, nutrientes e energia na glândula mamária (\pm EPM) de cabras da raça Saanen e Alpina com gestação simples e gemelar durante a gestação.

Retenção total ²	Tratamento										P-value ¹	
	Raça		Dias de gestação					Número de fetos				Interação
	Alpina	Saanen	80	110	140	1	2	Raça	Dias	Fetos		
GM (Kg)	1,22 \pm 0,18	1,35 \pm 0,16	0,49 \pm 0,16 ^C	0,96 \pm 0,15 ^B	2,40 \pm 0,31 ^A	1,19 \pm 0,20	1,38 \pm 0,14	ns	**	ns	ns	
MS (g)	338,0 \pm 42,2	401,3 \pm 36,5	127,6 \pm 28,3 ^C	313,8 \pm 44,0 ^B	667,5 \pm 65,3 ^A	337,6 \pm 34,6	401,7 \pm 43,7	ns	**	ns	ns	
Proteína (g)	150,7 \pm 26,3	171,6 \pm 23,0	51,0 \pm 16,4 ^C	123,0 \pm 26,0 ^{AB}	309,6 \pm 42,5 ^A	155,8 \pm 25,8	166,6 \pm 23,6	ns	**	ns	ns	
EE (g)	165,1 \pm 18,3	178,3 \pm 15,4	57,1 \pm 13,9 ^C	164,8 \pm 19,8 ^B	293,3 \pm 26,5 ^A	153,0 \pm 11,4	190,4 \pm 21,0	ns	**	ns	ns	
Energia (kJ)	9,6 \pm 1,1	11,1 \pm 1,0	3,4 \pm 0,8 ^C	8,9 \pm 1,1 ^B	18,8 \pm 1,7 ^A	9,4 \pm 0,8	11,3 \pm 1,2	ns	**	ns	ns	
Taxa de retenção relativa diária												
GM (g/kg GM/d)	10,89 \pm 0,71	10,17 \pm 0,76	10,29 \pm 1,34	10,35 \pm 0,73	10,95 \pm 0,27	10,07 \pm 0,96	10,99 \pm 0,39	ns	ns	ns	ns	
MS (g/kg GM/d)	3,04 \pm 0,19	3,04 \pm 0,19	2,78 \pm 0,28	3,16 \pm 0,27	3,18 \pm 0,11	3,00 \pm 0,16	3,08 \pm 0,22	ns	ns	ns	ns	
Proteína (g/kg GM/d)	1,22 \pm 0,14	1,30 \pm 0,15	1,11 \pm 0,25	1,26 \pm 0,16	1,41 \pm 0,07	1,25 \pm 0,16	1,28 \pm 0,13	ns	ns	ns	ns	
EE (g/kg GM/d)	1,48 \pm 0,26	1,66 \pm 0,26	1,49 \pm 0,49	1,76 \pm 0,24	1,46 \pm 0,13	1,52 \pm 0,31	1,62 \pm 0,21	ns	ns	ns	ns	
Energia (J/kg GM/d)	80,94 \pm 7,6	90,47 \pm 7,9	79,83 \pm 13,5	90,96 \pm 8,9	86,33 \pm 2,8	83,13 \pm 8,7	88,29 \pm 6,6	ns	ns	ns	ns	

¹ns = Não significativo (P>0,05);

²GM = Glândula mamária; MS = Matéria seca; EE = Extrato Etéreo;

A, B, C - Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey (P>0,05).

4.3. Perfil Metabólico-Nutricional

A quantidade total de sangue coletada no momento do abate aumentou ao longo da gestação de forma linear ($P < 0,01$), sem efeito da raça ou tipo de gestação ($P > 0,05$), apresentando um acréscimo de 34% na quantidade total de sangue aos 140 dias de em relação ao início da gestação.

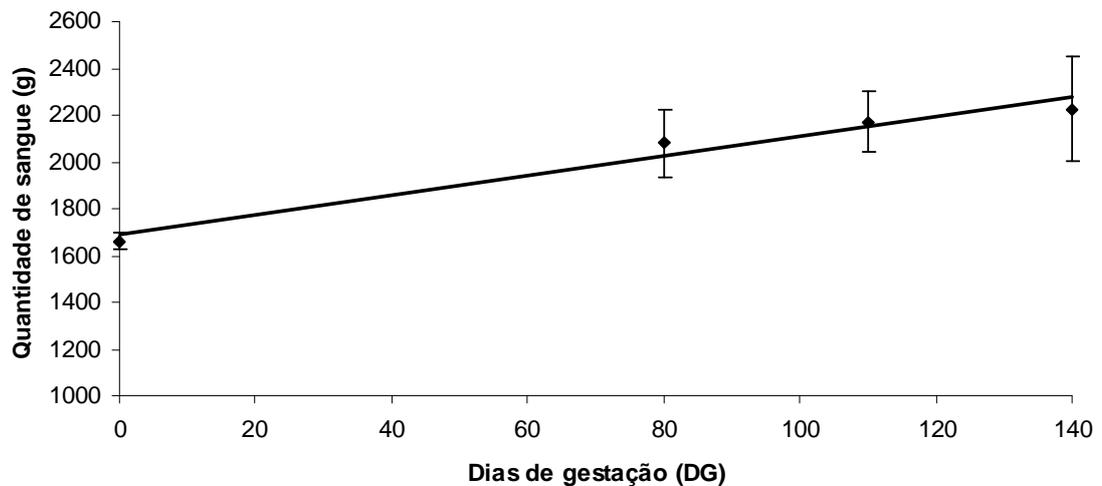


Figura 2. Quantidade total de sangue (g) coletado no dia do abate em cabras em diferentes estágios de gestação (\pm EPM). Equação de estimativa da quantidade total de sangue (g/d) = $1675,32 \pm 66,32 + 4,45 \pm 0,84 \text{DG}$; EPM=439,6 $R^2=0,26$. Não houve efeito do tipo de gestação e raça ($P > 0,05$).

Os maiores níveis de β -hidroxibutirato foram observados a partir dos 110 dias de gestação (Figura 3) e não houve efeito de raça e tipo de gestação ($P > 0,05$) sobre os níveis séricos deste metabólito.

Assim como o β -hidroxibutirato, foram observadas maiores concentrações dos níveis séricos de AGNE nos últimos 30 dias de gestação. Entretanto, cabras da raça Alpina, aos 125 dias, apresentaram maior ($P < 0,05$) teor deste metabólito comparado com as concentrações da raça Saanen (Figura 4). Animais com gestação gemelar apresentaram maiores concentrações de AGNE aos 110 dias comparados animais gestação simples (Figura 5).

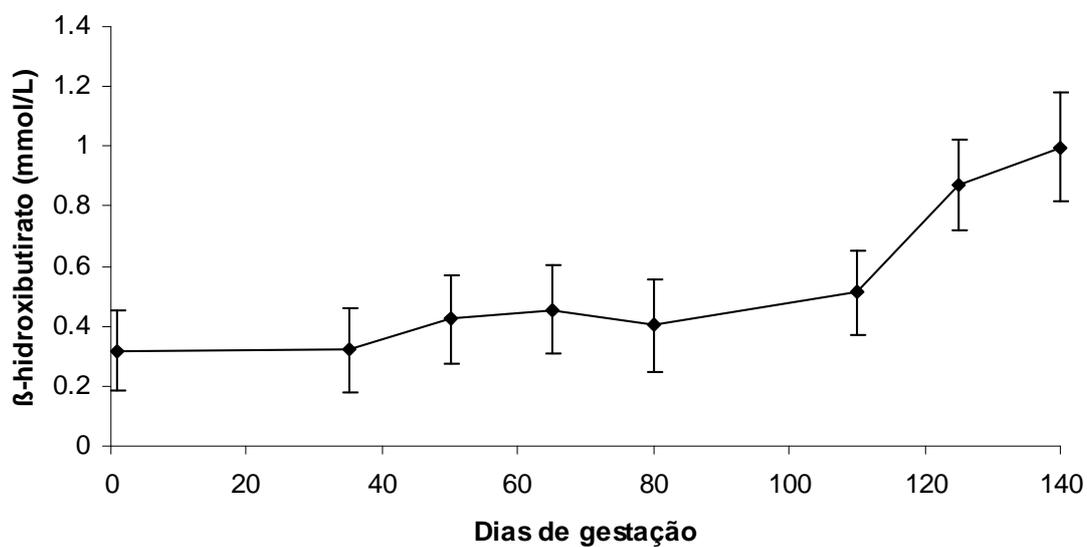


Figura 3. Concentrações séricas de β-hidroxibutirato em cabras em diferentes estágios da gestação (\pm EPM). Não houve efeito do tipo de gestação e raça ($P > 0,05$) sobre os níveis de β-hidroxibutirato.

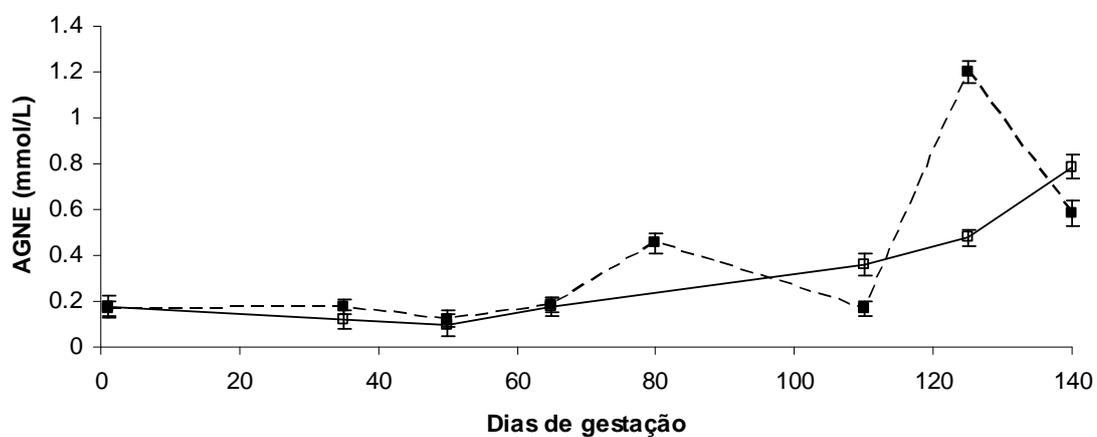


Figura 4. Concentrações séricas de ácidos graxos não esterificados em cabras da raça Alpina (\square) e Saanen (\blacksquare) em diferentes estágios de gestação (\pm EPM). Interação de raça x dias $P < 0,01$.

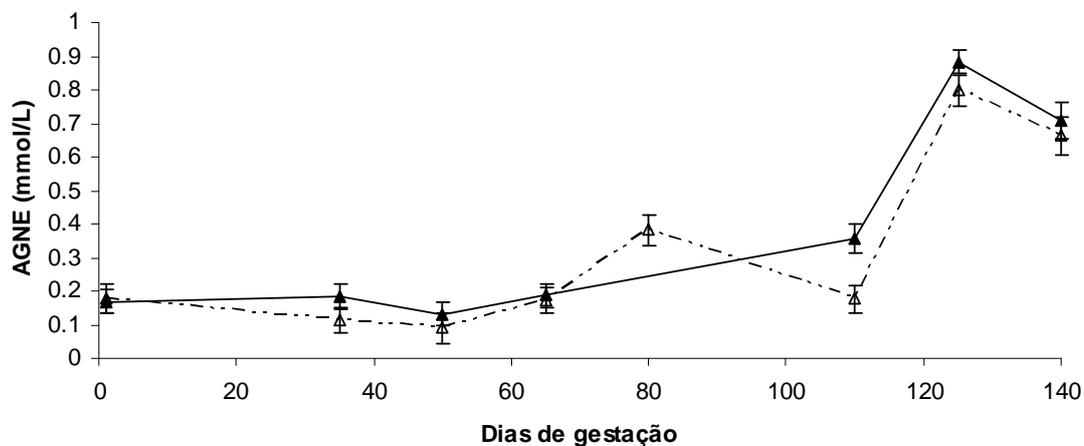


Figura 5. Concentrações séricas de ácidos graxos não esterificados em cabras de gestação simples (-Δ-) e gemelar (-▲-) em diferentes estágios de gestação (\pm EPM). Interação fetos x dias $P < 0,05$.

Os níveis de glicose sérica (Figura 6), proteínas totais e albumina (Figura 7) foram menores após os 125 dias de gestação e não sofreram efeito do tipo de gestação ou da raça ($P > 0,05$).

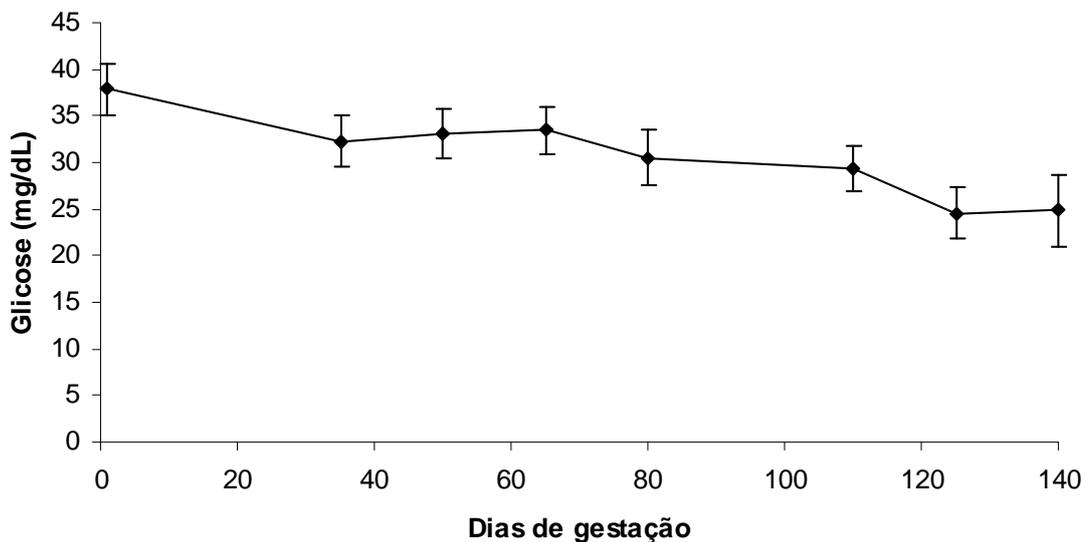


Figura 6. Concentrações séricas de glicose em cabras em diferentes estágios de gestação (\pm EPM). Não houve efeito do tipo de gestação e raça ($P > 0,05$) sobre os níveis de glicose.

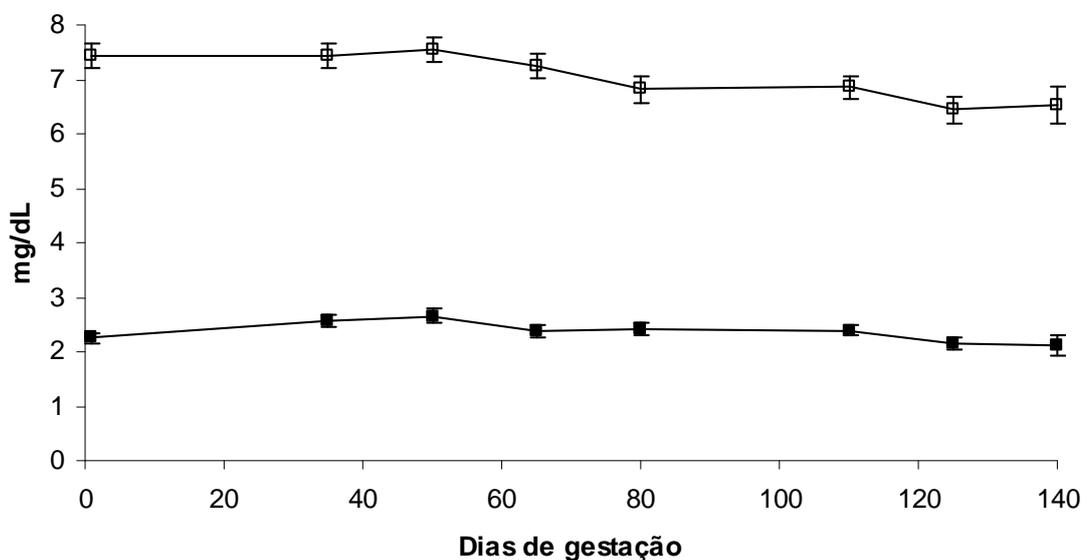


Figura 7. Concentrações séricas de proteínas totais (□) e albumina (■) em cabras em diferentes estágios de gestação (\pm EPM). Não houve efeito do nº de fetos e raça ($P>0,05$) sobre os níveis destes metabólitos.

Os níveis séricos de ureia diminuíram ($P<0,05$) no terço final da gestação (Figura 8) e não houve efeito do número de fetos e da raça ($P>0,05$).

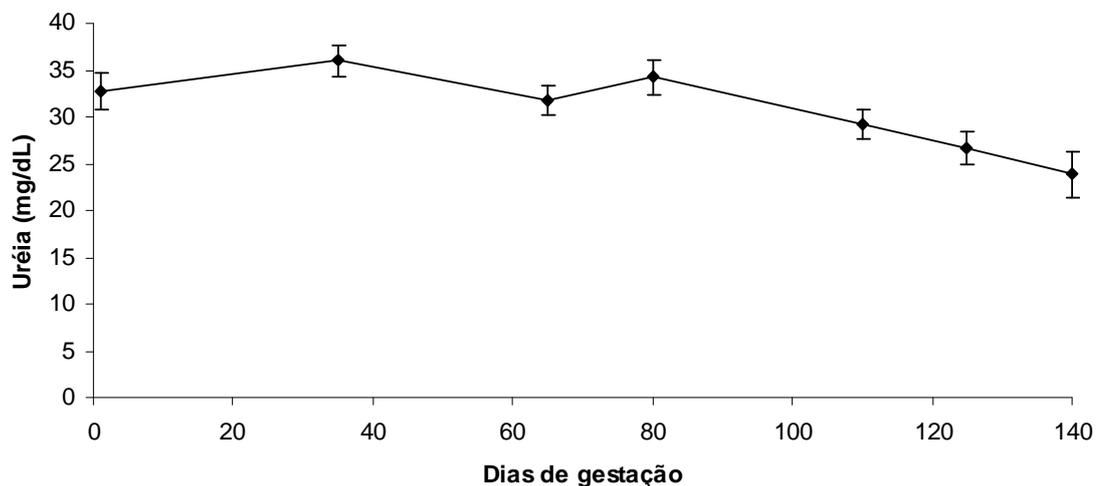


Figura 8. Concentrações séricas de ureia em cabras em diferentes estágios de gestação (\pm EPM). Não houve efeito do tipo de gestação e raça ($P>0,05$) sobre os níveis de ureia.

4.4. Perfil hormonal

Os níveis plasmáticos de 17β -estradiol não diferiram ($P>0,05$) entre raça e tipos de gestação, entretanto foram observados maiores níveis a partir dos 50 dias de gestação ($P<0,05$) (Figura 9).

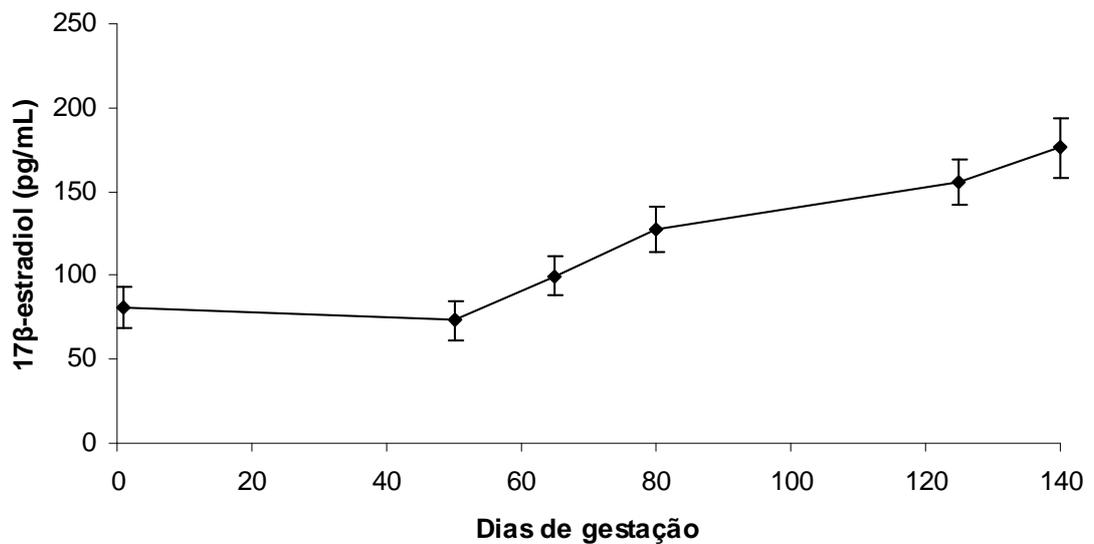


Figura 9. Níveis plasmáticos de 17β -estradiol em cabras em diferentes estágios de gestação (\pm EPM). Não houve efeito do tipo de gestação e raça ($P>0,05$) sobre os níveis de 17β -estradiol.

As concentrações plasmáticas de progesterona foram maiores ($P<0,01$) nas cabras com gestação gemelar, com média de 17,08 pg/ml ($EPM\pm 1,01$), enquanto que a gestação simples apresentou média de 13 pg/ml ($EPM\pm 1,08$). Não houve variação ($P>0,05$) destas concentrações ao longo do tempo e nem entre as raças.

Os níveis plasmáticos de insulina não diferiram ($P>0,05$) ao longo da gestação, nem entre raças e nem entre o número de fetos, apresentado média de 10,43 μ IU/mL e EPM de 0,36.

Os níveis plasmáticos de IGF-1 foram maiores entre 50 e 80 dias de gestação (Figura 10) e não houve efeito de raça e do tipo de gestação ($P>0,05$).

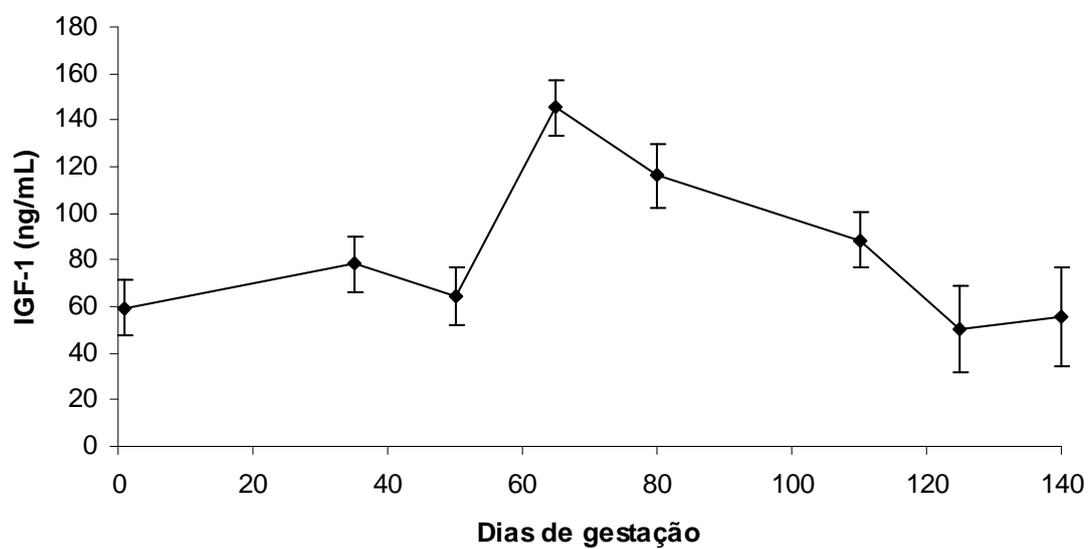


Figura 10. Concentrações plasmáticas de IGF-1 em cabras em diferentes estágios de gestação (\pm EPM). Não houve efeito do tipo de gestação e raça ($P > 0,05$).

V. DISCUSSÃO

A diminuição do consumo de MS, no terço final da gestação, de cabras com gestação gemelar, deve-se a diversos fatores, entre eles a compressão do rúmen, ocasionada pela limitação física devido ao crescimento do útero gravídeo com maior número de fetos, tendo em vista que o peso total dos fetos na gestação gemelar foi 66% maior que na simples. Dados semelhantes foram encontrados por estudos prévios realizados por REDMER et al. (2012) e TODINI et al. (2007). De acordo com nossos estudos, não somente a limitação física pode estar associada à diminuição do consumo em fêmeas gestantes, mas também o aumento dos níveis plasmáticos de estrógeno liberados pela placenta (FORBES, 2007, GRUMMER, 1990). Além disso, tem sido relatado que menores relações estrógeno:progesterona interferem negativamente no consumo (GRUMMER, 1995), fato este que também pode estar relacionado com o menor consumo de MS de cabras com gestação gemelar, pois estas apresentaram menor relação destes hormônios.

Embora haja uma redução expressiva no consumo por animais com gestação gemelar no final da gestação, essa redução não foi suficiente para alterar as retenções de nutrientes no corpo vazio livre dos componentes da gestação entre cabras com os diferentes tipos de gestação. Esse efeito pode estar relacionado com a maior eficiência alimentar de animais com gestação gemelar (MACEDO JÚNIOR et al. 2010). O maior consumo de MS no início da gestação associado à baixa exigência nutricional neste período permitiu que as cabras depositassem grandes quantidades de gordura e proteína em seu corpo, aumentando assim as suas reservas corporais destes nutrientes. As maiores retenções de nutrientes no corpo foram verificadas até os 110 dias de gestação, o que pode estar relacionado à baixa retenção de nutrientes no útero gravídeo e glândula mamária, uma vez que até este período foi observado apenas 50% da retenção total de MS nos componentes da gestação. Entretanto, a taxa de retenção relativa diária de proteína no corpo vazio livre dos componentes da

gestação foi maior aos 80 dias, o que está associado à baixa retenção de proteína (nutriente de maior proporção na retenção total dos fetos) nos produtos da gestação neste período.

A alta demanda de nutrientes pelos produtos da gestação no último terço de prenhez fez com que as cabras mobilizassem suas reservas corporais para suprirem suas exigências nutricionais, as quais não puderam ser atendidas somente com os nutrientes provenientes da dieta. Enquanto a retenção de proteína nos produtos da gestação é 109% maior que a mobilização deste nutriente no corpo vazio livre dos componentes da gestação, a retenção de EE apresentou o efeito inverso, onde apenas 66% da quantidade de EE total mobilizada pelo corpo vazio livre dos componentes da gestação foi proporcionalmente retida nos produtos da gestação. Portanto, mesmo considerando que a perda de EE devido à eficiência de utilização das reservas corporais é de 80 % (AAC-SCA, 1990), a cabra pode ter utilizado parte (14%) do EE para atender as suas exigências energéticas de manutenção e síntese de proteína dos componentes da gestação. Os níveis séricos de AGNE e β -hidroxibutirato possibilitaram a identificação da alteração do metabolismo energético a partir dos 125 dias de gestação, demonstrando a mobilização de triglicerídeos do tecido adiposo, corroborando com dados encontrados por KHAN & LUNDRI (2002).

A redução dos níveis séricos de ureia está associada ao menor consumo de proteína bruta no terço final da gestação, em que pode estar relacionado à maior reciclagem de ureia via epitélio ruminal e saliva para melhorar o aporte de nitrogênio aos microrganismos ruminais (SILVA et al. 2001).

Os níveis séricos de proteínas totais, albumina e glicose também reduziram ao longo da gestação, o que pode ser relacionado à maior exigência de proteína e de energia para o desenvolvimento da prenhez, estes resultados são semelhantes aos reportados por BALIKCI et al. (2007). Outro aspecto envolvido com a redução das concentrações séricas destes metabólitos é o aumento do volume sanguíneo durante a gestação (AZAB & ABDEL-MAKSOUND, 1999), o qual está relacionado

com o aumento dos níveis de estrógeno (DICKSON et al. 1969; BELL, 1975; FORD, 1995). Neste estudo, apesar desta quantidade de sangue coletado não representar diretamente a quantidade total de sangue circulante, ela pode representar um aumento na volemia sanguínea. O aumento do volume sanguíneo pode acarretar na diluição de alguns metabólitos, a qual tem importante papel na redução da viscosidade sanguínea, aumentando o fluxo de sangue nos pequenos vasos, como aqueles encontrados na circulação placentária (GUYTON & HALL, 2011); aumentando o aporte de nutrientes para o feto, principalmente no período final da gestação. Este efeito sobre o fluxo sanguíneo tem sido relatado em ovelhas (CATON et al. 1983) e com suínos (PÈRE & ETIENNE, 2000).

A deposição de nutrientes nos fetos aos 140 dias de gestação já era esperada, bem como a maior retenção de nutrientes nas gestações gemelares. Todavia, a retenção individual dos fetos foi menor neste tipo de gestação, provavelmente devido à competição por nutrientes e a limitação do espaço físico. O crescimento fetal, entre 80 e 140 dias de gestação, correspondeu a 92,6% do peso total do feto, corroborando com estudos realizados por FERREL et al. (1992) e LIMA et al. (2011). As taxas de retenção relativas diárias de MS e proteína nos fetos não diferiram entre o tipo e dias de gestação, indicando que a composição do ganho, proporcionalmente ao tamanho dos fetos, é a mesma ao longo da gestação. Entretanto este efeito não é o mesmo para o EE e energia, onde há maior taxa de retenção relativa diária aos 110 dias de gestação. Isto se deve ao fato de que, neste período, o tamanho dos fetos é muito pequeno em relação à quantidade retida destes nutrientes, ou seja, enquanto que entre 80 aos 110 dias o feto cresce 408%, dos 110 aos 140 dias ele cresce apenas 166%.

O útero e o líquido placentário retêm nutrientes até 110 dias de gestação, entretanto maiores taxas de retenção relativas diárias foram encontradas aos 80 dias, indicando que, diferentemente dos fetos, seu maior desenvolvimento ocorre nos dois primeiros terços gestacionais. Apesar de cabras com gestação gemelar serem mais exigente que as com simples, e demandarem maior sobrecarga metabólica do útero e líquidos placentários, não houve alteração da retenção total

e taxa de retenção relativa diária entre os tipos de gestação. As maiores retenções de proteína aos 80 e 110 dias de gestação no útero e líquidos placentários, independente do número de fetos, podem estar relacionadas com as maiores concentrações plasmáticas do hormônio IGF-1 no mesmo período, uma vez que este hormônio está relacionado diretamente com o crescimento do tecido muscular.

As taxas de retenção relativas diárias de nutrientes na glândula mamária não sofreram influência dos dias de gestação, isto indica um padrão de variação logarítmico, com acentuado crescimento no final da gestação, semelhante ao desenvolvimento dos fetos, dados semelhantes foram reportados por RATTRAY et al. (1974).

VI. CONCLUSÕES

Aos 140 dias de gestação, as cabras utilizam reservas corporais de gordura para atenderem as exigências nutricionais de manutenção e gestação.

As cabras leiteiras necessitam maior aporte nutricional no terço final da gestação independentemente da raça e do número de fetos.

VII. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AAC-SCA. Australian Agricultural Council – Standing Committee on Agriculture: Ruminant Subcommittee. **Feeding standards for Australian livestock: Ruminants**, (CSIRO Publications: East Melbourne), 1990.

AGRICULTURAL AND FOOD RESEARCH COUNCIL – AFRC. **Energy and protein requirements of ruminant**. Wallingford: Cab International, 1993, 159p.

AGRICULTURAL RESEARCH COUNCIL – ARC. The nutrient requirements of ruminant livestock. Commonw. Agric. Bureaux, Slough, UK, 1980.

AZAB, M. E. & ABDEL-MAKSOUH, H. A. Changes in some hematological and biochemical parameters during prepartum and postpartum periods in female Baladi goats. **Small Ruminant Research**, v.34, p.77-85, 1999.

BALIKCI, E.; YILDIZ, A.; GÜRDOĞAN, F. Blood metabolite concentrations during pregnancy and postpartum in Akkaraman ewes. **Small Ruminant Research**, v.67, n. 2/3, p.247–251, 2007.

BAUMAN, D. E.; PEEL, C. J.; STEINHOFF, W. D. et al. Effect of bovine somatotropin on metabolism of lactating dairy cows: Influence on rates of irreversible loss and oxidation of glucose and non esterified fatty acids. **The Journal of Nutrition**, vol. 118, n. 8, p.1031-1047, 1988.

BELL, C. Control of uterine blood flow in pregnancy. **Obstetrical and Gynecological Survey**, v.30, n.6, 1975.

BOICHARD, D; BOULOC, N.; RICORDEAU, G. et al. Genetics parameters for first lactation dairy traits in the Alpine and Saanen goat breeds. **Genetics Selection Evolution**, v.21, n.2, p.205-215, 1989.

BURRIN, D. G.; FERREL, C. L.; EISEMANN, J. H. et al. Effect of level of nutrition on splanchnic blood flow and oxygen consumption in sheep. **British Journal of Nutrition**, v.62, p.23-34, 1990.

CATON, D.; PENDERGAST J. F.; BAZER F. W. Uterine blood flow: periodic fluctuations of its rate during pregnancy. **American Journal of Physiology**, v.245 p.850–852, 1983.

CHILLIARD, Y. Revue bibliographique: variations quantitatives et métabolisme des lipides dans les tissus adipeux et le foie au cours du cycle gestation-lactation. **Reproduction Nutrition Development**, v.27, p.327-398, 1987.

CONTRERAS, P. A., WITTEWER, F., BÖHMWALD, H. Uso dos perfis metabólicos no monitoramento nutricional dos ovinos. In: GONZÁLEZ, F. H. D.; BARCELLOS, J. O.; OSPINA, H. et al. (Ed.) **Perfil metabólico em ruminantes: seu uso em nutrição e doenças nutricionais**. Porto Alegre: UFRGS, p.75-88, 2000.

DICKSON, W. M.; BOSCH, M. J.; LOCATELLI, A. Effect of estrogen and progesterone on uterine blood flow of castrate sows. **American Journal of Physiology**, v.217, n.5, 1969.

ELLIS, W. C. Determinants of grazed forage intake and digestibility. **Journal of Dairy Science**, v.61, n.12, p.1828-1840, 1978.

ELPHICK, M. C. Modified colorimetric ultramicro method for estimating NEFA in serum. **Journal of Clinical Pathology**, v.21, p.567-570, 1968.

ETHERIDGE, R. D.; PESTI, G. M.; FOSTER, E. H. A comparison of nitrogen values obtained utilizing the Kjeldahl nitrogen and Dumas combustion methodologies (Leco CNS 2000) on samples typical of an animal nutrition analytical laboratory. **Animal Feed Science and Technology**, v.73, p.21-28, 1998.

FERREL, C. L. Nutrient requirements, other factors affect fetal growth. **Feedstuffs**, v.17, p.3357, 1992.

FORBES, J. M. Voluntary food intake and diet selection in farm animals. CAB International, Wallingford, UK, 2007.

FORD, S. P. Control of blood flow to the gravid uterus of domestic livestock species. **Journal Animal Science**, v.73, p.1852-1860, 1995.

GRUMMER, R. R.; Impact of changes in organic nutrient metabolism on feeding the transition dairy cow. **Journal Dairy Science**, v.73, p.2820-33, 1995.

GRUMMER, R. R.; BERTICS, S. J.; LACOUNT, D. W. et al. Estrogen induction of fatty liver in dairy cattle. **Journal Dairy Science**, v.73, n.6, p.1537-43, 1990.

GUYTON, A. C. & HALL, J. E. Tratado De Fisiologia Médica 12^a Ed. Rj . Guanabara Koogan, 2011.

HEAD, H. H.; GULAY, M. S. Recentes avanços na nutrição de vacas no período de transição. In: SINLEITE 2. Lavras, **Anais...** Lavras: Universidade Federal de Lavras, p.121-137, 2001.

KHAN, J. R. & LUNDRI, R. S. Hormonal profiles during periparturient period in single and twin fetus. **Asian-australasian Journal of Animal Sciences**, vol.15, n.3, p.346-351, 2002.

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

KOZLOSKI, G. V.; ROCHA, J. B. T.; CIOCCA, M. L. S. Visceral metabolism and efficiency of energy use by ruminants. **Ciência Rural**, v.31, n.5, 2001.

LEHNINGER, A. L.; NELSON, D. L.; COX, M. M. **Principles of biochemistry**, 2^a Ed. New York: Worth Publishers, 1013p., 2000.

LIMA, L. D. **Desenvolvimento e composição química do útero grávido, da glândula mamária e as mudanças corporais em cabras durante a gestação**. Jaboticabal-SP/FCAV-Unesp. (Tese de Doutorado em Zootecnia), 146p., 2011.

LOFGREEN, G. P., GARRETT, W. N. A system for expressing net energy requirements and feed values for growing and finishing beef cattle. **Journal of Animal Science**, v.27, n.3, p.793-806, 1968.

MACEDO JÚNIOR, G. L.; FERREIRA, M. I. C.; BORGES, I. et al.; Consumo e digestibilidade aparente das frações fibrosas por ovelhas gestantes submetidas ou não à restrição nutricional. **Revista Brasileira de Saúde Produção Animal**, v.11, n.1, p.179-192, jan/mar, 2010.

MOULIN, C. H. S. **Exigências energéticas de cabras em gestação**. Viçosa-MG/UFV, (Dissertação de Mestrado em Zootecnia), 110p., 1991.

NRC - NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrients requirements of beef cattle**. 7^a Ed. Washington, D. C., 244p., 1996.

NRC - NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrients requirements of small ruminant: sheep, goats, cervids and New World camelids**. Washington. D. C., 262p., 2007.

PÈRE, M. C. & ETIENNE, M. Uterine blood flow in sows: Effects of pregnancy stage and litter size. **Reproduction Nutrition Development**, v.40, p.369-382, 2000.

RATTRAY, P. V.; GARRETT, W. N.; EAST, N. E. et al. Growth, development and composition of the ovine conceptus and mammary gland during pregnancy. **Journal Animal Science**, v.38, n.3, p.613-626, 1974.

REDMER, D. A.; MILNE, J. S.; AITKEN, R. P. et al. Decreasing maternal nutrient intake during the final third of pregnancy in previously overnourished adolescent sheep: Effects on maternal nutrient partitioning and feto-placental development. **Placenta**, v.33, n.2, p.114-21, 2012.

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

REYNOLDS, C. K. **Quantitative aspects of liver metabolism in ruminants**. In: *Ruminant Physiology: Digestion, Metabolism, Growth and Reproduction*, Germany: Ferdinand Enke Verlag, p. 351-371, 1995.

ROBERTSON, J. B. & VAN SOEST, P. J. **The detergent system of analysis and its application to human foods**. In: JAMES, W. P. T., THEANDER, O. (Eds.). *The analysis of dietary fiber in food*. Marcel Dekker, New York, p.123-158, 1981.

RUSSEL, A. J. F. Means of assessing the adequacy of nutrition of pregnant ewes. **Livestock Production Science**, v.11, p. 429- 436, 1984.

RUSSEL, A. J. F. **Nutrición de las ovejas gestantes**. In: MALUENDA, P. D. *Manejo y enfermedades de las ovejas*, Zaragoza: Acribia, p.225-242, 1982.

SAS - Statistical Analysis Systems Institute. **SAS user's guide**: Version 2006. SAS, Cary, N. C., 2006.

SILVA, R. M. N.; VALADARES, R. F. D; VALADARES FILHO, S. C. et al. Uréia para Vacas em Lactação. 2. Estimativas do Volume Urinário, da Produção

Microbiana e da Excreção de Uréia. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.6, p.1948-57, 2001.

SWENSON, M. J. & REECE, W. O. **Fisiologia dos Animais Domésticos**. Ed: Guanabara Koogan, 11^a Ed., 856p., 1996.

TODINI, L.; TRABALZA-MARINUCCI, M.; MALFATTI, A. et al. Pre- and post-feeding plasma gastrin- 17 and Insulin concentrations and feed intake in female goats during different physiological stages. **Small Ruminant Research**, v.71, p.38-47, 2007.

VALADARES, R. F. D.; VALADARES FILHO, S. C.; PINTO, A. S. et al. Consumo e digestibilidade da matéria seca e de compostos nitrogenados, absorção aparente e balanço de minerais e função renal em cabras gestantes e não gestantes alimentadas com dois níveis de sódio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 21, n.6, p.1029 -1036, 1992.

VALADARES FILHO, S. C.; ROCHA JUNIOR, V. R.; CAPPELLE, E. R. **Tabelas brasileiras de composição de alimentos para bovinos**. Viçosa: UFV, DZO, DPI, 297p., 2002.

VERNON, R. G. **Lipid metabolism in the adipose tissue of ruminant animals**. In: CHRISTIE, W. W. Lipid metabolism in ruminant animals, 1^a Ed. New York: Pergamon Press, p.279-362, 1981.

WILLIAMSON, D. H.; MELLANBY, J.; KREBS, H. A. Enzymatic determination of D(-) β -hydroxybutyric acid and acetoacetic acid in blood. **Biochemical Journal**, v.82, p.90, 1962.

WITTEWER, F.; OPITZ H.; REYES J. et al. Diagnóstico de desbalance nutricional mediante la determinación de urea en muestras de leche de rebaños bovinos. **Archivos de Medicina Veterinária**, v.25, p.165-172, 1995.

WITTWER, F. **Diagnóstico dos desequilíbrios metabólicos de energia em rebanhos bovinos**. In: GONZÁLEZ, F. H. D., BARCELLOS, J. O. J., OSPINA, H. Perfil Metabólico em ruminantes: seu uso em nutrição e doenças nutricionais, Porto Alegre: Gráfica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, p.9-22, 2000.