

# NUTRIÇÃO E ATIVIDADE OVARIANA EM BOVINOS: UMA REVISÃO<sup>1</sup>

ADEMIR DE MORAES FERREIRA<sup>2</sup>

**RESUMO** – Sabe-se que o desempenho reprodutivo é afetado pelo nível nutricional, especialmente no que se refere ao início da puberdade, ao reinício da atividade ovariana luteal cíclica pós-parto e à manutenção dos ciclos estrais. A literatura mostra resultados inconsistentes relacionando mudanças de peso e fertilidade (perfil hormonal durante o ciclo estral, atividade ovariana, taxa de concepção). Tais inconsistências podem ter causas variáveis como grau e duração da restrição alimentar, condição corporal, idade, estado fisiológico do animal (lactação, gestante). A subnutrição pode afetar o sistema reprodutivo através de uma variedade de caminhos, direta ou indiretamente. Esta revisão mostra vários resultados de pesquisa sobre os efeitos da nutrição na reprodução, e as vias pelas quais esses efeitos podem se manifestar.

**Termos para indexação:** puberdade, atividade ovariana luteal, atividade pós-parto, ciclos estrais, reprodução animal.

## NUTRITION AND OVARIAN ACTIVITY IN BOVINES: A REVIEW

**ABSTRACT** – It is well known that the reproductive performance is affected by the nutritional level, specially in terms of the onset of puberty, beginning of post-partum ovarian activity and on the maintenance of the oestrus cycle. Literature shows also results about the correlation between body weight changes and fertility (hormonal profile throughout the oestrus cycle, ovarian activity and conception rate). These inconsistent results may be due to the length of the feed restriction, body condition, age and physiological status of the animals (pregnant, lactating...). Underfeeding conditions may affect the reproduction system through several ways, directly or indirectly. This review shows the results of several research works dealing with the effects of the nutrition on reproduction, and how the effects are expressed.

**Index terms:** puberty, luteal ovarian activity, post-partum activity, oestral cycles, animal reproduction

## NUTRIÇÃO E REPRODUÇÃO

### INTRODUÇÃO

A eficiência reprodutiva é um fator crítico na otimização do retorno econômico na exploração bovina de carne e leite. São marcantes os efeitos, isolados ou associados, da nutrição e da amamentação no desempenho reprodutivo, alongando o intervalo do parto ao primeiro estro, aumentando a incidência de ovulação sem estro (cio silencioso) e dificultando a identificação do estro, pela sua menor intensidade (Wiltbank & Cook 1958, Tervit et al. 1977, Smith et al. 1981).

<sup>1</sup> Aceito para publicação em 10 de março de 1993.

<sup>2</sup> Méd.-Vet., Dr., EMBRAPA/Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Leite (CNPGL), Rodovia MG 133, Km 42, CEP 36155-000 Coronel Pacheco, MG.

Um esquema modificado de Terqui em 1982, citado por Karg & Schallenberger (1982), mostra de que maneira a subnutrição influencia a atividade ovariana (Fig. 1).

O desempenho reprodutivo tem grande influência na eficiência de produção, em gado de leite e de corte, com o manejo nutricional representando o fator mais limitante ou controlador da reprodução. A insuficiente ingestão de nutrientes através de uma dieta inadequada quanti-qualitativamente, é causa comum de infertilidade ao atrasar a puberdade e ao prolongar o anestro pós-parto por inibição da atividade ovariana. Isso ocorre em consequência de alterações nos mecanismos endócrinos, neurais e metabólicos, que incluem mudanças na secreção de gonadotrofinas pela hipófise e na produção de progesterona pelo corpo lúteo do ciclo estral e da gestação, com mais sensibilidade do eixo hipotálamo-hipófise aos hormônios esteróides, que influenciam a atividade ovariana, a qual é medida pelo desenvolvimento folicular, pela secreção de hormônios, e pela ovulação (Church 1976 e Short & Adams 1988).

Destacam-se, também, os efeitos diretos originados dos fatores climáticos (temperatura, radiação, luz, precipitação pluvial e umidade relativa do ar, etc.) e indiretos, visto que a composição e quantidade dos alimentos são também influenciados pelos fatores climáticos. Cada um dos nutrientes tem função específica no organismo, e o equilíbrio entre eles não é menos importante (Rodrigues, 1982), sendo difícil discernir entre subalimentação e desequilíbrio de nutrientes. A subnutrição representa uma deficiência quantitativa provocada por distúrbios na ingestão, absorção e assimilação, ou insuficiente disponibilidade de alimento a ser ingerido.

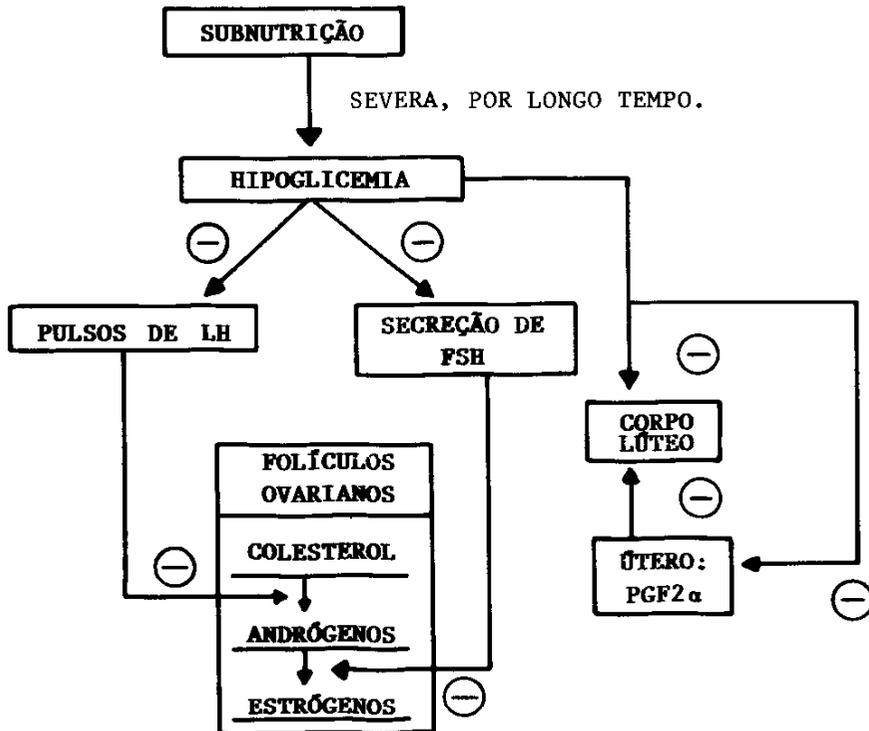


FIG. 1. Influência da subnutrição sobre a atividade ovariana (- = inibe).

## MECANISMO DE AÇÃO DA SUBNUTRIÇÃO SOBRE A ATIVIDADE OVARIANA

Brochart (1972) sugere que a carência alimentar pode afetar a reprodução de várias maneiras, tais como:

### a) Redução de FSH e Estrógeno

- estros discretos ou ausentes;
- preparo inadequado do útero nas primeiras fases do desenvolvimento embrionário;
- menor resistência do útero às infecções, como metrite, e, às vezes, persistência de corpo lúteo.

### b) Redução de LH

- atraso ou ausência de ovulação;
- menor secreção de leite uterino;
- menor nível de progesterona produzida pelo corpo lúteo, e comprometimento da gestação.

### c) Outros

- ação sobre motricidade e secreção tubária;
- ação sobre secreção cervical;
- ação sobre secreção da mucosa vaginal.

O esquema da Fig. 2 mostra as diferentes vias ou mecanismos pelos quais a subnutrição pode afetar a reprodução em bovinos (Short & Adams 1988 - modificado).

A reprodução é controlada por um mecanismo endócrino complexo, que pode ser influenciado pela subnutrição por meio das vias descritas a seguir, podendo haver interação de vários fatores ao mesmo tempo (Allen & Lamming 1961, Short & Adams 1988).

## 1. MODIFICAÇÕES NO SISTEMA OPIÓIDE ENDÓGENO

A secreção do LH é, no mínimo, parcialmente controlada pelos opióides neuro-peptídeos endógenos do sistema nervoso central, capazes de controlar a produção de GnRH no hipotálamo (Malven et al. 1986 e Whisnant et al. 1986), e o efeito que a restrição energética tem na secreção de LH poderia ser mediado por esse mecanismo (Short & Adams 1988).

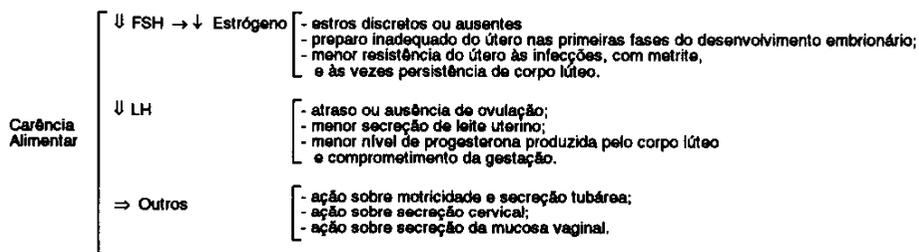


FIG. 2. Efeitos da carência alimentar na reprodução.

## 2. MENOR PRODUÇÃO E/OU LIBERAÇÃO DE HORMÔNIOS HIPOTALÂMICOS

A hipoglicemia resultante da subnutrição severa e por longo tempo deprime a atividade nervosa, com redução na secreção de GnRH pelo hipotálamo e menor atividade ovariana (McClure 1972). Durante o jejum crônico, o nível sanguíneo de glicose pode baixar, devido a sua utilização oxidativa por tecidos dependentes dessa fonte energética, como o sistema nervoso central (McCann & Hansel 1986). Quando o suplemento energético é inadequado, há utilização de corpos cetônicos por tecidos da eminência mediana e hipófise, com redução na secreção de GnRH e menor função ovariana. Estes mesmos autores citam que a utilização de glicose é muitas vezes maior no hipotálamo que na hipófise, sendo a glicólise importante para secreção de aminoácidos nesses tecidos, essenciais na formação dos hormônios peptídeos.

Vacas mestiças HZ em boa condição corporal, adequadamente alimentadas e com atividade ovariana luteal cíclica (AOLC), apresentaram um nível sanguíneo de glicose médio de 65,2 mg/100ml (Ferreira 1990). Após mais de 150 dias de restrição alimentar severa, os mesmos animais adquiriram a condição de anestro e apresentaram queda do nível sanguíneo de glicose para 53,2 mg/100ml ( $P < 0,05$ ). Esses resultados sustentam as hipóteses de Oxenreider & Wagner (1971) e McClure et al. (1978), de que a hipoglicemia poderia afetar a função ovariana, e confirmam os dados de Short & Adams (1988) de que a concentração de glicose afetada pela condição corporal, podendo ser a fonte energética específica, através da qual a energia manifesta seus efeitos na reprodução.

A sensibilidade da hipófise para o GnRH não é alterada pela subnutrição, o que leva a pensar que a redução de gonadotrofinas na vaca subalimentada seja um efeito direto da privação nutricional sobre a função hipotalâmica, mais que uma alteração fisiológica hipofisária (Beal et al. 1978).

Demonstrou-se, em dez novilhas ovariectomizadas, submetidas a uma dieta com baixo teor energético (Imakava et al. 1987), que a restrição energética tem ação direta no eixo hipotálamo-hipofisário, reduzindo a frequência de descargas de GnRH e de pulsos de LH, mesmo na ausência de esteróides ovarianos, embora com implante de estrógenos a supressão na secreção de LH tenha sido maior. Eles verificaram que o estrógeno pode agir na eminência mediana, inibindo a liberação de GnRH para o sistema porta-hipofisário em animais subnutridos, resultando em menor frequência de pulsos de LH, o que ocorre mais por causa da inatividade hipotalâmica, do que da inabilidade da hipófise em responder ao GnRH; e concluíram que o déficit energético potencia o efeito supressivo do estrógeno na secreção de LH.

Vacas com boa condição corporal ao parto e mantendo peso no período pós-parto apresentaram menor intervalo do parto ao primeiro estro (31,7 x 60,0 dias) e maiores níveis plasmáticos de GnRH (58,99 x 38,86 ng/ml) e LH (0,83 x 0,6 ng/ml) em comparação com as que perderam, em média, 5,5% do peso pós-parto, o que significa que, com a restrição energética, a liberação de GnRH foi menor (Rutter & Randel 1984).

## 3. MENOR PRODUÇÃO E/OU LIBERAÇÃO DE HORMÔNIOS HIPOFISÁRIOS

Há inúmeras evidências de que a subnutrição afeta os níveis de gonadotrofinas, e McClure (1972) mostra que o jejum crônico deprime a função gonadotrófica hipofisária, provocando anestro. O bovino subalimentado tem nível plasmático de FSH baixo e menor pulsatilidade do LH (Gauthier & Berbigier 1982, Gauthier et al. 1983, Lindsay et al. 1984), resultando em redução na concentração sanguínea de gonadotrofinas (Campbell et al. 1977).

O decréscimo dos níveis sanguíneos de LH nas novilhas em jejum ocorria pelo maior catabolismo ou menor secreção de LH, ou pelo menor efeito da insulina no metabolismo da hipófise e hipotálamo, porque o jejum de dois a quatro dias reduziu a concentração de insulina e glicose em ruminantes (Trenkle 1978, McCann & Hansel 1986). O efeito da subnutrição parece ser maior na redução da frequência que da amplitude dos picos de LH (Lothammer em 1982, citado por Karg & Schallenberger 1982), e em certos momentos pode ocorrer aumento de LH no plasma, consequência do menor retorno negativo dos esteróides na hipófise, provocado pelo menor desenvolvimento dos folículos. O mesmo dizem Beal et al. (1978), segundo os quais o

"déficit" de ingestão energética em bovinos reduz a concentração de progesterona no corpo lúteo e no plasma periférico, aumentando a concentração de LH no plasma, porque o menor nível do esteroide ovariano reduz o "feedback" negativo deste sobre o LH. Esses autores afirmam que a restrição energética pode também influenciar diretamente a liberação de LH na hipófise, mas esse efeito irá depender da condição corporal do animal e/ou severidade da restrição energética. Imakava et al. (1986a) mostram que em casos de anestro nutricionalmente induzido, o animal continua tendo habilidade para produzir LH em alta concentração na hipófise, mas a produção de GnRH é insuficiente para estimular a hipófise.

Os níveis de LH foram negativamente correlacionados com a perda de peso corporal ( $r = -0,58$ ). A hipófise da vaca subnutrida é mais sensível ao GnRH que a do grupo controle (Terqui 1982, citado por Karg & Schallenberger 1982); daí o decréscimo do número de pulsos de LH, pelo fato de a subnutrição ser reflexo da menor descarga de GnRH endógeno. Gauthier & Couland (1986) também verificaram que o número de pulsos de LH em touros foi altamente correlacionado com a variação do peso corporal, com animais que ganharam 570 g/dia, por 52 dias, apresentando nove pulsos de LH/24 horas, contra 5,3 pulsos no mesmo período para animais que perderam 320 g/dia.

Em bovinos, os mecanismos pelos quais a dieta modula a secreção de gonadotrofinas não estão bem claros, mas não parecem ser pelo decréscimo da sensibilidade da hipófise ao GnRH.

#### 4. MENOR SENSITIVIDADE DOS OVÁRIOS AOS ESTÍMULOS GONADOTRÓFICOS

A patogenia funcional do ovário parece envolver inibição da atividade nervosa. Como a glicose é a maior fonte de energia para o tecido nervoso, e seu nível sanguíneo é reduzido na subnutrição severa, o pouco suplemento ou menor taxa metabólica de glicose nas células nervosas pode provocar disfunção ovariana (Hunter 1977). O hipotálamo, órgão de comando da atividade sexual, é bloqueado quando o balanço energético do animal é negativo, e, dependendo da extensão do déficit energético, pode ocorrer infertilidade por anestro ou "repeat breeding", com menor sensibilidade dos ovários aos estímulos da hipófise (Vallet 1984). Menor sensibilidade do ovário às gonadotrofinas, com menor número de receptores para esses hormônios e menor desenvolvimento folicular, provocado pela subnutrição, foi também observado por Terqui em 1982 (citado por Karg & Schallenberger 1982).

A subnutrição reduz os níveis de gonadotrofinas, causando atrofia dos ovários e perda embrionária (McClure 1961), e pode reduzir o nível de glicose sanguínea, que é importante para produção de progesterona pelas células esteroideogênicas (Zakar & Hertelendy 1980). Assim, a insulina, por ser essencial à glicólise, aumenta o nível de progesterona (McCann & Hansel 1986). Em vacas submetidas a subnutrição crônica até os ovários ficarem inativos, a injeção de extrato hipofisário provocou melhor resposta que o extrato hipotalâmico (Symington 1969).

A restrição de 60% dos requerimentos em NDT, exigidos pelo NRC, reduziu os níveis de LH, a resposta ao LH e, conseqüentemente, os níveis circulantes de progesterona em bovinos (Jochle & Lamond 1980). O alto nível de NDT para bovinos propiciou maior desenvolvimento folicular, enquanto o baixo nível reduziu a resposta dos ovários às gonadotrofinas (Wiltbank et al. 1965). Menor sensibilidade dos órgãos ou tecidos alvo aos hormônios, induzida pela subnutrição, foi, também, observada por Amir et al. 1968, citados por Holness (1976), que verificaram diferença no peso do útero de novilhas alimentadas com alto e baixo nível nutricional até à puberdade (139 x 55 g).

Vinte novilhas Hereford e Angus, com ciclo estral normal, receberam 85% dos requerimentos diários de energia e proteína para manutenção e perderam 0,23 kg/dia, um pouco devido à redução do conteúdo intestinal, enquanto outros 20 animais constituíram o grupo controle (Hill et al. 1970). Estes autores verificaram que a subnutrição reduziu o nível de progesterona em cinco dias, a população e tamanho de folículos em dez dias, e a fertilização em 11 a 20 dias. Sugerem que uma falha na fertilização e não a morte embrionária reduz a fertilidade de novilhas subnutridas.

Novilhas holandesas pesando entre 320 e 420 kg, foram alimentadas durante três ciclos estrais, com 62 e 100% do NDT recomendado pelo NRC, para manutenção (Gombe & Hansel 1973). Verificou-se redução dos níveis plasmáticos de LH e de progesterona nos animais sob restrição energética, possivelmente pela menor transformação de colesterol em pregnenolona, ponto onde a gonadotrofina atua, devido à menor habilidade do tecido ovariano em responder ao LH, provocando hipofunção ovariana.

O peso do corpo lúteo não diferiu entre novilhas mantidas com baixo, moderado e alto níveis alimentares (respectivamente 1,85; 4,29 e 3,7 g), e a progesterona no ciclo anterior à cessação da atividade ovariana não foi diferente da obtida nos outros ciclos estrais (Imakava et al. 1983).

Novilhas leiteiras pesando em torno de 400 kg receberam 60 e 100% das exigências requeridas pelo NRC, para manutenção (Apgar et al. 1975). Injetou-se LH "in vitro" nos corpos lúteos retirados após o quarto ciclo estral. Observou-se menor peso do corpo lúteo nos animais sob restrição energética (4,4 x 6,4 g), que produziram menos progesterona em resposta ao LH. A redução do tamanho do corpo lúteo pode ser resultado direto do menor nível plasmático de LH, ou decréscimo no suplemento de outro fator necessário ao crescimento de células no corpo lúteo em desenvolvimento, como a insulina, que pode ser limitante durante a subnutrição.

Novilhas de 13,5 meses de idade e dois ciclos estrais normais após a puberdade foram subalimentadas, recebendo 2,3 kg de NDT/dia, por três ciclos estrais consecutivos (Suzuki et al. 1982). Verificou-se redução no número de vezes em que a novilha foi montada por outras vacas durante o estro, ou seja, 17,6 vezes no grupo de animais alimentados adequadamente, contra 7,4, 4,4 e 5,8 vezes nos três ciclos subsequentes dos animais subnutridos além disso, nos subnutridos ocorreu redução nos níveis de progesterona e na intensidade do estro.

Vacas hereford de condição corporal moderada foram alimentadas para perda, manutenção e ganho de peso (Rasby et al. 1986). Os animais foram abatidos cinco a oito meses após o início do experimento, e verificou-se que nos animais mais magros, o peso dos ovários e corpo lúteo foi menor, mostrando a influência da condição corporal sobre estes órgãos.

Os resultados dos níveis de progesterona e LH obtidos em bovinos subnutridos são conflitantes, tais como:

- aumento de progesterona no primeiro ciclo estral, após restrição energética, e redução dos níveis nos ciclos estrais seguintes (Donaldson et al. 1970);
- redução da progesterona imediatamente após restrição alimentar, sem afetar os níveis de LH (Hill et al. 1970);
- redução de progesterona e elevação dos níveis de LH (Gombe & Hansel 1973).

Essas variações podem resultar de diversos fatores que dificultam a comparação: tipo e duração da restrição alimentar, raça do animal e sua condição corporal ou escore no início do experimento, estresse do animal, que pode aumentar a demanda de energia e alterar o "status" endócrino, etc. Apgar et al. (1975) postulam, ainda, que a dieta insuficiente pode afetar apenas um ou mais de um dos três órgãos (hipotálamo, hipófise ou ovários), dependendo de qual nutriente(s) é(são) limitante(s).

## 5. ALTERAÇÃO NO METABOLISMO DOS HORMÔNIOS

O fígado é importante na inativação e degradação dos hormônios. Menor taxa de inativação dos hormônios, em casos de deficiência hepática, pode permitir a elevação dos níveis de hormônios circulantes, capaz de interferir com o mecanismo "feedback", conduzindo o animal à condição de anestro, atraso na ovulação ou ninfomania (Symington 1969; Esslemont 1979, citado por Broster & Swan 1979). Citam que uma dieta com baixa fibra, sendo oferecida por quatro a cinco meses, pode reduzir a fertilidade por disfunção hepática.

A silagem de capim é pobre em energia e limita a ingestão de matéria seca, e vacas de alta produção recebendo esse tipo de alimentação podem perder muito peso. A elevada liberação de ácidos graxos livres, em consequência da alta taxa de mobilização do tecido adiposo, é respon-

sável por distúrbios metabólicos, capazes de induzir danos hepáticos suficientes para alterar o equilíbrio hormonal e o mecanismo "feedback", resultando em anestro (Lothammer 1982, citado por Karg & Schallenberger, 1982).

## VARIAÇÃO DO PESO CORPORAL E ATIVIDADE OVARIANA

Cada vaca possui massa corporal ideal para ótima fertilidade, e se essa declina ou aumenta, a reprodução é afetada (Lamond 1970). O peso corporal do animal é considerado o melhor fator indicativo do funcionamento fisiológico total de todos os sistemas orgânicos (Patil & Deshpande 1981).

O peso vivo é uma medida do plano nutricional da vaca, com a perda de peso estando associada ao alto nível de produção e/ou baixo nível de ingestão, ao contrário do ganho de peso associado à baixa produção e/ou alto nível de ingestão (Broster 1973). A perda de peso reduz a taxa de concepção, e, em casos extremos, conduz o animal à condição de anestro (Broster 1973, Haresign & Lewis 1979).

Existe um peso mínimo para cada vaca, abaixo do qual ela não concebe ou cessa sua atividade ovariana, e isso ocorre quando há perda de 25 a 30% do peso adulto (Oliver & Richardson 1976). A subnutrição provoca atrofia de órgãos do sistema reprodutivo, menor secreção de esteróides, e anestro ou inatividade ovariana de vacas, e esses sintomas ou alterações aparecem quando o animal perde de 20 a 35% do peso corporal adulto (Symington 1969, Smidt & Ellendorf 1972, citados por Rodrigues 1982 e Topps 1977). Citam que os mecanismos pelos quais a perda de peso afeta a fertilidade são pouco conhecidos.

### 1. PERDA DE PESO E ATIVIDADE OVARIANA NO PÓS-PARTO DE VACAS

A mobilização de tecidos corporais em vacas leiteiras, no início de lactação, pode alcançar 10 a 81 kg de tecido adiposo e 0 a 15 kg de proteínas das reservas corporais, sendo que 2/3 dessa quantidade é mobilizada nas três primeiras semanas pós-parto (Chilliard et al. 1983). As reservas mobilizadas são constituídas essencialmente de lipídios, estocados após transformação de excedentes de energia ingeridos no final da lactação ou período seco do animal.

As vacas de produção elevada consomem mais alimento que as de baixa produção, mas ainda assim não conseguem ingerir quantidade de alimento suficiente para sua produção e manutenção, perdendo peso até 60 a 90 dias pós-parto (Church 1976 e Chilliard et al. 1983). Isso porque o pico de lactação ocorre entre 30 e 50 dias pós-parto, e o máximo de apetite mais tarde (Haresign & Lewis 1979). As vacas de alto potencial leiteiro apresentam alterações da parede do rúmen no período seco, como atrofia de papilas e metaplasia escamosa do epitélio, que reduzem a capacidade absorviva do órgão no início da lactação. Quando esse quadro é agravado pela subnutrição, ocorre grande perda de peso, que pode provocar inatividade ovariana (anestro), e pouca queda na produção de leite.

As vacas com alimentação restrita no pós-parto ou no início do inverno devem possuir suficiente tecido corporal para permitir um ajustamento metabólico durante esses períodos, sem afetar a atividade ovariana (Downie 1976). O balanço energético negativo ou requerimento acima do ingerido durante os 20 primeiros dias de lactação é importante na determinação do início da atividade ovariana pós-parto, com a primeira ovulação ocorrendo cerca de dez dias após o balanço energético negativo atingir seu valor máximo e iniciar o retorno para zero (Buttler et al. 1981).

Uma vaca com déficit de 20 Mcal/dia no início da lactação perdeu até 2 kg de lipídios/dia, com perda total de 153 kg do peso vivo, dos quais 122 kg foram de gordura, 11 kg de proteína e 20 kg de água (Chilliard et al. 1983). A perda de peso vivo no início da lactação é ainda subestimada pelo aumento do conteúdo digestivo nessa fase. Segundo Broster & Broster (1984), a vaca pode perder até 100 kg do seu peso pós-parto, dependendo do potencial da vaca,

qualidade e quantidade da dieta e reservas corporais, enquanto cada kg de peso perdido representa 84% de gordura, 12% de água e 4% de proteína.

Em vacas Hereford alimentadas nos períodos pré e pós-parto com alto e baixo nível nutricional, a perda de 9,5% do peso pós-parto não afetou a atividade ovariana dos animais com boa condição corporal ou escore 6,5 ao parto (escala 1 a 9), dos quais 86% manifestaram estro até 90 dias após o parto (Willbank et al. 1962). Para os animais que pariram com condição corporal regular (escore 4,5), a perda de 7,5% do peso pós-parto influenciou negativamente a atividade ovariana, e apenas 22% dos animais apresentaram estro até 90 dias após o parto.

Poli et al. (1976) conduziram um experimento com 14 vacas Hereford em aleitamento, com peso médio de 399 kg. Todos os animais perderam 10% do peso ao parto até três meses após o parto, e apenas uma das 14 vacas apresentou estro e foi inseminado nesse período. As demais, manifestaram estro após o desmame, quando recuperaram cerca de 30% do peso perdido.

Vaca de 464 kg e boa condição corporal ao parto pode perder até 15,7% de seu peso até 22 dias após o parto, sem afetar o reinício da atividade ovariana ou intervalo do parto ao primeiro estro; porém, para vacas mais leves (364 kg), a perda de peso acima de 10% atrasa o aparecimento do estro pós-parto e prolonga o intervalo de partos (Nicol, 1977). Uma ração contendo 85% das exigências recomendadas pelo NRC, até 84 dias após o parto, não afetou a reprodução em vacas leiteiras. Os efeitos aparecem na subalimentação severa, visto que até 10 a 20% do déficit energético pós-parto não tem influenciado o desempenho reprodutivo (Castairs et al. 1980).

A perda de 14,2% do peso corporal até 90 dias após o parto, em vacas de 543 kg e boa condição corporal ao parto (médias ajustadas por covariância) não afetou o aparecimento do primeiro estro, que ocorreu 64 dias após o parto (Martinez et al. 1982). O período de serviço desses animais foi longo (155 dias), porém outros fatores como clima e temperatura, estariam envolvidos. Estes autores concluem que a fertilidade depende, em alto grau, do peso e condição corporal ao parto, e da perda de peso na fase inicial de lactação.

Vacas zebu, mais leves ao parto (360 kg) e com boa condição corporal, após uma perda média de 29 kg (8%) até três meses após o parto, não apresentaram estro nesse período, embora o zebu seja notório por apresentar anestro lactacional, especialmente durante o puerpério (Patil & Deshpande 1981).

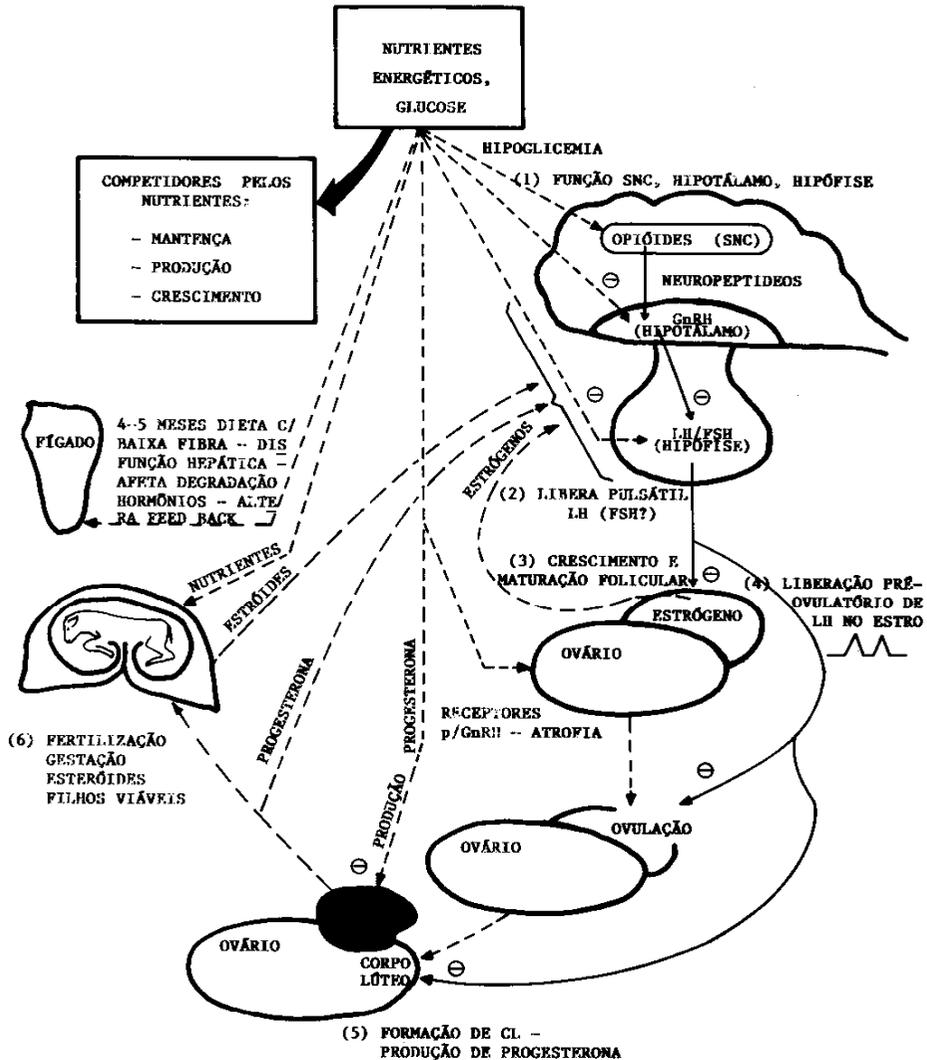
No Centro Agropecuário dos Cerrados (CPAC-EMBRAPA), verificaram-se períodos de serviço de 212 e 230 dias para vacas Gir que perderam, respectivamente, 17 e 27% do peso ao parto durante a lactação, contra 57 e 97 dias das que perderam 5% e 6% do peso ao parto (Moore & Rocha 1983). Vacas Hereford adequadamente alimentadas mantiveram peso e todos os animais ovularam até  $39 \pm 8,7$  dias após o parto, enquanto das que perderam, em média,  $21,4 \pm 4,4\%$  do peso inicial até o 63º dia, apenas três apresentaram estro até  $65,3 \pm 33,3$  dias, e sete permaneceram em anestro (Easdon et al. 1985). Verificou-se, em 166 vacas Hereford com boa condição corporal ao parto, que a perda de 14% a 17% do peso pós-parto reduziu significativamente o número de animais com atividade ovariana normal (37%), em relação às que mantiveram peso (64%), segundo Rakestraw et al. (1986).

Vacas holandesas com boa condição corporal ao parto, pesando em média  $601 \pm 30$  kg foram alimentadas adequadamente para satisfazer as exigências de manutenção e produção até 100 dias após o parto (Villa-Godoy et al. 1988). Os animais produziram, em média, 32,4 kg leite/dia durante o experimento, e o pico de produção ocorreu aos 44,8 dias após o parto, e o balanço energético passou a positivo aos 80 dias. Durante o experimento, todas as vacas apresentaram no mínimo dois corpos lúteos, indicativos de dois ciclos estrais. Apenas quatro vacas mantiveram ou ganharam peso, enquanto as demais 28 perderam em média  $29 \pm 4$  kg (5%), com uma variação de 9 a 106 kg (1,5 a 17,6%). Essa perda não foi suficiente para afetar a reprodução, em animais com boa condição corporal ao parto. Os autores citados concluíram que o balanço energético negativo reduz a taxa de progesterona, constituindo uma fonte potencial de infertilidade em vacas.

**2. RESTRIÇÃO ALIMENTAR E ATIVIDADE OVARIANA EM VACAS NÃO-LACTANTES**

Vacas não-lactantes, com peso vivo médio de 390 kg, necessitam perder 18% do peso inicial (70 kg) para cessar a atividade ovariana, o que se conseguiu em 4,5 meses (Hale 1975). O reinício da atividade ovariana só ocorreu após um ganho médio de 76 kg (460 g/dia), o que se deu em 3,5 meses. Correspondendo à recuperação de 100% do peso perdido ou 24% do peso apresentado na condição de ovário inativo. Os dados do experimento são mostrados na Figura 3.

O efeito da ingestão de nutrientes na cessação e subsequente reinício do ciclo estral normal foi também estudado por Richards et al. (1986), em 23 vacas Hereford ciclando e não-



**FIG. 3. Interrelação entre nutrição e controle neurormonal da reprodução.**

-lactantes. As vacas apresentavam moderada ou boa condição corporal, com escore 5,5 a 6 (escala de 1 a 9) e peso corporal médio de 420 kg. Um grupo foi alimentado para perder 1% do peso corporal/semana até início do anestro. A cessação da atividade ovariana, confirmada pelo nível de progesterona abaixo de 1 ng/ml por três semanas consecutivas, ocorreu em 92% das vacas após  $26 \pm 3$  semanas de reduzida ingestão de nutrientes, enquanto todas no grupo de manutenção continuaram exibindo ciclos estrais normais. A condição de anestro foi obtida com a perda de  $24 \pm 3\%$  do peso inicial e escore de  $3,5 \pm 0,3$ . As vacas com ovários inativos e dieta pobre foram alimentadas adequadamente, e o reinício da atividade ovariana ocorreu quando os animais apresentaram escore  $4,4 \pm 0,5$ , após recuperarem 37,4% do peso perdido na primeira fase do experimento ou 11,8% do peso apresentado na condição de anestro. Um esquema do experimento é mostrado na Figura 4.

Estudou-se o efeito da restrição alimentar sobre a atividade ovariana luteal cíclica (AOLC) de 20 vacas adultas mestiças Holandês x Zebu (HZ), não-lactantes, de condição corporal boa ou excelente, e peso médio de  $535,5 \pm 48,4$  kg (Ferreira 1990). A condição de anestro foi obtida em  $183,5 \pm 30,3$  dias após a perda de  $35,7 \pm 3,8\%$  do peso inicial. O autor encontrou uma relação linear positiva entre peso inicial da vaca ciclando (X) e peso final para cessar a AOLC (Y), com equações ( $R^2 = 0,99$ ) em função da condição corporal:  $Y = 0,6847 X$  (para vacas de condição corporal boa) e  $Y = 0,6847 X - 43,11$  (para vacas de condição corporal excelente).

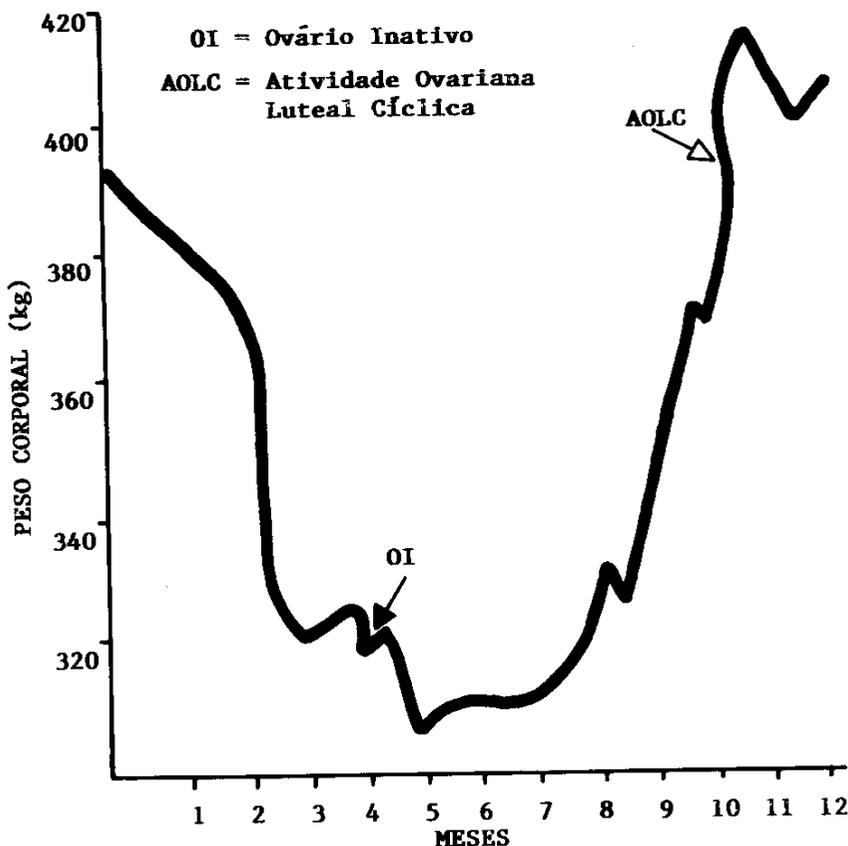


FIG. 4. Efeito da perda e recuperação do peso corporal na manifestação do estro pelas vacas.

A recuperação do anestro ou da AOLC em vacas adultas mestiças HZ, não-lactantes, de condição corporal inferior (magra) e peso médio de  $315,0 \pm 29,6$  kg, ocorreu em  $114 \pm 37,9$  dias após início da alimentação para ganho de peso, quando o animal ganhou 24,7% do peso vivo (Ferreira, 1990). Essa recuperação exigiu um consumo médio de 722,4 kg de matéria seca, 50,4 kg de proteína bruta e 40,24 kg de NDT, correspondente à ingestão de 2.374,2 kg de volumoso e 194,1 kg de concentrado. O autor verificou uma relação linear positiva ( $R^2 = 0,85$ ) entre peso inicial da vaca magra em anestro (X) e peso final para recuperar a AOLC (Y), com a equação  $Y = 96,12 + 0,94 X$ . Encontrou-se também uma relação linear negativa ( $R^2 = 0,80$ ) entre o tempo (número de dias) para recuperar a AOLC (Y) e o ganho de peso médio diário (X) com a equação  $Y = 256,6 - 196,2 X$ .

Segundo Rovira (1974), é importante a vaca de corte recuperar-se do desgaste provocado pela lactação e ganhar peso nas seis semanas antes de se iniciar o inverno, quando então, poderia perder 10 a 15% de seu peso durante o período de insuficiente alimentação, sem afetar a eficiência reprodutiva.

### 3. RESTRIÇÃO ALIMENTAR E ATIVIDADE OVARIANA EM NOVILHAS

Novilhas Angus x Hereford de 16 meses de idade, ciclando e com peso médio de 285 kg, receberam níveis nutricionais baixo (6,8 Mcal/dia), manutenção (12,7 Mcal/dia) e alto (19,2 Mcal/dia), por 150 dias. A perda de 22,4 kg (8%) do peso inicial provocou parada de atividade ovariana em 14 de 16 novilhas (87,5%) sob maior restrição alimentar, enquanto nove em 16 animais (56,0%) pararam de ciclar no grupo de manutenção, após a perda de 5,4 kg ou 2,0% do peso vivo. O grupo de alto nível nutricional ganhou 58,4 kg no mesmo período, e todos os 16 animais continuaram ciclando (Imakava et al. 1983). A percentagem de perda de peso e o número de dias para cessar a atividade ovariana foram correlacionados ( $r = 0,72$ ). Os resultados mostram que, para fêmeas mais leves, menor percentagem de perda de peso é capaz de ocasionar parada de atividade ovariana.

Imakava et al. (1984) trabalharam com novilhas Hereford x Angus de 16 meses de idade e peso médio de  $294 \pm 6$  kg, com atividade ovariana cíclica, submetidas a três níveis alimentares: baixo (6,8 Mcal), manutenção (11,7 Mcal) e alto (19,2 Mcal), por 191 dias. Verificaram que, no grupo de maior restrição alimentar, a perda de 6% (17,6 kg) do peso corporal provocou inatividade ovariana em quatro dos animais (80%), enquanto os níveis plasmáticos e pulsos de LH foram menores, o que pode explicar o aparecimento do anestro.

O estro de 23 novilhas Holandesas foi sincronizado com PGF<sub>2</sub>, e os animais, divididos em dois grupos (Kazmer et al. 1985). O grupo-controle pesou, em média, 375,9 kg, e recebeu alimentação de manutenção durante o ciclo estral seguinte. O grupo II pesou, em média, 370,6 kg, e foi submetido a jejum entre o 6º e 14º dia do ciclo estral, perdendo 41,4 kg (11,2%) do peso inicial, que não foi suficiente para impedir o estro seguinte ou parar a atividade ovariana em curto tempo. Observaram que o jejum por curto período provocou aumento nos níveis sanguíneos de AGL e GH, redução no 17 $\beta$ -estradiol e nenhuma alteração na taxa de glicose, LH e progesterona.

Um elevado número de novilhas Aberdeen Angus x Hereford que recebeu 50% da energia requerida para manutenção parou de ciclar antes de 150 dias de estudo (Kinder et al. 1982). O mesmo nível nutricional foi oferecido a 15 novilhas Angus x Hereford de 20 meses de idade, com atividade ovariana cíclica e peso médio de  $341 \pm 12$  kg, até 45 a 50 dias após cessação do ciclo estral (Imakava et al. 1986b). Essa ocorreu em  $186 \pm 28$  dias, após perda de  $71 \pm 8$  kg ou 20,8% do peso inicial, quando os animais atingiram 270 kg de peso vivo. Cinco desses animais foram realimentados com uma dieta altamente energética para recuperação da atividade ovariana, que ocorreu em  $49 \pm 9$  dias, quando o peso dos animais alcançou 360 kg. Esse peso significa um ganho de 90 kg, correspondente a 33,4% do peso do animal em condição de ovário inativo ou 126,7% de peso perdido na primeira fase do experimento. Porém, outros estudos de Imakava et al. (1986a) mostraram que novilhas Angus x Hereford com peso médio de 348,5 kg e exibindo ciclo estral a intervalos regulares, recebendo 50% das exigências do NRC para manutenção, durante 100 dias, continuaram ciclando, e a secreção de progesterona indicava um padrão normal. A perda de 11% do peso inicial (38,2 kg), em 35 dias, não impediu a exibição de ciclos estrais.

do peso corporal leva à baixa fertilidade, mas não afeta a concentração de progesterona no plasma e nem provoca inatividade ovariana. Imakava et al. (1987) submeteram quatro novilhas, de 20 meses de idade e  $409 \pm 6$  kg de peso vivo, a uma dieta pobre em energia (5,8 Mcal/cabeça/dia) por 100 dias, e observaram, no final do experimento, que a perda de 24% do peso vivo foi suficiente para provocar anestro em apenas um dos seis animais.

### CONSIDERAÇÕES FINAIS

1. A reduzida ingestão de nutrientes por longo período resulta em bloqueio da AOLC. A subnutrição conduz à perda de peso, e esta, em casos extremos, à condição de anestro.

2. A infertilidade provocada por restrição energética pode ser reversível, quando os animais são alimentados para ganho de peso.

3. Cada vaca tem seu peso mínimo abaixo do qual não concebe ou cessa sua atividade ovariana luteal, e a subnutrição provoca atrofia dos órgãos do sistema reprodutivo, menor secreção de esteróides e anestro, e isso ocorre quando o animal de boa condição corporal perde de 20 a 35% de seu peso adulto.

4. A perda de 10 a 15% do peso corporal nas primeiras semanas pós-parto não afeta o reinício da atividade ovariana luteal cíclica de animais de grande porte e boa condição corporal ao parto. A vaca resiste à condição de subnutrição, retirando massas corporais por certo período de tempo, sem sacrificar a eficiência reprodutiva. Porém, para fêmeas bovinas de pequeno porte e moderada condição corporal ao parto, a perda de 6 a 10% do peso corporal no início da lactação pode atrasar o aparecimento do primeiro estro pós-parto.

5. Alternativas de manejo nutricional devem ser pesquisadas visando reduzir o custo de produção de leite ou carne, utilizando-se conhecimento da relação existente entre condição corporal e atividade ovariana.

### REFERÊNCIAS

- ALLEN, D.M.; LAMMING, G.E. Nutrition and reproduction on the ewe. *Journal of Agricultural Science*, v. 56, p. 69-79, 1961.
- APGAR, J.; ASPROS, D.; HIXON, J.E.; SAATMAN, R.R.; HANSEL, W. Effect of restricted feed intake on the sensitivity of the bovine corpus luteum to LH in vitro. *Journal of Animal Science*, v. 41, n. 4, p. 112-113, 1975.
- BEAL, W.E.; SHORT, E.R.; STAIGMILLER, R.B.; BELLOWES, R.A.; KALTENBACH, C.C.; DUNN, T.G. Influence of dietary energy intake on bovine pituitary and luteal function. *Journal of Animal Science*, v. 46, n. 1, p. 181-188, 1978.
- BROCHART, M. Alimentation et fertilité des vaches laitières. *L'Elevage Bovin*, v. 3, p. 53-59, 1972.
- BROSTER, H. Liveweight change and fertility in the lactating dairy cow: a review. *Veterinary Record*, v. 93, p. 417-420, 1973.
- BROSTER, W.H.; BROSTER, V.J. Review of the progress of dairy science: long-term effects of plane of nutrition on the performance of the dairy cow. *Journal of Dairy Research*, v. 51, p. 149-196, 1984.

- BROSTER, W.H.; SWAN, A. **Feeding strategy for the high yielding dairy cow**. London, Granada Publishing, 1979. 432p.
- BUTTLER, 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.
- CAMPBELL, G.A.; KURCZ, M.; MARSHALL, S.; MEITES, J. Effects of starvation in rats on serum levels of follicle-stimulating hormone, luteinizing hormone, thyrotropin, growth hormone and prolactin, response to LH-releasing hormone and thyrotropin releasing hormone. **Endocrinology**, v. 100, p. 580-587, 1977.
- CASTAIRS, J.A.; MORROW, D.A.; EMERY, R.S. Postpartum reproductive function of dairy cows as influenced by energy and phosphorus status. **Journal of Animal Science**, v. 51, n. 5, p. 1122-1130, 1980.
- CHILLIARD, Y.; REMOND, B.; SAUVANT, D.; VERMOREL, M. Particularités du métabolisme énergétique. **Bulletin Technique du Centre de Recherches Zootechniques et Vétérinaires de Theix**, v. 53, p. 37-64, 1983.
- CHURCH, D.C. Nutrition and reproduction in dairy cattle. **Special Report Oregon Agricultural Experimental Station**, v. 454, p. 20-24, 1976.
- DONALDSON, L.E.; BASSET, J.M.; THORBURN, G.D. Peripheral plasma progesterone concentration of cows during puberty, oestrous or exogenous oxytocin on progesterone concentrations. **Journal of Endocrinology**, v. 48, p. 599-614, 1970.
- DOWNIE, J.G. The relationship between changes in body weight plasma glucose and fertility in beef cows. **Veterinary Record**, v. 99, p. 210-212, 1976.
- EASDON, M.P.; CHESWORTH, J.M.; ABOUL-ELA, M.B.E.; HENDERSON, G.D. The effect of undernutrition of beef cows on blood hormone and metabolite concentration postpartum. **Reproduction Nutrition Development**, v. 25, n. 1A, p. 113-126, 1985.
- FERREIRA, A. de M. **Efeito da amamentação e do nível nutricional na atividade ovariana de vacas mestiças leiteiras**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1990. 132p. Tese de Doutorado.
- GAUTHIER, D.; BERBIGIER, P. The influence of nutritional levels and shade structure on testicular growth and hourly variations of plasma LH and testosterone levels in young creole bulls in a tropical environment. **Reproduction Nutrition Development**, v. 22, p. 793-801, 1982.
- GAUTHIER, D.; COULAND, G. Effect of underfeeding on testosterone-LH feedback in the bull. **Journal of Endocrinology**, v. 110, p. 233-238, 1986.
- GAUTHIER, D.; TERQUI, M.; MAULEON, P. Influence of nutrition on prepartum plasma levels of progesterone and total oestrogens and postpartum plasma levels of luteinizing hormone and follicle stimulating hormone in suckling cows. **Animal Production**, v. 37, p.89-96, 1983.
- GOMBE, S.; HANSEL, W. Plasma luteinizing hormone (LH) and progesterone levels in heifers on restricted energy intakes. **Journal of Animal Science**, v. 37, n. 3, p. 728-733, 1973.
- HALE, D.H. Nutrition, hormones and fertility. **Rhodesian Agricultural Journal**, v. 72, n. 3, p.69-74, 1975.

- HARESIGN, W.; LEWIS, D. **Recent advances in animal nutrition**. Boston: Butterworths, 1979. 166p. p.107.
- HILL, J.R.; LAMOND, D.R.; HENRICKS, D.M.; DICKEY, J.F.; NISWENDER, G.D. The effect of undernutrition in ovarian function and fertility in beef heifers. **Biology Reproduction**, v. 2, p. 78-84, 1970.
- HOLNESS, D.H. **Infertilidade bovina em relação ao plano de nutrição**. Belo Horizonte, MG: Colégio Brasileiro Reprodução Animal. 1976. 20p.
- HUNTER, A.P. Some nutritional factors affecting the fertility of dairy cattle. **New Zealand Veterinary Journal**, v. 25, n. 11, p. 305-307, 1977.
- IMAKAVA, K.; KITTOK, R.J.; KINDER, J.E. The influence of dietary energy intake on progesterone concentration in beef heifers. **Journal of Animal Science**, v. 56, n. 21, p. 454-459, 1983.
- IMAKAVA, K.; KITTOK, R.J.; KINDER, J.E. Luteinizing hormone secretion after withdrawal of exogenous progestogens in heifers fed three levels of dietary energy. **Journal of Animal Science**, v. 58, n. 1, p. 151-158, 1984.
- IMAKAVA, K.; DAY, M.L.; ZALESKY, D.D.; GARCIA-WINDER, M.; KITTOK, R.J.; KINDER, J.E. Influence of dietary-induced weight changes on serum luteinizing hormone, estrogen and progesterone in the bovine female. **Biology Reproduction**, v. 35, p. 377-384, 1986a.
- IMAKAVA, K.; DAY, M.L.; GARCIA-WINDER, M.; ZALESKY, D.D.; KITTOK, R.J.; SCHANBACHER, B.D.; KINDER, J.E. Endocrine changes during restoration of estrous cycles following induction of anestrus by restricted nutrient intake in beef heifers. **Journal of Animal Science**, v. 63, n. 2, p. 565-571, 1986b.
- IMAKAVA, K.; DAY, M.L.; ZALESKY, D.D.; CLUTTER, A.; KITTOK, R.J.; KINDER, J.E. Effects of 17  $\beta$ -estradiol and diets varying in energy on secretion of luteinizing hormone in beef heifers. **Journal of Animal Science**, v. 64, n. 3, p. 805-815, 1987.
- JOCHLE, W.; LAMOND, D.R. **Control of reproductive functions in domestic animals**. Jena: UEB Gustav Fischer Verlag, 1980. 248p.
- JUNEJA, S.C.; ARORA, S.D. Influence of level of nutrition and body weight on fertility in crossbred cows. **Journal of Nuclear Agricultural Biology**, v. 15, n. 1, p. 67-70, 1986.
- KARG, H.; SCHALLENBERGER, E. **Factors influencing fertility in the postpartum cow**. London: Martins Nijhoff Publishers, 1982. 585p.
- KAZMER, G.W.; BARNES, M.A.; CANFIELD, R.W. Reproductive and metabolic hormones during estrus after fasting in Holstein heifers. **Theriogenology**, v. 24, n. 6, p. 619-629, 1985.
- KINDER, J.E.; IMAKAVA, K.; DAY, M.L.; KITTOK, R.J. Dietary energy intake influence. Reproductive hormone secretion in beef heifers. **Beef Cattle Report**, v. 12, p. 19-20, 1982.
- LAMOND, D.R. The influence of undernutrition on reproduction in the cow. **Animal Breeding Abstracts**, v. 38, n. 1, p. 359-372, 1970.
- LINDSAY, D.R. PELLETIER, J.; PISSELET, C.; COUROT, M. Changes in photoperiod and

- nutrition and their effect on testicular growth of rams. **Journal of Reproduction and Fertility**, v.71, p. 351-356, 1984.
- MALVEN, P.V.; PARFET, J.R.; GREGG, D.W.; ALLRICH, R.D.; MOSS, G.E. Relationships among concentrations of four opioid neuropeptides and luteinizing hormone-releasing hormone in neural tissues of beef cows following early weaning. **Journal of Animal Science**, v. 62, n. 3, p. 723-733, 1986.
- MARTINEZ, N.D.; VERDE, O.; FENTON, F.R.; LOPEZ, S. Efecto del cambio de peso durante los primeros 90 dias de lactancia sobre la reproducción. **Producción Animal Tropical**, v. 7, p. 112-119, 1982.
- McCANN, J.P.; HANSEL, W. Relationships between insulin and glucose metabolism and pituitary-ovarian function in fasted heifers. **Biology Reproduction**, v. 34, p. 630-641, 1986.
- McCLURE, T.J. Blood glucose and female infertility. **Veterinary Record**, v. 91, n. 7, p. 193, 1972.
- McCLURE, T.J. Pathogenesis of early embryonic mortality caused by fasting pregnant rats and mice for short periods. **Journal of Reproduction and Fertility**, v. 2, p. 381-386, 1961.
- McCLURE, T.J.; NANCARROW, C.D.; RADFORD, H.M. The effect of 2-deoxy-D-glucose on ovarian function of cattle. **Australian Journal of Science**, v. 32, p. 183-186, 1978.
- MOORE, P.C.; ROCHA, C.M.C. da. Reproductive performance of gyr cows: The effect of weaning age of calves and postpartum energy intake. **Journal of Animal Science**, v. 57, n. 4, p. 807-814, 1983.
- NICOL, A.M. The influence of plane of nutrition immediately postcalving on the performance of beef cows. **Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production**, v. 37, p. 103-108, 1977.
- OLIVER, J.; RICHARDSON, F.D. **Relationship between reconception rate in beef cattle and body weight change**. [S.l.]: Centre Tropical Veterinary Medicine University Edinburg Scotland, 1976. p.154-157, 1976.
- OXENREIDER, S.L.; WAGNER, W.C. Effect of lactation and energy intake on post-partum ovarian activity in the cow. **Journal of Animal Science**, v. 33, n. 5, p. 1026-1031, 1971.
- PATIL, J.S.; DESHPANDE, B.R. The study of body weight changes during antepartum, parturition and post-partum periods in gir cows, with special reference to exhibition of post-partum oestrus. **Indian Veterinary Journal**, v. 58, p. 376-379, 1981.
- POLI, J.L.E.H.; OSORIO, F.H.S.; BECKER, A.S. Desmame de bovinos de corte à 12ª semana de idade. **Anuário Técnico do Instituto de Pesquisas Zootécnicas Francisco Osório**, v. 3, p.169-184, 1976.
- RAKESTRAW, J.; LUSBY, K.S.; WETTEMAN, R.P.; WAGNER, J.J. Postpartum weight and body condition loss and performance of fall-calving cows. **Theriogenology**, v. 26, n. 4, p. 461-473, 1986.
- RASBY, R.J.; WAGNER, J.W.; WETTEMAN, R.P.; GEISERT, R.D.; LUSBY, K.S. Influence of body condition of beef cows on pituitary, ovarian and thyroid function. **Animal Science Research Report**, Oklahoma, v. 118, p. 333-338, 1986.

- RICHARDS, M.W.; WETTEMAN, R.P.; SCHOENEMMAN, H.M. Onset of anestrus in nutritionally restricted hereford cows. *Animal Science Research Report*, Oklahoma, v. 118, p. 308-311, 1986.
- RODRIGUES, C.A.T. *Efeito da amamentação na função reprodutiva dos bovinos*. Campo Grande: UFMS, 1982. 65p. Monografia para curso de especialização em Produção Animal.
- ROVIRA, J. *Reproducción y manejo de los rodeos de cría*. Montevideo: Ed. Hemisfério Sul, 1974. 293p.
- RUTTER, L.M.; RANDEL, R.D. Post-partum nutrient intake and body condition: effect on pituitary function and onset of estrus in beef cattle. *Journal of Animal Science*, v. 58, n. 2, p. 265-274, 1984.
- SHORT, R.E.; ADAMS, C.D. Nutritional and hormonal interrelationships in beef cattle reproduction. *Canadian Journal of Science*, v. 68, p. 29-39, 1988.
- SMITH, J.F.; TERVIT, H.R.; MCGOWANN, L.T.; FAIRCLOUGH, R.; KILGOUR, R.; GOOLD, P.G. The effect of suckling upon the endocrine changes associated with anestrus in identical twin dairy cows. *Journal of Reproduction Fertility*, v. 30, p. 241-249, 1981.
- SUZUKI, Q.; SATO, M.; KUBOTA, Y. Effects of underfeeding on oestrus behaviour and ovarian function in postpubertal beef heifers. *Japan Journal of Animal Reproduction*, v. 28, n. 4, p.205-210, 1982.
- SYMINGTON, R.B. Factors affecting post-partum fertility in cattle with special emphasis on the hormonal aspects of the problem in ranch cows in Southern Africa. *Proceeding of the South African Society of Animal Production*, v. 8, p. 29-34, 1969.
- TERVIT, H.R.; SMITH, J.F.; KALTENBACH, C.C. Post partum anoestrus in beef cattle. *Proceeding of the New Zealand Society of Animal Production*, v. 37, p. 109-119, 1977.
- TOPPS, J.H. The relationship between reproduction and undernutrition in beef cattle. *World Review of Animal Production*, v. 13, n. 2, p. 43-49, 1977.
- TRENKLE, A. Relation to hormonal variations to nutritional studies and metabolism of ruminants. *Journal of Dairy Science*, v. 62, p. 281-293, 1978.
- VALLET, A. Les causes nutritionnelles du disfonctionnement sexuel. *Bulletin Technique de L'Insemination Artificielle*, v. 32, p. 8-12, 1984.
- VILLA-GODOY, A.; HUGHES, T.L.; EMERY, R.S.; CHAPIN, L.T.; FOGWELL, R.L. Association between energy balance and luteal function in lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*, v. 71, p. 1063-1072, 1988.
- WHISNANT, C.S.; KISER, T.E.; THOMPSON, F.N.; BARB, C.R. Naloxone infusion increases pulsatile hormone release in post partum beef cows. *Domestic Animal Science*, v. 3, p. 49-54, 1986.
- WILTBANK, J.N.; BOND, J.; WARWICH, E.J.; DAVIS, R.E.; COOK, A.C.; REYNOLDS, W.L.; HAZEN, M.W. Influence of total feed and protein intake on reproductive performance in the beef female through second calving. *United States Department of Agriculture, Technical Bulletin*, v. 1314, p. 1-45, 1965.

WILTBANK, J.N.; COOK, A.C. The comparative reproductive performance of nurseal cows and milked cows. **Journal of Animal Science**, v. 17, n. 3, p.640-648, 1958.

WILTBANK, J.N.; ROWDEN, W.W.; INGALLS, J.E.; GREGORY, K.E.; KOCH, R.M. Effect of energy level on reproductive phenomena of mature hereford cows. **Journal of Animal Science**, v. 21, p. 219-225, 1962.

ZAKAR, T.; HERTELENDY, F. Effects of mammalian LH, cyclic AMP and phosphodiesterase inhibitors on steroidogenesis, lactate production, glucose uptake and utilization by avian granulosa cells. **Biology Reproduction**, v. 22, p. 810-816, 1980.