

IMPORTÂNCIA DA NUTRIÇÃO ENÉRGICA E PROTEICA SOBRE A REPRODUÇÃO EM RUMINANTES

Vandenberg Lira Silva¹, Iran Borges², Alexandre Ribeiro Araújo³, Hélio Henrique Araújo Costa², Francisco Messias Alves Filho¹, Diogo Felipe da Silva Inácio², Paulo Dhekson Araujo de Paiva¹, Pedro Bruno Xavier Alcântara⁴

¹Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará – Campus Crato

²Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG

³Universidade Estadual Vale do Acaraú – UVA

⁴Universidade Federal do Cariri – UFCA

berglira@gmail.com, iran@vet.ufmg.br, alexandre.xandyzoo@gmail.com, helioa.costa@gmail.com, filhofma@msn.com, diogo_tchos@hotmail.com, paulodheksonap@hotmail.com, pedrobrunoxa@gmail.com

RESUMO: A nutrição desempenha um papel importante sobre mecanismos fisiológicos envolvidos na manutenção do organismo, tal como ocorre na reprodução de ruminantes, contribuindo e favorecendo o desenvolvimento reprodutivo. O principal determinante nutricional sobre a eficiência reprodutiva animal é a energia, embora a proteína e outros componentes, como minerais e vitaminas, sejam também essenciais ao processo reprodutivo. A presente proposta visa demonstrar, por meio de compilação bibliográfica, a importância da nutrição sobre a reprodução, com destaque à influência da energia e da proteína sobre a reprodução em ruminantes. Os folículos ovarianos são muito sensíveis a manipulação nutricional, podendo esta ferramenta ser utilizada a fim de incrementar a foliculogênese e a taxa de ovulação. Nesse aspecto, a energia é o componente mais importante na relação entre a nutrição e o desempenho reprodutivo, a qual não só afeta o desempenho das matrizes, mas também exerce influência sobre as borregas, em virtude de efeitos que afetarão sua produtividade futura. Dietas contendo elevado teor de proteína, em geral, têm mostrado decréscimo na fertilidade, causando morte embrionária devido ao comprometimento do ambiente uterino. O conhecimento dos efeitos da nutrição sobre características reprodutivas no sentido de se estabelecer um adequado manejo nutricional, torna-se importante para promover uma máxima eficiência reprodutiva dos rebanhos e evitar mudanças em seu perfil hormonal para que não implique diretamente em alterações em sua fisiologia reprodutiva.

Palavras-chave: Folículos ovarianos. Hormônios. Mecanismo fisiológico. Ovelha.

Abstract: The nutrition plays an important role in the physiological mechanisms involved in maintaining the body, such as in breeding ruminants, contributing to and enhancing the reproductive development. The main nutritional determinant on animal reproductive efficiency is the energy, although the protein and other components such as minerals and vitamins, are also essential for the reproductive process. This study aimed to demonstrate, through bibliographic compilation, the importance of the nutrition on reproduction, especially the influence of energy and protein on reproduction in ruminants. The ovarian follicles are very sensitive to nutritional manipulation, this tool can be used to increase the folliculogenesis and ovulation rate. In this regard, the energy is the most important component in the relationship between nutrition and reproductive performance, which not only affects the performance of arrays, but also exerts influence on the lambs, due to effects that will affect their future productivity. Diets with high protein content, in general, have shown a decrease in fertility, causing embryonic death due to the impaired uterine environment. The knowledge of the effects of nutrition on reproductive characteristics in order to establish an appropriate nutritional management, it is important to promote maximum reproductive efficiency of livestock and avoid changes in your hormonal profile so that does not involve directly in changes in reproductive physiology.

Keywords: Hormones. Ovarian follicles. Physiological mechanism. Sheep.

1. INTRODUÇÃO

A atividade reprodutiva é a expressão fisiológica de um conjunto complexo de mecanismos e fenômenos que

IMPORTÂNCIA DA NUTRIÇÃO ENÉRGICA E PROTEICA SOBRE A REPRODUÇÃO EM RUMINANTES

obedecem a rígido controle endógeno de um sistema hierarquizado de órgãos que se inter-relacionam, utilizando avançada linguagem bioquímica. A compreensão desse universo ainda é restrita, porém nos últimos anos, a velocidade da aquisição de conhecimento se acelerou e como consequência as biotécnicas aplicáveis à reprodução sofreram evolução e se diversificaram (Bicudo, 1999).

A nutrição exerce um papel de grande influência sobre a reprodução em ruminantes, contribuindo e favorecendo o desenvolvimento reprodutivo. Destaca-se por sua vez, que o desempenho reprodutivo pode ser afetado pela demanda energética e protéica em animais de alta produção, acarretando em efeitos sobre os órgãos reprodutivos, além de alterar o funcionamento do sistema endócrino envolvido na reprodução. Nesse sentido, a reprodução é uma das primeiras funções do organismo animal a ser acometida em decorrência de desequilíbrios nutricionais. A influência nutricional exercida sobre o desempenho reprodutivo das fêmeas é muito amplo, visto que, além da ação individual de cada nutriente alimentar, ocorrem várias interações, algumas ainda não muito bem esclarecidas cientificamente, entre os efeitos de dois ou mais destes nutrientes sobre a reprodução (Landau e Molle, 1998).

O principal determinante nutricional da eficiência reprodutiva animal é a energia, embora a proteína e outros componentes, como minerais e vitaminas, sejam também essenciais ao processo reprodutivo desses animais. Estrada (2000) destacou que uma ração pobre em energia reduz a fertilidade, diminui o ganho de peso e a produção de leite, e por outro lado, o fornecimento excessivo de energia, além de conduzir a acúmulos de gordura, pode prejudicar a eficiência de produção. A proteína, por sua vez, é o principal constituinte corporal do animal, sendo vital para os processos de manutenção, crescimento e reprodução. Robinson (1996) destacou que a prática de utilização do *flushing* como incremento nutricional por curtos períodos antes da estação de monta, amplamente utilizada para aumentar a fertilidade, especialmente para animais com uma condição corporal inadequada, tem sido associado a um aumento do desenvolvimento de folículos ovarianos e diminuição da porcentagem de folículos de atresicos (Maurasse, 1985).

Objetivou-se com o presente trabalho demonstrar a importância da nutrição sobre a reprodução, com destaque principalmente à influência da energia e da proteína sobre a reprodução em ruminantes.

2. REVISÃO DE LITERATURA

Influência da nutrição sobre a secreção de hormônios reprodutivos

O aumento na síntese e na liberação do hormônio regulador das gonadotrofinas (GnRH), a partir do hipotálamo, induz a hipófise anterior a secretar duas importantes gonadotrofinas para o controle da reprodução, o hormônio folículo estimulante (FSH) e o hormônio luteinizante (LH) (Cunningham, 1999). O FSH e o LH estimulam o crescimento folicular ovariano, sendo que o FSH desempenha um papel mais dominante sobre a fase de crescimento folicular, enquanto que o LH atua de forma mais intensa sobre os estádios finais de maturação folicular e ovulação (Frandsen et al., 2005). A secreção das gonadotrofinas inicia-se na vida fetal, no entanto seus níveis permanecem baixos até o desencadeamento da puberdade. Na fase inicial da puberdade as concentrações circulantes de gonadotrofinas se elevam em consequência do aumento simultâneo da amplitude e frequência de seus pulsos (Hafez, 2004).

As gonadotrofinas hipofisárias estimulam os ovários a sintetizar os esteróides gonadais (estrógenos) e, juntos, promoverão o crescimento e maturação folicular, bem como, a ovulação (Morello, 2004). O controle endócrino da reprodução nos animais domésticos é mediado pelo eixo hipotalâmico-hipofisário-ovariano. Em resposta a estímulos externos, fatores ambientais ou demanda fisiológica do organismo, o hipotálamo produz o hormônio liberador de gonadotropinas (GnRH), o qual estimula a síntese e secreção adenohipofisária do hormônio luteinizante (LH) e do hormônio estimulante do crescimento folicular (FSH). As gonadotropinas, por sua vez, regulam a síntese e a secreção ovariana de estrógeno e de progesterona, pelos folículos ovarianos e pelo corpo lúteo, respectivamente. Os esteróides ovarianos exercem efeitos de retroalimentação negativa ou positiva nos centros cerebrais superiores, hipotálamo e/ou adenohipófise, regulando as secreções de gonadotropinas e mantendo os ciclos reprodutivos. A concepção e o estabelecimento da gestação envolvem todos os tecidos dos órgãos reprodutivos e são consequências de uma progressão ordenada de eventos interrelacionados, destacando-se o desenvolvimento folicular ovariano resultando na ovulação, fertilização do oócito, transporte e desenvolvimento embrionário, reconhecimento materno da gestação e implantação (Oliveira, 2001).

Em ruminantes, as populações de folículos ovarianos são muito sensíveis a manipulação nutricional, podendo esta ferramenta ser utilizada a fim de incrementar prontamente a foliculogênese e a taxa de ovulação. Sabe-se que o aumento do peso corpóreo é inevitável durante um balanço energético positivo prolongado, porém, o efeito estimulatório da nutrição sobre a foliculogênese pode acontecer antes de qualquer aumento detectável do peso corpóreo. Vários estudos buscam compreender os mecanismos que ligam a nutrição à função ovariana. Há evidências de que os hormônios e

IMPORTÂNCIA DA NUTRIÇÃO ENÉRGICA E PROTEICA SOBRE A REPRODUÇÃO EM RUMINANTES

produtos metabólicos tais como o GH, insulina, IGF-I, leptina e glicose apresentam papéis importantes no controle do desenvolvimento folicular, sendo, provavelmente, mediadores dos efeitos da ingestão dietética sobre a taxa de ovulação e fertilidade (Munoz-Gutierrez et al., 2002; Diskin et al., 2003).

A ingestão de quantidades excessivas de proteína bruta ou proteína degradável no rúmen (PDR) aumenta a concentração de nitrogênio uréico no sangue (NUS) e no leite (NUL), e altera algumas funções uterinas, que podem comprometer a taxa de concepção (Santos e Amstalden, 1998). Segundo Barton et al. (1996), dietas contendo elevado teor de proteína, em geral, com incremento na PDR têm mostrado decréscimo na fertilidade, causando morte embrionária devido ao comprometimento do ambiente uterino. O declínio da enzima aspartato aminotransferase também sugere uma redução da utilização de aminoácidos como precursores gliconeogênicos, por causa da menor utilização da proteólise muscular como substrato energético e maior disponibilidade de propionato, bem como de glicose para o trato gastrointestinal, cerca de 12 dias antes da primeira ovulação no pós-parto. O propionato pode estimular o aumento da concentração plasmática de insulina, que é necessária para o aumento dos receptores de IGF-1, sendo o fator também considerado um outro possível sinal metabólico para o retorno da atividade ovariana no pós-parto. Durante o período de recuperação do ponto mínimo do balanço energético até a primeira ovulação no pós-parto, foi observado baixa concentração de IGF-1, que foi positivamente relacionada com a frequência pulsátil de LH. A redução da utilização de aminoácidos para produção de glicose foi associada à aproximação da primeira ovulação no pós-parto e o aumento da concentração de LH (Zurek et al., 1995). Elrod et al. (1993) verificaram que o pH uterino é inversamente relacionado aos teores de N-uréia plasmática (NUP) e que ocorre a redução específica do pH durante a fase lútea, sugerindo que o comprometimento da fertilidade seja resultado de alterações dos efeitos da progesterona, no microambiente uterino, gerando condições subótimas para o desenvolvimento embrionário.

Scaramuzzi et al. (2006) propuseram um modelo em que a principal ação da nutrição no ovário é a inibição direta da secreção de estradiol folicular, através de pelo menos três sistemas metabólicos: insulina-glicose, leptina e IGF. A supressão nutricional da secreção de estradiol, resultante da ação desses três sistemas metabólicos, conduz a aumentos compensatórios na secreção de FSH que estimulam a foliculogênese, aumentando o número de folículos disponíveis para a ovulação. Scaramuzzi et al. (2006) destacou ainda, que esses sistemas metabólicos possuem ações intra-foliculares em resposta ao efeito agudo da nutrição. Assim, os sistemas insulina-glicose,

IGF e leptina vem se destacando como fortes intermediadores entre os efeitos nutricionais e a função ovariana, embora os mecanismos intra-folicular e intracelular dos efeitos desses sistemas sejam ainda desconhecidos (Scaramuzzi et al., 2006).

A leptina é um hormônio peptídico secretado pelos adipócitos onde sua ação consiste na regulação do peso corporal e ingestão de alimentos, estando relacionada com a interação entre a nutrição e a reprodução. A leptina atua como reguladora do apetite assim como fator de saciedade (Boland et al., 2001). A insulina e os glicocorticóides estimulam o aumento das concentrações de leptina no sangue e diminuem a liberação do neuropeptídeo Y (NPY), que além de ser considerado um potente estimulador da ingestão alimentar, corresponde a conexão entre a leptina e os neurônios produtores de GnRH. Dessa forma, a leptina age centralmente no eixo hipotalâmico-hipofisário, através de seus receptores e do NPY, e periféricamente nas gônadas (Willians et al., 2002).

Nesse contexto, quando a concentração de glicose sanguínea está alta, eleva-se também a concentração de insulina, o que acarreta no melhor crescimento folicular, destacando a importância da insulina sobre os hormônios gonadotróficos. Além disso, a maior concentração de glicose também é responsável pelo melhor recrutamento de folículos. Todavia, quando o contrário ocorre, ou seja, há menor concentração de glicose sanguínea, observa-se também menor concentração de insulina que acarreta menor liberação dos hormônios gonadotróficos (FSH e LH) além de reduzir a concentração de IGF-I. Este perfil hormonal irá causar desenvolvimento lento e anormal de folículos que nunca chegarão a ovular.

Durante o jejum, o nível sanguíneo de glicose pode baixar devido à utilização oxidativa por tecidos dependentes dessa fonte energética, como o sistema nervoso central. A hipoglicemia deprime a atividade nervosa com redução da secreção de GnRH pelo hipotálamo que proporciona menor atividade ovariana. Beal et al. (1978) destacou que a sensibilidade da hipófise pelo GnRH não é alterada pela subnutrição, o que leva a pensar que a redução de gonadotrofinas nos animais subalimentados seja um efeito direto da derivação nutricional sobre a função hipotalâmica, mais que uma alteração fisiológica hipofisária. Dessa forma, a subnutrição favorece a redução da secreção de LH (Richards et al., 1991) determinando frequência da concentração de picos de LH reduzidos, sugerindo que a subnutrição afeta diferentemente a secreção de hormônios pituitários (Whisnant et al., 1985).

Na revisão de literatura realizada por Schillo (1992) que abordou as relações da subnutrição com o anestro pós-parto, o autor concluiu que existem diferentes

IMPORTÂNCIA DA NUTRIÇÃO ENÉRGICA E PROTEICA SOBRE A REPRODUÇÃO EM RUMINANTES

mecanismos, através dos quais, a subnutrição prolonga o período de anestro, incluindo alteração na função ovariana estimulada pelo LH, redução na resposta hipofisária ao GnRH e diminuição na liberação pulsátil do GnRH. No estudo realizado por Downie e Gelman (1976) analisando a relação entre a glicose sanguínea com o peso corporal e fertilidade em um rebanho de bovino de corte, os autores verificaram que ao fornecer três níveis de energia na dieta, verificou-se que à medida que a glicemia aumentava, melhorava a fertilidade, enquanto baixos níveis de glicose levavam a infertilidade. Entretanto, Ferreira e Torres (1992) e González et al. (1993) não encontraram relação dos níveis sanguíneos de glicose com a condição corporal e o desempenho reprodutivo de vacas mestiças Holandês/Zebu, sugerindo que níveis sanguíneos de glicose não parecem ser afetados quando a subnutrição não é suficientemente severa para causar cessação da atividade ovariana.

Importância da nutrição sobre características envolvidas na reprodução animal

De acordo com Cesar e Sousa (2006), um dos fatores que mais interfere na reprodução animal é a alimentação, com destaque especial à energia, promovendo efeitos marcantes sobre a reprodução. Resende et al. (2001) destacaram a importância da utilização eficiente dos alimentos na dieta dos animais de forma a suprir adequadamente as necessidades de energia e proteína, pois a deficiência desses componentes dietéticos, pode exercer efeitos direto sobre aspectos reprodutivos, como fertilidade, ovulação, maturidade sexual.

Nesse contexto, a nutrição exerce influência sobre a reprodução em ruminantes, diretamente através do fornecimento de nutrientes específicos, que são necessários para os processos de desenvolvimento do folículo, ovulação, fertilidade e o estabelecimento da gestação e indiretamente, atuando sobre as concentrações circulantes dos hormônios e outros metabólitos sensíveis aos nutrientes que são requeridos para o sucesso destes processos (Robinson et al., 2006).

Conforme destacou Scaramuzzi et al. (2006), o crescimento e a qualidade dos folículos ovarianos podem sofrer a influência da nutrição sob três formas, estática, dinâmica e imediata. O efeito estático refere-se a condição corporal do animal, pois em animais de maior índice de escore corporal há um aumento da população e da viabilidade folicular associados ainda há uma maior taxa ovulatória (Rhind e McNeilly, 1986). O efeito dinâmico refere-se às mudanças na condição corporal durante curtos períodos de suplementação, que resultam em efeitos semelhantes aos da condição estática, podendo aumentar a taxa ovulatória e exercer efeitos por meio da atresia dos folículos maiores (Smith e Stewart, 1990). Já o

efeito imediato resulta em uma maior taxa ovulatória após quatro a oito dias de suplementação antes da ovulação ao se fornecer dietas ricas em energia e proteína, sem que haja, mudanças visíveis no peso vivo ou na condição corporal do animal (Stewart e Oldhan, 1986).

De acordo com Gunn (1983), a energia é o componente mais importante na relação entre a nutrição e o desempenho reprodutivo, a qual não só afeta o desempenho das matrizes, mas também exerce influência sobre as borregas, em virtude efeitos que afetarão sua produtividade futura.

Santos (2002) descreveu que da energia consumida pelo animal na forma de carboidratos, parte é absorvida no intestino delgado como hexoses e a maior quantidade é fermentada no rúmen, ocorrendo a liberação de ácidos graxos voláteis (AGV) que serão utilizados como fonte de energia. Portanto, a utilização de dietas energéticas, ricas em carboidratos de fácil fermentação, favorece a produção de AGV no rúmen, onde o ácido propiônico é o principal substrato energético utilizado pelos ruminantes como fonte de glicose, através do processo de gliconeogênese, aumentando o nível de glicose circulante, que por sua vez, eleva o nível de insulina sanguínea. A glicose é a única fonte de energia utilizada pelo sistema neural e considerando que o sistema neuro-endócrino está intimamente envolvido com controle reprodutivo e secreção hormonal, a concentração sérica de glicose é o mediador específico para os efeitos da ingestão de energia sobre a reprodução (Short e Adams, 1988). É importante salientar que a restrição energética ao animal pode resultar em mortalidade embrionária, natimortos, crias fracas, redução ou parada do crescimento, redução da fertilidade, além de distúrbios metabólicos capazes de intensificar estes efeitos, podendo causar a morte do animal e retardar o aparecimento do primeiro estro pós-parto (NRC, 1985; Guimarães Filho et al., 2000).

Os efeitos da proteína dietética sobre as características reprodutivas ainda são complexos. Em geral, quantidades inadequadas de proteína na dieta reduzem a produção de leite e o desempenho reprodutivo. Os excessos de proteína podem também ter efeitos negativos na reprodução. Todavia, algumas vezes, quantidades mais altas de proteína na dieta encontram-se associadas com fertilidade mais alta. Alguns efeitos têm sido demonstrados para explicar o baixo desempenho reprodutivo que algumas vezes são observados com dietas contendo excessivos níveis de proteína, onde podem ocorrer altos níveis de ureia no sangue, o que tem efeito tóxico sobre os espermatozoides, óvulos e no embrião em desenvolvimento, alteração no balanço hormonal e os níveis de progesterona permanecem baixos quando o sangue possui altos níveis de ureia e em animais no início de lactação, os níveis altos de proteína podem aumentar o

IMPORTÂNCIA DA NUTRIÇÃO ENÉRGICA E PROTEICA SOBRE A REPRODUÇÃO EM RUMINANTES

balanço energético negativo (BEM) e demorar o retorno do funcionamento normal do ovário. Dieta com excesso de proteína bruta ou a suplementação direta de ureia como fonte de nitrogênio não protéico (NNP) pode resultar no aumento da concentração plasmática de ureia (Canfield et al., 1990). A ureia é uma molécula relativamente pequena que tem a habilidade de atravessar as membranas celulares facilmente, incluindo no trato reprodutivo (O'Callaghan e Boland, 1999).

Nesse aspecto, Butler (1998) destacou que a menor concentração de progesterona sanguínea, ambiente uterino alterado e fertilidade reduzida estão relacionados à quantidade e composição da proteína dietética. O mecanismo pelo qual a alta concentração de proteína na dieta atua sobre a fertilidade ainda é desconhecido (Hansen, 2003). Um mecanismo proposto para a possível influência negativa da proteína sobre a fertilidade relata que o excesso de proteína ingerida, por desencadear aumento na concentração de nitrogênio uréico no plasma, resulta em efeitos tóxicos sobre os espermatozoides, óvulo e no desenvolvimento embrionário (Chalupa, 1984). Com o intuito de estudar os efeitos da proteína sobre a reprodução, Blanchard et al. (1990) estudaram os efeitos da degradabilidade da proteína na dieta de bovinos leiteiros sobre a resposta superovulatória e qualidade embrionária e observaram que ao aumentar a quantidade de proteína degradável no rúmen de 64 para 73% da proteína bruta da dieta, reduziu-se a porcentagem de ovócitos fertilizados.

Efeitos da nutrição sobre a fertilidade e ovulação em ruminantes

Casos crônicos de deficiência protéica provocam uma redução na taxa de fertilização e na taxa de sobrevivência embrionária, devido às mudanças no peso e condição corporal em períodos iniciais da gestação, causando um retardo no desenvolvimento embrionário inicial, mudanças prematuras no ambiente uterino e baixas concentrações de progesterona (P_4) no início da gestação (Kaur e Arora, 1995). Os mecanismos endócrinos que resultam na redução da fertilidade têm sido investigados intensivamente (Dunn e Moss, 1992). Para estes autores, a subnutrição seria responsável pela redução na secreção do hormônio luteinizante, influenciando sua concentração média e número de pulsos e a sua própria concentração na hipófise, aumento na secreção do hormônio de crescimento (GH), aumento na concentração do hormônio liberador de gonadotrofinas (GnRH) no hipotálamo. Além disso, o mecanismo pelo qual o excesso de proteína pode afetar a fertilidade pode relacionar-se com o aumento na produção de amônia ruminal e com a ureia no sangue. O excesso de ureia pode desencadear um potencial efeito

negativo sobre os órgãos reprodutivos, níveis hormonais, embrião, espermatozoides e óvulo.

A maneira mais conhecida de melhorar a condição corporal e alcançar melhor eficiência reprodutiva é a prática denominada *flushing*, por meio de um maior suprimento de nutrientes, que influencia o peso e a condição corporal durante a fase reprodutiva. O *flushing* parece afetar o nível hepático de enzimas que metabolizam esteróides, elevando sua degradação. Com a diminuição dos esteróides na corrente sanguínea, haverá aumento do nível de gonadotrofinas e, portanto, elevação da taxa de ovulação. A influência do *flushing* sobre a taxa de fertilidade é resultante do aumento do número de óvulos fertilizados como da maior taxa de sobrevivência embrionária.

No estudo realizado por Veloso (2008) ao avaliar o desempenho produtivo e reprodutivo de ovelhas submetidas a diferentes sistemas de suplementação com o *flushing* alimentar, sendo SS1 = com *flushing* 21 dias antes e 21 dias após o início da estação de cobertura; SS2 = com *flushing* 21 dias antes do início da estação de cobertura e sem *flushing* após; e SS3 = sem *flushing* antes e após a cobertura, fornecido a matrizes das raças Santa Inês, Morada Nova e Rabo Largo, em atividade reprodutiva, verificou-se que o *flushing* influenciou o peso das ovelhas ao início da estação de cobertura. Os animais submetidos aos tratamentos SS1 e SS2 apresentaram perda de peso durante o período de fornecimento do *flushing* (42 e 21 dias, respectivamente), sugerindo haver maior influência dos efeitos estático, imediatos e específicos dos nutrientes em relação ao efeito dinâmico. Houve influência positiva do *flushing* sobre a taxa de fertilidade das ovelhas das três raças.

De Fries et al. (1996), utilizando 40 vacas Brahman suplementadas com dieta controle (3,7% de extrato etéreo) e com óleo de arroz (5,2% de extrato etéreo), obtiveram sucesso na elevação da atividade folicular com a inclusão do óleo. Este aumento no número de folículos possibilitou a elevação da taxa de prenhez para os animais que receberam o óleo de arroz (91,5%) em relação à dieta controle (71,4%). Todavia, existem poucos trabalhos avaliando o efeito da suplementação de gordura por curto período de tempo (*flushing*) sobre o desempenho reprodutivo. Vale salientar que a utilização de gordura na dieta pode estar relacionada ao aumento das concentrações sanguíneas de colesterol. O colesterol é o precursor de progesterona e está associado com a manutenção da gestação. Este mecanismo aumenta o tempo de vida de corpo lúteo e, conseqüentemente, a sobrevivência embrionária (Staples et al., 1998).

Em ovelhas, a taxa de ovulação é particularmente sensível ao fornecimento de nutrientes cerca de seis meses antes da monta, quando os folículos ovarianos emergem

IMPORTÂNCIA DA NUTRIÇÃO ENÉRGICA E PROTEICA SOBRE A REPRODUÇÃO EM RUMINANTES

do *pool* de folículos primordiais e tem seu crescimento comprometido. Neste momento, a subnutrição reduz o número de folículos que emergem, e consequentemente o número que estará disponível para ovulação (Vinões, 2003). No estudo realizado por Dowing e Scaramuzzi (1997) avaliando o efeito da insulina durante a fase luteal do ciclo estral sobre a taxa ovulatória e concentrações plasmáticas de FSH, LH e glicose em ovelhas, a adição de suplementos dietéticos contendo altos níveis de energia e proteínas demonstraram elevar a taxa de ovulação em ovelhas, confirmando a hipótese de que uma suplementação energética, por um curto prazo, está envolvida diretamente no recrutamento e no crescimento folicular. Dowing e Scaramuzzi (1991) destacaram ainda que a condição corporal é um bom indicador para a resposta ovulatória de ovelhas, pois ela reflete as reservas corporais do animal. Aumentos significativos na taxa de ovulação somente serão obtidos se os animais forem submetidos ao *flushing* por um período referente a um ciclo estral antes do início da monta e para aquelas fêmeas com moderada condição corporal.

Perfil hormonal em animais com balanço energético negativo

O manejo nutricional para incrementar o aporte energético e minimizar o balanço negativo de energia é fornecer uma adequada disponibilidade de alimento, devendo sempre ter disponibilidade de alimento à disposição, e a dieta deve ser palatável e de alta qualidade para assegurar sua máxima ingestão de matéria seca (Grant e Albright, 1995). Animais em balanço energético negativo caracterizam-se por terem níveis sanguíneos elevados de hormônio do crescimento (GH) e ácidos graxos não esterificados e baixos níveis sanguíneos do fator de crescimento similar a insulina tipo I (IGF-I), insulina e glicose. Nestas condições, os mecanismos de regulação homeorrética estabelecem a prioridade de utilização de nutrientes para a produção e secundariamente para a função reprodutiva.

Entre os efeitos da nutrição sobre a reprodução, é provável que o balanço energético negativo seja o fator mais importante ligado à baixa função reprodutiva nos animais. Short e Adams (1988) descreveram uma escala de prioridades do uso da energia disponível em ruminantes, destacando-se o metabolismo basal, atividades, crescimento, reservas de energia, prenhez, lactação, reservas adicionais de energia, ciclos estrais e início de prenhez e reservas excedentes de energia. Conforme Maurya et al. (2004), o desempenho reprodutivo do ruminantes está limitado em função da ingestão limitada de energia, que pode estar em balanço energético negativo, principalmente no período pós parto. A fêmea submetida a essa condição por um período longo

tende a apresentar hipoglicemia, que por sua vez diminui a síntese de hormônios gonadotrópicos, tendo como consequência aciclia, ciclos silenciosos, ovulação retardada, degeneração cística dos folículos, ausência de corpo lúteo e queda nas concentrações plasmáticas de progesterona, devido a diminuição dos níveis de FSH e LH com consequente efeito no desenvolvimento reprodutivo (Mellado et al., 2004)

Após o parto, os folículos que estão no ovário dependem da concentração e secreção pulsátil de LH para ovular. Em ocasiões em que o balanço energético animal seja negativo, a secreção de LH diminui e estes folículos que estão em desenvolvimento entram em atresia. A retomada dos pulsos de GnRH pós-parto é altamente dependente da intensidade do balanço energético negativo e por tanto, a diminuição do LH é consequência direta da diminuição da secreção de GnRH. Em animais leiteiros de alta produção, o principal fator determinante para o prolongamento do anestro pós-parto é o balanço energético negativo, devido à excessiva perda de peso após o parto (Butler, 2003). Maggione (2008) destacou que animais em balanço energético negativo caracterizam-se por níveis sanguíneos elevados de hormônio do crescimento (GH) e ácidos graxos não esterificados e baixos níveis sanguíneos do fator de crescimento similar a insulina tipo I (IGF-I), insulina e glicose. Nestas condições, os mecanismos de regulação homeorrética estabelecem a prioridade de utilização de nutrientes para a produção e secundariamente para a função reprodutiva. Animais que estão em balanço energético negativo as concentrações séricas de GH estão mais elevadas, e isto acarreta na menor concentração de insulina e do fator de crescimento semelhante à insulina (IGF-I). Este perfil hormonal irá então resultar em menores índices de ovulações, haja vista a importância da insulina na regulação de vários outros hormônios que participam da foliculogênese e ovulação, podendo acarretar em baixa fertilidade em animais leiteiros em virtude da deficiência de energia em relação às necessidades do animal.

Em rebanhos bovinos leiteiros, o balanço energético negativo pode exercer influência na reprodução de vacas leiteiras por seu impacto sobre a qualidade e a viabilidade do ovócito do folículo ovulatório, resultante da ovulação deste folículo. Como há evidências substanciais de que os fatores metabólicos podem influenciar o início do desenvolvimento folicular, é possível que as alterações no metabolismo durante períodos de balanço energético negativo poderiam influenciar os folículos destinados a ovular algumas semanas mais tarde, durante o período de monta. Nesse sentido, Kendrick et al. (1999) realizaram um estudo para avaliar a forma como o balanço energético negativo influenciaria o ciclo ovulatório em bovinos e dividiram

IMPORTÂNCIA DA NUTRIÇÃO ENÉRGICA E PROTEICA SOBRE A REPRODUÇÃO EM RUMINANTES

aleatoriamente 20 fêmeas bovinas em dois tratamentos experimentais, um com alto nível de energia e outro com baixo nível de energia. Os folículos foram aspirados por via transvaginal duas vezes por semana, e os oócitos foram classificados com base na densidade dos cúmulos e homogeneidade do ooplasma. Os autores verificaram que os animais em melhor balanço energético (alto nível de energia) tiveram níveis intrafoliculares de IGF-I e níveis plasmáticos de progesterona mais elevados, e tenderam a produzir mais ovócitos classificados como bons. Nessas circunstâncias, o balanço energético negativo não apenas retarda a retomada dos ciclos ovulatórios, mas também poderia influenciar a qualidade dos ovócitos caso as vacas fossem inseminadas.

Quando as vacas estão em BEN, as concentrações sanguíneas de ácidos graxos não esterificados (AGNEs), ureia e β -hidroxibutirato aumentam, enquanto as de IGF-I, glicose e insulina estão baixas, já que estes últimos são destinados à síntese de leite. Essa alteração nos níveis sanguíneos dessas substâncias está geralmente associada ao comprometimento da função ovariana e fertilidade. Leroy et al. (2005) detectaram concentrações elevadas de AGNEs no líquido folicular de vacas leiteiras em balanço energético negativo.

A melhoria do nível nutricional e a suplementação no pré-parto podem modificar a condição corporal ao parto e influenciar a taxa de prenhez. Dessa forma, o monitoramento da condição corporal no pré e pós-parto e no início da estação de monta pode ser indicativo da taxa de prenhez subsequente. Embora alguns efeitos da baixa condição corporal ao parto possam ser minimizados pelo aumento do consumo alimentar no pós-parto, esse manejo não é o mais econômico, haja visto que maiores quantidades de nutrientes suplementares serão direcionados para atender as demandas da lactação, em contraposição à reprodução. Logo, é melhor que os animais tenham sua parição em boa condição corporal e então utilizar suplementação estratégica com proteína para estimular a ingestão e a digestão de forragens de pior qualidade, visando manter a condição corporal dos animais (Williams, 2001).

O escore de condição corporal (CC) tem sido muito utilizado como indicador do balanço energético e da probabilidade de reconcepção (Maggione, 2008). Quando a perda de condição corporal pós-parto é severa, maior que um ponto de CC, o intervalo pós-parto à primeira ovulação é maior. No entanto, perdas moderadas, menos que um ponto de CC, parece não afetar significativamente os parâmetros reprodutivos, por isso, recomenda-se que o animal não perca mais que um ponto de condição corporal no período pós-parto.

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A inter-relação entre a nutrição e a reprodução é um tema complexo, mas de fundamental importância para o incremento da produtividade nos sistemas de produção, sendo necessário a realização pesquisas científicas sobre a regulação metabólica e endócrina ligada a nutrição visando incrementar os índices produtivos e reprodutivos dos rebanhos e melhor aproveitar a eficiência dos nutrientes contidos nos alimentos.

A alimentação exerce influência sobre a reprodução podendo afetar o desenvolvimento e a função dos órgãos reprodutivos alterando a eficiência reprodutiva, principalmente em virtude da alteração de mecanismos específicos do funcionamento do sistema endócrino envolvido com a reprodução.

O conhecimento dos efeitos da nutrição sobre características reprodutivas no sentido de se estabelecer um adequado manejo nutricional, torna-se importante para promover uma máxima eficiência reprodutiva dos rebanhos e evitar mudanças em seu perfil hormonal para que não implique diretamente em alterações em sua fisiologia reprodutiva.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BEAL, W. E.; SHORT, E. R.; STAIGMILLER, R. B.; BEAL, W. E.; SHORT, E. R.; STAIGMILLER, R. B. Influence of dietary energy intake on bovine pituitary and luteal function. *Journal of Animal Science*, v. 46, n. 1, p. 181-188, 1978.

BICUDO, Sony Dimas. **Estudo da estacionalidade reprodutiva em carneiros ideal: níveis séricos de testosterona, androstenediona, triiodotironina, tiroxina; biometria testicular; avaliação das características do sêmen e de parâmetros indicativos de adaptação ao clima.** 1999. 107f. Tese (Livro Docência)- Faculdade de medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Estadual, Botucatu. 1999.

BOLAND, M. P.; LONERGAN, P.; CALLAGHAN, D. Effect of nutrition on endocrine parameters, ovarian physiology, and oocyte and embryo development. *Theriogenology*, v.55, n.6, p.1323-1340, 2001.

BLANCHARD, T.; FERGUSON J.; LOVE, L.; TAKEDA, T.; HENDERSON, B.; HASLER, J.; CHALUPA, W. Effect of dietary crude protein type on fertilization and embryo quality in dairy cattle. *American Journal of Veterinary Research*, v. 51 p. 905-908. 1990.

BUTLER, W. R. Review: effect of protein nutrition on ovarian and uterine physiology in dairy cattle. *Journal of Dairy Science*. v.81, n.9, p.2533-2539, 1998.

IMPORTÂNCIA DA NUTRIÇÃO ENÉRGICA E PROTEICA SOBRE A REPRODUÇÃO EM RUMINANTES

- BUTLER, S. T.; MARR, A. L.; PELTON, S. H.; RADCLIFF, R.P.; BUTLER, M. C.; BUTLER, W. R. Insulin restores GH responsiveness during lactation-induced negative energy balance in dairy cattle: effects on expression of IGF-I and GH receptor 1A. **Journal of endocrinology**, v. 176, p. 205-217, 2003.
- BARTON, B. A.; ROSARIO, H. A.; ANDERSON, G. W., GRINDLE, B. P.; E CARROLL, D.J. Effects of dietary crude protein, breed, parity, and health status on the fertility of dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.79, p.2225-2236. 1996.
- CANFIELD, R. W.; BUTLER W. R. Energy balance and pulsatile luteinizing hormone secretion in early postpartum dairy cows. **Domestic Animal Endocrinology**, v. 7, p. 323-330, 1990.
- SHORT, R. E.; ADAMS, D. C. Nutritional and hormonal interrelationships in beef cattle reproduction. **Canadian Journal of Animal Science**, v. 68, p.29-39, 1988.
- DE FRIES, C. A.; NEUENDORFF, D. A.; RANDEL, R.D. Fat supplementation influences postpartum reproductive performance in Brahman cows. **Journal of Animal Science**, v.76, n.3, p.864-870, 1998.
- DISKIN, M. G.; MACKEY, D. R.; ROCHE, J. F.; SREENAN, J. M. Effects of nutrition and metabolic status on circulating hormones and ovarian follicle development in cattle. **Animal Reproduction Science**, v.78, p.345-370, 2003.
- DOWNING, J. A.; SCARAMUZZI, R. J. The effect of infusion of insulin during the luteal phase of the estrous cycle on the ovulation rate and on plasma concentrations of LH, FHS and glucose in ewes. **Theriogenology**, v.47, p.747-759, 1997.
- DOWNIE, J. G.; GELMAN, A. L. The relationship between changes in body weight, plasma glucose and fertility in beef cows. **Veterinary Research**, v. 99, p. 210-212, 1976.
- DUNN, T. G., MOSS, G. E. Effects of nutrient deficiencies and excesses on reproductive efficiency of livestock. **Journal of Animal Science**, v.70, n.5, p.1580-1593, 1992.
- VELOSO, José Lúcio de Oliveira. **Desempenho produtivo e reprodutivo de ovelhas submetidas a diferentes sistemas de flushing**. 2008. 36 p. (Dissertação – Mestrado em Zootecnia, Área de Concentração em Produção de Ruminantes). Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia. Itapetinga. 2008.
- ELROD, C. C.; BUTLER, W. R. Reduction of fertility and alteration of uterine pH in heifers fed excess ruminally degradable protein. **Journal of Animal Science**, v.71, p.694-701, 1993.
- ESTRADA, L. H. C. Exigências nutricionais de ovinos para as condições brasileiras. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE NORDESTINA DE PRODUÇÃO ANIMAL, 2., 2000, Teresina. **Anais...** Teresina: SNPA, 2000. v.1. p.325-339.
- FERREIRA, A. M.; TORRES, C. A. A. Glicose e lipídeos totais como indicadores de “status” nutricional de bovinos. In: Rev. Soc. Bras. de Zootec. 1992, **Anais...** 1992. v. 21, n. 2, p. 339-345.
- FRANDSON, R. D.; WILKE, W. L.; FAILS, A. D. **Anatomia e fisiologia dos animais de fazenda**. 6.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2005. 454p.
- GONZÁLEZ, F. H. D.; TORRES, C. A. A.; VETROMILA, M. A. M. Efeito da condição corporal em novilhas mestiças sobre a fertilidade e os níveis sanguíneos de glicose, albumina e progesterona pós-serviço. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v. 22, n. 3, p. 439-444. 1993.
- GRANT, R.J. E J.L ALBRIGHT. Feeding behavior and management factors during the transition period in dairy cattle. **Journal of Animal Science**, v. 73, p. 2791, 1995.
- GUIMARÃES FILHO, C.; SOARES, J. G. G.; ARAUJO, G. G. L. Sistema de produção de carne caprina e ovina no semi-árido nordestino. **Anais...** Simpósio internacional de ovinos e caprinos de corte. EMEPA-PB, 2000.
- GUNN, R. G. The influence of nutrition on the reproductive performance of ewes. In: **Sheep production**, (Ed. W. HARSIGN). London, Butterworths, 1983. p. 99-110.
- HAFEZ, E. S. E.; JAINUDEEN, M.R.; ROSNINA, Y. Hormônios, Fatores de Crescimento e Reprodução. In: HAFEZ, E. S. E.; HAFEZ, B. (Ed.). **Reprodução Animal**. 7 ed. Barueri: Manole, 2004. p.33-52.
- LANDAU, S.; MOLLLE, G. **Nutrition effects on fertility in small ruminants with an emphasis on Mediterranean sheep breeding systems**. Department of Natural Resources, Agricultural Research Organization, 50250 Bet Dagan, Israel and Instituto Zootecnico e

IMPORTÂNCIA DA NUTRIÇÃO ENÉRGICA E PROTEICA SOBRE A REPRODUÇÃO EM RUMINANTES

- Caseario per la Sardegna, 07040 Olmedo (SS), Italy. Review, 1998.
- LEROY, Jo **Metabolic changes in high producing dairy cows and the consequences on oocyte and embryo quality**. 2005, 252p Tese Ph.D. – Departamento de Reprodução, Obstetrícia e Saúde de Rebanho – Escola de Veterinária (Ghent University). Merelbeke, Belgium. 2005.
- MAGGIONI, D.; ROTTA, P. P.; ITO, R. H.; MARQUES, J. A.; ZAWADZKI, F.; PRADO, R. M.; PRADO, I. N. Efeito da nutrição sobre a reprodução de ruminantes: uma revisão. **PUBVET**, v.2, n.11, Mar, 2008.
- MAURYÁ, V. P.; NAQVI, S. M. K.; MITTAL, J. P. Effect of dietary energy level of physiological responses and reproductive performance of Malpura sheep in the semi arid regions of India. **Small Ruminant Research**, v. 55. p. 117-122, 2004.
- MAURASSE, C.; MARTON, P.; DUFOUR, J. J. Ovarian follicular populations at two stages of an oestrus cycle in heifers given high energy diets. **Journal of Animal Science**, v.61, p.1194–200, 1985.
- MELLADO, M.; VALDEZ, R.; LARA, L. M.; GARCIA, J. E. Risk factors involved in conception, abortion and kidding rates of goats under extensive conditions. **Small Ruminant Research**. v.55, p 191-198, 2004.
- MORELLO, H. H., CHEMINEAU, P. Características anatómicas y funcionales del sistema reproductor de la hembra. In: **Reproduccion ovina y caprina**. 1. ed. Buenos Aires: Inter-Médica, 2004, p. 11-24.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC). **Nutrient requirements of sheep**. 6.ed. Washington, D.C.: National Academy Press, 1985. 99p.
- OLIVEIRA, A. S.; VALADARES, R. F. D.; VALADARES FILHO, S. C.; CECON, P.R.; RENNÓ, L. N.; QUEIROZ, A. C.; CHIZZOTTI, M. L. Produção de proteína microbiana e estimativas das excreções de derivados de purinas e de uréia em vacas lactantes alimentadas com rações isoprotéicas contendo diferentes níveis de compostos nitrogenados não-protéicos. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**. v. 30, n. 5, p. 1621-1629, 2001.
- O'CALLAGHAN, D.; YAAKUB, H.; HYTTEL, P. Effect of nutrition and superovulation on oocyte morphology, follicular fluid composition hormone concentration in ewes. **Journal of Reproductive Fertility**, v.118, p.303-313, 2000.
- RESENDE, K. T.; PEREIRA FILHO, J. M.; TRINDADE, I. A. C. M. Exigências nutricionais de caprinos leiteiros. In: **A produção animal na visão dos brasileiros**. Piracicaba. FEALQ. 2001. p.484-496.
- RICHARDS M. W.; WETTEMANN, R. P.; SPICER, L. J. Nutritional anestro in beef cows: effect of body condition and ovariectomy on serum luteinizing hormone and insulin-like growth factor-1. **Biology of reproduction**. v. 44. p.961-966, 1991.
- ROBINSON, J. J. Nutrition and reproduction. **Animal Reproduction Science**, v.42,p.25–34, 1996.
- 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, p.259–276, 2006.
- SANTOS, E. S. **Efeito do Pré-Tratamento com FSH ou BST, associado aoflushing nutricional, na resposta superovulatória em vacas Gir**. 2002. 47p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária/Universidade de Brasília. Brasília. 2002
- SANTOS, J. E. P; AMSTALDEN, M. Effects of nutrition on bovine reproduction. XIII Reunião Anual SBTE. Atibaia, SP. In: **Arquivos da Faculdade de Veterinaria**. UFRGS. Porto Alegre, RS. v.26. p.19-89. 1998.
- SCARAMUZZI, R.J.; CAMPBELL, B.K.; DOWNING, J.A. KENDALL, N. R.; KHALID M.; MUÑOZ-GUTIÉRREZ, M.; S. A. A review of the effects of supplementary nutrition in the ewe on the concentrations of reproductive and metabolic hormones and the mechanisms that regulate folliculogenesis and ovulation rate. **Reproduction Nutrition Development**, v.46, p.1-16, 2006.
- SCHILO, K.K. Effects of dietary energy on control of luteinizing hormone secretion in cattle and and sheep. **Journal of Animal Science**, v.70. p.1271-1282. 1992.
- STAPLES, C. R.; BURKE, J. M.; TATCHER, W. W. Influence of supplemental fats on reproductive tissues and performance of lactating cows. **Journal of Dairy Science**, v.81, n.3, p.,856-871, 1998.
- STEWART, R.; OLDHAM, C.M. Feeding lupins to ewes for four days during the luteal phase can increase

IMPORTÂNCIA DA NUTRIÇÃO ENÉRGICA E PROTEICA SOBRE A REPRODUÇÃO EM RUMINANTES

ovulation rate. **Proceedings of the Australian Society of Animal Production**. v.16, p. 367-370, 1986.

VIÑALES GIL, Caroline. **Effect of Nutrition on Follicle Development and Ovulation Rate in the Ewe**. 2003. 56 f. Doctoral thesis (Department of Clinical Chemistry) - Swedish University of Agricultural Sciences, Faculty of Veterinary Medicine, Uppsala. 2003.

WILLIAMS, G. L. Implicações da amamentação e manejo da cria na eficiência reprodutiva futura de vacas de corte. **Anais do V Curso Novos enfoques na produção e reprodução de bovinos**, p.65-73. 2001.