

PAOLA MORELLO XAVIER DE SOUZA

***RELAÇÃO ENTRE OS NÍVEIS DE PROTEÍNA NA DIETA E SUA RELAÇÃO
COM A FERTILIDADE EM FÊMEAS BOVINAS: UMA REVISÃO
BIBLIOGRÁFICA***

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação apresentado à Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade “Júlio de Mesquita Filho”, Campus de Botucatu, SP, para obtenção do grau médico veterinário 2024.

Data: 12/11/2024

Local: Botucatu

PAOLA MORELLO XAVIER DE SOUZA

***RELAÇÃO ENTRE OS NÍVEIS DE PROTEÍNA NA DIETA E SUA RELAÇÃO
COM A FERTILIDADE EM FÊMEAS BOVINAS: UMA REVISÃO
BIBLIOGRÁFICA***

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação apresentado à Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade “Júlio de Mesquita Filho”, Campus de Botucatu, SP, para obtenção do grau médico veterinário 2024.

Preceptor: *Prof. Dr. Alexandre Hataka*

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉC. AQUIS. TRATAMENTO DA INFORM.
DIVISÃO TÉCNICA DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - CÂMPUS DE BOTUCATU - UNESP

BIBLIOTECÁRIA RESPONSÁVEL: ROSANGELA APARECIDA LOBO-CRB 8/7500

Souza, Paola Morello Xavier de.

Relação entre os níveis de proteína na dieta e sua relação com a fertilidade em fêmeas bovinas : uma revisão bibliografica / Paola Morello Xavier de Souza. - Botucatu, 2024

Trabalho de conclusão de curso (bacharelado - Medicina Veterinária) - Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Botucatu

Orientador: Alexandre Hataka

Capes: 50504002

1. Reprodução animal. 2. Bovinos - Fecundidade.
3. Proteínas - Metabolismo.

Palavras-chave: Eficiência reprodutiva; Fertilidade bovina; Metabolismo proteico.

PAOLA MORELLO XAVIER DE SOUZA

**RELAÇÃO ENTRE OS NÍVEIS DE PROTEÍNA NA DIETA E SUA RELAÇÃO COM A
FERTILIDADE EM FÊMEAS BOVINAS: UMA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) apresentado à Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Botucatu, para obtenção do título de Grau acadêmico Bacharel(a) em Medicina Veterinária.

Área de Concentração: Nutrição e reprodução bovina.

Data da defesa: 12 de novembro de 2024

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Adriano Sakai Okamoto

UNESP – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia – Campus de Botucatu

Profª. Dra. Fernanda Saules Ignacio

UNESP – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia – Campus de Botucatu

Prof. Dr. Lukas Garrido Albertino

UNESP – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia – Campus de Botucatu

RESUMO

A pecuária, ao gerar significativos rendimentos econômicos, impacta nas diversas indústrias do setor agropecuário e depende diretamente da eficiência reprodutiva dos animais para se manter lucrativa. Desse modo, uma das formas de se equilibrar o rendimento bovino é a inclusão de proteína na dieta animal, que pode ser positiva, quando se tem um bom balanceamento, quanto negativa, quando ocorre desproporção entre a relação proteína/energia na alimentação. Pesquisas realizadas com esse objetivo indicaram que dietas com altas concentrações de nitrogênio podem reduzir a fertilidade ao aumentar os níveis de ureia e amônia no trato reprodutivo, alterando o pH uterino e criando um ambiente desfavorável para o desenvolvimento embrionário. Essas substâncias também podem sobrecarregar o fígado, comprometendo a metabolização dos hormônios reprodutivos, como estrógeno e progesterona, essenciais para a regulação do ciclo estral e a manutenção da gestação. O presente trabalho apresenta uma revisão bibliográfica referente a relação entre a inclusão de proteína na dieta e sua relação com a fertilidade de fêmeas bovinas, explorando seus efeitos.

Palavras-chave: fertilidade bovina, eficiência reprodutiva, metabolismo proteico.

ABSTRACT

Livestock farming, by generating significant economic returns and impacting various industries, directly depends on the reproductive efficiency of the animals to remain profitable. One way to balance cattle productivity is through the inclusion of protein in the animal's diet, which can be seen as positive when well-balanced, but can have negative effects when there is an imbalance in the protein/energy ratio in the feed. Previous research indicates that diets with high nitrogen concentrations can reduce fertility by increasing levels of urea and ammonia in the reproductive tract, altering uterine pH, and creating an unfavorable environment for embryonic development. These substances can also overload the liver, compromising the metabolism of reproductive hormones, such as estrogen and progesterone, which are essential for the regulation of the estrous cycle and the maintenance of pregnancy. This paper presents a literature review on the relationship between protein inclusion in the diet and its effects on the fertility of female cattle.

Keywords: bovine fertility, reproductive efficiency, protein metabolism.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	7
2. OBJETIVOS.....	9
3. METABOLISMO PROTEICO	9
<u>3.1</u> Proteína degradável no rúmen (PDR)	10
<u>3.2</u> Proteína não degradável no rúmen (PNDR).....	11
4. INTERAÇÕES ENTRE AS DIETAS COM ALTA PROTEÍNA, METABOLISMO PROTEICO E O TRATO REPRODUTIVO DA FÊMEA BOVINA.....	11
5. VACAS LEITEIRAS.....	13
6. VACAS DE CORTE	14
7. CONCLUSÃO	15

1. INTRODUÇÃO

Historicamente, a pecuária de leite e corte brasileiras desempenham um papel relevante na economia do país, tanto por sua impactação direta sobre o PIB quanto pelos impactos diretos em outros tipos de indústrias. Em 2023 a pecuária de corte gerou um rendimento cerca de R\$500 bilhões (ABIEC), enquanto a pecuária de leite obtém uma produção anual de aproximadamente 34 bilhões de litros, sendo o terceiro maior produtor mundial (Ministério Agricultura, Pecuária e Abastecimento). Para a manutenção de uma lucratividade efetiva em ambos os setores, é imprescindível que ocorra um plano de reprodução bovina efetivo, uma vez que o nascimento anual de bezerros é a única forma de dar continuidade a esses segmentos. Desse modo, dada a importância econômica para o país, fatores que venham a prejudicar ou potencializar a reprodução bovina e a taxa de fertilidade em fêmeas se mostram objetos de grande interesse científico.

Atualmente, a discussão a respeito da correlação entre dietas de alta proteína e a fertilidade em fêmeas bovinas está se tornando mais frequente dentro do âmbito da pecuária. Estudos realizados por Jordan *et al.* (1983), Ferguson *et al.* (1994), Dawada *et al.* (2000), Rhoads *et al.* (2006) apontaram, que dietas com altas concentrações de nitrogênio podem impactar de forma negativa a performance reprodutiva de vacas. Os mecanismos e os fatores causadores dessa queda de desempenho, no entanto, ainda não estão claros, conforme o trabalho de Sinclair *et al.* (2000), o qual indicou o desconhecimento do momento exato em que a exposição a altas concentrações de nitrogênio plasmático afetariam de fato negativamente a reprodução.

No contexto nutricional, tem-se a proteína como provedora de papel fundamental no desenvolvimento e manutenção do aparelho reprodutor das fêmeas bovinas (Santos, 2004), influenciando desde a puberdade, ciclo estral e a gestação. Ela promove aminoácidos necessários para a síntese de hormônios, como o GnRH, LH e FSH, que são responsáveis, junto a outros hormônios, pela regulação

do ciclo estral nas fêmeas e manutenção da gestação. Além disso, a proteína alimentar é um componente da dieta crucial para a produção de energia metabólica (Bernardi, 2010), que é responsável por manter o desenvolvimento folicular e suportar a ovulação.

Estudos anteriormente realizados sugeriam que, por conta do aumento da porcentagem de proteína na dieta de vacas, ocorriam alterações eletrolíticas dentro do ambiente uterino desses animais, resultando assim, na menor fertilidade dessas fêmeas (Elrod *et al.*, 1993). Na literatura, foram identificadas alterações tanto do fluido quanto da composição iônica uterina, quando comparado a grupos controle, (Jordan *et al.*, 1983), as quais podem ser responsáveis pelo comprometimento tanto do processo de fertilização quanto da manutenção eficaz de uma gestação. Ademais, o estudo realizado por Butler *et al.* (1996) demonstrou que concentrações de nitrogênio ureico plasmático (NUP) acima de 19mg/dL resultam em um desempenho reprodutivo deficiente em vacas.

A problemática apresentada se mostra mais pertinente quando se tem um olhar a respeito da pecuária leiteira em comparação ao corte, tendo em consideração que vacas de alta produção costumam apresentar maiores porcentagens de proteína em suas dietas para poder suportar a produção contínua de leite (NRC, 2001). Conforme recomendação, essas vacas costumam receber dietas com cerca de 17 a 18% de PB (proteína bruta). Essas porcentagens de proteínas, somadas ao fato de que vacas leiteiras submetidas a recorrentes situações de aumento de gasto energético (período pós-parto, pico de lactação e elevada demanda por nutrientes), contribuem para o balanço energético negativo desses animais, uma vez que o processo de conversão de nitrogênio no rúmen para ureia pelo fígado é um processo que demanda alto gasto energético (Mertens, 2000), exacerbando a redução na fertilidade (Canfield *et al.*, 1990).

Diante da importância deste problema que afeta grandes esferas de retorno econômico para o Brasil, é essencial aprofundar a compreensão a respeito de como a dieta e a reprodução bovina estão correlacionadas, sobretudo a respeito da quantidade de proteína e sua relação com a fertilidade em fêmeas bovinas. Este

estudo tem como objetivo investigar, por meio da revisão de literaturas já existentes, como ocorre essa analogia entre proteína e fertilidade, a fim de se obter informações mais claras e práticas, visando uma melhor gestão nutricional e reprodutiva para a pecuária nacional.

2. OBJETIVOS

Investigar, por meio da base literária já descrita, a relação entre proteínas e suas concentrações nas dietas bovinas e seu impacto na fertilidade de fêmeas.

3. METABOLISMO PROTEICO

A proteína é um macronutriente essencial de grande importância para todos os organismos, desempenhando um papel fundamental para o desenvolvimento de determinados tecidos. Os animais que são ruminantes, como bovinos, ovinos e caprinos, possuem um sistema digestivo diferente e específico, com estruturas capazes de aproveitar frações dos alimentos que os outros tipos de animais não conseguem. Isso ocorre por conta da presença do rúmen, retículo, omaso e abomaso, em que a microbiota específica colonizadora dessas estruturas nos ruminantes é a responsável por auxiliar na digestão e aproveitamento das partículas e moléculas de interesse para esses animais (Santos *et al.* 2013; Medeiros, 2015).

O processo de metabolização proteica nos bovinos é essencial para a manutenção da saúde desses animais, ao serem ingeridas, começam sua decomposição logo no rúmen, transformando-se em aminoácidos. Tais aminoácidos são então utilizados pela microbiota já presente no rúmen (Clarindo *et al.* 2008) visando a sintetização de novas proteínas, as chamadas proteínas microbianas, a principal fonte de uso para os bovinos, que serão posteriormente absorvidas no intestino delgado e utilizada pelos animais (Berchielli; 2011). Os aminoácidos absorvidos são transportados para o fígado, órgão essencial para o processo de desaminação desses aminoácidos, convertendo-os em amônia (Kosloski, 2009), posteriormente transformada em ureia.

Um aspecto crucial é como a ureia (produto do catabolismo proteico), pode ser reciclada no organismo do animal. Ela pode ser tanto excretada na urina como ser reutilizada no rúmen via saliva, sendo apta a ser utilizada novamente para a síntese das proteínas microbianas, uma vez que no rúmen ela será hidrolisada pela enzima urease produzida pelos microrganismos ruminais, originando a amônia e retomando o ciclo (Van Soest, 1994). Esse fenômeno confere aos ruminantes a capacidade de conversão de nitrogênio não proteico (como a ureia) em proteína microbiana de alto valor biológico (Broderick, 1976).

As proteínas são classificadas de duas formas dentro da dieta dos ruminantes: proteínas degradáveis no rúmen (PDR) e as proteínas não degradáveis no rúmen (PNDR). A depender do tempo que essas frações proteicas permanecem no rúmen do animal, pode haver alterações em sua disponibilidade e degradação (Silva *et al.*, 2007). Segundo o modelo Cornell Net Carbohydrate and Protein System (CNCPS), o mesmo componente utilizado em uma dieta pode conter tanto proteínas degradáveis quanto não degradáveis.

A combinação de PDR e PNDR em um mesmo componente dietético é tanto comum quanto desejável, pois é capaz de proporcionar um balanceamento na formulação que equilibra a proteína disponível para a microbiota ruminal e a proteína que será utilizada diretamente pelo animal (Broderick, 2003). Utilizando como exemplo a farinha de soja, o qual quando processado apresenta uma fração de 65 a 70% de PDR e de 30% de PNDR (NRC 2001), sendo uma combinação estratégica que garante que ambas as partes fiquem disponíveis para o animal.

3.1 Proteína degradável no rúmen (PDR)

A fração de proteína degradável no rúmen (PDR) é convertida em peptídeos e aminoácidos por meio de enzimas proteases, as quais são secretadas pelos microrganismos ruminais. Essas enzimas são importantes pois são capazes de degradar grandes moléculas proteicas em moléculas menores (aminoácidos livres/amônia), que, em seguida, são utilizadas por meio da microbiota para a síntese da

proteína bacteriana (Butler, 1998). Essa conversão depende da disponibilidade de energia no rúmen, proveniente da fermentação dos carboidratos, disponível sobretudo na forma de ATP. Quando ocorre uma baixa disponibilidade de energia somada a alta disponibilidade de nitrogênio, a amônia pode acabar acumulando-se no rúmen e ser absorvida na corrente sanguínea, resultando em uma menor síntese microbiana e acarretando problemas metabólicos, tais como intoxicação por amônia (Van Soest *et al.*, 1994).

3.2 Proteína não degradável no rúmen (PNDR)

Ao contrário da proteína degradável no rúmen (PDR), a fração da proteína presente na dieta que não é degradável no rúmen é transportada diretamente para o intestino. Conhecida como proteína não degradável no rúmen (PNDR), essa fração é estritamente influenciada pela taxa de passagem, que é determinada pela motilidade ruminal do animal. Assim, uma taxa de passagem mais elevada provavelmente resultará em uma maior porção de PNDR, já que essa fração corresponde à proteína que atravessa o rúmen, frequentemente de forma intacta. No intestino delgado, a PNDR é submetida a processos de digestão semelhantes aos dos monogástricos, sendo hidrolisada por enzimas peptidases em peptídeos e aminoácidos (AAs). Os aminoácidos e peptídeos resultantes são então absorvidos pela mucosa intestinal, integrando-se ao metabolismo proteico do animal (Ruminant Nitrogen Usage, 1985).

4. INTERAÇÕES ENTRE AS DIETAS COM ALTA PROTEÍNA, METABOLISMO PROTEICO E O TRATO REPRODUTIVO DA FÊMEA BOVINA.

Estudos conduzidos até então sugerem alguns caminhos e mecanismos pelos quais a alta concentração de proteínas pode impactar a fertilidade, porém revisões como a de Leroy, (2004) tem apontado que a base de dados que sustentam algumas hipóteses seria um tanto quanto inconsistente. Grande parte das hipóteses apontam que a fonte de proteína na dieta poderia exercer efeitos deletérios ao desempenho

reprodutivo, ao passo que quanto maior o uso de proteínas altamente degradáveis no rúmen (PDR), maior seriam os acúmulos nos tecidos (Erold e Butler, 2006).

Uma das primeiras hipóteses que abordam esse tema sugere que quando há ingestão excessiva de proteína bruta na dieta, aumenta-se a porcentagem de amônia e ureia no trato reprodutivo, resultando em alterações nas secreções uterinas (Jordan *et al.*, 1983) e no PH uterino (Elrod e Butler, 1993), desenvolvendo um ambiente hostil ao desenvolvimento embrionário, ocasionando em queda de fertilidade. Em seu estudo, Rhoads *et al.*, (2006), buscou mimetizar as condições de vacas alimentadas com alta inclusão de proteína na dieta, demonstrando que concentrações elevadas de NUP (nitrogênio não proteico) acabam por reduzir o PH uterino. O estudo foi realizado com infusão de ureia via veia jugular em vacas, as quais apresentaram um PH uterino diminuído nas 12 horas seguintes a infusão, quando comparadas ao grupo controle.

As altas concentrações de amônia no ambiente uterino podem interferir no metabolismo energético e na função mitocondrial das células embrionárias, comprometendo seu desenvolvimento (Orsi *et al.*, 2001). Já as altas concentrações de ureia, embora menos tóxica que a amônia, podem levar ao aumento de osmolaridade no útero, transformando-o em um ambiente hiperosmótico, resultando em estresse osmótico para as células embrionárias e comprometendo a viabilidade destas (McEvoy *et al.*, 1997).

Já a acidose uterina, resultado do acúmulo de ureia e amônia, é um fator preocupante para a fertilidade das fêmeas, associada a uma menor taxa de concepção em vacas (Lópes Gatius *et al.*, 2004), uma vez que compromete a motilidade e viabilidade de espermatozoides, tornando-os menos prováveis de alcançarem e fertilizarem o óvulo. Ademais, ocorre alteração da função das células endometriais, responsáveis pela secreção de nutrientes essenciais ao desenvolvimento do embrião, podendo levar a uma menor receptividade uterina (LeBlanc 2010). Estudos realizados sugerem que a produção e expressão de proteínas como a glicodelina e osteopontina, fundamentais para a adesão e nutrição

do embrião, podem ser reduzidas em um ambiente acidificado, sendo que a diminuição dessas incapacitam o embrião de se fixar e sobreviver na parede uterina (Bazer *et al.*, 2008). Tem-se também a possibilidade de inflamação uterina por conta do menor PH, uma vez que este fator pode aumentar a expressão de citocinas pró-inflamatórias, como como TNF- α e IL-1 β , no endométrio, resultando em um ambiente menos favorável para a implantação e desenvolvimento embrionário (Sheldon *et al.*, 2009).

Quando se limita ao âmbito fisiológico da reprodução, altas concentrações desses elementos podem interferir nos hormônios reprodutivos de várias maneiras, comprometendo suas funções. Tais hormônios (estrógeno, progesterona, insulina e IGF-1) são metabolizados e regulados pelo fígado, órgão que também é responsável por metabolizar a ureia e a amônia. Desse modo, em altas

concentrações, o aumento da carga de trabalho do fígado devido a necessidade de desintoxicar o corpo dessas substâncias, leva a uma redução na eficiência em processar os hormônios reprodutivos. Como consequência, ocorre baixa das concentrações plasmáticas hormonais, comprometendo a regulação do ciclo estral e a preparação do ambiente uterino para uma gestação (Butler, 2000). Além disso, a alta sobrecarga hepática pode reduzir a produção de IGF-1, o qual atua em sinergia com o hormônio luteinizante (LH), promovendo o crescimento e a manutenção dos folículos ovarianos (Lucy, 2000).

5. VACAS LEITEIRAS

Após o parto, vacas leiteiras de alta produção enfrentam uma mudança significativa em seu metabolismo energético, necessária para sustentar a intensa produção de leite, conhecida como BEN (balanço energético negativo). Durante o início do período de lactação, a produção de leite aumenta rapidamente, muitas vezes superando a capacidade da vaca de ingerir alimentos, portanto, energia insuficiente para suprir essa demanda, resultando em uma discrepância entre energia consumida e energia necessária para produzir leite (Roche *et al.*, 2013). Estudos de Leroy *et al.*, (2004) e Britt *et al.*, (2004) indicam que essa alteração

impacta negativamente o fluido folicular, afetando o crescimento e a maturação do oócito.

Durante esse período de balanço energético negativo, a vaca mobiliza reservas corporais, especialmente gordura, para compensar a falta de energia da dieta. Tal processo envolve a liberação de ácidos graxos não esterificados (AGNE) na corrente sanguínea, os quais serão então utilizados como fonte energética. Contudo, essa mobilização de gordura corporal pode levar a consequências prejudiciais a saúde reprodutiva das fêmeas, uma vez que altos níveis de AGNE estão associados a distúrbios metabólicos como cetose e esteatose hepática (Ingvarsen & Andersen, 2000; Ospina *et al.*, 2010).

Ademais, a elevada concentração de AGNE pode ter efeito tóxico sobre o oócito e as células da granulosa (Van Holder *et al.*, 2005). Esse acúmulo de ácidos graxos pode levar ao aumento da produção de espécies reativas de oxigênio (ROS), os quais induzem estresse oxidativo no oócito, que causa danos às membranas celulares, mitocôndrias e ao DNA do oócito, comprometendo sua função (Leroy *et al.*, 2005; Aardema *et al.*, 2011). As mitocôndrias, que são organelas críticas para a produção de energia na célula, são particularmente vulneráveis ao estresse oxidativo, resultando em uma redução na produção de ATP e na indução de apoptose (Zhou *et al.*, 2019). A exposição crônica a altos níveis de AGNE não só compromete a viabilidade do oócito, mas também interfere em sua maturação adequada, podendo resultar em falhas na meiose, que são cruciais para a fertilização e o subsequente desenvolvimento embrionário, afetando negativamente a fertilidade (Jungheim *et al.*, 2011; Van Hoeck *et al.*, 2011)

6. VACAS DE CORTE

Já em fêmeas de corte a situação pode ser um pouco diferente das leiteiras, uma vez que essas geralmente não estão submetidas à mesma pressão metabólica intensa, mas sim sendo suplementadas com proteína. Embora seja importante para auxiliar e manter o crescimento dos lotes e a produtividade, essa suplementação,

quando não acompanhada de uma quantidade adequada de energia na dieta, pode ter efeitos negativos na fertilidade (Butler;1998), demonstrando os mesmos problemas, tais como aumento dos níveis de ureia no sangue e no fluido uterino. Ademais, estudo realizado pela Ohio State University, 2023 (Lalman, 2020), relatou que vacas de corte alimentadas com dietas excessivamente ricas em proteína apresentaram menores níveis de progesterona, o que compromete a fixação e o desenvolvimento do embrião.

De outra forma, quando bem estruturada, uma suplementação proteica que considere a quantidade e qualidade de proteína fornecida pode melhorar o escore corporal das vacas, melhorando o desenvolvimento fetal e promovendo a fertilidade. O ajuste na proporção de proteína degradável no rúmen e a suplementação energética são estratégias que podem ajudar a equilibrar os efeitos da proteína na dieta, garantindo que as vacas recebam os nutrientes necessários sem comprometer a fertilidade (Agrialis, 2023).

7. CONCLUSÃO

Ao longo deste estudo foi possível observar a importância do papel da proteína na dieta bovina, destacando-se seu papel na fertilidade e vacas de corte e leite. Foram analisados diversos estudos a respeito de como as quantidades de proteína dentro de uma dieta como um todo podem acabar por influenciar tanto de forma produtiva como prejudicial à fertilidade em fêmeas bovinas.

A pecuária leiteira e de corte enfrenta desafios distintos em relação à nutrição e fertilidade, refletindo as diferenças em suas demandas metabólicas e reprodutivas. As vacas leiteiras, após o parto, sofrem um balanço energético negativo (BEN) devido à alta demanda de energia para a produção de leite, o que as leva a mobilizar reservas corporais e liberar ácidos graxos não esterificados (AGNE), resultando em efeitos negativos sobre a fertilidade, como estresse oxidativo e danos ao oócito.

Em contraste, vacas de corte podem enfrentar problemas de fertilidade quando suplementadas com dietas ricas em proteína sem equilíbrio energético adequado, levando ao aumento de ureia no sangue e fluido uterino, e à redução dos níveis de progesterona.

Estratégias nutricionais bem planejadas, que ajustem a proporção de proteína degradável e não degradável no rúmen, podem mitigar os efeitos negativos, promovendo a fertilidade tanto em vacas de leite quanto de corte, adaptando-se às necessidades específicas de cada grupo.

REFERÊNCIAS

Agrialis. Effect of nutrition on fertility in cattle – an overview. *Agrialis*, 2019. Disponível em: <https://agrialis.com/wp-content/uploads/2019/09/EFFECT-OF-NUTRITION-ON-FERTILITY-IN-CATTLE-%E2%80%93-AN-OVERVIEW.pdf>. Acesso em: 12 ago. 2024.

Associação Brasileira das Indústrias Exportadoras de Carnes (ABIEC). Relatório da Associação Brasileira das Indústrias Exportadoras de Carnes. 2023.

Bazer, F. W.; Spencer, T. E.; Johnson, G. A. Pregnancy recognition signaling mechanisms in ruminants and pigs. *Journal of Animal Science*, v. 86, n. 14_suppl, p. E86-E90, 2008. doi:10.2527/jas.2007-0450.

Bernardi, A.C.C.; Garcia, I.F.F.; Oliveira, I.S. Proteína na alimentação de bovinos de corte: impacto no desempenho e na produção. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 39, p. 200-207, 2010.

Berchielli, T.T.; Pires, A.V.; Oliveira, S.G. Nutrição de Ruminantes. 2. ed. Jaboticabal: Funep, 2011.

Broderick, G. A. Effects of varying dietary protein and energy levels on the production of lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*, v. 86, n. 4, p. 1370-1381, 2003. DOI: 10.3168/jds.S0022-0302(03)73722-7.

Butler, W. R. Effect of protein nutrition on ovarian and uterine physiology in dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, v. 81, n. 9, p. 2533-2539, 1998. doi:10.3168/jds.S0022-0302(98)70146-1.

Butler, W. R. Nutritional interactions with reproductive performance in dairy cattle. *Animal Reproduction Science*, v. 60-61, p. 449-457, 2000. doi:10.1016/S0378-4320(00)00076-2.

Canfield, R.W.; Sniffen, C.J.; Butler, W.R. Effects of excess degradable protein on postpartum reproduction and energy balance in dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, v. 73, p. 2342-2349, 1990.

Clarindo, R.L.; Santos, F.A.P.; Bittar, C.M.M.; Imaizumi, H.; Lima, N.V.A.; Pereira, E.M. Avaliação de fontes energéticas e protéicas na dieta bovinos confinados em fase de terminação. *Ciência Animal Brasileira*, v. 9, n. 4, p. 902-910, 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.

Elrod, C. C.; Van Amburgh, M.; Butler, W. R. Alterations of pH in response to increased dietary protein in cattle are unique to the uterus. *Journal of Animal Science*, v. 71, p. 702-706, 1993.

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, 2004. DOI: 10.1016/j.anifeedsci.2003.10.002.

Ingvartsen, K. L.; Andersen, J. B. Integration of metabolism and intake regulation: A review focusing on periparturient animals. *Journal of Dairy Science*, v. 83, n. 7, p. 1573-1597, 2000.

Jungheim, E. S.; Schoeller, E. L.; Marquard, K. L.; Loudon, E. D.; Schaffer, J. E.; Moley, K. H. Diet-induced obesity model: abnormal oocytes and persistent growth abnormalities in the offspring. *Endocrinology*, v. 151, n. 8, p. 4039-4046, 2011.

Kosloski, G.V. Bioquímica dos Ruminantes. 2. ed. Santa Maria: Ed. UFSM, 2009.

Lalman, D. Effect of energy and protein supplementation on body condition score and reproduction. *OSU Beef Team*, 2 dez. 2020.

LeBlanc, S. J. Monitoring metabolic health of dairy cattle in the transition period. *Journal of Reproduction and Development*, v. 56, p. S29-S35, 2010. doi:10.1262/jrd.1056S29.

Leroy, J. L.; Vanholder, T.; Mateusen, B.; Christophe, A.; Opsomer, G.; De Kruif, A.; Genicot, G. Non-esterified fatty acids in follicular fluid of dairy cows and their effect on developmental capacity of bovine oocytes in vitro. *Reproduction*, v. 130, n. 4, p. 485-495, 2005.

Leroy, J. L.; Vanholder, T.; Mateusen, B.; Opsomer, G.; De Kruif, A.; Genicot, G.; Van Soom, A. Non-esterified fatty acids in follicular fluid of dairy cows and their effect on oocyte developmental competence. *Reproduction*, v. 130, p. 485-495, 2004.

López-Gatius, F.; Santolaria, P.; Yániz, J.; Fenech, M.; López-Béjar, M. Risk factors for postpartum metritis and the reproductive performance of dairy cows. *Theriogenology*, v. 61, n. 4, p. 941-950, 2004. doi:10.1016/j.theriogenology.2003.06.001.

Lucy, M.C. Regulation of ovarian follicular growth by somatotropin and insulin-like growth factors in cattle. *Journal of Dairy Science*, v. 83, n. 7, p. 1635-1647, 2000.

Medeiros, S. R.; Marino, C. Valor nutricional dos alimentos na nutrição de ruminantes e sua determinação. Embrapa Gado de Corte-Capítulo em Livro Científico, 2015.

Mertens, D. R.; O'Connor, J. D. Nutritional Management of Dairy Cows. In: *Principles of Dairy Nutrition*. National Dairy Council, p. 59-88, 2000.

Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Mapa do Leite. *Portal Gov.br*, Brasília. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/producao-animal/mapa-do-leite>.

McEvoy, T. G.; Robinson, J. J.; Aitken, R. P.; Findlay, P. A.; Palmer, R. M.; Robertson, I. S. Dietary-induced hyperinsulinaemia and effects on the consequential

incidence of pregnancy and the profile of embryo development in sheep. *Animal Reproduction Science*, v. 47, n. 3-4, p. 137-144, 1997. doi:10.1016/S0378-4320(97)00053-3.

NRC (National Research Council). Nutrient Requirements of Dairy Cattle: Seventh Revised Edition. Washington, D.C.: National Academies Press, 2001. doi:10.17226/9825.

Ospina, P. A.; Nydam, D. V.; Stokol, T.; Overton, T. R. Evaluation of nonesterified fatty acids and beta-hydroxybutyrate in transition dairy cattle in the northeastern United States: Critical thresholds for prediction of clinical diseases. *Journal of Dairy Science*, v. 93, n. 2, p. 546-554, 2010.

Orsi, N. M.; Reischl, J. B.; Leese, H. J. Amino acid metabolism of preimplantation bovine embryos cultured with physiological concentrations of ammonium. *Biology of Reproduction*, v. 64, n. 4, p. 1050-1056, 2001. doi:10.1095/biolreprod64.4.1050.

Rhoads, M. L.; Rhoads, R. P.; Gilbert, R. O.; Toole, R.; Butler, W. R. Detrimental effects of high plasma urea nitrogen levels on viability of embryos from lactating dairy cows. *Animal Reproduction Science*, v. 91, p. 1-10, 2006.

Roche, J. R.; Friggens, N. C.; Kay, J. K.; Fisher, M. W.; Stafford, K. J.; Berry, D. P. Nutritional management of the transition cow in the 21st century – a paradigm shift in thinking. *Animal Production Science*, v. 53, n. 9, p. 1000-1023, 2013.

Ruminant Nitrogen Usage. Washington, D.C.: Natl. Acad. Press, 1985.

Rusche, W. C.; Cochran, R. C.; Corah, L. R.; Stevenson, J. S.; Harmon, D. L.; Brandt, R. T. Jr.; Minton, J. E. Influence of source and amount of dietary protein on performance, blood metabolites, and reproductive function of primiparous beef cows. *Journal of Animal Science*, v. 71, p. 557-563, 1993.

Santos, J. E. P.; Bilby, T. R.; Thatcher, W. W.; Staples, C. R.; Silvestre, F. T. Nutrition, nutrient requirements, and reproductive outcomes in dairy cattle. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*, v. 20, n. 3, p. 153-172, 2004.

Santos, M. V. D.; Silva, L. F. P.; Rennó, F. P.; Albuquerque, R. D. Novos desafios da pesquisa em nutrição e produção animal. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 2013.

Sheldon, I. M.; Cronin, J.; Goetze, L.; Donofrio, G.; Schuberth, H. J. Defining postpartum uterine disease and the mechanisms of infection and immunity in the female reproductive tract in cattle. *Biology of Reproduction*, v. 74, n. 6, p. 992-1001, 2009. doi:10.1095/biolreprod.106.054023.

Sinclair, K. D.; Kuran, M.; Gebbie, F. E.; Webb, R.; McEvoy, T. G. Nitrogen metabolism and fertility in cattle: II. Development of oocytes recovered from heifers offered diets differing in their rate of nitrogen release in the rumen. *Journal of Animal Science*, v. 78, p. 2670-2680, 2000.

Sniffen, C. J.; Russell, J. B.; O'Connor, J. D.; Fox, D. G.; Van Soest, P. J. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: I. Ruminant fermentation. *Journal of Animal Science*, v. 70, n. 11, p. 3551-3561, 1992.

Van Hoeck, V.; Rizos, D.; Gutierrez-Adan, A.; Pintelon, I.; Jorssen, E.; Dufort, I.; Gadella, B. M.; Leroy, J. L. Interaction between differential nutritional environments and oocyte quality: Effect on blastocyst development and gene expression. *Reproduction*, v. 142, n. 6, p. 693-703, 2011.

Van Soest, P. J. Nutritional Ecology of the Ruminant. 2. ed. Ithaca: Cornell University Press, 1994. 476 p.