

**Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária  
Embrapa Caprinos e Ovinos  
Ministério da Agricultura, Pecuária e  
Abastecimento**

# **Documentos 110**

*On line*

## **Avanços e Perspectivas Futuras da Pesquisa em Nutrição de Pequenos Ruminantes**

---

*Diego Barcelos Galvani*

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

**Embrapa Caprinos e Ovinos**

Endereço: Estrada Sobral/Groaíras, Km 04 - Caixa Postal 145

CEP: 62010-970 - Sobral-CE

Fone: (0xx88) 3112-7400 - Fax: (0xx88) 3112-7455

Home page: [www.cnpc.embrapa.br](http://www.cnpc.embrapa.br)

Sac: [www.cnpc.embrapa.br/formulariosac.php](http://www.cnpc.embrapa.br/formulariosac.php)

**Comitê de Publicações da Unidade**

**Presidente:** Francisco Selmo Fernandes Alves

**Secretário-Executivo:** Diones Oliveira Santos

**Membros:** Alexandre César Silva Marinho, Carlos José Mendes Vasconcelos, Maíra Vergne Dias, Manoel Everardo Pereira Mendes, Tânia Maria Chaves Campelo, Juliana Evangelista da Silva Rocha, Hellen Cristina Guerreiro de Almeida, Viviane de Souza (Suplente) e Alexandre Weick Uchoa Monteiro (Suplente).

**Supervisor editorial:** Alexandre César Silva Marinho

**Revisor de texto:** Carlos José Mendes Vasconcelos

**Normalização bibliográfica:** Tânia Maria Chaves Campelo

**Editoração eletrônica:** Comitê de Publicação

**1ª edição on line (2013)**

**Todos os direitos reservados**

A reprodução não-autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei n 9.610).

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
Embrapa Caprinos e Ovinos**

---

Galvani, Diego Barcelos .

Avanços e perspectivas futuras da pesquisa em nutrição de pequenos ruminantes por Diego Barcelos Galvani. — Dados eletrônicos. — Sobral : Embrapa Caprinos e Ovinos, 2013.

38 p. : il. — (Documentos / Embrapa Caprinos e Ovinos, ISSN 1676-7659 ; 110).

Sistema requerido: Adobe Acrobat Reader.

Modo de acesso: <<http://www.cnpc.embrapa.br/publicacoes/>>.

Título da página da Web (acesso em 22 dez. 2013).

1. Caprino – Nutrição. 2. Ovino – Nutrição. 3. Pequenos ruminantes – Nutrição.  
I. Nutrição animal. I. Embrapa Caprinos e Ovinos. I. Título. II. Série.

---

CDD 636.30852 (21. ed.)

© Embrapa 2013

# **Autoria**

**Diego Barcelos Galvani**

Zootecnista, D. Sc., Pesquisador da Embrapa  
Caprinos e Ovinos. Fazenda Três Lagoas, Estrada  
Sobral/ Groaíras, Km 04, Caixa Postal 145, CEP-  
62010-970, Sobral/CE.

E-mail: [diego.galvani@embrapa.br](mailto:diego.galvani@embrapa.br)

# Apresentação

A produção de pequenos ruminantes no Brasil tem sofrido alterações nas últimas décadas, com modificação na distribuição espacial dos rebanhos e surgimento de grupos organizados de produtores visando o aumento da regularidade da oferta de produtos com qualidades específicas, cada vez mais exigidas pelo mercado consumidor. Os esforços de grande número de instituições nacionais associados ao empreendedorismo dos produtores vêm garantindo desenvolvimento tecnológico constante nos sistemas de produção animal e nas demais etapas da cadeia produtiva.

Todavia, a dinâmica dos sistemas de produção, que engloba as interações entre as diferentes áreas do conhecimento, e destas com o mercado, determinam a necessidade da busca por novas tecnologias que viabilizem a manutenção de sistemas produtivos socialmente, economicamente e ambientalmente sustentáveis.

Dentre os vários componentes dos sistemas de produção, a alimentação é particularmente importante, uma vez que a alimentação representa a maior parcela dos custos nos sistemas de produção de ruminantes e, portanto, está diretamente relacionada com a sustentabilidade econômica da atividade.

O minucioso entendimento dos processos de digestão e absorção, e o uso de novas técnicas de avaliação de alimentos, permite incrementar a eficiência de utilização dos nutrientes, reduzindo a eliminação destes no meio ambiente. Nesse sentido, resultados de pesquisa evidenciam que a ineficiência dos sistemas de produção animal não está baseada apenas na escassez de alimentos, mas sim no incorreto atendimento das demandas nutricionais dos animais.

O presente trabalho reúne informações sobre o conhecimento gerado em nutrição de pequenos ruminantes, com foco nas linhas de pesquisa adotadas pela Embrapa Caprinos e Ovinos, com intuito de orientar o direcionamento das pesquisas nessa área.

**Evandro Vasconcelos Holanda Júnior**  
Chefe-Geral da Embrapa Caprinos e Ovinos

# Sumário

<b>Introdução .....</b>	<b>09</b>
<b>Aspectos Gerais do Processo Digestivo em Animais Ruminantes .....</b>	<b>10</b>
<b>Sistema de Produção e Avaliação do Uso de Alimentos Alternativos na Nutrição de Pequenos Ruminantes .....</b>	<b>13</b>
<b>Interdisciplinaridade na Pesquisa com Pequenos Ruminantes .....</b>	<b>16</b>
Nutrição x Qualidade dos Produtos Caprinos e Ovinos (Carne e Leite) .....	16
Interação Nutrição x Reprodução .....	19
Interação Nutrição x Sanidade .....	21
<b>Avaliação das Exigências Nutricionais de Pequenos Ruminantes .....</b>	<b>24</b>
<b>Considerações Finais .....</b>	<b>27</b>
<b>Referências .....</b>	<b>28</b>

# Avanços e Perspectivas Futuras da Pesquisa em Nutrição de Pequenos Ruminantes

---

*Diego Barcelos Galvani*

## Introdução

A evolução dos sistemas de produção de ruminantes observada nas últimas décadas, possibilitou considerável melhoria da produtividade e da qualidade do produto ofertado aos consumidores. O melhoramento genético, o controle sanitário mais eficiente, o desenvolvimento das modernas técnicas reprodutivas, a adequação das condições de ambiente e o avanço do conhecimento na área de nutrição foram, de forma conjunta e interativa, os principais fatores responsáveis pelo desenvolvimento da agropecuária mundial.

Na área de nutrição, particularmente, o entendimento do processo de digestão e absorção, aliado ao desenvolvimento de novas técnicas de avaliação de alimentos, permite, nos dias de hoje, a potencialização da utilização dos nutrientes, reduzindo a sua eliminação no meio ambiente. Grande parte da tecnologia gerada, contudo, não é acessada pelos produtores de pequenos ruminantes ou, em alguns casos, não é economicamente viável para eles, o que evidencia a necessidade de adequação dos sistemas adotados e/ou busca de alternativas alimentares de custo mais acessível. Ironicamente, a evolução acelerada do conhecimento científico torna ainda mais desafiadora a busca por tecnologias sustentáveis e economicamente viáveis.

Assim, este trabalho tem por objetivo reunir e avaliar o conhecimento gerado em nutrição de pequenos ruminantes, com foco nas linhas de pesquisa adotadas pela Embrapa Caprinos e Ovinos, de forma a fornecer subsídios para o direcionamento destas às lacunas existentes.

## **Aspectos Gerais do Processo Digestivo em Animais Ruminantes**

Dentre as espécies de animais herbívoros, os ruminantes destacam-se por sua capacidade de obter energia a partir de alimentos fibrosos, e sintetizar proteína a partir de fontes de nitrogênio não proteico (NNP). Essas características estão relacionadas à presença, na cavidade abdominal desses animais, de órgãos pré-estomacais onde os alimentos ingeridos são submetidos a um processo fermentativo anaeróbico. Os ruminantes, contudo, assim como as demais espécies de mamíferos, não são capazes de produzir enzimas com atividade hidrolítica sobre a celulose e demais carboidratos fibrosos. Tal função é exercida por um universo bastante complexo de microrganismos que habitam os compartimentos pré-estomacais, coexistindo em relação simbiótica com o animal hospedeiro. Dessa forma, o entendimento dos processos de fermentação microbiana no rúmen e seus efeitos sobre a oferta de nutrientes para o animal são fundamentais para o desenvolvimento de sistemas mais eficientes de formulação de rações, com vistas ao aumento da produtividade e redução dos custos com alimentação.

A população microbiana presente no rúmen-retículo é extremamente diversificada, sendo constituída, principalmente, por bactérias, protozoários e fungos. Todavia, como em condições normais, as bactérias constituem a maior parte da massa microbiana ruminal, sendo também mais ativas durante os processos de fermentação, elas têm recebido maior atenção por parte de microbiologistas e nutricionistas. Em comparação à população bacteriana, pouco ainda é conhecido acerca do metabolismo de protozoários e fungos.



A extensão e a concentração dos produtos finais da fermentação no rúmen são extremamente dependentes do tipo de microrganismo presente e de sua atividade no ambiente ruminal. Embora nosso entendimento do metabolismo microbiano seja dificultado por um conjunto de interações interespecíficas (sejam elas de competição, onde diferentes espécies competem por um mesmo substrato; sejam de interdependência, em que o produto da degradação ou do metabolismo de uma espécie bacteriana é utilizado por outra), de forma geral, as espécies bacterianas podem ser agrupadas em função de sua estratégia nutricional ou de características fermentativas comuns.

A degradação dos alimentos no rúmen inicia-se após a aderência bacteriana à partícula de alimento. Essa etapa é fundamental para o processo de digestão, pois coloca o substrato em contato com os compostos enzimáticos associados à parede celular bacteriana. Associadas às partículas de alimentos, as bactérias fermentadoras de carboidratos fibrosos iniciam a degradação da celulose e da hemicelulose, ao passo que as bactérias fermentadoras de carboidratos não-fibrosos iniciam a degradação do amido e dos açúcares solúveis disponíveis. Por sua vez, as bactérias proteolíticas iniciam a degradação da fração degradável da proteína, enquanto as bactérias lipolíticas iniciam a hidrólise dos triacilgliceróis e galactolipídios, as duas principais formas lipídicas disponíveis nas dietas de ruminantes. Moléculas contendo uma, duas ou, eventualmente, até três unidades monoméricas resultantes da hidrólise extracelular dos diferentes substratos podem, então, ser transportadas para o interior da célula bacteriana para ser metabolizadas.

No interior da célula bacteriana, a maior parte dos monossacarídeos entra na rota glicolítica e é fermentado a piruvato, o intermediário comum do catabolismo dos açúcares pelas bactérias fermentadoras de carboidratos (fibrosos e não-fibrosos). A partir do piruvato, diferentes rotas podem ser utilizadas para formação dos diferentes produtos finais da fermentação, sendo o acetato, o propionato e o butirato os mais importantes. Esses produtos são conhecidos como ácidos graxos voláteis (AGV) ou ácidos graxos de cadeia curta (AGCC). Em

algumas situações, quantidades significativas de lactato também podem ser encontradas. Já os peptídeos e aminoácidos originados da degradação proteica quando transportados ao interior da célula microbiana podem ser incorporados a ela ou desaminados. Os  $\alpha$ -cetoácidos resultantes da desaminação podem, então, ser fermentados até AGV ou excretados da célula para o fluido ruminal. A amônia, por sua vez, pode ser utilizada para síntese de novos aminoácidos na célula microbiana ou excretada para o fluido, ficando disponível às demais bacterianas. A capacidade bacteriana de utilizar amônia para síntese de suas proteínas celulares permite, portanto, que fontes de nitrogênio não proteico, como a ureia, por exemplo, sejam incluídas na dieta de animais ruminantes. Todavia, a síntese de proteína microbiana no rúmen depende, entre outros fatores, da disponibilidade de energia e da sincronização das taxas de degradação de carboidratos e proteínas no rúmen.

Com relação aos lipídios dietéticos, no rúmen eles são extensivamente hidrolisados por lípases associadas à parede celular bacteriana, liberando, dentre outros componentes, glicerol, galactose e ácidos graxos. Após a hidrólise, glicerol e galactose são absorvidos e prontamente metabolizados pelos microrganismos, resultando na produção de AGV. Os ácidos graxos livres, em sua maioria insaturados (acima de 70%), são por sua vez submetidos a um processo de biohidrogenação e fluem para o abomaso como ácidos graxos saturados livres. Devido a essa característica fermentativa, a relação entre ácidos graxos saturados e insaturados da gordura armazenada no tecido adiposo dos animais ruminantes é mais alta que nos monogástricos. Além disso, durante a fermentação, diversos intermediários da biohidrogenação podem fluir do rúmen ao abomaso, sem que o processo tenha sido concluído. Entre eles, o ácido linoleico conjugado (CLA) tem recebido especial atenção por parte de pesquisadores e nutricionistas, como será discutido a seguir.

A digestão pós-ruminal da digesta nos animais ruminantes é bastante semelhante à digestão estomacal/intestinal que ocorre nos animais monogástricos, com apenas pequenas particularidades que não serão abordadas aqui.

## **Sistemas de Produção e Avaliação do Uso de Alimentos Alternativos na Nutrição de Pequenos Ruminantes**

Mundialmente, a produção de ovinos e caprinos tem as pastagens como base alimentar dos rebanhos. Nessas condições, todavia, a disponibilidade sazonal de alimento, em termos quantitativos e qualitativos, constitui-se na principal limitação para o desenvolvimento pecuário. Com isso, a suplementação alimentar dos animais nas épocas de escassez de alimentos é imprescindível para obtenção de bons índices produtivos. Contudo, a utilização de recursos alimentares tradicionais, como o milho e o farelo de soja, por exemplo, muitas vezes torna-se um fator limitante, por um lado, pelo elevado custo de aquisição desses produtos, e, por outro, pelo teórico conflito competitivo gerado com a disponibilidade de alimentos para alimentação humana.

Dessa forma, nas últimas décadas diversas pesquisas foram desenvolvidas com intuito de avaliar o uso de fontes alimentares alternativas, que poderiam contribuir para redução da sazonalidade na oferta de alimentos para os animais, bem como dos custos de produção. Neste sentido, tem sido demonstrado que algumas espécies arbustivas com maior tolerância à seca (ARGÔLO et al., 2010; BEN SALEM et al., 2010; COSTA et al., 2010; DURMIC et al., 2010; MEKOYA et al., 2009;), sementes e cascas de oleaginosas (ALCALDE et al., 2009; SANTOS et al., 2008; ZAMBOM et al., 2008), e outros subprodutos agroindustriais (LOUSADA JÚNIOR et al., 2005; OLIVEIRA et al., 2010; SILVA et al., 2008; SILVA et al., 2010; TOSTO et al., 2008) podem ser utilizados com sucesso na alimentação de pequenos ruminantes, preservando a saúde dos animais, os índices produtivos e a qualidade dos produtos.

Entre as principais alternativas avaliadas, destaca-se a casca de soja, com a qual mais de 20 trabalhos foram conduzidos na última década; grande parte deles avaliando a possibilidade de seu uso em substituição ao milho (ALCALDE et al., 2009; SANTOS et al., 2008), e, mais

recentemente, em substituição à fração volumosa em dietas com alta proporção de concentrado (ARAÚJO et al., 2008; MENDES et al., 2010). Em todos eles tem sido evidenciada a viabilidade técnica e econômica de sua inclusão na dieta de ovinos e caprinos em diferentes estágios fisiológicos/produtivos. De forma semelhante, muitos estudos têm caracterizado a polpa cítrica como uma excelente alternativa ao uso de milho nas dietas. Assim como ocorre com a casca de soja em função de seu elevado teor de fibra em detergente neutro (FDN) digestível, a polpa cítrica, devido ao seu alto teor de pectina, quanto substitui o grão de milho na dieta tem o potencial de manter a estabilidade do pH do fluido ruminal, prevenindo a acidificação exacerbada deste pelo acúmulo de lactato e os consequentes prejuízos ao processo digestivo (DUSKOVÁ; MAROUNEK, 2001).

Na última década, porém, outros subprodutos têm instigado diversos grupos de pesquisa a avaliar sua viabilidade para uso na alimentação animal, com destaque para os subprodutos das agroindústrias frutífera e de extração de óleos, o que, de certa forma, é fortalecido pela necessidade de mitigação do descarte de seus resíduos no meio ambiente. Sobretudo na região Nordeste do Brasil, bons resultados têm sido encontrados com a inclusão de subprodutos do processamento de frutas, como o abacaxi, a manga, a acerola, a goiaba, o maracujá, o melão, o caju e a uva, entre outras (CORREIA et al., 2006; LOUSADA JUNIOR et al., 2005; TOSTO et al., 2008). Nesta linha, há, inclusive, iniciativas da Embrapa Caprinos e Ovinos enfatizando a possibilidade de inclusão desse tipo de subproduto na dieta de caprinos e ovinos, sem prejuízos ao desempenho animal e às características dos produtos (VASCONCELOS et al., 2002). Além disso, espécies forrageiras adaptadas a regiões áridas e semiáridas, como aquelas do gênero *Atriplex* (BEN SALEM et al., 2010), a maniçoba (*Manihot glaziovii*; ARAÚJO et al., 2009) e a palma forrageira (*Opuntia ficus-indica*; COSTA et al., 2010), têm sido extensivamente avaliadas. Esta última, particularmente, foi alvo de cerca de 15 dissertações/teses nos programas de pós-graduação das Universidades Federais do Ceará (UFC), Paraíba (UFPB) e Pernambuco (UFRPE), e Estadual do Vale do Acaraú (UVA),

com a contribuição de alguns Centros de Pesquisa da Embrapa. Nesses trabalhos, evidencia-se a preocupação com a geração de tecnologia para correção de deficiências nutricionais da palma forrageira, tais como seus baixos teores de fibra e proteína bruta.

De forma complementar, alguns grupos de pesquisa têm dedicado esforços no sentido de viabilizar a utilização de subprodutos potencialmente aproveitáveis para alimentação animal, porém providos de compostos secundários (ex.: taninos, oxalatos, saponinas e alcaloides) capazes de restringir a disponibilidade de nutrientes e/ou provocarem intoxicações (PAPANASTASIS et al. 2008). Neste contexto, destacam-se os projetos desenvolvidos na Embrapa Caprinos e Ovinos com objetivo de desenvolver e validar tecnologias para destoxificação da torta e do farelo de mamona, um subproduto com potencial para substituição do farelo de soja, e cujos promissores avanços têm, inclusive, resultado na geração de patentes.

Ressalta-se, entretanto, que, com poucas exceções, a quantidade de trabalhos produzidos avaliando essas fontes é ainda bastante reduzida, o que impossibilita a recomendação delas para utilização nas dietas de forma adequada. Além disso, para alguns subprodutos, é notável a repetição de trabalhos acerca de um mesmo problema específico (ex.: digestibilidade da dieta), o que pouco contribui para a evolução do conhecimento existente. Esses fatos evidenciam a necessidade de integração entre os grupos de pesquisa da área, de forma que ações focadas nas lacunas existentes possam, de fato, gerar conhecimento e tecnologias aplicáveis à evolução da cadeia produtiva de pequenos ruminantes. Neste sentido, são escassos os trabalhos avaliando a resposta animal à suplementação com subprodutos em sistemas de pastejo, embora este seja o sistema predominante no Brasil para produção de pequenos ruminantes. Da mesma forma, são poucos os trabalhos destinados à estimativa da economicidade da inclusão de subprodutos nas dietas, além de não haver preocupação com uma caracterização química mais aprofundada dos alimentos disponíveis, o que causa certo atraso e dissonância em relação ao aperfeiçoamento

dos sistemas nutricionais, os quais passaram a considerar as diferentes frações dos alimentos não mais como entidades químicas isoladas, mas sim como frações heterogêneas capazes de interagir entre si através de distintos processos metabólicos. Atualmente, o conhecimento detalhado das distintas frações que compõem os alimentos, sobretudo no tocante a suas características fermentativas, é peça fundamental para a adequação correta das dietas, visando incrementar o aporte de nutrientes aos animais e a eficiência de uso destes (FOX et al., 2004) e, portanto, deve ser considerado experimentalmente.

## **Interdisciplinaridade na Pesquisa com Pequenos Ruminantes**

### ***Nutrição × Qualidade dos Produtos Caprinos e Ovinos (Carne e Leite)***

Há décadas, a qualidade dos produtos obtidos das espécies domésticas de interesse comercial tem sido caracterizada por aspectos relacionados às suas propriedades organolépticas e nutricionais. Assim, por muitos anos a nutrição animal foi utilizada como ferramenta para redução do conteúdo de gordura da carne e aumento do teor de proteína e gordura (em função da produção de derivados) do leite. Nas espécies de animais ruminantes, particularmente, esses objetivos foram, tradicionalmente, alcançados pelo ajuste da taxa de ganho e pela manipulação dietética do padrão de fermentação ruminal. Atualmente, contudo, além dos teores de proteína e gordura, a produção de alimentos que possuam alguma característica nutracêutica, ou seja, que apresentem características benéficas à saúde humana, tem despertado grande interesse. Dessa forma, no contexto da produção animal, especial atenção tem sido destinada ao incremento do conteúdo de ácido linoleico conjugado (CLA) na carne e no leite dos animais (ROCHE et al., 2001).

O CLA consiste em uma mistura de isômeros posicionais e geométricos do ácido linoleico (C18:2 *cis*-9 *cis*-12), produzidos durante a fer-

mentação ruminal, e que tem como característica comum a ausência de um radical metil entre as duas duplas ligações da cadeia hidrocarbonada. Diversos isômeros, com diferentes posições e configurações das duplas ligações, têm sido identificados (LUNA et al., 2005). Entre eles, o isômero C18:2 *cis*-9 *trans*-11 predomina na gordura dos ruminantes, mas outros isômeros (*trans*-10 *cis*-12, *trans*-9 *trans*-11 e *trans*-10 *trans*-12) também podem aparecer em menores concentrações (BAUMAN; GRIINARI, 2001). Esses compostos têm sido relacionados à prevenção de doenças cardiovasculares, à inibição da lipogênese e à melhoria das funções imunes, além de possuírem atividade anticarcinogênica (WILLIAMS, 2000). Os mecanismos de ação do CLA no organismo, embora não estejam completamente elucidados, parecem estar relacionados à síntese de compostos mediadores dos processos inflamatórios e da expressão gênica (ROCHE et al., 2001). O isômero C18:2 *trans*-10 *cis*-12, embora associado à redução da síntese de gordura na glândula mamária de animais em lactação (BAUMGARD et al., 2000) é, ainda, o principal responsável pela modulação da deposição de gordura no tecido adiposo (ROCHE et al., 2001) e parece potencializar o efeito anticarcinogênico do isômero C18:2 *cis*-9 *trans*-11 (IP et al., 1999).

O processo de biohidrogenação ruminal dos ácidos graxos dietéticos é um processo conhecido há bastante tempo (MATTOS; PALMQUIST, 1977). Contudo, avanços obtidos nas últimas duas décadas contribuíram para o seu melhor entendimento (HARVATINE et al., 2009; LOURENÇO et al., 2010; RIBEIRO et al., 2007), o que tem permitido a manipulação da dieta focada na alteração do perfil de ácidos graxos dos produtos. Vários fatores podem influenciar a biohidrogenação ruminal e, conseqüentemente, a composição dos ácidos graxos que serão depositados no tecido adiposo ou secretados no leite. O aumento da quantidade de concentrado na dieta, por exemplo, leva à diminuição da biohidrogenação devido à queda do pH ruminal e diminuição da lipólise no rúmen (VAN NEVEL; DEMEYER, 1996). Dessa forma, o conteúdo de CLA nos produtos parece ser mais pronunciado em animais que consomem maior quantidade de alimentos volumosos

(SANTOS-SILVA et al., 2002). Além disso, a inclusão de óleos vegetais ricos em ácido linoleico na dieta dos animais tem demonstrado ser uma alternativa interessante, uma vez que aumenta a quantidade de substrato disponível para a biohidrogenação (GÓMEZ-CORTÉS et al., 2008). Em função disso, este tem sido foco de diversos estudos na última década, inclusive com a participação de diferentes Centros da Embrapa (FERNANDES et al., 2008). Essa prática, todavia, em função do custo para aquisição do óleo vegetal, pode muitas vezes ter sua adoção prejudicada por parte dos produtores. Neste sentido, o uso de resíduos da agroindústria de extração de óleo, sobretudo tortas oriundas de procedimentos de prensagem, caracteriza-se como uma alternativa promissora e altamente sustentável, ainda carente de estudos.

Ao final da década de 90, entretanto, a confirmação experimental da síntese endógena de CLA pela dessaturação do ácido vacênico (C18:1 *trans*-11), mediada pela enzima estearoil-CoA dessaturase ou  $\Delta$ -9 dessaturase, presente na glândula mamária e no tecido adiposo, evidenciou a necessidade de reavaliação dos conceitos gerados até então. Em um experimento clássico, Griinari et al. (2000) estimaram que 64% do CLA presente no leite de bovinos são de origem endógena e, portanto, fatores que interfiram na atividade da  $\Delta$ -9 dessaturase são determinantes da concentração de CLA no produto. Yang et al. (1999), por exemplo, demonstraram que a atividade de  $\Delta$ -9 dessaturase no tecido adiposo de bovinos foi 55% menor em animais alimentados com dieta contendo caroço de algodão, sugerindo que esse fato possa estar associado à presença de ácidos graxos ciclopropenoides naquele ingrediente. Também Singh et al. (2004) observaram redução da atividade de  $\Delta$ -9 dessaturase na glândula mamária de ratas, pelo maior fluxo de ácidos graxos polinsaturados nesta, quando os animais foram alimentados com dietas contendo óleo de oliva ou açafrão.

Ainda nesse sentido, tem sido observado que outros fatores dietéticos podem interferir na concentração de CLA na carne e no leite, por interferência na dinâmica da biohidrogenação ruminal. Vasta et al. (2007) sugeriram que a presença de taninos condensados (TC) na dieta



prejudica a atividade microbiana no rúmen, reduzindo o fluxo de ácido vacênico (C18:1 *trans*-11) para os tecidos periféricos e, conseqüentemente, reduz a deposição de CLA neles. Considerando que grande parte das espécies forrageiras nativas apresenta moderado teor de TC (CRUZ et al., 2007), assim como alguns subprodutos (ex., caju), ressalta-se a importância de considerar este fator em futuros estudos.

Além do CLA, outros ácidos graxos podem ser benéficos à saúde humana, como os ácidos graxos monoinsaturados e os polinsaturados  $\omega 6$  e  $\omega 3$ . Contudo, estudos acerca dos benefícios destes quando presentes na dieta humana ainda apresentam resultados, muitas vezes, inconclusivos (ERKKILÄ et al., 2008). Portanto, iniciativas multidisciplinares como aquela apresentada pela Embrapa Caprinos e Ovinos que avaliou o efeito da inclusão de óleos vegetais na dieta de cabras leiteiras sobre o perfil de ácidos graxos do leite produzido, e os seus potenciais benefícios quando incluído na dieta de crianças (FISBERG et al., 2010), devem ser estimuladas.

### ***Interação Nutrição x Reprodução***

A estreita relação existente entre nutrição e a eficiência reprodutiva dos animais domésticos foi foco de inúmeros trabalhos nas últimas duas décadas. Neles, classicamente assume-se que, a médio e longo prazo, variações no crescimento e variações do peso corporal são mediadores dos efeitos da nutrição sobre a reprodução. Além disso, o aporte de nutrientes para o atendimento de funções específicas, como os processos de maturação folicular, ovulação, fertilização, sobrevivência embrionária e estabelecimento da gestação, assim como manutenção das concentrações circulantes de hormônios e outros metabólitos requeridos para o sucesso desses processos, são determinantes para o bom desempenho reprodutivo dos animais (ROBINSON et al., 2006).

As principais deficiências nutricionais relacionadas ao mau desempenho das funções reprodutivas, em longo prazo, são aquelas de ordem mineral. Ingestão insuficiente de P, Cu, I, Mn, Mo, Se e Zn pode resultar em supressão do estro, baixas taxas de concepção, subdesenvolvi-

mento e má formação fetal (NATIONAL RESEARCH COUNCIL, 2007). Também deficiências vitamínicas podem causar irregularidades do ciclo estral (B12) e aumento da incidência de anormalidades espermáticas nos machos (vitamina A). A subnutrição que resulta em mobilização de reservas e decréscimo da condição corporal dos animais, contudo, responde pela diminuição da capacidade reprodutiva dos animais no curto prazo. Restrições durante a fase de crescimento podem causar redução permanente na prolificidade de animais adultos (RHIND et al., 1998). Neles, por sua vez, altas concentrações plasmáticas de ácidos graxos não esterificados, que no organismo animal resultam da mobilização dos depósitos de gordura em condições de deficiência energética, prejudicam o desenvolvimento embrionário e as funções do corpo lúteo (JORRITSMA et al., 2004).

Em algumas situações, todavia, o excesso de nutrientes também pode prejudicar o desempenho reprodutivo dos animais. Embora em condições normais a qualidade do oócito e o desenvolvimento embrionário sejam beneficiados por elevados níveis nutricionais, em animais submetidos à superovulação os efeitos podem ser opostos (ROBINSON et al., 2006). Além disso, há evidências de que o excesso de proteína degradável na dieta, com conseqüente aumento da concentração plasmática e folicular de amônia, é prejudicial ao desenvolvimento e à sobrevivência embrionária (ROOKE et al., 2004), sobretudo quando os animais não são adaptados a essa condição (DAWUDA et al., 2002). Entretanto, em estudo realizado com cabras, com a participação da Embrapa Caprinos e Ovinos, observou-se não haver alteração do comportamento reprodutivo dos animais pela adição de até 2,2% de ureia na dieta (AMORIM et al., 2007).

Em termos práticos, o *flushing* é uma das mais importantes técnicas nutricionais adotadas nas espécies ovina e caprina com fins reprodutivos. O aumento da oferta de nutrientes aos animais, tradicionalmente adotado entre 10 e 15 dias antes do início da estação reprodutiva, resulta em elevação das taxas de ovulação e concepção. Todavia, o exato mecanismo de ação envolvido no sucesso da prática

não é totalmente conhecido. Pesquisas recentes demonstraram que os efeitos benéficos do *flushing* são obtidos em um curto período, entre o 4º e o 8º dia antes da ovulação, coincidindo com o período de emergência da onda folicular ovulatória (ROBINSON et al., 2006). Ainda não há, contudo, consenso sobre um nutriente específico responsável pelo desencadeamento do processo, embora o nível de energia da dieta esteja, quase sempre, no centro da questão. Nesse sentido, em um interessante estudo com animais portadores do gene Booroola foi identificado maior benefício do *flushing* quando o suplemento fornecido aos animais foi composto por amido não degradável. Curiosamente, o mesmo resultado não foi identificado em animais não-portadores do gene (LANDAU et al., 1995). Assim, a identificação dos nutrientes realmente envolvidos nos mecanismos do *flushing* é ainda uma lacuna a ser preenchida experimentalmente.

Outros tipos de suplementos também têm recebido grande atenção de pesquisadores da área de reprodução animal. A adição de óleos vegetais contendo ácidos graxos polinsaturados na dieta, por exemplo, pode reduzir a liberação de prostaglandina (PGF<sub>2α</sub>), favorecendo a sobrevivência embrionária. Contudo, ainda são poucos os estudos avaliando óleos vegetais de diferentes fontes. Da mesma forma, os efeitos da nutrição intrauterina sobre a redução da idade à puberdade e na fertilidade durante a vida adulta, algumas vezes referenciada como programação fetal, despertam considerável interesse. Resultados preliminares deste tipo de estudo demonstram grandes benefícios, tanto para fêmeas quanto para machos (ROBINSON et al., 2006). Não existem no Brasil, atualmente, estudos com pequenos ruminantes nesta área.

### ***Interação Nutrição x Sanidade***

Por todo o mundo, as infecções por helmintos em pequenos ruminantes são responsáveis por prejuízos da ordem de milhões de dólares anualmente, decorrentes de atrasos no crescimento e concomitantes reduções da fertilidade e da produção de carne, lã e leite. Sob certas circunstâncias, as infecções parasitárias podem acarretar, ainda,

elevação da mortalidade ou, mais comumente, da morbidade dos animais.

O nematódeo abomasal *Haemonchus contortus* é o principal endoparasita a acometer ovinos e caprinos. Hematófago, o parasita provoca anemia nos animais, redução da ingestão de alimento e desordens relacionadas à digestão, absorção e utilização dos nutrientes, além de causar impacto sobre as exigências nutricionais dos animais. Embora seus impactos sobre este último fator não estejam ainda totalmente estabelecidos, sabe-se que o parasitismo aumenta a demanda por aminoácidos para modulação da resposta imune e para recomposição dos tecidos do trato digestivo (NATIONAL RESEARCH COUNCIL, 2007). Assim, numerosos estudos têm suportado a hipótese de que um maior aporte de proteína metabolizável para animais com infecções subclínicas contribui para elevação da resiliência e da resistência destes aos parasitas. Adicionalmente, a resposta à suplementação parece ser maior quando a fonte proteica possui baixa degradabilidade ruminal (COOP; KYRIAZAKIS, 1999).

De qualquer forma, a administração de anti-helmínticos é ainda a principal forma de controle de endoparasitoses, respondendo por grande parte dos custos de produção de pequenos ruminantes. Contudo, em decorrência do insuficiente repasse de tecnologia ou mesmo de informações adequadas referentes à frequência de tratamento e à utilização correta das drogas antiparasitárias, o desenvolvimento de resistência parasitária contra a maioria dos princípios ativos disponíveis trouxe à tona a necessidade de considerar um controle parasitário efetivo dentro de um contexto sustentável. Assim, nas últimas décadas foram geradas alternativas com objetivo central de diminuir o uso de anti-helmínticos, e que, em segundo plano, também poderiam contribuir para redução da concentração de drogas no meio ambiente e nos produtos de origem animal. O método FAMACHA de tratamento antiparasitário seletivo (VANWYK et al., 1997) é uma das alternativas mais bem sucedidas e vem sendo aplicado com sucesso em diversos países. Também o uso de fungos predatórios, como o *Duddingtonia*

*flagrans*, capazes de reduzir a viabilidade de ovos e larvas nas fezes dos animais sob condições adequadas, surgiu como uma alternativa promissora, mas a falta de consistência nos resultados experimentais desestimulou a sua adoção. Neste contexto, o uso de compostos bioativos de plantas capazes de afetar o desenvolvimento parasitário em diferentes estágios de seu ciclo de vida, é visto atualmente como potencial alternativa ao uso de anti-helmínticos (JACKSON et al., 2009; ROCHFORT et al., 2008; VALDERRÁBANO et al., 2010).

Atividade parasiticida tem sido documentada para um grande número de espécies vegetais. Embora para a maioria delas o composto bioativo ainda não seja identificado (ROCHFORT et al., 2008), a atividade biológica dos taninos apresenta resultados importantes, em alguns casos convincentes, em diversos estudos. Na maioria destes, prevalece o uso de espécies leguminosas ricas em taninos condensados, e o principal efeito relatado tem sido a redução da excreção fecal de ovos (HOSTE et al., 2006). Contudo, em alguns casos, a comparação de espécies vegetais para redução da carga parasitária dos animais torna difícil identificar se o avanço da resposta fisiológica dos animais é decorrente da melhoria das condições nutricionais dos animais ou de algum composto específico presente na dieta. Assim, duas hipóteses foram formuladas para explicar o efeito dos taninos contra parasitas gastrintestinais em ruminantes. A primeira delas indica que os taninos atuam indiretamente, uma vez que, por possuírem a capacidade de ligar-se às proteínas dietéticas protegendo-as da degradação no rúmen, poderiam aumentar o fluxo de proteína indegradável para o duodeno, favorecendo a resiliência e a resistência dos animais como discutido anteriormente. Já a segunda hipótese, baseada em experimentos *in vitro* e em experimentos *in vivo* de curta duração, aponta que os taninos podem apresentar efeito direto sobre os endoparasitas. Embora o exato mecanismo de ação dos taninos não esteja estabelecido, ele também parece estar relacionado à associação tanino-proteína, especialmente porque a cutícula da maioria das espécies de nematódeos é uma estrutura rica em prolina e hidroxiprolina. Essa hipótese é suportada por experimentos *in vitro* onde a adição de polietilenoglicol (PEG),

um composto capaz de inibir a ligação tanino-proteína, elimina os efeitos do tanino sobre o desenvolvimento de larvas em estágio infectante (HOSTE et al., 2006).

Diversos aspectos, contudo, evidenciam a necessidade de um maior número de pesquisas nessa área. Molan et al. (2003), por exemplo, observaram que em diferentes amostras de taninos, a proporção entre prodelfinidinas (PD) e procianidinas (PC) é fator determinante da modulação de sua atividade anti-helmíntica, sendo que uma maior relação PD:PC traduz-se em maior atividade biológica. Assim, abrem-se margens para avaliação de diferentes espécies vegetais presentes na vegetação nativa da caatinga brasileira, ricos em taninos. Além disso, alguns subprodutos com alto teor de taninos, como o resíduo do processamento do caju, já avaliado pela Embrapa Caprinos e Ovinos para inclusão na dieta dos animais, pode ser uma boa alternativa para o controle parasitário sustentável. Há, contudo, necessidade de estabelecimento de um nível ótimo de inclusão desses alimentos na dieta dos animais, uma vez que, como visto anteriormente, elevados níveis de tanino podem afetar o processo de biohidrogenação no rúmen com prejuízos à qualidade nutricional dos produtos (VASTA et al., 2007).

## **Avaliação das Exigências Nutricionais de Pequenos Ruminantes**

A eficiência produtiva e econômica dos sistemas de produção animal dependem, em grande parte, do uso de medidas racionais de manejo, sobretudo no tocante à nutrição dos animais, uma vez que a alimentação representa uma fração significativa dos custos de produção. Nesse sentido, o correto balanceamento das dietas possui grande importância, sendo necessário para isso o acurado conhecimento das exigências nutricionais dos animais, assim como da composição bromatológica e da disponibilidade de nutrientes nos distintos alimentos.

Em relação às espécies ovina e caprina, a intensificação dos sistemas produtivos observada nos últimos anos tem estimulado a realização de

inúmeros trabalhos visando gerar tecnologias que permitam otimizar a resposta animal frente a diferentes alternativas alimentares. Todavia, muito pouco tem sido estudado acerca das exigências nutricionais de ovinos e caprinos nas condições, sendo raros os estudos sobre a eficiência de utilização dos nutrientes absorvidos. Como consequência, no Brasil, ainda hoje, as dietas para pequenos ruminantes são balanceadas com base nas recomendações de Sistemas nutricionais internacionais, principalmente norte-americanos e ingleses, o que resulta, muitas vezes, em desbalanço nutricional e/ou subdesempenho animal.

Os poucos trabalhos realizados com intuito de estabelecer as exigências nutricionais de pequenos ruminantes no Brasil iniciaram-se na década de 90 e, de fato, têm demonstrado que as exigências dos animais nas condições brasileiras diferem daquelas preconizadas internacionalmente (ALVES et al., 2008; GALVANI et al., 2008; GONZAGA NETO et al., 2005). Esses resultados têm sido relacionados, em parte, a variações nas condições de ambiente e alimentação e, sobretudo, aos diferentes tipos raciais utilizados nos diferentes países, o que afeta o padrão de crescimento e de deposição de nutrientes no corpo dos animais. Há no Brasil, contudo, um atraso significativo em relação aos sistemas nutricionais estrangeiros, o que denota a necessidade de realização de um esforço conjunto para estabelecer fatores de correção de ajuste dos modelos existentes, de forma a adequá-los aos sistemas de produção brasileiros. Estudos recentes têm sugerido que grande parte da inacurácia dos sistemas estrangeiros em predizer a produção de ovinos nas condições brasileiras está relacionada a diferenças na predição das exigências energéticas de manutenção dos animais (GALVANI et al., 2008). Tal predição tem sido feita pelos sistemas nutricionais estrangeiros mais modernos com base no gasto energético em jejum, acrescido de fatores de ajuste para idade, sexo, temperatura ambiente, nível de consumo, atividade física e síntese de ureia (CANNAS et al., 2004; NATIONAL RESEARCH COUNCIL, 2007).

A maioria desses fatores, todavia, foram determinados em experimentos com bovinos de corte e extrapolados para a espécie ovina. Para o

fator sexo, por exemplo, sugeriu-se que a exigência de manutenção de animais machos inteiros é 15% superior àquela de fêmeas e machos castrados (AGRICULTURAL RESEARCH COUNCIL, 1980), mas esses valores não foram confirmados experimentalmente com ovinos. Também os ajustes associados à termorregulação foram baseados em estudos com bovinos (YOUNG, 1975) e estão relacionados ao incremento do gasto energético somente sob condições de baixas temperaturas, não se adequando às condições tropicais. O consumo de alimento parece ser outro fator a afetar o gasto de energia de forma marcante. No entanto, embora compilações de dados tenham sugerido que a utilização de oxigênio pelo sistema visceral tende a aumentar linearmente com o aumento do consumo de alimento e, por isso, um fator de ajuste seja adotado pelos sistemas estrangeiros, não foi encontrado na literatura nenhum estudo delineado especificamente para avaliar e quantificar este efeito e seu uso parece inapropriado (GALVANI et al., 2008).

De forma semelhante, o gasto de energia associado à síntese de ureia parece apresentar certo viés. Baseado na observação de que o consumo excessivo de proteína tende a diminuir a eficiência do uso da energia metabolizável pelos animais, alguns sistemas nutricionais têm descontado da oferta de energia pelo alimento aquela fração associada à síntese hepática de ureia (CANNAS et al., 2004). De fato, a síntese de ureia demanda energia equivalente a 4 ATPs/mol de ureia sintetizada. No entanto, o Ciclo da ureia resulta também na formação de uma molécula de fumarato que, por sua vez, pode resultar na produção de 3 moléculas de ATP no ciclo de Krebs. Desse modo, o custo energético líquido da síntese de ureia equivaleria a somente 1 ATP. Essa hipótese, contudo, precisa ser comprovada. O consumo de nutrientes também tem sido caracterizado como grande desafio à pesquisa nacional (CARVALHO et al., 2007), pela inadequação dos modelos estrangeiros em fazer sua predição (GALVANI et al., 2008; TEIXEIRA et al., 2011).

A necessidade de investimento nesta linha de pesquisa foi advertida no ano de 2007 durante a 44<sup>a</sup> Reunião Anual da Sociedade Brasileira de



Zootecnia, realizada em Jaboticabal – SP. Na ocasião, foi discutida a possibilidade de formação de uma rede nacional para estudo das exigências nutricionais de pequenos ruminantes de maneira mais consistente, com objetivos bem delineados. Todavia, desde então pouca evolução foi observada para a efetiva formação da rede e esforços neste sentido ainda são feitos de forma isolada, o que pouco contribui para o preenchimento das lacunas existentes de forma eficiente. Obviamente, a geração de um sistema nutricional brasileiro para pequenos ruminantes, com grau de sofisticação semelhante aos internacionais, não depende apenas de estudos voltados à determinação das exigências dos animais. Concomitantemente, há necessidade de um melhor entendimento dos padrões fermentativos dos diferentes alimentos disponíveis para fornecimento aos animais, sobretudo subprodutos, o que permitirá a geração de um banco de dados sólido. Além disso, considerando que a maior parte do rebanho nacional é mantida em sistemas de pastejo, faz-se necessário o estabelecimento de metodologias acuradas para estimativa do consumo dos animais e da composição da dieta ingerida.

## **Considerações Finais**

A obtenção de bons índices produtivos e a maximização da rentabilidade nos sistemas de produção de ruminantes depende, necessariamente, da correta aplicação das tecnologias disponíveis e do gerenciamento dos meios de produção. Nesse sentido, a nutrição animal torna-se peça chave do processo, uma vez que representa fração significativa dos custos de produção. Não há dúvidas de que a pesquisa agropecuária brasileira e a Embrapa, como participante ativa desta, têm contribuído de forma marcante para a evolução da atividade pecuária no País nas últimas décadas. Contudo, a demanda por novas tecnologias, aliada à crescente disponibilidade de recursos para atividades de pesquisa contribuem, de certa forma, para uma evolução desordenada do processo como um todo, o que é evidenciado pela grande quantidade de trabalhos existentes em determinadas áreas, em detrimento de outras de igual importância. Assim, o estabelecimento

de redes nacionais de pesquisa que possam dialogar e traçar metas para o atendimento das reais demandas tecnológicas da sociedade permitirá o avanço progressivo do conhecimento e uma melhor alocação dos recursos disponíveis.

## Referências

ALCALDE, C. R.; ZAMBOM, M. A.; PASSIANOTO, G. de O.; LIMA, L. S. de; ZEOULA, L.M.; HASHIMOTO, J.H. Valor nutritivo de rações contendo casca do grão de soja em substituição ao milho moído para cabritos Saanen. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 38, n. 11, p. 2198-2203, nov., 2009. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rbz/v38n11/a19v3811.pdf>>. Acesso em: 10 jun. 2013.

AGRICULTURAL RESEARCH COUNCIL – ARC. **The nutrient requirements of ruminant livestock**. Slough: Commonwealth Agricultural Bureaux, 1980. 351 p.

ALVES, K. S.; CARVALHO, F. F. R. de; BATISTA, A. M. V.; VÉRAS, A. S. C.; MATTOS, C.W.; MEDEIROS, A. N. de; VASCONCELOS, R. M. J. de. Composição corporal e exigências de energia para ganho de peso de caprinos Moxotó em crescimento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 37, n.10, p.1853-1859, 2008. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbz/v37n10/20.pdf>>. Acesso em: 10 jun. 2013.

AMORIM, L. S.; TORRES, C. A. A.; AMORIM, E. A. M.; FONSECA, J. F. da; SOUZA, E. D.; SIQUEIRA, L. G. B.; BRUSCHI, J. H.; RODRIGUES, M. T.; WALKER, D. J. Sincronização do estro de cabras alimentadas com uréia na dieta. **Acta Scientiae Veterinariae**, Porto Alegre, v. 35, p. s1016, 2007. Suplemento 3. Edição dos anais da 21o. Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Tecnologia de Embriões - SBTE, Salvador, 2007. Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/52225/1/RAC-Sincronizacao-do-estro.pdf>>. Acesso em: 10 jun. 2013.

ARAÚJO, M. J. de; MEDEIROS, A. N. de.; CARVALHO, F. F. R. de; SILVA, D. S. da.; CHAGAS, E. C. de O. Consumo e digestibilidade dos nutrientes em cabras Moxotó recebendo dietas com diferentes níveis de feno de maniçoba. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 38, n. 6, p. 1088-1095, jun., 2009. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbz/v38n6/v38n6a17.pdf>>. Acesso em: 10 Jun., 2013.

ARAÚJO, R. C.; PIRES, A. V.; SUSIN, I.; MENDES, C. Q.; RODRIGUES, G. H.; PACKER, I. U.; EASTRIDGE, M. L. Milk yield, milk composition, eating behavior, and lamb performance of ewes fed diets containing soybean hulls replacing coastcross (*Cynodon* species) hay. **Journal of Animal Science**, v. 86, n. 12, p. 3511-3521, Dec., 2008.

ARGÔLO, L. S. da; PEREIRA, M. L. A.; DIAS, J. C. T.; CRUZ, J. F. da; DEL REI, A. J.; OLIVEIRA, C. A. S. de. Farelo da vagem de algaroba em dietas para cabras lactantes: parâmetros ruminais e síntese de proteína microbiana. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 39, n. 3, p. 541-548, 2010. <<http://www.scielo.br/pdf/rbz/v39n3/a13v39n3.pdf>>. Acesso em: 10 jun. 2013.

BAUMAN, D. E.; GRIINARI, J. M. Regulation and nutritional manipulation of milk fat: low-fat milk syndrome. **Livestock Production Science**, v. 70, n.1, p. 15-29, Jul., 2001.

BAUMGARD, L. H.; CORL, B. A.; DWYER, D. A.; SAEBØ, A.; BAUMAN, D. E. Identification of the conjugated linoleic acid isomer that inhibits milk fat synthesis. **American Journal of Physiology Regulatory, Integrative and Comparative Physiology**, v. 278, n. 1, p. R179-184, 2000.

BEN SALEM, H.; NORMAN, H. C.; NEFZAQUI, A.; MAYBERRY, D. E.; PEARCE, K. L.; REVELL, D. K. Potential use of oldman saltbush (*Atriplex nummularia* Lindl.) in sheep and goat feeding. **Small Ruminant Research**, v. 91, n. 1, p. 13-28, June, 2010.

CANNAS, A.; TEDESCHI, L. O.; FOX, D. G.; PELL, A. N.; VAN SOEST, P. J. A mechanistic model for predicting the nutrient requirements and feed

biological values for sheep. **Journal of Animal Science**, v. 82, n. 1, p.149-169, Jan., 2004.

CARVALHO, P. C. de F.; KOZLOSKI, G. V.; RIBEIRO FILHO, H. M. N.; REFFATTI, M. V.; GENRO, T. C. M.; EUCLIDES, V. P. B. Avanços metodológicos na determinação do consumo de ruminantes em pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 36, p.151-170, suplemento. 2007. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbz/v36s0/16.pdf>>. Acesso em: 15 jun. 2013.

COOP, R. L.; KYRIAZAKIS, I. Nutrition-parasite interaction. **Veterinary Parasitology**, v. 84, n. 3/4, p.187-204, Aug., 1999.

CORREIA, M. X. de C.; COSTA, R. G.; SILVA, J. H. V. da; CARVALHO, F. F. R. de; MEDEIROS, A. N. de. Utilização de resíduo agroindustrial de abacaxi desidratado em dietas para caprinos em crescimento: digestibilidade e desempenho. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 35, n. 4, p.1822-1828, 2006. Suplemento. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbz/v35n4s0/a33v354s.pdf>>. Acesso em: 15 jun. 2013.

COSTA, R. G.; BELTÃO FILHO, E. M.; QUEIROGA, R. de C. R. E.; MADRUGA, M.S.; MEDEIROS, A. N. de; OLIVEIRA, C.J.B. de. Chemical composition of milk from goats fed with cactus pear (*Opuntia ficus-indica* L. Miller) in substitution to corn meal. **Small Ruminant Research**, v. 94, n. 1/3, p. 214-217, Nov. 2010.

CRUZ, S. E. S. B. S.; BEELEN, P. M. G.; SILVA, D. S.; PEREIRA, W. E.; BEELEN, R.; BELTRÃO, F. S. Caracterização dos taninos condensados das espécies maniçoba (*Manihot pseudoglazovii*), flor-de-seda (*Calotropis procera*), feijão-bravo (*Capparis flexuosa* L.) e jureminha (*Desmanthus virgatus*). **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 59, n. 4, p. 1038-1044, 2007. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/abmvz/v59n4/33.pdf>>. Acesso em: 15 jun. 2013.

DAWUDA, P. M.; SCARAMUZZI, R. J.; LEESE, H. J.; HALL, C.J .; PETERS, A. R.; DREW, S. B.; WATHES, D. C. Effect of timing of urea feeding on the yield and quality of embryos in lactating dairy cows. **Theriogenology**, v. 58, n. 8, p.1443-1455, 2002.

DURMIC, Z.; HUTTON, P.; REVELL, D. K.; EMMS, J.; HUGHES, S.; VERCOE, P. E. In vitro fermentative traits of Australian woody perennial plant species that may be considered as potential sources of feed for grazing ruminants. **Animal Feed Science and Technology**, v.160, n. 3/4, p. 98-109, 2010.

DUSKOVÁ, D.; MAROUNEK, M. Fermentation of pectin and glucose, and activity of pectin-degrading enzymes in the rumen bacterium *Lachnospira multiparus*. **Letters in Applied Microbiology**, v. 33, n. 2, p. 159-163, 2001.

ERKKILÄ, A.; MELLO, V. D. F. de; RISÉRUS, U.; LAAKSONEN, D. E. Dietary fatty acids and cardiovascular disease: An epidemiological approach. **Progress in Lipid Research**, v.47, n.3, p.172-187, 2008.

FERNANDES, M. F.; QUEIROGA, R. de C. R. do E.; MEDEIROS, A. N. de; COSTA, R. G.; BOMFIM, M. A. D.; BRAGA, A. A. Características físico-químicas e perfil lipídico do leite de cabras mestiças Moxotó alimentadas com dietas suplementadas com óleo de semente de algodão ou de girassol. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 37, n. 4, p. 703-710, 2008. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbz/v37n4/17.pdf>>. Acesso em: 15 jun. 2013.

FISBERG, M.; HORTA, P.M.; SANTOS, L. C. dos; AMICI, M. R.; BOMFIM, M. A. D. Modification of constituents and exploration of functional properties of goat's milk: effects on the health and nutritional status of preschoolers. **Journal of Medicine and Medical Sciences**, v. 1, n. 9, p. 412-417, 2010.

FOX, D. G.; TEDESCHI, L. O.; TYLUTKI, T. P.; RUSSELL, J. B.; VAN AMBURGH, M. E.; CHASE, L. E.; PELL, A. N.; OVERTON, T. R. The Cornell

Net Carbohydrate and Protein System model for evaluating herd nutrition and nutrient excretion. **Animal Feed Science and Technology**, v.112, n.1/4, p. 29-78, Feb., 2004.

GALVANI, D. B.; PIRES, C. C.; KOZLOSKI, G.V .; WOMMER, T. P. Energy requirements of Texel crossbred lambs. **Journal of Animal Science**, v. 86, n. 12, p. 3480-3490, Dec., 2008.

GÓMEZ-CORTÉS, P.; FRUTOS, P.; MANTECÓN, A.R.; JUÁREZ, M.; FUENTE, M.A. de la; HERVAS, G. Milk Production, Conjugated Linoleic Acid Content, and In Vitro Ruminal Fermentation in Response to High Levels of Soybean Oil in Dairy Ewe Diet. **Journal of Dairy Science**, v. 91, n. 4, p. 1560-1569, 2008.

GONZAGA NETO, S.; SILVA SOBRINHO, A. G. da; RESENDE, K.T. de; ZEOLA, N. M.B. L.; SILVA, A. M. de A.; MARQUES, C. A.T.; LEÃO, A. G. Composição corporal e exigências nutricionais de proteína e energia para cordeiros Morada Nova. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 34, n. 6, p. 2446-2456, 2005. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbz/v34n6s0/a33v3460.pdf>>. Acesso em: 15 jun. 2013.

GRIINARI, J. M.; CORL, B. A.; LACY, S. H.; CHOUINARD, P.Y.; NURMELA, K. V. V.; BAUMAN, D. E. Conjugated Linoleic Acid Is Synthesized Endogenously in Lactating Dairy Cows by  $\Delta^9$ -Desaturase. **Journal of Nutrition**, v. 130, n. 9, p. 2285-2291, 2000.

HARVATINE, K. J.; BOISCLAIR, Y. R.; BAUMAN, D. E. Recent advances in the regulation of milk fat synthesis. **Animal**, v. 3, n. 1, p. 40-54, Jan. 2009.

HOSTE, H.; JACKSON, F.; ATHANASIADOU, S.; THAMSBORG, S.M.; HOSKIN, S.O. The effects of tannin-rich plants on parasitic nematodes in ruminants. **Trends in Parasitology**, v. 22, n. 6, p. 253-261, June, 2006.

IP, M. M.; MASSO-WELCH, P. A.; SHOEMAKER, S. F.; SHEA-EATON, W. K.; IP, C. Conjugated Linoleic Acid Inhibits Proliferation and Induces

Apoptosis of Normal Rat Mammary Epithelial Cells in Primary Culture. **Experimental Cell Research**, v. 250, n. 1, p.22-34, 1999.

JACKSON, F.; BARTLEY, D.; BARTLEY, Y.; KENYON, F. Worm control in sheep in the future. **Small Ruminant Research**, v. 86, n. 1/3, p. 40-45, Oct. 2009.

JORRITSMA, R.; CÉSAR, M. L.; HERMANS, J. T.; KRUITWAGEN, C. L. J. J.; VOS, P. L. A. M.; KRUIP, T. A. M. Effects of non-esterified fatty acids on bovine granulosa cells and developmental potential of oocytes in vitro. **Animal Reproduction Science**, v. 81, n. 3/4, Apr., 225-235, 2004.

LANDAU, S.; BOR, A.; LEIBOVICH, H.; ZOREF, Z.; NITSAN, Z.; MADAR, Z. The effect of ruminal starch degradability in the diet of Booroola crossbred ewes on induced ovulation rate and prolificacy. **Animal Reproduction Science**, v. 38, n.1/2, p.97-108, 1995.

LOURENÇO, M.; RAMOS-MORALES, E.; WALLACE, R. J. The role of microbes in rumen lipolysis and biohydrogenation and their manipulation. **Animal**, v. 4, n. 7, p. 1008-1023, Jul. 2010.

LOUSADA JUNIOR, J. E.; NEIVA, J. N. M.; RODRIGUEZ, N. M.; PIMENTEL, J. C. M.; LÔBO, R. N. B. Consumo e digestibilidade de subprodutos do processamento de frutas em ovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 34, n. 2, p. 659-669, 2005. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbz/v34n2/25480.pdf>>. Acesso em: 18 jun. 2013.

LUNA, P.; FONTECHA, J.; JUÁREZ, M.; FUENTE, M. A. de la. Conjugated linoleic acid in ewe milk fat. **Journal of Dairy Research**, v. 72, n. 4, p. 415-424, 2005.

MATTOS, W.; PALMQUIST, D. L. Biohydrogenation and availability of linoleic-acid in lactating cows. **Journal of Nutrition**, v. 107, n. 9, p. 1755-1761, 1977.

MEKOYA, A.; OOSTING, S.J.; FERNANDEZ-RIVERA, S.; TAMMINGA, S.; VAN DER ZIJPP, A.J. Effect of supplementation of Sesbania sesban to lactating ewes on milk yield and growth rate of lambs. **Livestock Science**, v. 121, n. 1, p.126-131, 2009.

MENDES, C.Q.; TURINO, V. de F.; SUSIN, I.; PIRES, A. V.; MORAIS, J. B. de; GENTIL, R. S. Comportamento ingestivo de cordeiros e digestibilidade dos nutrientes de dietas contendo alta proporção de concentrado e diferentes fontes de fibra em detergente neutro. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 39, n. 3, p. 594-600, 2010. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbz/v39n3/a19v39n3.pdf>>. Acesso em: 18 jun. 2013.

MOLAN, A. L.; MEAGHER, L. P.; SPENCER, P. A.; SIVAKUMARAN, S. Effect of flavan-3-ols on in vitro egg hatching, larval development and viability of infective larvae of *Trichostrongylus colubriformis*. **International Journal for Parasitology**, v. 33, n. 14, p. 1691-1698, 2003.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. Nutrient requirements of small ruminants: sheep, goats, cervids, and new world camelids. Washington, D.C.: **National Academy Press**, 2007. 384p.

OLIVEIRA, J. B. de; PIRES, A. J. V.; CARVALHO, G. G. P. de; RIBEIRO, L.S.O.; CRUZ, J.F.; SILVA, F. F. da. Subprodutos industriais na ensilagem de capim-elefante para cabras leiteiras: consumo, digestibilidade de nutrientes e produção de leite. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 39, n. 2, p. 411-418, 2010. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbz/v39n2/26.pdf>>. Acesso em: 20 jun. 2013.

PAPANASTASIS, V. P.; YIAKOULAKI, M. D.; DECANDIA, M.; DINI-PAPANASTASI, O. Integrating woody species into livestock feeding in the Mediterranean areas of Europe. **Animal Feed Science and Technology**, v.140, n.1/2, p.1-17, Jan., 2008.

RHIND, S. M.; ELSTON, D. A.; JONES, J. R.; REES, M. E.; MCMILLEN, S. R.; GUNN, R.G. Effects of restriction of growth and development of



Brecon Cheviot ewe lambs on subsequent lifetime reproductive performance. **Small Ruminant Research**, v. 30, n. 2, p. 121-126, 1998.

RIBEIRO, C. V. D. M.; EASTRIDGE, M. L.; FIRKINS, J. L.; ST-PIERRE, N. R.; PALMQUIST, D. L. Kinetics of fatty acid biohydrogenation in vitro. **Journal of Dairy Science**, v. 90, n. 3, p. 1405-1416, Mar. 2007.

ROBINSON, J. J.; ASHWORTH, C. J.; ROOKE, J. A.; MITCHELL, L. M.; MCEVOY, T. G. Nutrition and fertility in ruminant livestock. **Animal Feed Science and Technology**, v. 126, n.3/4, p. 259-276, 2006.

ROCHE, H. M.; NOONE, E.; GIBNEY, A. N. M. J. Conjugated linoleic acid: a novel therapeutic nutrient? **Nutrition Research Reviews**, v. 14, n. 1, p. 173-188, 2001.

ROCHFORT, S.; PARKER, A. J.; DUNSHEA, F. R. Plant bioactives for ruminant health and productivity. **Phytochemistry**, v. 69, n. 2, p. 299-322, 2008.

ROOKE, J.A.; EWEN, M.; MACKIE, K.; STAINES, M.E.; McEVOY, T.G.; SINCLAIR, K.D. Effect of ammonium chloride on the growth and metabolism of bovine ovarian granulosa cells and the development of ovine oocytes matured in the presence of bovine granulosa cells previously exposed to ammonium chloride. **Animal Reproduction Science**, v. 84, n. 1/2, p. 53-71, Aug. 2004.

SANTOS, J. W. dos; CABRAL, L. da S.; ZERVOUDAKIS, J.T.; SOUZA, A. L. de; ABREU, J.G.; BAUER, M.O. Casca de soja em dietas para ovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 37, n. 11, p. 2049-2055, 2008. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbz/v37n11/v37n11a22.pdf>>. Acesso em: 16 jun. 2013.

SANTOS-SILVA, J.; BESSA, R.J.B.; SANTOS-SILVA, F. Effect of genotype, feeding system and slaughter weight on the quality of light lambs: II. Fatty acid composition of meat. **Livestock Production Science**, v. 77, n. 2/3, p.187-194, Nov. 2002.

SILVA, A. M. de A.; SANTOS, E. M. dos; PEREIRA FILHO, J.M.; BAKKE, O.A.; GONZAGA NETO, S.; COSTA, R. G. da. Body composition and nutritional requirements of protein and energy for body weight gain of lambs browsing in a tropical semiarid region. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 39, n. 1, p. 210-216, 2010a. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbz/v39n1/28.pdf>>. Acesso em: 15 jun. 2013.

SILVA, H. G. O. de; PIRES, A. J. V.; CARVALHO, G. G. P. de; VELOSO, C. M.; SILVA, F. F. da. Capim-elefante amonizado e farelo de cacau ou torta de dendê em dietas para ovinos em crescimento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 37, n. 4, p. 734-742, 2008. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbz/v37n4/21.pdf>>. Acesso em: 18 jun. 2013.

SILVA, V. B.; FONSECA, C. E. M.; MORENZ, M. J. F.; PEIXOTO, E. L. T.; MOURA, E. S.; CARVALHO, I. N. O. Resíduo úmido de cervejaria na alimentação de cabras. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 39, n. 7, p. 1595-1599, 2010. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbz/v39n7/a28v39n7.pdf>>. Acesso em: 11 jun. 2013.

SINGH, K.; HARTLEY, D. G.; MCFADDEN, T. B.; MACKENZIE, D. D. S. Dietary fat regulates mammary stearoyl-CoA desaturase expression and activity in lactating mice. **Journal of Dairy Research**, v.71, n.1, p.1-6, 2004.

TEIXEIRA, I. A. M. de A.; ST-PIERRE, N.; RESENDE, K. T. de; CANNAS, A. Prediction of intake and average daily gain by different feeding systems for goats. **Small Ruminant Research**, v. 98, n.1/3, p. 93-97, June, 2011.

TOSTO, M. S. L.; ARAÚJO, G. G. L. de; OLIVEIRA, R. L.; JAEGER, S. M. P. L.; MENEZES, D. R.; DANTAS, F. R. Utilização de uréia no resíduo desidratado de vitivinícola associado à palma forrageira na alimentação de caprinos: consumo e digestibilidade de nutrientes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 37, n. 10, p. 1890-1896, 2008. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbz/v37n10/25.pdf>>.

- VALDERRÁBANO, J.; CALVETE, C.; URIARTE, J. Effect of feeding bioactive forages on infection and subsequent development of *Haemonchus contortus* in lamb faeces. **Veterinary Parasitology**, v. 172, n. 1/2, p. 89-94, Aug. 2010.
- VAN NEVEL, C. J.; DEMEYER, D. I. Influence of pH on lipolysis and biohydrogenation of soybean oil by rumen contents in vitro. **Reproduction, Nutrition Développement**, v. 36, n.1, p. 53-63, 1996.
- VAN WYK, J. A.; MALAN, F. S.; BATH, G. F. Rampant anthelmintic resistance in sheep in South Africa – what are the options? In: INTERNATIONAL CONFERENCE OF THE WORLD ASSOCIATION FOR THE ADVANCEMENT OF VETERINARY PARASITOLOGY, 16. 1997, Sun City, South Africa. **Proceedings...** Sun City: WAAVP, 1997. p. 51-63.
- VASCONCELOS, V. R.; LEITE, E. R.; PINHEIRO, M. C.; PIMENTEL, J. C. M.; NEIVA, J. N. M. **Utilização de subprodutos da indústria frutífera na alimentação de caprinos e ovinos**. Sobral: Embrapa Caprinos, 2002. 36 p. (Embrapa Caprinos. Documentos, 42). Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/36517/1/DOC-42.pdf>>
- VASTA, V.; PENNISI, P.; LANZA, M.; BARBAGALLO, D.; BELLA, M.; PRIOLO, A. Intramuscular fatty acid composition of lambs given a tanniniferous diet with or without polyethylene glycol supplementation. **Meat Science**, v. 76, n. 4, p. 739-745, Aug. 2007.
- WILLIAMS, C. M. Dietary fatty acids and human health. **Annales De Zootechnie**, v. 49, n. 3, p. 165-180, 2000.
- YANG, A.; LARSEN, T.; SMITH, S.; TUME, R. ?-9 desaturase activity in bovine subcutaneous adipose tissue of different fatty acid composition. **Lipids**, v. 34, n. 9, p. 971-978, Sept. 1999.
- YOUNG, B. A. Effects of winter acclimatization on resting metabolism of beef cows. **Canadian Journal of Animal Science**, v. 55, n. 4, p. 619-625, 1975.

ZAMBOM, M. A.; ALCALDE, C. R.; SILVA, K.T. da; MACEDO, F. A. F. de; RAMOS, C. E. C. O.; PASSIANOTO, G. O. Desempenho e digestibilidade dos nutrientes de rações com casca do grão de soja em substituição ao milho para cabras Saanen em lactação e no pré-parto. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n. 7, p.1311-1318, 2008. Disponível em: <<http://www.revista.sbz.org.br/artigos/download.php?file=6446.pdf>>. Acesso em: 15 jun. 2013.