

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CÂMPUS DE JABOTICABAL

MANEJO NUTRICIONAL E A REPRODUÇÃO DE VACAS
LEITEIRAS: REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

BEATRIZ MENENGOTTI FERREIRA

JABOTICABAL – SP
1º Semestre/2022

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CÂMPUS DE JABOTICABAL

MANEJO NUTRICIONAL E A REPRODUÇÃO DE VACAS
LEITEIRAS: REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

BEATRIZ MENENGOTTI FERREIRA

Orientador: Prof. Dr. Mauro Dal Secco de Oliveira

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
à Faculdade de Ciências Agrárias e
Veterinárias – Unesp, Câmpus de Jaboticabal,
como parte das exigências para graduação em
Zootecnia.

JABOTICABAL – SP
1º Semestre/2022

F383m

Ferreira, Beatriz Menengotti

MANEJO NUTRICIONAL E A REPRODUÇÃO DE VACAS
LEITEIRAS: REVISÃO BIBLIOGRÁFICA BEATRIZ / Beatriz
Menengotti Ferreira. -- Jaboticabal, 2022

125 p. : il., tabs.

Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado - Zootecnia) -
Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Ciências
Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal

Orientador: Mauro Dal Secco de Oliveira

1. Bovino. 2. Intervalo de parto. 3. Proteína bruta. 4. Nutrientes
digestíveis totais. 5. Produção de leite.. I. Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca da Faculdade de
Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.



DEPARTAMENTO: ZOOTECNIA

CERTIFICADO

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

TÍTULO: Manejo nutricional e a reprodução de vacas leiteiras: Revisão bibliográfica

ACADÊMICA: Beatriz Menengotti Ferreira

CURSO: ZOOTECNIA

ORIENTADOR (ES): PROF. DR. MAURO DAL SECCO DE OLIVEIRA

PERÍODO: Semestre 1º Ano 2022


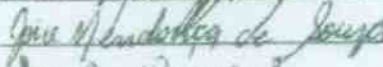
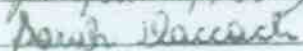
Aprovado com conceito: A B C

Este trabalho é recomendado para compor a base de dados CAPELO. Sim Não

Reprovado:

BANCA EXAMINADORA:

(Nomes)
Presidente Prof. Dr. Mauro Dal Secco de Oliveira
Membro MSc. Joice Mendonça de Souza
Membro Eng. Ambiental Sarah Daccach

(Assinaturas)




Jaboticabal 07 / 04 / 22

Aprovado em reunião do Conselho do Departamento em: / /



Prof. Dr. EDNEY PEREIRA DA SILVA
Chefe do Departamento de Zootecnia
Matrícula Nº 422823-6

AGRADECIMENTOS

A Deus, por sempre me guiar, orientar meus caminhos e me dar forças para seguir minha trajetória.

Aos meus pais Claudia C. Menengotti Ferreira e Carlos Alberto Ferreira, que me apoiaram desde o início e nunca duvidaram do meu potencial e capacidade de ser uma ótima pessoa e profissional. Às minhas irmãs Adriana Menengotti Ferreira Lisboa e Débora Menengotti Ferreira que são meu exemplo de caráter, de estudante e de ser humano. Ao meu cunhado, Hugo Berlingeri Campos, por se fazer tão presente e por cuidar tanto de mim. Ao meu sobrinho, João Vitor Ferreira Lisboa, por trazer mais alegria para a minha vida e motivos para querer ser melhor a cada dia.

À minha amiga Giulia Giudici, por se fazer presente mesmo de longe e me apoiar tanto a seguir meus sonhos. Às minhas amigas da República Mete Marcha, por todos os ensinamentos, pelas responsabilidades, diversão e momentos bons que ficarão sempre em minha memória. Em especial à minha companheira de república Marina Lollato, que esteve comigo desde o início da minha trajetória na FCAV.

Aos meus amigos Rikert Bridi e sua família, Manoela Pinho e Rodrigo Marin, por todos os momentos compartilhados e por me darem tanta força. Ao meu amigo e chefe, Felipe de Castro Andrade, por todo conhecimento e toda experiência adquiridos, por toda a paciência e por acreditar em mim desde o início.

Eu não seria quem sou sem cada uma dessas pessoas.

OBRIGADA!

ÍNDICE

1. INTRODUÇÃO.....	7
2. OBJETIVO.....	10
3. REVISÃO DA LITERATURA.....	11
3.1. Nutrição da vaca leiteira no pré-parto.....	11
3.1.1. Características da produção de leite no Brasil	12
3.2. Nutrição e a reprodução de novilhas leiteiras	14
3.2.1. Divisão do Período Seco e Agrupamento das Vacas	20
3.2.2. Manejo da Condição Corporal	24
3.2.3. Alterações Metabólicas Durante o Período Seco.....	28
3.2.4. Consumo de Matéria Seca pela vaca	33
3.2.5. Vitaminas Lipossolúveis e Microminerais	35
3.2.6. Exigências e consumo de Proteína pela vaca.....	44
3.2.7. Consumo de Energia Pela Vaca e suplementação lipídica	56

3.3. Nutrição da vaca leiteira prenha	66
3.3.1. Nutrição de vacas primíparas.....	66
3.3.2. Nutrição de vacas pluríparas.....	67
3.3.3. A nutrição e a dinâmica folicular ovariana.....	73
3.3.3. Mediadores nutricionais e metabólicos sobre a reprodução.	78
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	96
5. RESUMO.....	99
6. SUMMARY	101
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	103

LISTA DE TABELAS**PÁGINA**

Tabela 1 – Desempenho de novilhas primíparas quando agrupadas separadamente das vacas adultas.....	21
Tabela 2 – Efeito da condição corporal ao parto no desempenho lactacional e reprodutivo de vacas de leite.....	26
Tabela 3 – Espaço na linha de cocho e consumo de MS.....	34
Tabela 4 – Função e efeito da deficiência ou excesso de alguns minerais e vitaminas.....	36
Tabela 5 – Efeito da suplementação proteica pré-parto acima das recomendações do NRC (1989) sob o desempenho de vacas de leite pós-parto.....	48
Tabela 6 – Anormalidades reprodutivas relacionadas ao excesso ou deficiência de nutrientes.....	94

LISTA DE FIGURAS

PÁGINA

Figura 1 – Distribuição do período de gestação de vacas da raça holandesa. Dados obtidos de 414 vacas em quatro rebanhos diferentes (24% das vacas com período de gestação inferior a 275 dias).....	22
Figura 2 – Efeito do plano nutricional e do tipo de dieta durante a maturação do oócito sobre o desenvolvimento de embriões de ruminantes em programa de superovulação e/ou produção de embriões <i>in vitro</i>	51
Figura 3 – Escore de condição corporal (ECC) para vacas leiteiras durante o período de lactação, onde 1 = vaca extremamente magra e 5 = vaca extremamente gorda	62
Figura 4 – Efeitos da nutrição materna no desenvolvimento dos tecidos muscular e adiposo fetal bovino.....	69
Figura 5 – Fatores que afetam a taxa de prenhez em bovinos leiteiros.....	74
Figura 6 – Regulação metabólica dos processos fisiológicos associados com o estro no pós-parto de vacas de corte.....	69
Figura 7 – Efeitos do IGF-1 no eixo reprodutivo de vacas.....	84
Figura 8 – Balanço energético da vaca leiteira durante um ciclo produtivo.....	86
Figura 9 – Ordem da participação dos nutrientes no organismo.....	95

1. INTRODUÇÃO

O setor lácteo no Brasil tem crescido consideravelmente nos últimos anos, assim como mundialmente, devido ao aumento da demanda dos consumidores e o aumento da população global (SIQUEIRA, 2019), que tende a se manter em ascensão nas próximas décadas (ONU, 2014). Em adição a isso, o mercado apresenta novas tendências por alimentos mais saudáveis, assim, mais interessados com a saúde, os consumidores procuram por alimentos que sejam mais ricos nutricionalmente (SIQUEIRA, 2019).

A produção de leite tem sido incrementada, ano a ano, em função do melhoramento genético das vacas leiteiras. Visando obter uma boa produtividade e manutenção da saúde dos animais melhorados, as exigências nutricionais devem ser respeitadas (LUZ et al., 2019). Essas exigências estimam a quantidade ideal de cada nutriente para manutenção, crescimento, reprodução e produção de um animal. A respeito das vacas leiteiras, é crucial estabelecer que cada fase do processo de lactação é marcada por uma determinada exigência nutricional, formulada por meio da quantidade de nutrientes necessários para suprir as necessidades da fêmea (GONÇALVES et al., 2009).

A nutrição é o fator determinante no sucesso do desempenho de vacas leiteiras, uma vez que afeta a produção de leite, a reprodução e saúde dos animais, além de responder pelo maior percentual de custos que envolvem a produção e um dos principais fatores que influenciam na composição do leite (DUTRA et al., 1997; SILVA et al., 2005; FAGAN et al., 2010). Logo, a produção de leite em quantidade e qualidade depende, principalmente, do aporte adequado de proteína, energia, minerais e vitaminas

na dieta das vacas em lactação, que chega à glândula mamária através do sangue (MACHADO et al., 2011).

A alimentação da vaca leiteira é o parâmetro mais crítico de uma exploração, já que só um rigoroso manejo da alimentação permite obter a máxima produção sem a ocorrência de doenças. Cabe à alimentação do rebanho nos sistemas de produção de leite a influência de cerca de 75% nos custos de produção, em se tratando de produção de leite intensiva. Assim sendo, planejar o consumo de alimento ofertado aos animais do sistema torna-se uma tarefa muito importante para adquirir melhores resultados, evitando custos desnecessários e principalmente garantindo bem-estar e equilíbrio nutricional (LUZ et al., 2019).

Se o fator alimentação representa grande parte dos custos na produção, é de fundamental importância conhecer a qualidade dos alimentos, como suas características e composição química (DUTRA et al., 1997). A relação entre a produção de leite e um bom programa de nutrição é uma combinação perfeita dentre diferentes fatores, tais como densidade da dieta, potencial genético do rebanho e a fase de lactação (DRACKLEY; CARDOSO, 2014). A alimentação é, sem dúvida, fator base para qualquer ramo da produção animal e na bovinocultura de leite não seria diferente, podendo até dizer que “o leite entra pela boca do animal” (MARTINEZ, 2015).

Além dos fatores nutricionais, o período pré-pubere também influencia muito nos custos do sistema de produção leiteiro. O crescimento do animal é restrito nos mamíferos quando o desenvolvimento da puberdade é retardado. Esta observação está associada ao peso corporal, taxa de crescimento, porcentagem de gordura e relação entre

gordura e proteína corporal. A prioridade por nutrientes e energia varia entre os órgãos e o estado fisiológico do animal. Assim sendo, uma dieta deficiente em nutrientes irá prejudicar os órgãos e tecidos com baixa prioridade. Por esse motivo podemos salientar que a baixa fertilidade observada em um rebanho pode ser devido a um ou mais fatores nutricionais.

A puberdade está relacionada com tamanho ou peso vivo (idade fisiológica) e não com a idade cronológica da novilha (DACCARETT et al., 1993). O peso e a idade à puberdade variam de acordo com a raça e o nível de alimentação, o qual pode reduzir a idade ao primeiro estro quando é adequado ao potencial de desenvolvimento do animal (SCHILLO et al., 1992). Segundo Robinson (1990), a principal causa de variação para o início da puberdade, dentro das raças, é o nível de alimentação. Em grande parte dos rebanhos leiteiros, principalmente nos sistemas de produção que adotam rebanhos mestiços, o manejo nutricional dessa categoria é negligenciado, retardando a ocorrência da puberdade e a idade ao primeiro parto.

Fatores genéticos e ambientais, além de alterações hormonais e metabólicas, principalmente as mudanças que se referem ao eixo somatotrófico no pós-parto, estão relacionados com os baixos desempenhos reprodutivo e produtivo desses animais (LUCY, 2000; CARVALHO, 2005). Atenção especial deve ser dada aos manejos nutricionais no pré e no pós-parto, visando diminuir o período de anestro e maximizar a produção de leite dessa categoria.

O aumento da produtividade dos rebanhos leiteiros tem sido acompanhado por adequações ambientais, com alterações na infraestrutura das propriedades, nas

instalações, no aporte nutricional, na mão-de-obra e em vários outros setores, com o objetivo de atender as exigências dos animais. A elevada demanda de nutrientes necessária para atender a maior produção de leite no início da lactação requer a mobilização de reservas corporais.

2. OBJETIVO

A presente revisão de literatura teve como objetivo, verificar a importância do manejo nutricional em relação aos aspectos reprodutivos de vacas leiteiras.

3. REVISÃO DA LITERATURA

Foi realizada uma revisão da literatura que permitiu verificar a importância do manejo nutricional de vacas leiteiras em lactação interferindo na reprodução, sob vários aspectos. Para tal, e maior facilidade de abordagem do tema, foram utilizados itens e sub-itens envolvendo vários aspectos, tais como: nutrição e a reprodução da vaca primípara, múltipara, exigências, fatores relacionados com o consumo de nutrientes e a reprodução da vaca, além de fatores que potencializam o desempenho reprodutivo.

Foram utilizados itens e subitens envolvendo os mais importantes aspectos relacionados com o desempenho produtivo das vacas em lactação ou não, qualidade do leite obtido, nos diferentes sistemas de criação do gado leiteiro.

3.1. Nutrição da vaca leiteira no pré-parto

Os dois últimos dias do período de prenhez são considerados como uma fase de descanso durante o ciclo de lactação da vaca de leite. Programas de manejo nutricional e

sanitário para vacas secas comumente refletem o descaso com o qual produtores e técnicos enfocam tal período. Utilização de alimentos de baixa qualidade, dietas desbalanceadas, restrição alimentar, condições precárias de manejo e falta de conforto são fatos comumente observados no manejo de vacas secas, os quais vem a afetar negativamente a saúde e o desempenho lactacional e reprodutivo na lactação subsequente.

3.1.1. Características da produção de leite no Brasil

Em condições tropicais, especialmente no Brasil, verificam-se baixas eficiências produtiva e reprodutiva dos rebanhos leiteiros mantidos exclusivamente em sistemas de manejo extensivo. A maior parte das pastagens brasileiras é formada por gramíneas tropicais, com baixos teores de proteína bruta e carboidratos solúveis, altos conteúdos de lignina e parede celular, baixa digestibilidade e baixo valor nutritivo (NASCIMENTO, 1997).

Durante as épocas secas do ano, as exigências nutricionais dos animais não são supridas devido à escassez e/ou menor qualidade das pastagens. Quando novilhas e vacas não são suplementadas no cocho, observa-se atraso da puberdade, elevada idade ao primeiro parto, prolongamento do período de anestro após o parto, maior intervalo de partos, redução do período de lactação e menor produção de leite (BORGES et al., 2004).

Em rebanhos leiteiros mantidos somente a pasto, a época do parto influencia diretamente na eficiência reprodutiva, verificando-se maior ocorrência de partos no final da seca e início da estação chuvosa (VAZ et al., 2020).

Durante todo o ano, as vacas de maior produção recebem concentrado no cocho, visando suprir as demandas nutricionais requeridas para atender a reprodução e a produção de leite (CARVALHO et al., 2008). No entanto, a estação chuvosa coincide com a maior oferta de pastagens e durante esse período, quando o manejo é bem conduzido, as vacas têm melhores condições nutricionais para satisfazer suas necessidades de manutenção, lactação e reprodução (ABEYGUNAWARDENA; DEMATAWEWA, 2004).

Quando o rebanho apresenta maior potencial genético, os partos podem ser estrategicamente concentrados nos períodos de seca. Essa época coincide com o fornecimento de dietas com maior valor nutricional e com a elevação do preço do leite. Ao contrário, quando o rebanho apresenta potencial genético limitado, os partos devem coincidir com a estação chuvosa, visando explorar a época de maior quantidade e qualidade das pastagens, e diminuir o custo de produção do leite (NRC, 2001; PARIS; CECATO, 2009).

Os efeitos nutricionais são determinados pela interação da quantidade e qualidade dos alimentos ingeridos, reservas corporais e partição dos nutrientes, que pode ser definida como a alocação de nutrientes para a manutenção de diferentes funções do organismo.

Reservas corporais armazenadas pelos bovinos durante os períodos de maior disponibilidade das forrageiras são utilizadas para manter as diferentes funções fisiológicas nas épocas de baixa disponibilidade de alimentos. Os nutrientes são alocados de acordo com uma escala de prioridades, primeiramente, para a manutenção, e em seguida, para manutenção da espécie. A prioridade para a partição dos nutrientes segue a ordem: metabolismo basal, crescimento, reservas corporais, gestação, lactação, reservas corporais adicionais e ciclicidade (SHORT et al., 1990).

3.2. Nutrição e a reprodução de novilhas leiteiras

A idade ao primeiro parto é um dos principais fatores relacionados com a eficiência reprodutiva, pois marca o início da vida produtiva do animal (FACÓ et al., 2005). Esta fase marca o início da vida produtiva de uma fêmea, sendo um indicativo de precocidade sexual e tem influência nos custos de reposição de matrizes (MOREIRA, 2012). Desde o desmame, estratégias nutricionais devem ser adotadas visando atingir taxas de ganho de peso satisfatórias até a puberdade, a fim de se obter redução na idade ao primeiro parto. Altas taxas de ganho de peso no período pré-puberal podem prejudicar o desenvolvimento da glândula mamária (reduzindo o número de células secretoras), além de não ser economicamente viável (CAMPOS; LIZIEIRE, 2007). Por outro lado, o baixo desenvolvimento ponderal retarda a puberdade e a idade ao primeiro parto, altera a função endócrina, compromete a formação da glândula mamária e a produção de leite na primeira lactação, aumenta a incidência de distocias e atrasa o retorno da ciclicidade no pós-parto (PATTERSON et al., 1992).

Alguns estudos demonstram correlação positiva entre peso ao parto e produção na primeira lactação, sendo que os achados são atribuídos à maior disponibilidade de reservas corporais (OLIVEIRA et al., 1992). Novilhas que parem com peso vivo mais próximo ao da idade adulta apresentam menores exigências para crescimento, o que favorece a lactação (HOFFMAN; FUNK, 1992). Sendo assim, as estratégias nutricionais devem propiciar ganho de peso contínuo e adequado para cada fase da recria, e quando necessário, retardar a idade à primeira cobrição de novilhas mestiças, visando diminuir os custos da alimentação e minimizar os problemas reprodutivos das primíparas.

Os efeitos da nutrição podem atuar de forma estática, dinâmica e/ou imediata, modificando o crescimento e a saúde dos folículos ovarianos. O termo “estático” refere-se à condição corporal no momento da avaliação, verificando-se que os animais com maior escore apresentam maior população e viabilidade folicular (RHIND; MCNEILLY, 1986). O termo “dinâmico” refere-se às mudanças na condição corporal durante curtos períodos de suplementação (“*flushing*”), que resultam em efeitos semelhantes aos da condição estática, podendo aumentar a taxa de ovulação (SMITH; STEWART, 1990). O termo “imediato” refere-se ao fato de ocorrer aumento na taxa de ovulação entre quatro e oito dias após o fornecimento de dietas ricas em energia e proteína, sem mudanças visíveis no peso vivo ou condição corporal do animal (STEWART; OLDHAM, 1986).

Restrições nutricionais agudas (curtas durações) e crônicas (prolongadas) comprometem o desenvolvimento folicular (DISKIN et al., 2003), com redução gradual

na taxa de crescimento, no diâmetro máximo e na persistência do folículo dominante, no tamanho e na função do corpo lúteo de novilhas (MACKEY et al., 1999), vacas em lactação (STAGG, 1998) e vacas secas (FERREIRA; TORRES, 1993; FERREIRA et al., 1999).

A restrição nutricional aguda (1,2% para 0,4% da necessidade requerida para manutenção de novilhas cíclicas) tem efeito supressivo imediato sobre o folículo dominante, com diminuição na taxa de crescimento, $1,6 \pm 0,18$ vs $1,11 \pm 0,09$ mm/dia, e no diâmetro máximo, $12,9 \pm 0,44$ vs $10,1 \pm 0,71$ mm (SOUZA et al., 2009). Entre 13 e 15 dias após o início da restrição nutricional, houve falha na ovulação do folículo dominante em 60% das novilhas devido à ausência do pico pré-ovulatório de estradiol e LH (MACKEY et al., 2000).

Os últimos dois meses do período gestacional são considerados como uma fase de descanso durante o ciclo de lactação da vaca de leite. Programas de manejo nutricional e sanitário para vacas secas comumente refletem o descaso com o qual produtores e técnicos enfocam tal período. Utilização de alimentos de baixa qualidade, dietas desbalanceadas, restrição alimentar, condições precárias de manejo e falta de conforto são fatos comumente observados no manejo de vacas secas, os quais vem a afetar negativamente a saúde e o desempenho lactacional e reprodutivo na lactação subsequente.

Além da suplementação nutricional adequada, o manejo da condição corporal no período pré-parto é fundamental para que seja garantida uma produção leiteira adequada. A condição corporal é uma forma de avaliação das reservas subcutâneas de

tecido adiposo e massa muscular de vacas de leite subjetiva muito utilizada como maneira padrão para avaliação do gado de leite (SANTOS; SANTOS, 1998). Embora considerada antiga, subjetiva e de cunho visual, apresenta alta correlação ($r > 0,63$) entre condição corporal e reservas de gordura subcutânea em vacas de leite nos vários estágios de lactação (SANTOS, 1996; DOMEQ et al., 1995; FERGUSON; OTTO, 1989).

Durante o início da lactação, praticamente todas as vacas de leite entram em balanço negativo de energia o qual é ocasionado pela alta produção de leite associada a um limitado consumo de alimento. Esse balanço negativo entre energia para produção de leite e energia consumida na forma de alimento é compensado pela mobilização de reservas de tecido corporal, principalmente a de tecido adiposo. O resultado final é perda de peso e redução na condição corporal (SANTOS; SANTOS, 1998).

Isso ocorre devido à mobilização de reservas corporais durante o início da lactação. Cerca de 92% da energia mobilizada no início da lactação, provém de tecido adiposo e do restante de reservas proteicas (KOMARAGIRI; ERDMAN, 1995). No entanto, de acordo com a melhora na condição corporal, vacas com maior índice de CC, apresentaram acréscimo linear na quantidade de gordura (extrato etéreo) e matéria seca, e um declínio na porcentagem de proteína e cinzas. Esses dados mostram claramente que mudanças na condição corporal são ocasionadas principalmente por alterações nas quantidades de tecido adiposo (KOMARAGIRI; ERDMAN, 1995; FERGUSON; OTTO, 1989).

É sabido que cada kg de tecido mobilizado durante o período de transição é equivalente a cerca de 6 Mcal. de energia líquida para lactação. Portanto, cada kg de peso vivo mobilizado seria capaz de fornecer energia para a produção de 8 kg de leite (NRC, 1989; KOMARAGIRI; ERDMAN, 1995). Segundo Santos (1996), cada unidade de condição corporal equivale a aproximadamente 50 a 60 kg de peso vivo em vacas holandesas de grande porte, o que forneceria energia necessária para a produção de 400 a 480 kg de leite. No entanto, quando a produção de leite é mantida através de profunda mobilização de reservas corporais, a incidência de distúrbios metabólicos como fígado gorduroso e cetose pode ser aumentada (GRUMMER, 1995; GRUMMER, 1993).

O Conselho Nacional de Pesquisa dos Estados Unidos (NRC, 1989) considera os dois últimos meses da gestação bovina como um único período quanto às exigências nutricionais. Devido às diversas alterações metabólicas que ocorrem nas últimas semanas de gestação, a grande demanda de nutrientes para a síntese de colostro e a inevitável queda no consumo de matéria seca nos últimos 10 a 15 dias que antecedem o parto (BERTICS et al., 1992), as exigências de energia, proteína e vitaminas A e E sejam subestimadas pelas recomendações atuais.

Como a mobilização de reservas corporais durante o início da lactação é influenciada pela condição corporal ao parto (SANTOS, 1996; FERGUSON; OTTO, 1989), além de outros fatores, é necessário que seja dada especial atenção a condição corporal da vaca no final da lactação. A eficiência na utilização de nutrientes para ganho de peso é maior durante a lactação do que durante o período seco (MOE et al., 1971). Normalmente, pouca ou nenhuma mudança na condição corporal de vacas de leite deve

ser observada durante o período seco, o que faz com que os últimos meses em lactação constituam o período ideal para se manejar a condição corporal de vacas para a entrada do período pré-parto. Randel (1990) em uma revisão feita sobre o assunto afirma que a maioria dos autores tem considerado mais importante os aspectos no pré-parto.

O período seco pode ser definido como uma fase preparatória ou de transição de um período de pequenas exigências metabólicas para um período de grandes demandas metabólicas, como a síntese de colostro e grandes volumes de leite. Esse período ocorre concomitante às alterações endócrinas e metabólicas que, quando não bem coordenadas, podem acarretar num aumento na incidência de problemas metabólicos e infecciosos (hipocalcemia, cetose, deslocamento de abomaso, retenção de placenta, mastite, entre outros). Portanto, durante esse período, a vaca de leite deve ser alimentada e manejada de tal maneira que se assegure o mínimo estresse possível durante o início da nova lactação (SANTOS; SANTOS, 1998).

O final do período seco e o início da lactação são os momentos mais adequados para prevenção de distúrbios metabólicos tais como esteatose hepática, cetose, febre do leite, deslocamento de abomaso, assim como problemas reprodutivos e até mastite (GONÇALVES, 2015). Através da manipulação da dieta e medidas adequadas de manejo durante o final da gestação, é possível reduzir a níveis mínimos a incidência desses distúrbios e melhorar o desempenho da vaca de leite na lactação que está por começar (SANTOS; SANTOS, 1998).

A maximização do consumo de matéria seca durante as últimas semanas pré-parto e durante o início da nova lactação e a redução nas mudanças que possam agravar o

estresse do período de transição são os principais desafios para obtenção de sucesso no manejo de vacas secas (CALDATO, 2019). A prevenção da hipocalcemia e a redução na mobilização de reservas de tecido durante o período de transição são fatores primordiais na maximização do desempenho de vacas de leite.

3.2.1. Divisão do Período Seco e Agrupamento das Vacas

Embora o NRC (1989) determine que vacas em diferentes estágios do período seco possuam um mesmo nível de exigências nutricionais, alguns autores (VAN SAUN; SNIFFEN, 1996; VAN SAUN, 1991; GRUMMER, 1995; SNIFFEN, 1991) sugerem a necessidade de se estabelecer pelo menos 2 grupos de vacas pré-parto independentemente do tamanho da fazenda e do número de animais no lote de vacas secas. Tais grupos são estabelecidos para melhor manejar e alimentar as vacas com diferentes exigências nutricionais e, também, com diferentes capacidades de consumo de alimento. O primeiro grupo seria composto por vacas no início do período seco e o segundo grupo por vacas nas últimas 3 semanas do período pré-parto.

De acordo com Sniffen (1991), a maneira ideal para se agrupar vacas secas baseado nas necessidades nutricionais seria:

- Novilhas primíparas a partir da 8^a semana pré-parto,
- Novilhas nas últimas 3 semanas do período seco,
- Vacas no início do período seco,
- Vacas nas últimas 3 semanas do período seco.

Essa maneira de agrupamento de vacas secas, apesar de ideal, nem sempre é possível de ser colocada em prática, principalmente quando o número de animais nos

lotes é limitado ou quando a disponibilidade de instalações não permite tal disposição dos animais. A grande vantagem em se agrupar novilhas primíparas separadas de animais adultos é a redução na competição por espaço para descanso e por alimento (GRANT; ALBRIGHT, 1995). Novilhas geralmente são beneficiadas quando agrupadas separadamente de vacas adultas. O menor tamanho corporal e a posição de subordinação dentro da hierarquia do grupo podem levar a um reduzido consumo de alimento e maior incidência de distúrbios metabólicos no início da lactação. Em recente revisão de literatura, Grant; Albright (1995) observaram que o desempenho de novilhas primíparas é altamente favorecido quando estas são agrupadas separadamente de vacas adultas (Tabela 1). Considerando que tais efeitos também são observados durante o período pré-parto, podemos concluir que a formação de lotes de novilhas primíparas traria benefícios para o desempenho desses animais durante a lactação.

Tabela 1. Desempenho de novilhas primíparas quando agrupadas separadamente das vacas adultas¹⁼

Item	Novilhas + Vacas	Novilhas separadas
Tempo se alimentando, min/dia	184	205
Período de consumo/dia	5,9	6,4
Ingestão de concentrado, kg/dia	10,1	11,6
Ingestão de silagem, kg MS/dia	7,7	8,6
Tempo deitada, min/dia	424	461
Período de descanso/dia	5,3	6,3
Produção de leite kg/130 dias	2383	2590
Gordura, %	3,92	3,97

¹ Dados obtidos de Grant e Albright (1997)

MS = massa seca

O agrupamento de vacas secas em diferentes lotes facilita o fornecimento de dietas diferenciadas para animais com exigências nutricionais distintas. Alguns aditivos que possam beneficiar o desempenho de vacas no período final da gestação como sais aniônicos, ionóforos, níveis mais altos de algumas vitaminas e minerais não são requeridos durante as primeiras semanas do período seco. Portanto, a utilização de apenas um único lote de vacas secas impossibilitaria o emprego de dietas diferenciadas para animais com diferentes requerimentos e potenciais para consumo de MS (SANTOS; SANTOS, 1998).

O período seco ideal para uma vaca de leite é por volta de 50 a 60 dias e o período de gestação é variável de acordo com a raça e se a prenhez é gemelar ou não (SANTOS; SANTOS, 1998). Vacas prenhas de gêmeos têm geralmente o parto antecipado em 2 a 5 dias. Vacas das raças holandesa e jersey têm período gestacional médio de 280 dias (277 – 282), enquanto que guerneseys e pardo-suíças tem gestações mais longas (285 – 290) (GERLOFF, 1986). Devido à falta de precisão no diagnóstico exato do dia do parto e a variabilidade no período de gestação (Figura 1), é aconselhável que as vacas e novilhas sejam mudadas para o segundo lote pelo menos 3 semanas antes da data prevista para o parto. Com isso, praticamente todos os animais terão pelo menos 15 a 20 dias para se adaptar às mudanças do início da lactação e também para se beneficiar do fornecimento de níveis mais altos de nutrientes.

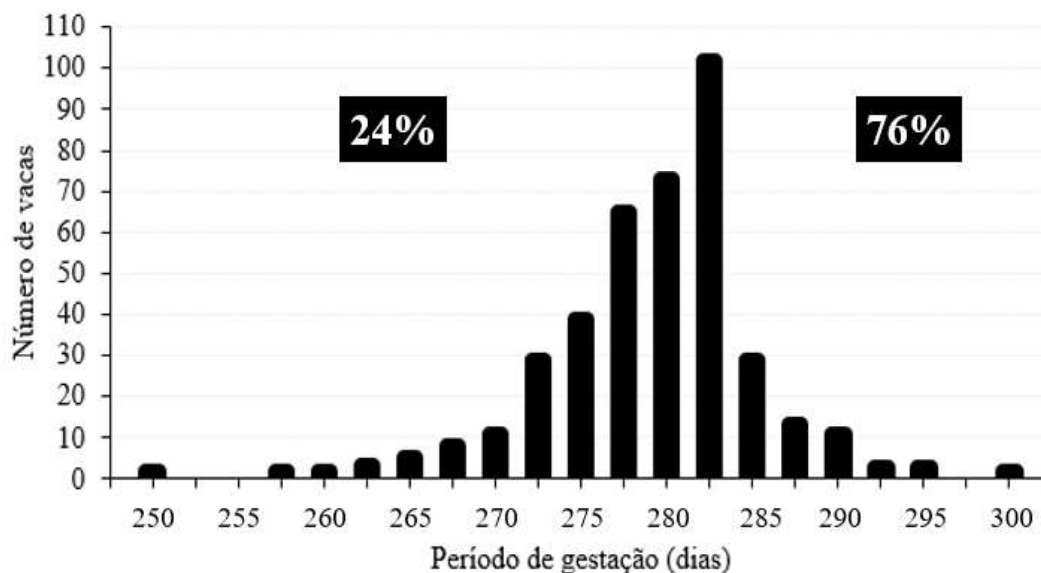


Figura 1. Distribuição do período de gestação de vacas da raça holandesa. Dados obtidos de 414 vacas em quatro rebanhos diferentes (24% das vacas com período de gestação inferior a 275 dias). Fonte: Oetzel, 1997.

É possível concluir, portanto, que quando a dieta de transição é oferecida por um período inferior a 2 semanas, cerca de 24% das vacas não irão ter tempo suficiente para se beneficiar dessa dieta (assumindo período de gestação médio de 282 dias para vacas da raça holandesa) (OETZEL,1997).

As instalações para vacas secas devem proporcionar um ambiente limpo, bem ventilado, com suficiente sombra durante todo o dia e áreas para descanso isentas de concreto. É de recomendação geral que vacas pré-parto tenham espaço suficiente para se exercitar pois acredita-se que o exercício pré-parto possa reduzir a incidência de distocia. É também recomendável que o lote de vacas nas últimas 3 semanas pré-parto seja localizado próximo a maternidade para facilitar a movimentação desses animais (SANTOS; SANTOS, 1998).

3.2.2. Manejo da Condição Corporal

Condição corporal é uma maneira subjetiva de se avaliar as reservas subcutâneas de tecido adiposo e também a massa muscular de vacas de leite. O método desenvolvido por Wildman et al. (1982) e aprimorado por Edmondson et al. (1989) é considerado a maneira padrão para avaliação de condição corporal no manejo de gado de leite. Apesar dessa técnica ser apenas uma avaliação visual e de cunho subjetivo, vários trabalhos (SANTOS, 1996; DOMEQ et al., 1995; FERGUSON; OTTO, 1989) mostram alta correlação ($r > .63$) entre condição corporal e reservas de gordura subcutânea em vacas de leite nos vários estágios de lactação.

Durante o início da lactação, praticamente todas as vacas de leite entram em balanço negativo de energia o qual é ocasionado pela alta produção de leite associada a um limitado consumo de alimento (PERES, 2001). Esse balanço negativo entre energia para produção de leite e energia consumida na forma de alimento é compensado pela mobilização de reservas de tecido corporal, principalmente a de tecido adiposo. O resultado final é perda de peso e redução na condição corporal (SILVA, 2011).

Estudos realizados por Komaragiri; Erdman (1995), mostraram que cerca de 92% da energia mobilizada de reservas corporais durante o início da lactação é originado do tecido adiposo e o restante de massa muscular (proteína). Utilizando 11 estudos diferentes com 208 vacas, Komaragiri; Erdman (1995) observaram que no período entre 2 semanas antes do parto e 5 a 12 semanas após o parto, a mobilização de gordura corporal foi de 47,4 kg e a de proteína foi de 11 kg por vaca.

Ferguson; Otto (1989), por sua vez, estudaram a composição do tecido presente entre a nona e décima segunda costelas de 56 vacas holandesas destinadas ao abate. Essas vacas tinham condição corporal que variava entre 1 a 5 na escala de Wildman et al. (1982). Com o aumento na condição corporal dos animais de 1 até 4, observou-se um acréscimo linear na quantidade de gordura (extrato etéreo) e matéria seca, e um declínio na porcentagem de proteína e cinzas. Esses dados mostram claramente que mudanças na condição corporal são ocasionadas principalmente por alterações nas quantidades de tecido adiposo (ALMEIDA et al., 2007).

Como a mobilização de reservas corporais durante o início da lactação é influenciada pela condição corporal ao parto (SANTOS, 1996) além de outros fatores, é necessário que seja dada especial atenção a condição corporal da vaca no final da lactação (RENNÓ et al., 2006). A eficiência na utilização de nutrientes para ganho de peso é maior durante a lactação do que durante o período seco (MOE et al., 1971). Normalmente, pouca ou nenhuma mudança na condição corporal de vacas de leite deve ser observada durante o período seco, o que faz com que os últimos meses em lactação constituam o período ideal para se manejar a condição corporal de vacas para a entrada do período pré-parto (SANTOS; SANTOS, 1998).

Vários estudos enfocam os efeitos da condição corporal pré-parto no desempenho lactacional e reprodutivo e na saúde de vacas de leite pós-parto (DOMECQ et al., 1997a; DOMECQ et al., 1997b; SANTOS, 1996; DYK et al., 1995; PEDRON et al., 1993; RUEGG et al., 1992; GARNSWORTHY, 1988; MORROW et al., 1979). Vacas que pariram obesas (condição corporal > 4,0), têm consumo inferior de MS em relação

ao peso vivo quando comparadas com vacas que pariram com condição corporal igual ou menor que 3,5 (SANTOS, 1996; GARNSWORTHY, 1988). O exato mecanismo para essa depressão no consumo de alimento não é completamente entendido, no entanto, a hipótese de que o consumo de alimento é reduzido ou mantido aquém do máximo durante esse período nunca foi claramente provado.

Ha uma alta correlação entre consumo de matéria seca pré e pós-parto (SANTOS, 1996; GRUMMER, 1995). Vacas que apresentam alto consumo de alimento pré-parto são as que têm maiores consumos de MS nas primeiras semanas de lactação e, portanto, menos propensas a distúrbios metabólicos (GRUMMER, 1993). Como vacas obesas apresentam menor consumo de MS pós-parto, é recomendável que estas representem o menor número possível no lote pré-parto. No entanto, é altamente indesejável a restrição alimentar de vacas secas para redução da condição corporal. Tal medida pode ser desastrosa e ocasionar mais problemas que benefícios (SANTOS; SANTOS, 1998).

Apesar de vários pesquisadores acreditarem que quando a condição corporal de vacas de leite ao parto não está na faixa de 3.25 a 3.75 pode haver redução no potencial de produção devido a um excesso ou escassez de reservas de gordura, a pesquisa não tem conseguido demonstrar tal fenômeno de forma consistente (Tabela 2).

Tabela 2. Efeito da condição corporal ao parto no desempenho lactacional e reprodutivo de vacas de leite ¹.

Cond. Corp.	CMS (kg/d)	Leite (kg/d)	Gordura (%)	SPC	PS (d)	Referência
> 4,0	20,7	27,3	3,6		106	Santos, 1996
2,75 – 3,75	22,2	36,6	3,5		103	
4,0		27,5		1,85	107	Pedron et al., 1993
3,5		26,5		1,94	116	

3,0		26,9		2,09	121	
> 3,5		39,7		2,68	121*	Ruegg et al., 1992a e
< 3,5		39,2		2,19	101	1992b
Gordas = 4,0 ^a	15,8	27,8	4,93	2,4	98	Treacher et al., 1986
Magras = 2,5	17,2	31,5*	4,61	1,9	89	
Gordas = 3,0 ^a	18,5	26,3	4,43			
Magras = 2,0	19,0	27,1	4,27			Jones e Garnsworthy, 1989
Gordas = 3,2 ^a	17,5	27,2	4,82	1,5	87	
Magras = 2,2	17,9	27,5	4,94	1,75	96	
Gordas > 3,5 ^a	18,4	27,8	4,52			Garnsworthy e Huggett, 1982
Magras = 2,0	18,7	26,2	4,13			

¹ CMS: Consumo de MS, SPS: serviços por concepção, PS: período de serviço.

^a Condição corporal numa escala de 1 a 4 (Lowman et al., 1973)

* P < 0,10, ** P < 0,5, ***P < 0,01

Fonte: adaptado de Santos e Santos (1998)

Waltner et al. (1993) estudou os efeitos da condição corporal ao parto sob o desempenho lactacional e reprodutivo de um rebanho leiteiro de alta produção (217 vacas) utilizando modelos de regressão não linear. Quando a condição corporal ao parto aumentou de 2 para 3, foi observado um aumento de 322 kg de leite nos primeiros 90 dias em lactação. Aumentando a condição corporal ao parto de 3 para 4 também proporcionou um aumento na produção de leite nos primeiros 90 dias em lactação, mas de 33 kg. Quando a condição corporal atingiu valores acima de 4, houve uma queda de 223 kg na produção estimada de leite em relação a vacas parindo com condição corporal igual a 4.

Em outro longo estudo dos efeitos da condição corporal ao parto no desempenho de vacas de leite, Domecq et al. (1997a e 1997b) observaram que um aumento na condição corporal ao parto de um ponto (escala de 1 a 5) sobre o valor médio de 2,66 foi associado com um acréscimo de 545,5 kg de leite nos primeiros 120 dias pós-parto. No entanto, aumento adicional na condição corporal (acima de 4) foi associado com uma redução de 300 kg de leite nos primeiros 120 dias pós-parto em relação a vacas parindo com condição corporal ao redor de 3,5.

Os mesmos autores (Domecq et al., 1997b) observaram que a condição corporal ao parto não afetou a probabilidade de as vacas conceberem na primeira inseminação pós-parto, mas vacas que perderam mais condição corporal durante as primeiras semanas pós-parto tiveram menor probabilidade de conceberem durante a primeira inseminação e essa redução na probabilidade de concepção foi associada ao grau de mudança na condição corporal.

3.2.3. Alterações Metabólicas Durante o Período Seco

O período de transição entre o final da gestação e o início da nova lactação é um dos principais desafios para a vaca de leite. Alterações hormonais e metabólicas associadas com a depressão no consumo de alimento nas últimas semanas pré-parto são fatores fundamentais no controle da condição metabólica da vaca (CAMARGO, 2017).

As últimas 4 semanas que antecedem o parto são associadas com rápido crescimento do feto e membranas fetais o que, conseqüentemente, aumenta suas demandas por nutrientes (SANTOS; SANTOS, 1998). Em outro experimento,

abateram-se vacas holandesas multíparas com gestação entre 190 a 270 dias e estimaram as taxas de deposição de energia e proteína no tecido uterino e fetal. Durante esse período, deposição de energia aumentou cerca de 45% em kcal/dia e 89% de proteína bruta, em g/dia. Isso representa um aumento da ordem de 30 a 50% nas exigências nutricionais do feto e do tecido uterino, a quais são supridas através de adaptações metabólicas durante esse período (BELL et al., 1995).

Os últimos dias da gestação coincidem com a formação do colostro, o qual aumenta as exigências de glicose, aminoácidos, ácidos graxos, minerais e vitaminas pelo tecido mamário (GOMES et al., 2009). Em um estudo utilizando cabras leiteiras, Davis et al. (1979) observaram um enorme aumento no fluxo sanguíneo, consumo de oxigênio e extração de glicose e de acetato pela glândula mamária nos últimos dois dias pré-parto.

O aumento na demanda de nutrientes pela vaca, feto e membranas fetais não é compensado por uma maior ingestão de nutrientes porque, imediatamente pré-parto, há um decréscimo no consumo de matéria seca (BERTICS et al., 1992; GRUMMER, 1995; SANTOS, 1996). Portanto, boa parte da energia, proteína e minerais necessários para suprir as demandas nas últimas semanas pré-parto são provenientes da mobilização de reservas corporais tais como glicogênio hepático e muscular, tecido adiposo, minerais do tecido ósseo, entre outros (SANTOS; SANTOS, 1998).

Durante as últimas 3 semanas de gestação é observado um aumento na mobilização de triglicerídeos do tecido adiposo (GRUMMER, 1995). Quando as demandas do animal ultrapassam a ingestão de nutrientes e o balanço de energia torna-se negativo, há um acréscimo na taxa de lipólise e decréscimo na de lipogêneses. O resultado final é um

aumento na hidrólise de triglicerídeos pela enzima lipase sensível a hormônio (LSH) e liberação de glicerol e ácidos graxos livres (AGL). Os AGL resultantes da hidrólise de triglicerídeos pela LSH são transportados na corrente sanguínea ligados a albumina. Esses AGL podem ser utilizados pelos tecidos como fonte de energia (tecido muscular), como precursores da gordura no leite pela glândula mamária ou então direcionados para o fígado (SANTOS; SANTOS, 1998).

No fígado, os AGL podem ser completamente oxidados a CO_2 e energia é então liberada, eles também podem ser parcialmente oxidados a Acetil CoEnzima A o que irá gerar corpos cetônicos ou então, eles podem ser utilizados para síntese de triglicerídeos, dos quais a maior parte é incorporada ao tecido hepático (SANTOS, SANTOS, 1998). Quando o influxo de AGL e a síntese de TG hepáticos supera a capacidade do fígado de exportá-los na forma de lipoproteína de muito baixa densidade (VLDL), a vaca de leite torna-se propensa a desenvolver esteatose hepática ou síndrome do fígado gorduroso (HERDT, 1988; GRUMMER, 1993).

Durante as últimas semanas de gestação é observado um declínio abrupto no consumo de MS (BERTICS et al., 1992; SANTOS, 1996). Essa queda no consumo de MS reduz a síntese de ácido propiônico no rumem o que reduz a síntese de glucose pelo fígado e os níveis séricos de insulina. O aumento na exigência por energia pelo feto e pela glândula mamária faz com que a vaca passe a mobilizar reservas corporais para suprir essas demandas. Essa mobilização de reservas corporais irá aumentar os níveis de AGL e corpos cetônicos circulantes, o que pode levar ao desenvolvimento de esteatose hepática e cetose.

Dyk et al. (1995) observaram que vacas com maiores níveis de AGL no sangue durante as últimas 2 semanas pré-parto tiveram maior incidência de cetose, retenção de placenta e deslocamento de abomaso pós-parto. Isso indica claramente que quando o balanço negativo em vacas de leite pré-parto é acentuado, elas tornam-se mais susceptíveis a distúrbios metabólicos. Bertics et al. (1992) utilizaram vacas canuladas para forçar a ingestão de alimento durante os últimos dias de gestação na tentativa de evitar a depressão no consumo de MS logo antes do parto. Eles observaram que muitas das alterações metabólicas que ocorrem durante o período peri parturiente é decorrente da drástica queda na ingestão de nutrientes nas últimas semanas pré-parto, mas mesmo as vacas com alimentação forçada apresentaram um ligeiro aumento nos níveis de AGL, corpos cetônicos e triglicerídeos hepáticos. Isso demonstra que outros fatores além da ingestão de alimento influenciam o estado metabólico da vaca pré-parto (SANTOS; SANTOS, 1998).

Nos últimos dias de gestação, há um aumento nos níveis de cortisol secretado pelo feto, o qual é responsável pela sinalização do processo de parto. O aumento nos níveis circulantes de cortisol coincide com um aumento nos níveis de estrógenos e com o término da atividade luteal pelo corpo lúteo e placenta. Essas alterações endócrinas que sinalizam o processo do parto podem ser os fatores endócrinos que aumentam a mobilização de tecido (SANTOS; SANTOS, 1998).

Grummer (1993) observou que o aumento nos níveis de estrógeno nos dias que precedem o parto pode aumentar a infiltração de triglicerídeos no fígado. Cortisol é um hormônio esteróide que apresenta atividade catabólica no tecido adiposo o que pode

estimular a atividade de enzimas lipolíticas nesse período. Além disso, cortisol aumenta gluconeogênese hepática o que pode ser o fator responsável pelo dramático aumento nos níveis de glicose sangüínea no dia do parto (GRUMMER, 1995).

Estudando o aumento na atividade lipolítica do tecido adiposo durante as últimas semanas de gestação, Jaster; Wegner (1981) observaram que nesse período há um aumento no número de receptores β -adrenérgicos nos adipócitos, o que aumenta a reatividade desse tecido a estímulos lipolíticos. Os autores sugeriram que esse aumento na concentração de receptores β -adrenérgicos pode ser mediado pelo aumento nos níveis circulantes de hormônio de crescimento (JASTER; WEGNER, 1981). O hormônio de crescimento que é lactogênico em bovinos aumenta a atividade da enzima LSH, estimulando o processo de lipólise durante períodos de balanço energético negativo (LANNA et al, 1995). Além disso, o tecido adiposo de vacas no período de transição torna-se mais refratário aos efeitos anabólicos da insulina, o que acaba exacerbando ainda mais o catabolismo nesse tecido (VASQUEZ-ANON et al., 1996).

A formação do colostro e o início da lactação aumentam repentinamente as exigências nutricionais de cálcio em 2 a 3 vezes, o que leva a ocorrência de hipocalcemia (SANTOS; SANTOS, 1998). Além do cálcio, outros minerais e vitaminas têm seus níveis reduzidos durante o período peri parturiente (GOFF; STABEL, 1989; GOFF, 1997). A redução nos níveis séricos de minerais e vitaminas com propriedades antioxidativas associados ao balanço negativo de energia e proteína faz com que o sistema imunológico da vaca de leite fique comprometido o que a torna mais susceptível a processos infecciosos (GOFF, 1997).

Portanto, o período de transição é acompanhado por inúmeras alterações metabólicas e endócrinas. Caso tais alterações promovam mudanças drásticas para manutenção da homeostase, os mecanismos de controle metabólico podem entrar em desequilíbrio e ocasionar o aparecimento de distúrbios do metabolismo como cetose, hipocalcemia clínica, por exemplo (SANTOS; SANTOS, 1998).

3.2.4. Consumo de Matéria Seca pela vaca

Uma das melhores maneiras de se avaliar o sucesso do programa de manejo de vacas no período de transição é através do consumo de matéria seca (MS) pré e pós-parto e da produção de leite e incidência de doenças metabólicas nas primeiras 4 a 6 semanas pós-parto (SILVA, 2011). Normalmente, o consumo de MS durante as últimas 3 a 4 semanas pré-parto não é avaliado e, mesmo quando estimado, é de difícil interpretação. Alguns dos vários fatores que dificultam a sua estimativa e interpretação são: i) a contínua mudança no número de vacas secas em diferentes estágios do período pré-parto, ii) a contínua mudança na média de dias até o parto do lote de vacas secas, o não uso de ração completa, iii) a não remoção das sobras diárias de alimento dos cochos e iv) o uso de pastagem como parte do programa de alimentação.

Mesmo sabendo das dificuldades de se estimar o consumo de MS em vacas pré-parto, este ainda é um dos principais aspectos para o sucesso do manejo de vacas secas. Para a maximização do consumo de MS, deve ser levado em consideração a disponibilidade e a qualidade da dieta fornecida (SANTOS; SANTOS, 1998). Disponibilidade e acesso a dieta são os principais fatores que podem vir a comprometer

o consumo de alimento por vacas de leite, além da competição por alimento (GRANT; ALBRIGHT, 1995).

Vacas adultas tem a tendência de exercer dominância sob novilhas de primeira cria, o que pode gerar competição por espaço na linha de cocho e por espaço nas áreas de descanso (bacias em sistema de “free-stall” e sombra) (SILVA, 2011). Assegurando-se adequado espaço na linha de cocho (ao redor de 60 a 70 cm/vaca) e adequada área para descanso com sombra irá reduzir a possibilidade de competição e estresse nos animais mais submissos (SANTOS; SANTOS, 1998).

Grant e Albright (1997) observaram que quando o espaço na linha de cocho é inferior a 50 cm/vaca, há um aumento no nível de competição por espaço dentro do lote e conseqüente redução no consumo de alimento (Tabela 3). Cameron et al. (1998) observaram que o descaso com o manejo alimentar de vacas secas é fator de alto risco para a ocorrência de deslocamento de abomaso pós-parto. Esses autores observaram que espaço limitado na linha de cocho ou falta de alimento disponível 24 horas por dia foram correlacionados positivamente com balanço energético negativo pré-parto e alta incidência de deslocamento de abomaso pós-parto ($P < 0.03$).

Tabela 3. Espaço na linha de cocho e consumo de MS

Linha de cocho/ vaca (cm)	Efeito sob o consumo de MS
< 20 cm	Reduzido período de alimentação e queda no consumo de MS
20-50 cm	Aumento na competição com efeitos variáveis no consumo de MS
> 50 – 60 cm	Nenhum efeito sob o consumo de MS

Fonte: adaptado de Grant; Albright (1997).

Além de conforto, espaço na linha de cocho, hierarquia, a condição corporal no período seco, estresse térmico são, entre outros, fatores que podem afetar o consumo de MS de vacas durante o período pré-parto, embora a disponibilidade de alimento seja o principal fator a influenciar a sua ingestão por vacas de leite. Quando a alimentação é na forma de ração completa, deve-se fornecer o suficiente para proporcionar sobras ao redor de 5% do total oferecido (SANTOS; SANTOS, 1998).

3.2.5. Vitaminas Lipossolúveis e Microminerais

Os teores, tanto de vitaminas como de minerais, geralmente são questionados quando o desempenho reprodutivo de um rebanho está comprometido (DA SILVA, 2012). Embora as deficiências de vitaminas e minerais possam predispor os animais a problemas reprodutivos, poucas informações estão disponíveis a respeito das necessidades de nutrientes para um ótimo desempenho reprodutivo (GOULARTE, 2014). A maioria dos dados é relativamente antiga. Pesquisas nesta área são difíceis porque são onerosas, demandam muito tempo e as interações entre nutrientes são numerosas, as quais dificultam as interpretações e extrapolações dos dados (SANTOS; SANTOS, 1998).

Além disso, a fonte de minerais utilizada talvez influencie no desempenho dos animais (SARAN NETTO et al, 2009). Fontes orgânicas são mais recomendadas devido a sua maior biodisponibilidade (relacionado com disponibilidade de absorção do mineral pelo animal) (SCOTTÁ et al., 2014). No entanto, vacas suplementadas com

fontes orgânicas e inorgânicas de microminerais por dois anos tiveram maior taxa de prenhez comparadas com aqueles animais sem suplementação (AHOLA et al., 2004).

Manspeaker et al. (1987) observaram que a suplementação de Cu, Zn e Mn aumentou a eficiência reprodutiva de vacas. Devido à grande variabilidade na concentração e nas fontes de microminerais adicionados nos trabalhos de pesquisa, fica difícil sumarizar os dados (CHESTER-JONES et al., 2013).

A deficiência de vitamina A pode levar a baixas taxas de concepção, redução no comprimento da gestação e aumento na incidência de retenção de placenta (JÚNIOR; MARTINELLI, 2014). Experimentos conduzidos na Alemanha na década de 70 indicaram a importância do β -caroteno na reprodução devido ao fato de ser precursor para a síntese de vitamina A (LOTTHAMMER, 1979). Estes experimentos foram iniciados, principalmente, porque se observou que o corpo lúteo contém altas concentrações de β -caroteno e a concentração sanguínea de β -caroteno tem sido positivamente associadas com fertilidade. Os benefícios do β -caroteno na reprodução incluem o aumento na intensidade do cio e taxa de concepção, diminuição do número de serviços por concepção, da mortalidade embrionária, do período de serviço e da incidência de ovários císticos (HURLEY; DOANE, 1989).

Embora os resultados das pesquisas realizadas na Alemanha tenham sido promissores, a grande maioria dos trabalhos realizados nos EUA não demonstrou efeitos benéficos da suplementação com β -caroteno, encontrando-se, inclusive, efeito adverso do β -caroteno na reprodução, ele possui um custo relativamente caro, não possuindo dados suficientes para sugerir que a reprodução será melhorada

significativamente para compensar o custo de suplementação (WEISS et al., 1995; ERSKINE, 1993; HUTJENS, 1991).

A vitamina E e o selênio têm funções antioxidantes (PASCHOAL et al., 2006). O conteúdo de vitamina E nos alimentos frescos é alto, principalmente nas forragens, mas ela degrada rapidamente quando se estoca estes alimentos. Harrison e Hancock (1999) questionaram se injeções de selênio e vitamina E são necessárias quando o consumo de MS propicia adequada concentração dos mesmos no sangue. Consequentemente, a suplementação pode ser necessária quando as vacas leiteiras são predominantemente alimentadas com alimentos estocados (SANTOS; SANTOS, 1998).

Já a deficiência de selênio ocorre em regiões geográficas onde as concentrações deste mineral são baixas (COZZOLINO, 2007). Embora vitamina E e selênio tenham sido especulados como efetivos em uma variedade de funções reprodutivas, muitos destes resultados são inconclusivos. A maioria dos trabalhos tem examinado o papel destes nutrientes na prevenção de retenção de placenta. A prevenção de retenção de placenta é importante, porque metrites, involução uterina retardada, redução na taxa de concepção e aumento do intervalo entre partos podem resultar de vacas que tiveram retenção de placenta (ERSKINE, 1993).

Numerosos micronutrientes estão envolvidos no desenvolvimento e sobrevivência embrionária (Tabela 4). Existe uma variação nas exigências nutricionais para todos os nutrientes, porém, com os minerais há uma variação considerável dessas necessidades para a máxima sobrevivência do embrião. Os fatores que contribuem para este fato são as interações entre diferentes elementos minerais em sua absorção e utilização, raça e os

efeitos do genótipo, a diversidade de sistemas de criação (intensivo ou orgânicos) e a aplicação de avançadas tecnologias de reprodução (DIAZ GONZALEZ, 2000).

Tabela 4. Função e efeito da deficiência ou excesso de alguns minerais e vitaminas

Micronutriente	Função	Modo de ação
Vitaminas e elementos minerais em geral	- Síntese de hormônios e esteroides, - Expressão dos fatores de crescimento, - Transcrição de genes	Proliferação e diferenciação da célula embrionária
Vitamina A e derivados (Retinoides)	Ruptura dos receptores de ácido retinoico	<u>Deficiência</u> : Falha no crescimento, desenvolvimento e perda do embrião. <u>Excesso</u> : Teratogênese envolvendo o sistema nervoso do embrião
Vitamina E e Selênio	Antioxidantes	Vit. E: aumenta a produção de blastocistos in vitro. A deficiência de vit. E e Selênio leva a perda do embrião.
Cobalto	Inadequado ácido fólico e Vitamina B12	Compromete o desenvolvimento embrionário. Defeitos nos tubos neurais.

Fonte: Adaptado de Robinson, 2006.

O parto e o início da lactação são períodos de muito estresse para vacas de leite devido aos grandes desafios metabólicos que ocorrem nesse período. Durante as últimas 2 semanas pré-parto, vacas de leite geralmente estão em balanço negativo de energia e cálcio e, nos últimos dias que antecedem o parto, o balanço de outros nutrientes tais como proteína, vitaminas e minerais também podem ser comprometidos. A principal razão desse balanço negativo de nutrientes é o contínuo decréscimo no consumo de MS (BERTICS et al., 1992; SANTOS, 1996) associado ao aumento nas demandas de nutrientes para crescimento fetal e síntese de colostro (BELL, 1995; DAVIS et al., 1979).

Goff; Stabel (1990) observaram que as concentrações plasmáticas de retinol e α -tocoferol decrescem ao redor de 38% e 47% em vacas de leite nos dias que precedem o parto. A concentração de β -caroteno sanguíneo também é reduzida cerca de 30% durante a semana do parto (GOFF, 1996). Essa dramática redução nos níveis plasmáticos de vitaminas lipossolúveis é observada nas últimas 2 semanas pré-parto e coincide com o período de queda no consumo de MS e com a síntese de colostro, o qual é altamente rico em vitaminas lipossolúveis (4300 ng retinol/ml, 1900 ng α -tocopherol/ml, e 120 ng β -caroteno/ml, Hidioglou, 1989) (GOFF, 1996).

A redução nos níveis sanguíneos de agentes antioxidantes como a vitamina E, o β -caroteno, vitamina C e alguns microminerais tais como o selênio e o zinco pode comprometer as funções do sistema imunológico e resultar num aumento da incidência de doenças infecciosas. O status imunológico da vaca de leite durante as últimas semanas pré-parto pode ser afetado pela sua condição nutricional (SANTOS; SANTOS, 1998). Baixos níveis sanguíneos de vitaminas A e E, selênio, zinco e cobre estão associados com um aumento no estresse oxidativo e redução na atividade leucocitária (WEISS et al, 1995; ERSKINE, 1993). Essa redução na atividade leucocitária está relacionada principalmente a capacidade dos leucócitos em destruir e eliminar bactérias após fagocitose (ERSKINE, 1993). Logo após a ingestão de patógenos (fagocitose), os leucócitos iniciam um processo de alto consumo de oxigênio, o qual é utilizado para síntese de peróxidos e superóxidos por uma organela presente no citosol da célula, o fagolisossomo. Essas substâncias são altamente reativas e têm como função destruir

qualquer microrganismo presente no fagolisossomo das células brancas (SANTOS; SANTOS, 1998).

No entanto, radicais livres podem atravessar a membrana desses fagolisossomos e, no citosol das células, eles podem causar destruição da membrana celular, do sistema enzimático e dos ácidos nucleicos (DNA e RNA) ocasionando morte dos leucócitos. A presença de níveis adequados de substâncias antioxidantes derivadas de vitaminas e microminerais têm como função impedir que os radicais livres presentes no citosol da célula causem danos à própria estrutura física e química da célula, reduzindo assim a taxa de destruição celular (SANTOS; SANTOS, 1998).

A vitamina E é provavelmente o mais importante antioxidante lipossolúvel nos sistemas biológicos e a primeira linha de defesa contra a peroxidação de ácidos graxos polinsaturados presentes nas membranas celulares (WEISS et al., 1995; MAYES, 1993). Várias formas de vitamina E estão presentes nos alimentos, mas o D- α -tocopherol é o mais comum e o de maior atividade biológica. Forragens apresentam altas concentrações de vitamina E, mas quando conservadas nas formas de feno e silagem grande parte da vitamina é perdida devido a destruição pela radiação solar ou pelo processo fermentativo (SANTOS; SANTOS, 1998).

Vacas que recebem forragem conservada devem ser suplementadas com D- α -tocopherol na dieta. Estudos clínicos realizados na Universidade Estadual de Ohio, nos Estados Unidos, têm demonstrado a importância de se suplementar a dieta de vacas secas com 1000 UI de vitamina E por dia para aumentar a atividade leucocitária (HOGAN et al., 1993) e reduzir a incidência de mastite e a de retenção de placenta logo

após o parto (WEISS et al., 1995; HOGAN et al., 1993; HARRISON et al., 1984). Alguns autores também recomendam o uso de injeções de vitamina E na dose de 3000 a 6000 UI nas últimas 2 semanas que antecedem ao parto para aumentar os níveis circulantes de α -tocopherol e melhorar a atividade leucocitária (WEISS et al., 1995; ERSKINE, 1993). Vacas que recebem forragem fresca (pastagem) necessitam de menor suplementação de vitamina E, com exceção das últimas semanas pré-parto onde o consumo de MS é reduzido.

Vitamina A é o termo genérico de todos os compostos de origem animal que apresentam atividade biológica de vitamina A (MAYES, 1993). Ela está presente na forma de esteres de retinol e armazenada em grandes quantidades no tecido hepático. A vitamina A ou retinol apresenta mecanismo de ação similar ao dos hormônios esteróides e é de fundamental importância nos processos de formação tecidual, na visão e reprodução. Apesar da vitamina A não ser um importante antioxidante, o seu principal precursor, o β -caroteno, é um importante antioxidante lipossolúvel que complementa as atividades da vitamina E nas membranas celulares. O β -caroteno é normalmente encontrado em alimentos como pastagens, silagem de milho e feno. Entretanto, o processo de armazenamento de forragens aumenta as perdas de β -caroteno em até 70% (FRYE et al., 1991) De acordo com o NRC (1989), 1 mg de β -caroteno é equivalente a 400 UI de vitamina A.

O NRC (1989) sugere que vacas secas recebam cerca de 7.500 UI de vitamina A e 19 mg de β -caroteno para cada 100 kg de peso vivo por dia. Essas recomendações para vitamina A foram baseadas em estudos conduzidos com vacas da raça Guernsey em

meados da década de 50. Recentemente, vários autores (WEISS et al., 1995; ERSKINE, 1993; OLDHAM et al., 1991; LOTTHAMMER, 1979) têm sugerido níveis mais altos desses ingredientes nas dietas de vacas secas com o objetivo de melhorar o status imunológico, reduzir a incidência de mastites e melhorar o desempenho reprodutivo pós-parto.

Em alguns trabalhos, a adição de β -caroteno não apresentou efeito benéfico na incidência de mastite e na contagem de células somáticas durante o início da lactação (OLDHAM et al., 1991). Lotthammer (1979) observou que o β -caroteno está presente em altas concentrações no tecido luteal e no líquido folicular. Vacas que apresentavam baixa concentração dessa vitamina eram as mesmas que tinham problemas reprodutivos. A inclusão de 120 mg de β -caroteno por dia na dieta de vacas no início da lactação melhorou a taxa de concepção e reduziu o número de serviços por concepção (LOTTHAMMER, 1979).

Apesar de estudos na Alemanha (LOTTHAMMER, 1979) sugerirem uma melhoria no desempenho reprodutivo de vacas suplementadas com β -caroteno, a maioria dos trabalhos conduzidos nos EUA (HURLEY; DOANE, 1989) não observaram nenhum benefício da sua suplementação na reprodução de vacas leiteiras. A falta de dados mais conclusivos e o alto custo do β -caroteno impossibilitam a sua utilização em dietas de vacas de leite principalmente quando essas dietas são compostas de forragem não conservada. É sugerido que os níveis de vitamina A na dieta de vacas pré-parto esteja ao redor de 100.000 a 120.000 UI/vaca por dia (WEISS et al., 1995; VAN SAUN, 1991; ERSKINE, 1993) e que quando suplementado, o β -caroteno deve ser oferecido a níveis

que variam entre 300 a 600 mg/vaca por dia (WEISS et al., 1995; ERSKINE, 1993; HUTJENS, 1991).

Selênio é um micromineral fundamental na composição do complexo enzimático glutathiona-peroxidase. Essa enzima está presente no citoplasma das células e tem como função degradar potenciais substratos que possam ser utilizados para produção de radicais livres (ERSKINE, 1993). Selênio tem função complementar a da vitamina E, sendo que esta última é mais ativa nas membranas celulares de tecidos com alta pressão parcial de O₂ e selênio é mais ativo no citosol da célula. A suplementação com vitamina E tem mostrado reduzir os requerimentos por selênio quando a resposta foi baseada no desempenho animal e atividade leucocitária (HOGAN et al., 1993; HARRISON et al., 1984).

As recomendações para suplementação de selênio têm sido variáveis nos últimos anos (NRC, 1989; WEISS et al., 1995). No entanto, a resposta animal a suplementação com selênio tem sido maximizada quando seus níveis na MS estão ao redor de 0.3 ppm (NRC, 1989; ERSKINE, 1993; WEISS et al., 1995; VAN SAUN, 1991). A capacidade de leucócitos eliminar bactérias após fagocitose é aumentada quando os níveis sanguíneos de selênio são superiores a 0.08 µg/ml. Dietas de vacas no período de transição com deficiência de selênio podem causar aumento na incidência de retenção de placenta e mastite (HARRISON et al., 1984; ERSKINE, 1993; HOGAN et al., 1993; WEISS et al., 1995).

Uma das principais funções do cobre nos processos de defesa do organismo é o seu papel como componente da enzima superóxido desmutase (SOD). Vacas e bezerros

alimentados a base de dietas com baixos níveis de cobre apresentam baixa atividade da enzima SOD (SANTOS, SANTOS, 1998). Harmon e Torre (1994) observaram que novilhas primíparas que receberam 20 ppm de cobre na dieta na forma de sulfato de cobre durante o período seco tiveram menor incidência de mastite e os casos clínicos foram de menos severos durante a lactação do que novilhas que receberam dietas com apenas 8 ppm de cobre. De acordo com o NRC (1989), a dieta de vacas secas assim como a de vacas em lactação deve conter 10 ppm de cobre. Entretanto, pesquisas recentes têm mostrado que níveis relativamente mais altos podem reduzir a incidência de mastite e reduzir a contagem de células somáticas durante a lactação. De acordo com Weiss et al. (1995) e Harmon; Torre (1994), dietas de vacas secas devem conter 20 ppm de cobre na forma de sulfato de cobre. Deve-se evitar o uso de óxido de cobre, pois este tem muito baixa biodisponibilidade.

Zinco é outro micromineral que tem papel importante em inúmeros sistemas enzimáticos e de defesa dos tecidos. Ele atua na manutenção da integridade de epitélios e em outros aspectos do sistema imunológico. As atuais recomendações do NRC (1989) para níveis de zinco na dieta de vacas secas é de 40 ppm na MS. A utilização de níveis mais altos tem gerado resultados controversos no que diz respeito a redução na incidência de mastite e na contagem de células somáticas pós-parto (HARMON; TORRE, 1994).

3.2.6. Exigências e consumo de Proteína pela vaca

Uma comparação utilizando modelos para estimar os requerimentos de proteína para vacas gestantes baseados na composição do feto (FOX et al., 1992) sugeriu que as atuais recomendações do conselho nacional de pesquisa dos Estados Unidos (NRC, 1989) subestimam as exigências de proteína para vacas pré-parto durante as últimas semanas de gestação. De acordo com Van Saun (1991) e Van Saun; Sniffen (1996), as recomendações do NRC (1989) de proteína bruta (PB) e proteína não degradável no rumem (PNDR) para vacas secas no final de gestação estão aquém dos requerimentos, e tais níveis na dieta podem resultar em balanço proteico negativo e aumentar a incidência de distúrbios metabólicos pós-parto.

As recomendações de PB para vacas secas no NRC (1989) são baseadas numa taxa linear de crescimento fetal e não consideram as mudanças no consumo de MS no período que antecede o parto. Bell e colaboradores (1995) observaram que o acréscimo de proteína nos tecidos fetais e a utilização de proteína para síntese de colostro não obedecem a uma taxa linear e, durante as últimas semanas, as necessidades de proteína são aumentadas dramaticamente. Além disso, o final do período gestacional coincide com uma queda no consumo de matéria seca, a qual irá afetar a ingestão de proteína assim como a síntese de proteína microbiana no rumem. Esses fatores associados fazem com que muitos pesquisadores questionem as atuais recomendações de proteína para vacas secas no final de gestação (VAN SAUN, 1991; VAN SAUN; SNIFFEN, 1996). No entanto, na revisão feita por Van Saun e Sniffen (1996) apenas alguns estudos foram considerados e somente aqueles onde a suplementação com níveis mais altos de PB ou PNDR resultou em melhora no desempenho animal foram mencionados.

Baseados nos dados de Bell et al. (1995), uma vaca holandesa nas últimas 4 semanas de gestação necessita ingerir cerca de 1100 g de proteína por dia. Com base nesses dados e nas recomendações do NRC (1989), uma vaca de leite teria que ingerir cerca de 9 kg de MS por dia nas últimas semanas pré-parto para suprir suas necessidades por PB. No entanto, vários estudos têm mostrado que o consumo de matéria seca nos últimos 2 a 3 dias pré-parto cai abaixo do valor de 9 kg/d (SANTOS, 1996; GRUMMER, 1995; BERTICS et al., 1992) o que causaria um balanço negativo de PB (GRUMMER, 1995). O aumento no nível de PB da dieta poderá reduzir a necessidade por maior consumo de MS para manter um balanço positivo deste nutriente. Apesar desses dados mostrarem que teoricamente há benefícios no aumento dos níveis de PB de 12,5 para valores acima de 14%, o maior desafio no suprimento de PB para vacas de leite ocorre logo após o parto, quando as necessidades por aminoácidos praticamente triplicam nos primeiros 4 dias de lactação (BELL, 1995).

Em experimentos nos quais foram coletados dados de diversas fazendas de leite e observou que animais que recebiam dietas com níveis mais altos de PB que os recomendados pelo NRC (1978) durante as últimas 3 semanas de gestação apresentaram menor incidência de retenção de placenta e cetose primária pós-parto (CURTIS et al., 1985). No entanto, os casos de cetose foram baseados em observações visuais dos animais pelos fazendeiros ou pelo veterinário, e tal procedimento nem sempre é preciso.

Quando a ingestão de PB e a absorção de aminoácidos é superior aos requerimentos ou então quando as necessidades energéticas do animal são maiores que a ingestão de energia, aminoácidos podem ser utilizados como precursores gliconeogênicos

(SANTOS; SANTOS, 1998). De acordo com Huntignton (1997), a contribuição dos aminoácidos para a síntese de glicose pelo fígado de vacas em lactação é inferior a 6% dos requerimentos diários. Nos estudos de Komaragiri; Erdman (1995), a mobilização de proteína durante o período de transição contribuiu com apenas 8% da energia mobilizada das reservas corporais, ou seja, a utilização de aminoácidos para o suprimento de energia para a vaca de leite no período de transição não é fator limitante para o desempenho animal (SANTOS; SANTOS, 1996).

Alguns autores (VAN SAUN, 1991; VAN SAUN; SNIFFEN, 1996) têm mencionado que os benefícios dos níveis mais altos de PB e PNDR na dieta de vacas secas vão além da manutenção de um balanço proteico positivo e do fornecimento de aminoácidos para gliconeogênese. Eles hipotetizaram que o fornecimento de níveis mais altos de PB e PNDR aumentariam o suprimento de aminoácidos essenciais tais como metionina e lisina para absorção no intestino delgado. Metionina é utilizada na síntese de lipoproteínas para o fígado. Ruminantes têm limitada capacidade de síntese de VLDL (HERDT, 1988; GRUMMER, 1993) e isso é um dos fatores que contribuem para o desenvolvimento de esteatose hepática. Aumentando a disponibilidade de metionina para a síntese de VLDL no fígado iria reduzir a taxa de infiltração gordurosa no fígado e a incidência de cetose.

No entanto, estudos conduzidos nas Universidades de New Hampshire e Wisconsin (SOCHA et al., 1994; BERTICS; GRUMMER, 1997) observaram que a adição de metionina e/ou lisina na dieta de vacas pré-parto não reduziu a mobilização de gordura do tecido adiposo baseado nos valores de AGL assim como a concentração de

triglicerídeos hepáticos no período de transição. Portanto, os dados até agora disponíveis não suportam a hipótese de que um aumento na concentração de PNDR no período pré-parto poderiam reduzir a incidência de esteatose hepática (SANTOS; SANTOS, 1986).

Poucos estudos têm relatado uma melhora no desempenho lactacional pós-parto quando vacas receberam dietas com níveis de PB ou PNDR superiores as recomendações do NRC (1989). Com exceção de poucos estudos que observaram pequena resposta da adição de níveis mais altos de PB ou PNDR (VAN SAUN et al., 1993), a maioria das pesquisas não têm mostrado praticamente nenhum benefício da adição de níveis de PB e PNDR superiores aos recomendados pelo NRC (1989) em dietas de vacas secas (PUTNAM; VARGA, 1997; WU et al., 1997; SHARMA et al., 1995; CRAWLEY; KILMER, 1995; VAN SAUN et al., 1995) (Tabela 5).

Tabela 5. Efeito da suplementação proteica pré-parto acima das recomendações do NRC (1989) sob o desempenho de vacas de leite pós-parto

Tratamento	CMS (kg/d)	Leite (kg/d)	Gordura (%)	Proteína (%)	Referência
Baixa PNDR	23,9	41,1	3,61	2,85	Wu et al., 1997.
Alta PNDR	23,0	40,8	3,64	2,90	
Controle	20,8	38,4 ***	4,05	3,06	Crawley e Kilmer, 1995
Alta PB/ baixa PDR	20,1	34,6	3,91	3,11	
Alta PB e PNDR	20,2	36,5	4,16	3,15	
Baixa PNDR	ND	25,1	3,57	2,96	Van Saun et al., 1993
Alta PNDR	ND	24,6	3,74	3,18 **	

* $P < 0,10$, ** $P < 0,05$, *** $P < 0,01$

ND: Não disponível no mercado.

Putnam; Varga (1997) discordaram de outros autores e concluíram que o balanceamento de rações para vacas pré-parto para suprir os atuais requerimentos por PB, PDR e PNDR pode ser atingido utilizando as recomendações do NRC (1989). Portanto, até o presente momento, há poucas evidências de que aumentando os níveis de PB ou PNDR além daqueles recomendados pelo NRC (1989) irão trazer benefícios no desempenho lactacional e na saúde de vacas de leite pós-parto.

O aumento nas exigências de energia e proteína pelos animais, dietas mais densas em nutrientes se fazem necessárias, acarretando aumentos na concentração de proteína na dieta. No entanto, o excesso de proteína, além de aumentar o custo da ração, pode acarretar problemas na reprodução. Porém, nas condições brasileiras, principalmente com gado de corte, essa situação raramente ocorre. Mesmo assim, recomenda-se que o adequado consumo desse nutriente seja garantido (SANTOS; SANTOS, 1998).

Várias pesquisas têm sumarizado os efeitos do excesso de proteína bruta na dieta sobre o desempenho reprodutivo, principalmente com vacas leiteiras, uma vez que, em gado de corte mantidos em pastagens, este excesso dificilmente ocorre. As fontes de nitrogênio que chegam ao rúmen compreendem o nitrogênio protéico (proteína verdadeira) e o nitrogênio não protéico (NNP). O NNP é altamente degradável e usualmente é convertido em amônia. As fontes de proteína verdadeira podem escapar da degradação ruminal ou serem degradadas a peptídeos, aminoácidos e/ou amônia. Uma parte desta amônia é convertida em proteína microbiana dependendo de uma variedade

de fatores como o pH do rúmen, taxa de carboidratos fermentáveis e taxa de diluição do fluido ruminal (SANTOS; SANTOS, 1998).

A amônia, quando não é convertida em proteína microbiana, é absorvida pela parede ruminal e é convertida, com custo energético, a ureia pelo fígado. A amônia também é formada durante a gliconeogênese a partir da deaminação de aminoácidos e pode também contribuir para aumentar o teor de ureia no sangue. A concentração de amônia no sangue também está associada ao perfil de aminoácidos da proteína da dieta. Uma dieta contendo baixa proporção de aminoácidos essenciais pode acarretar aumento na síntese de ureia. O balanço de aminoácidos da proteína na dieta também afeta o desenvolvimento da puberdade. Embora o mecanismo não seja conhecido, acredita-se que haja deficiência nos aminoácidos necessários à síntese de hormônios protéicos (GOMES et al., 2009).

McCormick et al. (1999) estudaram o efeito da proteína não degradável no rúmen sobre o desempenho reprodutivo de vacas suplementadas a pasto. Os autores observaram que as vacas que consumiram excesso de proteína tiveram, em média, um período de infertilidade em torno de 15 dias a mais quando comparadas com o grupo controle. No entanto, nenhuma diferença foi observada na taxa de concepção e período de infertilidade quando somente a percentagem de proteína não degradável no rúmen da dieta foi aumentada.

A concentração de nitrogênio no fluido do trato genital pode estar relacionada com a concentração de nitrogênio no sangue. Consequentemente, concentrações excessivas de amônia ou ureia podem ser tóxicas para o óvulo, o espermatozoide ou o

embrião (PIRES et al., 2011). Existe pouca informação disponível para suportar ou combater esta hipótese. O nitrogênio uréico vaginal foi 8,2 versus 20,9 mg/dL em vacas alimentadas com 13 ou 20% de proteína bruta (CARROLL et al., 1988). Entretanto, nenhuma diferença foi observada no nitrogênio uréico vaginal entre as vacas que emprenharam ou não (PIRES et al., 2011).

O fluido uterino de vacas alimentadas com 12 ou 23% de proteína bruta foi incubado com espermatozoide de bovino, óvulo, espermatozoide e embriões de camundongo, mas nenhum efeito foi observado na motilidade dos espermatozoides, fertilização dos óvulos ou desenvolvimento dos embriões (SWANSON, 1989). Outras condições tais como pH e conteúdo de minerais no ambiente uterino podem ser influenciadas pelo teor de proteína e, subsequentemente, prejudicar a viabilidade dos embriões (STAPLES et al., 1993).

Os efeitos da proteína na dieta sobre a reprodução não são consistentes, entretanto, pode-se argumentar que existe uma redução na taxa de concepção com dietas excessivas em proteína bruta e/ou proteína degradável no rúmen (Figura 2).

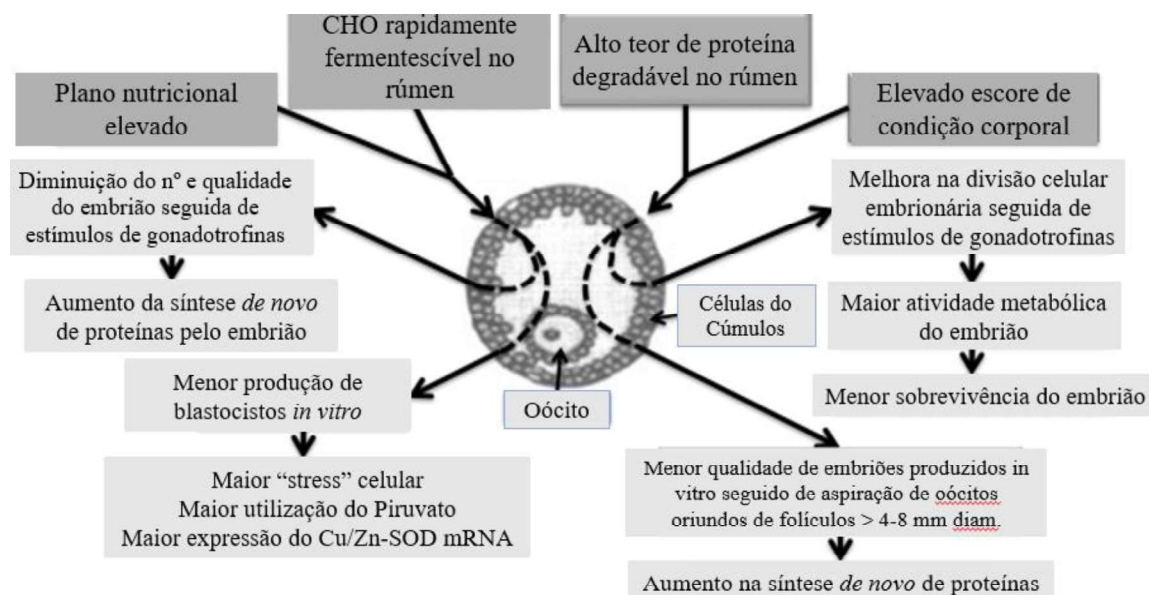


Figura 2. Efeito do plano nutricional e do tipo de dieta durante a maturação do oócito sobre o desenvolvimento de embriões de ruminantes em programa de superovulação e/ou produção de embriões *in vitro* (Fonte: Adaptado de Robinson et al., 2006).

A ótima utilização de PB na dieta depende da seleção de alimentos proteicos e suplementos nitrogenados não proteicos (NNP) que forneçam quantidades de proteína degradável no rúmen (PDR) que satisfaçam, mas não excedam, o requerimento de nitrogênio (N) necessário para a máxima síntese de proteína microbiana e, em determinadas situações, a utilização de fontes adequadas de proteína não degradada no rúmen (PNDR) para o fornecimento de aminoácidos absorvíveis no intestino delgado (DANTZIG, 1990). Em situações em que há excesso de PDR na dieta ou falta de sincronia na disponibilização de energia e proteína no rúmen, a taxa de liberação de amônia no rúmen excede a sua utilização pelos microrganismos, resultando em aumento da concentração de amônia e ureia no sangue (NRC, 2001).

A maioria das vacas leiteiras consome excesso de proteína na dieta, o que leva ao aumento da concentração sanguínea de ureia e ou amônia (BUTLER, 1998). A

concentração de NUP superior a 19mg/dL parece ser inversamente relacionada à fertilidade (FERGUSON et al., 1993; BUTLER et al., 1996). Embora os mecanismos envolvidos não tenham sido ainda elucidados, alterações no ambiente uterino e redução da viabilidade embrionária foram descritas em vacas e novilhas que consumiram dietas contendo excesso de proteína ou dietas em que parte da proteína foi substituída por ureia (GOMES et al., 2009).

Jordan et al. (1983) observaram que o fornecimento de uma dieta com 23% de PB a vacas leiteiras resultou em maior concentração de ureia e amônia no sangue e de ureia na secreção uterina, além de menor concentração de P, Mg e K na secreção uterina, em comparação ao fornecimento de uma dieta com 12% de PB. Em vacas leiteiras com média de produção de 10.000 kg leite/lactação, média 50 dias de lactação, consumindo uma dieta com 20% de PB, Hammon et al. (2005) observaram que a concentração de NUP ≥ 20 mg/dL foi associada a elevada concentração de amônia e de N-uréico no fluido uterino no 7º dia do ciclo estral.

Fisiologicamente, o pH uterino é maior na fase de diestro do ciclo estral (pH=7,1) do que ao estro (pH=6,8), devido ao aumento nas concentrações de Mg, K e P durante a fase lútea e ao aumento na atividade da enzima anidrase carbônica endometrial (GOMES et al., 2009). Nos experimentos realizados por Elrod e Butler (1993) e Elrod et al. (1993), o excesso de PDR e de PDNR na dieta oferecida a novilhas resultou em redução do pH uterino, no 7º dia do ciclo estral. Também Rhoads et al. (2004) relataram a existência de uma relação inversa entre a concentração de NUP e o pH uterino no 7º dia do ciclo estral, em vacas holandesas lactantes. O menor pH pode

estar relacionado à redução de Mg, K e P durante a fase lútea e à inibição da anidrase carbônica endometrial, que é sensível às alterações na composição iônica (ELROD; BUTLER, 1993; ELROD et al., 1993).

Os subprodutos (amônia e ureia) provenientes do metabolismo do N podem ser tóxicos ao ovócito e ao embrião (LEROY et al., 2008). Contudo, o efeito tóxico de dietas contendo ureia sobre a qualidade embrionária foi relacionado ao período de fornecimento (DAWUDA et al., 2002) e ao momento em relação a IA (ALVES, 2007). Menores proporções de ovócitos fecundados e de embriões viáveis foram recuperadas de vacas que consumiram 100g ureia/dia por cinco dias após a IA, em relação às que consumiram a mesma quantidade de ureia por cinco dias antes da IA (ALVES, 2007).

É provável que a elevada concentração de NUP seja prejudicial aos ovócitos ou aos embriões antes do 7º dia de gestação. Bode et al. (2001) e Rhoads et al. (2006) verificaram que embriões coletados de vacas com concentração de NUP inferior a 19mg/dL resultaram em taxa de gestação aproximadamente 24% maior do que embriões coletados de vacas com concentração de NUP igual ou superior a 19 mg/dL. Esta diferença ocorreu apesar dos embriões coletados de ambos os grupos de vacas nos dois estudos serem classificados como excelentes e bons.

Efeitos tóxicos de amônia sobre o desenvolvimento embrionário foram demonstrados *in vitro*. Em estudo realizado por Sinclair et al. (2000), menor proporção de ovócitos coletados de novilhas com alta concentração plasmática de amônia se desenvolveu a blastocistos. Da mesma forma, Hammon et al. (2000), demonstraram que a adição de amônia ao meio de cultivo reduziu a proporção de ovócitos fertilizados que

se desenvolveu a blastocistos e aumentou a proporção de embriões degenerados, de forma dose-dependente. Segundo Gardner; Lane (1993), a amônia presente nos meios de cultivo *in vitro* pode afetar adversamente o desenvolvimento embrionário, por ocasionar redução da concentração de α -cetogluturato, por meio de sua conversão a glutamato. Isto ocasionaria redução do fluxo de α -cetogluturato pelo ciclo do ácido tricarbóxico e, assim, menor produção de ATP pelas células embrionárias.

Além disso, foram sugeridos dois possíveis mecanismos responsáveis pelos efeitos inibitórios da amônia sobre o crescimento *in vitro* de células de mamíferos: 1) a alteração do pH intracelular, ocasionada pela presença de amônia no meio, requer o envolvimento da Na^+/K^+ - ATPase para transportar NH_4^+ através da membrana celular, um processo que envolve gasto de energia na forma de ATP, 2) a amônia pode interagir diretamente com enzimas e participar de uma série de ciclos relacionados à sua detoxicação, os quais consomem ATP. Assim, qualquer que seja o mecanismo, a inclusão de amônia ao meio de cultivo pode desviar o ATP que seria utilizado para o crescimento da célula para a manutenção do meio intracelular (ROOKE et al., 2004)

A alta ingestão de proteínas pode ainda influenciar o sistema reprodutivo como resultado da maior demanda energética associada a detoxicação do excesso de amônia. O custo energético associado com a detoxicação de grande quantidade de amônia a ureia pelo fígado pode exacerbar o BEN no início da lactação e contribuir para a redução da fertilidade (WATHES et al., 2007). Este efeito aditivo dificulta a interpretação dos resultados de trabalhos que buscaram estabelecer relação entre o excesso de N na dieta e a fertilidade de vacas leiteiras no pós-parto (GOMES, 2009).

3.2.7. Consumo de Energia Pela Vaca e suplementação lipídica

O consumo adequado de energia por vacas secas é provavelmente o principal desafio do período de transição. Dietas com excessiva densidade energética fornecidas a vacas com prolongado período seco podem aumentar a predisposição desses animais ao desenvolvimento de esteatose hepática e cetose (HERDT, 1988; MORROW et al., 1979). Por outro lado, dietas com baixos níveis de energia nas últimas semanas pré-parto podem comprometer ainda mais a ingestão de energia já afetada pela queda no consumo de MS (GRUMMER, 1995; BERTICS et al., 1992; VAN SAUN, 1991) e acentuar o balanço energético negativo que ocorre nos últimos dias de gestação. Balanço negativo severo pré-parto aumenta a mobilização de reservas de gordura causando um excessivo fluxo de ácidos graxos não esterificados para o fígado, o qual pode levar ao aparecimento de esteatose hepática, cetose e outros distúrbios do metabolismo (SANTOS; SANTOS, 1998).

Vários pesquisadores têm preconizado o uso de dietas com níveis mais altos de energia que os recomendados pelo NRC (1989) durante as últimas 3 semanas pré-parto (VAN SAUN, 1991; GRUMMER, 1995; VAN SAUN; SNIFFEN, 1996). Como a queda no consumo de MS é praticamente inevitável nos dias que antecedem o parto, acredita-se que uma maneira lógica de compensar a ingestão de nutrientes é aumentar a sua concentração na dieta. Há várias possibilidades para se elevar a concentração de energia líquida de lactação na dieta de vacas de leite e dentre elas estão: alterar a relação

forragem:concentrado, aumentar o nível de carboidratos não fibrosos na dieta, fornecer fontes de carboidratos com maior digestão ruminal ou adicionar gordura à dieta (SANTOS; SANTOS, 1998).

Grummer (1995) destacou que o fornecimento de dietas com níveis mais altos de carboidratos não estruturais além de conter maior concentração de energia irá proporcionar uma melhor adaptação do rúmem e microrganismos para a dieta do início da lactação. Dirksen et al. (1985) observaram que o desenvolvimento das papilas do rumem é lento e dependente da disponibilidade de ácidos graxos voláteis.

De acordo com Dirksen et al. (1985) o tamanho das papilas e a sua capacidade de absorção só atinge valores máximos após 4 a 6 semanas em dietas com altos níveis de carboidratos fermentáveis no rúmem. A absorção de ácidos graxos voláteis pelo epitélio ruminal é essencial para evitar o acúmulo desses ácidos o que pode levar a acidose ruminal. Além da adaptação do rúmem a dietas com mais carboidratos não estruturais, essas dietas irão promover maior fermentação ruminal e produção de ácidos graxos voláteis.

Quando amido é o principal componente aumentado na dieta, a fermentação ruminal irá produzir maiores quantidades de ácido propiônico, o qual é utilizado para a síntese de glicose pelo fígado (HUNTINGTON, 1997). A maior produção de glicose pelo fígado e o maior fluxo de propionato pelo sistema porta estimula a síntese de insulina pelo pâncreas (SANTOS; SANTOS, 1998).

Quando HOLTENIUS et al. (1993) aumentaram o fornecimento de concentrado ao mesmo tempo que a ingestão de energia foi mantida constante, as vacas secas

apresentaram maiores níveis de insulina plasmática. Aumentando o fornecimento de concentrado de 0,9 para 7,0 kg/d durante a última semana do período seco, enquanto a ingestão de forragem foi mantida constante, resultou num aumento de até 300% nos níveis séricos de insulina (HOLTENIUS et al., 1993).

No estudo de Minor et al. (1998) aumentaram a concentração de energia líquida para lactação (EL_L) na dieta de vacas secas através da substituição de forragem por milho moído e amido. Quando a concentração de EL_L foi aumentada de 1,34 para 1,63 Mcal/kg, as vacas tiveram maior consumo de matéria seca e maior ingestão de energia mantendo balanço energético positivo durante os últimos 19 dias do período seco. O desempenho pós-parto também foi melhorado e a produção de leite durante as primeiras 40 semanas foi aumentada em 2,3 kg/d, mas os resultados não podem ser atribuídos aos efeitos da dieta pré-parto pois as dietas durante a lactação foram distintas e com diferentes níveis de fibra e carboidratos não fibrosos.

Apesar do desempenho pós-parto não poder ser atribuído a inclusão de níveis mais altos de carboidratos não fibrosos durante o período de transição, os parâmetros metabólicos durante o período periparturiente foram melhorados pela energia adicional da dieta. Vacas que receberam níveis mais altos de energia pré-parto tiveram níveis hepáticos de triglicerídeos reduzidos assim como os níveis de AGL e β -OH-butirato e maior concentração de glicogênio hepático (SANTOS; SANTOS, 1998).

Esses dados demonstram claramente que a utilização de dietas para vacas secas com níveis mais altos de EL_L que os recomendados pelo NRC (1989) através da adição de carboidratos não fibrosos melhora o metabolismo e reduz as chances de ocorrência

de distúrbios do metabolismo intermediário. Apesar dos dados de pesquisas controladas mostrarem que a substituição de forragem por grãos pré-parto traz inúmeros benefícios, estudos conduzidos em fazendas comerciais com grande número de animais têm concluído que a ingestão de altos níveis de energia pré-parto, ou melhor, a substituição de carboidratos fibrosos por não fibrosos na dieta de vacas secas é fator de risco para a ocorrência de deslocamento de abomaso pós-parto (SHAVER, 1997; CAMERON et al., 1998).

A adição de gordura à dieta é uma maneira de aumentar a concentração de energia na ração sem promover mudanças nos níveis de fibra e de carboidratos não fibrosos. Kronfeld (1972) mencionou que a adição de gordura à dieta de vacas no final de gestação e início de lactação poderia aumentar a ingestão de energia e reduzir a incidência de cetose.

De acordo com vários estudos (HERDT, 1988; GRUMMER, 1993; GRUMMER, 1995) a ocorrência de cetose clínica e subclínica pós-parto é precedida por um aumento na infiltração de gordura no fígado e por um aumento na relação triglicerídeos/glicogênio hepáticos nos últimos dias de gestação. Em dois estudos onde a adição de gordura foi feita nas últimas semanas que antecediam o parto (SKAAR et al., 1989; GRUM et al., 1996) os resultados mostraram dados controversos.

Skaar et al. (1989) observaram que a adição de gordura na dieta de vacas em transição não afetou o consumo de matéria seca nem a ingestão de energia pré-parto. Os mesmos efeitos foram observados para os níveis plasmáticos de glicose, AGL e β -OH-

butirato pré-parto, mas a suplementação com gordura mostrou uma tendência em aumentar as concentrações de triglicerídeos hepáticos.

Já no estudo de Grum et al. (1996) a adição de 4% de gordura na ração de vacas secas reduziu o consumo de matéria seca pré-parto quando comparado com a dieta com mesmo nível de energia, mas o desempenho lactacional pós-parto não foi afetado. A suplementação com gordura pré-parto não alterou os níveis de glicose e β -OH-butilato, mas ela reduziu os níveis plasmáticos de insulina durante o período de transição e aumentou os de AGL durante o período antes do parto. Apesar dos níveis mais altos de AGL e mais baixos de insulina, a suplementação com gordura reduziu a infiltração de triglicerídeos e lipídeos totais no fígado e não alterou a concentração de glicogênio hepático.

Há a necessidade de mais pesquisas com o uso de gordura na dieta de vacas secas pois dados até então disponíveis são limitados e controversos. Apesar da controvérsia nos resultados dos parâmetros metabólicos de vacas secas suplementadas com gordura, o desempenho lactacional pós-parto não foi melhorado pela adição de gordura na dieta do período seco (SANTOS; SANTOS, 1998).

Os efeitos da nutrição sobre a reprodução têm sido mais extensivamente examinados, usando-se a energia como variável. O consumo insuficiente de energia está relacionado ao pobre desempenho reprodutivo, resultando em um período prolongado de anestro após o parto, baixa produção de progesterona pelo corpo lúteo, e baixa taxa de concepção. Nos machos, o baixo consumo de energia está associado ao atraso na idade da puberdade, redução da libido e queda na produção de espermatozoides.

Embora muitos nutrientes tenham sido indicados como tendo importante papel em definir a função reprodutiva em vacas, o nível energético é, provavelmente, o fator mais importante e o mais difícil de manejar (SANTOS; SANTOS, 1998).

De fato, a energia é o fator mais limitante para as vacas no período de transição. No entanto, o aumento da densidade energética da dieta pode ser mais complicado, uma vez que, se uma vaca não está consumindo MS suficiente para atender às necessidades energéticas para manutenção, produção de leite e reprodução, a densidade energética somente poderá ser aumentada se não comprometer a saúde do animal. Por exemplo, o consumo elevado de concentrado pode ocasionar acidose e/ou diminuição no consumo de MS. A quantidade de gordura que pode ser incluída na dieta deve ser restrita a 5% da MS, para se assegurar o consumo máximo da dieta e evitar diminuição de consumo e depressão da digestão da fibra. As reservas de energia podem constituir até 50% do peso do animal (SANTOS; SANTOS, 1998).

O consumo inadequado de energia no final da gestação diminui a taxa de prenhez, mesmo quando o consumo energético é adequado durante o pós-parto. O balanço energético (BE) é igual à energia consumida menos a energia exigida para manutenção e produção de leite. Cálculos da energia necessária para manutenção e produção de leite, comparada com a energia consumida, mostram que as vacas após o parto entram no balanço energético negativo (BEN) (BERGAMASCHI et al., 2010). Consequentemente, o BEN, provavelmente, não afeta diretamente a função ovariana. É mais provável que o BEN influencie o sistema endócrino do animal, o qual regula a função ovariana, ele pode inibir o desenvolvimento, as pulsações de GnRH e o LH

requeridos para o restabelecimento do ciclo ovulatório. O efeito direto do BE sobre a secreção de LH foi demonstrado por Imakawa et al. (1987). Esses pesquisadores utilizaram novilhas ovariectomizadas submetidas à consumo restrito de alimento. Nesse caso, a concentração plasmática e a frequência de pulso do LH foram reduzidas.

Pelo uso de ultrassonografia, Lucy et al. (2001) determinaram como o ovário responde a mudanças no BE. As vacas no período negativo de energia apresentam grande número de folículos pequenos e poucos folículos grandes (>10 mm de diâmetro). Quando aumenta o BE, o número de pequenos folículos diminui e aumenta o número de folículos maiores. Um número maior de folículos grandes foi encontrado naquelas vacas que estavam no maior BE.

Em outro estudo, Lucy et al. (1991) determinaram que o aumento do BE está positivamente associado com a amplitude do pulso de LH e com o diâmetro dos folículos maiores no ovário. Os autores concluíram que a passagem de folículos menores para maiores está relacionada ao BE, e que a primeira ovulação ocorre mais cedo após o parto naquelas vacas que têm balanço positivo de energia também mais cedo.

O mais simples dos fatores para avaliar o balanço energético é o escore de condição corporal (ECC). Na figura 3 é mostrada a condição corporal da vaca que pode ocorrer durante as diversas fases da lactação.

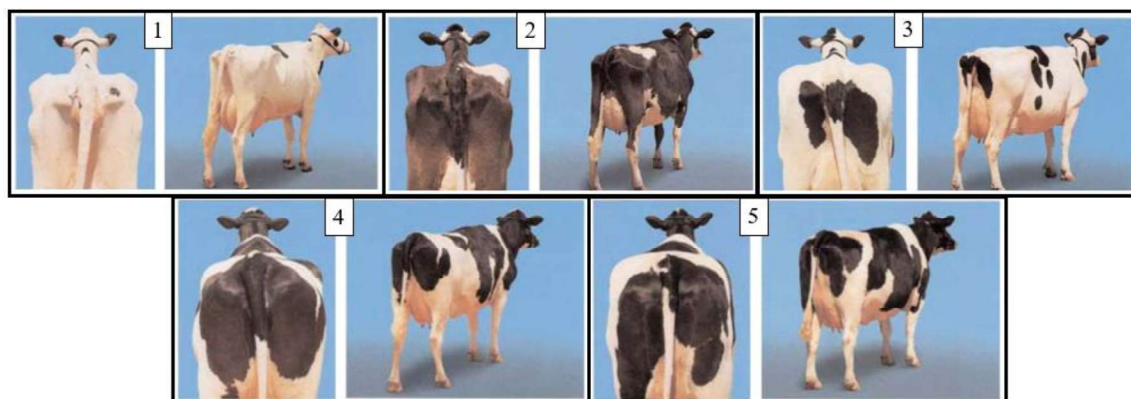


Figura 3. Escore de condição corporal (ECC) para vacas leiteiras durante o período de lactação, onde 1 = vaca extremamente magra e 5 = vaca extremamente gorda. Fonte: Engormix (2008).

Entretanto, os dados revelaram tendência de que as vacas gordas tiveram baixa taxa de concepção no primeiro serviço (BUTLER; SMITH, 1989). Fonseca et al. (1983) concluíram que existe relação positiva entre o nível de progesterona no sangue 12 dias antes do primeiro serviço e a taxa de concepção no primeiro serviço. Essa taxa de concepção aumentou 12% para cada ng/mL de aumento na progesterona durante a última metade do ciclo estral antes do primeiro serviço. Adicionalmente, a progesterona aumentou 0,3 ng/mL para cada kg de aumento no peso corporal durante os primeiros 28 dias antes do primeiro serviço. Conseqüentemente, vacas que ganharam peso durante o mês anterior ao primeiro serviço apresentaram teores de progesterona mais altos do que as vacas que perderam peso.

Fonseca et al. (1983) concluíram que existe relação positiva entre o nível de progesterona no sangue 12 dias antes do primeiro serviço e a taxa de concepção no primeiro serviço. Essa taxa de concepção aumentou 12% para cada ng/mL de aumento na progesterona durante a última metade do ciclo estral antes do primeiro serviço.

Adicionalmente, a progesterona aumentou 0,3 ng/mL para cada kg de aumento no peso corporal durante os primeiros 28 dias antes do primeiro serviço. Conseqüentemente, vacas que ganharam peso durante o mês anterior ao primeiro serviço apresentaram teores de progesterona mais altos do que as vacas que perderam peso.

Ainda segundo Fonseca et al. (1983), como regra geral, a suplementação de nutrientes ou não-nutrientes (aditivos, hormônios etc.) na dieta de ruminantes para melhorar o BE durante o início da lactação pode melhorar o desempenho reprodutivo. Por exemplo, o uso de ionóforos, bacteriostáticos que alteram o padrão de fermentação ruminal podem ser utilizados para melhorar o desempenho reprodutivo.

A suplementação com gordura nas dietas de vacas tem sido uma prática nutricional muito utilizada desde a década de 60. Devido ao seu alto valor energético (9 cal/g), a gordura suplementar pode aumentar a concentração de energia da dieta e o balanço energético dos animais, melhorando, dessa forma, a fertilidade do rebanho. A adição de gordura na dieta pode ser oferecida em várias formas, dentre as quais o uso de sementes oleaginosas, como soja e caroço de algodão (PESCE, 2008). Sais de cálcio (Ca^{++}) de ácidos graxos de cadeia longa (CaLCFA) permitem o aumento da densidade energética da dieta sem deprimir a função microbiana ruminal e podem evitar a hidrogenação ruminal dos ácidos graxos insaturados, principalmente os ácidos linoléicos (18:2) e linolênico (18:3) (LUCY et al., 1992; SANTOS et al., 2008).

O aumento do consumo de gordura aumenta a concentração de colesterol plasmático, o qual é precursor de progesterona. Os resultados obtidos por Staples et al.

(1998) confirma o fato de que a suplementação com gordura melhora a secreção de progesterona.

A manipulação da dieta, visando o aumento e eficiência reprodutiva em vacas de corte, tem sido focada com o objetivo de aumentar o balanço energético líquido devido à importância da energia no processo reprodutivo. As fontes de gordura, que contêm densidade energética mais elevada, estimulam o crescimento folicular, quando fornecidas para aumentar o balanço de energia (PAULINO, 2004).

Lucy et al. (1992) descreveram dois mecanismos pelos quais a suplementação com gordura pode ser benéfica para o corpo lúteo: 1) Melhora na função folicular devido à diminuição do BNE, assumindo que a suplementação com gordura aumenta o BE, principalmente após o pico de lactação, 2) O corpo lúteo pode ser ativado diretamente pelo colesterol (precursor de progesterona), que é aumentado no sangue quando se suplementa gordura na dieta.

Os ácidos graxos também podem afetar os processos reprodutivos de maneiras não relacionadas à energia. Por exemplo, a maior disponibilidade de precursores dos ácidos graxos permite maior secreção de esteroide e eicosanoide, os quais podem alterar a função uterina e ovariana. Poucas pesquisas nessa área foram feitas com vacas de corte. No entanto, existem algumas hipóteses para explicar os mecanismos pelos quais a gordura da dieta influencia a eficiência reprodutiva de ruminantes de um modo geral. A gordura suplementar da dieta pode aumentar o número total de folículos e estimular o crescimento e o tamanho do folículo pré-ovulatório (LUCY et al., 1992).

O diâmetro do folículo dominante, as concentrações de IGF-1 no estro e as concentrações de colesterol foram maiores em vacas alimentadas com dieta suplementada com C18:2, mas houve aumento no estradiol durante a fase folicular em vacas alimentadas com dieta suplementada com C18:3 (Robinson et al., 2002). Assim sendo, os ácidos graxos influenciam o desempenho reprodutivo por meio de vários mecanismos. Não apenas têm efeitos diretos e indiretos sobre as funções ovarianas e uterinas, mas têm também efeitos diretos sobre a competência de desenvolvimento dos oócitos (CALOMENI, 2016).

3.3. Nutrição da vaca leiteira prenha

3.3.1. Nutrição de vacas primíparas

A ordem de parto tem influência direta na duração do período de serviço, que é considerado maior para primíparas (RUAS et al., 2008). O período de serviço diminui à medida que o número de partos aumenta e, conseqüentemente, o intervalo de partos apresenta o mesmo comportamento. De maneira semelhante às pluríparas, o aumento do período de serviço das primíparas mestiças está relacionado com o longo período de anestro pós-parto, e é causado principalmente pela redução da ingestão de alimentos e conseqüente queda do escore de condição corporal devido à utilização de reservas corporais para produção de leite, com reflexo negativo sobre o retorno da atividade ovariana luteal, atrasando a concepção subsequente (FERREIRA, 1993; DISKIN et al., 2003; RUAS et al., 2008).

As primíparas possuem exigências nutricionais mais elevadas no pós-parto, pois se encontram em fase de crescimento (BORGES et al., 2004). Sendo assim, é necessário controlar criteriosamente a condição corporal das primíparas durante o parto, pois quando parem com baixa condição corporal, elas apresentam redução na produção de leite e no período de lactação, prolongamento do período de serviço e do intervalo de partos. A amamentação pode apresentar efeito aditivo às exigências de manutenção, crescimento e produção de leite, intensificando o balanço energético negativo e contribuindo de forma significativa para a redução dos desempenhos reprodutivo e produtivo dessa categoria (BORGES, 2006).

É necessário considerar que a primípara é uma categoria em adaptação, não somente ao estado fisiológico de lactação, mas também ao novo ambiente de manejo. Nos diferentes sistemas de produção, é comum manejar as primíparas junto com as pluríparas, verificando-se competição por alimentos devido à presença de hierarquia social, com influência negativa na eficiência reprodutiva. Em favor da manutenção da lactação, as primíparas mobilizam suas reservas corporais e podem interromper temporariamente, seu crescimento e o retorno à reprodução (BORGES et al., 2007).

3.3.2. Nutrição de vacas pluríparas

A proporção de vacas leiteiras que não apresentam retorno da atividade ovariana luteal até 42 dias após o parto é um bom indicador da nutrição adequada de um rebanho. Se essa taxa ultrapassar 25%, a dieta dos animais deve ser examinada com cuidado, visando adotar estratégias para aumentar a ingestão de alimentos e minimizar o balanço energético negativo (BRITT, 1992). O balanço energético negativo está relacionado

com nutrição inadequada, perda da condição corporal e aumento da produção de leite após o parto, verificando-se atraso no retorno da atividade ovariana luteal cíclica (SOUZA, 2011).

Historicamente, esforços consideráveis têm sido feitos para entender como a nutrição afeta a saúde e a produtividade durante o período pós-natal. A nutrição maternal durante a prenhez tem uma função essencial no desenvolvimento fetal e placentário. Porém, pouco se sabe como a nutrição materna afeta a saúde e a produtividade das crias (FUNSTON et al., 2010).

Programação fetal, o conceito de que o estímulo ou insulto maternal no período do desenvolvimento fetal tem longo impacto nas crias, foi originalmente desenvolvido pelo Dr. David Barker da Universidade de Southampton, na Inglaterra (BARKER et al., 1993; GODFREY; BARKER, 2000).

Algumas das complicações reportadas na produção animal incluem aumento da mortalidade neonatal, disfunções respiratórias e intestinais, crescimento neonatal retardado, aumento da deposição de gordura, diferenças no diâmetro das fibras musculares e reduzida qualidade da carne (WU et al., 2006).

Em recentes trabalhos publicados, o peso ao nascimento não foi afetado, enquanto que o peso na desmama dos bezerros (as) foi maior nas crias de vacas que foram submetidas à pastagem deferida para o inverno mais suplementação proteica durante a fase final da gestação, quando comparado com as crias das vacas que não foram suplementadas (STALKER et al., 2006; MARTIN et al., 2007; LARSON et al., 2009). Estes dados demonstraram que tratamentos na gestação podem ajudar a reforçar os

parâmetros fisiológicos aplicados a cenários na vida real comparados com dados gerados de mais estudos de laboratórios. Na figura 4 está ilustrado as fases do desenvolvimento fetal e as possíveis complicações da restrição alimentar materna.

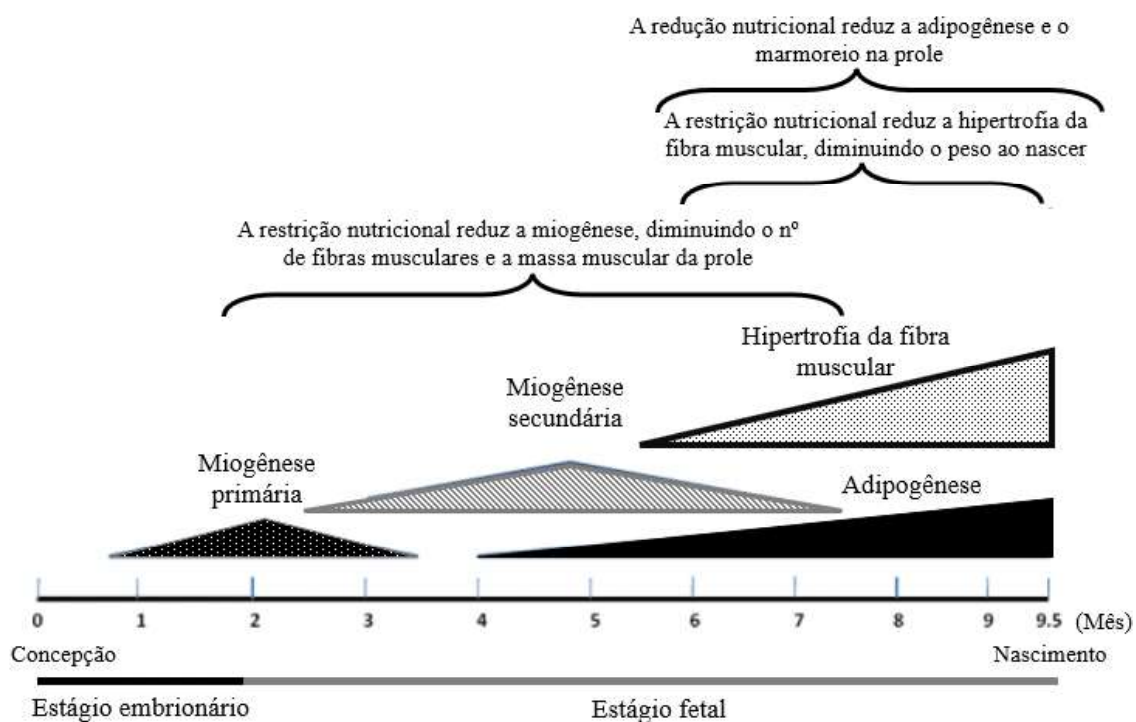


Figura 4. Efeitos da nutrição materna no desenvolvimento dos tecidos muscular e adiposo fetal bovino. Adaptado de Du et al. (2010).

A dieta materna pode ter interferência no desenvolvimento dos tecidos reprodutivos do feto. Grazul-Bilska e Vonnahme (dados ainda não publicados) utilizaram ovelhas que foram submetidas a 60% e 100% das recomendações do NRC do 500 até o 1350 dia da gestação e observaram que os ovários fetais das ovelhas submetidas a 60% da sua exigência nutricional tiveram a proliferação celular diminuída

nos folículos primordiais quando comparado com as ovelhas alimentadas com 100% das exigências. Esta diminuição da proliferação celular nos folículos primordiais, quando estas fêmeas se tornarem adultas, pode interferir na atividade folicular, fertilidade, e na vida reprodutiva destas fêmeas. Tem sido proposto que a suplementação protéica materna pode afetar a qualidade dos oócitos ou a formação embriônica precoce, resultando em poucos bezerros obtidos nos primeiros 21 dias da estação de parição (MARTIN et al., 2007).

Além disso, as novilhas nascidas de vacas que foram submetidas à suplementação proteica durante o terço final da gestação tiveram a taxa de prenhez aumentada quando comparado com as novilhas filhas de vacas não suplementadas (MARTIN et al., 2007). Em estudo subsequente, poucas novilhas das não suplementadas atingiram a puberdade antes da primeira estação de monta quando comparado com as novilhas de vacas suplementadas (FUNSTON et al., 2008).

Adicionalmente em ratos, quando as mães sofreram restrição proteica durante a gestação, as filhas tiveram atraso no aparecimento da puberdade (GUZMAN et al., 2006). No entanto, o controle e a regulação das funções reprodutivas são controlados por uma interação complexa entre síntese de proteínas de função hormonal, ativação de receptores e funções de organelas (ROCHE; DISKIN, 1995). Portanto, a eficiência reprodutiva de espécies domésticas é determinada por fatores de ordem de eficiência biológica e por avanços nos estudos sobre o desempenho reprodutivo de ruminantes (NEWMANN, 2003).

As categorias de animais, bezerros e vacas, de alto potencial produtivo leiteiro, são classificadas como as categorias que apresentam maior demanda energética na dieta para suprir todo o potencial genético requerido para o ganho de peso e produção leiteira até o pico da lactação. Durante o pós-parto inicial, o consumo de nutrientes é comumente inadequado, em vista das exigências combinadas para manutenção da lactação. No entanto, a lactação atua como o processo prioritário na demanda dos nutrientes nesse estágio, assim, as vacas mobilizam suas reservas para manter a lactação ao invés de diminuir a produção de leite como estratégia de aproveitamento dos nutrientes. A função reprodutiva das vacas, portanto, atua de forma secundária, estando diretamente dependente da nutrição (NEWMANN, 2003).

Ainda que não haja exigências nutricionais específicas para reprodução, bem como para variadas funções fisiológicas no organismo animal, é necessário o estudo específico e a determinação de funções e mecanismos de ação da nutrição sobre os efeitos funcionais reprodutivos. Algumas confusões foram relatadas sobre os aspectos ligados à comparação de sistemas alimentares de lactação, com a produção de protocolos experimentais de inconsistente contribuição e de notação discutível (ROCHE; DISKIN, 1995).

Ao mobilizarem suas reservas, as vacas no início da lactação apresentam um balanço energético negativo. Neste organismo, passa-se a se observar a redução das reservas corporais, sugerindo que a extensão e duração do balanço energético negativo no pós-parto, influencia diretamente na duração do intervalo de anestro como também afeta a taxa de concepção (BUTLER et al., 1981). No entanto, há um efeito associativo

entre o nível nutricional no pré-parto e o escore corporal ao parto. Vacas sob níveis similares de energia no pós-parto que apresentaram melhor condição de escore corporal no pós parto, tiveram redução do intervalo de anestro em nove dias (WRIGHT et al., 1992).

Observa-se, no entanto, a tendência de vacas de alto potencial à produção de leite apresentarem maior intervalo entre partos ou maior período de anestro pós parto. Isso ocorre devido à algumas evidências de associação negativa entre a função reprodutiva e a produção de leite (ROCHE; DISKIN, 1995). Por outro lado, alguns estudos avaliando a produção leiteira mostram fraca associação do incremento de dias de amamentação com a primeira ovulação (STEVENSON; BRITT, 1980), estabelecendo a existência de uma relação significativa somente 40 dias de lactação (BUTLER et al., 1981).

A produção de leite não é o maior determinante no intervalo pós-parto comparando ao balanço energético e os fatores que afetam o consumo dos alimentos (STAPLES, 1990) (Figura 5). Outros fatores como, estimuladores de consumo de misturas de alimentos iniciadores para bezerros, interações comportamentais entre a vaca e o bezerro, bem como a extensão e duração do balanço energético negativo em ocasião do desmame, são os principais determinantes no intervalo de anestro pós-parto (NEWMANN, 2003).

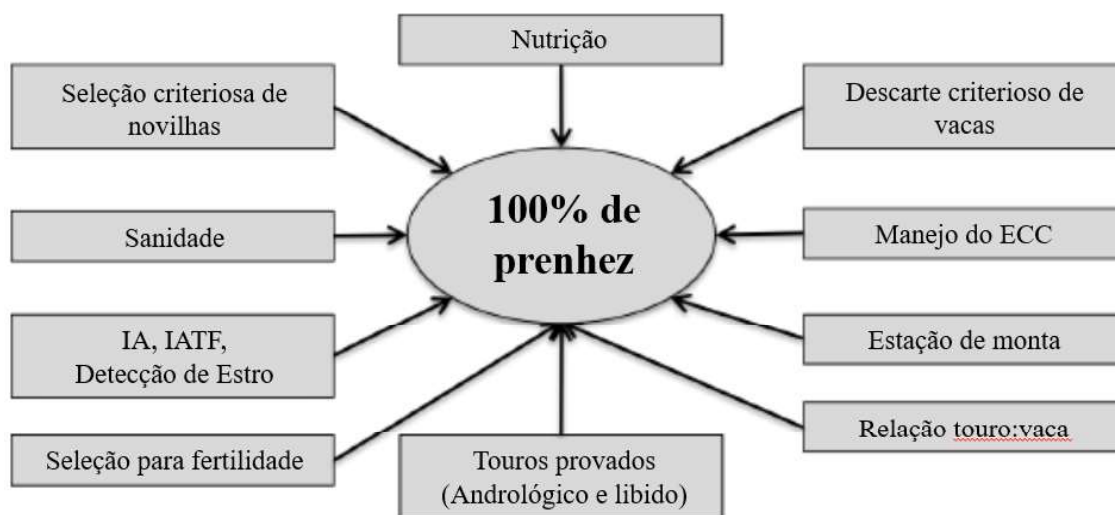


Figura 5. Fatores que afetam a taxa de prenhez em bovinos leiteiros (Fonte: adaptado de SANTOS et al., 2015)

3.3.3. A nutrição e a dinâmica folicular ovariana

Conhecer a dinâmica folicular ovariana em bovinos é fundamental para que o controle racional da reprodução possibilite outros procedimentos, como manipulação do ciclo estral, indução do cio pós-parto e utilização de biotecnologias de maior eficácia (NEWMANN, 2003). Dentre as biotecnologias, está a utilização da ultra-sonografia, que estabelece que a emergência de uma onda folicular representa o último dia em que o folículo dominante apresenta 4 mm de diâmetro (GINTHER et al., 1996). Ciclos estrais com três ondas foliculares apresentam maior duração do que aqueles com duas. No último caso, um folículo dominante inicia o crescimento do primeiro dia do estro e para de crescer ao sexto dia, regredindo por volta do décimo terceiro dia. A partir do décimo dia, o segundo folículo dominante inicia seu crescimento e culmina com a ovulação no estro seguinte, tal mecanismo é regulado por hormônios (NEWMANN, 2003).

Além do mecanismo endócrino, a seleção da dominância folicular ocorre por regulação autócrina e parácrina. Esses mecanismos não estão ainda compreendidos em sua totalidade, mas já foi estabelecido que inibina, ativina, fator de crescimento semelhante a insulina I (IGF-I) e suas proteínas de ligação (IGFBP) estão envolvidas e atuam diretamente nas células da teca e granulosa, modulando o desenvolvimento folicular e a esteroidogênese. O crescimento do folículo dominante e o incremento da produção de estrógeno são caracterizados pela diminuição nos níveis de inibina, ativina e IGFBP, simultaneamente com o aumento nas concentrações de IGF-I (GALINA et al., 2000).

Há evidências de que inibina, ativina e IGFBP-2 têm efeito negativo na ação das gonadotrofinas no folículo e que os diferentes padrões de secreção de FSH e LH regulam esses fatores na seleção, dominância e perda de dominância do folículo dominante (ROCHE; DISKIN, 1995). Nesse folículo, há um aumento da produção de estrógeno (folículo estrógeno-ativo) e, paralelamente, há o desenvolvimento de receptores para LH nas células da granulosa, incremento nos níveis de IGF-I e diminuição nas concentrações de ativina, inibina e IGFBP-2. No entanto, no folículo atrésico, ocorre inversão nos níveis desses fatores. Com base nesses estudos, conclui-se que a seleção, dominância e perda de dominância de folículos dominantes estão reguladas por mecanismos endócrinos, autócrinos e parácrinos (NEWMANN, 2003).

Esse conhecimento possibilita o entendimento de vários fenômenos que são observados na prática e na aplicação de algumas tecnologias. O efeito endócrino é observado pela aplicação de FSH, induzindo a superovulação, ou seja, se os níveis de

FSH forem mantidos, mais de um folículo se torna dominante e resulta em ovulação. No entanto, os resultados de superovulação são extremamente baixos se a aplicação de FSH for realizada na presença de um folículo dominante. Um outro aspecto prático é a ovulação no pós-parto e o reinício do ciclo estral. Nas condições de criação extensiva, as vacas em pós-parto frequentemente encontram-se em escore corporal 2 (considerando um escore de 1 a 5, WILDMAN et al., 1982) e/ou em catabolismo e apresentam crescimento folicular, mas não ovulam, fenômeno esse muito semelhante ao que ocorre na puberdade.

Segundo Galina et al. (2000) há evidências que as baixas concentrações de estrógenos são capazes de modularem o GnRH de maneira que não ocorra a ovulação antes da puberdade. Apesar de pouco se conhecer a respeito do mecanismo que inibe o reinício do ciclo no pós-parto, pode-se considerar uma certa similaridade com o que ocorre antes da puberdade.

A ação do estrógeno não é diretamente nos neurônios responsáveis pela síntese de GnRH. O estrógeno, por não possuir receptores nessas células, provavelmente atue em outros neurônios que tenham ação nos neurônios que sintetizam o GnRH. Várias hipóteses já foram postuladas e, basicamente, envolvem a inibição ou ativação de neurohormônios que estimulam ou inibem o GnRH. Sugere-se que os estrógenos podem ter ação em neurônios responsáveis pela liberação de norepinefrina, a qual estimula a liberação de GnRH, ou de opioides e dopamina, que por sua vez inibem a liberação desse hormônio (NEWMANN, 2003).

O efeito dos opióides na secreção de LH está bem determinado pelos trabalhos que utilizaram nalaxone, um inibidor de opióides endógenos. No entanto, os neurônios do GnRH também não possuem os subtipos dos receptores clássicos de opióides. Assim sendo, o efeito da β -endorfina, de inibir o LH e ser revertido pelo nalaxone, ocorre por meios indiretos, provavelmente, utilizando outros neurohormônios. O fato da β -endorfina inibir o LH serviu de base para responsabilizar os opióides pelo atraso na puberdade e no reinício do ciclo no pós-parto em animais com baixo escore corporal (NEWMANN, 2003).

No entanto, também se sugere que o hormônio responsável para regular a liberação de GnRH, refletindo o estado nutricional e as reservas energéticas é um hormônio derivado dos adipócitos, a leptina, pois segundo GALINA et al. (2000) foi demonstrado que, em baixas condições nutricionais, os níveis de leptina e gonadotropinas estão relativamente baixos, sendo revertidas as concentrações de FSH e LH após aplicação exógena desse hormônio. Apesar de sua ação na liberação de gonadotrofinas, não há evidências de receptores para leptina nos neurônios do GnRH. Esses receptores são coexpressados nos neurônios hipotalâmicos que expressam a Proopiomelanocortina (POMC). Exemplo de hormônios derivados dessa proteína são a β -endorfina, a adrenocorticotropina (ACTH) e o neuropeptídeo Y (NPY). Assim, há relevantes evidências de que a leptina é o sinal metabólico para inibir a atividade reprodutiva em condições nutricionais deficientes e reservas energéticas inadequadas (CUNNINGHAM et al., 1999).

Por ocasião do parto, tem-se observado um período de duas semanas para início do crescimento folicular e ocorrência de ondas repetitivas de folículos em crescimento e/ou desenvolvimento em um variado período antes da ocorrência da primeira ovulação pós-parto. Lucy et al. (1991), trabalhando com bovinos de leite observaram no 15º dia de balanço energético negativo pós-parto o incremento tanto da concentração de LH como do tamanho em grande parte dos folículos contidos no ovário, sugerindo que o LH está associado às mudanças do balanço energético. Este trabalho também mostrou que o balanço energético afeta o número de folículos em diferentes classes de tamanho, ou seja, grandes aumentos no número de grandes folículos foram encontrados em vacas com balanço energético positivo.

Assim, sugere-se que folículos mudam de designada posição de pequeno tamanho para classes de maior tamanho em vacas que se encontram em situação nutricional de balanço energético positivo, as quais, conduzem-se ao início de uma plena ovulação. Em novilhas de corte, Murphy et al. (1991) observaram que a restrição alimentar reduz ao máximo o diâmetro e a persistência de folículos dominantes e tende a incrementar a porcentagem de ciclos estrais com 3 folículos dominantes quando comparado com novilhas ganhando e/ou mantendo peso.

Os mecanismos com que os efeitos nutricionais agem no crescimento folicular ainda não foram desvendados pela pesquisa. Atualmente, o FSH tem sido identificado como o hormônio mais importante, sendo responsável pela estimulação do desenvolvimento folicular. Estudos prévios (ROCHE; DISKIN, 1995) têm reportado a hipótese de influência significativa entre restrição alimentar e concentração de FSH em

bovinos (FINDLAY; CLARKE, 1987). SPICER et al. (1984), verificaram que novilhas super-alimentadas não tiveram alterações nas concentrações de FSH.

As concentrações sanguíneas de IGF-I em bovinos são influenciadas diretamente pelo plano nutricional e durante períodos de restrição de consumo dietário as concentrações de IGF-I diminuem acentuadamente (SPICER et al., 1990), apesar que os estudos também mostram que o IGF-I pode ser incrementado sensivelmente pela atuação de células granulares as quais são estimuladas pelo FSH. Assim sendo, esses conhecimentos são fundamentais para antecipar o cio, principalmente no período pós-parto, apesar de faltarem ainda subsídios para indução de cio de uma maneira eficaz em diferentes condições nutricionais (NEWMANN, 2003).

3.3.3. Mediadores nutricionais e metabólicos sobre a reprodução.

O impacto do estado nutricional das vacas afeta a reprodução de um rebanho, sendo, portanto, essencial o fornecimento de uma dieta que contém todos os nutrientes (água, proteína, carboidratos, lipídios, minerais e vitaminas) de maneira balanceada, atendendo às exigências de produção e reprodução dos animais. O estado nutricional dos animais tem efeitos positivos e negativos na reprodução, mediados diretamente por nutrientes da dieta ou indiretamente, via sistema endócrino, que atua principalmente no eixo hipotálamo-hipófise-ovariano. Como mediadores nutricionais podemos citar: Glicose, Insuficiência Gliconeogênica, Aminoácidos, Neuro-hormônios, Insulina e o IGF-I. A seguir discutiremos as particularidades de cada um destes mediadores (PIRES et al., 2011).

3.2.3.1. Glicose

Pesquisas têm sugerido que vários sinais relacionados com nutrição servem como mensageiros fundamentais para o processo reprodutivo. Na figura 6 é apresentada a integração de sinais negativos e positivos que podem culminar em um potencial limiar para induzir o processo reprodutivo em vacas de corte. A glicose é o metabólico primário usado pelo sistema nervoso central (SNC) e, em caso de indisponibilidade de glicose utilizável, a liberação de GnRH pelo hipotálamo é reduzida. Pesquisadores sugerem que a capacidade da glicose mediar o controle nutricional da reprodução não é causativo (KEISLER; LUCY, 1998).

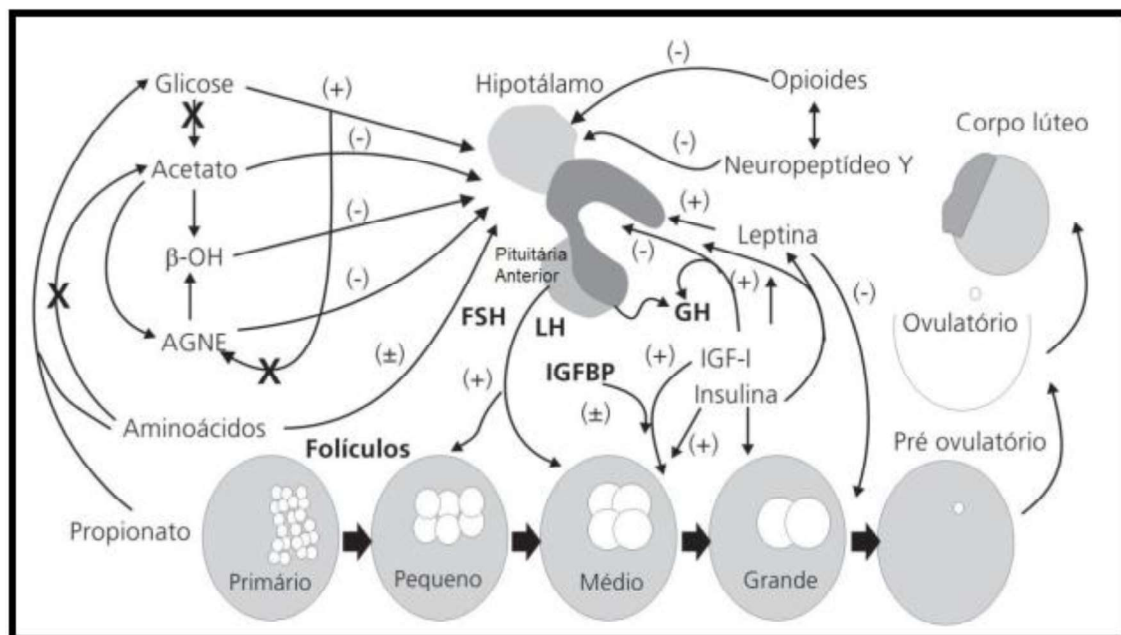


Figura 6. Regulação metabólica dos processos fisiológicos associados com o estro no pós-parto de vacas de corte. Fonte: Adaptado de Hess et al., 2005

3.2.3.2. Insuficiência Gliconeogênica

Os efeitos positivos de aumentar a gliconeogênese estão mais relacionados ao melhoramento da eficiência energética do que ao aumento da glicose sanguínea. Hawkins et al (2000) concluíram que a utilização do Acetato (principal ácido graxo de cadeia curta produzido pela fermentação ruminal) é prejudicado pela inadequação de precursores glicogênicos. Além disso, ocorre um redirecionamento do metabolismo o acetato para a produção de ATP's para ciclos pouco importantes ou até prejudiciais. Um exemplo que pode ser citado é o redirecionamento do Acetato para síntese de corpos cetônicos, principalmente o Beta-hidroxibutirato (β -OH). O efeito da baixa energia disponível no sistema pode levar à mobilização de tecido adiposo e aumento de ácidos graxos não esterificados (AGNE) na circulação. A insuficiência de glicose associado conseqüentemente com o acúmulo de AGNE promove a síntese de corpos cetônicos. Essas modificações nos metabólitos plasmáticos levam a diminuição da concentração e amplitude dos pulsos de LH (DICONSTANZO et al., 1999).

3.2.3.3. Aminoácidos

Hawkins et al. (2000) revisou os efeitos da suplementação estratégica de aminoácidos com objetivo de aumentar os precursores gliconeogênicos. É possível que o aumento no suprimento de aminoácidos ou o desbalanço de algum aminoácido possa ser detectado pela região do cérebro (hipotálamo) responsável pela liberação de LH (WETTEMANN; BOSSIS, 2002).

3.2.3.4. Neuro-Hormônios

Vários neuro-hormônios ou fatores têm sido considerados como mediadores da reprodução. Neuropeptídeo Y (NPY) e opióides endógenos podem inibir a secreção de LH (KEISLER; LUCY, 1998). Entretanto, em um estudo designado para avaliar a interação entre o plano de nutrição pós-parto e o tempo necessário para o reinício do estro, nenhuma relação foi identificada entre o período de anestro pós-parto e NPY em vacas de corte primíparas e magras (LALMAN et al., 2000). Pesquisas têm mostrado que vacas de corte com bezerro ao pé têm concentrações maiores de opióides endógenos, ocorrendo aumento do período de anestro pós-parto entre 20 e 30 dias. Em rebanhos com nutrição adequada, esses fatores não comprometem a eficiência reprodutiva, uma vez que, mesmo aumentando o período de anestro pós-parto, as vacas reiniciam o ciclo estral em torno de 40 dias. Por outro lado, em rebanhos com a nutrição intermediária, esse efeito pode ser significativo. Para amenizá-lo, os produtores têm utilizado a amamentação interrompida por 2 a 3 dias, com o objetivo de induzir o reinício da atividade ovariana. Entretanto, se o rebanho estiver com a condição corporal inadequada (menos de 4 na escala de 1 a 9) a interrupção da amamentação não será bem sucedida no reinício da atividade ovariana (PIRES et al.,2011).

3.2.3.5. Insulina

Várias pesquisas têm sido realizadas na tentativa de encontrar o sinal responsável pela modulação do efeito nutricional sobre a reprodução. Essas pesquisas têm sido importantes, porque as mudanças nos hormônios metabólitos refletem mudanças no estado metabólico do animal. Assim sendo, a insulina é um metabólico

importante na indicação do estado nutricional do animal. A insulina, hormônio liberado pelo pâncreas durante a absorção dos nutrientes da dieta, é responsável, principalmente, pelas reações anabólicas do organismo. A concentração de insulina no sangue, muitas vezes é usada como uma variável relacionada com o estado nutricional do animal, já que animais sob regime alimentar restrito possuem menor concentração sanguínea de insulina, quando comparados aos animais alimentados sem restrição alimentar (PIRES, 2011).

Durante a última década, tem-se evidenciado que não somente as gonadotrofinas, FSH e LH, mas também a insulina e o IGF-I (Insulin-Like Growth Factor - 1) têm um importante papel na fisiologia ovariana (Figura 1). Portanto, a insulina é um importante sinalizador dos efeitos nutricionais sobre a dinâmica folicular em bovinos (WEBB et al., 2004) e, combinada com glicose, pode estimular a liberação de GnRH pelo hipotálamo. Nos ovários, a insulina pode também estimular a proliferação celular e a esteroidogênese (WETTEMANN, BOSSIS, 2000) e, no fígado, a produção de IGF-1 (WEBB et al., 2004). Hawkins et al. (2000) sugeriram que o aumento de insulina, concomitante com o decréscimo de GH, é uma importante relação a considerar quando se avalia o impacto da nutrição sobre a reprodução. Um tratamento combinado de insulina e FSH aumentou significativamente a secreção de progesterona pelas células granulosas do folículo incubadas in vitro (AMSTERDAM et al., 1988). Esses autores também indicaram que a insulina age sinergicamente com o FSH na diferenciação morfológica das células granulosas, e que a insulina aumenta a capacidade de ligação do LH com os seus receptores.

Em outro estudo, Hernandez et al. (1988) concluíram que a insulina estimulou o desenvolvimento das células tecais e a produção de andrógenos tanto sozinha como sinergicamente com o hCG. Haq e Pate (1992) determinaram que a insulina estimulou a produção de progesterona pelo corpo lúteo e também a síntese de prostaglandina (PG) na presença de lipoproteínas de alta ou baixa densidade, mas o hormônio de crescimento não afetou a produção de progesterona com ou sem lipoproteínas.

Poretsky; Kalin (1987) concluíram que a insulina tem ação sobre os tecidos ovarianos, os quais são muito similares às ações das gonadotrofinas hipofisárias. Os efeitos gonadotróficos da insulina no desenvolvimento folicular foram estudados, utilizando-se novilhas com consumo restrito de energia.

Os efeitos da restrição entre o 8º e o 16º dia do ciclo estral e o subsequente ciclo após a restrição sobre as concentrações plasmáticas de LH, progesterona, cortisol, glicose e insulina foram determinados por McCann; Hansel (1986). As concentrações de glicose e insulina diminuíram com a restrição e não retornaram aos valores do grupo controle até 12 horas (insulina) e 4 a 7 dias (glicose) após terminado o período de restrição. As concentrações de progesterona foram maiores no período de restrição do que no grupo controle, entre os dias 10 e 15 do ciclo estral, mas os teores de LH foram menores no grupo com restrição do que no controle. No subsequente ciclo estral, a concentração de progesterona diminuiu no grupo com restrição energética. Os autores concluíram que baixa insulina e glicose no período de restrição afetaram a função hipofisária e luteal. A concentração plasmática de insulina é baixa logo após o parto e está positivamente correlacionada com o balanço energético (BE). As células dos

folículos ovarianos e dos corpos lúteos têm receptores para insulina e somatotrofina. Conseqüentemente, Britt (1992) sugeriu que a insulina e a somatotrofina têm efeitos diretos sobre a função folicular e células luteais.

3.2.3.7. IGF-1 (Insulin-Like Growth Factor – 1)

Nos últimos anos, o IGF-I tem ganhado muita atenção como outro hormônio mediador do funcionamento reprodutivo. O IGF-I tem sido identificado como sendo influenciado pelo estado nutricional. Ele atua na reprodução, aumentando a sensibilidade dos folículos ao FSH e LH, sendo também necessário à formação e funcionamento do corpo lúteo (Figura 7).

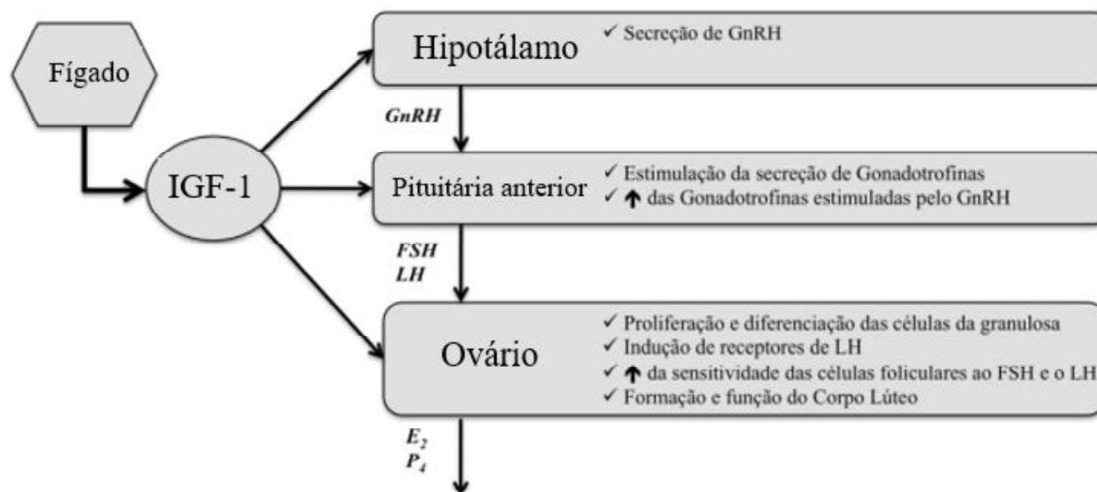


Figura 7. Efeitos do IGF-1 no eixo reprodutivo de vacas. Adaptado de Zulu et al. (2002). IGF-1 = fator de crescimento relativo à insulina tipo 1; GnRH = hormônio liberador de gonadotrofinas; FSH = hormônio foliculo estimulante; LH= hormônio luteinizante.

Spicer et al. (1990) observaram que o IGF-I é um potente estimulador da esteroidogênese pelas células luteais e granulosas, atingindo o teor mais baixo em vacas com o maior balanço negativo de energia (BNE). Diamond et al. (1985) encontraram

insulina no fluido folicular humano e observaram que as concentrações de insulina no fluido folicular foram positivamente correlacionadas com a concentração de progesterona nesse fluido. As concentrações de IGF-I no fluido folicular pré-ovulatório foram significativamente maiores do que nos folículos imaturos ou mesmo no soro (HAMMOND et al., 1985).

O IGF-I também influencia o desenvolvimento do corpo lúteo e pode ser um dos fatores de comunicação entre o estado nutricional e o eixo reprodutivo. As concentrações de IGF-I são altas em torno de 10 semanas antes do parto, e diminuem até a parição, na qual se encontram as menores concentrações, e aumenta de novo até aproximadamente 60 dias após o parto (PIRES et al., 2011). Em virtude da dificuldade de se estimar o consumo de nutrientes em rebanhos, estimativas a partir de parâmetros sanguíneos podem ser usadas como uma maneira acurada de se avaliar o estado nutricional dos animais. Chase et al. (1998) sugeriram que o IGF-I atua como mediador hormonal na regulação nutricional da função ovariana em vacas.

O aumentado potencial genético para produção de leite, juntamente com as mudanças no manejo nutricional, tem sido associado ao aumento da produção de leite/vaca e à redução da fertilidade de vacas leiteiras (BUTLER, 1998; WASHBURN et al., 2002).

A demanda metabólica associada à alta produção de leite resulta em balanço energético negativo (BEN) (Figura 8), caracterizado por redução na concentração sanguínea de glicose, insulina, IGF-1, aumento de ácidos graxos não esterificados

(AGNE) no plasma e acúmulo de triglicérides no fígado (BELL, 1995; DRACKLEY, 1999; DRACKLEY et al., 2001).

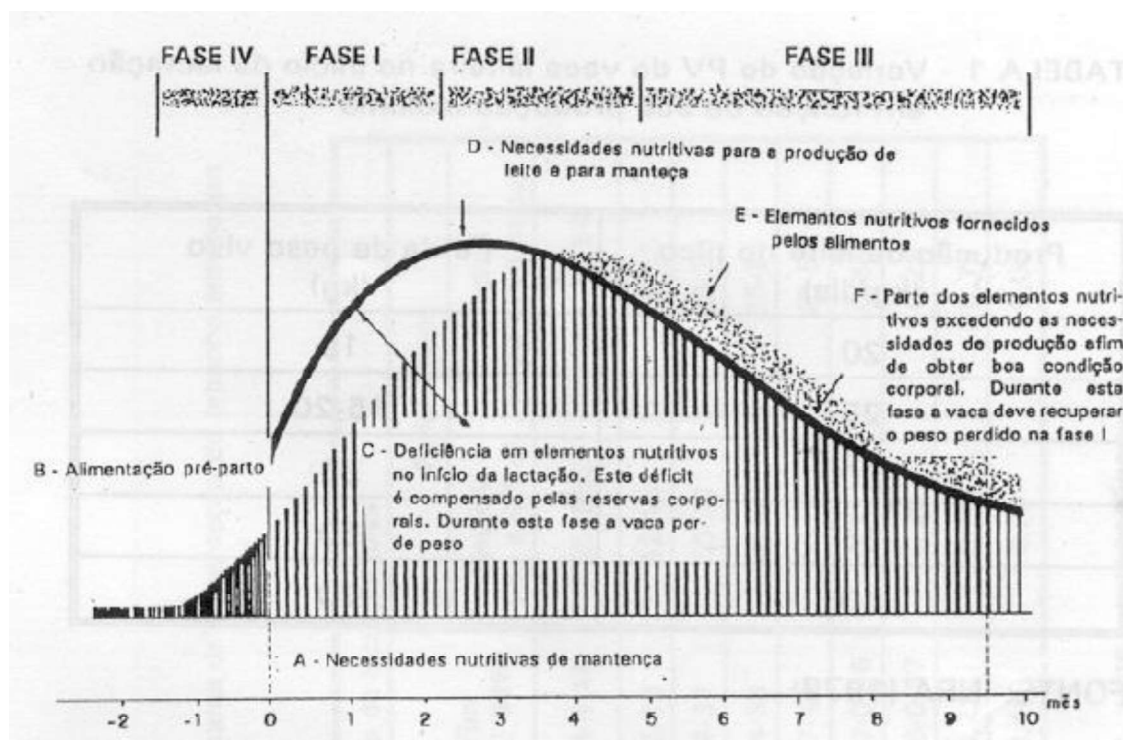


Figura 8. Balanço energético da vaca leiteira durante um ciclo produtivo (MATOS, 1995).

O BEN e as alterações metabólicas associadas relacionam-se à fertilidade de vacas leiteiras, por meio de sua influência no desenvolvimento folicular e no momento da primeira ovulação pós-parto (BUTLER, 2001), na concentração sanguínea de progesterona (BRITT, 1991), na qualidade de ovócitos (BRITT, 1991, LEROY et al., 2008) e embriões (LEROY et al., 2005).

Em adição aos efeitos do BEN, o fornecimento de dietas ricas em proteína a vacas leiteiras tem sido associado à elevação da concentração de nitrogênio uréico no plasma (NUP) e redução da taxa de concepção (FERGUSON et al., 1993; BUTLER et

al., 1996). Elevação da concentração de amônia e ureia no ambiente uterino (HAMMON, 2005), redução do pH uterino (ELROD et al., 1993; ELROD; BUTLER, 1993) e da qualidade embrionária (DAWUDA et al., 2002; RHOADS, 2006; ALVES, 2007) foram descritas em vacas com alta concentração de NUP.

O BEN começa poucos dias antes do parto e se agrava no pós-parto, alcançando o ponto mais negativo (*nadir*) cerca de duas semanas após o parto (BELL, 1995). A intensidade do BEN durante as primeiras três semanas de lactação e o *nadir* do BEN são altamente correlacionados com o intervalo à primeira ovulação (BUTLER, 2001).

O desenvolvimento de uma onda folicular ocorre entre cinco e sete dias após o parto, independente do BEN. Assim, o início de uma onda folicular e a formação de um folículo dominante durante o BEN não parecem limitar a primeira ovulação (BUTLER, 2003).

Contudo, Beam e Butler (1997) relataram três possíveis destinos do folículo dominante da primeira onda folicular pós-parto: 1) ovulação, que ocorrerá entre 16 e 20 dias pós-parto, 2) falha de ovulação, seguida por surgimento de uma nova onda folicular e 3) falha de ovulação, seguida pelo desenvolvimento de um cisto folicular. O desenvolvimento de um folículo dominante não-ovulatório ou de folículos císticos prolonga o intervalo do parto à primeira ovulação para 40 a 50 dias pós-parto.

A ovulação do folículo dominante no início da lactação é dependente do restabelecimento da secreção pulsátil de hormônio luteinizante (LH). Beam; Butler (1999) relataram que a frequência de pulsos de LH foi significativamente menor durante a primeira onda folicular pós-parto em vacas que desenvolveram um folículo dominante

não ovulatório, comparadas àquelas em que o folículo dominante se desenvolveu até a ovulação. Baixa disponibilidade de energia durante o BEN não somente suprime a secreção pulsátil de LH, mas também reduz a responsividade ovariana ao LH (BUTLER, 2001), impedindo a ocorrência de ovulação.

A habilidade dos folículos de produzirem estradiol suficiente para desencadear a onda pré-ovulatória de LH e a ovulação parece depender da disponibilidade de insulina e de IGF-1 circulantes (BUTLER, 2003), que se encontram em baixa concentração em vacas em BEN. A concentração de IGF-1 no fluido folicular reflete a sua concentração sistêmica. O IGF-1, juntamente com a insulina, estimula a proliferação das células foliculares e a esteroidogênese (WATHES et al., 2007).

Pesquisando a relação entre o destino do folículo dominante da primeira onda folicular pós-parto, o balanço energético, o consumo de MS e o perfil metabólico de vacas leiteiras de alta produção, Butler et al. (2006) verificaram que as vacas que ovularam o primeiro folículo dominante pós-parto apresentaram balanço energético mais positivo na primeira semana pré-parto, balanço energético menos negativo nos primeiros 30 dias pós-parto, maior consumo de matéria seca, maior concentração de estradiol, insulina e IGF-1 e menor concentração de AGNE no plasma.

Marr et al. (2002) relataram que as concentrações plasmáticas de AGNE e de β -hidroxibutirato e o acúmulo de triglicerídeos no fígado foram maiores nas vacas em que o primeiro folículo dominante pós-parto não ovulou, em comparação àquelas que apresentaram folículos ovulatórios. Os autores sugeriram que altas concentrações de AGNE e de β -hidroxibutirato no sangue podem inibir a produção folicular de estradiol e

a ovulação e que, possivelmente, estes compostos agem no hipotálamo, diminuindo a frequência dos pulsos de LH e nos ovários, diminuindo a sensibilidade folicular à insulina e ao IGF-1. Estudos *in vitro* demonstraram que a adição de AGNE (palmítico, esteárico e oléico) ao meio de cultivo inibiu a proliferação das células da teca (VANHOLDER et al., 2006b) e da granulosa (VANHOLDER et al., 2005), reduziu a viabilidade das células da teca e a produção de progesterona pelas mesmas (VANHOLDER et al., 2006b) e aumentou o número de células foliculares apoptóticas e necróticas (VANHOLDER et al., 2005; VANHOLDER et al., 2006b). VANHOLDER et al. (2006a) verificaram que a adição de β -hidroxibutirato ao meio de cultivo reduziu a produção de estradiol pelas células da granulosa. Os resultados destes trabalhos sugerem que os AGNE podem ser mediadores pelos quais o BEN compromete a função ovariana pós-parto em vacas leiteiras de alta produção.

A perda de ECC no início da lactação tem sido relacionada à redução da fertilidade em vacas cíclicas. Britt (1991) relatou que as vacas holandesas que perderam 0,58 pontos de ECC nas cinco primeiras semanas pós-parto tiveram menor taxa de concepção ao primeiro serviço (25%), se comparadas àquelas que ganharam 0,06 pontos de ECC no mesmo período (62%). Os mecanismos que relacionam a perda de ECC pós-parto à menor taxa de concepção provavelmente envolvem o momento da 1^a ovulação pós-parto (BUTLER, 2003).

Existe associação positiva entre o reinício dos ciclos ovulatórios após o parto e o aumento da taxa de concepção. Ou seja, a ocorrência de maior número de ciclos estrais antes da inseminação artificial (IA) favorece a taxa de concepção. Vacas que

permaneceram anovulatórias por mais de 50 dias após o parto apresentaram menor probabilidade de tornarem-se gestantes durante a lactação e maior risco de serem descartadas (BUTLER, 2003).

O BEN no início da lactação pode influenciar negativamente os ovócitos que estão se desenvolvendo neste período. A foliculogênese leva em torno de 60 a 80 dias e os folículos que iniciam o seu desenvolvimento durante o BEN são adversamente afetados e liberam ovócitos de pior qualidade (BRITT, 1991). De acordo com este modelo, o primeiro e o segundo folículos ovulatórios começam seu desenvolvimento no período seco, quando as condições metabólicas são favoráveis. Ao contrário, o terceiro, o quarto e o quinto folículos ovulatórios se desenvolvem durante o início da lactação, quando o BEN é mais intenso e, conseqüentemente, podem estar sujeitos às condições metabólicas adversas do pós-parto (PIRES et al., 2011).

A competência de desenvolvimento do ovócito é intimamente relacionada à fase de crescimento e à saúde do folículo (LEROY et al., 2008a). As mudanças endócrinas e metabólicas observadas no início da lactação, em virtude do BEN, são acompanhadas por alteração na composição do fluido folicular, que podem comprometer a capacidade de desenvolvimento dos ovócitos, visto que estes são altamente sujeitos a qualquer distúrbio no seu microambiente (LEROY et al., 2008a).

Em vacas leiteiras de alta produção, que perderam $0,94 \pm 0,09$ unidades de ECC nos primeiros 46 dias de lactação, Leroy et al. (2004) relataram correlações altas (entre 0,73 e 1,00) e significativas das concentrações de glicose, β -hidroxibutirato e ureia no soro e fluido folicular. Contudo, evidências científicas que comprovem os efeitos do

BEN e das adaptações metabólicas associadas sobre a competência de desenvolvimento de ovócitos em vacas leiteiras de alta produção são escassas. Na sua maioria, os estudos que objetivaram pesquisar esta relação foram de curta duração e conduzidos *in vitro*.

Leroy et al. (2005b) observaram que a adição de ácido palmítico e esteárico, em concentrações observadas no fluido folicular de vacas leiteiras em BEN, ao meio de maturação, retardou este processo, como demonstrado pelo maior número de ovócitos em meiose I e menor número em meiose II, reduziu as taxas de fertilização e de clivagem e a produção de blastocistos e aumentou a proporção de células apoptóticas no complexo *cummulus oophorus*. Em estudo posterior, ovócitos bovinos maturados em meio contendo concentrações de glicose e de β -hidroxibutirato similares às observadas no fluido folicular de vacas com cetose clínica apresentaram reduzida competência de desenvolvimento, como demonstrado pelas menores taxas de clivagem e de produção de blastocistos (LEROY et al., 2006). A glicose é uma molécula indispensável para a síntese de DNA durante a maturação do ovócito (LEROY et al. 2008a) e a hipoglicemia observada em vacas com cetose clínica pode comprometer a capacidade de desenvolvimento do ovócito (LEROY et al., 2006).

Em adição aos possíveis efeitos sobre a qualidade de ovócitos, as adaptações do metabolismo de vacas leiteiras de alta produção foram associadas a alterações no desenvolvimento e na qualidade embrionária (LEROY et al., 2005a). Estes autores observaram que a resposta superovulatória não diferiu entre vacas leiteiras de alta produção, vacas não lactantes e novilhas, no entanto, o grau desenvolvimento

embrionário foi menor nas vacas lactantes, com relativamente mais mórulas e menos blastocistos.

Os embriões coletados das vacas lactantes foram de coloração mais escura e de pior qualidade. Embriões de coloração escura contêm 45% mais lipídeos que os de coloração pálida e são mais sensíveis ao estresse oxidativo, ao resfriamento e ao congelamento (ABE et al., 1999). O acúmulo de lipídeos nas células embrionárias pode ainda prejudicar a função mitocondrial e reduzir a abundância de produtos resultantes da transcrição de genes, que são importantes para a qualidade e a viabilidade do embrião (ABE et al., 2002).

A relação inversa entre a intensidade do BEN e a fertilidade de vacas cíclicas pode estar relacionada à concentração sanguínea de progesterona. No entanto, como o BEN no período pós-parto influencia a secreção de progesterona pelo corpo lúteo (CL)? Britt (1991) propôs que os folículos ovarianos que são negativamente influenciados pela exposição ao BEN no início de seu desenvolvimento originam CL com menor capacidade de secreção de progesterona. Para avaliar esta hipótese, estes autores compararam a concentração de progesterona no sangue durante a fase lútea dos primeiros cinco ciclos estrais pós-parto (dias 6 a 13 do 1º ciclo estral e dias 10 a 17 dos demais) de vacas Holandesas que ganharam 0,06 pontos ou perderam 0,58 pontos de ECC nas primeiras cinco semanas pós-parto, mas tiveram produção de leite similar. A concentração de progesterona nos dois primeiros ciclos estrais pós-parto não diferiu entre os grupos de vacas, contudo, foi menor no 3º, 4º e 5º ciclos estrais pós-parto, nas vacas que perderam ECC.

A menor concentração sanguínea de progesterona, normalmente observada em vacas de alta produção, provavelmente também está relacionada à maior metabolização hepática deste hormônio. Wiltbank et al. (2001) relataram que o fluxo sanguíneo hepático em vacas lactantes foi duas vezes maior do que nas não lactantes, o que foi associado à maior metabolização hepática de estradiol e de progesterona, reduzindo a concentração sanguínea destes hormônios em 25% durante o ciclo estral.

Da mesma forma, Sangsritavong et al. (2002) observaram maior fluxo sanguíneo hepático ($1183 \pm 90,8$ vs $757 \pm 104,8$ litros/horas) e menores concentrações sanguíneas de estradiol ($265,44 \pm 4,99$ vs $351,19 \pm 5,77$ pg/mL) e de progesterona ($2,43 \pm 0,17$ vs $3,53 \pm 0,20$ ng/mL) em vacas lactantes do que em vacas não lactantes de peso semelhante. A menor concentração de hormônios esteróides pode estar relacionada à redução da fertilidade, à reduzida manifestação de estro e ao aumento da ocorrência de dupla ovulação em vacas leiteiras de alta produção (PIRES et al., 2011).

3.2.4. Manipulação nutricional para melhorar a reprodução

Além da energia, o consumo excessivo ou deficiente de outros nutrientes, como proteína, vitaminas, macro e micro minerais, têm sido relacionados com o baixo desempenho reprodutivo (DIAS et al., 2010). A partição de nutrientes no metabolismo de uma vaca, é realizado de acordo com exigências fisiológicas, em forma de cascata, e vão desde o metabolismo até as atividades ou trabalho como pode ser verificado na figura 9.

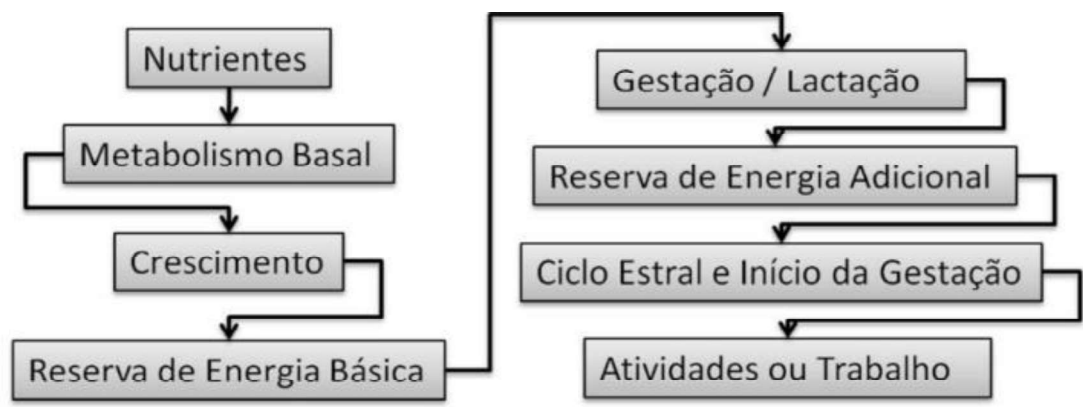


Figura 9. Ordem da participação dos nutrientes no organismo (SHORT et al., 1990).

A prioridade relativa das funções acima pode mudar, dependendo de qual função (e sua intensidade) está presente em um determinado momento (estado fisiológico do animal). O efeito da nutrição sobre a eficiência reprodutiva pode também estar associado com o estado nutricional antes e depois do parto (CORASSIM, 2004). É importante combinar o ciclo de produção com a qualidade e disponibilidade de forragem. É fato conhecido que as exigências nutricionais das matrizes são mais elevadas nos dois a três meses que antecedem o parto e, aproximadamente, o mesmo período após o parto (OLIVEIRA et al., 2006).

Portanto, para se obter redução do custo de produção, é importante que a disponibilidade de forragem em quantidade e qualidade coincida com a época de parição. Isto pode ser perfeitamente realizado em uma propriedade por meio do planejamento antecipado com a utilização da estação de monta e, conseqüentemente, da temporada de parição previamente determinada (FAGUNDES, 2017). A deficiência ou até mesmo o excesso de nutrientes pode acarretar anormalidades fisiológica nos animais, algumas destas alterações podem ser visualizadas na tabela 6.

Tabela 6. Anormalidades reprodutivas relacionadas ao excesso ou deficiência de nutrientes

Nutriente	Causa
Excesso de energia	Baixa taxa de concepção, retenção de placenta.
Deficiência de Energia	Atraso na puberdade, supressão da ovulação e estro.
Excesso de proteína	Baixa taxa de concepção.
Deficiência de proteína	Supressão do estro, baixa concepção, reabsorção fetal, parto prematuro, crias nascidas fracas.
Deficiência de Vit A	Anestro, baixa concepção, aborto, crias nascidas fracas ou mortas, retenção de placenta.
Deficiência de Vit D	Má formação do esqueleto, viabilidade reduzida do feto.
Deficiência de Vit E	Retenção de placenta, infecção uterina.
Deficiência de Ca	Má formação do esqueleto, viabilidade reduzida do feto.
Deficiência de P	Anestro, estro irregular.
Deficiência de I	Crescimento fetal defeituoso, estro irregular, retenção de placenta.
Deficiência de Se	Retenção de placenta.

Fonte: Adaptado de Bearder e Fuquay (2000)

Mais importante do que o mês de parição, deve ser respeitada a sazonalidade na produção de forragens, determinada pelas condições edafoclimáticas de cada região do país. O objetivo a ser alcançado é que as matrizes possam encontrar forragem disponível em quantidade e qualidade na sua fase mais crítica do ponto de vista produtivo e nutricional, ou seja, logo após o parto. Dessa forma, evitam-se baixos índices de natalidade dos bezerros, baixo peso de desmama e baixas taxas de concepção no início da estação de monta subsequente ou alto custo com suplementação (PIRES et al., 2010)

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A atividade leiteira tem se tornado cada vez mais competitiva e nos impõe a necessidade de redução de erros nas tomadas de decisão e a maximização da conversão dos recursos disponíveis em leite.

O estado nutricional da vaca influencia decisivamente no desempenho reprodutivo, contudo os danos causados pela deficiência de nutrientes são muito maiores que os efeitos tóxicos causados pelo excesso de certos nutrientes. Pesquisas mais recentes têm demonstrado que a subnutrição no terço final da gestação das vacas interfere no desempenho produtivo e reprodutivo das suas crias.

Na condição brasileira esse fator é agravado principalmente pelo manejo inadequado de pastagens, sendo que este é o principal fator que gera a escassez de alimento durante o período seco do ano. Podemos atribuir o desempenho reprodutivo deficiente ao consumo insatisfatório e/ou excessivo de energia, proteína, vitaminas e minerais, entretanto os estudos na literatura são raramente consistentes. Fato este que pode ser desencadeado pela interação entre os nutrientes. Como exemplo, a quantidade de proteína que chega ao intestino delgado para absorção, pode não somente ser

influenciada pela quantidade de proteína bruta e/ou não degradável da dieta, mas também pela quantidade de carboidratos fermentescíveis na dieta.

O mecanismo pelo qual os mediadores nutricionais atuam sobre a reprodução, pode ser transformado em um enigma, pois os controladores nutricionais sobre a reprodução podem ser mediados por nutrientes, metabolitos e hormônios. Para prevenir problemas durante o processo reprodutivo, deve existir a preocupação de manter a vaca sempre com um escore adequado ao período em que ela se encontra. Atualmente as pesquisas tem demonstrado que a nutrição pré-parto é mais importante que a pós-parto, se tratando na determinação do período de anestro pós-parto, que a energia da dieta no pré-parto prejudica o status reprodutivo, desenvolvimento e programação do feto, mesmo quando a energia é adequada no pós-parto, o escore de condição corporal é o mais simples e eficaz método de avaliar o status nutricional do animal, e a reprodução é diretamente influenciada pelo balanço energético do animal. Do ponto de visto prático, a condição corporal no início da estação reprodutiva é menos importante como uma ferramenta de manejo do que a condição corporal na parição, porque é muito mais difícil melhorar a condição corporal das vacas no período pós-parto do que no pré-parto. Considerando que esta vaca precisa ficar prenhe novamente dentro de no máximo 82 dias para se obter um intervalo entre partos de 365 dias, aumentar a condição corporal neste período, geralmente requer mais tempo para que a vaca seja capaz de entrar em cio e conceber.

Para atingir o objetivo econômico dos sistemas de produção baseados na exploração de fêmeas mestiças leiteiras, que é obter um parto por vaca ao ano visando a

lucratividade máxima com a venda de leite e de bezerros, atenção especial deve ser dada ao manejo nutricional das novilhas e das vacas no periparto, principalmente, as primíparas. Essas categorias sofrem maior influência dos fatores nutricionais e das práticas de manejo adotadas nas propriedades. A idade ao primeiro parto e o intervalo de partos são os principais limitantes das eficiências reprodutiva e produtiva dos rebanhos leiteiros e estão diretamente relacionados com os planos nutricionais aos quais os animais são submetidos. Novilhas submetidas à restrição nutricional de curta ou longa duração apresentam atraso da puberdade e elevação da idade ao primeiro parto.

Os efeitos da nutrição no pré e no pós-parto são confundidos com a influência da lactação e da amamentação em vacas mestiças leiteiras. O aumento na produção de leite pode estar associado à redução na eficiência reprodutiva devido ao atraso do retorno da atividade ovariana luteal cíclica após o parto, durante o período de balanço energético negativo. Quanto maior a média de produção de leite, maior a mobilização de reservas corporais no início da lactação, o que resulta em alterações no perfil endócrino e metabólico dos animais, prolongamento do estado de anestro e, conseqüentemente, maior intervalo de partos.

Dessa forma, o entendimento do manejo nutricional de vacas leiteiras é de suma importância para o alinhamento de bem-estar animal e produtividade, potencializando a produção e reprodução, sem comprometer a saúde e longevidade dos animais.

5. RESUMO

MANEJO NUTRICIONAL E A REPRODUÇÃO DE VACAS LEITEIRAS: REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Em geral, os sistemas de produção de leite buscam aumentar a produtividade, o número de bezerros nascidos por ano e a longevidade das vacas. A permanência de uma fêmea no rebanho está diretamente relacionada com a sua idade ao primeiro parto e com o intervalo de partos, pois esses parâmetros determinam o início e a duração da sua fase produtiva. Como os parâmetros de eficiência reprodutiva são de baixa herdabilidade, os componentes ambientais e de manejo exercem maior impacto sobre o desempenho dos animais, quando comparados à seleção genética. Dentre os fatores ambientais que afetam a reprodução, a nutrição é o mais importante nos rebanhos leiteiros de alta, média e baixa produção. Assim, para que os animais expressem seu potencial, o manejo deve ser ajustado para atender as exigências nutricionais das diferentes categorias do rebanho. No Brasil, o déficit de consumo de energia na dieta é a principal causa do baixo desempenho reprodutivo dos rebanhos leiteiros. Independente do potencial genético, quando os animais são submetidos a manejo nutricional inadequado, a

inatividade ovariana é responsável pelo atraso da puberdade, pela elevação da idade ao primeiro parto e pelo prolongamento do intervalo de partos.

Palavras-chave: Bovino, Intervalo de parto, Proteína bruta, Nutrientes digestíveis totais, Produção de leite.

6. SUMMARY

NUTRITIONAL MANAGEMENT AND THE REPRODUCTION OF DAIRY COWS: BIBLIOGRAPHIC REVIEW

In general, milk production systems seek to increase productivity, the number of calves born per year and the longevity of cows. The permanence of a female in the herd is directly related to her age at the first birth and the interval between births, as these parameters determine the beginning and duration of her productive phase. As the parameters of reproductive efficiency are of low heritability, the environmental and management components have a greater impact on the performance of animals, when compared to genetic selection. Among the environmental factors that affect reproduction, nutrition is the most important in high, medium and low production dairy herds. Thus, for animals to express their potential, management must be adjusted to meet the nutritional requirements of different categories of the herd. In Brazil, the deficit in energy consumption in the diet is the main cause of the low reproductive performance of dairy herds. Regardless of the genetic potential, when animals are subjected to inadequate nutritional management, ovarian inactivity is responsible for delaying puberty, raising age at first birth and prolonging the birth interval.

Key words: Bovine, birth interval, Crude protein, Total digestible nutrients, Milk production.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABE H., YAMASHITA S., ITOH T., SATOH T., HOSHI H. Ultrastructure of bovine embryos developed from in vitromatured and –fertilized oocytes: comparative morphological evaluation of embryos cultured either in serum-free medium or in serum-supplemented medium. **Mol Reprod Dev**, v.53, p.325-335, 1999.

ABE H., YAMASHITA S., SATOH T., HOSHI H. Accumulation of cytoplasmic lipid droplets in bovine embryos and cryotolerance of embryos developed in different culture systems using serum-free or serum-containing medium. **Mol Reprod Dev**, v.61, p.57-66, 2002.

ABEYGUNAWARDENA, H., DEMATAWEWA, C. M. B. Pre-pubertal and postpartum anestrus in tropical Zebu cattle. **Animal Reproduction Science**, v. 82, p. 373-387, 2004.

AHOLA, J. K., BAKER, D. S., BURNS, P. D., MORTIMER, R. G., ENNS, R. M., WHITTIER, J. C., ENGLE, T. E. Effect of copper, zinc, and manganese supplementation and source on reproduction, mineral status, and performance in grazing beef cattle over a two-year period. **Journal of animal science**, v. 82, n. 8, p. 2375-2383, 2004.

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.

ALVES, F. R. **Efeitos do fornecimento de dietas contendo nitrogênio não-protéico (NNP) sem prévia adaptação, durante curto espaço de tempo e em diferentes fases do ciclo estral na produção, qualidade e grau de desenvolvimento de embriões de fêmeas bovinas superovuladas.** 2007. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

AMSTERDAM, A., MAY, J. V., SCHOMBERG, D. W. Synergistic effect of insulin and follicle-stimulating hormone on biochemical and morphological differentiation of porcine granulosa cells in vitro. **Biology of reproduction**, v. 39, n. 2, p. 379-390, 1988.

BARKER, D. J. P., HALES, C. N., FALL, C. H. D., OSMOND, C., PHIPPS, K., CLARK, P. M. S. Type 2 (non-insulin-dependent) diabetes mellitus, hypertension and hyperlipidaemia (syndrome X): relation to reduced fetal growth. **Diabetologia**, v. 36, n. 1, p. 62-67, 1993.

BEAM, S. W., BUTLER, W. R. Effects of energy balance on function follicular development and first ovulation in postpartum dairy cows. **J Reprod Fertil Suppl**, n.54, p.411-424, 1 999.

BEAM, S. W., BUTLER, W. R. Energy balance and ovarian follicle development prior to the first ovulation postpartum in dairy cows receiving three levels of dietary fat. **Biol Reprod**, v.56, p.133-142, 1997.

BELL, A. W., SLEPETIS, R., EHRHARDT, U. A. Growth and accretion of energy and protein in the gravid uterus during late pregnancy in Holstein cows. **Journal of Dairy Science**, v. 78, n. 9, p. 1954-1961, 1995.

BERGAMASCHI, M. A. C. M., MACHADO, R., BARBOSA, R. T. Eficiência reprodutiva das vacas leiteiras. **Embrapa Pecuária Sudeste-Circular Técnica (INFOTECA-E)**, 2010.

BERNARD, J. K., CASTRO, J. J., MULLIS, N. A., ADESOGAN, A. T., WEST, J.W., MORANTES, G. Effect of feeding alfalfa hay or Tifton 85 bermudagrass haylage with or without a cellulose enzyme on performance of Holstein cows. **Journal of dairy science**, v.93, p.5280-5285, 2010.

BERTICS, S. J., GRUMMER, R. R. The effects of fat and methionine on liver triglyceride of dry cows during feed restriction. **J. Dairy Sci**, v. 80, n. Suppl 1, p. 252, 1997.

BERTICS, S. J., GRUMMER, R. R., CADORNIGA-VALINO, C., STODDARD, E. E. Effect of prepartum dry matter intake on liver triglyceride concentration and early lactation. **Journal of dairy science**, v. 75, n. 7, p. 1914-1922, 1992.

BODE, M. L., GILBERT, R. O., BUTLER, W. R. Effects of high plasma urea nitrogen levels on bovine embryo quality and development. **J. Dairy Sci**, v. 84, n. Suppl 1, p. 116, 2001.

BORGES, A. M., Torres, C. A. A., Rocha Júnior, V. R., Ruas, J. R. M., Gioso, M. M., Fonseca, J. F. D., Maffili, V. V. Dinâmica folicular e momento da ovulação em vacas não lactantes das raças Gir e Nelore durante duas estações do ano. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 56, p. 346-354, 2004.

BORGES, A. M. et al. Desenvolvimento folicular no pós-parto de vacas da raça Gir tratadas com Acetato de Buserelina (GnRH) ou Gonadotrofina coriônica humana (hCG). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 33, p. 1396-1404, 2004.

BORGES, C. H. P. Fatores que afetam a composição do leite de cabra. **Milkpoint**, Piracicaba (SP), v. 9, 2006.

BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Serviço Nacional de Proteção de Cultivares. **Registro Nacional de Cultivares**. Brasília, DF: Mapa, 2009. In: BRITT, Jack H. Impacts of early postpartum metabolism on follicular development and fertility. In: American Association of Bovine Practitioners Proceedings of the Annual Conference. 1991. p. 39-43.

BRITT, J. H. Influence of nutrition and weight loss on reproduction and early embryonic death in cattle. In: **American Association of Bovine Practitioners Proceedings of the Annual Conference**. 1992. p. 143-148.

BUTLER, W. R. Energy balance relationships with follicular development, ovulation and fertility in postpartum dairy cows. **Livest Prod Sci**, v.83, p.211-218, 2003.

BUTLER, W.R. Nutritional effects on resumption of ovarian cyclicity and conception rate in postpartum dairy cows. **Anim Sci Occas Publ**, v.26, p.133-145, 2001.

BUTLER, W. R., CALAMAN, J. J., BEAM, S. W. Plasma and milk urea nitrogen in relation to pregnancy rate in lactating dairy cattle. **Journal of animal science**, v. 74, n. 4, p. 858-865, 1996.

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.

BUTLER, W. R, SMITH, R. D. Interrelationships between energy balance and postpartum reproductive function in dairy cattle. **Journal of dairy science**, v. 72, n. 3, p. 767-783, 1989.

BUTLER, W. R., EVERETT, R. W., COPPOCK, C. E. The relationships between energy balance, milk production and ovulation in postpartum Holstein cows. **Journal of animal science**, v. 53, n. 3, p. 742-748, 1981.

CALDATO, A. Construção de Compost Barn: tradicional x túnel de vento e nutrição e manejo de vacas leiteiras no período de transição. 2019.

CALOMENI, G. D. **Avaliação comparativa da suplementação de ácidos graxos saturados e insaturados sobre o desempenho produtivo, qualidade oocitária e embrionária, e metabolismo de vacas leiteiras no período de transição e início de lactação.** 2016. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

CAMERON, R. E. B., DYK, P. B., HERDT, T. H., KANEENE, J. B., MILLER, R., BUCHOLTZ, H. F., EMERY, R. S. Dry cow diet, management, and energy balance as risk factors for displaced abomasum in high producing dairy herds. **Journal of dairy science**, v. 81, n. 1, p. 132-139, 1998.

CAMPOS, O.F., LIZIERI, R.S. **Alimentação e manejo de bezerras de reposição de rebanhos leiteiros.** Coronel Pacheco: EMBRAPA-CNPGL, 1995. 22p. (Documento 34).

CARVALHO, V. R. F. **Reestruturação do sistema lácteo mundial: uma análise da inserção brasileira.** Tese (Doutorado)–Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Economia, Campinas, 2008.

CHASE JR, C. C., KIRBY, C. J., HAMMOND, A. C., OLSON, T. A., LUCY, M. C. Patterns of ovarian growth and development in cattle with a growth hormone receptor deficiency. **Journal of animal science**, v. 76, n. 1, p. 212-219, 1998.

CHESTER-JONES, H., VERMEIRE, D., BROMMELSIEK, W., BROKKEN, K., MARX, G., LINN, J. G. Effect of trace mineral source on reproduction and milk production in Holstein cows. **The Professional Animal Scientist**, v. 29, n. 3, p. 289-297, 2013.

CORASSIN, C. H. **Determinação e avaliação de fatores que afetam a produtividade de vacas leiteiras: aspectos sanitários e reprodutivos.** 2004. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

COZZOLINO, S. M. F. Deficiências de minerais. **Estudos avançados**, v. 21, p. 119-126, 2007.

CRAWLEY, D. D., KILMER, L. H. Effects of level and source of rumen degradable protein fed prepartum on postpartum performance of dairy cows. **J. Dairy Sci**, v. 78, n. Suppl 1, p. 266, 1995.

CUNNINGHAM, M.J., CLIFTON, D.K., STEINER, R.A. Leptin's actions on the reproductive axis: perspectives and mechanisms. **Biological Reproduction** v.60, p.216-222, 1999.

CURTIS, C. R., ERB, H. N., SNIFFEN, C. J., SMITH, R. D., KRONFELD, D. S. Path analysis of dry period nutrition, postpartum metabolic and reproductive disorders, and mastitis in Holstein cows. **Journal of dairy science**, v. 68, n. 9, p. 2347-2360, 1985.

DA SILVA, J. J., Carvalho, D. M. G. D., Gomes, R. A. B., Rodrigues, A. B. C. Produção de leite de animais criados em pastos no Brasil. **Veterinária e Zootecnia**, v. 17, n. 1, p. 26-36, 2012.

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

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

DIAMOND, M. P. Human follicular fluid insulin concentrations. **The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism**, v. 61, n. 5, p. 990-992, 1985.

DIAZ GONZALEZ, F. H. Indicadores sanguíneos do metabolismo mineral em ruminantes. **Perfil metabólico em ruminantes: seu uso em nutrição e doenças nutricionais**. p. 31-51, 2000.

DICOSTANZO, A., WILLIAMS, J. E., KEISLER, D. H. Effects of short-or long-term infusions of acetate or propionate on luteinizing hormone, insulin, and metabolite concentrations in beef heifers. **Journal of animal science**, v. 77, n. 11, p. 3050-3056, 1999.

DIRKSEN, G. U., LIEBICH, H. G., MAYER, E. Adaptive changes of the ruminal mucosa and their functional and clinical significance. **The Bovine Practitioner**, p. 116-120, 1985.

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, n. 3-4, p. 345-370, 2003.

DO NASCIMENTO JR, Domicio. **Valor Nutritivo das Pastagens Tropicais**. 1997.

DOMECQ, J. J., SKIDMORE, A. L., LLOYD, J. W., & KANEENE, J. B. Relationship between body condition scores and conception at first artificial insemination in a large

dairy herd of high yielding Holstein cows. **Journal of dairy science**, v. 80, n. 1, p. 113-120, 1997b.

DOMECQ, J. J., SKIDMORE, A. L., LLOYD, J. W., KANEENE, J. B. Relationship between body condition scores and milk yield in a large dairy herd of high yielding Holstein cows. **Journal of dairy science**, v. 80, n. 1, p. 101-112, 1997a.

DOMECQ, J. J., SKIDMORE, A. L., LLOYD, J. W., KANEENE, J. B. Validation of body condition scores with ultrasound measurements of subcutaneous fat of dairy cows. **Journal of dairy science**, v. 78, n. 10, p. 2308-2313, 1995.

DRACKLEY J. K., OVERTON T. R., NEIL DOUGLAS G. Adaptations of glucose and long-chain fatty acid metabolism in liver of dairy cows during the periparturient period. **J. Dairy Sci.**, v.84, suppl E, p.100- 110, 2001.

DRACKLEY, J. K. Biology of dairy cows during the transition period: the final frontier. **J Dairy Sci**, v.82, p.2259- 2273, 1999.

DRACKLEY, J. K., CARDOSO, F. C. Parturition and postpartum management to optimize fertility in high-yielding dairy cows in TMR systems. **Animal**, Cambridge, v. 8, n. 1, p. 5-14, 2014.

DU, M., TONG, J., ZHAO, J., UNDERWOOD, K. R., ZHU, M., FORD, S. P., NATHANIELSZ, P. W. Fetal programming of skeletal muscle development in ruminant animals. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 88 (E. Suppl.), p. E5-E60, 2010.

DUTRA, A.R., QUEIROZ, A.C., PEREIRA, J.C., VALADARES FILHO, S.D.C., THIÉBAUT, J.T.L., MATOS, F.N., RIBEIRO, C. Efeitos dos níveis de fibra e das fontes de proteínas sobre a síntese de compostos nitrogenados microbianos em novilhos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.26, n.4, p.797-805, 1997.

DYK, P. B. Parturition non-esterified fatty acids in plasma are higher in cows developing periparturient health problems. **J. Dairy Sci.**, v. 78, p. 264, 1995.

EDMONSON, A. J., Lean, I. J., Weaver, L. D., Farver, T., & Webster, G. A body condition scoring chart for Holstein dairy cows. **Journal of dairy science**, v. 72, n. 1, p. 68-78, 1989.

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, n. 3, p. 694-701, 1993.

ENGORMIX. Informação técnica. Produtos e serviços. Disponível em: <http://www.engormix.com/linha_bovinos_leiteiros_p_products129-534.htm>. Acesso em: 24 ago. 2021.

ERSKINE, R. J. Nutrition and mastitis. **Veterinary clinics of north America: food animal practice**, v. 9, n. 3, p. 551-561, 1993.

FACÓ, O, LÔBO, R. N. B., MARTINS FILHO, R., LIMA, F. D. A. M. Idade ao primeiro parto e intervalo de partos de cinco grupos genéticos Holandês x Gir no Brasil. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, p. 1920-1926, 2005.

FAGAN, E. P., JOBIM, C. C., JÚNIOR, M. C., DA SILVA, M. S., DOS SANTOS, G. T. Fatores ambientais e de manejo sobre a composição química do leite em granjas leiteiras do Estado do Paraná. **Animal Sciences**, 2010, vol. 32, n. 3, p. 309-316.

GONÇALVES, L. C., BORGES, I., FERREIRA, P. D. S. **Alimentação de Gado de Leite**. Belo Horizonte: Editora FEPMVZ, 2009. 418 p.

FAGUNDES, M. S. Uso de ferramentas tecnológicas em sistemas de cria em pecuária de corte e aspectos relacionados à tomada de decisão. 2017.

FERGUSON, J. D., GALLIGAN, D. T., BLANCHARD, T., REEVES, M. Serum urea nitrogen and conception rate: the usefulness of test information. **Journal of dairy science**, v. 76, n. 12, p. 3742-3746, 1993.

FERGUSON, J. D., OTTO, K. A. Managing body condition in dairy cows. In: **Proceedings-Cornell Nutrition Conference for Feed Manufacturers (USA)**. 1989.

FERREIRA, A. M., TORRES, C. A. A. Perda de peso corporal e cessação da atividade ovariana luteínica cíclica em vacas mestiças leiteiras. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 28, n. 3, p. 411-418, 1993.

FERREIRA, A.M., TORRES, C. A. A., SÁ, W. F. D., VIANA, J. H Consumo e custo da alimentação para recuperação da atividade ovariana luteal cíclica de vacas mestiças leiteiras com anestro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 34, p. 129-133, 1999.

FINDLAY, J. K., CLARKE, I. J. Regulation of secretion of FSH in domestic ruminants. **Journal of Reproduction and Fertility** v.34 (suppl), p.27-37, 1987.

FONSECA, F. A., BRITT, J. H., MCDANIEL, B. T., WILK, J. C., RAKES, A. H. Reproductive traits of Holsteins and Jerseys. Effects of age, milk yield, and clinical abnormalities on involution of cervix and uterus, ovulation, estrous cycles, detection of estrus, conception rate, and days open. **Journal of dairy science**, v. 66, n. 5, p. 1128-1147, 1983.

FOX, D. G., SNIFFEN, C. J., O'CONNOR, J. D., RUSSELL, J. B., VAN SOEST, P. J. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: III. Cattle requirements and diet adequacy. **Journal of animal science**, v. 70, n. 11, p. 3578-3596, 1992.

FRYE, T. M., WILLIAMS, Scot N., GRAHAM, Thomas W. Vitamin deficiencies in cattle. **Veterinary clinics of North America: food animal practice**, v. 7, n. 1, p. 217-275, 1991.

FUNSTON, R. N., LARSON, D. M., VONNAHME, K. A. Effects of maternal nutrition on conceptus growth and offspring performance: Implications for beef cattle production. **Journal of animal science**, v. 88, n. suppl_13, p. E205-E215, 2010.

GALINA, C., PIMENTEL, C.A., NEVES, J.P. Avanços na reprodução bovina. Pelotas: Ed. Universitária, UFPel, 2000. 77p.

GARDNER, D. K., LANE, M. Amino acids and ammonium regulate mouse embryo development in culture. **Biology of reproduction**, v. 48, n. 2, p. 377-385, 1993.

GARNSWORTHY, P. C. The effect of energy reserves at calving on performance of dairy cows. 1988.

GERLOFF, B. 1986. Appendix. In D.A. Morrow, Current Therapy in Theriogenology. 2nd Edition. W.B. Saunders.

GINTHER, O. J. Selection of the dominant follicle in cattle. **Biology of reproduction**, v. 55, p. 1187-1194, 1996.

GODFREY, K. M., BARKER, D. J. P. Fetal nutrition and adult disease. **The American journal of clinical nutrition**, v. 71, n. 5, p. 1344S-1352S, 2000.

GOFF, J. P. Dietary effects on acid based metabolism and clinical implications of these effects on milk fever risk in dairy cattle. In: **Proc. 30th Annual Conf. AABP**. Montreal, Quebec. 1997.

GOFF, J. P., STABEL, J. R. Decreased plasma retinol, α -tocopherol, and zinc concentration during the periparturient period: effect of milk fever. **Journal of Dairy Science**, v. 73, n. 11, p. 3195-3199, 1990.

GOMES, N., NEVES, M., MICHELINI, R. Nutrição e reprodução em vacas leiteiras. **Rev Bras Reprod Anim Supl**, Belo Horizonte, n. 6, p. 118-124, 2009.

GONÇALVES, R.S. **Eficácia da administração de drench em vacas recém paridas na prevenção de cetose, hipocalcemia subclínica e seu efeito sobre a qualidade do**

leite. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul – Porto Alegre-RS, 2015.

GOULARTE, S.R. **Exigências nutricionais de macro e micro minerais de fêmeas ovinas confinadas**, 2014, 79 f. Tese de doutorado – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade Federal do Mato Grosso do Sul, MS, 2014.

GRANT, R. J., ALBRIGHT, J. L. Feeding behavior and management factors during the transition period in dairy cattle. **Journal of animal science**, v. 73, n. 9, p. 2791-2803, 1995.

GRUM, D. E., DRACKLEY, J. K., YOUNKER, R. S., LACOUNT, D. W., VEENHUIZEN, J. J. Nutrition during the dry period and hepatic lipid metabolism of periparturient dairy cows. **Journal of dairy science**, v. 79, n. 10, p. 1850-1864, 1996.

GRUMMER, R. R. Etiology of lipid-related metabolic disorders in periparturient dairy cows. **Journal of dairy science**, v. 76, n. 12, p. 3882-3896, 1993.

GRUMMER, R. R. Impact of changes in organic nutrient metabolism on feeding the transition dairy cow. **Journal of animal science**, v. 73, n. 9, p. 2820-2833, 1995.

GUZMAN, C., CABRERA, R., CARDENAS, M., LARREA, F., NATHANIELSZ, P. W., ZAMBRANO, E. Protein restriction during fetal and neonatal development in the rat alters reproductive function and accelerates reproductive ageing in female progeny. **The Journal of Physiology**, Cambridge, v. 572, p. 97-108. 2006.

HAMMON D.S., HOLYOAK G.R., DHIMAN T.R. Association between blood plasma urea nitrogen levels and reproductive fluid urea nitrogen and ammonia concentrations in early lactation dairy cows. **Anim Reprod Sci**, v.86, p.195-204, 2005.

HAMMON, D. S., WANG, S., HOLYOAK, G. R. Effects of ammonia during different stages of culture on development of in vitro produced bovine embryos. **Animal Reproduction Science**, v. 59, n. 1-2, p. 23-30, 2000.

HAMMOND, J.M., BARANAO, J. L. S., SKALERIS, D., KNIGHT, A. B., ROMANUS, J. A., RECHLER, M. M. Production of insulin-like growth factors by ovarian granulosa cells. **Endocrinology**, v. 117, n. 6, p. 2553-2555, 1985.

HAQ, I., J. L. PATE. Actions of insulin and growth hormone on the corpus luteum. **Dept. Dairy Sci. Res. Highlights**. pp.69., 1992

HARMON, R. J., TORRE, P. M. Copper and zinc: do they influence mastitis. In: **Annual meeting (USA)**. 1994.

HARRISON, J. H., HANCOCK, D. D., CONRAD, H. R. Vitamin E and selenium for reproduction of the dairy cow. **Journal of Dairy Science**, v. 67, n. 1, p. 123-132, 1984.

HAWKINS, D. E. Can beef heifers and young postpartum cows be physiologically and nutritionally? **J Anim Sci**, v. 77, p. 1-10, 2000.

HERDT, T.H. Fatty liver in dairy cows. In *The Veterinary Clinics of North America – Food Animal Practice*. v. 4(2), p.269, 1988.

HERNANDEZ, E. R., RESNICK, C. E., HOLTZCLAW, W. D., PAYNE, D. W., & ADASHI, E. Y. Insulin as a regulator of androgen biosynthesis by cultured rat ovarian cells: cellular mechanism (s) underlying physiological and pharmacological hormonal actions. **Endocrinology**, v. 122, n. 5, p. 2034-2043, 1988.

HESS, B.W., LAKE, S.L., SCHOLLJEGERDES, E.J., WESTON, T.R., NAYIGIHUGU, V., MOLLE, J.D.C., MOSS, G.E. Nutricional controls of beef cow reproduction. **Journal of Animal Science**, v.83, p.90-106, 2005.

HOFFMAN, P. C., FUNK, D. A. Applied dynamics of dairy replacement growth and management. **Journal of Dairy Science**, v. 75, n. 9, p. 2504-2516, 1992.

HOGAN, J. S., WEISS, W. P., SMITH, K. L. Role of vitamin E and selenium in host defense against mastitis. **Journal of Dairy Science**, v. 76, n. 9, p. 2795-2803, 1993.

HOLTENIUS, P., OLSSON, GUN, BJÖRKMAN, CAMILLA. Periparturient concentrations of insulin glucagon and ketone bodies in dairy cows fed two different levels of nutrition and varying concentrate/roughage ratios. **Journal of Veterinary Medicine Series A**, v. 40, n. 1-10, p. 118-127, 1993.

HUNTINGTON, G. B. Starch utilization by ruminants: from basics to the bunk. **Journal of animal science**, v. 75, n. 3, p. 852-867, 1997.

HUNTINGTON, Gerald B. Starch utilization by ruminants: from basics to the bunk. **Journal of animal science**, v. 75, n. 3, p. 852-867, 1997.

HURLEY, W. L., DOANE, R. M. Recent developments in the roles of vitamins and minerals in reproduction. **Journal of Dairy Science**, v. 72, n. 3, p. 784-804, 1989.

HUTJENS, M. F. Feed additives. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*, v. 7, n. 2, p. 525-540, 1991.

IMAKAWA, KAZUHIKO, ANTHONY, R. V., KAZEMI, M., MAROTTI, K. R., POLITES, H. G., ROBERTS, R. M. Interferon-like sequence of ovine trophoblast protein secreted by embryonic trophoctoderm. **Nature**, v. 330, n. 6146, p. 377-379, 1987.

JASTER, E.H., T.N. WEGNER. Beta-Adrenergic receptor involvement in lipolysis of dairy cattle subcutaneous adipose tissue during dry and lactating period state. **J. Dairy Sci.** 85:30, 1981.

JORDAN, E. R., CHAPMAN, T. E., HOLTAN, D. W., SWANSON, L. V. Relationship of dietary crude protein to composition of uterine secretions and blood in high-producing postpartum dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 66, n. 9, p. 1854-1862, 1983.

JUNIOR, B.G., MARTELLI, A. Aspectos Clínicos E Fisiopatológicos Da Retenção De Placenta Em Vacas/Clinical And Pathophysiological Aspects Of Retained Placenta In Cows. **Saúde em Foco**, v. 1, n. 1, p. 103-117, 2014.

KEISLER, D. H., LUCY, M. C. Perception and interpretation of the effects of undernutrition on reproduction. **Journal of Animal Science**, v. 74, n. suppl_3, p. 1-17, 1996.

KRONFELD, D. S. Ketosis in pregnant sheep and lactating cows. A review. **Australian Veterinary Journal**, v. 48, n. 12, p. 680-687, 1972.

LALMAN, D. L., WILLIAMS, J. E., HESS, B. W., THOMAS, M. G., KEISLER, D. H. Effect of dietary energy on milk production and metabolic hormones in thin, primiparous beef heifers. **Journal of Animal Science**, v. 78, n. 3, p. 530-538, 2000.

LANNA, D. P. D., HOUSEKNECHT, K. L., HARRIS, D. M., BAUMAN, D. Effect of somatotropin treatment on lipogenesis, lipolysis, and related cellular mechanisms in adipose tissue of lactating cows. **Journal of dairy science**, v. 78, n. 8, p. 1703-1712, 1995.

LARSON, D.M., MARTIN, J. L., ADAMS, D. C., FUNSTON, R. N. Winter grazing system and supplementation during late gestation influence performance of beef cows and steer progeny. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 87, p. 1147-1155, 2009.

LEROY JLMR, OPSOMER G, DE VliegHER S, VANHOLDER T, GOOSSENS L, GELDHOF A, BOLS PEJ, DE KRUIF A, VAN SOOM A. Comparison of embryo quality in high-yielding dairy cows, in dairy heifers and in beef cows. **Theriogenology**, v.64, p.2022-2036, 2005a.

LEROY JLMR, OPSOMER G, VAN SOOM A, GOOVAERTS, IGF, BOLS PEJ. Reduced fertility in high-yielding dairy cows: are the oocyte and embryo in danger? Part I. **Reprod Domest Anim**, v.43, p.612-622, 2008.

LEROY JLMR, OPSOMER G, VAN SOOM A, GOOVAERTS, IGF, BOLS PEJ. Reduced fertility in high-yielding dairy cows: are the oocyte and embryo in danger? Part I. **Reprod Domest Anim**, v.43, p.612-622, 2008.

LOTTHAMMER, K. H. Importance of beta-carotene for the fertility of dairy cattle. *Feedstuffs*, v. 52, p. 16-50, 1979.

LOTTHAMMER, K. H. Importance of beta-carotene for the fertility of dairy cattle. *Feedstuffs*, v. 52, p. 16-50, 1979.

LUCY, M. C., SAVIO, J. D., BADINGA, L., DE LA SOTA, R. L., THATCHER, W. W. Factors that affect ovarian follicular dynamics in cattle. *Journal of animal science*, v. 70, n. 11, p. 3615-3626, 1992.

LUCY, M. C., STAPLES, C. R., MICHEL, F. M., THATCHER, W. W. Energy balance and size and number of ovarian follicles detected by ultrasonography in early postpartum dairy cows. *Journal of dairy science*, v. 74, n. 2, p. 473-482, 1991.

LUCY, M. C., JIANG, H., KOBAYASHI, Y. Changes in the somatotrophic axis associated with the initiation of lactation. *Journal of Dairy Science*, v. 84, p. E113-E119, 2001.

LUZ, G.B., DE MATOS, R.F., CARDOSO, J.B., BRAUNER, C. C. Exigências nutricionais, cálculos de dieta e mensuração de sobras no manejo nutricional de vacas leiteiras. *Pesquisa Agropecuária Gaúcha*, v. 25, n. 1/2, p. 16-31, 2019.

MACHADO, A.S., LIMA, M. L. M., DE GODOY, M. M., DA SILVA, I. A., BUSO, W. H. D., DE ARAÚJO, E. P. Fatores determinantes do fluxo sanguíneo e nutriente para a glândula mamária bovina. *PUBVET*, v. 5, p. Art. 1130-1135, 2011.

MACKEY, D. R. et al. The effect of acute nutritional change on follicle wave turnover, gonadotropin, steroid concentration in beef heifers. *Journal Animal Science*, v.78, p.429-442, 2000.

MACKEY, DAVID R., J.M. SREENAN, J.F. ROCHE, M.G. Diskin Effect of acute nutritional restriction on incidence of anovulation and periovulatory estradiol and gonadotropin concentrations in beef heifers. *Biology of reproduction*, v. 61, n. 6, p. 1601-1607, 1999.

MANSPEAKER, J. E. et al. Chelated minerals: Their role in bovine fertility. *Veterinary medicine (USA)*, 1987.

MARR AL, PIEPENBRINK MS, OVERTON TR, LUCY MC, BUTLER WR. The somatotrophic axis and lipid metabolism in transition dairy cows in relation to timing of first postpartum ovulation. *J Dairy Sci*, v.85, suppl. 1, p.66, 2002. (Abstract).

MARTIN, J. L., VONNAHME, K. A., ADAMS, D. C., LARDY, G. P., FUNSTON R. N. Effects of dam nutrition on growth and reproductive performance of heifer calves. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 85, p. 841-847, 2007.

MARTIN, J. L., VONNAHME, K. A., ADAMS, D. C., LARDY, G. P., FUNSTON R. N. Effects of dam nutrition on growth and reproductive performance of heifer calves. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 85, p. 841-847, 2007.

MATOS, L. L. de. Perspectivas em alimentação e manejo de vacas em lactação. 32^a **Reunião anual da sociedade brasileira de zootecnia**, 1995.

MAYES, P. A. Structure and function of the lipid-soluble vitamins. **Herper's Biochemistry**. 24th edition. Murray RK, Granner DK, Mayes PA, Rodwell VW (eds). Appleton and Lange, Connecticut, p. 614-624, 1996.

MCCANN, J. P., HANSEL, W. Relationships between insulin and glucose metabolism and pituitary-ovarian functions in fasted heifers. **Biology of reproduction**, v. 34, n. 4, p. 630-641, 1986.

MINOR, D. J., TROWER, S. L., STRANG, B. D., SHAVER, R. D., GRUMMER, R. R. Effects of nonfiber carbohydrate and niacin on periparturient metabolic status and lactation of dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 81, n. 1, p. 189-200, 1998.

MOE, P. W., TYRRELL, H. F., FLATT, W. P. Energetics of body tissue mobilization. **Journal of Dairy Science**, v. 54, n. 4, p. 548-553, 1971.

MOREIRA, J. S. **Avaliação dos indicadores zootécnicos da atividade leiteira da Fazenda Pinhal, MG**. Monografia de Graduação, Universidade de Brasília / Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária. Brasília, 2012.

MORROW, D. A., HILLMAN, D., DADE, A. W., KITCHEN, Y. Clinical investigation of a dairy herd with the fat cow syndrome. **Journal of the American Veterinary Medical Association**, v. 174, n. 2, p. 161-167, 1979.

MURPHY, M.G., ENRIGHT, W.J., CROWE, M.A. Effect of dietary intake on pattern of growth of dominant follicles during the oestrous cycle in beef heifers. **Journal of Reproduction and Fertility** v.92, p.333-338, 1991.

National Research Council. Nutrient requirements of dairy cattle. 6 th Ed. Natl. Acad. Sci., Washington, D.C. 1989

NEUMANN, M. **Relações nutrição-reprodução em ruminantes**. Seminário apresentado à disciplina de Endocrinologia da Reprodução do Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias da UFRGS, 2003.

OETZEL, G.R. 1997. Challenges to fulfill the requirements of dairy cows in transition. In **Proc. Usefulness of Ionophores in Lactating Dairy Cattle**. Ontario Veterinary College. Guelph, Ontario. Pag. 1.

OLDHAM, E. R., EBERHART, R. J., MULLER, L. D. Effects of supplemental vitamin A or β -carotene during the dry period and early lactation on udder health. **Journal of Dairy Science**, v. 74, n. 11, p. 3775-3781, 1991.

OLIVEIRA, J. A., BEZERRA, L. A. F., BASTOS, J. F. P. Correlações genéticas e fenotípicas entre pesos e produção de leite na primeira lactação em fêmeas da raça Guzerá. **Boletim de Indústria Animal**, v. 51, n. 1, p. 7-11, 1994.

OLIVEIRA, R.L., FREITAS BARBOSA, M. A. A., LADEIRA, M. M., SILVA, M. M. P., ZIVIANI, A. C., BAGALDO, A. R. Nutrição e manejo de bovinos de corte na fase de cria. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 7, n. 1, 2006.

PARIS, W., CECATO, U. SISTEMAS DE PRODUÇÃO PARA BOVINOS LEITEIROS: PASTO X CONFINADO. **Sistemas de Produção Agropecuária–Ano 2009**, 2009.

PASCHOAL, J. J., ZANETTI, M. A., CUNHA, J. A. Contagem de células somáticas no leite de vacas suplementadas no pré-parto com selênio e vitamina E. **Ciência Rural**, v. 36, p. 1462-1466, 2006.

PATTERSON, D.J., PERRY, R.C., KIRACOFÉ, G.H. et al. Management considerations in heifer development and puberty. **Journal of Animal Science**, v.70, p.4018, 1992.

PAULINO, M.F., FIGUEIREDO, D. D., MORAES, E. H. B. K., PORTO, M. O., SALES, M. F., ACEDO, T. S., VALADARES FILHO, S. D. C. Suplementação de bovinos em pastagens: uma visão sistêmica. **Simpósio de produção de gado de corte**, v. 4, p. 93-144, 2004.

PEDRON, O., CHELI, F., SENATORE, E., BAROLI, D., RIZZI, R. Effect of body condition score at calving on performance, some blood parameters, and milk fatty acid composition in dairy cows. **Journal of Dairy science**, v. 76, n. 9, p. 2528-2535, 1993.

PESCE, D. M. C. **Efeito da dieta contendo caroço de algodão no desempenho, características quantitativas da carcaça e qualitativas da carne de novilhos Nelore confinados**. 2008. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

PIRES, A. V., BIEHL, M. V., SUSIN, I., CRUPPE, L. H., NEPOMUCENO, D. D., ROCHA, F. M., FERREIRA, E. M. (Interrelações entre nutrição e reprodução: fatores

que potencializam o desempenho reprodutivo. **SIMBOV MT-SIMPÓSIO MATO-GROSSENSE DE BOVINOCULTURA DE CORTE**, v. 1, 2011.

PORETSKY, L. M. F. KALIN. 1987. The gonadotropic function of insulin. **Endocrine Reviews**. 8:132.

PUTNAM, D. E., VARGA, G. A. Supplemental protein in close-up rations reviewed. *Feedstuffs (USA)*, 1997.

RANDEL, R. D., LAMMOGLIA, M. A., LEWIS, A. W., NEUENDORFF, D. A., GUTHRIE, M. J. Exogenous PGF 2α enhanced GnRH-induced LH release in postpartum cows. **Theriogenology**, v. 45, n. 3, p. 643-654, 1996.

RENNÓ, F. P., PEREIRA, J. C., SANTOS, A. D. F., ALVES, N. G., TORRES, C. A. A., RENNO, L. N., BALBINOT, P. Z. Efeito da condição corporal ao parto sobre a produção e composição do leite, a curva de lactação e a mobilização de reservas corporais em vacas da raça Holandesa. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 58, p. 220-233, 2006.

RHIND, S. M., MCNEILLY, A. S. Follicle populations, ovulation rates and plasma profile of LH, FSH and prolactin in Scottish blackface ewes in high and low levels of body condition. **Animal Reproduction Science**, v.10, p.105-115, 1986.

RHOADS, M. L. et al. Detrimental effects of high plasma urea nitrogen levels on viability of embryos from lactating dairy cows. **Animal reproduction science**, v. 91, n. 1-2, p. 1-10, 2006.

RHOADS, M. L. et al. Effects of urea infusion on the uterine luminal environment of dairy cows. **Journal of dairy science**, v. 87, n. 9, p. 2896-2901, 2004.

ROBINSON, J. J. et al. Nutrition and fertility in ruminant livestock. **Animal Feed Science and Technology**, v. 126, n. 3-4, p. 259-276, 2006.

ROBINSON, R. S., PUSHPAKUMARA, P. G. A., CHENG, Z., PETERS, A. R., ABAYASEKARA, D. R. E., WATHES, D. C. Effects of dietary polyunsaturated fatty acids on ovarian and uterine function in lactating dairy cows. **Reproduction-Cambridge**, v. 124, n. 1, p. 119-131, 2002.

ROCHE, J. F., DISKIN, M. G. Hormonal regulation of reproduction and interactions with nutrition in female ruminants. **Hormonal regulation of reproduction and interactions with nutrition in female ruminants**, p. 409-428, 1995.

ROOKE, J. A., EWEN, M., MACKIE, K., STAINES, M. E., MCEVOY, T. G., SINCLAIR, K. D. Effect of ammonium chloride on the growth and metabolism of bovine ovarian granulosa cells and the development of ovine oocytes matured in the

presence of bovine granulosa cells previously exposed to ammonium chloride. **Animal reproduction science**, v. 84, n. 1-2, p. 53-71, 2004.

RUAS JRM, SILVA MA, FERREIRA JJ, AMARAL R, CARVALHO BC, MENEZES AC, CHAGAS GF. Desempenho produtivo e reprodutivo de vacas F1 Holandês x Zebu em rebanhos da EPAMIG. In: Encontro de Produtores de Gado Leiteiro F1, 6, 2008, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: PUC-Minas, 2008. p.146-183.

RUEGG, P. L., Goodger, W. J., Holmberg, C. A., Weaver, L. D., Huffman, E. M. Relation among body condition score, milk production, and serum urea nitrogen and cholesterol concentrations in high-producing Holstein dairy cows in early lactation. **American journal of veterinary research**, v. 53, n. 1, p. 5-9, 1992.

SANGSRITAVONG S, COMBS, DK, SARTORI R, ARMENTANO LE, WILTBANK MC. High feed intake increases blood flow and metabolism of progesterone and estradiol-17 β in dairy cattle. **J Dairy Sci**, v.85, p.2831-2842, 2002.

SANTOS, J. E. P. **Effect of degree of fatness prepartum on lactation performance and ovarian activity of early postpartum dairy cows**. 1996. Tese de Doutorado. M. Sc. Thesis. Department of Animal Sciences. University of Arizona.

SANTOS, J.E.P., BILBY, T.R., THATCHER, W.W., et al. Long chain fatty acids of diet as factors influencing reproduction in cattle. **Reproduction in Domestic Animals**, v.43, p.23-30, 2008.

SANTOS, J. E. P., SANTOS, F. A. P. Novas estratégias no manejo e alimentação de vacas pré-parto. In: **SIMPÓSIO SOBRE PRODUÇÃO ANIMAL**. 1998. p. 165-214.

SANTOS, R. C., FRAGA, D. D. R., SCHNEIDER, R. F., MEOTTI, B., GRAZZIOTIN, S. Z., MAAS, C. C. Fatores que interferem na taxa de concepção de vacas leiteiras. **Salão do Conhecimento**, 2015.

SARAN NETTO, A., ZANETTI, M. A., PAIVA, F. A., SALLES, M. S. V., DEL CLARO, G. R., LOPES, L. C., NOGUEIRA FILHO, J. C. M. Efeitos da fonte de enxofre sobre a população de protozoários e degradabilidade no rúmen. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 61, p. 910-917, 2009.

SCOTTÁ, B. A., VIEIRA, R. A., GOMIDE, A. P. C., CAMPOS, P. F., BARROCA, C. C., DA SILVA FORMIGONI, A. Influência dos minerais quelatados e inorgânicos no metabolismo, desempenho, qualidade da carcaça e da carne de frangos de corte. **Pubvet**, v. 8, p. 0975-1135, 2014.

SHARMA, B. K., YOUSIF, G., VANDEHAAR, M. J. Prepartum diets more nutrient-dense than recommended by NRC do not enhance milk yield or alter body weight changes in dairy cows postpartum. **J. Dairy Sci**, v. 78, n. Suppl 1, p. 265, 1995.

SHAVER, R. D. Nutritional risk factors in the etiology of left displaced abomasum in dairy cows: a review. **Journal of dairy science**, v. 80, n. 10, p. 2449-2453, 1997.

SHORT, R. E. et al. Physiological mechanisms controlling anestrus and infertility in postpartum beef cattle. **Journal of animal science**, v. 68, n. 3, p. 799-816, 1990.

SILVA, G. R. F. da. **Interactions between blood biochemical variables in transition period and indicators of reproductive efficiency in dairy cows created a pasture**. 2011. 39 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias - Veterinária) - Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2011

SILVA, H. G. de O. et al. Farelo de cacau (*Theobromacacao* L.) e torta de dendê (*Elaeisguineensis*, Jacq) na alimentação de cabras em lactação: consumo e produção de leite. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n. 5, p. 1786-1794, 2005.

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, n. 10, p. 2670-2680, 2000.

SIQUEIRA, K. B., O Mercado Consumidor de Leite e Derivados. Circular Técnica 120, Embrapa, Juiz de Fora – MG, julho 2019. 17 p.

SKAAR, T. C., GRUMMER, R. R., DENTINE, M. R., STAUFFACHER, R. H. Seasonal effects of prepartum and postpartum fat and niacin feeding on lactation performance and lipid metabolism. **Journal of Dairy Science**, v. 72, n. 8, p. 2028-2038, 1989.

SMITH, A.J., STEWART, R.D. Effects of nutrition on the ovulation rate of ewes. In: **Reproductive physiology of Merino sheep concepts and consequences**. The University of Western Australia, p. 85-101, 1990.

SOCHA, M. T., SCHWAB, C. G., KIERSTEAD, N. A., PUTNAM, D. E., WHITEHOUSE, N. L., GARTHWAITE, B. D., ROBERT, J. C. Changes in blood metabolite and liver fat concentrations of early lactation dairy cows fed either rumen-stable methionine or rumen-stable lysine plus methionine at two levels of dietary crude protein. **J. Anim. Sci**, v. 72, n. Suppl 2, p. 126, 1994.

SOUZA, F. A., CANISSO, I. F., BORGES, A. M., VALE FILHO, V. R., LIMA, A. L., SILVA, E. C. Restrição alimentar e os mecanismos endócrinos associados ao

desenvolvimento folicular ovariano em vacas. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, v. 33, n. 2, p. 61-65, 2009.

SOUZA, H. M. Uso de gonadotropina coriônica equina associada ao protocolo indutor de ovulação em vacas Zebu em anestro pós-parto. 2011.

SOUZA, R. **Variação na produção e qualidade do leite de vacas da raça Holandesa em função da estação do ano e ordem de parto**. 2008. Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual de Maringá.

SPICER, L.J., SEJRSEN, K., TUCKER, H.A. Secretion of luteinizing hormone and follicle stimulating hormone from overfeeding dairy heifers. **Journal of Dairy Science** v.67, p.1193-2000, 1984.

SPICER, L.J., TUCKER, H.A., ADAMS, G.D. Insulin like growth factor-I in dairy cows: relationship among energy balance, body condition, ovarian activity and estrous behavior. **Journal of Dairy Science** v.73, p.929-937, 1990.

STAGG, K., SPICER, L.J., SREENAN, J.M., ROCHE, J.F., DISKIN, M.G. Effect of calf isolation on follicular wave dynamics, gonadotropin and metabolic hormone changes, and interval to first ovulation in beef cows fed either of two energy levels postpartum. **Biol. Reprod.** 59, 777-783, 1998.

STALKER, L.A., ADAMS, D. C., KLOPFENSTEIN, T. J., FEUZ, D. M., FUNSTON, R. N. Effects of pre-and postpartum nutrition on reproduction in spring calving cows and calf feedlot performance. **Journal of Animal Science**, v. 84, n. 9, p. 2582-2589, 2006.

STAPLES, C. R., THATCHER, W. W., CLARK, J. H. Relationship between ovarian activity and energy status during the early postpartum period of high producing dairy cows. **Journal of dairy science**, v. 73, n. 4, p. 938-947, 1990.

STAPLES, C.R., BURKE, J.M., THATCHER, W.W. Influence of supplemental fats on reproductive tissues and performance of lactating cows. **Journal of Dairy Science**, v.81, p.856-871, 1998.

STEVENSON, J. S., BRITT, J. H. Models for prediction of days to first ovulation based on changes in endocrine and nonendocrine traits during the first two weeks postpartum in Holstein cows. **Journal of animal science**, v. 50, n. 1, p. 103-112, 1980.

STEWART, R. E., OLDHAM, C. M. Feeding lupins to ewes for four days during the 56 luteal phase can increase ovulation rate. In: 16^o Animal production in Australia: **Proceedings of the Australian Society of Animal Production**, p. 367-370, 1986

VAN SAUN, R. J. Dry cow nutrition: the key to improving fresh cow performance. *Veterinary clinics of North America: Food animal practice*, v. 7, n. 2, p. 599-620, 1991.

VAN SAUN, R. J., SNIFFEN, C. J. Nutritional management of the pregnant dairy cow to optimize health, lactation and reproductive performance. *Animal feed science and technology*, v. 59, n. 1-3, p. 13-26, 1996.

VANHOLDER T, LEROY JLMR, VAN SOOM A, CORYN M, DE KRUIF A, OPSOMER G. Effect of β -OH butyrate on bovine granulosa and theca cell function in vitro. *Reprod Domest Anim*, v.41, p.39-40, 2006a.

VANHOLDER T, LEROY JLMR, VAN SOOM A, MAES D, CORYN M, FIERS T, DE KRUIF A, OPSOMER, G. Effect of non-esterified fatty acids on bovine theca cell steroidogenesis and proliferation in vitro. *Anim Reprod Sci*, v.92, p.51-63, 2006b.

VANHOLDER T, LEROY JLMR, VAN SOOM A, OPSOMER G, MAES D, CORYN M, DE KRUIF A. Effect of nonesterified fatty acids on bovine granulosa cell steroidogenesis and proliferation in vitro. *Anim Reprod Sci*, v.87, p.33-44, 2005.

VASQUEZ-ANON, M., Grummer, R. R., Bertics, S., Stauffacher, R. Changes in adipose tissue responsiveness to insulin and estradiol-17 beta in periparturient dairy cattle. *J. Dairy Sci*, v. 79, n. 1, p. 168, 1996.

VAZ, R.Z., da Silveira, M. F., Restle, J., Machado, D. S., da Silva, H. R., Garcia, J. A. B., & da Conceição, V. G. D. Época de parto e produção de leite na eficiência bioeconômica de rebanhos de vacas de corte. *Research, Society and Development*, v. 9, n. 9, p. e216997240-e216997240, 2020.

WALTNER, S. S., MCNAMARA, J. P., HILLERS, J. K. Relationships of body condition score to production variables in high producing Holstein dairy cattle. *Journal of dairy science*, v. 76, n. 11, p. 3410-3419, 1993.

WASHBURN SP, SILVIA WJ, BROWN CH, MCDANIEL BT, MCALLISTER AJ. Trends in reproductive performance in Southeastern Holstein and Jersey DHI herds. *J Dairy Sci*, v.85, p.244-251, 2002.

Wathes DC, Fenwick M, Cheng Z, Bourne N, Llewellyn S, Morris DG, Kenny D, Murphy J, Fitzpatrick R. Influence of negative energy balance on cyclicity and fertility in the high producing dairy cow. *Theriogenology*, v.68, (Suppl.1), p.232-241, 2007.

WATHES, D. C., Fenwick, M., Cheng, Z., Bourne, N., Llewellyn, S., Morris, D. G., Fitzpatrick, R. Influence of negative energy balance on cyclicity and fertility in the high producing dairy cow. *Theriogenology*, v. 68, p. S232-S241, 2007.

WEBB, R. P. C. G., Garnsworthy, P. C., Gong, J. G., & Armstrong, D. G. Control of follicular growth: local interactions and nutritional influences. **Journal of Animal Science**, v. 82, n. suppl_13, p. E63-E74, 2004.

WEISS, W.P., HOGAN, J. S., SMITH, K. L. Micronutrients and udder health. 1995. In **Proc. Southwest Nutrition and Management Conference**. Dept. Animal Science, University of Arizona. Tucson, AZ. pag. 85.

WETTEMANN, R. P., BOSSIS, I. Energy intake regulates ovarian function in beef cattle. **J. Anim. Sci**, v. 77, p. 1-10, 2000.

WILDMAN, E. E., JONES, G. M., WAGNER, P. E., BOMAN, R. L., TROUTT JR, H. F., LESCH, T. N.A dairy cow body condition scoring system and its relationship to selected production characteristics. **Journal of dairy science**, v. 65, n. 3, p. 495-501, 1982.

WILTBANK MC, SARTORI R, SANGSRITAVONG S, LOPEZ H, HAUGHIAN JM, FRICKE PM, GUMEN A. Novel effects of nutrition on reproduction in lactating dairy cows. **J Dairy Sci**, v.84, suppl.1, p.32, 2001. (Abstract)

WRIGHT, I. A., RHIND, S. M., WHYTE, T. K., SMITH, A. J. Effects of body condition at calving and feeding level after calving on LH profiles and the duration of the post-partum anoestrous period in beef cows. **Animal Science**, v. 55, n. 1, p. 41-46, 1992.

WU, GUOYAO, BAZER, F. W., WALLACE, J. M., SPENCER, T. E. Board-invited review: intrauterine growth retardation: implications for the animal sciences. **Journal of animal science**, v. 84, n. 9, p. 2316-2337, 2006.

WU, Z., FISHER, R. J., POLAN, C. E., SCHWAB, C. G. Lactational performance of cows fed low or high ruminally undegradable protein prepartum and supplemental methionine and lysine postpartum. **Journal of dairy science**, v. 80, n. 4, p. 722-729, 1997.

ZULU, V. C., T. NAKAO, Y. SAWAMUKAI. Insulin-like growth factor-I as a possible hormonal mediator of nutritional regulation of reproduction in cattle. **J. Vet. Med. Sci.** 64:657, 2002.