

Fatores Nutricionais Aplicados à Reprodução de Ruminantes

Nutritional Aspects Related to the Ruminant Reproduction

Jean Kaique Valentim^{*a}; Janaína Palermo Mendes^a; Bruna Barreto Przybulinski^a; Felipe Cardoso Serpa^a;
Deivid Kelly Barbosa^a; Vivian Aparecida Rios Castilho^a; Rita Therezinha Rolim Pietramale^a

^aUniversidade Federal da Grande Dourados, Programa de Pós-Graduação em Zootecnia. MS, Brasil.

*E-mail: kaique.tim@hotmail.com

Resumo

Os animais de produção estão sendo modificados através de um intenso melhoramento genético, buscando intensificar seu desempenho para atender a demanda mundial em quesitos de alimentação. Essa maximização de desempenho demanda um acréscimo nutricional, e este por sua vez pode afetar as funções reprodutivas. Vários estudos mostram que a reprodução pode ser comprometida se as necessidades nutricionais dos animais não forem atendidas. Esta demanda nutricional afeta diretamente a função dos órgãos reprodutivos e o funcionamento do sistema endócrino, podendo interferir na taxa de fertilidade destes animais. A nutrição tem influência na fertilidade, diretamente por meio do fornecimento de nutrientes específicos, que são necessários para os processos de desenvolvimento do folículo, de ovulação, de maturação oocitária, de fertilização, de sobrevivência embrionária 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. O objetivo do presente trabalho é obter uma revisão de literatura atualizada sobre o contexto recente da influência de fatores nutricionais sobre os aspectos reprodutivos de animais ruminantes.

Palavras-chave: Nutrição. Metabolismo. Fertilidade. Ruminantes.

Abstract

The farm animals are being modified through an intensive genetic improvement seeking to increase their performance to meet the global demand on power issues. This performance maximization demands an extra nutritional and this in turn can affect the reproductive functions. Several studies show that the reproduction can be compromised if the animal's nutritional needs are met. This nutritional demand directly affects the function of the reproductive organs and the functioning of the endocrine system and may interfere with fertility rate of these animals. Nutrition affects fertility, directly through the provision of specific nutrients that are required for the processes of development of follicle maturation, ovulation, oocyte, fertilization, embryo survival and the establishment of pregnancy; and, indirectly, acting on circulating concentrations of hormones and other metabolites sensitive to nutrients that are required for the success of these processes. The goal of this work was to obtain an updated literature review with recent studies related to nutritional aspects involved in the ruminant animals reproduction.

Keywords: Nutrition. Metabolism. Fertility. Ruminants.

1 Introdução

A reprodução é uma das primeiras e principais funções afetadas em situações de desequilíbrio nutricional, as quais são primariamente resultantes de falhas no ajuste do balanço entre a disponibilidade de nutrientes e seus requerimentos, tanto pelos animais em reprodução como por aqueles que irão ainda iniciar a vida reprodutiva.

Nos ruminantes, a nutrição influencia a fertilidade, diretamente através do fornecimento de nutrientes específicos, que são necessários para os processos de desenvolvimento do folículo, de ovulação, de maturação oocitária, de fertilização, de sobrevivência embrionária e o estabelecimento da gestação; e, indiretamente, atuando sobre as concentrações circulantes dos hormônios (ROBINSON *et al.*, 2006).

Ao serem absorvidos, os nutrientes são direcionados para determinadas prioridades estabelecidas. São essas: metabolismo basal, atividades, crescimento, reservas corporais básicas, lactação, acúmulo de reservas corporais,

ciclo estral e início da gestação. (MAGGIONI *et al.*, 2008). Por essa sequência de prioridades se observa que o animal só direcionará nutrientes para a atividade reprodutiva quando todas as prioridades anteriores tiverem sido atendidas (SANT *et al.*, 2018).

Após a ovulação se observa que uma das consequências dos efeitos deletérios da nutrição sobre o desenvolvimento do oócito podem ser as alterações inerentes ao estresse celular, ocasionadas pela aceleração do metabolismo embrionário, comprometendo a sobrevivência do embrião (ALMEIDA *et al.*, 2007).

Observa-se que o potencial reprodutivo é influenciado pelos efeitos nutricionais em curto e em longo prazo sobre o estro e durante os diferentes estados fisiológicos, quando a fertilidade e a fecundação nos animais podem ser grandemente condicionadas (ALMEIDA *et al.*, 2007). Com isto, busca-se com esse trabalho apresentar os principais efeitos da nutrição sobre os parâmetros reprodutivos dos ruminantes.

2 Desenvolvimento

2.1 Metodologia

Para seleção dos artigos usados nesta revisão foram selecionados textos de bases de dados: Web of Science, Elsevier, PubMed, Science Direct e Google Scholar. Os termos pesquisados em tais plataformas foram: “Nutritionalruminant” e/and “reproduction”. Os artigos que poderiam ser utilizados foram baixados e avaliados quanto ao critério de avaliação como: artigos completos; publicados nos últimos dez anos; contendo descrição completa da metodologia analítica utilizada. Sendo escolhidos no total quarenta artigos, sendo alguns desses trabalhos clássicos e indispensáveis com mais de dez anos de publicação.

2.2 Melhorias na Reprodução com Ajuste Nutricional

A eficiência reprodutiva dos ruminantes é o resultado da fertilidade, prolificidade e sobrevivência das crias, fatores estes que são fortemente influenciados pela nutrição. A disponibilidade de nutrientes tem sido correlacionada com a melhoria dos índices reprodutivos e produtivos em ruminantes, sendo fundamental no controle da eficiência de tecnologias voltadas para a reprodução.

Os mecanismos da atuação dos fatores nutricionais sobre o desempenho reprodutivo são complexos, compreendendo desde a influência de um nutriente específico até interações entre a disponibilidade destes, com o peso, a idade e a condição nutricional, estágio fisiológico e fatores climáticos relacionados ao ambiente no qual os animais são criados (PIRES, 2011).

A nutrição tem influência diretamente na eficiência reprodutiva por fornecer ao organismo nutrientes necessários para o adequado funcionamento dos processos reprodutivos. Portanto, o balanceamento e o consumo adequado de energia, proteína, vitaminas e minerais, é de grande importância para um bom desempenho reprodutivo (PIRES, 2011).

No organismo, os nutrientes absorvidos tendem a seguir uma ordem de prioridade e são direcionados primeiramente ao metabolismo basal, atividades ou trabalho, crescimento, reserva de energia básica, gestação, lactação, reserva de energia adicional, ciclo estral, início de gestação e, por último, reserva de energia em excesso (PIRES, 2011; MAGGIONI *et al.*, 2008). Seguindo essa ordem, a reprodução é uma das primeiras e principais funções afetadas em caso de falhas na nutrição do plantel. Neste processo, alguns pontos são importantes de serem citados, como os que seguem expostos.

2.3 Escore Corporal

O monitoramento do escore de condição corporal ainda é a ferramenta de diagnóstico nutricional mais utilizada. O escore de condição corporal estima o estado nutricional dos animais por meio de avaliação tátil (MACHADO *et al.*, 2008; DE MORAES FERREIRA *et al.*, 1993.), estimando a quantidade de tecido muscular e adiposo armazenado pelo corpo do

animal em um dado momento do ciclo reprodutivo-produtivo (CEZAR; SOUSA, 2006), possuindo grande relação com os indicadores zootécnicos, como a fertilidade (MOLINA *et al.*, 1992) e a prolificidade (MACHADO *et al.*, 1999).

Segundo Molina (1992), o escore de condição corporal ainda é a ferramenta prática mais útil para monitoramento da condição nutricional com alta correlação com variáveis reprodutivas. No entanto, há demanda para ajuste na recomendação de escore da literatura para as condições brasileiras.

2.4 Flushing

O flushing é uma suplementação em níveis elevados, acima da exigência dos animais com o objetivo de estimular a taxa de ovulação, tamanho dos folículos ovarianos e a sobrevivência embrionária (MOLINA *et al.*, 1992). No entanto, eficiência reprodutiva dos ruminantes é o resultado da fertilidade, de prolificidade e de sobrevivência das crias, fatores esses que são fortemente influenciados pela nutrição. A disponibilidade de nutrientes tem sido correlacionada com a melhoria dos índices reprodutivos e produtivos em ruminantes, sendo fundamental no controle da eficiência de tecnologias voltadas para a reprodução (CEZAR; SOUSA, 2006).

2.5 Influência do Metabolismo Nutricional na Reprodução

Entre os fatores que exercem influência na reprodução, a nutrição tem papel reconhecidamente importante por afetar diretamente aspectos da fisiologia e desempenho reprodutivo na fêmea bovina.

Por exemplo, diversos estudos associaram a nutrição à queda da fertilidade, principalmente, em vacas leiteiras e identificaram como causas potenciais o balanço energético negativo (BEN), evidenciado pela queda no escore de condição corporal (ECC) pós-parto (MOREIRA *et al.*, 2000; LOPEZ-GATIUS *et al.*, 2002), os efeitos deletérios de dietas altamente energéticas (WILTBANK *et al.*, 2006; SANTOS *et al.*, 2008), os efeitos tóxicos de compostos nitrogenados (BUTLER, 1998; DAWUDA *et al.*, 2002; RHOADS *et al.*, 2006), e as deficiências de vitaminas e/ou minerais (INGRAHAM *et al.*, 1987; ARECHIGA *et al.*, 1994, 1998).

O correto desenvolvimento folicular precisa de níveis adequados de nutrientes. Rações com níveis insuficientes de proteína têm sido associados à diminuição da manifestação do cio, atraso da aparição do cio, redução do índice de concepção ao primeiro serviço e morte embrionária (SASSER, 1988; KAUR, 1995).

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 BEN poucos dias após o parto.

Estudos *in vitro* demonstraram efeitos prejudiciais no desenvolvimento embrionário quando ovócitos foram maturados em um ambiente com altas concentrações de AGNEs e baixas concentrações de glicose (LEROY *et al.*, 2008). Da mesma forma, baixas concentrações de IGF-I também podem estar associadas a um desenvolvimento embrionário sub ótimo (VELAZQUEZ *et al.*, 2005).

O efeito da ureia ou amônia em nível uterino sobre a reprodução parece estar relacionado à função hormonal do que ao efeito tóxico direto destes componentes sobre o embrião. Gilbert (1996) demonstrou *in vitro* que a presença de ureia em nível uterino impedia a manutenção do gradiente de pH que existe entre as células apicais e basais da parede uterina. Este gradiente de pH é diretamente induzido pela progesterona.

Na presença de ureia, a progesterona não é capaz de manter o gradiente de pH o que resulta em um aumento da secreção de PGF2 α . A PGF2 α tem efeito reconhecido de afetar negativamente tanto o desenvolvimento embrionário (MAUER, 1976) como a sua sobrevivência (SCHRICK, 1993). Elrod (1993) concluiu que o excesso de proteína na dieta atua sob um mecanismo não definido, o qual diminui o pH uterino.

Em bovinos de corte, o desempenho reprodutivo também está associado ao ECC (BOSSIS *et al.*, 2000), o qual é um dos fatores que pode afetar o crescimento e a persistência do folículo dominante (RHODES *et al.*, 1995) no período pós-parto.

Vacas de corte, geralmente, têm um anestro pós-parto mais prolongado do que as de leite, devido, geralmente, à somatória de fatores como ECC baixo, nutrição inadequada e presença do bezerro (amamentação). Para reduzir o anestro pós-parto, diferentes estratégias de manejo são indicadas e consistem em minimizar os efeitos negativos descritos acima como, por exemplo, realizar suplementação alimentar no período pós-parto, promover remoções temporárias estratégicas de bezerras (“shang”) ou esquemas de amamentação interrompida, ou mesmo lançar mão de tratamentos hormonais para indução de estro ou de ovulação (WILLIAMS, 1990; BARUSELLI *et al.*, 2004; SÁ FILHO *et al.*, 2009).

2.6 Vitaminas e Minerais na Reprodução

Os minerais são considerados nutrientes fundamentais por participarem de diversas funções do metabolismo animal, compondo estruturas de biomoléculas, interferindo no crescimento e na manutenção de tecidos, participando como cofatores enzimáticos, ativando ações hormonais, regulando a pressão osmótica e equilíbrio ácido-básico (MELLO, 2018).

Estes nutrientes representam apenas cerca de 5% do peso total do corpo, mesmo assim, têm grande influência na produção do animal, acarretando acréscimos ou decréscimos na produtividade do sistema (DANTAS *et al.*, 2015).

O zinco é essencial nos processos de crescimento

e desenvolvimento, reprodução, imunidade, proteção antioxidante e estabilidade das membranas (SALGUEIRO *et al.*, 1999). Contudo, poucos trabalhos foram feitos na relação de deficiência de zinco na reprodução da vaca. Um papel no âmbito da reprodução pode envolver zinco como componente essencial ou ativador de enzimas envolvidas na esteroidogênese (HURLEY *et al.*, 1984).

Novilhas, que foram suplementadas com zinco, tiveram maiores taxas de parição (92%) do que novilhas não suplementadas (62%) (PASA, 2011).

Os efeitos da deficiência de zinco na dieta conduzem a uma maior suscetibilidade às infecções, retardo do crescimento e da função reprodutiva, diminuição da tiroxina no plasma do ser humano e animais de experimentação, bem como de alguns animais domésticos (KOURY *et al.*, 2003). O nível estimado de zinco na dieta é 1000 mg para bovinos adultos, ressaltando que a margem de segurança varia entre o consumo normal e a quantidade tóxica de zinco (ANDRIGUETTO *et al.*, 1990).

Na tentativa de aumentar a disponibilidade para o animal, uma suplementação extra de minerais pode causar efeitos prejudiciais, como diarreia e desequilíbrios, que podem levar a redução da biodisponibilidade de outros minerais, além de não melhorarem sua concentração no sangue e causarem poluição ambiental (COLLET *et al.*, 2018). Um exemplo disso é o que ocorre com o sulfato de manganês, cuja disponibilidade é baixa e, quando se aumenta a inclusão deste na dieta o problema é solucionado, mas causa efeito negativo na disponibilidade do fósforo, de cálcio e de ferro (LEESON; SUMMERS, 1997).

Por sua vez, os minerais quelatados apresentam absorção superior ao convencional, pois, geralmente, usam as vias de absorção das moléculas quelatadas que os ligam, o que faz com que não tenham problemas de interações com outros minerais (MOTTIN *et al.*, 2013). A absorção dos minerais quelatados pode ocorrer sob duas formas: o mineral pode ser ligado à borda em escova sendo absorvido pela célula epitelial ou como ocorre na maioria das vezes, em que o agente quelante é absorvido levando junto a si o metal (KIEFER, 2005).

Os fatores nutricionais são expressivos e seus efeitos na superovulação são pouco entendidos. Entre os fatores nutricionais, a vitamina A se destaca e sua importância na reprodução animal é bem conhecida (WICPOLT *et al.*, 2019). A suplementação de vitamina A i.m. na dosagem de 1.000.000 UI de palmitato de retinol melhora a qualidade de embriões bovinos (SOUTO *et al.*, 2017). A resposta na qualidade de embriões também foi encontrada em programas de transferência de embriões em ratas suplementadas com vitamina A, em bovinos suplementados com abóbora e ovinos suplementados com vitamina A (AMARAL *et al.*, 2001).

Neste contexto, entende-se que as vitaminas e os minerais são importantes na reprodução dos ruminantes visto que são fundamentais para o funcionamento adequado dos processos bioquímicos do organismo, como composição estrutural e de hormônios, participação em fluidos intra e extracelulares

e catalisadores enzimáticos, componentes essenciais para o melhor desenvolvimento reprodutivo dos animais.

2.7 Carboidratos, Lipídeos e Proteínas na Reprodução de Ruminantes

Conhecer os mecanismos de interação entre a nutrição e a reprodução é de fundamental importância para a tomada de decisões, tanto com relação à eficiência produtiva de um rebanho, quanto para o desenvolvimento de programas de melhoramento genético que envolve técnicas de multiplicação animal como a inseminação artificial, transferência de embriões (TE) e fecundação in vitro (FIV).

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. As funções reprodutivas, como a ciclicidade estral e o início da gestação, são funções de baixa prioridade dentro de uma escala de partição dos nutrientes e só serão ativadas quando a demanda para a manutenção, crescimento e reserva de nutrientes forem supridas (CHAVES *et al.*, 2011).

A ação da nutrição na função ovariana é regulada pelo GnRH, FSH e LH que promovem o crescimento folicular e a síntese de esteroides. A suplementação de lipídios pode ser uma estratégia efetiva para aumentar a densidade energética da dieta de fêmeas ruminantes (LENZ SOUZA *et al.*, 2014).

Com isto, pode-se engendrar a síntese hormonal, inclusive a esteroidogênese folicular e luteal, e de prostaglandinas, via inibição de enzimas que atuam na conversão do ácido araquidônico, além de potencializar as ações de fatores de crescimento, especialmente, o Fator de Crescimento Semelhante à insulina tipo 1 (IGF-1), e o fornecimento de nutrientes para todos os eventos da foliculogênese ovariana (SILVA *et al.*, 2016).

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 (NETO *et al.*, 2017). 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 filhas, em virtude de efeitos que afetarão sua produtividade futura (LENZ SOUZA *et al.*, 2014).

Dietas contendo elevado teor de proteína, em geral, têm mostrado decréscimo na fertilidade, causando morte embrionária em função do comprometimento do ambiente uterino. O conhecimento dos efeitos da nutrição sobre características reprodutivas no sentido de se estabelecer um adequado manejo nutricional se torna 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 (WICPOLT *et al.*, 2019).

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 *et al.* (2006) destacaram 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 associada a um aumento do desenvolvimento de folículos ovarianos e diminuição da porcentagem de folículos de atresicos (MAURASSE, 1985).

No caso de novilhas, a deficiência proteica provoca subdesenvolvimento dos ovários e do útero. Por outro lado, existem vários estudos que demonstram que excessos de proteína também são nocivos para a reprodução. Bruckental *et al.* (1986) demonstraram que a administração de rações com 21% de proteína em comparação com rações com 17% de proteína, reduziu o índice de concepção e aumentou o intervalo entre o parto e a primeira ovulação em vacas.

Para vacas leiteiras de alta produção que apresentam elevada exigência de proteína na dieta se faz necessário o conhecimento do teor de PDR e PNDR dos alimentos utilizados (CARDOSO *et al.*, 2017). O conhecimento dos valores de PDR dos alimentos permite formular dietas que atendam às exigências de compostos nitrogenados dos micro-organismos ruminantes e do animal, sem que haja excesso de PB e deficiência de proteína metabolizável. Com isso se pode maximizar a produção de leite sem comprometer a eficiência reprodutiva (FUCK, 2000).

3 Conclusão

Entre os fatores que afetam a reprodução dos animais, a nutrição tem um papel incontestavelmente importante por interferir diretamente na fisiologia do organismo. Os animais em balanço energético negativo apresentam mudanças no perfil hormonal, que são as principais responsáveis pela alteração reprodutiva. Sendo assim, torna-se de fundamental importância o conhecimento dos efeitos da nutrição sobre a fertilidade, oócito e processo de foliculogênese terminal, no sentido de se aumentar a resposta aos tratamentos de superovulação e, assim, viabilizar a utilização de biotécnicas reprodutivas.

Referências

- ALMEIDA, A.P. *et al.* Recentes avanços na relação entre nutrição e reprodução em ruminantes. *Rev. Bras. Nutr. Ani.*, v.1, n.2, p.34-65, 2007.
- AMARAL, B.C.; SOUZA, J.C.; LEMOS, F.O. Efeito da suplementação de 3 kg de abóbora (*Cucurbita maxima*) na quantidade e qualidade de embriões coletados de vacas doadoras. *Rev. Bras. Repr. Ani.*, v.25, n.3, p.331-333, 2001.
- ANDRIGUETTO, J.M. *et al.* *Nutrição animal*. São Paulo: Nobel,

1990.

ARECHIGA, C.F.; ORTÍZ, O.; HANSEN, P.J. Effect of prepartum injection of vitamin E and selenium on postpartum reproductive function of dairy cattle. *Theriogenology*, v.41, p.1251-1258, 1994. doi:10.1016/0093-691X(94)90482-X

ARECHIGA, C.F. *et al.* Effect of injection of beta-carotene or vitamin E and selenium on fertility of lactating dairy cows. *Theriogenology*, v.50, p.65-76, 1998. doi: 10.1016/S0093-691X(98)00114-9

BARUSELLI, P.S. *et al.* The use of hormonal treatments to improve reproductive performance of anestrous beef cattle in tropical climates. *Ani. Repr. Sci.*, v.82-83, p.479-486, 2004. doi: 10.1016/j.anireprosci.2004.04.025

BOSSIS, I. *et al.* Nutritionally induced anovulation in beef heifers: ovarian and endocrine function during realimentation and resumption of ovulation. *Bio. of Repr.*, v.62, p.1436-1444, 2000. doi: 10.1095/biolreprod62.5.1436

BRUCKENTAL, I. *et al.* The effect on the performance of dairy cattle of plant protein concentration and of urea or urea phosphate supplementation in the diet. *Ani. Prod.*, v.43, p.73-82, 1986. doi:10.1017/S0003356100018341

CARDOSO, R.B. *et al.* Production and chemical composition of lactating dairy cows on pasture submitted to different feeding systems. *Rev. Bras. Saúde Prod. Ani*, v.18, n.1, p.113-126, 2017. doi: 10.1590/s1519-99402017000100011

CEZAR, M.F.; SOUSA, W.H. Avaliação e utilização da condição corporal como ferramenta de melhoria da reprodução e produção de ovinos e caprinos de corte. *Rev. Bras. Zootec.*, v.35, n.esp., 2006.

COLLET, S.G. *et al.* Efeito de um suplemento mineral traço e vitaminas A e E injetáveis sobre a produção e composição de leite em vacas Holandesas. *Rev. Ciênc. Agrovet.*, v.16, n.4, p.463-472, 2018. doi:10.5965/223811711642017463

CORREA R.F.; BERGAMASCHI, M.A.C.M.; BARBOSA, R.T. Escore de condição corporal e sua aplicação no manejo reprodutivo de ruminantes (Circular Técnica, 57). São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste, 2008.

CHAVES, R.N. *et al.* Implicações da insulina na função ovariana e desenvolvimento embrionário. *Acta Vet. Bras.*, v.5, n.2, p.136-146, 2011. doi: 10.21708/avb.2011.5.2.2074

DANTAS, C.C.O.; DE MATTOS NEGRÃO, F. Funções e sintomas de deficiência dos minerais essenciais utilizados para suplementação dos bovinos de corte. *Uniciências*, v.14, n.2, 2015. doi: 10.17921/1415-5141.2010v14n2p%25p

DAWUDA, P.M. *et al.* 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. doi: 10.1016/S0093-691X(02)00973-1

DE MORAES FERREIRA, A.; TORRES, C.A.A. Perda de peso corporal e cessação da atividade ovariana luteínica cíclica em vacas mestiças leiteiras. *Pesq. Agro. Bras.*, v.28, n.3, p.411-418, 1993.

ELROD, C.C.; BUTLER, W.R. Reduction of fertility and alteration of uterine pH in heifers fed excess ruminally degradable protein. *J. Anim. Sci.*, v.71, p.694-701, 1993. doi: 10.2527/1993.713694x

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.

FILAPPI, A.; PRESTES, D.; CECIM, M. Suplementação mineral para bovinos de corte sob pastejo - revisão. *Vet. Notícias*, v.11, n.2, p.91-98, 2005.

FUCK, E.J.; MORAES, G.V.; SANTOS, G.T. Fatores nutricionais na reprodução das vacas leiteiras I – Energia e Proteína. *Rev.*

Bras. Repr. Anim., v.24, n.3, p.147-161, 2000.

GILBERT, R.O. *et al.* An in vitro model for the study of bovine endometrial physiology and pathophysiology. *J. Dairy Sci.*, v.79, p.2377-2381, 1996.

HURLEY W.C.; DOANE, R.M. Recent developments in the roles of vitamins and minerals in Reproduction. *J. Dairy Sci.*, v.67, p.1316, 1984. doi:10.3168/jds.S0022-0302(89)79170-0

INGRAHAM, R.H.; KAPPEL, L.C.; MORGAN, E.B. *et al.* Correction of subnormal fertility with copper and magnesium supplementation. *J. Dairy Sci.*, v.70, p.167-180, 1987. doi: 10.3168/jds.S0022-0302(87)79991-3

KAUR, H.; ARORA, S.P. Dietary effects on ruminant livestock reproduction with particular reference to protein. *Nutr. Res. Rev.*, v.8, p.121-136, 1995. doi: 10.1079/NRR19950009

KIEFER, C. Minerais quelatados na nutrição de aves e suínos. *Rev. Eletr. Nutr.*, v.2, n.3, p.206-220, 2005.

KOURY, J.C.; DONANGELO, C.M. Zinco, estresse oxidativo e atividade física. *Rev. Nutr.*, v.16, n.4, p.433-41, 2003. doi: 10.1590/S1415-52732003000400007

LEESON, S.; SUMEERS, J.D. Commercial Poultry nutrition. Guelph, Ontario: University Books, 1997.

LEROY, J.L. *et al.* Reduced fertility in high-yielding dairy cows: are the oocyte and embryo in danger. *Reprod. Dom. Anim.*, v.43, p.612-622, 2008. doi:10.1111/j.1439-0531.2007.00960.x

LEROY, J.L. *et al.* Nonesterified fatty acids in follicular fluid of dairy cows and their effect on developmental capacity of bovine oocytes in vitro. *Reproduction*, v.130, p.485-495, 2005. doi: 10.1530/rep.1.00735

LENZ SOUZA, M.I. *et al.* Interrelationships of nutrition, metabolic hormones and reproduction of female sheep. *CES Med. Vet. Zoot.*, v.9, n.2, p.248-261, 2014.

LOPEZ-GATIUS, F. *et al.* Factors affecting pregnancy loss from gestation Day 38 to 90 in lactating dairy cows from a single herd. *Theriogenology*, v.57, p.1251-1261, 2002.

MACHADO, J.B.B. *et al.* Parâmetros reprodutivos de ovinos deslanados Morada Nova e Santa Inês mantidos em pastagem cultivada no estado do Ceará. *Rev. Cient. Prod. Anim.*, v.1, n.2, 2009. doi: 10.15528/29

MAURASSE, C.; MATTON, P.; DUFOUR, J. J. Ovarian follicular populations at two stages of an estrous cycle in heifers given high energy diets. *J. Anim. Sci.*, v.61, n.5, p.1194-1200, 1985. doi: 10.2527/jas1985.6151194x

MAGGIONI, D. *et al.* Efeito da nutrição sobre a reprodução de ruminantes: uma revisão. *PUBVET*, v.2, n.11, 2008.

MAUER, R.R.; BEIER, H.M. Uteroglobulin and other proteins in rabbit blastocyst fluid after development in vivo and in vitro. *J. Reprod. Fert.*, v.48, p.33-41, 1976. doi:10.1007/bf00231990

MELLO, R.R.C. *et al.* Efeitos do caroço de algodão sobre a reprodução de bovinos. *PUBVET*, v.12, p.131, 2018. doi:10.31533/pubvet.v12n10a188,1-8

MOREIRA, F. *et al.* Effect of body condition on reproductive efficiency of lactating dairy cows receiving a timed insemination. *Theriogenology*, v.53, p.1305-1319, 2000. doi: 10.1016/S0093-691X(00)00274-0

MOTTIN, C. *et al.* Suplementação com minerais quelatados em bovinos: uma revisão. *Campo Digital*, v.8, n.2, 2013.

NETO, H.F.V. *et al.* Parâmetros que afetam a taxa de prenhez de receptoras bovinas de embriões produzidos in vitro. *Med. Vet.*, v.8, n.3, p.31-35, 2017.

PASA, C. Relação reprodução animal e os minerais. *Biodiversidade*, v. 9, n. 1, 2011.

PIRES, A.V.; RIBEIRO, C.V.; MENDES, C. Q. Aspectos nutricionais relacionados à reprodução. In: BERCHIELLI,

- T.T.; PIRES, A.V.; OLIVEIRA, S.G. *Nutrição de ruminantes*. Jaboticabal: FUNEP, 2011. p.537-559.
- RHOADS, M.L.; RHOADS, R.P.; GILBERT, R.O. et al. Detrimental effects of high plasma urea nitrogen levels on viability of embryos from lactating dairy cows. *Anim. Reprod. Sci.*, v.91, p.1-10, 2006. doi:10.1016/j.anireprosci.2005.02.009
- RHODES, F.M. et al. Sequential changes in ovarian follicular dynamics in Bosindicus heifers before and after nutritional anoestrous. *J. Reprod. Fert.*, v.104, p.41-49, 1995. doi:10.1530/jrf.0.1040041
- ROBINSON, J.J. et al. Nutrition and fertility in ruminant livestock. *Anim. Feed Sci. Tech.*, v.126, p.259-276, 2006. doi:10.1016/j.anifeedsci.2005.08.006
- SÁ FILHO, O.G. et al. Strategies to improve fertility in postpartum multiparous Bosindicus cows submitted to a fixed-time insemination protocol with gonadotropin-releasing hormone and prostaglandin F2alpha. *J. Anim. Sci.*, v.87, p.2806-2814, 2009.
- SALGUEIRO, J. et al. Cinc: conceptos actuales sobre un micronutriente esencial. *Acta Phys. Pharm. Ther. Latinoam.*, v.49, n.1, p.1-12, 1999.
- SANTOS, J.E.P.; CERRI, R.L.A.; SARTORI, R. Nutritional management of the donor cow. *Theriogenology*, v.69, p.88- 97, 2008. doi: 10.1016/j.theriogenology.2007.09.010
- SASSER, R.G. et al. Postpartum reproductive performance in crude protein restricted beef cows: Return to estrus and conception. *J. Anim. Sci.*, v.66, p.58-63, 1988. doi:10.2527/jas1988.66123033x
- SANT, M. et al. Resposta reprodutiva e custo por prenhez em função do escore de condição corporal de novilhas ao acasalamento. *Rev. Inic. Cient. ULBRA*, v.1, n.16, 2018.
- SCHRICK, F.N.; INSKEEP, E.K.; BUTLER, R.L. Pregnancy rates for embryos transferred from early postpartum beef cows into recipients with normal estrous cycle. *Biol. Reprod.*, v.49, p.617- 621, 1993. doi:10.1095/biolreprod49.3.617
- SILVA, V.L. et al. Importância da nutrição energética e proteica sobre a reprodução em ruminantes. *Rev. Acta Kariri-Pesq. Desenv.*, v.1, n.1, 2016.
- SOUTO, R.J.C. et al. Perfil proteico e mineral de cabras leiteiras com toxemia da prenhez subclínica acompanhadas antes, durante e após o parto. *Rev. Acad. Ciên. Anim.*, v.15, n. Suppl 2, p.511-512, 2017. doi: 10.7213/cienciaanimal.v15iSuppl%202.17826
- VELAZQUEZ, M.A. et al. The usefulness of a single measurement of insulin-like growth factor- 1 as a predictor of embryo yield and pregnancy rates in a bovine MOET program. *Theriogenology*, v.64, p.1977-1994, 2005. doi:10.1016/j.theriogenology.2005.05.001
- WILLIAMS, G.L. Suckling as a regulator of postpartum rebreeding in cattle: a review. *J. Anim. Sci.*, v.68, p.831- 852, 1990. doi: 10.2527/1990.683831x
- WILTBANK, M. et al. Changes in reproductive physiology of lactating dairy cows due to elevated steroid metabolism. *Theriogenology*, v.65, p.17-29, 2006. doi:10.1016/j.theriogenology.2005.10.003
- WICPOLT, N.S. et al. Experimental reproduction of congenital anomalies in the progeny of cows fed apple pomace during pregnancy. *Pesq. Vet. Bras.*, v.39, n.6, p.371-375, 2019. doi: 10.1590/1678-5150-pvb-6119