

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

**ESTUDO DA TAXA DE PASSAGEM DE CABRAS EM
GESTAÇÃO**

Astrid Rivera Rivera
Médica Veterinária

2013

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

**ESTUDO DA TAXA DE PASSAGEM DE CABRAS EM
GESTAÇÃO**

Astrid Rivera Rivera

Orientador: Prof^a. Dra. Izabelle A.M.A. Teixeira

Coorientadora: Telma Teresinha Berchielli

Tese apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp, Câmpus de Jaboticabal, como parte das exigências para a obtenção do título de Doutor em Zootecnia.

2013

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

ASTRID RIVERA RIVERA nascida em Bogotá D.C. – Colômbia, no dia 08 de setembro de 1972. Filha de Maria Elina Rivera Rojas e José Belarmino Rivera Chaparro. Ingressou no curso de Tecnologia em Administração Agropecuária na Universidade “Jorge Tadeo Lozano” em janeiro de 1989 e concluiu em setembro de 1992. Em julho de 1995, ingressou no curso de Medicina Veterinária da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade Nacional da Colômbia, Bogotá-Colômbia, concluindo em dezembro de 2002. Em agosto de 2004, iniciou o curso de mestrado em Zootecnia na FCAV-UNESP-Jaboticabal-Brasil, concluindo em julho de 2006. Em agosto de 2009, , iniciou o curso de doutorado em Zootecnia na FCAV-UNESP-Jaboticabal-Brasil.

Dedico

Aos meus pais, Maria Elina e Jose, por serem fonte de amor, luz e exemplo na minha vida. Sem vocês nunca teria atingido meus objetivos, Deus os proteja e os abençoe sempre.

*As minhas queridas irmãs, Bibiana, Melba e Fabiola, pelo imenso carinho e apoio.
Aos meus sobrinhos Yuyis e Carlos José, por existirem.*

Amo muito vocês.....

Ofereço e dedico com muito amor

A Deus, por ser meu guia, força, proteção e fiel companhia em todos os caminhos até hoje percorridos.

AGRADECIMENTOS

À Prof^a Telma Teresinha Berchielli, pela confiança, apoio e oportunidade oferecidos para desenvolver meu doutorado no Brasil.

À Prof^a Izabelle A.M.A. Teixeira, pelo apoio, colaboração, compreensão e carinho oferecido durante cada fase do doutorado.

Aos funcionários e amigos do setor de Caprinocultura e do Laboratório de Nutrição Animal do FCAV-UNESP, Carlinhos, Juninho, Seu Orlando, Magali pela grande colaboração, e em especial a Ana Paula, pela amizade, carinho, pelos sorrisos compartilhados e por me ouvir e orientar cada vez que precisei.... Muito Obrigada

Aos meus caros amigos brasileiros Faiado, Lisiane, Oscar, Douglas, Gabi pelo carinho e acolhida no seu país e em especial a Márcia pela colaboração na finalização da minha tese.

A minha cara amiga Carla Harter, pelos momentos compartilhados, amiga de rir e chorar, de trabalhar e de beber, serei sempre grata a você por se doar e me fazer agradável meu convívio no grupo.

Aos meus caros colegas e estagiários do grupo de pesquisa em caprinos, Márcia, Kaborja, Heryma, Samuel, Simone, Amélia, Alana, Thiago, Fernanda, Nhayandra, Hugo, Diogo, Rebeca, Rafael, Renan e Joseane, pela colaboração e carinho.

Ao Normand St-Pierre, pela confiança e grande apoio oferecido para realizar meu estágio na Universidade de Ohio-USA.

Aos meus amigos da Universidade de Ohio, Peter, Dani, Hector, pelo carinho e apoio durante meu estágio, e em especial a minha querida Josie, pela sincera amizade e colaboração, serei sempre grata a você.

A Adriana e Pedro e Liliana pelo excelente convívio e apoio em Columbus-Ohio-USA.

Aos meus caros compatriotas Karol, Edna, Yury, Diana, Luis Gabriel, Orlando, Julian, Helena, Andrés, Lina e em especial aos integrantes do grupo Fuerza, Alegria y Recochas Coombianas-FARC, pelo excelente convívio, pelas festas, pelas risadas e por todos os momentos maravilhosos nos quais crescemos como pessoas e conseguimos nos apoiar e virar uma linda família, amo todos vocês.

A minha querida amiga Cristina, pela sincera amizade, apoio e compreensão durante o mestrado e doutorado, levo você no meu coração.

Ao Brasil e as pessoas de Jaboticabal, que abriram suas portas e me permitiram crescer como pessoa e profissional.

DEUS ABENÇÕE SEMPRE ESTE MARAVILHOSO PAIS.

Rivera, Astrid Rivera
R621e Estudo da taxa de passagem de cabras em gestação. / Astrid
Rivera Rivera. -- Jaboticabal, 2013
iv, 55 p. : il. ; 29 cm

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de
Ciências Agrárias e Veterinárias, 2013

Orientadora: Izabelle A.M.A. Texeira

Coorientadora: Telma Teresinha Berchielli

Banca examinadora: Ricardo Andrade Reis, Gustavo Rezende
Siqueira, Alexandre Vaz Pires, Simone Gisele de Oliveira

Bibliografia

1. Cabras. 2. Gestação. 3. Indicadores. 4. Restrição. I. Título. II.
Jaboticabal-Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias.

CDU 636.39:636.084.51

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

SUMÁRIO

	Página
RESUMO.....	iii
ABSTRACT.....	iv
CAPITULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	1
Introdução.....	1
Consumo alimentar e Taxa de passagem.....	2
Gestação e restrição alimentar.....	5
Objetivos.....	7
Referências.....	7
2 – CONSUMO, DIGESTIBILIDADE E TAXA DE PASSAGEM RUMINAL EM CABRAS LEITEIRAS AO LONGO DA GESTAÇÃO	13
Resumo.....	13
Introdução.....	14
Material e Métodos.....	15
Local e animais.....	15
Avaliação do consumo alimentar.....	16
Ensaio de digestibilidade.....	17
Estimativa da taxa de passagem.....	18
Procedimento do abate.....	19
Cálculo da taxa de passagem.....	20
Análise estatística.....	20
Resultados.....	21
Avaliação do consumo alimentar.....	21
Digestibilidade.....	22
Conteúdo no trato digestório.....	24
Taxa de passagem.....	26
Discussão.....	27
Conclusões.....	29
Referências.....	30
CAPITULO 3 – TAXA DE PASSAGEM EM CABRAS LEITEIRAS	

SUBMETIDAS A RESTRIÇÃO ALIMENTAR DURANTE A GESTAÇÃO.....	34
Resumo.....	34
Introdução.....	35
Material e Métodos.....	36
Local e animais.....	36
Avaliação do consumo alimentar.....	36
Estimativa da taxa de passagem.....	38
Procedimento do abate.....	39
Cálculo da taxa de passagem.....	39
Análise estatística.....	40
Resultados.....	40
Discussão.....	48
Conclusões.....	51
Referências.....	52

ESTUDO DA TAXA DE PASSAGEM DE CABRAS EM GESTAÇÃO

RESUMO – O objetivo deste estudo foi estimar a taxa de passagem em cabras leiteiras gestantes. O mesmo foi dividido em dois experimentos usando cabras multíparas, não lactantes, gestantes. O primeiro estudo foi realizado em 36 cabras, multíparas, com peso médio de $50,6 \pm 7,7$ kg, distribuídas nos tratamentos de acordo com a raça (Saanen e Alpina); tipo de prenhez (simples e gemelar) e período de gestação (80, 110 e 140 dias). O delineamento experimental foi completamente casualizado e teve como objetivo estimar a taxa de passagem de cabras leiteiras durante a gestação. O segundo estudo foi realizado em 49 cabras multíparas, não lactantes, com gestação gemelar e peso médio de $49,0 \text{ kg} \pm 8,9$, distribuídas nos tratamentos de acordo com o período de prenhez (80,110,140 dias), tipo de restrição alimentar (sem restrição, moderada e severa), e raça (Saanen e Alpina). O delineamento experimental foi em blocos casualizados e o objetivo foi estimar a taxa de passagem em cabras leiteiras submetidas a restrição alimentar ao longo da prenhez. Para a estimativa da taxa de passagem foram fornecidos indicadores externos (itérbio para fase sólida e Cr-EDTA para fase líquida) e foi usada a metodologia do esvaziamento do trato digestório em animais abatidos para a coleta das amostras e foi mensurada a quantidade de gordura e o peso sorporal previo ao abate. A digestibilidade da MS e da MO aumenta em cabras com gestação gemelar no primeiro terço da prenhez e decresce ao final da gestação. Cabras com gestação simples apresentam maior digestibilidade da MS e do FDN na fase final da prenhez. Cabras leiterias gestantes não alteram a taxa de passagem dos sólidos no rúmen durante a prenhez. Cabras Saanen apresentaram maior taxa de diluição ruminal. A taxa de passagem dos sólidos em cabras gestantes submetidas a restrição alimentar varia entre 0.03 a 0.10/h. Cabras Alpina com restrição moderada aumentam a taxa de passagem da fase sólida aos 110 de prenhez. Variações no consumo e na taxa de passagem em cabras gestantes dependem da raça, do estado nutricional e da idade gestacional.

Palavras-Chave: cabras, gestação, indicadores, restrição, rúmen

STUDY OF PASSAGE RATE OF PREGNANCY GOATS

ABSTRACT – the objective of this study was to estimate passage rate in pregnancy goats. It was divided in three studies using goats multiparous, no milking, pregnancy. The first study was in 36 goats multiparous and mean weight was 50,6 kg \pm 7,7 distributed in the treatments according breed (Saanen and Oberhasli), gestational age (80, 110, 140 days) and type of pregnancy (simples or twin). Design experimental was completely randomized and the objective was to estimate passage rate in milking goats during the pregnancy. The second study was in 49 goats multiparous, no milking, with twin pregnancy and mean weight 49.0 kg \pm 8.9, distributed in the treatments according breed (Saanen and Oberhasli), gestational age (80, 110, 140 days) and nutritional restriction (no restriction, moderate and severe). Design experimental was in blocks randomized and the objective was to estimate passage rate in milking goats with nutritional restriction during pregnancy. For both studies were given orally external markers (ytterbium for solid phase and Cr-EDTA for liquid phase). Slaughter method was used and evacuation for sample collecting from gastro-intestinal tract and quantity of fat was measured. Digestibility assay was performed and the DMI was daily measured. Milking pregnancy goats not change ruminal passage rate during the pregnancy. DM, and organic matter increased in early pregnancy in twin pregnancy goats and decreased in late gestation. Simple pregnancy goats increased DM and NDF digestibility in late gestation. Pregnancy milking goats not changed passage rate of particles in the rumen. Saanen goats showed greater ruminal dilution rate. Passage rate in nutritional restriction goats range was 0,03 to 0,10 /h. Oberhasli breed with moderate restriction increased ruminal passage rate of solid phase in the second-third of gestation. Passage rate alteration in pregnancy goats is associated to breed, nutritional level and gestational age.

Keywords: goats, gestation, markers, restriction, rumen

CEBEA – COMISSÃO DE ÉTICA E BEM ESTAR ANIMAL**CERTIFICADO**

Certificamos que o Protocolo nº 003097-09 do trabalho de pesquisa intitulado "**Estudo da taxa de passagem em caprinos**", sob a responsabilidade da Dra. Izabelle Auxiliadora Molina de Almeida Teixeira, está de acordo com os Princípios Éticos na Experimentação Animal, adotado pelo Colégio Brasileiro de Experimentação (COBEA) e foi aprovado pela COMISSÃO DE ÉTICA E BEM ESTAR ANIMAL (CEBEA), em reunião ordinária de 19 de março de 2009.

Jaboticabal, 25 de março de 2009.



Prof. Dr. Jeffrey Frederico Lui
Presidente – CEBEA



Med. Vet. Maria Alice de Campos
Secretária – CEBEA

CAPÍTULO 1- CONSIDERAÇÕES GERAIS

Introdução

Em ruminantes o consumo voluntário é o principal fator que afeta o desempenho nos sistemas de produção. Diversos são os fatores que interferem na quantidade de alimento consumido, sendo estes relacionados às características físicas e químicas do alimento, digestibilidade da dieta, ao estado fisiológico, genótipo do animal e fatores ambientais entre outros (VARGA & HARPSTER, 1995). Dependendo desses fatores, o consumo é regulado pelo mecanismo físico ou pelo mecanismo químico, com efeito direto na taxa de passagem da digesta ao longo do trato digestório. Assim, dietas ricas em fibra aumentam o tempo de retenção do alimento no rúmen diminuindo o consumo alimentar, ao contrário, a medida que a proporção de concentrado é aumentada, geralmente aumenta-se a taxa de passagem (MERTENS & ELY, 1979; ALLEN, 1996). Dessa forma, o consumo alimentar e a taxa de passagem da digesta estão diretamente relacionados.

Estados fisiológicos, como a gestação induzem alta demanda nutricional com alterações físicas, fisiológicas e endócrinas para suprir as exigências da fêmea gestante. Algumas dessas modificações já observadas em ovelhas, é o decréscimo do consumo alimentar, principalmente no último terço da gestação e quando apresentam-se gestações múltiplas (FORBES, 1970, 1986). O menor consumo alimentar tem sido associado à compressão ruminal gerada pelo aumento em tamanho do útero gravídeo. E como consequência, a taxa de passagem da digesta pelo trato digestório, principalmente no rúmen, é alterada (COFFEY et al., 1989; GUNTER et al., 1990).

Estudos estimando a taxa de passagem tem sido realizados em diferentes espécies e usando diferentes técnicas (LALLES & PONCET, 1990; KENNEDY et al., 1992; HANKS et al., 1993; SILANIKOVE et al., 1993; KOVÁCS et al., 1998; SPONHEIMER et al., 2003; LUND et al., 2007). No entanto, em caprinos não existem estudos que estimem a taxa de passagem dos sólidos e dos líquidos com a técnica direta de mensuração no trato gastrointestinal, em fêmeas gestantes e sob condições de restrição alimentar.

Consumo alimentar e taxa de passagem

O consumo alimentar e o fluxo da digesta ao longo do trato digestório varia com a dieta. Fatores como a qualidade do alimento, o tamanho e proporção da forragem oferecida na dieta, as fontes de proteína usadas e a quantidade e processamento dos grãos usados no concentrado, interferem no nível de consumo voluntário (JOURNET, M.& REMOND, 1976) . O rúmen é o principal compartimento no trato digestório que afeta o tempo de retenção da digesta. Em pequenos ruminantes a capacidade ruminal varia de acordo com o tamanho corporal, e como mencionado o enchimento ruminal será dependente do tipo de dieta consumida, da digestibilidade do alimento e do estado fisiológico (LEEK et al., 1969, VARGA E HARPSTER, 1995). Em dietas ricas em forragem ocorre maior tempo de retenção ruminal e conseqüentemente enchimento ruminal, com decréscimo no consumo alimentar. Efeito este regulado pelo mecanismo físico, devido ativação dos receptores de tensão na parede ruminal, principalmente quando o alimento acumula-se no saco cranial do rúmen, no sulco reticular ou na parede medial do retículo (LEEK et al., 1969). Já em dietas com alto teor de concentrado o rúmen não sofre depleção devido à maior digestibilidade da dieta e taxa de passagem da digesta, sendo o consumo regulado pelo mecanismo quimiostático .

No entanto, a variação no consumo pode ser afetada por outros fatores associados ao estado fisiológico do animal, ao genótipo e a fatores ambientais entre outros (VARGA & HARPSTER, 1995). Assim, durante a prenhez os receptores de tensão podem ser ativados devido à compressão ruminal exercida pelo aumento em tamanho do útero grávido. O maior ou menor grau de compressão dependerá também do tipo de prenhez (simples ou gemelar), do estado nutricional e da idade gestacional (FORBES, 1986). Por outro lado, os caprinos apresentam características diferenciadas aos outros ruminantes para se adaptar a situações que induzam alterações na oferta alimentar. Dessa forma, sob condições de menor oferta alimentar pode induzir aumento na seleção da dieta, consumindo alimentos de maior valor nutricional para suprir as exigências demandadas (HOFFMANN, 1989; MELLADO, 2011). Sob condições de pastejo, cabras gestantes procuram alimento energéticos, com maior conteúdo de proteína e menor concentração de fatores

antinutricionais para garantir as exigências da fêmea e do feto (COOPER, 1994; VILLABA, 2009; MELLADO, 2011).

O alimento consumido desaparece do trato digestório por duas causas, ao ser degradado no rúmen ou por deixar o retículo-rúmen e continuar o trânsito pelo trato digestório. A taxa de desaparecimento em um determinado local vai depender da taxa de digestão das partículas e da taxa de passagem, assim os componentes indigestíveis só desaparecerão pela taxa de passagem, portanto os componentes indigestíveis ou substâncias inertes que se comportem como estes componentes podem ser usados para estimar a taxa de passagem. Em contraste, a taxa de digestão pode ser estimada independente da taxa de passagem (OWENS & HANSON, 1992). A taxa de passagem refere-se à proporção de digesta que deixa um compartimento do trato digestório por unidade de tempo (VARGA E HARPSTER, 1995). Sendo que o consumo alimentar é o principal fator que altera a taxa de passagem. Dessa forma, quando há maior consumo de alimento a taxa de passagem tende a ser maior. Por outro lado, o tempo de permanência no trato é definido como tempo médio de retenção, sendo o oposto à taxa de passagem e dependente dos processos de mastigação e de digestão (LU et al., 1969). Alimentos ricos em fibra têm maior tempo de retenção, o que está diretamente associado à proporção da fração indigestível. Já em alimentos ricos em concentrado o tempo de retenção é menor devido a alta digestibilidade destes compostos. Além disso, o escape das partículas digeridas no rúmen, independente do tipo de alimento, dependerá também da densidade adequada para passar pelo orifício retículo-omasal (MERTENS & ELY, 1982; KENNEDY & MURPHY, 1988).

Em geral, a fração líquida flui mais rapidamente que a sólida, sendo mais rápida para vacas que para ovelhas e cabras, devido à conformação anatômica do intestino e a estrutura das fezes (LU et al., 2005). Estudos tem demonstrado que partículas maiores de 1 mm não escapam do retículo-rúmen facilmente, sendo que aquelas que escapam têm um tamanho médio de 0,84 mm. Isto faz que o fluxo da digesta seja dividido em dois grupos, aquelas partículas grandes que não podem deixar o rúmen e as pequenas que escapam pelo orifício retículo-omasal (POPPI & NORTON, 1980).

A taxa de passagem nos diferentes compartimentos do trato digestório associa-se ao tipo de ingesta, assim em dietas ricas em forragem tende a aumentar o tempo de retenção da digesta em compartimentos onde acontece fermentação como o rúmen ceco e cólon. No ceco ocorre fermentação de nutrientes de baixa qualidade que não conseguiram ser fermentados no rúmen, nem digeridos pela ação enzimática no intestino delgado. Em ovinos consumindo forragem o tempo médio de retenção da digesta no cólon varia entre 29 horas para animais consumindo 400 g/dia e 10,5 horas em animais consumindo 1200 g/dia. Assim os fatores que interferem para que as dietas ricas em carboidratos fibrosos atinjam o cólon estão relacionados com o grau de maturação da forragem, o processamento deste (moído ou peletizado) e o nível de ingesta. (HOOVER, 1978).

Para estudar a taxa de passagem de sólidos e líquidos tem sido desenvolvidas técnicas com o uso de indicadores, que são substâncias com características especiais para monitorar os processos digestivos e/ou estimar o consumo alimentar, (OWENS & HANSON, 1992). No entanto, os indicadores devem possuir as seguintes características: tenham fluxo constante, sejam indigestíveis, sejam atóxicos, que possam ser recuperados após a passagem pelo compartimento estudado, e não ter influência sobre a motilidade e secreções intestinais (BERCHIELLI et al., 2005).

Os indicadores são classificados em internos e externos, sendo os internos aqueles que fazem parte do alimento, e os externos aqueles que são fornecidos ao animal, via oral ou intraruminal (ZEOULA et al., 2002). Dentre os indicadores internos destacam-se FDN e FDA indigestíveis, lignina, cinzas insolúveis em ácido e N-alcanos, entre outros. Os indicadores externos mais comumente utilizados são o óxido crômico, lantanídeos ou as terras raras. Estes possuem a propriedade de se ligar as substâncias formando complexos estáveis, sendo relatadas vantagens com o uso destes compostos (ELLIS, 1968). Embora, no caso de uso de elementos pertencentes ao grupo de terras raras, no processo de marcação do alimento se não for usada a concentração adequada pode ter resíduo não ligado firmemente ao alimento, que se não for removido pode migrar para outros alimentos ou componentes ruminais (TEETER et al., 1984). Entretanto, os marcadores de fase líquida mais usados são o Co-EDTA e Cr-EDTA, demonstrando boa recuperação

quando usados para estimar a taxa de diluição (UDÉN et al., 1986; POND et al., 1989).

Várias metodologias têm sido usadas para estimar a taxa de passagem, sendo que a mais citada na literatura refere-se ao emprego de indicadores em animais canulados, utilizando o procedimento de dose única com amostragens fecais subsequentes em intervalos de tempo pré-definidos, visando a caracterização da curva de excreção fecal dos indicadores (DETMANN et al., 2001). Outro método é o esvaziamento ruminal, o qual pode ser realizado em animais abatidos ou através da cânula ruminal, apesar deste último ser o mais comum entre os dois, tal técnica possa incorrer em erros de estimativa de volume presente no rúmen, devido à dificuldade de obtenção de amostras representativas deste conteúdo, além disso, o uso de animais cirurgicamente modificados pode alterar o funcionamento normal do rúmen (HUHTANEN et al., 2007). Apesar do método de esvaziamento ruminal em animais abatidos ser menos frequentemente utilizado, este é considerado o método padrão, pois está menos sujeito a alteração inerente a animais dotados de cânulas. Este método consiste no abate dos animais e na mensuração total do conteúdo dos diferentes compartimentos do trato gastrointestinal.

Gestação e Restrição alimentar

Animais variam as exigências nutricionais de acordo com a fase fisiológica em que se encontram, sendo a gestação uma das mais exigentes para as fêmeas, uma vez que estas sofrem modificações físicas, metabólicas e endócrinas, de maneira a suprir as exigências de manutenção e do útero gravídeo (SYMONDS & CLARKE, 1996). Nos primeiros 80 dias de gestação ocorre o desenvolvimento da placenta e a organogênese (BISPHAM et al., 2003), de forma a garantir o alojamento e o fornecimento dos nutrientes ao embrião recém formado. Posteriormente, acontece o crescimento exponencial do feto (90-145 dias), ganhando neste estágio 90% do seu peso ao nascer (REDMER, 2004). O último terço da gestação, associa-se ao período no qual há maior demanda de energia, devido ao crescimento do feto a ao

desenvolvimento da glândula mamária para a síntese do colostro e subsequentemente do leite (BAUMAN & CURRIE, 1980; BONNET et al., 2002).

Por outro lado, tem sido relatado decréscimo do consumo voluntário da forragem em ovelhas gestantes, isto devido à compressão ruminal pelo útero gravídeo (FORBES, 1986). Adicionalmente, tem sido observado aumento na taxa de passagem de fluídos e sólidos a medida que avança a prenhez (COFFEY et al., 1989; GUNTER et al., 1990). Em vacas de corte, com restrição alimentar, tem sido relatado aumento da taxa de passagem de sólidos, sem efeito na fermentação ruminal ou na digestibilidade, o que foi associado a pressão exercida pelo útero sobre o rúmen, omaso, abomaso, o que poderia ter induzido o aumento da motilidade (HANKS et al., 1993).

Outras alterações sofridas pelas fêmeas gestantes estão associadas à modificações no comportamento ingestivo, metabolismo energético e sistema endócrino (CRONJE, 2000). No entanto, as modificações dependerão da fase da prenhez na qual encontra-se a fêmea, à condição corporal prévia ao início da gestação e à duração da restrição alimentar (SYMONDS & CLARKE, 1996; RENQUIST, 2008).

Tem sido relatado que restrição nutricional à níveis inferiores da manutenção terão efeito direto no desenvolvimento do sistema reprodutivo do feto, com posterior efeito no desempenho reprodutivo na vida adulta (RAE et al., 2002; REDMER, 2004). Efeito que igualmente tem sido observado quando a restrição acontece na fase pós-natal (WILLIAMS, 1984). Entretanto, as fêmeas gestantes têm a capacidade de manter ou aumentar suas reservas corporais e ao mesmo tempo suprir as exigências de energia (GOGFRAY & BARKER, 1995). Em ovelhas com gestação dupla ou tripla em estado de subnutrição, observa-se mobilização de gordura do tecido adiposo para usar como fonte de energia e conseguir manter a prenhez até o parto (SYMONDS, 1996).

Por outro lado, tem sido observado que animais herbívoros sob condições de restrição alimentar reduzem o metabolismo energético. Sendo que o trato digestório representa no animal aproximadamente de 40-50% do peso corporal, tem sido estimado que 40-50% da síntese proteica é direcionada para manter o metabolismo deste, para o gasto cardíaco e para a produção de calor. Outras pesquisas mostram

que o nível de consumo de nutrientes usados para os órgãos digestivos varia proporcionalmente com a massa visceral e corporal. Portanto, a taxa metabólica está mais correlacionada com o tamanho dos órgãos que com a atividade metabólica dos tecidos. Adicionalmente, a capacidade ingestiva do trato digestório de ruminantes classificados como intermediários é igualmente variável dependendo o tipo de dieta consumida pelo animal. Cabras em geral não são eficientes em aproveitar a celulose devido a diminuição proporcional do intestino em relação ao peso corporal, induzindo rápida taxa de passagem ao longo do trato gastrintestinal. Por outro lado, dietas ricas em fibra tendem a aumentar o tempo de retenção da digesta no rúmen (SILANIKOVE, 2000).

Objetivos

Objetivos Geral

Estimar a taxa de passagem em cabras leiteiras durante a gestação

Objetivos Específicos

Estudar a digestibilidade e a taxa de passagem ao longo da gestação de cabras leiteiras com gestação simples e gemelar;

Estimar a taxa de passagem em cabras leiteiras gestantes submetidas à restrição alimentar.

Referências

ALLEN, M.S. Physical constraints of voluntary intake of forages by ruminants. **Journal of Animal Science**, Champaign, V.74, p.3063–3075, 1996.

AND J. G. BOWMAN. The influence of pregnancy and source of supplemental protein on intake, digestive kinetics and amino acid absorption by ewes. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 67, n. 5, p.1805-1812, 1989.

BARTON, B. R. RUEDA, D. M. HALLFORD, AND D. W. HOLCOMBE. Digesta kinetics, ruminal fermentation characteristics and serum metabolites of pregnant and lactating ewes fed chopped alfalfa hay. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 68, n.4, p.3821- 3826, 1990.

BAUMAN, D.E.; CURRIE, B.W. Partitioning of nutrients during pregnancy and lactation: a review of mechanisms involving homeostasis and homeorhesis. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 63, n. 3, p. 1514-1529, 1980.

BERCHIELLI, T.T.; ANDRADE, P.; FURLAN, C.L. Avaliação de Indicadores Internos em Ensaio de Digestibilidade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Brasília, v.29, n.3, p.830-833, 2000.

BISPHAM, J.; GOPALAKRISHNAN, G. S.; DANDREA, J.; WILSON, V.; BUDGE, H.; KEISLER, D. H.; BROUGHTON PIPKIN, F.; STEPHENSON, T.; M. E. SYMONDS. Maternal endocrine adaptation throughout pregnancy to nutritional manipulation: consequences for maternal plasma leptin and cortisol and the programming of fetal adipose tissue development. **Endocrinology**, London, v. 144, n. 6, p.3575–3585, 2003.

BONNET, M., GOURDOU, I., LEROUX, C., CHILLIARD, Y., DJIANE, J. Leptin expression in the ovine mammary gland: putative sequential involvement of adipose, epithelial, and myoepithelial cells during pregnancy and lactation. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 80, n. 3, p.723–728, 2002.

COFFEY, K. P.; PATERSON, J. A.; SAUL, C. S.; COFFEY, L. S.; TURNER, K. E.; COOPER, S.D.B.; KYRIAZAKIS, I.; OLDHAM, J.D. The effect of late pregnancy on

the diet selections made by ewes. **Livestock Production Science**, Amsterdam, v.40, p.263-275, 1994.

CRONJE, P.B. **Ruminant physiology**: digestion, metabolism, growth and reproduction. New York, CABI Publishing, 2000, cap. 2, p. 1-6.

FORBES, J. M. The effect of sex hormones, pregnancy and lactation on digestion, metabolism and voluntary intake. In: Miligan, L.P.; Grovum, W.L.; Dobson, A. (Eds) **Control of Digestion and Metabolism in ruminants**. p.420-435. Reston Publishin, Reston, V.A. 1986.

FORBES, J. M. voluntary food intake of pregnant ewes. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.31, n. 3, p. 1222-1227, 1970.

GUNTER, S. A.; JUDKINS, M. B.; KRYSL, L. J.; BROESDER, J. T.; HANKS, D.R.; JUDKINS, M, B.; MCCRACKEN, B.A.; HOLCOMBE, D.W.; KRYSL, L. J.; PARK.K. Effects of pregnancy on digesta kinetics and ruminal fermentation in beef cows. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.71, n. 4, p.2809-2814, 1993.

HOFMANN, R.R. Evolutionary steps of ecophysiological adaptation and diversification in ruminants: a comparative view of their digestive system. **Oecologia**, Berlin, v.78, n. 4, p. 443-457, 1989.

HOOVER, H.W. Digestion and absorption in the hindgut of ruminants. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.46, n.6, p. 1789-1799, 1978.

LALLIS, J.P. & PONCET, J.P. Rate of passage of digesta during and after Weaning in calves fed concentrate diets containing pea or soya-bean meal. **Livestock Production Science**, Amsterdam, v..24, n. 1, p. 333-345, 1990.

JOURNET, M.& REMOND, B. Physiological factors affecting the voluntary intake of feed by cows: a review. **Livestock Production Science**, Amsterdam, v.52, n.1, 146–152, 1976.

KENNEDY, P.M. & MURPHY, M.R. The nutritional implication of differential passage of particles through the ruminal alimentary tract. **Nutritional Research Review**, Cambridge, v.1. n.2, p.189-208, 1988.

KENNEDY, P.M., MCSWEENEY, C.S., WELCH, J.G., Influence of dietary particle size on intake, digestion and passage rate of digesta in goats and sheep fed wheaten (*Triticum aestivum*) hay. **Small Ruminant Research**, Amsterdam, v. 9, n. 1, p. 125–138. 1992.

KOVACS, P.L.; SUDEKUM, K.H.; STANGASSINGER, M. Effects of intake of a mixed diet and time postfeeding on amount and fibre composition of ruminal and faecal particles and on digesta passage from the reticulo-rumen of steers. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v.71, n. 2, p.325–340, 1998.

LEEK, B.F. Reticulo-ruminal mechanoreceptors in sheep. **Journal of Physiology**, London, v. 202, n. 3, p.585-592, 1969.

LUND, P.; WEISBJERG, M.R.; HVELPLUND, T. Digestible NDF is selectively retained in the rumen of dairy cows compared to indigestible NDF. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v.134, n. 1, p. 1–17, 2007.

MELLADO, M.; AGUILAR, C.N.; ARÉVALO, J.R.; RODRIGUEZ, A.; GARCIA, J.E.; MELLADO, J. Selection for nutrients by pregnant goats on the microphyll desert scrub. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.5, n. 4, p. 972-979, 2011.

MERTENS, D.R. & ELY, L.O. Relationship of rate and extent of digestion to forage utilization- a dynamic model evaluation. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.54, n.4, p.895-905, 1982.

MERTENS, D.R. Regulation of forage intake. In: GEORGE, C.; FAHEY, G.C. Jr. (Ed) **Forage quality, evaluation, and utilization**. Madison: American Society of Agronomy, 1994, p.450-493.

OWENS, F.N.& HANSON, F.C. Symposium: external and internal markers. External and internal markers for appraising site and extent of digestion in ruminants. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.75, n. 6, p.2605-2617, 1992.

POND, K. R.,;. ELLIS, W. C; MATIS, J. H.; FERREIRO, H. M.; SUTTON ,J. D. Compartmental models for estimating attributes of digesta flow in cattle. **British Journal of Nutrition**, Cambridge, v.60, n. 3, p.571-582, 1988.

POPPI, D.P. & NORTON, B.W. The validity of the critical size theory for particles leaving the rumen. **Journal of Agricultural Science Cambridge**, v.94, p. 275-280, 1980.

RAE, M.T. ; KYLE, C.E. ; MILLER, D.W.; HAMMOND, A.J.; BROOKS, A.N.; RHIND, S.M. The effects of undernutrition, in utero, on reproductive function in adult male and female sheep. **Animal Reproduction Science** , Amsterdam, v.72, n. 1, p.63–71, 2002.

REDMER, D.A.; WALLACE, J.M.; REYNOLDS, L.P. Effect of nutrient intake during pregnancy on fetal and placental growth and vascular development . **Domestic Animal of Endocrinology**, Amsterdam, v. 27, n. 1,p. 199–217, 2004.

RENQUIST, B.J; OLTJEN, J.W.; SAINZ, R.D. et al. Effects of age on body condition and production parameters of multiparous beef cows. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.84, n. 4, p.1890-1895, 2006.

SILANIKOVE,N. Review.The physiological basis of adaptation in goats to harsh environments. **Small Ruminant Research**, Amsterdam , v.35, n.2, p.181-193 2000.

SPONHEIMER, M.; ROBINSON, T.; ROEDER, B.; HAMMER, J.; AYLIFFE, L.; PASSEY, B.; CERLING, T.; DEARING, D.; EHLERINGER, J. Digestion and passage rates of grass hays by llamas, alpacas, goats, rabbits, and horses. **Small Ruminant Research**, Amsterdam, v. 48, n. 1, p. 149–154, 2003.

SYMONDS, M. & CLARKE, L. Nutrition-environment interactions in pregnancy. **Nutrition Research Reviews**, Cambridge, v.135, n.1, p.135-148, 1996.

SYMONDS, M. E. & CLARKE, L. Influence of thyroid hormones and temperature on adipose tissue development and lung maturation. **Proceedings of the Nutrition Society**, v.55, n.3, p.567-575, 1996.

TEETER, R.G.; OWENS, F.N.; MADER, T.L. Ytterbium chloride as a marker for particulate matter in the rumen. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 58, n. 2, p. 325-332, 1984.

UDEN, P., D. E. COLUCCI, AND P. J. VAN SOEST. Investigation of chromium, cerium and cobalt as markers in digesta. Rate of passage studies. **Journal of Science Food Agricultural**, Amsterdam, v. 31, n.3, p.625-632, 1980.

VARGA, G. A. & HARPSTER, H. W. 1995. *Gut size and rate of passage*. In: International. **Symposium on Feed Intake by Beef Cattle**. Tulsa, OK.

ZEOULA, M.L.; PRADO, I.N.; DIAN, M.P.; GERON, V.L.; NETO, C..S.; MAEDA, M.E.; PERON, P.P.; MARQUES, A.J.; FALCÃO, S.A. R. Recuperação fecal de indicadores internos avaliados em ruminantes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Brasília, v.31, n.4, p.1865-1874, 2002.

CAPÍTULO 2 – CONSUMO, DIGESTIBILIDADE E TAXA DE PASSAGEM RUMINAL EM CABRAS LEITEIRAS AO LONGO DA GESTAÇÃO

RESUMO – Durante toda a gestação e principalmente no seu último terço ocorrem mudanças físicas e fisiológicas na fêmea, que induzem o aumento de suas exigências nutricionais, o que não é acompanhado por aumento no consumo voluntário. Acredita-se que uma das mudanças é o aumento da digestibilidade da dieta, o que pode estar associado às alterações na taxa de passagem durante a gestação. Desta forma, o objetivo deste estudo foi estimar a taxa de passagem de cabras leiteiras durante a gestação. Foram utilizadas 36 cabras, múltiparas, com peso corporal médio de $50,6 \pm 7,7$ kg, distribuídas nos tratamentos de acordo com a raça (Saanen e Alpina); tipo de prenhez (simples e gemelar) e período de gestação (80, 110 e 140 dias). O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, . Os animais do tratamento de 140 dias foram submetidos à 4 ensaios de digestibilidade, os quais iniciaram aos 75 105 e 135 dias de gestação. Para a estimativa da taxa de passagem foram fornecidos os indicadores externos (itérbio para fase sólida e Cr-EDTA para fase líquida) e foi usada a metodologia do esvaziamento ruminal em animais abatidos para a coleta das amostras do trato digestório. Cabras com gestação gemelar diminuem o consumo de MS e FDN no último terço da gestação. A digestibilidade da MS aumenta em cabras com gestação gemelar no primeiro terço da prenhez e decresce ao final da gestação, ao contrário das cabras com gestação simples, as quais apresentam maior digestibilidade da MS e do FDN na fase final da prenhez. Cabras leiteras gestantes não alteram a taxa de passagem dos sólidos no rúmen durante a prenhez. Cabras Saanen apresentaram maior taxa de diluição ruminal.

Palavras-Chave: caprinos, gestação, indicadores, rúmen

Introdução

Em ruminantes, o consumo voluntário tem sido associado a fatores inerentes ao alimento e ao animal, determinando a velocidade na qual a ingesta é degradada no rúmen e o grau de aproveitamento no processo digestivo (D'MELLO, 2000). Assim o tipo de dieta afeta a velocidade de passagem dos nutrientes ao longo do trato digestório, sendo que dietas com alto teor de fibra terão maior tempo de retenção (FORBES, 1986), mostrando que há estreita relação entre a taxa de passagem, digestibilidade e consumo dos alimentos, que quando alterados interferirão no padrão de alimentação, nutrientes absorvidos e consequentemente na produção animal.

Durante a gestação os padrões de consumo são alterados, principalmente no último terço, período no qual o feto tem acréscimo em 90% do seu peso. Com o aumento de tamanho do feto o rúmen sofre compressão pelo útero, constituindo um dos fatores responsáveis pela alteração no consumo do alimento e a taxa na qual os nutrientes são absorvidos (FORBES, 1970, 1986; LAPOURTE-BROUX et al., 2011).

A estimativa na taxa de passagem tem sido realizada por diferentes metodologias, sendo que a mais encontrada na literatura se refere ao método de emprego de indicadores em animais canulados, utilizando o procedimento de dose única com amostragens fecais subsequentes em intervalos de tempo pré-definidos, visando a caracterização da curva de excreção fecal dos indicadores (DETMANN et al., 2001). Outra forma de avaliar a taxa de passagem é por esvaziamento ruminal, o qual pode ser realizado em animais abatidos ou através da cânula ruminal, apesar deste último ser o mais comum entre os dois, tal técnica possa incorrer em erros de estimativa de volume presente no rúmen, devido a dificuldade de obtenção de amostras representativas deste conteúdo e como este método utiliza animais cirurgicamente modificados, tal procedimento pode alterar o funcionamento normal do rúmen (HUHTANEN et al., 2007). Não obstante o método de esvaziamento ruminal em animais abatidos ser menos frequentemente utilizado, este é considerado o método padrão, pois está menos sujeito a alterações inerentes a animais dotados de cânulas. Este método consiste no abate dos animais e na mensuração total do conteúdo dos diferentes compartimentos do trato gastrintestinal.

Apesar de existir na literatura estudos que suportem pelo menos parcialmente estas hipóteses, e existirem trabalhos em várias espécies, não está muito claro a partir de que momento da gestação acontecem mais efetivamente as modificações no trânsito da digesta. Este fato torna-se ainda mais evidente com caprinos cujas informações na literatura são limitadas e pouco conclusivas. Assim, o conhecimento da taxa de passagem de cabras gestantes é relevante para estudar as mudanças no consumo alimentar e na cinética da digestão durante este estado fisiológico. O objetivo deste estudo foi avaliar a digestibilidade e a taxa de passagem ao longo da gestação de cabras leiteiras com gestação simples e gemelar.

Matérial e Métodos

Local e animais

O estudo foi conduzido no Laboratório de Estudos em Caprinocultura da Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, localizado na cidade de Jaboticabal (21°15'22" de latitude S, 48°18'58" de longitude W e 595 de altitude). Os procedimentos experimentais foram previamente aprovados pelo comitê de ética da Universidade Estadual Paulista, UNESP, Jaboticabal campus (protocolo número: 026167-07).

O manejo reprodutivo adotado envolveu cio natural no período de não estacionalidade reprodutiva e cio induzido no período de anestro estacional, utilizando o protocolo descrito por TRALDI (2001), que consistiu no uso de uma esponja intravaginal que libera progesterona durante um período de 5 dias. No dia 5 foi retirada a esponja e aplicada via intramuscular 0,5 mL de prostaglandina e 2 mL de gonadotropina coriônica eqüina para a indução da ovulação e do cio. Após apresentação dos sinais do cio foi realizada a monta natural duas vezes, com intervalo de 12 horas. Trinta dias posterior à cobertura foi realizada ultrassonografia transretal para diagnosticar a prenhez, sendo repetida aos quarenta dias pós-cobertura para confirmar o número de fetos.

Avaliação do consumo alimentar

Na avaliação do consumo alimentar foram utilizadas 36 cabras, múltíparas, não lactantes da raça Saanen e Alpina com peso médio inicial de 50,6 kg \pm 7,7. Estas cabras entraram no manejo reprodutivo descrito anteriormente e tão logo ocorreu a confirmação da gestação e identificação do número de fetos, e foram distribuídas nos tratamentos, os quais consistiram em 2 raças (Saanen; Alpina) e para cada raça foram considerados 2 tipos de prenhez (simples; gemelar), e por cada tipo de prenhez foram estudados 3 fases ou dias de gestação (80;110;140).

A partir da cobertura os animais foram alocados em baias individuais, com 1.0 m² de área, equipadas de cocho de alimentação individual e bebedouro e foram alimentados com dieta balanceada (Tabela 1) para atender as exigências de cabras gestantes de acordo com o NRC (2007). A ração foi fornecida em duas refeições diárias, às 7h 30 e as 17h, e ajustadas diariamente para manter sobras de 15% do consumido.

O alimento fornecido e as sobras foram mensuradas diariamente durante o período experimental, amostradas e agrupadas em amostras compostas para 0-80, 81-110 e 111-140 dias de gestação, armazenadas e congeladas a -10°C em saco plástico. Posteriormente foram descongeladas e secas em estufa de 55°C durante 72h com ventilação forçada de ar e moídas a 1 mm para análise laboratorial.

O teor de matéria seca (MS) foi determinado como descrito no AOAC (1997; método 930.15); o teor de cinza total, por combustão a 600°C por 3 horas; a proteína bruta (PB) por combustão de Dumas em um Nitrogen Analyzer (LECO FP-528 LC) seguindo o procedimento descrito por Etheridge et al. (1998); e o teor de fibra em detergente neutro (FDN) pelo método descrito por VAN SOEST (1991).

Tabela 1. Composição química e bromatológica da dieta experimental

Ingredientes	%*	Nutrientes ¹						
		MS (%)	PB (%)	EE (%)	EB (Mcal/kg MS)	FDN (%)	Ca (%)	P (%)
Milho moído	42,00	90,08	10,18	2,90	3,92	16,90	0,03	0,29
Farelo de Soja	12,00	90,97	51,80	1,86	4,17	22,18	0,28	0,70
Feno de Milho ²	35,00	91,61	10,22	1,71	3,86	58,00	0,56	0,42
Feno de Tifton ³	10,00	91,48	7,76	0,94	3,84	78,40	-	-
Premix	0,34	99,00	-	-	-	-	19,00	7,30
Sal	0,08	98,00	-	-	-	-	-	-
Calcário	0,58	95,00	-	-	-	-	34,00	-
Dieta		90,90	12,35	1,77	3,20	32,10	0,51	0,31

*Participação na dieta em percentual da MS; ¹ na MS; ² planta inteira de milho sem raiz, cortada no ponto para ensilar e seca ao sol; ³ Tifton 85 (*Cynodon dactylon*); MS=matéria seca; PB=proteína bruta; EE=extrato etéreo; EB=energia bruta; FDN=fibra em detergente neutro; Ca=cálcio; P=fósforo.

Ensaio de digestibilidade

A estimativa da digestibilidade ao longo da gestação foi realizada somente com as cabras do tratamento de 140 dias de gestação das duas raças e os dois tipos de prenhez, totalizando 12 animais. Foram realizados quatro ensaios de digestibilidade, iniciados aos 45, 75, 105 e 135 dias de gestação, com duração de 5 dias de coleta total de fezes. Em cada ensaio os animais foram previamente adaptados às gaiolas de metabolismo. Durante cada ensaio de digestibilidade o alimento fornecido, as sobras e as fezes foram mensurados e amostrados para formar uma amostra composta. As amostras foram armazenadas em sacos plásticos e congeladas a -10°C para posteriores análises laboratoriais. Após descongelamento as amostras foram secas em estufa de 55°C durante 72h com ventilação forçada de ar e moídas a 1 mm para análise laboratorial. Os teores de MS, cinza, PB e FDN foram analisados de acordo à metodologia descrita anteriormente.

O coeficiente de digestibilidade (CD; %) foi determinado de acordo com a equação [1]:

$$CD (\%) = \left(\frac{\text{Nutriente ingerido (g)} - \text{Nutriente excretado nas fezes (g)}}{\text{Nutriente ingerido (g)}} \right) \times 100 \quad \text{Eq. [1]}$$

Estimativa da taxa de passagem

A estimativa da taxa de passagem foi realizada em todos os animais experimentais (36 cabras), para os quais foram fornecidos indicadores externos na determinação da taxa de passagem da fase sólida (itérbio) e da taxa de diluição (Cromo ligado ao ácido etilenodiaminatetraacético - Cr-EDTA). O método adotado foi o do esvaziamento ruminal em animais abatidos, com coleta do conteúdo ruminal (DE VEGA et al., 1998).

Previamente ao abate os animais receberam durante 5 dias, a cada 6 horas, 6 g da ração marcada com acetato de itérbio (7 g de itérbio/Kg de MS) e 150 mL de solução de Cr-EDTA (contendo 2,77 g de Cr-EDTA/L). Os indicadores foram fornecidos via oral. A ração marcada com o itérbio foi preparada conforme descrito por De Vega et al., (1998), e peletizada para maior facilidade no fornecimento. O Cr-EDTA foi administrado utilizando uma seringa de 60 mL e foi preparado conforme as recomendações de Downes & McDonald (1964).

Para a determinação da concentração de itérbio e cromo, as amostras experimentais foram secas em estufa a 55°C com ventilação forçada de ar durante 72h, moídas a 1 mm para determinação de MS e digeridas em banho de areia com solução de ácido nítrico e perclórico, segundo metodologia descrita por De Vega & Poppi (1997). Para a determinação da concentração do cromo e o itérbio nas amostras digeridas foi usado o aparelho de absorção atômica.

Procedimento do abate

As cabras foram abatidas conforme atingiram 80, 110 e 140 dias de gestação. No dia do abate os animais foram alimentados normalmente, para que não ocorressem interferências na capacidade de enchimento do trato gastrintestinal (TGI) para mensuração do volume de cada compartimento do TGI. Os abates foram realizados a partir de três horas após o fornecimento da dieta. Durante este período os animais tiveram acesso tanto a ração experimental, como à água, imediatamente antes do abate as cabras foram pesadas. O procedimento do abate envolveu insensibilização dos animais, seguido do corte das jugulares e carótidas. Logo após do abate foi removido e separado o retículo-rúmen, foi pesado cheio e vazio para determinação do peso do conteúdo, imediatamente foi coletada uma amostra representativa e armazenada em potes plásticos e congelada a -10°C , para posterior análise de MS e cinzas como descrito anteriormente.

Cálculo da taxa de passagem

A taxa de passagem ruminal nos animais abatidos foi estimada de acordo com os procedimentos descritos por Faichney (1980), usando a equação [2]:

$$kp = \frac{I}{Q} \quad \text{Eq. [2]}$$

$Kp(h^{-1})$ = taxa fracional de passagem ruminal

$I (g h^{-1})$ = taxa de administração dos indicadores

Q = quantidade de indicador presente no rúmen, calculado como equação [3]:

$$Q (g) = C \times A \quad \text{Eq. [3]}$$

$C (g^{-1})$ = representa a concentração de indicadores na matéria seca da digesta

$A (g)$ = quantidade de MS total da digesta.

Análise Estatística

Os dados de consumo alimentar e da digestibilidade foram analisados considerando o delineamento inteiramente casualizado, com medidas repetidas no tempo em esquema fatorial 2x2x4. Utilizou-se modelos mistos com efeitos fixos de raça (1 grau de liberdade, GL), tipo de gestação (1 GL), período de gestação (3 GL) e suas interações e o erro aleatório utilizando o procedimento MIXED do SAS (versão 9.2). Foi utilizada a estrutura de erros AR(1), escolhida como a que melhor se ajustava aos dados de acordo com o critério de informação bayesiano (BIC).

Os dados de conteúdo ruminal, taxa de passagem foram analisados considerando delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 2x2x3, analisados como modelos mistos com efeitos fixos da raça (1 grau de liberdade, GL), tipo de gestação (1 GL), período de gestação (2 GL), e suas interações e o erro aleatório utilizando o procedimento MIXED do SAS (versão 9.2). O efeito da idade gestacional e suas interações foram decompostos em contrastes polinômial linear e quadrático. Para cada combinação dos níveis da idade gestacional com os níveis dos outros fatores do modelo foram examinados utilizando a opção SLICE do PROC MIXED. Em todas as análises, significância foi declarada à $P \leq 0,05$.

Resultados

Avaliação do consumo alimentar

Na Tabela 2 apresenta-se o consumo de MS, e FDN em cabras gestantes. A raça e não influenciou o consumo alimentar. Observou-se interação ($P < 0,05$) do período da gestação e o tipo de prenhez no consumo de MS e FDN (Tabela 2).

Tabela 2. Consumo (g/dia), de matéria seca e FDN de cabras Saanen e Alpina com gestação simples e gemelar ao longo da gestação

Variáveis		MS	FDN
Raça	Alpina	1049±67,15	477±32,75
	Saanen	1198±65,06	555±31,69
Tipo	Simple	1169±7,15	551±32,75
	Gemelar	1077±65,6	481±31,69
Dias	50	1203±51,94	537±25,96
	80	1169±51,94	517±25,96
	110	1173±57,33	531±29,13
	140	948±72,92	479±37,90
		Valor do P	
		MS	FDN
Raça		0,1204	0,0967
Tipo		0,3306	0,1387
Dias		0,0036	0,3133
R*D		0,3288	0,1841
R*T		0,4669	0,4084
D*T		0,0194	0,0012
R*D*T		0,8858	0,4956

MS=matéria seca; FDN=fibra em detergente neutro;R=raça;D=dias;T=tipo. Médias, na coluna seguidas de letras diferentes diferem estatisticamente ($P < 0,05$)

Cabras com gestação gemelar consumiram menor ($P < 0,05$) quantidade de MS e FDN no último terço da gestação. Cabras com gestação simples não variaram o consumo ao longo da gestação (Figura 1).

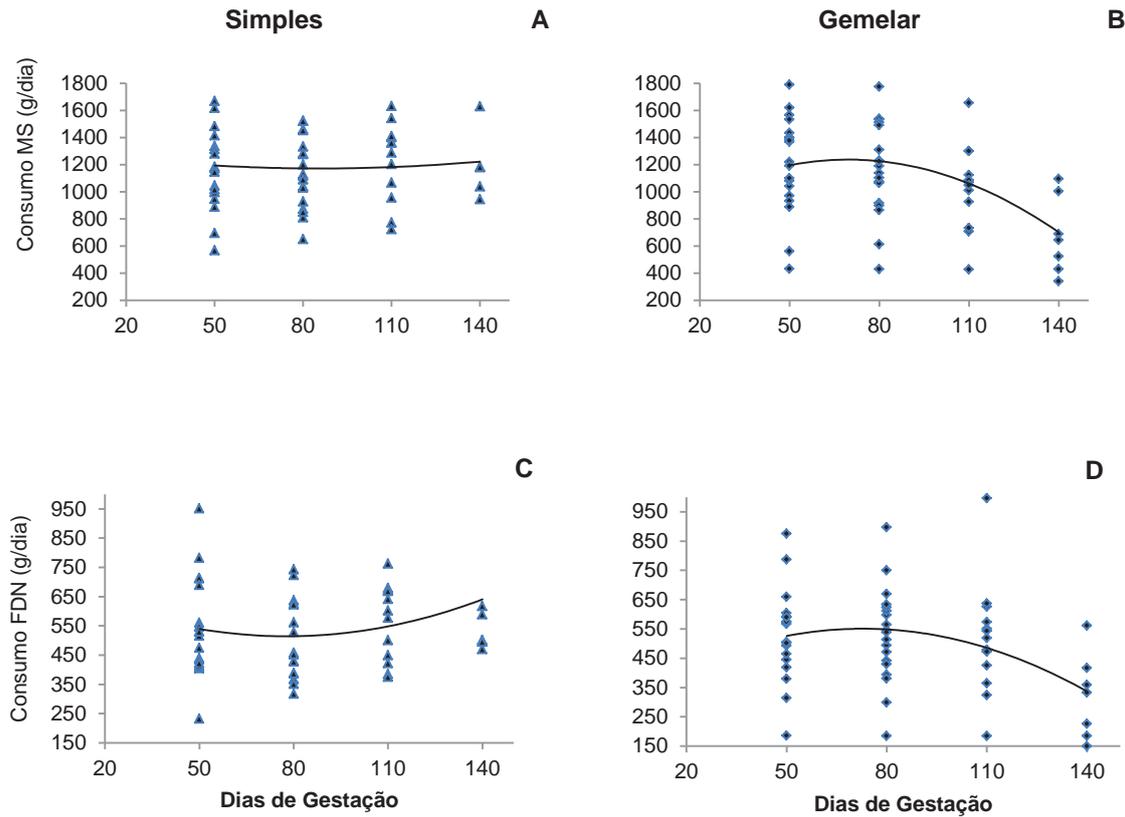


Figura 1. Consumo (gr/dia) de Matéria seca (A, B), e Fibra em detergente neutro (C,D) de cabras leiteiras com prenhez simples e gemelar ao longo da gestação.

Digestibilidade

Na Tabela 3 encontram-se o coeficiente de digestibilidade (CD) da MS e FDN em cabras gestantes. O CD da FDN apresentou interação significativa de raça e dias de gestação. Não houve efeito de raça, tipo ou período de gestação no CD da proteína.

Tabela 3. Coeficiente de digestibilidade (%) da matéria seca, proteína e FDN de cabras com gestação simples e gemelar ao longo da gestação

		Coeficiente de Digestibilidade (%)		
		MS	PB	FDN
Raça	Alpina	69,89±3,03	53,31±5,49	59,46±6,42
	Saanen	72,95±2,44	58,6±3,90	61,31±4,53
Tipo	Simples	72,76±2,44	57,64±4,00	63,14±4,54
	Gemelar	70,09±3,03	54,27±5,41	57,64±6,42
Dias	50	70,04±1,09	53,14±4,59	59,17±2,09
	80	73,4±1,76	60,59±4,59	63,93±2,52
	110	73,03±4,47	57,84±4,71	60,00±7,18
	140	69,22±2,52	52,24±5,39	58,44±5,72
		Valor do P		
		MS	PB	FDN
Raça		0,4569	0,4641	0,8217
Tipo		0,5155	0,7328	0,5104
Dias		0,1300	0,2846	0,2049
R*D		0,2192	0,7011	0,0198
R*T		0,1465	0,2579	0,3372
D*T		0,0077	0,0943	0,0017
R*D*T		0,7749	0,6746	0,0586

MS=matéria seca; PB=proteína bruta; FDN=fibra em detergente neutro;R=raça;D=dias;T=tipo. Médias, na coluna seguidas de letras diferentes diferem estatisticamente (P<0,05)

Em cabras com gestação gemelar o CD para MS foi maior (P<0,05) dos 50 aos 80 dias de prenhez e menor dos 110 aos 140 dias, já o CD de FDN foi menor no período dos 110-140 dias. Em cabras com gestação simples o CD da MS e da FDN foi maior dos 110 aos 140 dias de gestação (Figura 2).

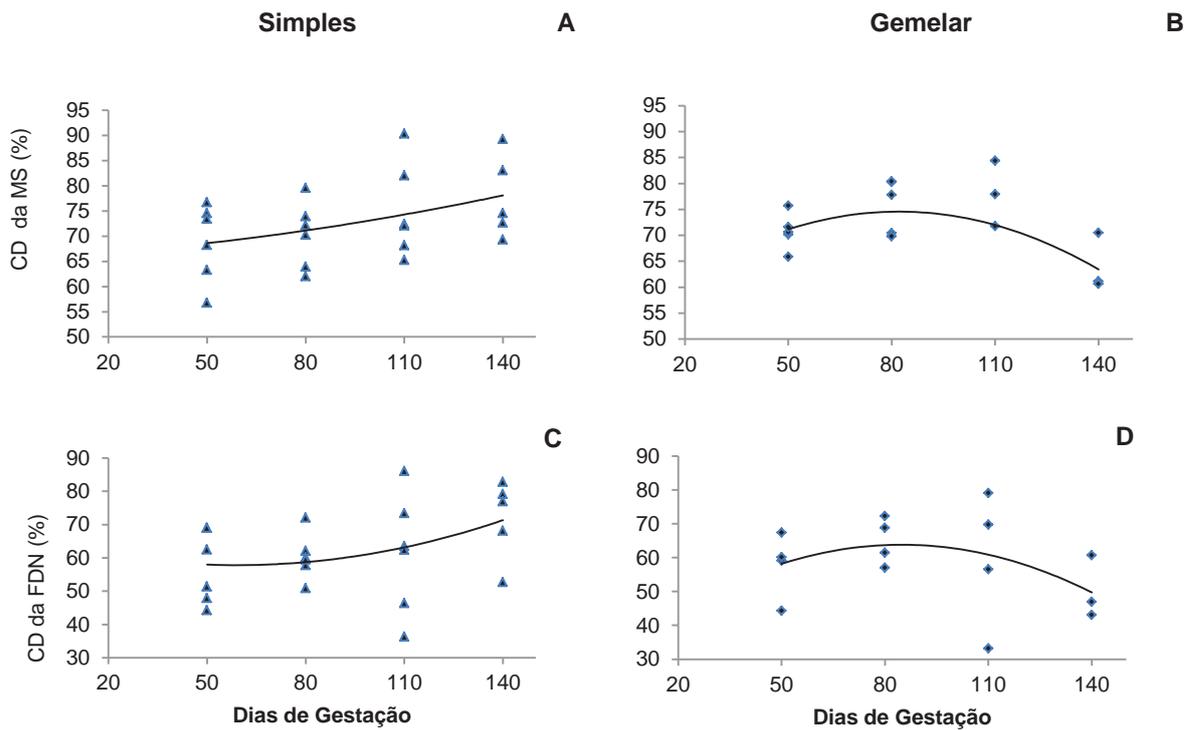


Figura 2. Coeficiente de digestibilidade (%) de Matéria Seca (A,B); de Matéria Orgânica(C,D); de Fibra em Detergente Neutro (C,D) de cabras leiteiras com prenhez simples e gemelar ao longo da gestação

Conteúdo no trato digestório

A Tabela 4 apresenta a massa (M) do conteúdo ruminal, assim como a matéria seca (MS) no rúmen de cabras gestantes. Não houve efeito de raça e de tipo de prenhez na massa sem do conteúdo ruminal. A quantidade de MS ruminal diminuiu como o aumento dos dias de gestação. Houve interação entre raça e dias de prenhez na massa e MS ruminal. Houve interação de raça e de tipo de prenhez na massa ruminal.

Tabela 4. Conteúdo em massa (M),matéria seca (MS) no rúmen em cabras com gestação simples e gemelar ao longo da gestação

		Quantidade total (g)	
		Massa	MS
Raça	Alpina	4161±360,77	554±89,04
	Saanen	4711±360,77	736±89,04
Tipo	Simple	4529±373,43	702±92,17
	Gemelar	4343±347,64	588±80,80
Dias	80	4972±433,89	801±107,09 ^a
	110	4731±457,36	721±112,89 ^a
	140	3605±433,84	413±107,09 ^b
Variáveis		Valor do P	
		Massa	MS
Raça		0,2939	0,1648
Tipo		0,7198	0,3760
Dias		0,0844	0,0451
R*D		0,0336	0,0518
R*T		0,0567	0,4974
D*T		0,1726	0,7924
R*D*T		0,5287	0,3152

M=massa; MS=matéria seca; R=raça; D=dias de gestação; T=tipo de gestação; Médias, na coluna seguidas de letras diferentes diferem estatisticamente (P<0,05)

Cabras da raça Saanen apresentaram decréscimo na massa e quantidade de matéria seca no conteúdo ruminal com o aumento dos dias da gestação, por outro lado nas cabras da raça Alpina este aumento foi evidente a partir dos 110 dias de gestação (Tabela 5).

Tabela 5. Efeito da raça e dias de gestação no conteúdo em massa (M) e de matéria seca (MS) no rúmen em cabras Alpina e Saanen ao longo da gestação

	Dias de Gestação		
	80	110	140
Massa			
Saanen	6259±578,51 ^a	4559± 646,80 ^a	3317± 646,80 ^b
Alpina	3686±646,8 ^b	4904±646,8 ^a	3894±578,51 ^b
Matéria Seca			
Saanen	1123±142,79 ^a	700±159,65 ^a	384±159,65 ^b
Alpina	479±159,65 ^b	741±159,65 ^a	443±142,79 ^b

Médias, na coluna seguidas de letras diferentes diferem estatisticamente (P<0,05)

Cabras da raça Alpina apresentaram maior (P<0,05) massa de conteúdo ruminal de com prenhez simples (4770g ±545,43), ao contrário das cabras da raça Saanen, em que a maior massa de (P<0,05) conteúdo ruminal (5135g ±510,20) foi observada com prenhez gemelar.

Taxa de passagem

A Tabela 8 apresenta a taxa de passagem ruminal de cabras gestantes. Como esperado a taxa de diluição apresentou valores maiores que a taxa de passagem da fase sólida no rúmen. Houve efeito da raça na taxa de diluição ruminal. Cabras da raça Saanen apresentaram maior taxa de diluição (P=0,0539). A taxa de passagem ruminal tendeu (P=0,0709) a ser maior em cabras da raça Alpina. O tipo e dias de prenhez não afetaram a taxa de diluição e a Kp dos sólidos no rúmen (Tabela 6).

Tabela 6. Taxa de passagem no ruminal de cabras com gestação simples e gemelar, ao longo da gestação

		Kp(/h)	
		Cr-EDTA	Itérbio
Raça	Alpina	0,072±0,013 ^b	0,049±0,019
	Saanen	0,119±0,013 ^a	0,024±0,002
Tipo	Simple	0,080±0,014	0,040±0,009
	Gemelar	0,102±0,012	0,033±0,009
Dias	80	0,068±0,013	0,046±0,010
	110	0,080±0,014	0,032±0,012
	140	0,102±0,010	0,033±0,011
Variáveis		Valor do P	
		Cr-EDTA	Itérbio
Raça		0,0539	0,0709
Tipo		0,2518	0,5959
Dias		0,1899	0,6160
R*D		0,1666	0,3094
R*T		0,7262	0,4515
D*T		0,9840	0,2275
R*D*T		0,9543	0,1657

Kp = taxa de passagem; h=horas; Cr-EDTA= cromo Acido etilenodiaminatetraacetico; R=raça; D=dias; T=tipo; Médias, na coluna seguidas de letras diferentes diferem estatisticamente (P<0,05)

Discussão

Neste estudo foi evidente que o consumo alimentar e a digestibilidade foram afetados pelos dias e tipo de prenhez, assim como a taxa de passagem ruminal da fase sólida não foi alterada ao longo da gestação. Cabras com gestação simples não mudaram o consumo ao longo da prenhez, achado que pode indicar que cabras com gestação simples não sofreram compressão ruminal devido ao aumento do útero, contrário ao observado em ovelhas gestantes (FORBES, 1970; LAPOURTE-BROUX et al., 2011). Outro fator que pode estar relacionado a este achado é o tipo de dieta utilizada, a qual foi composta em mais de 50% por alimentos concentrados, o que implica em nível de ingestão de fibra não muito elevado (ao redor de 1% PC), não provocando grande impacto na repleção ruminal. Por outro lado, em cabras com gestação gemelar ocorreu o decréscimo no consumo alimentar na fase final da

preñez, o que está associado à compressão do útero grávido sobre o rúmen devido ao crescimento fetal, o qual acontece de maneira exponencial entre os 90 e 145 dias de preñez ocorre o crescimento exponencial do feto (FORBES, 1970; REDMER, 2004; MARTENS et al., 2011).

Com o decréscimo do consumo no último terço da gestação em cabras com gestação gemelar, esperava-se aumento da digestibilidade. No entanto, neste estudo foi observado que o aumento da digestibilidade ocorreu em cabras com gestação simples, sem decréscimo do consumo, apesar de ser reportado que com menor ingestão de MS a digestibilidade aumenta (HUHTANEN et al., 2007). Este comportamento mostra que nesta fase a fêmea gestante desenvolve ajustes fisiológicos e/ou metabólicos para suprir as demandas nutricionais (BAUMAN & CURRIE, 1980; BONNET et al., 2002). O aumento da digestibilidade pode estar associado à mudanças na atividade mastigatória, comportamento que varia em caprinos como parte das adaptações que sofre quando aumenta a demanda nutricional (MELLADO, 2011). A mastigação induz decréscimo no tamanho das partículas no rúmen, fator relevante para a adesão bacteriana e assim o maior aproveitamento por parte das bactérias dos nutrientes do alimento (MUDGAL et al., 1982; ULYATT et al., 1984; AITCHISON et al., 1986). Em cabras com gestação gemelar o aumento da digestibilidade da MS nos primeiros 80 dias pode ser explicado pelo fato que nesta fase a fêmea busca aproveitar os nutrientes consumidos, dessa forma aumenta suas reservas de energia na forma de tecido adiposo, garantindo as reservas corporais para serem utilizadas na fase final da preñez, onde a demanda será maior, principalmente em gestações múltiplas.

A taxa de passagem da fase sólida não foi alterada pelos fatores estudados, contrário aos resultados observados em ovelhas e vacas de corte, onde a taxa de passagem dos sólidos no rúmen aumentou na fase final da gestação (GRAHAM & WILLIAMS 1962; FAICHNEY & WHITE, 1988; GUNTER et al., 1990, HANKS et al., 1993). Este resultado pode estar associado ao tipo de dieta usada. A mistura de grãos moídos como o milho e o farelo de soja, assim como as fontes de fibra usadas, as quais foram previamente picadas, permitiu que a redução do tamanho das partículas fosse mais rápida. Isto pode ter induzido maior área de superfície para acesso aos microrganismos colonizarem e degradarem o alimento atingindo a

densidade ideal para escapar do rúmen. Estudos mostram que a densidade das partículas é o fator mais importante no rúmen para que ocorra a taxa de passagem dos sólidos (MERTENS & ELY, 1992). Dietas como a usada neste estudo, com inclusão de concentrado em proporção de 50% ou mais, não afetam o trânsito das partículas ao não provocar enchimento ruminal. Adicionalmente, pode se especular que dieta rica em concentrado induz o acréscimo em número e tamanho das papilas ruminais, permitindo ampliar a área de absorção dos ácidos graxos de cadeia curta sintetizados no processo de fermentação ruminal (HUHTANEN, 2007; MARTENS et al., 2011).

Neste trabalho a maior taxa de diluição observada na raça Saanen associa-se à maior massa de conteúdo ruminal observado nesta raça, principalmente em cabras com gestação gemelar. O maior quantidade de fluido no rúmen serve como veículo para a digesta conseguir sair do rúmen (FAICHNEY et al., 1981), assim pode permitir o maior fluxo de partículas. Entretanto, neste estudo não foi evidente que a taxa de diluição esteja fortemente relacionada com o aumento na taxa de passagem de sólidos, como o que foi reportado por estudos prévios (SEO et al., 2007).

Outros estudos são necessários para avaliar o comportamento ingestivo e as mudanças associadas ao sistema endócrino e ao metabolismo energético em cabras gestantes para explicar os mecanismos de adaptação da fêmea às demandas nutricionais nas diferentes fases da gestação.

Conclusões

O consumo de cabras com gestação gemelar diminui no último terço da gestação.

A digestibilidade do alimento varia em cabras gestantes associado ao tipo de prenhez, com menor coeficiente para cabras com gestação gemelar ao final da prenhez.

Cabras com gestação simples não alteram o consumo ao longo da prenhez, no entanto a digestibilidade aumenta no último terço da gestação.

Referências

AITCHISON, E.M.; GILL, M.; OSBOURN, D.F.; The effect of supplementation with maize starch an level of intake of perennial ryegrass (*Lolium perenne* cv.Endura) hay on the removal of digesta from rumen of sheep. **British Journal of Nutrition**, Cambridge, v.56, n. 2, p. 477-486, 1986.

AOAC..**Official methods of analysis of the Association of official Agricultural Chemists**. Washington D.C. 1996.

BAUMAN, D.E.; CURRIE, B.W. Partitioning of nutrients during pregnancy and lactation: a review of mechanisms involving homeostasis and homeorhesis. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 63, n.3, p. 1514-1529, 1980.

BONNET, M., GOURDOU, I., LEROUX, C., CHILLIARD, Y., DJIANE, J. Leptin expression in the ovine mammary gland: putative sequential involvement of adipose, epithelial, and myoepithelial cells during pregnancy and lactation. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 80, n. 3, p.723–728, 2002.

CANTALAPIEDRA-HIJAR, G.; YAÑEZ-RUIZ,D.R.; MARTIN-GARCIA, A.I.;MOLINA-ALCAIDE, E. Effets of forage:concentrate ratio and forage type on apparent digestibility, ruminal fermentation, and microbial growth in goats. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.87, n.1 p.62-31, 2009.

CLAUSS, M. AND M. LECHNER-DOLL. Differences in selective reticulo-ruminal particle retention as a key factor in ruminant diversification. **Oecologia**, Berlin, v.129, n.3, p.321-327, 2001.

COLLUCCI, P. E., L. E. CHASE, AND P. J. VAN SOEST. Feed intake, apparent diet digestibility, and rate of particulate passage in dairy cattle. **Journal Dairy Science**, Champaign, v. 65, n. 5, p.1445-1456, 1982.

COSTA, R.G.; RESENDE, K.T.; RODRIGUES, M.T. et al. Utilizacao de Modelos Matemáticos para Estimar a Retencao de Minerais em Cabras durante a Gestacao. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Brasilia, v.32, n.2, p.425-430, 2003.

CRONJE, P.B. **Ruminant physiology: digestion, metabolism, growth and reproduction**. New York, CABI Publishing, 2000, cap. 2, p. 1-6.

D'MELLO, J.P.F. **Farm animal metabolism and nutrition**. New York, CABI Publishing, 2000, cap. 16, p. 335-338.

DETMANN, E.; CECON, P.R.; PAULINO, M.F.; ZERVOUDAKIS, J.T.; VALADARES FILHO, S.C.; ARAÚJO, C.V. Estimacão de parâmetros da cinética de trânsito de partículas em bovinos sob pastejo por diferentes seqüências amostrais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Brasilia, v.30, n.1, p.222-230, 2001.

DOWNES, A.M. & McDONALD, I.W. Chromium-51 complex of ethylenediamine tetraacetic acid as soluble rumen marker. **British Journal of Nutrition**, Cambridge, v.18, n.1, p.153-157, 1964.

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 and Science Technology**. Amsterdam, v.73, n.1, p.21-28, 1998.

FAICHNEY, G. J. Measurement in sheep of the quantity and composition of rumen digesta and of the fractional outflow rates of digesta constituents. **Australian Journal of Agricultural Research**, Collingwood, v.31, n. 4, p.1129-1137, 1980.

FORBES, J. M. The effect of sex hormones, pregnancy and lactation on digestion, metabolism and voluntary intake. In: Miligan, L.P.; Grovum, W.L.; Dobson, A. (Eds) **Control of Digestion and Metabolism in ruminants**. P420-435. Reston Publishing, Reston, V.A. 1986.

FORBES, J. M. voluntary food intake of pregnant ewes. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.31, n.5, p. 1222-1227, 1970.

HANKS, D. R., M. B. JUDKINS, B. A. MCCRACKEN, D. W. HOLCOMBE, L. J. KRYSL, AND K. K. PARK. Effects of pregnancy on digesta kinetics and ruminal fermentation in beef-cows. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 71, n.10, p.2809-2814, 1993.

HUHTANEN, P.; ASIKAINEN, U.; MARJATA, A.; JAKOLA, S. Cell wall digestion and passage kinetics estimated by marker and *in situ* methods or by rumen evacuations in cattle fed hay 2 or 18 times daily. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v.133, n.1, p. 206–227, 2007.

LAPORTE-BROUX, B. DUVAUX-PONTER, C.; ROUSSEL, S.; PROMP, J.; CHAVATTE-PALMER, P.; PONTER, A.A. Restricted feeding of goats during the last third of gestation modifies both metabolic parameters and behaviour. **Livestock Science**, Amsterdam, n.34 ,n.2, p.420-429, 2011.

MUGGAL, V.D.; DIXON, R.M.; KENNEDY, P.M.; MILLIGAN, L.P. Effect of two intake levels on retention times of liquid particle and microbial markers in the rumen sheep. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.54, n.8, p.1055-1055, 1982.

NRC. Nutrient Requirements of Small Ruminants: Sheep, Goats, Cervids and New World Camelids. National Academy press. Washington, 2007. 384p.

REDMER, D.A.; WALLACE, J.M.; REYNOLDS, L.P. Effect of nutrient intake during pregnancy on fetal and placental growth and vascular development . **Domestic Animal Endocrinology**, Amsterdam, v. 27, n.2, p. 199–217, 2004.

TRALDI, A.S. Técnicas para otimizar o desempenho produtivo de cabras leiteiras. In: **Anais Reunião da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, 38°, 2001. CD ROOM. Palestra.

VAN SOEST, P.J.;ROBERTSON, J.B.; LEWIS, B.A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.74, n.10, p.3583-3597, 1991.

VARGA, G. A. and HARPSTER, H. W. 1995. Gut size and rate of passage. In: International. **Symposium on Feed Intake by Beef Cattle**. Tulsa, OK.

VARGAS, G. A. and PRIGGE, E. C. Influence of forage species and level of intake on ruminal turnover rates. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.55, n. 7, p.1498-1504, 1982.

VEGA, A. de; GASA, J.; CASTRILLO, C.; GUADA, J.A. Passage through the rumen and the large intestine of sheep estimated from faecal marker excretion curves and slaughter trials. **British Journal of Nutrition**, Cambridge, v.80, n.3, p.381-389, 1998.

VEGA, A. de ; POPPI, D. P. Extent of digestion and rumen condition as factors affecting passage of liquid and digesta particles in sheep. **Journal of Agricultural Science**, Cambridge, v.128, n.2, p.207-215, 1997.

CAPÍTULO 3 – TAXA DE PASSAGEM EM CABRAS LEITEIRAS SUBMETIDAS A RESTRIÇÃO ALIMENTAR DURANTE A GESTAÇÃO

RESUMO – Em ruminantes, a digestibilidade do alimento é influenciada pela taxa de fermentação ruminal, pela taxa de passagem do trato gastrintestinal e pela absorção dos nutrientes. Fêmeas gestantes tem variações nas exigências nutricionais de acordo a idade gestacional, e que dependendo de fatores como o plano nutricional, a genética, o ambiente e o manejo podem induzir alterações fisiológicas, metabólicas e endócrinas na tentativa de suprir as demandas nutricionais. Assim, podem alterar o consumo e comportamento alimentar, o tempo de trânsito da ingesta ao longo do trato digestório, a taxa de passagem dos nutrientes e o metabolismo energético. O objetivo deste trabalho foi estimar a taxa de passagem de cabras ao longo da gestação e avaliar se e como ocorre a influência da restrição alimentar na taxa de passagem. O estudo foi realizado em 49 cabras multíparas, não lactantes, com gestação gemelar e peso médio de $49,0 \text{ kg} \pm 8,9$, distribuídas nos tratamentos de acordo com o período de prenhez (80,110,140 dias), tipo de restrição alimentar (ausente, moderada, severa), e raça (Saanen e Alpina). Assim, o delineamento experimental foi em blocos casualizados, em esquema fatorial $3 \times 3 \times 2$. O consumo alimentar foi controlado diariamente. Para a estimativa da taxa de passagem foram fornecidos indicadores externos (itérbio para fase sólida e Cr-EDTA para fase líquida) e interno (fibra em detergente neutro indigestível, FDNi) e foi usada a metodologia do esvaziamento ruminal em animais abatidos para a coleta das amostras do trato digestório. A taxa de passagem dos sólidos em cabras gestantes varia 0,03 a 0,10/h. Cabras Alpina com restrição moderada aumentam a taxa de passagem da fase sólida aos 110 de prenhez. O consumo de matéria seca por peso metabólico diminuiu ao final da gestação. Variações no consumo e na taxa de passagem em cabras gestantes dependem da raça, do estado nutricional e da idade gestacional.

Palavras-chave: Caprinos, prenhez, restrição, taxa de passagem

Introdução

Em ruminantes, a digestibilidade do alimento é influenciada pela taxa de fermentação ruminal, pela taxa de passagem do trato gastrintestinal e pela absorção dos nutrientes (OKINE et al., 1998). A taxa de passagem influencia diretamente o tempo médio de retenção das partículas que por sua vez tem sido associado à regulação do consumo alimentar pelo mecanismo físico (ULYATT et al., 1986). Diversos fatores associados às características do animal (raça, idade, espécie e estado fisiológico) e ao alimento (quantidade, tamanho, composição química) podem afetar a taxa de passagem.

Em caprinos devido a sua majoritária predominância geográfica, sendo a maior parte em regiões áridas, experimentam períodos prolongados de restrição alimentar (SILANIKOVE et al., 1993). Sob estas condições, a digestibilidade pode aumentar por mudanças no tempo médio de retenção ruminal. O maior tempo de permanência do alimento no trato digestório (TGI) ou menor taxa de passagem permite que ocorra maior digestão. Vários trabalhos têm mostrado a relação positiva entre o consumo alimentar e a taxa de passagem em ruminantes (COLUCCI et al., 1990; VARGA & PRIGGE, 1982; OKINE & MATHISON, 1991).

Durante a gestação, as fêmeas sofrem diversas modificações metabólicas, físicas e endócrinas para auxiliar na demanda nutricional (FORBES, 1970), e conseqüentemente com efeito no consumo voluntário. Os mecanismos envolvidos na variação do consumo alimentar podem estar associados às mudanças no comportamento alimentar, no tempo de trânsito da digesta no TGI e no metabolismo energético, com mobilização das reservas do tecido adiposo (SYMONDS & CLARKE, 1996, CRONJE, 2000). Assim, é esperado que a restrição alimentar altere a taxa de passagem da digesta durante a gestação. Estudos avaliando o efeito da restrição alimentar sobre a taxa de passagem em fêmeas gestantes não têm sido reportados na literatura. Adicionalmente, valores de taxa de passagem em cabras gestantes são desconhecidos. O objetivo deste trabalho foi estimar a taxa de passagem de cabras ao longo da gestação e avaliar se e como é o efeito da restrição alimentar na taxa de passagem.

Material e Métodos

Local e animais

O estudo foi conduzido no Laboratório de Estudos em Caprinocultura da Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, localizado na cidade de Jaboticabal (21°15'22" de latitude S, 48°18'58" de longitude W e 595 de altitude). Os procedimentos experimentais foram previamente aprovados pelo comitê de ética da Universidade Estadual Paulista, UNESP, Jaboticabal campus (protocolo número: 026167-07).

O manejo reprodutivo adotado envolveu cio natural no período de não estacionalidade reprodutiva e cio induzido no período de anestro estacional, utilizando o protocolo descrito por Traldi (2001), o qual consistiu no uso de esponja intravaginal que libera progesterona durante um período de 5 dias. No dia 5 foi retirada a esponja e aplicada via intramuscular 0,5 mL de prostaglandina e 2 mL de gonadotropina coriônica eqüina para a indução da ovulação e do cio. Após da apresentação dos sinais do cio foi realizada a monta natural, duas montas com intervalo de 12 horas. Trinta dias posterior à cobertura foi realizada ultrassonografia transretal para diagnosticar a prenhez, sendo repetida aos quarenta dias pós-cobertura para confirmar o número de fetos.

Avaliação do consumo alimentar

A avaliação do consumo alimentar foi realizada em 49 cabras, múltiparas, não lactantes da raça Saanen e Alpina com peso médio inicial de 49,0 kg \pm 8,9 kg. Estas cabras entraram no manejo reprodutivo descrito anteriormente e tão logo ocorreu a confirmação da gestação gemelar foram distribuídas nos tratamentos. Os animais foram distribuídos em grupos de acordo com os fatores avaliados: raça (Saanen, Alpina), dias de prenhez (80, 110, 140) e tipo de restrição alimentar (sem restrição; restrição moderada; restrição severa) em delineamento em blocos casualizados, em esquema fatorial 3x3x2. Cada grupo foi formado por 3 cabras da mesma raça e dias

de gestação distribuídos aleatoriamente em 3 tipos de manejo alimentar: sem restrição alimentar (SR; *ad libitum*), restrição alimentar moderada (RM; animais recebendo aproximadamente 80% do alimento consumido pelos animais alimentados *ad libitum*), restrição alimentar severa (RS; animais recebendo aproximadamente 60% do alimento consumido pelos animais alimentados *ad libitum*). A quantidade de alimento oferecido aos animais restritos do mesmo grupo foi determinada diariamente baseado no consumo de MS dos animais alimentados *ad libitum* no dia anterior.

A partir da cobertura, os animais foram alocados em baias individuais, com 1,0 m² de área, equipadas de cocho de alimentação individual e bebedouro e foram alimentados a vontade até os 35 dias de gestação com dieta balanceada para atender as exigências de cabras gestantes de acordo com o NRC (2007). A ração foi fornecida em duas refeições diárias, às 07:30 e as 17:00 h, e ajustadas diariamente para manter sobras em torno de 15% do consumido. A composição química dos alimentos está apresentada na Tabela 1.

O alimento fornecido e as sobras foram mensurados diariamente durante o período experimental. Após mensuração, as sobras foram amostradas e agrupadas em amostras compostas para 0-80, 81-110 e 111-140 dias de gestação, armazenadas e congeladas a -10°C em saco plástico. Posteriormente foram descongeladas e secas em estufa de 55°C com ventilação forçada de ar e moídas a 1 mm para análise laboratorial. O teor de matéria seca (MS) foi determinada como descrito no AOAC(1997, método 930.15) o teor de cinza total, por combustão a 600°C por 3 horas, a proteína bruta (PB) por combustão de Dumas em um Nitrogen Analyzer (LECO FP-528 LC) seguindo o procedimento descrito por Etheridge et al. (1998), o teor de fibra em detergente neutro (FDN) pelo método descrito por Van Soest (1991).

Tabela 1. Composição química e bromatológica da dieta experimental

Ingredientes	%*	Nutrientes ¹						
		MS (%)	PB (%)	EE (%)	EB (Mcal/kg MS)	FDN (%)	Ca (%)	P (%)
Milho moído	42,00	90,08	10,18	2,90	3,92	16,90	0,03	0,29
Farelo de Soja	12,00	90,97	51,80	1,86	4,17	22,18	0,28	0,70
Feno de Milho ²	35,00	91,61	10,22	1,71	3,86	58,00	0,56	0,42
Feno de Tifton ³	10,00	91,48	7,76	0,94	3,84	78,40	-	-
Premix	0,34	99,00	-	-	-	-	19,00	7,30
Sal	0,08	98,00	-	-	-	-	-	-
Calcário	0,58	95,00	-	-	-	-	34,00	-
Dieta		90,90	12,35	1,77	3,20	32,10	0,51	0,31

*Participação na dieta em percentual da MS; ¹ na MS; ² planta inteira de milho sem raiz, cortada no ponto para ensilar e seca ao sol; ³ Tifton 85 (*Cynodon dactylon*); MS=matéria seca; PB=proteína bruta; EE=extrato etéreo; EB=energia bruta; FDN=fibra em detergente neutro; Ca=cálcio; P=fósforo.

Estimativa da taxa de passagem

A estimativa da taxa de passagem foi realizada em todos os animais experimentais (49), para os quais foram fornecidos indicadores externos para fase sólida (itérbio) e para taxa de diluição (Cromo ligado ao ácido etilenodiaminatetraacético - Cr-EDTA). O método adotado foi o do esvaziamento ruminal em animais abatidos, com coleta total do conteúdo do trato digestório (DE VEGA et al., 1998).

Previamente ao abate os animais receberam durante 5 dias, a cada 6 horas, 6 g da ração marcada com itérbio (7 g de itérbio/Kg de MS) e 150 mL de solução de Cr-EDTA (contendo 2,77 g de Cr-EDTA/L). Os indicadores foram fornecidos via oral. A ração marcada com o itérbio foi preparada conforme descrito por De Vega et al., (1998), e peletizada para maior facilidade no fornecimento. O Cr-EDTA foi administrado utilizando uma seringa de 60 mL e foi preparado conforme às recomendações de Downes & McDonald (1964).

Para a determinação da concentração de itérbio e cromo, as amostras experimentais foram secas em estufa a 55°C com ventilação forçada de ar durante 72h, moídas a 1mm para determinação de MS e digeridas em banho de areia com uma solução de ácido nítrico e perclórico, segundo metodologia descrita por De Vega & Poppi (1997). Para a determinação da concentração do cromo e o itérbio nas amostras digeridas foi usado o aparelho de absorção atômica.

Procedimento do abate

As cabras foram abatidas conforme atingiram 80, 110 e 140 dias de gestação. No dia do abate os animais foram alimentados normalmente, para que não ocorressem interferências na capacidade de enchimento do trato gastrointestinal (TGI) para mensuração do volume de cada compartimento do TGI. Os abates foram realizados a partir de três horas após o fornecimento da dieta. Durante este período os animais tiveram acesso tanto ao alimento como à água. Imediatamente antes do abate as cabras foram pesadas. O procedimento do abate envolveu insensibilização dos animais, seguido do corte das jugulares e carótidas. Logo após ao abate, o trato digestório foi removido e separado nos compartimentos retículo-rúmen, omaso, abomaso, ceco e colón descendente. Cada compartimento foi pesado cheio e vazio para determinação do peso do conteúdo, imediatamente foi o conteúdo destes compartimentos foi amostrado, armazenado em potes plásticos e congelado a -10°C , para posterior análise de MS, cinzas, FDN, itérbio e cromo, como descrito previamente. Foram separados os depósitos de gordura (omental, mesentérica, perirenal, abdominal) e pesados individualmente.

Cálculo da taxa de passagem

As taxas de passagem dos diferentes compartimentos do trato digestório dos animais abatidos foram estimadas de acordo com os procedimentos descritos por Faichney (1980), usando a equação [1]:

$$kp = \frac{I}{Q} \quad \text{Eq. [1]}$$

$Kp(\text{h}^{-1})$ = taxa fracional de passagem do compartimento

$I (\text{g h}^{-1})$ = taxa de administração dos indicadores

Q = quantidade de indicador presente no compartimento, calculado como:

$$Q (\text{g}) = C \times A$$

$C (g^{-1})$ = representa a concentração de indicadores na matéria seca da digesta

$A (g)$ = quantidade de MS total da digesta.

Análise Estatística

Os dados de consumo alimentar, conteúdo no trato digestório, taxa de passagem, peso corporal e quantidade de gordura, foram analisados considerando delineamento em blocos casualizados, em esquema fatorial 3x3x2, analisados como modelos mistos com efeitos fixos de raça (1 grau de liberdade, GL), período de gestação (2 GL), nível de restrição (2 GL), e suas interações e o erro aleatório utilizando o procedimento MIXED do SAS (versão 9.2). Em todas as análises, quando significativas as médias para os dias de gestação ou nas interações com os outros fatores do modelo, foram comparadas usando a opção DIFF do PROC MIXED. Quando necessário o efeito de dias de gestação foram decompostos pela opção SLICE do SAS. A significância foi declarada à $P \leq 0,05$.

Resultados

A Tabela 2 apresenta o efeito da raça, restrição alimentar e dias de prenhez sobre a taxa de passagem da fase sólida e líquida do retículo-rúmen. Como esperado, a média da taxa de passagem da taxa (kp) de diluição ruminal foi maior que a kp da fase sólida nas duas raças. A raça Alpina apresentou maior ($P < 0,05$) taxa de passagem da fase sólida no rúmen. A restrição alimentar afetou a taxa de diluição no rúmen. Houve interação de raça, restrição alimentar e dias de prenhez na taxa de passagem da fase sólida no rúmen (Figura 1A, 1B).

Tabela 2. Efeito da raça, restrição alimentar e dias de gestação sobre a taxa de passagem (kp. /h) do retículo-rúmen em cabras Saanen e Alpina submetidas a restrição alimentar ao longo da gestação.

		Kp-Rúmen(/h) ¹	
		Cr-EDTA	Itérbio
Raça (R)	Alpina	0,079±0,009	0,045±0,005 ^a
	Saanen	0,099±0,009	0,027±0,005 ^b
<i>P</i>		0,17	0,03
Dias (D)	80	0,067±0,011	0,031±0,006
	110	0,093±0,011	0,038±0,006
	140	0,106±0,012	0,04±0,006
<i>P</i>		0,1	0,58
Tipo de Restrição ² (Rt)	SR	0,113±0,011 ^a	0,032±0,005
	RM	0,079±0,012 ^b	0,043±0,006
	RS	0,075±0,009 ^b	0,034±0,005
<i>P</i>		0,05	0,47
Interação			
R*D		0,14	0,77
R*Rt		0,30	0,45
D*Rt		0,22	0,51
R*D*Rt		0,34	0,03

¹Média ± EPM(erro padrão da média);²SR=ad libitum; RM=restrição moderada; RS=restrição severa;Cr-EDTA (Cromo-EDTA. Taxa de diluição); ^{ab}Médias na coluna com letra minúscula diferente diferem estatisticamente (P≤0.05)

A Tabela 3 apresenta o efeito da raça, restrição alimentar e dias de prenhez sobre a taxa de passagem da fase sólida e líquida do omaso. A média da kp de diluição do omaso foi maior que a kp da fase sólida nas duas raças. A raça Alpina apresentou maior (P<0,05) kp da fase sólida. Não houve efeito dos dias de prenhez sobre a taxa de passagem. A restrição alimentar afetou a taxa de passagem da fase sólida no omaso. Houve interação de raça, restrição alimentar e dias de prenhez na taxa de passagem da fase sólida do omaso (Figura 1C e 1D).

Tabela 3. Efeito da raça, restrição alimentar e dias de gestação sobre a taxa de passagem (kp. /h) do omaso em cabras Saanen e Alpina submetidas a restrição alimentar ao longo da gestação.

		Kp-Omaso (/h)	
		Cr-EDTA	Itérbio
Raça (R)	Alpina	2,62±0,28	0,84±0,079 ^a
	Saanen	1,08±0,29	0,31±0,07 ^b
<i>P</i>		0,11	0,0005
Dias (D)	80	1,39±0,34	0,54±0,08
	110	1,73±0,36	0,71±0,10
	140	2,43±0,36	0,48±0,10
<i>P</i>		0,66	0,27
Tipo de Restrição ² (Rt)	SR	1,51±0,32	0,29±0,09 ^c
	RM	2,18±0,39	0,81±0,11 ^a
	RS	1,87±0,35	0,62±0,08 ^b
<i>P</i>		0,58	0,01
Interação			
R*D		0,74	0,10
R*Rt		0,57	0,02
D*Rt		0,88	0,15
R*D*Rt		0,83	0,01

¹ Média ± EPM(erro padrão da média);²SR=ad libitum; RM=restrição moderada; RS=restrição severa; cromo-EDTA (Cr-EDTA. Taxa de diluição); ^{ab} Médias na coluna com letra minúscula diferente diferem estatisticamente ($P \leq 0.05$)

A Tabela 4 apresenta a taxa de passagem da fase sólida do ceco. Foi observada diferença significativa na taxa de passagem da fase sólida na raça Saanen quando comparada com a raça Alpina. Foi observado efeito dos dias de prenhez e da restrição alimentar na taxa de passagem da fase sólida deste compartimento. Além disso, houve interação de raça, restrição alimentar e dos dias de prenhez na taxa de passagem da fase sólida (Figura 1E e 1F).

Table 4. Efeito da raça, restrição alimentar e dias de gestação sobre a taxa de passagem (kp. /h) do ceco em cabras Saanen e Alpina submetidas a restrição alimentar ao longo da gestação.

		Itérbio ¹
Raça (R)	Alpina	0,43±0,03
	Saanen	0,64±0,03
<i>P</i>		0,0021
Dias (D)	80	0,58±0,04
	110	0,33±0,04
	140	0,7±0,04
<i>P</i>		0,0005
Tipo de Restrição ² (Rt)	SR	0,46±0,04
	RM	0,83±0,05
	RS	0,31±0,04
<i>P</i>		0,0001
Interação		
R*D		0,0001
R*Rt		0,0002
D*Rt		0,0001
R*D*Rt		0,0001

¹Média ± EPM(erro padrão da média); ²SR=ad libitum; RM=restricção moderada; RS=restricção severa; ^{ab}Médias na coluna com letra minúscula diferente diferem estatisticamente ($P \leq 0.05$)

Nas duas raças estudadas, houve efeito de restrição alimentar sobre a taxa de passagem no rúmen e omaso sendo maior ($P < 0,05$) aos 110 dias de prenhez (Figura 1A a 1D). Cabras Alpina submetidas a restrição moderada apresentaram maior taxa de passagem ruminal quando comparada com as cabras sem restrição alimentar ou com restrição severa (Figura 1A a 1C). No ceco, a restrição alimentar afetou a taxa de passagem nas duas raças com o avanço dos dias da gestação (Figura 1E a 1F).

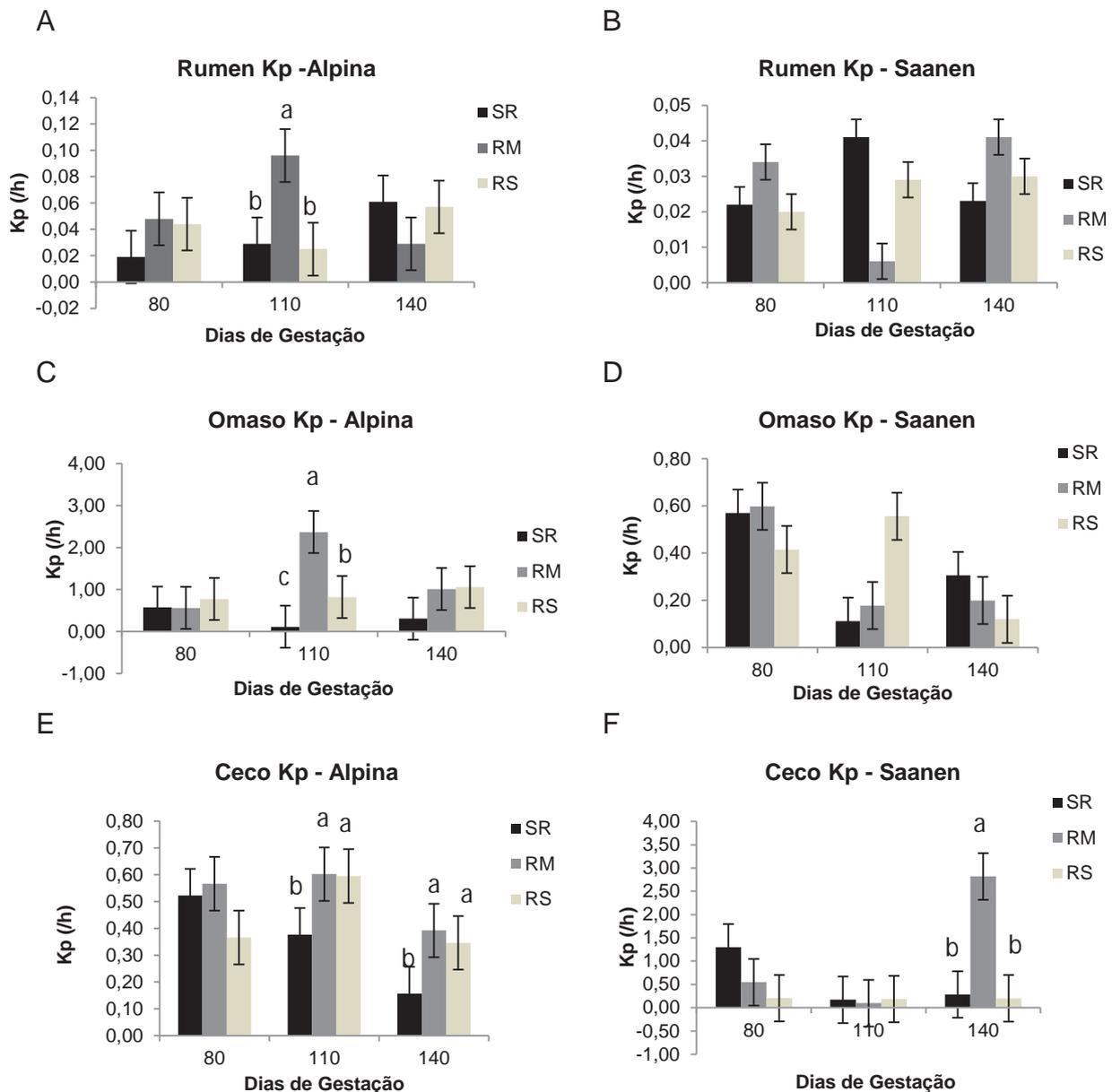


Figura 1A-1F. Taxa de passagem da fase sólida no rúmen, omaso, ceco em cabras Alpina e Saanen alimentadas ad libitum ou com restrição alimentar durante a prenhez. SR=ad libitum; RM=restrição moderada; RS=restrição severa. SR^a e RS^b diferem estatisticamente entre animais sem e com restrição alimentar.

Na Tabela 5 e 6 observa-se o consumo de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB) e de fibra em detergente neutro (FDN) das duas raças, submetidas ou não a restrição alimentar. Não foi observada interação tripla significativa (raça, restrição alimentar, dias de prenhez) no consumo alimentar. O consumo diário de MS por peso metabólico ($\text{g/kg}^{0.75}$) diminuiu ($P < 0,05$) com o

aumento dos dias de prenhez. Houve tendência ($P=0.06$) de raça no consumo médio de MS proporcional ao peso metabólico ($\text{g/kg}^{0.75}$), sendo maior para raça Alpina quando comparada com a raça Saanen.

Tabela 5. Consumo de matéria seca (MS) e matéria orgânica em cabras Saanen e Alpina submetidas à restrição alimentar ao longo da gestação.

		Consumo de MS ¹		
		g/d	$\text{g/kg}^{0.75}$ /d	(%) PC
Raça	Alpina	847±61,5	42±2,89	1,35±0,09
	Saanen	786±64,4	34±3,01	1,26±0,10
<i>P</i>		0,5039	0,0631	0,5039
Dias de prenhez	80	936±76,2	45±3,61	1,50±0,12
	110	823±74,9	36±3,50	1,32±0,12
	140	690±80,2	32±3,74	1,10±0,12
<i>P</i>		0,1231	0,0578	0,1231
Tipo de restrição ²	SR	1024±65,2 ^a	46±3,87 ^a	1,64±0,10 ^a
	RM	830±67,8 ^b	39±2,87 ^b	1,33±0,10 ^b
	RS	596±67,8 ^c	28±2,87 ^c	0,95±0,10 ^c
<i>P</i>		0,0003	0,0001	0,0003
		Consumo de Matéria Orgânica		
Raça	Alpina	803±62,3	36±2,80	1,28±0,09
	Saanen	753±65,2	34±2,93	1,20±0,10
<i>P</i>		0,5915	0,5915	0,5915
Dias de prenhez	80	880±77,3	40±3,48	1,41±0,12
	110	791±75,8	36±3,41	1,26±0,12
	140	663±81,1	30±3,65	1,06±0,13
<i>P</i>		0,1926	0,1926	0,1926
Tipo de restrição	SR	984±64,9 ^a	44±2,92 ^a	1,57±0,10 ^a
	RM	796±67,3 ^b	36±3,03 ^b	1,27±0,10 ^b
	RS	554±67,4 ^c	25±3,03 ^c	0,88±0,10 ^c
<i>P</i>		0,0002	0,0002	0,0002

¹ Média ± EPM(erro padrão da média); ²SR=ad libitum; RM=restrição moderada; RS=restrição severa; PC=peso corporal; ^{ab} Médias na coluna com letra minúscula diferente diferem estatisticamente ($P \leq 0.05$)

Tabela 6. Consumo de proteína bruta (PB) e fibra em detergente neutro (FDN) em cabras Saanen e Alpina submetidas a restrição alimentar ao longo da gestação.

		Consumo de PB ¹		
		g/d	g/kg ^{0.75} /d	(%) PC
Raça	Alpina	88±7,52	4±0,33	0,14±0,01
	Saanen	84±7,93	4±0,35	0,13±0,01
<i>P</i>		0,695	0,695	0,695
Dias de prenhez	80	101±9,21	5±0,41	0,16±0,01
	110	84±9,21	4±0,41	0,13±0,01
	140	73±9,95	3±0,44	0,11±0,01
<i>P</i>		0,1393	0,1393	0,1393
Tipo de restrição	SR	105±9,18 ^a	5±0,41a	0,16±0,01 ^a
	RM	85±9,55 ^a	4±0,43a	0,13±0,01 ^a
	RS	67±9,55 ^b	3±0,43b	0,10±0,01 ^b
<i>P</i>		0,0334	0,0334	0,0334
		Consumo de FDN ¹		
		g/d	g/kg ^{0.75} /d	(%) PC
Raça	Alpina	367±28,3	16±1,27	0,58±0,04
	Saanen	355±29,7	16±1,33	0,56±0,04
<i>P</i>		0,7665	0,7665	0,7665
Dias de prenhez	80	424±34,9	19±1,57	0,68±0,05
	110	358±34,5	16±1,55	0,57±0,05
	140	301±37,1	13±1,66	0,48±0,05
<i>P</i>		0,0889	0,0889	0,0889
Tipo de restrição	SR	445±31,3 ^a	20±1,40 ^a	0,71±0,05 ^a
	RM	360±32,5 ^b	16±1,46 ^b	0,57±0,05 ^b
	RS	279±32,5 ^c	12±1,46 ^c	0,44±0,05 ^c
<i>P</i>		0,0031	0,0031	0,0031

¹ Média ± EPM(erro padrão da média); ²SR=ad libitum; RM=restrição moderada; RS=restrição severa; PC=peso corporal; ^{ab} Médias na coluna com letra minúscula diferente diferem estatisticamente (P≤0.05)

A Tabela 7 apresenta o efeito da raça, da restrição alimentar e dos dias de prenhez sobre o peso da digesta da massa e da MS no rúmen e no ceco. Não houve efeito significativo de raça sobre a massa e quantidade de MS nos dois compartimentos. No ceco e no rúmen observou-se decréscimo da massa e MS da digesta com o aumento dos dias da prenhez. A restrição alimentar não teve efeito nos pesos da digesta nos dois compartimentos.

Tabela 7. Peso (g) da massa e da MS no rúmen e no ceco em cabras Saanen e Alpina submetidas a restrição alimentar ao longo da gestação.

		Rúmen (g)	
		Massa	MS
Raça	Alpina	4634±375	570±57,68
	Saanen	5173±398	652±63,18
<i>P</i>		0,3444	0,3519
Dias de prenhez	80	6322±452 ^a	761±73,42 ^a
	110	5297±462 ^a	683±73,42 ^a
	140	3090±506 ^b	390±75,43 ^b
<i>P</i>		0,0016	0,0102
Tipo de restrição	SR	4594±381	553±75,43
	RM	5115±433	752±84,77
	RS	5000±357	528±62,39
<i>P</i>		0,5513	0,11
		Ceco(g)	
		Massa	MS
Raça	Alpina	266±32,82	33±3,40
	Saanen	281±34,09	37±3,54
<i>P</i>		0,6245	0,3836
Dias de prenhez	80	350±39,73 ^a	48±4,11 ^a
	110	317±40,44 ^a	39±4,11 ^a
	140	155±42,73 ^b	18±4,51 ^b
<i>P</i>		0,002	0,0011
Tipo de restrição	SR	246±40,55	36±4,11
	RM	280±43,12	35±4,75
	RS	294±17,43	33±3,83
<i>P</i>		0,4951	0,7716

¹ Média ± EPM(erro padrão da média);²SR=ad libitum; RM=restrição moderada; RS=restrição severa; ^{ab} Médias na coluna com letra minúscula diferente diferem estatisticamente (P≤0.05)

A Tabela 8 apresenta o efeito da raça, restrição alimentar e dias de prenhez sobre o peso corporal e quantidade de gordura perirenal, mesentérica, omental e abdominal. A raça Saanen apresentou maior peso corporal e quantidade de gordura perirenal, mesentérica, omental e abdominal. O peso corporal foi maior aos 110 dias de prenhez. Não houve efeito de dias de prenhez na quantidade de gordura. Como esperado a restrição alimentar afetou a quantidade de gordura abdominal e perirenal.

Houve interação de dias de prenhez e restrição alimentar no peso corporal e na gordura abdominal. Cabras com restrição severa e moderada apresentaram maior peso corporal aos 110 dias de prenhez. A gordura abdominal foi maior em cabras não submetidas a restrição alimentar, com decréscimo desta a medida que avançou a gestação. Efeito contrário foi observado para cabras submetidas a restrição alimentar, aumentando a quantidade de gordura a medida que aumentaram os dias de gestação.

Tabela 8. Peso corporal(kg) peso da gordura perirenal, mesentérica, omental e abdominal em cabras Saanen e Alpina submetidas a restrição alimentar ao longo da gestação.

		PC	Gordura(g)			
			Perirenal	Mesentérica	Omental	Abdominal
Raça	Alpina	53±1,76 ^b	1134±163,79 ^b	1407±134,65 ^b	2412±309,84 ^b	330±56,85 ^b
	Saanen	65±1,79 ^a	1844±170,52 ^a	2070±136,87 ^a	4152±316,16 ^a	518±54,14 ^a
<i>P</i>		0,0003	0,0102	0,0042	0,0017	0,034
Dias de prenhez	80	55±2,15 ^b	1365±203,59	1684±164,15	3133±381,26	387±76,14
	110	64±2,03 ^a	1499±203,41	2010±165,07	3954±377,7	447±64,13
	140	59±2,35 ^{ab}	1604±207,28	1522±169,57	2759±391,00	436±64,13
<i>P</i>		0,0253	0,7179	0,1478	0,1163	0,8212
Tipo de restrição (Rt)	SR	62±2,65	1812±159,42 ^a	1783±150,68	3678±325,47	584±56,41 ^a
	RM	60±1,58	1231±175,33 ^b	1894±160,60	3147±347,19	292±55,62 ^b
	RS	56±1,52	1423±175,33 ^b	1538±160,14	3021±345,36	395±57,29 ^b
<i>P</i>		0,0097	0,0277	0,2748	0,2968	0,0023
Interação						
R*D		0,0803	0,8421	0,6703	0,2147	0,2289
R*Rt		0,2227	0,0097	0,1536	0,208	0,0259
D*Rt		0,0212	0,2678	0,5227	0,289	0,0005
R*D*Rt		0,0967	0,2088	0,5758	0,6643	0,8471

¹ Média ± EPM(erro padrão da média); ²SR=ad libitum; RM=restrição moderada; RS=restrição severa; ^{ab} Médias na coluna com letra minúscula diferente diferem estatisticamente (P≤0.05)

Discussão

Neste estudo foi estimada a taxa de passagem da fase sólida e a taxa de diluição em cabras submetidas ou não a restrição alimentar ao longo da prenhez. A

estimativa da taxa de passagem da fase sólida variou com a raça analisada. Cabras da raça Saanen apresentaram valores de taxa de passagem entre 0,03 a 0,10/h. Em geral, os caprinos, devido a serem classificados como espécie selecionadora intermediária, tendem a terem taxa de passagem maior ($k_p > 0,04$) que bovinos e ovinos, os quais são classificados como pastejadores (VAN SOEST, 1991). Isto pode explicar os elevados valores de taxa de passagem em cabras Alpina. Clauss & Lechner Doll (2001), relatam que ruminantes selecionadores intermediários não retêm partículas por períodos prolongados como sucede em pastejadores. Nós especulamos que o baixo valor de taxa de passagem observado na raça Saanen pode ser devido a diferenças na atividade mastigatória desta raça comparada com a raça Alpina. De fato, estudos em ovelhas com diferentes raças mostrou relação entre a atividade mastigatória e a taxa de passagem (ULYATT et al., 1986). No entanto, futuros estudos avaliando a relação da atividade mastigatória sobre a taxa de passagem em cabras gestantes de diferentes raças são necessários para esclarecer esta hipótese.

Neste estudo foi observada interação tripla de raça, restrição alimentar e dias de gestação sobre a taxa de passagem da fase sólida no rúmen e no omaso. Cabras da raça Alpina apresentaram maior taxa de passagem aos 110 dias gestação quando submetidas a restrição moderada, diferente do comportamento observado na raça Saanen. A gestação é um estado fisiológico que impõe demandas nutricionais diferentes, no primeiro estágio da prenhez, as exigências nutricionais estão orientadas ao desenvolvimento do útero (ROBINSON et al., 1978), no entanto entre os 90 a 145 dias a demanda energética aumenta devido ao crescimento exponencial do feto (REDMER, 2004). Possivelmente, cabras da raça Alpina sofrem maior estresse nutricional aos 110 dias de gestação e quando submetidas a restrição moderada. Assim quando ocorre aumento da demanda nutricional, estes animais desenvolvem diferentes mecanismos de adaptação para suprir a demanda nutricional e garantir o desenvolvimento da placenta e do feto. Um mecanismo de adaptação pode ser o aumento da taxa de passagem da fase sólida. De fato, sob condições de restrição alimentar, ocorrem mudanças físicas, no comportamento alimentar e no sistema endócrino. Cooper et al., (1994) observaram

em ovelhas, que o estado fisiológico pode influenciar a seleção da dieta para suprir as exigências nutricionais do feto e da fêmea gestante.

Nós inferimos que a diferença observada na taxa de passagem associada à raça pode ser efeito da diferença no peso corporal e portanto poderia estar associado ao tamanho do trato gastrintestinal e da quantidade de reservas no tecido adiposo. Robbins et al. (1995), relatou que diferenças em animais com maior trato digestório, os quais apresentaram maior tempo de retenção da digesta, que pode explicar a menor taxa de passagem observada na raça Saanen e maior quantidade de gordura e portanto maior reserva de energia corporal. Assim é possível que nesta raça essas reservas de energia auxiliaram em reduzir o estresse ocasionado pela restrição alimentar explicando a menor taxa de passagem.

O decréscimo na quantidade de MS ingerida devido a restrição alimentar ocasionou a menor taxa de diluição no rúmen, achado que coincide com o observado por Huhtanen e Kukkonen (1994) e Dias et al. (2011). No entanto, este efeito não foi observado no omaso, possivelmente por este ser o compartimento onde ocorre absorção de água. Este comportamento foi independente da raça ou dos dias de gestação.

Nós não observamos relação entre a taxa de passagem da fase sólida e da taxa de diluição no rúmen, contrário à hipótese proposta pelo modelo mecânico e dinâmico proposto por Seo et al. (2007, 2009). Esses autores sugerem que o fluxo das partículas é igual ao fluxo dos líquidos, baseados na fisiologia do rúmen e no fluxo coordenado nas contrações reticulares primárias. Neste trabalho, não foi possível explicar esse comportamento com o referido modelo, possivelmente devido ao fato que a taxa de passagem em cabras gestantes não depende unicamente da dinâmica ruminal. Assim, modificações fisiológicas e hormonais podem ter efeito importante nas diferenças encontradas na taxa de passagem ao longo da prenhez. Futuros estudos para esclarecer esta hipótese são necessários.

Neste estudo, foi observado que a medida que aumentam os dias de gestação o consumo de matéria seca por peso metabólico diminui. Este efeito pode estar associado à compressão ruminal pelo aumento em tamanho dos fetos no último terço da gestação (FORBES, 1970, 1986; HANKS et al., 1993). Consequentemente, o peso da digesta no rúmen e no ceco decresce com o avanço

da prenhez. Além disso, o nível de ingestão não afetou a taxa de passagem ruminal, o que pode ser atribuído as características da dieta ingerida pelos animais, que foi de alta qualidade, baixo conteúdo de fibra e alta densidade energética. Esses atributos da dieta não promoveram repleção ruminal o que não ocasionou efeito na taxa de passagem. A ausência de repleção ruminal é confirmada pelo baixo nível de ingestão de fibra, abaixo de 1,2% do peso corporal proposto por (MERTENS, 1994).

A taxa de passagem de sólidos no ceco foi maior (0,30 a 0,80) que a reportada pela literatura em outras espécies quando usado o método de abate (mensuração direta, DE VEGA et al, 1998) ou pela curva de excreção fecal de marcadores (OKINE & MATHISON,1991; LALLIS E PONCET 1990). Esta divergência poderia ser associada ao fato desses estudos serem realizados em outras espécies (ovinos e bovinos) e em animais não gestantes.

Os resultados da estimativa da taxa de passagem obtidos neste estudo são considerados acurados, devido a que foi usada a técnica de mensuração direta em animais abatidos. Por outro lado, são poucos os estudos usando esta técnica devido ao seu alto custo e por ser laboriosa, razão pela qual neste estudo foram usadas um número reduzido de repetições por tratamento. O estudo da taxa de passagem em cabras gestantes no rúmen e em outros compartimentos do trato digestório pode auxiliar nas lacunas existentes no conhecimento na nutrição. Adicionalmente, esta informação pode ser usada para corrigir as equações que predizem a taxa de passagem em caprinos, usadas nos sistemas de formulação de ração

Conclusões

A taxa de passagem dos sólidos em cabras gestantes varia de 0,03 a 0,10/h.

Cabras Alpina com restrição moderada alteram a taxa de passagem dos sólidos no segundo terço da prenhez.

O consumo por peso metabólico em cabras gestantes decresce com o avanço da gestação.

Referências

AOAC..**Official methods of analysis of the Association of official Agricultural Chemists.** Washington D.C. 1996.

CLAUSS, M. AND M. LECHNER-DOLL. Differences in selective reticulo-ruminal particle retention as a key factor in ruminant diversification. **Oecologia**, Berlin, v.129, n.3, p.321-327, 2001.

COLUCCI, P.E.; MACLEOD, G.K.; GROVUM, W.L. et al. Digesta kinetics in sheep and cattle fed diets with different forage to concentrate ratios at high and low intakes. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.73, n.8, p.2143-2156, 1990.

COOPER, S.D.B.; KYRIAZAKIS, I.; OLDHAM, J.D. The effect of late pregnancy on the diet selections made by ewes. **Livestock Production Science**, v.40, p.263-275, 1994.

CRONJE, P.B. **Ruminant physiology: digestion, metabolism, growth and reproduction.** New York, CABI Publishing, 2000, cap. 2, p. 1-6.

DIAS, R. S., H. O. PATINO, S. LOPEZ, E. PRATES, K. C. SWANSON, AND J. FRANCE. Relationships between chewing behavior, digestibility, and digesta passage kinetics in steers fed oat hay at restricted and ad libitum intakes. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 89, n.6, p.1873-1880, 2011.

DOWNES, A.M. & McDONALD, I.W. Chromium-51 complex of ethylenediamine tetraacetic acid as soluble rumen marker. **British Journal of Nutrition**, Cambridge, n.1, v.18, p.153-157, 1964.

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 and Science Technology**, Amsterdam, v.73, n. 1, p.21-28, 1998.

FAICHNEY , G. J. Measurement in sheep of the quantity and composition of rumen digesta and of the fractional outflow rates of digesta constituents. Australian. **Journal of Agricultural Research**, Lahore, v.31, n. 7, p.1129-1137, 1980.

FORBES, J. M. The effect of sex hormones, pregnancy and lactation on digestion, metabolism and voluntary intake. In: Miligan, L.P.; Grovum, W.L.; Dobson, A. (Eds) **Control of Digestion and Metabolism in ruminants**. P420-435. Reston Publishin, Reston, V.A. 1986.

FORBES, J. M. voluntary food intake of pregnant ewes. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.31, p. 1222-1227, 1970.

HANKS, D. R., M. B. JUDKINS, B. A. MCCRACKEN, D. W. HOLCOMBE, L. J. KRYSL, AND K. K. PARK. Effects of pregnancy on digesta kinetics and ruminal fermentation in beef-cows. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 71, n.10, p.2809-2814, 1993.

HUHTANEN, P. AND U. KUKKONEN. Comparison of methods, markers, sampling sites and models for estimating digesta passage kinetics in cattle fed at 2 levels of intake. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 52, n.1-2, P.141-158, 1995.

LALLIS, J.P. & PONCET, J.P. Rate of passage of digesta during and after Weaning in calves fed concentrate diets containing pea or soya-bean meal. **Livestock Production Science**, Amsterdam, v.24, p. 333-345, 1990.

MERTENS, D.R. Regulation of forage intake. In: GEORGE, C.; FAHEY, G.C. Jr. (Ed) **Forage quality, evaluation, and utilization**. Madison: American Society of Agronomy, p.450-493. 1994.

NRC. **Nutrient Requirements of Small Ruminants: Sheep, Goats, Cervids and New World Camelids**. National Academy Press. Washington, 2007. 384p.

OKINE, E. K. AND G. W. MATHISON. Effects of feed-intake on particle distribution, passage of digesta, and extent of digestion in the gastrointestinal-tract of cattle. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 69, n.8, p.3435-3445, 1991.

OKINE, E. K., G. W. MATHISON, M. KASKE, J. J. KENNELLY, AND R. J. CHRISTOPHERSON. Current understanding of the role of the reticulum and reticulo-omasal orifice in the control of digesta passage from the ruminoreticulum of sheep and cattle. **Canadian Journal of Animal Science**, Ottawa, v. 78, n.1, p.15-21, 1998.

REDMER, D.A.; WALLACE, J.M.; REYNOLDS, L.P. Effect of nutrient intake during pregnancy on fetal and placental growth and vascular development. **Domestic Animal Endocrinology**, Amsterdam, v. 27, p.199–217, 2004.

ROBBINS, C.T.; SPALINGER, D.E.; VAN HOVEN, W. Adaptation of ruminants to browse and grass diets: are anatomical-based browser-grazer interpretations valid?. **Oecologia**, Berlin, v.103, p.208-213, 1995.

ROBINSON, J.J.; McDONALD, I. McHATTIE, I.; PENNIE, K. Studies on reproduction in prolific ewes. Sequential changes in the maternal body during pregnancy. **Journal of Agricultural Science**, Cambridge, v.91, p. 291-304, 1978.

SEO, S., LANZAS, C.; TEDESCHI L. O.; FOX, D. G. Development of a mechanistic model to represent the dynamics of liquid flow out of the rumen and to predict the rate of passage of liquid in dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 90, n.2, p.840-855, 2007.

SEO, S., LANZAS, C.; TEDESCHI L. O.; FOX, D. G. Development of a mechanistic model to represent the dynamics of particle flow out of the rumen and to predict rate

of passage of forage particles in dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.92, n.8, p.3981-4000, 2009.

SILANIKOVE, N.; TAGARI, H.; SHKOLNIK, A.. A comparison of rate of passage, fermentation rate and efficiency of digestion of high fiber diet in the desert Bedouin goats as compared to Swiss Saanen goats. **Small Ruminant. Research**. Amsterdam, v. 14, n.1, p.45–60, 1993.

SYMONDS, M. E. & CLARKE, L. Influence of thyroid hormones and temperature on adipose tissue development and lung maturation. **Proceedings of the Nutrition Society**. v.55, p.567-575,1996.

ULYATT, M.J.; WAGHORN, G.C.; REID, J.A.; MONRO, C.S. Effect of intake and feeding frequency on feeding behavior and quantitative aspects of digestion in sheep fed chaffed Lucerne hay. **Journal of Agricultural Science**. Cambridge, v.102, n.4, p.645-657, 1986.

VAN SOEST, P.J.;ROBERTSON, J.B.; LEWIS, B.A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.74, n.10, p.3583-3597, 1991.

VARGA, G. A. AND E. C. PRIGGE. Influence of forage species and level of intake on ruminal turnover Rates. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 55, n.6, p.1498-1504, 1982.

VEGA, A. de; GASA, J.; CASTRILLO, C.; GUADA, J.A. Passage through the rumen and the large intestine of sheep estimated from faecal marker excretion curves and slaughter trials. **British Journal of Nutrition**, Cambridge, v.80, n.3, p.381-389, 1998.

VEGA, A. de ; POPPI, D. P. Extent of digestion and rumen condition as factors affecting passage of liquid and digesta particles in sheep. **Journal of Agricultural Science**, Cambridge, v.128, n.2, p.207-215, 1997.