

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO CEARÁ
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
FACULDADE DE VETERINÁRIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS VETERINÁRIAS**

LILIANE MOREIRA SILVA

**INFLUÊNCIA DO ESTADO NUTRICIONAL SOBRE O DESEMPENHO
REPRODUTIVO PÓS-PARTO DE CABRAS ANGLO-NUBIANA
CRIADAS EXTENSIVAMENTE NO NORDESTE DO BRASIL**

**FORTALEZA
2009**

LILIANE MOREIRA SILVA

INFLUÊNCIA DO ESTADO NUTRICIONAL SOBRE O DESEMPENHO
REPRODUTIVO PÓS-PARTO DE CABRAS ANGLO-NUBIANA CRIADAS
EXTENSIVAMENTE NO NORDESTE DO BRASIL

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias da Faculdade de Veterinária da Universidade Estadual do Ceará, como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em Ciências Veterinárias.

Área de Concentração: Reprodução e Sanidade Animal.

Linha de Pesquisa: Reprodução e Sanidade de Pequenos Ruminantes.

Orientador: Prof. Dr. Davide Rondina.

FORTALEZA
2009

S586i Silva, Liliane Moreira

Influência do Estado Nutricional Sobre o Desempenho Reprodutivo Pós-Parto de Cabras Anglo-Nubiana Criadas Extensivamente no Nordeste do Brasil / Liliane Moreira Silva. __ Fortaleza, 2009.

66p.; il.

Orientador: Prof. Dr. Davide Rondina.

Dissertação (Mestrado Acadêmico em Ciências Veterinárias) - Universidade Estadual do Ceará, Faculdade de Veterinária.

1. Caprino. 2. Escore Corporal. 3. Sincronização do Estro. 4. Taxa de Gestação. 5. Progesterona. Universidade Estadual do Ceará, Faculdade de Veterinária.

CDD: 636.39

LILIANE MOREIRA SILVA

INFLUÊNCIA DO ESTADO NUTRICIONAL SOBRE O DESEMPENHO
REPRODUTIVO PÓS-PARTO DE CABRAS ANGLO-NUBIANA CRIADAS
EXTENSIVAMENTE NO NORDESTE DO BRASIL

Dissertação apresentada ao Programa de Pós- Graduação
em Ciências Veterinárias da Faculdade de Veterinária da
Universidade Estadual do Ceará, como requisito parcial
para a obtenção do grau de Mestre em Ciências
Veterinárias.

Aprovada em: 04/12/2009

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Davide Rondina
Universidade Estadual do Ceará
Orientador

Prof. Dr. Airton Alencar de Araújo
Universidade Estadual do Ceará
Co-orientador

Prof. Dr. Vicente José de Figueirêdo Freitas
Universidade Estadual do Ceará
Examinador

Prof. Dr. Arlindo de Alencar Araripe Moura
Universidade Federal do Ceará
Examinador

Prof. Dr. Dárcio Ítalo Alves Teixeira
Universidade Estadual do Ceará
Suplente

*As pessoas responsáveis pelo meu sucesso,
meus pais, Wânia e Vilmar,
Dedico.*

AGRADECIMENTOS

À Universidade Estadual do Ceará (UECE), em especial ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias (PPGCV) que através de sua equipe de funcionários, professores, secretários e coordenadores, muito contribuíram para minha formação profissional.

À Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FUNCAP) pelo auxílio financeiro na forma de bolsa de estudo, indispensável para a realização desse trabalho.

Ao Núcleo de Atenção Médica Integrada – Nami, pertencente à Universidade de Fortaleza (UNIFOR), em especial ao Dr. Nilton Cesar Weyne da Cunha e a técnica Maria Helena Ripardo Carneiro, pela realização das análises hormonais.

Agradeço aos funcionários da Fazenda Campo da Semente, Francisco Juscelino Maciel Cavalcanti, Israel de Souza Lima, Expedito Ferreira de Araújo e Jocélio Barbosa Gomes, por terem contribuído na execução do experimento, sempre cuidando dos animais experimentais e auxiliando nas atividades executadas.

Ao meu orientador e co-orientador, Davide Rondina e Airton Alencar de Araújo, pela orientação, ensino, cobrança e auxílio durante todo meu mestrado. Sou grata pela oportunidade e confiança.

À todos os componentes do Laboratório de Nutrição e Produção de Ruminantes (LANUPRUMI), em especial, a Magda Regina Corrêa Rodrigues, que sempre me acompanhou nas viagens para Guaiúba, a Aline Lima de Souza, pelos momentos de ensino e pela paciência, aos mestrandos Cláudio Henrique da Almeida Oliveira e Fabiana Vinhas Rodrigues, apesar de não terem me acompanhado durante a execução do experimento, estávamos sempre unidos (os mestrandos) em todas as atividades do laboratório, aos IC Aline Maia Silva, Alana Nogueira Godinho e Lucas Diniz Gonçalves, que estavam sempre presentes desde o dia em que entrei para esta equipe.

À Tereza Cândida Diniz Gonçalves por ter me recebido nesta cidade, apesar de não me conhecer me acolheu em sua casa com todo carinho.

A professora Tânia Vasconcelos Cavalcante, por ter me incentivado a ingressar na área acadêmica, a fazer mestrado e o futuro doutorado. Obrigada por tudo.

Aos meus colegas, Simone Vieira Castro, Eudes Veira Castro, Oscar de Oliveira Brasil, Erika da Silva Bezerra de Menezes e Luciana Rocha Faustino, pelo convívio e amizade durante todo o mestrado.

Ao meu namorado que tanto me ajudou nesta nova conquista, sempre me ensinando a fazer o melhor, pelas horas de dedicação em me ouvir, me ensinar e me aconselhar. Amo você.

À minha família, em especial a minha avó Alivercina de Paiva Moreira e meu tio *in memória*, Carlos Mouzart Moreira. Só eu sei o quanto aprendi com vocês, o quanto chorei por vocês e o quanto sorri com vocês. Tenho orgulho de dizer esta é a minha família.

Aos meus pais, Vilmar Ferreira da Silva e Wânia de Paiva Moreira, não seria capaz de realizar mais esta conquista se não fosse por vocês. Meu eterno amor.

E a Deus o meu guia, “Sois meu refúgio e minha cidadela, meu Deus, em que eu confio”, “Pois que se uniu a mim, eu o livrarei; e o protegerei, pois conhece o meu nome.” Salmo 91.

RESUMO

Foram utilizadas 30 cabras adultas, pluríparas e gestantes, mantidas em sistema semi-extensivo e classificadas ao parto em dois grupos de condição corporal: ECI (n = 16), com escore de $2,7 \pm 0,07$; e grupo ECII (n = 14), de $2,0 \pm 0,07$. Todas as cabras receberam um suplemento alimentar a base de silagem de sorgo e concentrado comercial, em quantidade da satisfazer 0,93 vezes os requerimentos energéticos para início da lactação. Durante 45 dias após o parto, as cabras foram pesadas e avaliadas pela condição de escore corporal (EC). Os cabritos permaneceram junto com as mães e desmamados aos 40 dias de idade. Aos cinquenta dias pós-parto, as fêmeas tiveram o estro induzido com uso do CIDR durante 5 dias. No momento da remoção do dispositivo (Dia 0) as cabras receberam 1 mL via IM de $\text{PGF}_2\alpha$ e submetidas a monta natural durante 72 horas. Amostras de sangue foram coletadas no dia 0 e nos dias 1, 4, 8 e 21 após a remoção do CIDR para dosagem de progesterona. O diagnóstico de gestação foi realizado 30 dias após a monta natural, através de ultrassonografia transretal. Durante o pós-parto o grupo ECI relatou uma maior queda de massa corporal (13%) contra os 10% do grupo ECII ($p < 0,05$). O escore aos 42 dias pós-parto foi de $1,9 \pm 0,07$ e $1,6 \pm 0,06$ no grupo ECI e ECII respectivamente ($p < 0,05$). Ao nascimento o peso vivo das crias foi estatisticamente similar ($p > 0,05$), entretanto no desmame as crias do grupo ECI tiveram um desempenho superior ao ECII ($p < 0,001$). Todos os animais (100%) foram positivos a monta, entretanto a taxa de gestação foi maior no grupo ECI em relação ao ECII (87% vs. 36%; $p < 0,05$). A prolificidade mostrou-se similar entre os grupos com media de $1,53 \pm 0,10$ ($p > 0,05$), mas os animais do ECI relataram uma maior taxa de partos múltiplos (0,62 vs. 0,25; $p < 0,05$). No dia 0 a progesterona foi superior ($p < 0,05$) nos animais gestantes do ECI em relação aos demais grupos. Foram encontradas correlações positivas entre EC ao parto e progesterona ao dia 0 (0,57; $p < 0,01$) e 21 dias (0,47; $p < 0,05$), bem como entre EC e progesterona medidos aos 21 dias (0,51; $p < 0,05$), e entre as progesterona do dia 0 e 21 (0,39; $p < 0,05$). Diante disso, podemos concluir que a resposta à sincronização no pós-parto se mostrou independente do balanço energético, enquanto que, a taxa de gestação se reduz em animais com baixas condições corporais. E finalmente, as concentrações de progesterona são um eficiente sinalizador entre estado nutricional e resposta reprodutiva pós-parto em cabras.

Palavras-chave: Caprino. Escore Corporal. Sincronização do Estro. Taxa de Gestação. Progesterona.

ABSTRACT

Thirty adult and pregnant goats kept in semi-extensive system were classified in two groups based on body condition score: ECI (n = 16), with score of 2.7 ± 0.07 , and group ECII (n = 14), scored of 2.0 ± 0.07 . All animals received a feeding supplement composed by sorghum silage and concentrate to provide 0.93 times of the energetic requirement for early lactation. During 45 days post-partum, goats were weighted and body condition (BC) was evaluated. Kids were kept with does and weaned at 40 days aged. At fifth day post-partum, females had estrus synchronized by CIDR for 5 days, received at CIDR removal (Day 0), 1 mL PGF2 α IM and mated for 72 hours. Blood samples were taken at 0,1,4,8 and 21 day after CIDR removal for progesterone assay. Pregnancy diagnosis was performed 30 days after mate, by transrectally ultrasonography. During the post-partum period ECI group showed a greater fall of corporal mass (13%) against 10% of ECII group ($p < 0.05$). The BC at 42 days post-partum was 1.9 ± 0.07 e 1.6 ± 0.06 for the ECI and ECII groups respectively ($p < 0.05$). Birth weight of kids was statistically similar ($p > 0.05$), however at weaning the ECI achieved a greater performance when compared to ECII ($p < 0.001$). All females (100%) were positive to mate, by contrast the pregnancy rate was superior in ECI goats (87% vs. 36%; $p < 0.05$). Although prolificacy was similar between groups with a pooled mean of 1.53 ± 0.10 ($p > 0.05$), ECI reported a greater twinning rate (0.62 vs. 0.25; $p < 0.05$). Progesterone concentration was higher ($p < 0.05$) in pregnant does of ECI respect to the others groups. It was found positive relationship between BC evaluated at parturition with the progesterone rate at day 0 (0.57; $p < 0.01$) or at 21 days after CIDR removal (0.47; $p < 0.05$), as well as among BC and progesterone levels measured at 21 days (0.51; $p < 0.05$), or between progesterone in the day 0 and 21 (0.39; $p < 0.05$). It was concluded that response to post-partum synchronization appears to be independent from energy balance while the pregnancy rate decreased in animals with low body condition score. Furthermore that progesterone level was a very efficient signal in goats between nutritional status and reproductive post-partum response.

Keywords: Goats. Body Condition Score. Estrus Synchronization. Pregnancy rate. Progesterone.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Metabolismo energético em vacas leiteiras. (a) Fêmeas não lactantes; (b) Fêmeas lactantes durante o balanço energético negativo.	27
Figure 1 - Perda de peso médio cumulativo (esquerda) e escore de condição corporal (direita) medidos do parto até a sincronização do estro em cabras Anglo-Nubiana segundo os diferentes grupos..	50
Figure 2 - Concentrações plasmáticas de progesterona em cabras Anglo-Nubiana gestantes segundo os diferentes grupos e nas fêmeas que apresentaram mortalidade > ou < que 21 dias após a retirada do CIDR.	53

LISTA DE TABELAS

Table 1 - Desempenho <i>in vivo</i> de cabras e seus cabritos durante o período entre parição e desmame segundo a condição corporal.	49
Table 2 - Percentagem de fêmeas marcadas de acordo com a retirada (horas) do CIDR em cabras Anglo-Nubiana segundo os diferentes grupos.....	51
Table 3 - Resposta reprodutiva após sincronização do estro no pós-parto de cabras Anglo-Nubiana segundo os diferentes grupos.....	52
Table 4 - Coeficientes de correlação (n = 26) entre o escore da condição corporal ao parto (ECP), antes da sincronização do estro (ECSE) e concentrações plasmáticas de progesterona na remoção do CIDR (PRCIDR) ou 21 dias depois (PRVD).....	54

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

Acetil-CoA - Acetil coenzima A

AGNE - Ácido graxo não esterificado

AGV - Ácidos graxos voláteis

ATP - Adenosina trifosfato

BE - Balanço energético

BEN - Balanço energético negativo

C2 - Carbono 2

C3 - Carbono 3

CE - Condição do escore

CEC - Condição de escore corporal

CEP - Código de endereçamento postal

CIDR - Dispositivo intravaginal de liberação controlada (controlled internal drug release)

dL - Decilitro

FACC - Farelo de castanha de caju

FADH₂ - Flavo-adenina dinucleótide reduzido

FDA - Fibra em detergente ácido

FDN - Fibra em detergente neutro

FSH - Hormônio folículo estimulante

G - Grama

GH - Hormônio do crescimento

GnRH - Hormônio liberador de gonadotrofinas

Hcel - Hemiceluloses

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IGF - Fator de crescimento semelhante a insulina

IGFBP - Proteína ligadora do fator de crescimento semelhante a insulina

IGFBPase - Enzima de inativação da proteína ligadora do fator de crescimento semelhante a insulina

IM - Intramuscular

Kg - Kilograma

LANUPRUMI - Laboratório de Nutrição e Produção de Ruminantes

LH - Hormônio luteinizante

LIG - Lignina

mg - Miligrama

MHz - Megahertz

mm - Milímetro

MS - Matéria seca

NADH - Nicotinamida adenina dinucleotídeo reduzido

NDT - Nutrientes digestíveis totais

NIDA - Nitrogênio Insolúvel em Detergente Ácido

NIDN - Nitrogênio Insolúvel em Detergente Neutro

NPY - Neuropeptídio Y

PB - Proteína bruta

PFL - Prolactina

PGF₂ α - Prostaglandin F₂ α

pH - Potencial hidrogeniônico

PPGCV - Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias

PV - Peso vivo

RNA_m - Ácido ribonucleico mensageiro

SPRD - Sem padrão de raça definida

TAG - Triacilglicerol

Tel - Telefone

UECE - Universidade Estadual do Ceará

USA - Estados Unidos

FUNCAP - Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico

β - Beta

β -OH - Beta-hidroxibutirato

°C - grau Celsius

% - Percentual

® - Firma registrada

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	16
2.1 Balanço energético negativo e pós-parto	16
2.2 Principais causas de anestro pós-parto	17
2.3 Balanço energético negativo e fertilidade	18
2.4 Quadro hormonal, balanço energético negativo e desenvolvimento folicular e ovulação	19
2.5 Fontes alimentares energéticas, balanço energético e desempenho reprodutivo pós-parto	25
3 JUSTIFICATIVA	30
4 HIPÓTESE CIENTÍFICA.....	31
5 OBJETIVOS	32
5.1 OBJETIVO GERAL.....	32
5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	32
6 CAPÍTULO I	33
7 CONCLUSÕES.....	57
8 PERSPECTIVAS.....	58
9 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	59

1 INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, a caprinocultura vem se destacando como uma das principais atividades econômicas exercidas por pequenos e grandes produtores de carne, leite e pele em todo o mundo. Entretanto, a região Nordeste, caracterizada por concentrar em torno de 91,04% da população caprina e 54,98% da população ovina do Brasil (IBGE, 2006), ainda enfrenta sérios entraves no que concerne à obtenção de elevados índices de produtividade nesta espécie. Essa realidade se agrava, principalmente, naqueles rebanhos que dependem de pastagens naturais como sua principal fonte de nutrientes, já que estas possuem a produção e a qualidade sujeitas a fatores climáticos. Este fato resulta na sazonalidade da oferta de produtos para o consumidor, comprometendo a competitividade e sustentabilidade do agronegócio.

Nesta região, as secas periódicas impõem severas restrições ao suprimento de forragens e, por conseguinte à produção de pequenos ruminantes. A alimentação inadequada é um dos fatores de maior limitação no potencial reprodutivo nestas espécies devido, principalmente, ao prolongado anestro pós-parto (MAIA e COSTA, 1998). Estudos têm demonstrado que ruminantes domésticos que apresentam baixa ou alta CEC ao parto parecem ser mais predisponentes a desordens metabólicas, problemas de parto, baixa produção e baixo desempenho reprodutivo, em virtude da mobilização excessiva de reservas corporais principalmene no início da lactação (LENTS et al., 2008). Além disso, o desempenho reprodutivo sofre, ainda, efeitos nutricionais indiretos por meio do impacto da nutrição sobre as concentrações hormonais e de metabólitos circulantes (ROBSON et al., 2006). Segundo Flores et al. (2007), vacas com baixa condição de escore corporal ao parto têm um prolongado período de anestro pós-parto e não são capazes de se reproduzirem durante a época de reprodução.

Neste sentido, objetivando-se ressaltar a importância do papel nutricional sobre o desempenho reprodutivo pós-parto, em especial na espécie caprina, será abordada uma revisão de literatura sobre balanço energético negativo e pós-parto, principais causas de anestro pós-parto, balanço energético negativo e fertilidade, quadro hormonal, balanço energético negativo e desenvolvimento folicular e ovulação e fontes alimentares energéticas, balanço energético e desempenho reprodutivo pós-parto.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Balanço energético negativo e pós-parto

O pós-parto compreende o período entre o parto e o restabelecimento das funções normais do útero e ovários, para que a fêmea possa desenvolver uma nova gestação (SVENNERSTEN-SJAUNJA e OLSSON, 2005). Nesse período, ocorre uma série de eventos em resposta a várias alterações metabólicas e endócrinas (ETHERTON e BAUMAN, 1998). Dentre essas alterações podemos destacar o balanço energético negativo (BEN), caracterizado por um déficit no status energético. Segundo Jorritsma et al. (2003), o BEN ocorre quando a energia oriunda do consumo alimentar é insuficiente para manter a produção de leite e as necessidades fisiológicas da parturiente.

Esse BEN normalmente tem início no final da gestação, com o aumento das necessidades de nutrientes pelo feto (OLSON, 2002), e segue-se até a 3 - 4ª semana pós-parto, podendo persistir em vacas leiteiras por 10 a 12 semanas de lactação (Bell, 1995). Segundo Hayirli, Bertics e Grummer (2002), durante o período de BEN, inicialmente ocorre diminuição na ingestão de matéria-seca, e consequentemente há uma mobilização das reservas corporais, refletindo em redução do peso corpóreo (FENWICK et al., 2006) e diminuição da condição de escore corporal (CEC) (PRYCE; COFFEY e SIMM, 2001). Dessa forma, sugere-se que a gravidade e a duração do BEN podem estar correlacionadas negativamente com a ingestão de matéria seca (GRUMMER; MASHEK e HAYIRLI, 2004).

Nos ruminantes, são evidenciadas algumas estratégias de adaptação durante esse intenso déficit energético, como aumento do tempo de pastagem e hipertrofia da mucosa gastrintestinal (BERGMAN et al., 2001), o que permite uma maior eficiência na absorção e na taxa de troca de nutrientes com a circulação sanguínea (MELLADO et al., 2004). Entretanto, esses mecanismos compensatórios são pouco eficientes para manter a homeostase do organismo, concomitantemente com a produção de leite, devido à grande demanda de glicose na glândula mamária durante a lactogênese, principalmente na síntese de lactose, que é considerada a maior reguladora osmótica no controle do volume de leite produzido na glândula mamária (GRUMMER; MASHEK e HAYIRLI, 2004). A importância dessa molécula no metabolismo da glândula mamária é demonstrada mais claramente na fase inicial da lactação quando as exigências para a síntese dos constituintes do leite aumentam, podendo provocar alterações no perfil metabólico do animal (BRADFORD e ALLEN, 2008).

Segundo Chamberlain e Wilkinson (2002), essas alterações metabólicas são caracterizadas por baixas concentrações de insulina no sangue, glicogênio hepático, além de altas concentrações sorológicas de glucagon, hormônio do crescimento (GH), β -hidroxibutirato (β -OH), triglicerídeos hepáticos e ácidos graxos não-esterificados (AGNE). Além disso, esse quadro de desequilíbrio metabólico, inerente ao pós-parto, pode acarretar em algumas desordens mais graves, como a toxemia da prenhez em ovinos e caprinos (SCHLUMBOHM e HARMEYER, 2004), lipidose hepática e cetose em bovinos (DRACKLEY; CICELA e LACOUNT, 2003).

Durante esse período ocorrem diversas ondas anovulatórias de curta duração, com o folículo dominante regredindo após a divergência (WILTBANK; GUMEN e SARTORI, 2002). Acredita-se que no pós-parto inicial o BEN torna o hipotálamo extremamente sensível ao estradiol, de forma que baixas concentrações circulantes desse hormônio são suficientes para inibir a secreção pulsátil do hormônio liberador de gonodotrofinas (GnRH) (SCHNEIDER, 2004). Consequentemente, a liberação do hormônio folículo estimulante (FSH) é reduzida e não há estímulo suficiente para a manutenção do crescimento folicular após a divergência. Como o folículo não cresce suficientemente, a produção de estradiol é insuficiente para induzir o pico de LH e o folículo entra em atresia, com subsequente início de uma nova onda folicular.

Lucy et al. (1991) examinando o desenvolvimento folicular por ultra-sonografia, observaram uma redução no número de folículos de classe 1 (3-5 mm) e classe 2 (6-9 mm) e aumento nos folículos de classe 3 (10-15 mm) 25 dias após o parto em vacas com balanço energético negativo. Beam e Butler (1998) relataram uma deficiência na seleção e no crescimento de folículos com diâmetros acima de 15 mm em vacas que estão em BEN, durante as duas primeiras semanas pós-parto.

Não obstante, Webb et al. (2004) verificaram que um melhor balanço energético possibilita o aumento da competência folicular, com maior duração na secreção de estrógenos pelo folículo dominante, aumentando assim o diâmetro folicular. Além disso, no início do pós-parto, em vacas submetidas a um BEN, Armstrong, Gong e Webb (2003) demonstraram que há uma queda tanto no crescimento de folículos dominantes quanto na produção de estradiol.

2.2 Principais causas de anestro pós-parto

O anestro é caracterizado por um estado de aciclicidade ovariana, refletindo numa completa inatividade sexual, sem manifestação de estro e ovulação (YAVAS e WALTON, 2000). Por sua vez, compreende o período transcorrido do parto até a manifestação do primeiro estro fértil, ou seja, aquele em que é possível a ocorrência de uma nova concepção (YAVAS e WALTON, 2000). Em vacas, bem como em outras fêmeas domésticas, o anestro pós-parto é fisiológico, sendo considerado anormal nesta espécie somente quando ultrapassa um período superior a 90 dias. Entretanto, em regiões tropicais esse período pode chegar a mais de 150 dias (VACCARO, 1990), ocasionando perdas econômicas consideráveis.

Em cabras das raças Saanen e Anglo-Nubiana, criadas no nordeste do Brasil, foram verificadas uma duração média do anestro pós-parto de $95,26 \pm 11,80$ e $78,93 \pm 7,61$ dias, respectivamente (FREITAS et al., 2004). Além disso, Maia e Costa (1998), trabalhando com a raça Canindé, detectaram um período de $46 \pm 3,4$ dias de anestro pós-parto e Andrioli, Simplício e Machado (1992) observaram anestro de $52,3 \pm 3,9$ dias, em fêmeas sem padrão de raça definida (SPRD) paridas na estação seca.

Durante o período pós-parto é frequente a presença de ovários afuncionais, embora apresente desenvolvimento folicular, nenhum folículo é capaz de ovular (ROCHE et al., 2002). O reinício do desenvolvimento folicular ovariano após a parição depende largamente do ritmo em que o GnRH é secretado, influenciando assim a produção e liberação do hormônio folículo estimulante (FSH) e hormônio luteinizante (LH), e consequentemente o desenvolvimento folicular. De acordo com Chagas et al. (2007), a falha no processo de desenvolvimento folicular e de ovulação no pós-parto pode ser o resultado de uma inibição do eixo hipotálamo-hipófise-ovário. Fray, Lamminig e Haresign (1995) observaram em ovelhas que a responsividade hipofisária normal ao GnRH pode retornar 6 a 8 semanas após o parto e, ainda, que infusões contínuas desse hormônio podem induzir a ovulação durante o período de anestro pós-parto.

Segundo Roche et al. (2002), a falha no processo de ovulação se deve também à incapacidade do folículo dominante em produzir concentrações de estrógeno suficientes para induzir uma onda pré-ovulatória de gonadotrofinas e, consequentemente, a ovulação. Essa deficiência na síntese de estrógeno está relacionada com a intensidade do BEN no início do pós-parto (BUTLER, 2000) ocasionando, consequentemente, uma redução na secreção do LH, sendo este, um importante fator limitante ao reinício da atividade ovariana (SPICER; CHASE Jr e RUTTER, 2002).

Outro aspecto de grande relevância, que tem sido associado à duração do anestro pós-parto é a amamentação (QURESHI e AHMAD, 2008), ou seja, a presença da cria ao pé. De acordo com Mwaanga e Janowski (2000), o estágio da lactação e a sucção dos tetos estão intimamente relacionados com a duração do período anovulatório pós-parto. Isso foi demonstrado por Gordon (1999), ao verificar que o desmame precoce dos borregos antecipa o reinício da atividade ovariana, ainda que possa atrasar a involução uterina. De acordo com Gordon (1999), nas duas primeiras semanas pós-parto, a frequência de amamentação parece ter correlação positiva com a duração do período de anestro pós-parto.

O início da lactação pode afetar negativamente a duração do período de anestro pós-parto (MWAANGA e JANOWSKI, 2000), uma vez que a produção de leite se eleva rapidamente após o parto, devido ao rápido aumento da secreção de prolactina (PRL). Imediatamente após o parto, o estímulo de sucção eleva os níveis circulantes de oxitocina e consequentemente os níveis circulantes de PRL (ZAMIRI; QOTBI e IZADIFARD, 2001), sendo que este normalmente determina a inibição da liberação de LH (GÓMEZ et al., 1992).

2.3 Balanço energético negativo e fertilidade

O BEN no início da lactação parece estar correlacionado com a redução na taxa de concepção e fertilidade (WATHES et al., 2007). Segundo Butler (2000), quanto maior o BEN, maior é a redução de concepção e consequentemente menor a taxa de fertilidade. Wright e Malmo (1992) demonstraram que aproximadamente 30% dos ruminantes com o BEN no início da lactação permanecem em inatividade sexual. Entretanto, a compreensão da relação entre o BEN e a fertilidade ainda continua sendo bastante especulativa.

Segundo Rhodes et al. (1995), em rebanho leiteiro, a avaliação direta do balanço energético individual é de difícil execução. Dessa forma, a avaliação da CEC é uma medida indireta fundamental para correlacionar o déficit energético com o status reprodutivo do animal. Butler (2000) demonstrou que a perda de uma unidade ou mais da CEC numa escala de cinco pontos durante a fase inicial de lactação aumenta o risco de baixa fertilidade, com taxas de concepção variando de 17% a 38%. Loeffler et al. (1999) observaram que vacas com um CEC de 3,0 durante a inseminação artificial aumentaram significativamente a taxa de prenhez.

De acordo com Butler (2000), ao diminuir o intervalo entre o parto e a primeira ovulação, há tempo suficiente para a realização de vários ciclos ovarianos antes da primeira inseminação, que, por sua vez, melhora a taxa de concepção.

Um dos principais elos da fertilidade com o BEN são as concentrações plasmáticas de progesterona. Segundo Butler, Pelton e Butler (2006), os níveis séricos desse hormônio são sensivelmente reduzidos com o BEN. Esse fato foi observado por Villa-Godoy et al. (1988) ao verificarem que vacas com intenso BEN até o nono dia pós-parto permaneciam com os níveis séricos de progesterona reduzidos até o terceiro ciclo estral subsequente. Por outro lado, Spicer, Alonso e Chabarlain (2001) demonstraram que as concentrações de progesterona na circulação periférica aumentam durante os primeiros dois ou três ciclos ovulatórios pós-parto.

Miyoshi, Pate e Palmquist (2001), hipotetizaram que o crescimento e desenvolvimento de folículos ovarianos até a ovulação são drasticamente afetados durante o BEN, devido a uma baixa secreção de progesterona. Esta hipótese pode explicar bem o padrão de concentrações séricas de progesterona em vacas lactantes, porém, os efeitos da dieta também devem ser considerados. Nos ovinos, a ingestão de alimentos de alto valor energético diminui as concentrações de progesterona no sangue (PARR et al., 1993). Já em bovinos, Nolan et al. (1998) verificaram que as concentrações plasmáticas de progesterona foram cerca de 25% menor em novilhas alimentadas com dieta de alta energia, quando comparadas, com aquelas alimentadas com uma dieta de baixa energia. Além disso, vacas em lactação alimentadas com dietas de alto teor protéico podem também aumentar a taxa de depuração metabólica de progesterona (WESTWOOD; LEAN e KELLAWAY, 1998).

2.4 Quadro hormonal, balanço energético negativo e desenvolvimento folicular e ovulação

A resposta ovariana durante o BEN pode ser influenciada por vários fatores extrínsecos (relacionados ao ambiente) e intrínsecos (relacionados ao animal). Quanto aos fatores relacionados ao ambiente, podemos destacar a nutrição, que tem sido correlacionada positivamente com o crescimento folicular e a taxa de ovulação (ARMSTRONG; GONG e WEBB, 2003). Essa correlação parece ser mediada por fatores intrínsecos, que podem agir por mecanismos endócrinos, parácrinos ou autócrinos. Dentre eles podemos destacar o sistema IGF, a insulina, a glicose, o hormônio do crescimento (GH) e a leptina, os quais serão descritos a seguir.

2.4.1 Sistema IGF

Os fatores de crescimento semelhante à insulina ou somatomedinas (IGF), são secretados pelo fígado e por vários outros tecidos em resposta ao estímulo do GH e à nutrição (LENGYEL, 2006). O sistema IGF ovariano é complexo e composto por IGF-I e IGF-II com seus respectivos receptores 1 e 2, seis proteínas ligadoras à IGF que são as IGFBP-1, -2, -3, -4, -5 e -6 e por enzimas de inativação (IGFBPase) das IGFBP. Além disso, é um potente agente mitogênico, que estimula a diferenciação e proliferação celular e atua de maneira sinérgica com o FSH, aumentando a atividade da P450 aromatase (NEVES; RAMOS e MARQUES Jr., 2005).

A importância dos IGF no desenvolvimento de folículos pré-antrais já foi claramente demonstrada nos estágios iniciais de desenvolvimento folicular, visto que a ausência dessa substância levou a um comprometimento severo da foliculogênese pré-antral e antral inicial em camundongos (BURATINI et al., 2000). Nos folículos antrais, o sistema IGF é determinante no estabelecimento da dominância folicular (RIVERA et al., 2001) e parece atuar em sinergismo com o FSH na síntese de estradiol (FORTUNE; RIVERA e YANG, 2004).

Webb et al. (2004), afirmam que mudanças induzidas pelo manejo nutricional na concentração circulante de insulina e no sistema IGF são importantes para o recrutamento folicular e citam que pequenos folículos de novilhas superalimentadas tiveram uma redução significativa nos níveis de RNAm de IGFBP-2 e -4, regulando a biodisponibilidade de IGF. Este provavelmente é um fator crítico no controle do desenvolvimento folicular pré-antral.

Hamilton et al. (1999), coletaram células da granulosa de vacas em anestro induzido por restrição alimentar prolongada, e cultivaram com IGF-I ou insulina, havendo aumento da proliferação de células da granulosa e da produção de progesterona em ambos os cultivos. Os autores citam que as concentrações de IGF-I e insulina decrescem com a restrição alimentar e esse decréscimo tem efeito direto no crescimento folicular.

Butler (2000), afirma que os níveis plasmáticos de IGF-I estão diretamente relacionados com o status nutricional e que a presença de IGF-I é fator crítico no desenvolvimento folicular. Vacas de leite no período pós-parto que desenvolviam um folículo dominante capaz de ovular apresentavam os níveis de IGF-I 40-50% mais altos durante as 2 primeiras semanas comparadas com os níveis presentes nas vacas com folículos não ovulatórios. Além do mais, concentração plasmática de estradiol foi altamente correlacionada com os níveis plasmáticos de IGF-I. Isso é consistente com as demonstrações que alterações

sistêmicas nas concentrações de IGF-I e IGF-BPs também afetam suas concentrações no fluido folicular. Afirma também que durante o período de balanço energético negativo inicial, a habilidade do folículo para produzir suficiente estradiol para a ovulação parece depender da biodisponibilidade de insulina e IGF-I plasmáticas e de alterações no perfil do balanço energético.

Landau et al. (2000), afirmam que as concentrações plasmáticas de insulina e IGF-I decrescem à medida que a deficiência nutricional leva o animal ao anestro, mas em contraste com a insulina, que é sistêmica e chega ao ovário pela circulação, o IGF-I também é produzido localmente no ovário e sua concentração no fluido folicular não é afetada pelo status nutricional. Dessa forma os autores sugerem que a concentração sérica de insulina parece ser o principal sinal nutricional para os centros cerebrais que regulam a secreção de GnRH.

Análises imunohistoquímicas mostraram a presença de receptores do hormônio do crescimento (GH) e IGF-I no corpo lúteo bovino. Mostrando que o IGF-I potencializa a ação das gonadotrofinas nas células luteais e aumenta a síntese de progesterona em sistemas *in vitro* (SANTOS e AMSTALDEN, 1998).

2.4.2 Insulina

A insulina é secretada pelas células β do pâncreas e tem papel fundamental no metabolismo corporal e também atua como sinal do status energético para o sistema nervoso central. Estudos com cultivo *in vitro* de células hipotalâmicas têm mostrado que a insulina pode estimular a liberação de GnRH sendo também necessária para a pulsatilidade normal de LH. No ovário, receptores de insulina estão amplamente distribuídos nas células da granulosa, da teca e estroma ovariano e atua como um potente estimulador da produção de estradiol pelo aumento de sua sensibilidade às gonadotrofinas (BOSSIS et al., 1999). Além disso, Butler et al. (2003) demonstraram que a insulina age *in vitro* diretamente estimulando a mitose e a produção de esteróides em células da granulosa de bovinos, ou pela interação entre receptores de insulina e de IGF-I.

Estudos têm demonstrado a importância da insulina como um sinal mediador dos efeitos de alterações do balanço energético negativo sobre a dinâmica folicular em ruminantes (BUTLER, 2000). O decréscimo na fertilidade de vacas de leite com balanço energético negativo no período pós-parto tem sido associado com a redução nas concentrações de IGF-I e insulina (van KNEGSEL et al., 2007). As concentrações séricas de insulina apresentam

variações diurnas, mas também ocorre variação durante o ciclo estral, com significativo aumento durante o período pré-ovulatório (ARMSTRONG; GONG e WEBB, 2003), sendo o estradiol um forte candidato como mediador dessa alteração. Webb et al. (2004) verificaram que um aumento das concentrações séricas de insulina ocorre paralelamente ao aumento de estradiol, favorecendo o desenvolvimento do folículo dominante até a ovulação.

Dessa forma, o atraso na primeira ovulação parece ser comum no período pós-parto em ruminantes com elevado mérito genético para produção de leite e tem sido associado com menores concentrações circulantes de insulina (BUTLER, 2000). Em contraste, dietas destinadas a aumentar as concentrações circulantes de insulina podem acelerar a primeira ovulação pós-parto. Para confirmar, Gong et al. (2002a), relata que vacas de leite de alta produção que receberam dieta energética (que eleva os níveis de insulina) nos primeiros 50 dias de lactação aceleraram a primeira ovulação pós-parto e diminuíram o intervalo parto/primeiro serviço/concepção. Foi verificado ainda, que a infusão de insulina aumentou tanto o diâmetro do folículo dominante como a taxa de ovulação em novilhas de corte sob restrição alimentar (WEBB et al., 2004).

Morimoto et al. (2001), mostraram que animais que receberam tratamento nutricional por um curto período apresentam um aumento nas concentrações de glicose e insulina no ambiente folicular. Estes mesmos autores afirmam que houve diferenças significativas nas concentrações de insulina e glicose entre folículos pré-ovulatórios e os subordinados, atingindo concentrações máximas próximo do estro, sugerindo que tratamentos nutricionais por um curto período (durante os dias da fase luteal) afetam as concentrações de glicose e insulina intrafolicular e pode ser uma prática importante para melhorar a fertilidade de vacas de leite de alta produção.

2.4.3 Glicose

A glicose parece ser um sinal metabólico gerando informação para o controle da secreção de GnRH, de acordo com sua biodisponibilidade, ela age dentro do sistema nervoso central na detecção de sítios periféricos para o GnRH e modula, de forma indireta, a secreção de LH. Animais com hipoglicemia apresentaram atraso no início da liberação de LH, no entanto a infusão de glicose restaurou o tempo normal da liberação de LH induzida pelo estrógeno (DISKIN et al., 2003).

Bossis et al. (1999), afirmam que animais submetidos à restrição nutricional apresentam reduzidas concentrações de glicose, no entanto essas alterações provavelmente

têm um pequeno impacto direto na função ovariana, pois estudos *in vitro* indicam que apesar de a glicose ser necessária para a esteroidogênese máxima a concentração pode variar desde 25 a 75 mg/dL sem alterar seus efeitos estimulatórios.

No entanto, as mudanças nas concentrações de glicose devem influenciar a função hipotalâmica-hipofisária, pois infusão sistêmica de glicose em vacas lactantes em anestro aumentou a frequência de pulsos e a concentração de LH sérico durante tratamento com GnRH, e a concentração de glicose foi positivamente correlacionada com dieta ingerida e frequência de pulsos de LH em novilhas pré-púberes (BOSSIS et al., 1999).

2.4.4 Hormônio do crescimento

O GH tem um papel na regulação da função ovariana, mas os mecanismos exatos da sua ação ainda não estão bem esclarecidos. Sabe-se que restrição nutricional leva ao aumento da concentração de GH plasmático, sendo que seu principal efeito parece ser regular a síntese e liberação de IGF-I hepática, entretanto ainda não foi descartada a possibilidade do GH ter efeito direto no ovário, uma vez que RNAm para receptores dessa substância tem sido detectados nesta gônada (HEAP et al., 1996). Fortune (2003) cita trabalhos que detectaram RNAm para receptores de GH nos folículos ovarianos e existem evidências de que esses receptores estão presentes nas células da granulosa, o que possibilitaria uma ação direta do GH no ovário. Diskin et al. (2003), ainda reforça essa hipótese ao citar que em rebanhos com deficiência na expressão de receptores de GH, as fêmeas são capazes de reproduzir, porém, apresentam menor desempenho, sugerindo, portanto, que o GH não seja essencial para a função reprodutiva, mas que atue também como um facilitador, com o objetivo de melhorar a resposta reprodutiva do rebanho.

De acordo com Fortune (2003), populações de camundongos transgênicos com super-expressão de GH bovino tiveram aumento no número de folículos pré-antrais e antrais, e que camundongos que sofreram redução dos receptores de GH tiveram reduzidas concentrações plasmáticas de IGF-I e de RNAm de IGF-I ovariano, sendo difícil concluir, nesse caso, se o efeito do GH na função ovariana foi direto ou indireto. Já em ruminantes, Diskin et al. (2003), demonstraram que o principal efeito do GH na reprodução dessas espécies parece ser através do efeito regulatório na síntese hepática de IGF-I e na sua secreção, mas não se tem evidências de que a síntese folicular de IGF-I seja dependente de GH, ou que o GH exerça um efeito direto nos folículos.

Thomas, Bao e Williams (1997), observaram que não houve aumento de IGF-I sérico acompanhando o aumento de GH em novilhas que receberam dieta com adição de gordura, mas as concentrações de IGF-I no fluido folicular aumentaram. O tratamento com GH foi mostrado para ter um significativo efeito em desenvolvimento de folículos ovarianos em vacas não lactantes (GONG et al., 2002b) e lactantes (LUCY, 2003). Por outro lado, Gong et al. (2002a), confirmaram a importância da insulina e do sistema IGF como mediadores do GH no crescimento folicular inicial, ao observar que novilhas aumentaram significativamente o número de folículos pequenos com o aumento dos níveis plasmáticos de insulina e IGF-I. No entanto, o mesmo não ocorreu quando apenas o GH foi administrado. Além disso, foi verificado ainda que as concentrações de IGF e insulina de novilhas tratadas com GH agiram em sinergismo com as gonadotrofinas, estimulando a proliferação de células da granulosa em folículos pequenos, mas não em médios e grandes. Esses achados estão de acordo com observações prévias de que o GH aumenta a população somente de folículos pequenos.

2.4.5 Leptina

A leptina é uma proteína secretada pelos adipócitos. Pesquisas recentes têm observado que a leptina funciona como uma mediadora entre o status nutricional e o desempenho reprodutivo (SPICER; ALONSO e CHABERLAIN, 2001), inibindo a atividade reprodutiva quando as reservas corporais e/ou energéticas estão deficientes (DISKIN et al., 2003). Seus receptores são encontrados principalmente no hipotálamo, nos núcleos arqueados, dorsomedial, ventromedial e paraventricular (LEURY et al., 2003), onde exerce um importante papel no controle da ingestão alimentar e na regulação de deposição de tecido adiposo (LIEFERS et al., 2003). Segundo Schneider (2004), as concentrações de leptina informam ao sistema nervoso central sobre a quantidade de adipócitos corporais ou a disponibilidade de metabólitos, como a glicose e os ácidos gordurosos livres.

De acordo com Zieba et al. (2003), a leptina tem se mostrado cada vez mais ser uma ligação entre a condição nutricional e a função reprodutiva. Além disso, tem sido demonstrado que a leptina age centralmente no eixo hipotalâmico-hipofisário através de seus receptores e do neuropeptídeo Y (NPY), e periféricamente age diretamente sobre as gônadas (WILLIAMS et al., 2002). Em ruminantes, a leptina não participa apenas do controle da secreção de gonadotrofinas via ação sobre o eixo hipotalâmico-hipofisário, mas também pode modular diretamente a função ovariana, pois, as células da granulosa e da teca possuem receptores com alta afinidade para esta proteína (RYAN et al., 2003). Armstrong, Gong e

Webb (2003), observaram em sistema de cultivo que a leptina inibe a secreção de estradiol e de androstenediona nas células da granulosa e da teca, respectivamente. Além disso, Spicer, Alonso e Chaberbain (2001), descrevem que a leptina inibe a ação da insulina na esteroidogênese.

A expressão de RNAm para receptores de leptina e da proteína leptina tem sido observada em várias espécies, sendo encontrada no fluido folicular em concentrações correspondentes àsquelas do plasma (CIOFFI et al., 1997). Existem evidências que a insulina tem um relevante papel na regulação da expressão da leptina, pois ela eleva a expressão de RNAm da leptina, que por sua vez diminui a secreção de insulina no pâncreas, estabelecendo então um mecanismo de “feed back” negativo entre leptina e insulina.

O GH também pode regular expressão da leptina, porém de forma indireta, pois ele modifica a resposta do tecido adiposo à insulina (COSTA et al., 1997). Segundo Leury et al. (2003), o GH é um regulador negativo da leptina plasmática em vacas leiteiras durante o período do parto. Block et al. (2003) demonstrou que a concentração plasmática de leptina estava reduzida próximo ao parto de vacas holandesas, devido à baixa condição nutricional em que esses animais se encontravam neste período, coincidindo com o repentino aumento do uso das reservas de tecido adiposo como fonte de energia, sugerindo que os processos envolvidos no início da lactação, como balanço energético negativo e todos os processos adaptativos deste período, modificam as concentrações plasmáticas de leptina.

2.5 Fontes alimentares energéticas, balanço energético e desempenho reprodutivo pós-parto

Um bom índice reprodutivo, em qualquer criação animal, necessita de um adequado manejo nutricional. Melhoras no sistema de manejo nutricional vêm sendo feitas para atender o intenso ritmo produtivo imposto pela seleção genética em vacas de alta produção de leite, visando um aumento na lucratividade (van KNEGSEL et al., 2007).

Segundo Westwood, Lean e Garvin (2002) existem uma série de fatores que estão associados com o efeito direto do manejo nutricional sobre a fertilidade dos animais. Como exemplo, podem ser citadas a quantidade e a qualidade dos alimentos consumidos, o estado nutricional antes e após o parto, a CEC, bem como a competição por nutrientes entre a reprodução e outras funções fisiológicas exercidas pelos órgãos e tecidos do animal.

Estudos têm demonstrado que animais com baixa CEC, tanto antes como após o parto, têm maior probabilidade de terem problemas reprodutivos durante o pós-parto (MINOR et al., 1998). Este fato é claramente observado, principalmente em vacas leiteiras de alto mérito, em

virtude do acréscimo das demandas energéticas para a síntese de leite, acompanhado por uma redução no consumo alimentar, o que normalmente resulta em uma série de eventos, como aumento da incidência de doenças metabólicas, e principalmente BEN (GRUMMER, 2008). Esse último ocorre quando a energia necessária para a manutenção do metabolismo fisiológico e produção de leite é maior que a energia consumida, principalmente no início do período lactacional (van KNEGSEL et al., 2005; 2007). Nesse período, segundo Butler, Pelton e Butler (2006), o BEN parece estar relacionado com as concentrações séricas de AGNE, β -OH, glicose e insulina durante o período de mobilização de gordura corporal.

O consumo de energia está associado com o BEN e com o desempenho reprodutivo. Nesse sentido, ingredientes alimentares como fibra, carboidratos, lipídios e proteínas que fornecem substratos para a fermentação ruminal, resultando na produção de ácidos graxos voláteis (AGV), são fundamentais no suprimento das necessidades metabólicas de animais com déficit energético. Os principais AGV produzidos são: acetato, butirato e propionato. Os dois primeiros podem ser divididos em fragmentos contendo dois átomos de carbono (C2) (lipogênicos), já o propionato é um fragmento contendo três átomos de carbono (C3) (glicogênico).

Os nutrientes lipogênicos e glicogênicos, durante o processo de oxidação, são desdobrados em acetil-coenzima-A (acetil-CoA) e oxaloacetato, respectivamente, que ao chegarem no ciclo de Krebs, fisiologicamente em uma proporção de 1:1, sofrem condensação por intermédio da enzima citrato-sintetase dando origem ao citrato (van KNEGSEL et al., 2005; 2007). O citrato é responsável por intermediar as reações do ciclo de Krebs, para a produção de ATP, NADH e $FADH_2$, onde estes podem reagir com o oxigênio, na cadeia respiratória, para produzir energia na forma de ATP (Figura 1a). No entanto, no início da lactação nos ruminantes, a ingestão de energia geralmente é menor que a energia necessária para a manutenção e produção de leite, resultando em um BEN e mobilização das reservas corporais. A principal forma de reserva de energia é através da gordura corporal, principal fonte de nutrientes lipogênicos. Assim, a mobilização de gordura corporal resulta em elevadas concentrações sanguíneas de AGNE, que podem ser oxidados em acetil-CoA.

Segundo van Knegsel et al. (2005), a alta produção de leite no início da lactação requer grandes quantidades de lactose, formada a partir de compostos C3. Dessa forma, com a intensa mobilização de gordura e direcionamento dos nutrientes glicogênicos para a glândula mamária, pode acarretar em um desequilíbrio na proporção de acetil-CoA:oxaloacetato, afetando a formação de citrato e consequentemente a disponibilidade de ATP. Alternativamente, a acetil-CoA é desviada para a produção de cetonas, acetona, acetoacetato e

β -OH podendo resultar em um estado de cetose ou toxemia da prenhez (DRACKLEY; CICELA e LACOUNT, 2003). Além disso, o excesso de nutrientes lipogênicos resulta na esterificação e armazenamento de ácidos graxos como triacilglicerol (TAG), no fígado, podendo resultar na síndrome do fígado gorduroso (Figura 1b).

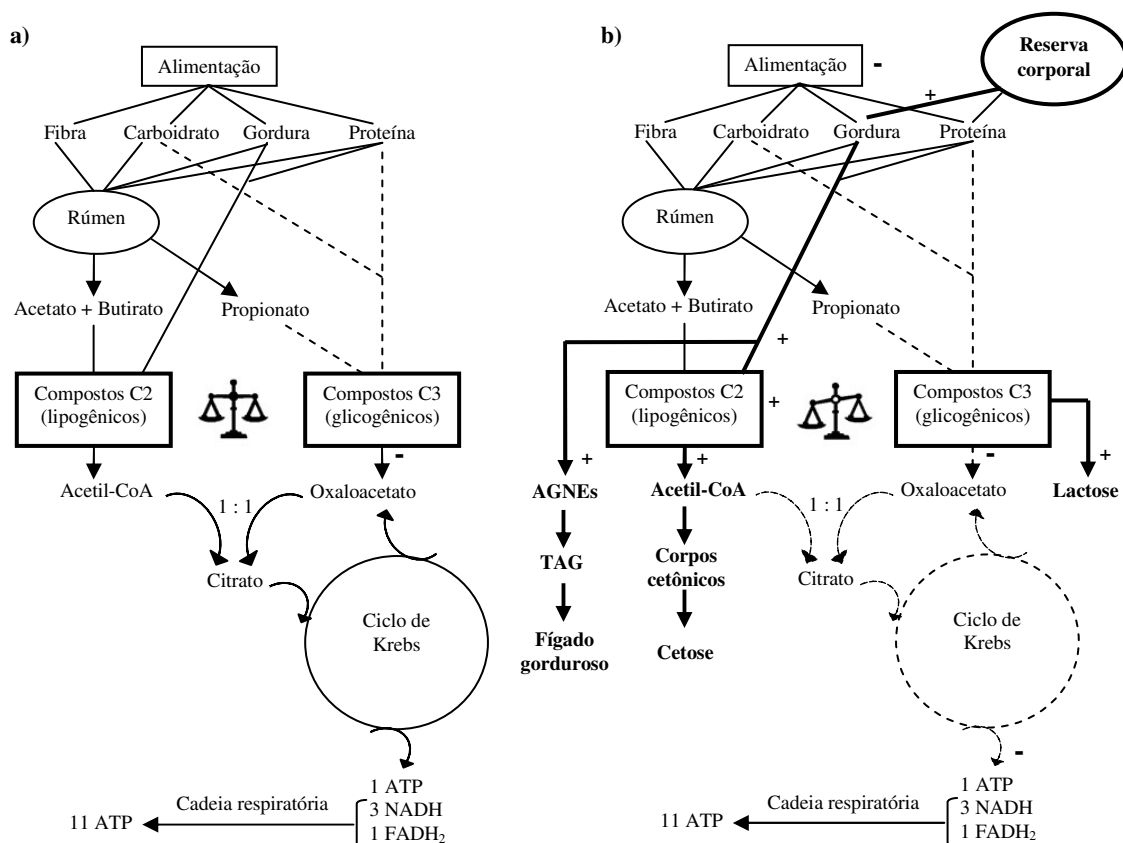


Figura 1 - Metabolismo energético em vacas leiteiras. (a) Fêmeas não lactantes; (b) Fêmeas lactantes durante o balanço energético negativo. Adaptado de Webster (1993).

Ruminantes com desordens metabólicas e reprodutivas no início da lactação podem sofrer de um desequilíbrio na disponibilidade de compostos C2 e C3 induzida pelo BEN (JERRED et al., 1990). No entanto, a variação de C2 e C3 também pode ser manipulada através de adaptações nos ingredientes alimentares. Nutrientes lipogênicos podem aumentar a relação de C2-C3, enquanto que nutrientes glicogênicos têm sido relatados por diminuir essa relação (C2-C3) (van KNEGSEL et al., 2005).

De acordo com Drackley, Cicela e Lacount (2003), a utilização de nutrientes lipogênicos aumenta a concentração plasmática do AGNE, β -OH e GH, entretanto, há uma redução nas concentrações séricas de insulina e glicose (MIYOSHI; PATE e PALMQUIST,

2001). Já em relação à utilização de alimentos glicogênicos, foram verificados efeitos contrários em todos os parâmetros supracitados (RUPPERT et al., 2003).

Os efeitos de nutrientes lipogênicos e glicogênicos permitem a mensuração do balanço energético (BE) e das variáveis reprodutivas. No entanto, ainda não existe um consenso na literatura sobre os efeitos desses alimentos no BE e fertilidade. Diante disso, podemos verificar que a principal problemática durante o metabolismo de vacas com alta produção leiteira, no início da lactação, parece estar correlacionada com a disponibilidade de nutrientes glicogênicos (C3) e lipogênicos (C2).

Nas últimas décadas, diversos trabalhos têm demonstrado que altas concentrações plasmáticas de glicose e insulina foram sugeridas como sinal positivo ao eixo reprodutivo (OLDICK et al., 1997). Segundo Miyoshi, Pate e Palmquist (2001), a insulina age sinergicamente com o FSH na diferenciação morfológica das células da granulosa, estimulando a produção de progesterona pelo corpo lúteo. Essas ações da insulina sobre o ovário sugerem que sua disponibilidade pode limitar a atividade ovariana e a sua receptividade à ação das gonadotrofinas (PUSHPAKUMARA et al., 2003).

Segundo Lucy et al. (1991), o consumo insuficiente de energia está relacionado com um baixo desempenho reprodutivo, resultando em um período prolongado de anestro pós-parto, baixa produção de progesterona pelo corpo lúteo, e baixa taxa de concepção. Carroll et al. (1990) verificaram que esse déficit energético também está correlacionado com o dia da primeira ovulação e com a taxa de prenhez.

Nesse sentido, uma das principais causas para esse déficit energético e talvez a mais relevante seja o próprio aumento na produção de leite associado ao aumento no consumo de alimento. Diversos trabalhos têm demonstrado uma correlação negativa entre o aumento da produção de leite e a eficiência reprodutiva em vacas leiteiras (ROYAL et al., 2000).

Segundo Webb et al. (1999), a dieta fornecida aos animais pode interferir na função ovariana, na qualidade dos oócitos e dos embriões e no ambiente uterino, afetando o desenvolvimento embrionário. Além disso, a nutrição tem significativo impacto em várias funções reprodutivas, incluindo produção de hormônios, fertilização e desenvolvimento embrionário inicial (BOLAND; LONERGAN e O'CALLAGHAN, 2001).

Diversos estudos mostram que planos nutricionais supercalóricos em ruminantes podem ser prejudiciais à qualidade do oócito, levando a baixa taxa de desenvolvimento embrionário pós-fecundação (Armstrong; Gong e Webb, 2003). Yaakub, O'Callaghan e Boland. (1999), relataram maior número de embriões transferíveis, produzidos *in vivo*, a partir de novilhas de corte superovuladas que receberam 3 Kg de concentrado por dia, comparados

ao grupo que recebeu concentrado à vontade. Por outro lado, Nolan et al. (1998), não observaram efeito da dieta fornecida *ad libitum* ou restrita na produção de embriões transferíveis.

3 JUSTIFICATIVA

No nordeste brasileiro, em consequência dos prolongados períodos de seca, a utilização das técnicas de reprodução assistida, como a sincronização do estro, permanece durante grande parte do ano dependente da manutenção das condições corporais dos animais.

O balanço energético é condição essencial no controle da eficiência reprodutiva em caprinos assim como nos outros ruminantes. Fêmeas com a condição corporal reduzida ao parto apresentam uma maior probabilidade de desenvolver doenças metabólicas, disfunções reprodutivas e redução na produção de leite. O aumento na condição corporal é usualmente associado a um aumento na taxa de ovulação e no tamanho da cria.

O impacto do estado nutricional sobre a atividade ovariana durante o período pós-parto tem sido amplamente relatado como consequência da ação que o balanço energético exerce na secreção de gonadotropinas. Em cabras, a duração do anestro é subordinado ao nível das reservas energéticas precedentes a parição, e por esta razão pode produzir uma considerável variação da resposta individual.

A ocorrência de desordens metabólicas durante o pós-parto é consequência de estratégias alimentares equivocadas, ou de um baixo status nutricional ao parto, os quais refletem-se negativamente no desempenho reprodutivo, notadamente em fêmeas. Em vacas e ovelhas a resposta a sincronização do estro, bem como, a taxa de fertilidade após o parto é dependente da duração do balanço energético negativo, do tempo para a recuperação das reservas corporais e, portanto, do plano alimentar imposto.

Nos caprinos, infelizmente, as evidências disponíveis não permitem entender completamente a interação entre protocolos hormonais e estado nutricional. Nestas espécies, embora a subnutrição influencie no sucesso da resposta à sincronização do estro a curto ou médio prazo, animais de raças adaptadas às condições do semiárido nordestino, com baixo estado nutricional, respondem de forma satisfatória ao tratamento de sincronização do estro após um breve período de realimentação.

Pelo exposto, é possível hipotetizar que cabras adaptadas a ambientes estressantes possuem uma maior capacidade de resposta a tratamentos hormonais, mesmo quando as condições nutricionais são críticas, como por exemplo, no período pós-parto, onde o nível do balanço energético ou a duração da subnutrição é de elevada intensidade.

4 HIPOTESE CIENTÍFICA

Em cabras a resposta reprodutiva após sincronização do estro no pós-parto depende do estado nutricional do animal e da interação que este exerce com a estimulação hormonal.

5 OBJETIVOS

5.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar o efeito do estado nutricional ao parto sobre a resposta à sincronização do estro, taxa de gestação e concentração de progesterona em cabras da raça Anglo-Nubiana.

5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Avaliar a condição corporal e o peso vivo durante o período pós-parto;
- Verificar o desempenho *in vivo* das crias do nascimento até o desmame;
- Verificar o número de animais em estro após o tratamento de sincronização;
- Mensurar os níveis plasmáticos de progesterona até 21 dias após a retirada do dispositivo intra-vaginal;
- Determinar a taxa de gestação aos 30 dias pós-cobertura.

6 CAPÍTULO I

Efeito da condição corporal sobre a resposta reprodutiva pós-parto em cabras Anglo-Nubiana criadas em sistema extensivo e com estro sincronizado mediante o tratamento CIDR-PGF_{2α}

Effect of body condition on the reproductive response in postpartum Anglonubian goats raised in extensive systems and synchronized estrus by treatment CIDR-PGF_{2α}

EFEITO DA CONDIÇÃO CORPORAL SOBRE A RESPOSTA REPRODUTIVA PÓS-
PARTO EM CABRAS ANGLO-NUBIANA CRIADAS EM SISTEMA EXTENSIVO E
COM ESTRO SINCRONIZADO MEDIANTE O TRATAMENTO CIDR-PGF_{2α}

Liliane Moreira Silva

Médica Veterinária, mestranda do Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinária da Universidade Estadual do Ceará (UECE), Av. Paranjana, 1700. Campus do Itaperi, 60740-000, Fortaleza, Ceará, Brazil, Tel: +55-85-31019858 Fax: +55-85-31019858. Fortaleza-CE. e-mail: lmsilvavet@gmail.com

Davide Rondina

Dr., Pesquisador CNPq e prof. da Faculdade de Veterinária da UECE, e-mail: davide@pq.cnpq.br

Airton Alencar de Araújo

Dr., prof. da Faculdade de Veterinária da UECE e Médico Veterinário da UFC, e-mail: aaalencar2002@yahoo.com.br

Magda Regina Corrêa Rodrigues

Mestre, doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinária/UECE. e-mail: magdard@ig.com.br

Aline Lime da Souza

Mestre em Ciências Veterinárias pelo Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinária/UECE. e-mail: lilith22dr@yahoo.com.br

Resumo

Para avaliar o efeito da condição corporal ao parto sobre a resposta reprodutiva pós-parto, foram utilizadas 30 cabras adultas, gestantes divididas em dois grupos experimentais ao parto: ECI (n = 16), com escore de $2,7 \pm 0,07$; e o grupo ECII (n = 14), de $2,0 \pm 0,07$. Os cabritos permaneceram junto com as mães e desmamados aos 40 dias de idade. Aos cinquenta dias pós-parto, as fêmeas tiveram o estro induzido por CIDR que permaneceu por 5 dias. No momento da remoção do dispositivo (Dia 0) as cabras receberam 1 mL de PGF_{2α} via IM de e submetida a monta natural durante 72 horas. Amostras de sangue foram coletadas no dia 0 e nos dias 1, 4, 8 e 21 após a remoção do CIDR para dosagem de progesterona. Durante o pós-parto o grupo ECI relatou uma maior queda de massa corporal (13%) contra 10% do grupo ECII ($p < 0,05$). O escore aos 42 dias pós-parto foi de $1,9 \pm 0,07$ e $1,6 \pm 0,06$ no grupo ECI e ECII respectivamente ($p < 0,05$). O peso vivo das crias no desmame no grupo ECI foi

superior ao ECII ($p < 0,001$). Todos os animais (100%) foram positivos a monta, entretanto a taxa de gestação foi maior no grupo ECI respeito ao ECII (87% vs. 36%; $p < 0,05$). No dia 0 a progesterona foi superior ($p < 0,05$) nos animais gestantes do ECI em relação aos demais grupos. Foram encontradas correlações positivas entre EC ao parto e progesterona ao dia 0 (0,57; $p < 0,01$) e 21 dias (0,47; $p < 0,05$), bem como entre EC e progesterona medidos aos 21 dias (0,51; $p < 0,05$), e entre as progesterona do dia 0 e 21 (0,39; $p < 0,05$). Em conclusão, o escore corporal ao parto não afetou a resposta à sincronização do estro, porém determinou a taxa de gestação, sendo a progesterona o principal sinalizador entre estado nutricional e resposta reprodutiva pós-parto.

Palavras-chave: Cabras. Escore Corporal. Sincronização do Estro. Taxa de Gestação. Progesterona.

Abstract

Thirty adult and pregnant goats were kept in semi-extensive system and classified in two groups based on body condition score: ECI ($n = 16$), with score of 2.7 ± 0.07 , and group ECII ($n = 14$), scored of 2.0 ± 0.07 . Kids were kept with does and weaned at 40 days aged. At fifth day post-partum, females had estrus synchronized by CIDR for 5 days, received at CIDR removal (Day 0), 1 mL PGF2 α IM and mated for 72 hours. Blood samples were taken at 0,1,4,8 and 21 day after CIDR removal for progesterone assay, and 30 days after mate pregnancy diagnosis was performed. During the post-partum period ECI group show a greater weight decrease (13%) against 10% of ECII group ($p < 0.05$). The EC at 42 days post-partum was 1.9 ± 0.08 e 1.6 ± 0.07 for the ECI and ECII groups respectively ($p < 0.05$). Birth weight of kids was statistically similar ($p > 0.05$), and at weaning ECI kids achieved a greater performance when compared to ECII ($p < 0.001$). All females (100%) were mated; by contrast the pregnancy rate was superior in ECI goats (87% vs. 36%; $p < 0.05$). Although prolificacy was similar between groups with a pooled mean of 1.53 ± 0.10 ($p > 0.05$), ECI reported a greater twinning rate (0.62 vs. 0.25; $p < 0.05$). Progesterone concentration was higher ($p < 0.05$) in pregnant does of ECI respect to the others groups. It was found a positive relationship between EC evaluated at parturition with the progesterone rate at day 0 (0.57; $p < 0.01$) or at 21 days after CIDR removal (0.47; $p < 0.05$), as well as among EC and progesterone levels measured at 21 days (0.51; $p < 0.05$), or between progesterone in the day 0 and 21 (0.39; $p < 0.05$). It was concluded that response to post-partum synchronization

appears to be low-dependent from energy balance while the pregnancy rate decreased in animals with low body condition score. Furthermore that progesterone is a very efficient signal in goats for reproductive response of effective nutritional status.

Keywords: Goats. Body Condition Score. Estrus Synchronization. Pregnancy rate. Progesterone.

Introdução

No nordeste brasileiro, em consequência dos prolongados períodos de seca, o principal entrave na utilização de técnicas de reprodução assistida como a sincronização do estro, é a manutenção da condição corporal do animal, que permanece baixa durante grande parte do ano (Freitas et al, 2004). O balanço energético é condição essencial no controle da eficiência reprodutiva em caprinos assim como nos outros ruminantes (Schneider, 2004). Fêmeas com a condição corporal reduzida ao parto apresentam uma maior probabilidade de desenvolver doenças metabólicas, disfunções reprodutivas e redução na produção de leite (Mulligan et al., 2006). Os efeitos do balanço energético negativo sobre a reprodução atuam principalmente ao nível hipotalâmico-hipofisário, inibindo a secreção de GnRH, e assim afetando a secreção de LH, FSH e estradiol, o que leva a um quadro de anovulação e anestro (Scaramuzzi, 2006).

Em bovinos e caprinos, a duração do anestro é subordinado ao nível das reservas energéticas, e por esta razão pode produzir uma considerável variação da resposta individual (Rondina et al., 2005). A relação positiva entre redução do peso corpóreo e quiescência ovariana induzida pela restrição alimentar foi demonstrada por Tanaka et al., (2003) em cabras Shiba. Estes autores com base em observações anteriores em vacas (Imakawa et al., 1986) e cabras (Tanaka et al., 2002) sugeriram 20% o ponto de corte da redução do peso vivo para induzir a quiescência ovariana, isso de forma similar quando relatado em bovinos (Rhodes et al., 1996). Diversos estudos têm demonstrado, (Paula et al., 2005; Rondina et al., 2005) que cabras adaptadas as condições do semi-árido nordestino, apresentam um valor muito próximo de 18% no ponto de corte (Rondina D., comunicação pessoal).

A ocorrência de um baixo estado nutricional ao parto reflete-se negativamente no desempenho reprodutivo do animal. Em bovinos a resposta à sincronização do estro, bem como a taxa de fertilidade após o parto é dependente da duração do balanço energético negativo, do tempo de recuperação das reservas corporais e, portanto do plano alimentar imposto (Jouany, 2006). Nos caprinos infelizmente os limitados números de contribuições

científicas, não permite entender completamente a interação entre estimulação hormonal e estado nutricional. Nesta espécie, sabemos como subnutrição a curto, médio ou longo prazo, afeta o sucesso da resposta à diferentes protocolos de sincronização do estro (Kusina et al., 2001; Paula et al., 2005). Todavia o restabelecimento da função ovariana ocorre após um breve período de realimentação quando o protocolo de sincronização do estro prevê o uso de gonadotropinas (Paula et al., 2005).

Entretanto trabalhos sobre a influência do balanço energético na sincronização do estro em cabras no sistema extensivo são poucos, sendo a maioria, realizados com bovinos. Portanto, o objetivo neste trabalho foi verificar o efeito da condição corporal sobre a resposta reprodutiva pós-parto de cabras mantidas ao pasto com estro sincronizado mediante tratamento hormonal.

Material e Métodos

Animais e desenho experimental

O experimento foi conduzido na fazenda experimental Campo da Semente - Guaiúba - Ceará, pertencente à Universidade Estadual do Ceará (UECE), localizada à 4° 02' leste e 38° 30' oeste, com 63,7 m de altitude, temperatura média anual de 26° a 28 °C e precipitação média anual de 904,5 mm durante o período de janeiro a junho de 2008.

Foram utilizadas 30 cabras da raça Anglo-Nubiana, adultas, pluríparas e gestantes. Os animais eram oriundos da mesma fazenda e tiveram controle sanitário e reprodutivo ao longo de toda a gestação. Ao parto as cabras foram classificadas em dois grupos com base na condição corporal: grupo ECI (n = 16), composto de cabras com escore médio ($\pm$ EP) de $2,7 \pm 0,07$; e grupo ECII (n = 14), animais com escore médio de $2,0 \pm 0,07$. A pontuação foi segundo a escala de 1 a 5 proposta por Morand-Fehr e Hervieu (1999), em que 1 corresponde a animal muito magro e 5 a animal obeso.

Todas as cabras permaneceram durante a gestação e no pós-parto em regime de manejo semi-extensivo, com acesso a pasto nativo das 7:00 às 16:00 horas e alojados durante a noite em uma baía coletiva coberta de 8 x 8 m cimentada, onde receberam um suplemento alimentar a base de silagem de sorgo e concentrado, em quantidade a satisfazer 0,93 vezes os requerimentos energéticos de cabras no início da lactação (NRC, 2007). Na mesma baía os animais tinham acesso à água e sal mineral *ad libitum*. Durante 45 dias após o parto, as cabras foram pesadas quinzenalmente e avaliada pela condição de escore corporal

semanalmente. A nota de condição corporal foi obtida como média da observação tátil por meio de palpação da região dorso-lombar e esternal (Morand-Fehr e Hervieu, 1999). A perda energética tecidual foi determinada a partir das variações de peso observadas e os fatores energéticos de acordo com AFRC (1998). Os cabritos permaneceram durante todo o período junto com as mães e desmamados mediante regime de *creep feeding* a 40 dias de idade.

Sincronização do estro e monta natural

Aos cinquenta dias pós-parto, todas as fêmeas tiveram o estro sincronizado por um dispositivo intra-vaginal (Controlled Internal Drug Release devices-CIDR[®]), impregnados com 0,33 g de progesterona (Eazi-Breed CIDR[®], InterAg, Hamilton, New Zealand) que permaneceram na porção cranial da vagina por 5 dias. No momento da remoção do dispositivo (Dia 0) as cabras receberam 1 mL via IM (5 mg/animal) de PGF₂ α (Lutalyse[®], Upjohn, Kalamazoo, USA). Em seguida, as fêmeas foram mantidas em uma baia, durante 72 horas consecutivas, com um reprodutor da respectiva raça de fertilidade comprovada. O reprodutor portava marcador na região esternal, permitindo que as cabras montadas fossem identificadas pela presença da tinta do marcador na região da garupa. As cabras após serem montadas, foram separadas do reprodutor.

Colheita de sangue e dosagem hormonal

Amostras de sangue foram coletadas no dia da retirada do CIDR[®] (Dia 0) e nos dias 1, 4, 8 e 21 após a remoção do dispositivo. O procedimento de coleta foi realizado por venupunção jugular com vacutainers heparinizados (Vacurette, Greiner BioOne, Kremsmunster, Austria), sempre pela manhã, antes dos animais serem liberados ao pasto. As amostras de sangue foram centrifugadas a 3000 rpm durante 15 minutos e o plasma obtido foi estocado em freezer a uma temperatura de - 20 °C para posterior dosagem de progesterona. As concentrações plasmáticas de progesterona foram mensuradas através de imunoensaio enzimático por micro-partículas (MEIA – Abbott Diagnostics AxSYM[®] SYSTEM) utilizando o kit comercial (Axsym Progesterona, Abbott Japan Co, Ltda, Tokyo 106-8535 Japan). A sensibilidade do ensaio foi de 0,2 ng/mL. A variação do coeficiente intra- e interensaio foi de 7,9% e 3,3%, respectivamente.

Diagnóstico de gestação e perda de gestação

O diagnóstico de gestação foi realizado 30 dias após a monta natural, através de ultra-sonografia transretal, com auxílio de um equipamento de ultra-som modo B (Falco 100, Pie Medical equipamentos B.V., Maastricht, Holanda) acoplado a um transdutor linear de 6,0 – 8,0 MHz. Para facilitar esse procedimento, um dispositivo plástico de 40 cm de comprimento foi acoplado ao transdutor para facilitar a manipulação retal (Rubianes et al., 1996).

A perda de gestação foi definida nas cabras negativas ao diagnóstico de gestação por ultra-sonografia, quando as concentrações plasmáticas de progesterona nos dias 4, 8 e 21 após a retirada do CIDR foram abaixo de 1 ng/mL (perda de gestação < 21 d) ou acima de 1 ng/mL (mortalidade).

Análise estatística

Os dados obtidos foram analisados pelo programa software SAS (SAS, Inc., Cary, NC, USA). O efeito do grupo (ECI e ECII) foi avaliado para os parâmetros de peso vivo e concentração plasmática de progesterona mediante ANOVA dos procedimentos GLM. Para as variáveis de escore corporal e perda de peso medidas durante o período pós-parto foram testados os efeitos grupo, tempo (intervalo de medição) e interação grupo x tempo. As comparações entre medias foram realizadas através do teste *t* de Student ou teste de Duncan para a dosagem de progesterona. Já as comparações envolvendo as variáveis em forma de frequência foram efetuadas pelo teste do Qui quadrado. A análise de correlação foi realizada mediante o teste de Spearman. As diferenças foram consideradas significativas quando $p < 0,05$. Os valores foram expressos como média $\pm$ erro padrão e as variáveis numéricas como percentual ou frequência.

Resultados

Conforme o escore da condição corporal ao parto ($2,7 \pm 0,07$ vs. $2,0 \pm 0,07$; $p < 0,01$), os dois grupos ECI e ECII, evidenciaram uma diferença de mais de 8 Kg no peso vivo ($p < 0,001$) (Tabela 1). Durante os 42 dias pós-parto todos os animais apresentaram uma marcada queda de peso vivo (Tabela 1), que se expressou com maior intensidade no grupo ECI, o qual reduziu mais de 13% da massa inicial contra o 10% do grupo ECII ($p < 0,05$) (Tabela 1). Esta diminuição de peso foi equivalente a uma perda energética aos 42 dias pós-parto de $158,8 \pm 14,96$ MJ de EM no grupo ECI e $97,78 \pm 18,60$ MJ de EM no grupo ECII ($p < 0,01$) (Figura

1). A relevante diminuição de massa corpórea levou a atribuir notas de escore corporal aos 42 dias pós-parto de $1,9 \pm 0,08$ e $1,6 \pm 0,07$ no grupo ECI e ECII respectivamente ($p < 0,05$). A prolificidade e a taxa de partos múltiplos (Tabela 1) foram similares entre os grupos ($p > 0,05$) com média de 1,63 e 0,56 respectivamente. Durante o experimento, uma cabra do grupo ECI apareceu morta no pasto. Em relação às crias, ao nascimento o peso vivo foi estatisticamente similar nos dois grupos ($p > 0,05$) (Tabela 1). Entretanto, ao parto no ECII, três animais perderam as crias e, portanto foram retiradas do experimento. Ao desmame os cabritos do grupo ECI tiveram um peso vivo, ganho de peso diário e um incremento de massa corporal em relação ao peso vivo inicial estatisticamente superior quando comparados ao ECII ($p < 0,001$).

Na tabela 2 são representados os resultados da sincronização do estro. Todos os animais (100%) foram marcados pelo reprodutor, e em ambos os grupos mais do 60% das fêmeas mostrou a marcação por tinta nas primeiras 24 horas após a retirada do CIDR ($p < 0,05$). Aos 30 dias após a monta, o diagnóstico de gestação por ultrasonografia detectou uma taxa de gestação estatisticamente superior ($p < 0,05$) no grupo ECI em relação ao ECII (87% vs. 36%) (Tabela 3). Estes valores se repetiram ao parto e, portanto determinaram também a taxa de parição. Embora a prolificidade tenha sido similar entre os grupos ($p > 0,05$), os animais pertencentes ao ECI obtiveram uma maior taxa de partos múltiplos (0,62 vs. 0,25; $p < 0,05$) (Tabela 3).

A concentração de progesterona plasmática medida no dia da retirada do CIDR (dia 0) (Figura 2), foi maior ($p < 0,05$) nos animais gestantes do grupo ECI quando comparados aos gestantes do grupo ECII e aos dois grupos de animais negativos ao diagnóstico de gestação. No dia 4 após a retirada do CIDR o nível de progesterona plasmática do grupo ECI foi acima de 1 ng/mL e superior em relação aos demais animais ($p < 0,05$), indicando a presença de um corpo lúteo gestacional. A partir do dia 8 a progesterona aumentou progressivamente, com valores acima de 1 ng/mL no grupo ECII e nos animais do grupo com mortalidade embrionária após os 21 dias da retirada do CIDR, sem mostrar diferenças estatística entre estes tratamentos ($p > 0,05$) (Figura 2).

Dos setes animais do grupo ECII negativos ao diagnóstico de gestação, 86% (6/7) (Tabela 3), perdeu a gestação antes dos 21 dias após a retirada do CIDR, enquanto no grupo ECI apenas 1 animal dos 2 negativos a US. Nestas cabras, a progesterona permaneceu em média abaixo de 1 ng/mL (Figura 2), com exceção de um animal do grupo ECII, que no dia 4 mostrou um valor de 1,68 ng/mL, sinalizando uma possível regressão do corpo lúteo. Não houve diferença estatística ($p > 0,05$) entre os grupos de escore corporal (ECI e ECII) ou no

mesmo grupo, no que se refere aos animais com gestação negativa nos dois intervalos considerados (< ou > de 21 d) (Tabela 3).

A análise de correlação (Tabela 4) indicou coeficientes significativos e positivos entre condição de escore corporal ao parto e concentração de progesterona plasmática na retirada do CIDR (0,57; $p < 0,01$) e aos 21 dias após a remoção (0,47; $p < 0,05$). Também foram encontradas relações positivas entre escore da condição corporal aos 21 dias após a retirada do CIDR e o nível de progesterona no mesmo intervalo (0,51; $p < 0,05$), bem como entre as duas concentrações de progesterona (retirada do dispositivo e após 21 dias) (0,39; $p < 0,05$).

Discussão

A intensa redução de massa corporal registrada durante do nosso experimento, em ambos os grupos, refletiu os efeitos do déficit energético do período pós-parto. Sabe-se que a diminuição do peso corpóreo é inevitável durante um balanço energético negativo prolongado (Lake et al., 2005). Um inadequado consumo de nutrientes nesta fase induz usualmente nas fêmeas uma perda de escore corporal e consequentemente um longo intervalo entre partos (Ciccioli et al., 2005). Durante o período experimental, também observou-se que animais com EC superior diminuíram o seu peso de forma mais aguda. A condição corporal é um dos principais fatores que contribuem para a diminuição do consumo alimentar no pós-parto (Parr et al., 1993). Fêmeas com condição corporal elevada exibem uma maior depressão no apetite, desenvolvendo um balanço energético negativo mais pronunciado, podendo ocasionar uma maior mobilização das reservas corporais e maior acúmulo de triglicerídios no fígado (Rukkwamsuk et al., 1999). Lago et al., (2001) observaram em vacas leiteiras com maior EC ao parto, uma acentuada redução no peso e condição corporal durante o período de lactação em relação aquelas com EC baixo. Estes dados reforçam a idéia de que, animais com mais reservas adiposas ao parto tendem a mobilizar estas reservas de forma acentuada (Pedron et al., 1993), havendo, portanto uma relação direta entre perda de peso e mobilização de gordura (Vazquez-Anon et al., 1994).

Esta maior mobilização de gordura corporal na fase inicial da lactação permite compreender o maior desempenho das crias do grupo ECI. De acordo com Brown e Brown (2002) a gordura do leite está associada positivamente com o peso de animais ao desmame. Animais com maiores reservas de gordura corporal no pós-parto proporcionam níveis elevados de ácidos graxos não esterificados na circulação (Freitas Jr. et al., 2008) e utilizam em maior quantidade reservas para síntese de gordura do leite em relação aqueles com

menores depósitos de gordura corporal durante a fase de lactação (Pedron et al., 1993 e Waltner et al., 1993), o que pode afetar o peso das crias ao desmame.

Em ruminantes a intensidade do déficit energético no pós-parto está relacionada com a produção de leite e, conseqüentemente, com o atraso no retorno a ciclicidade ovariana e redução da fertilidade (Shrestha et al., 2004). Entretanto os nossos resultados relataram em ambos os grupos, uma elevada e similar resposta ao tratamento de sincronização ao estro. Ciccioli et al. (2005), verificaram que a resposta a sincronização do estro no primeiro ciclo estral pós-parto pode não ser influenciada pela condição corporal ao parto. De forma geral, a utilização de dispositivos intravaginais resulta em grande sincronia de estro (Oliveira et al., 2001, Motlomelo et al., 2002 e Lents et al., 2000). Entretanto, a menor concentração de progesterona plasmática nos animais de condição corporal inferior, evidenciou de forma clara, que a utilização da progesterona exógena é eficiente no papel de simulador da função do corpo lúteo, mas não permite compensar a presença de corpos lúteos de baixa qualidade. As concentrações plasmáticas de progesterona durante a sincronização do estro com CIDR em cabras têm sido pouco investigadas. No nosso trabalho, no dia da retirada do dispositivo o grupo ECI-gestante apresentou níveis superiores de progesterona, em relação aos demais. Essas diferenças não podem ser explicadas apenas com base no perfil hormonal de origem exógena, devido às concentrações plasmáticas periféricas de progesterona neste momento ser o possível produto também de corpos lúteo presentes antes do tratamento hormonal.

Após a retirada do dispositivo, os níveis plasmáticos de progesterona foram superiores no grupo ECI em relação ao grupo ECII, que apresentaram taxas de 87% e 36% de gestação, respectivamente. Esses dados estão de acordo com estudos prévios, em que as concentrações plasmáticas de progesterona durante o metaestro e diestro afeta substancialmente a posterior taxa de gestação (Ashworth et al., 1989). Acredita-se que os níveis de progesterona secretados na fase luteal estejam relacionados à qualidade folicular do ciclo estral antecedente. Em bovinos é bem documentado em estudos de cultivo *in vitro* (Spicer e Stewart, 1996) que o IGF-I induz a proliferação das células tecais e aumenta o número de sítios ligantes para o LH e este, por sua vez, aumentaria a produção de estradiol folicular, sendo este um pré-requisito para ovulação (Diskin et al., 2003).

No presente estudo, após 21 dias da retirada do dispositivo, todos os animais que tiveram a gestação confirmada, apresentaram altos níveis plasmáticos de progesterona, indicando a permanência do corpo lúteo gestacional. Estas observações estão de acordo com os relatos de Kleber et al. (1997), em que a secreção luteal de progesterona é essencial para ovulação de um oócito de boa qualidade, manutenção da quiescência uterina, nutrição e

sobrevivência embrionária. Por outro lado, seis cabras do grupo ECII e uma do grupo ECI permaneceram com níveis basais de progesterona até o dia 21 pós-retirada do dispositivo e não foram diagnosticadas como gestantes. Provavelmente isso tenha ocorrido, devido uma provável falha na ovulação (Wiltbank et al., 2006). Além disso, duas fêmeas, uma de cada grupo experimental, apresentaram elevados níveis plasmáticos de progesterona até o dia 21 pós-retirada do dispositivo e não foram diagnosticadas como gestantes, indicando possivelmente a ocorrência de morte embrionária tardia.

Neste estudo, foram diagnosticados coeficientes significativos e positivos entre condição de escore corporal ao parto e concentração de progesterona plasmática na retirada e após 21 dias da remoção do CIDR. Estes dados corroboram com os achados de Gentry et al. (2002), ao afirmarem que a concentração de progesterona é significativamente superior em animais com alta EC quando comparados com animais de baixa CEC, confirmando a elevada taxa de gestação observada no grupo ECI em relação ao grupo ECII no presente trabalho. Segundo Cicliole et al. (2003), animais com moderada EC normalmente apresentam maiores taxas de gestação em relação a animais com baixa EC. Além disso, estes últimos apresentam balanço energético negativo mais prolongado, o que acarreta em maior mobilização de reservas corporais para as atividades de manutenção e lactação, com prejuízo da atividade ovariana (Spitzer et al., 1995).

Em caprinos, a taxa de mortalidade embrionária durante os primeiros 30 dias de gestação é de aproximadamente 40% (Martinez et al., 1998). Dixon et al. (2007) observaram que a maioria das mortes pré-natais em ovelhas ocorrem entre o 2º e 30º dia de gestação. Provavelmente, devido o útero não estar pronto para permitir o processo de implantação e o estabelecimento da gestação. Podendo, inferir que o nascimento de crias vivas, é a sequência de eventos iniciados antes da fecundação com o desenvolvimento do oócito no ambiente folicular e finalizados com o embrião sinalizando sua presença.

Podemos concluir que a resposta reprodutiva no pós-parto em cabras evidenciou uma forte interação com as reserva corporais. Enquanto a estimulação hormonal durante a sincronização do estro permitiu ter uma resposta máxima e com baixa dependência do estado nutricional, as concentrações de progesterona periféricas medidas neste período foram diretamente proporcionais ao balanço energético. Neste estudo, este hormônio mostrou ser também um sinalizador eficiente da taxa de gestação.

Agradecimentos

Silva L.M. é bolsista de mestrado da Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico FUNCAP/Brasil. Rondina D. é bolsista de produtividade em pesquisa CNPq/Brasil. Os autores agradecem a equipe técnica da Fazenda Experimental da Universidade Estadual do Ceará “Campo da Semente”, pelo suporte técnico e auxílio no manejo dos animais.

Bibliografia

- AGRICULTURAL AND FOOD RESEARCH COUNCIL - AFRC. Technical Committee on Responses to Nutrients, Report 10. *The nutrition of goats. Aberdeen: Agricultural Food Research Council*, 1998. v. 67, n. 11.
- ASHWORTH, C. J.; SALES, D. I.; WILMUT, I. Evidence of an association between the survival of embryos and the periovulatory plasma progesterone concentration in the ewe. *Journal of Reproduction and Fertility*, v. 87, p. 23-32, 1989.
- BROWN, M. A.; BROWN Jr., A. H. Relationship of milk yield and quality to preweaning gain of calves from Angus, Brahman and reciprocal-cross cows on different forage systems. *Journal of Animal Science*. v. 80, p. 2522-2527, 2002.
- CICCIOLI, N. H.; CHARLES-EDWARDS, S. L.; FLOYD, C.; WETTEMANN, R. P.; PURVIS, H. T.; LUSBY, K. S.; HORN, G. W.; LALMAN, D. L. Incidence of puberty in beef heifers fed high- or low-starch diets for different periods before breeding. *Journal of Animal Science*, v. 83, p. 2653-2662, 2005.
- CICCIOLI, N. H.; WETTEMANN, R. P.; SPICER, L. J.; LENTS, C. A.; WHITE, F. J.; KEISLER, D. H. Influence of body condition at calving and postpartum nutrition on endocrine function and reproductive performance of primiparous beef cows. *Journal of Animal Science*, v. 81, p. 3107-3120, 2003.
- DISKIN, M. G.; MACKEY, D. R.; ROCHE, J. F.; SREENAN, J. M. Effects of nutrition and metabolic status on circulating hormones and ovarian follicle development in cattle. *Animal Reproduction Science*, v. 78, p. 345-370, 2003.
- DIXON, A. B.; KNIGHTS, M.; WINKLER, J. L.; MARSH, D. J.; PATE, J. L.; WILSON, M. E.; DAILEY, R. A.; SEIDEL, G.; INSKEEP, E. K. Patterns of late embryonic and fetal mortality and association with several factors in sheep. *Journal of Animal Science*, v. 85, p. 1274-1284, 2007.
- FREITAS Jr., J. E.; ROCHA Jr., V. R.; RENNÓ, F. P.; MELLO, M. T. P.; CARVALHO, A. P.; CALDEIRA, L. A. Efeito da condição corporal ao parto sobre o desempenho produtivo de vacas mestiças Holandês × Zebu. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 37, n. 1, p. 116-121, 2008.
- FREITAS, V. J. F.; RONDINA, D.; LOPES JÚNIOR, E. S.; TEIXEIRA, D. I. A.; PAULA N. R. O. Hormonal treatments for the synchronization of oestrus in dairy goats raised in the tropics. *Reproduction, Fertility and Development*, v. 16, n. 4, p. 415-420, 2004.
- GENTRY, L. R.; THOMPSON Jr, D. L.; GENTRY Jr, G. T.; DAVIS, K. A.; GODKE, R. A.

High versus low body condition in mares: Interactions with responses to somatotropin, GnRH analog, and dexamethasone. *Journal of Animal Science*, v. 80, p. 3277-3285, 2002.

IMAKAWA, K.; DAY, M. L.; GARCIA-WINDER, M.; ZALESKY, D. D.; KITTOCK, 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, p. 565-571, 1986.

JOUANY, J. P. Optimizing rumen functions in the close-up transition period and early lactation to drive dry matter intake and energy balance in cows. *Animal Reproduction Science*, v. 96, p. 250-264, 2006.

KERBLER, T. L.; BUHR, M. M.; JORDAN, L. T.; LESLIE, K. E.; WALTON, J. S. Relationship between maternal plasma progesterone concentration and interferon-tau synthesis by the conceptus in cattle. *Theriogenology*, v. 47, p. 703-714, 1997.

KUSINA, N. T.; CHINUWO, T.; HAMUDIKUWANDA, H.; NDLOVU, L. R.; MUZANENHAMO, S. Effect of different dietary energy level intakes on efficiency of estrus synchronization fertility in Mashona goat does. *Small Ruminant Research*, v. 39, p. 283-288, 2001.

LAGO, E. P.; PIRES, A. V.; SUSIN, I.; FARIA, V. P.; LAGO, L. A. Efeito da condição corporal ao parto sobre alguns parâmetros do metabolismo energético, produção de leite e incidência de doenças no pós-parto de vacas leiteiras. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 30, p. 1544-1549, 2001.

LAKE, S. L.; SCHOLLJEGERDES, E. J.; ATKINSON, R. L.; NAYIGIHUGU, V.; PAISLEY, S. I.; RULE, D. C.; MOSS, G. E.; ROBINSON, T. J.; HESS, B. W. Body condition score at parturition and postpartum supplemental fat effects on cow and calf performance. *Journal of Animal Science*, v. 83, p. 2908-2917, 2005.

LENTS, C. A.; LALMAN, D. L.; VERMEULEN, C.; WHEELER, J. S.; HORN, G. W.; WETTEMANN, R. P. Effects of supplemental undegradable protein during early lactation on performance of beef cows grazing native range. *Animal Science*, v. 16, p. 21-29, 2000.

MARTINEZ, M. .F.; BOSCH, P.; BOSCH, R. A. Determination of early pregnancy and embryonic growth in goats by transrectal ultrasound scanning. *Theriogenology*, v. 49, p. 1555-1565, 1998.

MORAND-FEHR, P.; HERVIEU, J. Apprécier l'état corporel des chèvres: Intérêt et méthod. *Reussir La Chèvre*, n. 231, p. 22-34, 1999.

MOTLOMELO, K. C.; GREYLING, J. P. C.; SCHWALBACH, L. M. J. Synchronization of oestrus in goats: the use of different progestagen treatments. *Small Ruminant Research*, v. 45,

p. 45-49, 2002.

MULLIGAN, F. J.; O'GRADY, L.; RICE, D. A.; DOHERTY, M. L. A herd health approach to dairy cow nutrition and production diseases of the transition cow, *Animal Reproduction Science*, v. 96, p. 331-353, 2006.

NRC. *Nutrient requirements of small ruminants*. National Academy of Sciences, Washington D.C., 362 pp, 2007.

OLIVEIRA, M. A. L., GUIDO, S. I., LIMA, P. F. Comparison of different protocols used to induced and synchronize estrus cycle of Saanen goats. *Small Ruminant Research*, v. 40, p. 149-153, 2001.

PARR, R. A.; DAVIS, I. F.; MILES, M. A.; SQUIRES, T. J. Feed intake affects metabolic clearance rate of progesterone in sheep. *Research in Veterinary Science*, v. 55, p. 306-310, 1993.

PAULA, N. R. O.; GALEATI, G.; TEIXEIRA, D. I. A.; LOPES JÚNIOR, E. S., FREITAS V. J. F.; RONDINA D. Responsiveness to progestagen-eCG-cloprostenol treatment in goat food restricted for long period and refed. *Reproduction Domestic Animals*, v. 40, n. 2, p. 108-110, 2005.

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, p. 2528-2535, 1993.

RHODES, F. M.; ENTWISTLE, K. W.; KINDER, J. E. Changes in ovarian function and gonadotropin secretion preceding the onset of nutritionally induced anestrus in bos indicus heifers. *Biology of Reproduction*, v. 55, p. 1437-1443, 1996.

RONDINA, D; FREITAS, V. J. F.; SPINACI, M; GALEATI, G. Effect of nutrition on plasma progesterone levels, metabolic parameters and small follicles development in unstimulated goats reared under constant photoperiod regimen. *Reproduction in Domestic Animal*, v. 40, p. 548-552, 2005.

RUBIANES, E.; DE CASTRO, T.; CARBAJAL, B. Effect of high progesterone levels during the growing phase of the dominant follicle of wave 1 in ultrasonically monitored ewes. *Canadian Journal of Animal Science*, v. 76, p. 473-475, 1996.

RUKKWAMSUK, T.; KRUIP, T. A. M.; MEIJER, G. A. L.; WENSING, T. Hepatic fatty acid composition in periparturient dairy cows with fatty liver induced by intake of a high energy diet in the dry period. *Journal of Dairy Science*, v. 82, p. 280-287, 1999.

SCARAMUZZI, R. J.; CAMPBELL, B. K.; DOWNING, J. A.; KENDALL, N. R.; KHALID, M.; MUÑOZ-GUTIÉRREZ, M.; SOMCHIT, A. A review of the effects of supplementary

nutrition in the ewe on the concentrations of reproductive and metabolic hormones and the mechanisms that regulate folliculogenesis and ovulation rate. *Reproduction Nutrition Development*, v. 46, p. 339-354, 2006.

SCHNEIDER, J. E. Energy balance and reproduction. *Physiology & Behavior*, v. 81, p. 289-317, 2004.

SHRESTHA, H. K.; NAKAO, T.; HIGAKI, T.; SUZUKI, T.; AKITA, M. Resumption of postpartum ovarian cyclicity in high-producing Holstein cows. *Theriogenology*, v. 61, p. 637-649, 2004.

SPICER, L. J.; STEWART, R. E. Interaction among basic fibroblast growth factor, epidermal growth factor insulin and insulin-like growth factor-I (IGF-I) on cell numbers and steroidogenesis of bovine thecal cells: role of IGF-I receptors. *Biology of Reproduction*, v. 54, p. 255-263, 1996.

SPITZER, J. C.; MORRISON, D. G.; WETTEMANN, R. P.; FAULKNER, L. C. Reproductive responses and calf birth and weaning weights as affected by body condition at parturition and postpartum weight gain in primiparous beef cows. *Journal of Animal Science*, v. 73, p. 1251-1257, 1995.

TANAKA, T.; AKABOSHI, N.; INOUE, Y.; KAMOMAE, H.; KANEDA, Y. Fasting-induced suppression of pulsatile luteinizing hormone secretion is related to body energy status in ovariectomized goats. *Animal Reproduction Science*, v. 72, p. 185-196, 2002.

TANAKA, T.; YAMAGUCHI, T.; KAMOMAE, H.; KANEDA, Y. Nutritionally induced body weight loss and ovarian quiescence in Shiba goats. *Journal of Reproduction and Development*, v. 49, p. 113-119, 2003.

VAZQUEZ-ANON, M.; BERTICS, S.; LUCK, M.; GRUMMER, R. R. Peripartum liver triglyceride and plasma metabolites in dairy cows. *Journal of Dairy Science*, v. 77, p. 1521-1528, 1994.

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.

WILTBANK, M. C.; LOPEZ, H.; SARTORI, R.; SANGSRITAVONG, S.; GUMEN, A. Changes in reproductive physiology of lactating dairy cows due to elevated steroid metabolism. *Theriogenology*, v. 65, p. 17-29, 2006.

Tabela 1.

Desempenho *in vivo* de cabras e seus cabritos durante o período entre parição e desmame segundo a condição corporal.

Variáveis	Grupo		Sign.
	EC I	EC II	
Cabras (n)	15	14	
Peso vivo (PV) (kg)			
Parto	46,93 ± 1,61	38,46 ± 1,68	***
Desmame	40,28 ± 1,16	34,37 ± 1,49	***
Perda de peso vivo	6,64 ± 0,62	4,09 ± 0,78	**
Perda de PV em relação ao parto (%)	13,86 ± 0,98	10,43 ± 1,82	*
Cabritos (n)	28	21	
Prolificidade	1,75	1,50	ns
Taxa de partos múltiplos	0,63	0,50	ns
Peso vivo (kg)			
Nascimento	3,06 ± 0,13	2,88 ± 0,11	ns
Desmame	8,20 ± 0,34	5,95 ± 0,35	***
Ganho de peso vivo	4,86 ± 0,24	3,04 ± 0,25	***
Ganho de PV em relação ao nascimento (%)	121,41 ± 5,78	78,94 ± 4,28	***
Ganho de peso diário (g/dia)	114,85 ± 6,19	68,80 ± 5,82	***

* p < 0,05, ** p < 0,01, *** p < 0,001, ns não significativo.

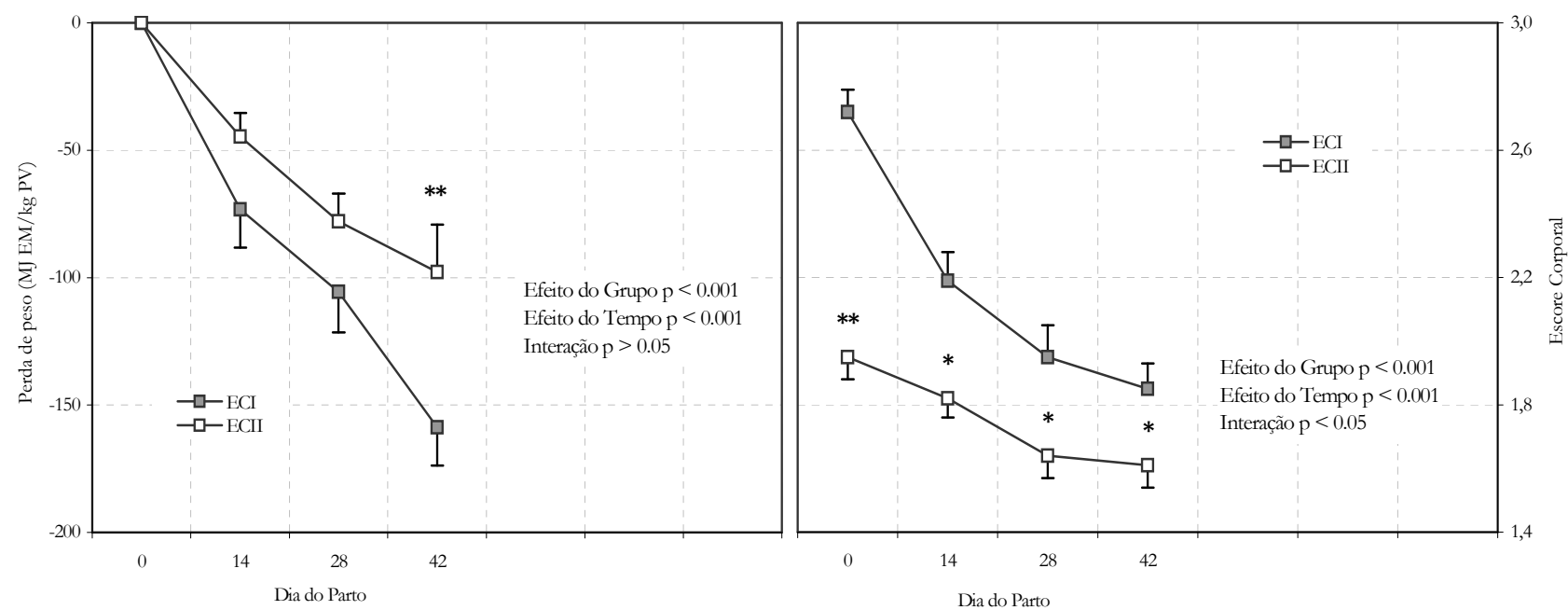


Figura 1.

Perda de peso médio cumulativo (esquerda) e escore de condição corporal (direita) medidos do parto até a sincronização do estro em cabras Anglo-Nubiana, segundo os diferentes grupos. * $p < 0,05$, ** $p < 0,01$ comparações entre grupos. Na figura são representadas a significância estatística para o efeito grupo, tempo e interação.

Tabela 2.

Percentagem de fêmeas marcadas de acordo com o intervalo entre a retirada (horas) do CIDR e início do estro em cabras Anglo-Nubiana segundo os diferentes grupos.

Grupo	n	Cabras marcadas			
		24 horas	48 horas	72 horas	Total
ECI	15	60% (9) a	33% (5) a	7% (1) b	100% (15)
ECII	11	64% (7) a	36% (4) a	0% (0) b	100% (11)

^{a,b} $p < 0,05$ comparações entre colunas no mesmo grupo.

Tabela 3

Resposta reprodutiva após sincronização do estro no pós-parto de cabras Anglo-Nubiana segundo os diferentes grupos.

Variáveis	Grupo		Sign.
	ECI	ECII	
Cabras (n)	15	11	
Resposta Reprodutiva			
Taxa de gestação	87% (13)	36% (4)	*
Número de crias	21	5	
Prolificidade	1,62	1,25	ns
Partos Múltiplos	0,62	0,25	*
Perda de gestação inicial ^A	50% (1/2)	86% (6/7)	ns
Mortalidade ^B	50% (1/2)	14% (1/7)	ns

* $p < 0.05$, ns não significativo; ^A Perda de gestação ate 21 dias após a retirada do CIDR, ^B Mortalidade de 21 dias após a retirada do CIDR até o diagnostico de gestação aos 30 dias após a monta.

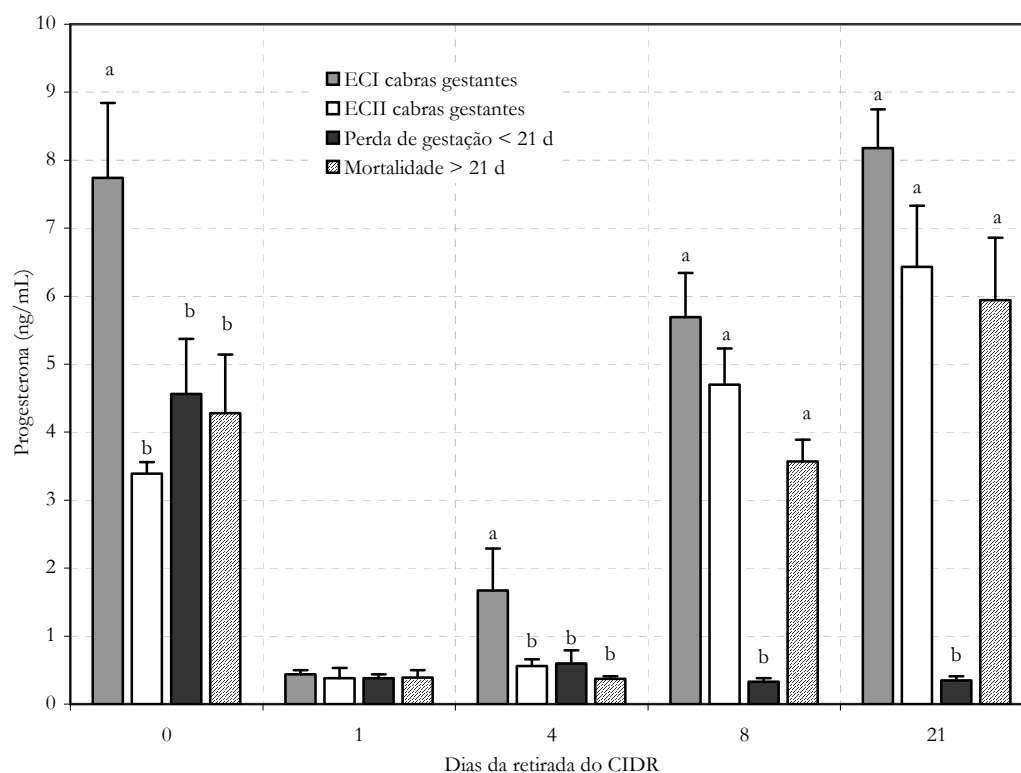


Figura 2.

Concentrações plasmáticas de progesterona em cabras Anglo-Nubiana gestantes segundo os diferentes grupos e nas fêmeas que apresentaram mortalidade > ou < que 21 dias após a retirada do CIDR. ^{a,b} $p < 0,05$ comparações entre grupos em cada intervalo.

Tabela 4.

Coeficientes de correlação ($n = 26$) entre o escore da condição corporal ao parto (ECP), antes da sincronização do estro (ECSE) e concentrações plasmáticas de progesterona na remoção do CIDR (PRCIDR) ou 21 dias depois (PRVD).

Variáveis	PRCIDR	PRVD
ECP	0,57 **	0,47 *
ECSE	ns	0,51 *
PRCIDR	-	0,39 *

* $p < 0,05$, ** $p < 0,01$, ns não significativa

7 CONCLUSÕES

Diante disso, pode-se concluir que a resposta reprodutiva no pós-parto em cabras sofre influência das reservas corporais. Enquanto a estimulação hormonal durante a sincronização do estro permitiu ter uma resposta máxima e independente do estado nutricional, as concentrações de progesterona periféricas medidas neste período foram diretamente proporcionais ao balanço energético. Além disso, este hormônio mostrou-se um sinalizador eficiente da taxa de gestação, a qual, está negativamente relacionada com baixa condição corporal.

8 PERSPECTIVAS

O conhecimento da interação da CEC ao parto sobre o posterior desempenho reprodutivo, realizado no âmbito do presente trabalho representa uma alternativa prática e a baixo custo para auxiliar na seleção de fêmeas submetidas à estação de monta, bem como, em programas de inseminação artificial e transferência de embriões. No entanto, mais estudos são necessários para determinar a real interação entre estado nutricional e o desempenho reprodutivo. Tal situação poderá maximizar a produtividade da caprinocultura, sobretudo na região Nordeste, devido à sazonalidade de nutrientes produzidos nesta região.

9 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGRICULTURAL AND FOOD RESEARCH COUNCIL - AFRC. Technical Committee on Responses to Nutrients, Report 10. *The nutrition of goats*. Aberdeen: Agricultural Food Research Council, 1998. v. 67, n. 11.
- ANDRIOLI, A.; SIMPLICIO, A. A.; MACHADO, R. Influência da época da parição no comportamento reprodutivo pós-parto de cabras Sem Raça Definida. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 27, p. 65-72, 1992.
- ARMSTRONG, D. G.; GONG, J. G.; WEBB, R. Interactions between nutrition and ovarian activity in cattle: Physiological, cellular and molecular mechanisms. *Reproduction Supplement*, v. 61, p. 403-414, 2003.
- ASHWORTH, C. J.; SALES, D. I.; WILMUT, I. Evidence of an association between the survival of embryos and the periovulatory plasma progesterone concentration in the ewe. *Journal of Reproduction and Fertility*, v. 87, p. 23-32, 1989.
- BEAM, S. W.; BUTLER, W. R. Energy balance, metabolic hormones, and early postpartum follicular development in dairy cows fed prilled lipid. *Journal of Dairy Science*, v. 81, p. 121-131, 1998.
- BELL, A. W. Regulation of organic nutrient metabolism during transition from late pregnancy to early lactation. *Journal of Dairy Science*, v. 73, p. 2804-2819, 1995.
- BERGMAN, C. A.; FRYXELL, J. M.; GATES, C. C.; FORTIN, D. Ungulate foraging strategies: energy maximizing or time minimizing? *Journal Animal Ecology*, v. 70, p. 289-300, 2001.
- BLOCK, S. S.; SMITH, J. M.; EHRHARDT, R. A.; DIAZ, M. C.; RHOADS, R. P.; VAN AMBURGH, M. E.; BOISCLAIR, Y. R. Nutritional and Developmental Regulation of Plasma Leptin in Dairy Cattle. *Journal of Dairy Science*, v. 86, p. 3206-3214, 2003.
- BOLAND, M. P.; LONERGAN, P.; O'CALLAGHAN D. Effect of nutrition on endocrine parameters, ovarian physiology, and oocyte and embryo development. *Theriogenology*, v. 55, p.1323-1340, 2001.
- BOSSIS, I.; WETTERMANN, R. P.; WELTY, S. D.; VIZCARRA, J. A.; SPICER, L. J.; DISKIN, M. G. Nutritionally induced anovulation in beef heifers: Ovarian and endocrine function preceding cessation of ovulation. *Journal of Animal Science*. v. 77, p. 1536-1546, 1999.
- BRADFORD, B. J.; ALLEN, M. S. Available online at Negative energy balance increases periprandial ghrelin and growth hormone concentrations in lactating dairy cows. *Domestic Animal Endocrinology*, v. 34, p. 196-203, 2008.
- BROWN, M. A.; BROWN Jr., A. H. Relationship of milk yield and quality to preweaning gain of calves from Angus, Brahman and reciprocal-cross cows on different forage systems. *Journal of Animal Science*. v. 80, p. 2522-2527, 2002.

BURATINI, J. Jr.; PRICE, C. A.; VISINTIN, J. A.; BÓ, G. A. Effects of dominant follicle aspiration and treatment with recombinant bovine somatotropin (BST) on ovarian follicular development in Nelore (*Bos indicus*) heifers. *Theriogenology*, v. 54, p. 421-431, 2000.

BUTLER, S. T.; MARR, A. L.; PELTON, S. H.; RADCLIFF, R. P.; LUCY, M. C. Insulin restores GH responsiveness during lactation-induced negative energy balance in dairy cattle: effects on expression of IGF-I and GH receptor. *Journal Endocrinol*, v. 176, p. 205-217, 2003.

BUTLER, S. T.; PELTON, S. H.; BUTLER, W. R. Energy Balance, Metabolic Status, and the First Postpartum Ovarian Follicle Wave in Cows Administered Propylene Glycol. *Journal of Dairy Science*, v. 89, p. 2938-2951, 2006.

BUTLER, W. R. Nutritional interactions with reproductive performance in dairy cattle. *Animal Production Science*, v. 60-61, p. 449-459, 2000.

CARROLL, D. J.; JERRED, M. J.; GRUMMER, R. R.; COMBS, D. K.; PIERSON, R. A.; HAUSER, E. R. Effects of fat supplementation and immature alfalfa to concentrate ratio on plasma progesterone, energy balance, and reproductive traits of dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, v. 73, p. 2855-2863, 1990.

CHAGAS, L. M.; GORE, P. J. S.; MEIER, S.; MACDONALD, K. A.; VERKERK, G. A. Effect of Monopropylene Glycol on Luteinizing Hormone, Metabolites, and Postpartum Anovulatory Intervals in Primiparous Dairy Cows. *Journal of Dairy Science*, v. 90, p. 1168-1175, 2007.

CHAMBERLAIN, A. T.; WILKINSON, J. M. Feeding the Dairy Cow. *Chalcombe Publications*, Lincoln, UK, 2002.

CICCIOLI, N. H.; CHARLES-EDWARDS, S. L.; FLOYD, C.; WETTEMANN, R. P.; PURVIS, H. T.; LUSBY, K. S.; HORN, G. W.; LALMAN, D. L. Incidence of puberty in beef heifers fed high- or low-starch diets for different periods before breeding. *Journal of Animal Science*, v. 83, p. 2653-2662, 2005.

CICCIOLI, N. H.; WETTEMANN, R. P.; SPICER, L. J.; LENTS, C. A.; WHITE, F. J.; KEISLER, D. H. Influence of body condition at calving and postpartum nutrition on endocrine function and reproductive performance of primiparous beef cows. *Journal of Animal Science*, v. 81, p. 3107-3120, 2003.

CIOFFI, J. A.; VAN BLERKOM, J.; ANTCZAK, M.; SHAFER, A.; WITTMER, S.; SNODGRASS, H. R. The expression of leptin and its receptors in pre-ovulatory human follicles. *Molecular Human Reproduction*, v. 3, p. 467-472, 1997.

COSTA, A.; POMA, A.; MARTIGNONI, E.; NAPPI, G.; UR, E.; GROSSMAN, A. Stimulation of corticotrophin-releasing hormone release by the obese (ob) gene product, leptin, from hypothalamic explants. *Neuroreport*, v.8, p.1131-1134, 1997.

DISKIN, M. G.; MACKEY, D. R.; ROCHE, J. F.; SREENAM, J. M. Effects of nutrition and metabolic status on circulating hormones and ovarian follicle development in cattle. *Animal Reproduction Science*, v. 78, p. 345-370, 2003.

DIXON, A. B.; KNIGHTS, M.; WINKLER, J. L.; MARSH, D. J.; PATE, J. L.; WILSON, M. E.; DAILEY, R. A.; SEIDEL, G.; INSKEEP, E. K. Patterns of late embryonic and fetal

mortality and association with several factors in sheep. *Journal of Animal Science*, v. 85, p. 1274-1284, 2007.

DRACKLEY, J. K.; CICELA, T. M.; LACOUNT, D. W. Responses of primiparous and multiparous Holstein cows to additional energy from fat or concentrate during summer. *Journal of Dairy Science*, v. 86, p. 1306-1314, 2003.

ETHERTON, T. D.; BAUMAN, D. E. Biology of somatotropin in growth and lactation of domestic animals. *Physiology Reviews*, v. 78, p. 745-761, 1998.

FENWICK, M.; FITZPATRICK, R.; KENNY, D.; DISKIN, M.; PATTON, J.; MURPHY, J.; WATHES, D. Interrelationships between negative energy balance (NEB) and IGF regulation in liver of lactating dairy cows. *Domestic Animal Endocrinology*, v. 34, p. 31-44, 2006.

FLORES, R.; LOOPER, M. L.; RORIE, R. W.; LAMB, M. A.; REITER, S. T.; HALLFORD, D. M.; KREIDER, D. L.; ROSENKRANS Jr., C. F. Influence of body condition and bovine somatotropin on estrous behavior, reproductive performance, and concentrations of serum somatotropin and plasma fatty acids in postpartum Brahman-influenced cows, *Journal of Animal Science*, v. 85, p. 1318-1329, 2007.

FORTUNE, J. E. The early stages of follicular development: activation of primordial follicles and growth of preantral follicles. *Animal Reproduction Science*, v. 78, p. 135-163, 2003.

FORTUNE, J. E.; RIVERA, G. M.; YANG, M. Y. Follicular development: the role of the follicular microenvironment in selection of the dominant follicle. *Animal Reproduction Science*, v. 82-83, p. 109-126, 2004.

FRAY, M. D.; LAMMINIG, G. E.; HARESIGN, W. Induction of ovulation in the acyclic postpartum ewe following continuous, low-dose subcutaneous infusion of GnRH. *Theriogenology*, v. 43, p. 1019-1030, 1995.

FREITAS Jr., J. E.; ROCHA Jr., V. R.; RENNÓ, F. P.; MELLO, M. T. P.; CARVALHO, A. P.; CALDEIRA, L. A. Efeito da condição corporal ao parto sobre o desempenho produtivo de vacas mestiças Holandês × Zebu. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 37, n. 1, p. 116-121, 2008.

FREITAS, V. J. F.; RONDINA, D.; LOPES JÚNIOR, E. S.; TEIXEIRA, D. I. A.; PAULA N. R. O. Hormonal treatments for the synchronization of oestrus in dairy goats raised in the tropics. *Reproduction, Fertility and Development*, v. 16, n. 4, p. 415-420, 2004.

FREITAS, V. J. F.; RONDINA, D.; NOGUEIRA, D. M.; SIMPLÍCIO, A. A. Post-partum anoestrus in Anglo-Nubian and Saanen goats raised in semi-arid of North-eastern Brazil. *Livestock Production Science*, v. 90, p. 219-226, 2004.

GENTRY, L. R.; THOMPSON Jr, D. L.; GENTRY Jr, G. T.; DAVIS, K. A.; GODKE, R. A. High versus low body condition in mares: Interactions with responses to somatotropin, GnRH analog, and dexamethasone. *Journal of Animal Science*, v. 80, p. 3277-3285, 2002.

GÓMEZ, B.; LÓPEZ-SEBASTIÁN, A.; MUÑIZ, E. H.; CABELLOS, B. Función luteal y secreción de LH durante el anoestro post-parto en ovejas Manchegas: influencia de la época del parto y tipo de destete. *Production Sanid Animal*, v. 7, p. 169-183, 1992.

GONG, J. G.; ARMSTONG, D. G.; BAXTER, G.; HOGG, C. O.; GRANSWORTHY, P. C.; WEBB, R. The effect of dietary intake on superovulatory response to FSH in heifers. *Theriogenology*, v.57, p. 1591-1602, 2002b.

GONG, J. G.; LEE, W. J.; GARNSWORTHY, P. C.; WEBB, R. Effect of dietary induced increases in circulating insulin concentrations during the early postpartum period on reproductive function in dairy cows. *Reproduction*, v. 123, p. 419-427, 2002a.

GORDON, I. Controlled reproduction in sheep and goats. In: *Controlled reproduction in farm animals series*. Volume 2, CABI International, Reino Unido, 450 pp. 1999

GRUMMER, R. R. Nutritional and management strategies for the prevention of fatty liver in dairy cattle. *The Veterinary Journal*, v. 176, p. 10-20, 2008.

GRUMMER, R. R.; MASHEK, D. G.; HAYIRLI, A. Dry matter intake and energy balance in the transition period. *Veterinary Clinic Food Animals Practice*, v. 20, p. 447-470, 2004.

HAMILTON, T. D.; VIZCARRA, J.; WETTERANN, R. P.; KEEFER, B. E.; SPICER, L. J. Ovarian function in nutritionally induced anoestrous cows: effect of exogenous gonadotrophin-releasing hormone *in vivo* and effect of insulin and insulin-like growth factor I *in vitro*. *Journal of Reproduction and Fertility*, v. 117, p. 179-187, 1999.

HAYIRLI, A.; BERTICS, S. J.; GRUMMER, R. R. Effects of slow-release insulin on production, liver triglyceride and metabolic profiles of Holsteins in early lactation. *Journal of Dairy Science*, v. 85, p. 2180-2191, 2002.

HEAP, D.; COLLIER, R. J.; BOYD, C. K.; LUCY, M. C. Expression of alternate growth hormone receptor messenger RNA in ovary and uterus of cattle. *Domestic Animal Endocrinology*, v. 13, p. 421-430, 1996.

IBGE, Produção da Pecuária Municipal, ISSN 0101-4234, 2006.
<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/protabl.asp?c=281&z=p&o=2&i=P>

IMAKAWA, K.; DAY, M. L.; GARCIA-WINDER, M.; ZALESKY, D. D.; KITTOCK, 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, p. 565-571, 1986.

JERRED, M. J.; CARROL, D. J.; COMBS, D. K.; GRUMMER, R. R. Effect of fat supplementation and immature alfalfa to concentrate ratio on lactation performance of dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, v. 73, p. 2842-2854, 1990.

JORRITSMA, R.; WENSING, T.; KRUIP, T. A.; VOS, P. L.; NOORDHUIZEN, J. P. Metabolic changes in early lactation and impaired reproductive performance in dairy cows. *Veterinary Research*, v. 34, p. 11-26, 2003.

JOUANY, J. P. Optimizing rumen functions in the close-up transition period and early lactation to drive dry matter intake and energy balance in cows. *Animal Reproduction Science*, v. 96, p. 250-264, 2006.

KERBLER, T. L.; BUHR, M. M.; JORDAN, L. T.; LESLIE, K. E.; WALTON, J. S. Relationship between maternal plasma progesterone concentration and interferon-tau

synthesis by the conceptus in cattle. *Theriogenology*, v. 47, p. 703–714, 1997.

KUSINA, N. T.; CHINUWO, T.; HAMUDIKUWANDA, H.; NDLOVU, L. R.; MUZANENHAMO, S. Effect of different dietary energy level intakes on efficiency of estrus synchronization fertility in Mashona goat does. *Small Ruminant Research*, v. 39, p. 283-288, 2001.

LAGO, E. P.; PIRES, A. V.; SUSIN, I.; FARIA, V. P.; LAGO, L. A. Efeito da condição corporal ao parto sobre alguns parâmetros do metabolismo energético, produção de leite e incidência de doenças no pós-parto de vacas leiteiras. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 30, p. 1544-1549, 2001.

LAKE, S. L.; SCHOLLJEGERDES, E. J.; ATKINSON, R. L.; NAYIGIHUGU, V.; PAISLEY, S. I.; RULE, D. C.; MOSS, G. E.; ROBINSON, T. J.; HESS, B. W. Body condition score at parturition and postpartum supplemental fat effects on cow and calf performance. *Journal of Animal Science*, v. 83, p. 2908-2917, 2005.

LANDAU, S.; BRAW-TAL, R.; KAIM, M.; BOR, A.; BRUCKENTAL, I. Preovulatory follicular status and diet affect the insulin glucose content of follicles in high-yielding dairy cows. *Animal Reproduction Science*, v. 64, p. 181-197, 2000.

LENGYEL, A. M. J. Novel mechanisms of growth hormone regulation: growth hormone-releasing peptides and ghrelin. *Brazilian Journal of Medical and Biological Research*, v. 39, p. 1003-1011, 2006.

LENTS, C. A.; LALMAN, D. L.; VERMEULEN, C.; WHEELER, J. S.; HORN, G. W.; WETTEMANN, R. P. Effects of supplemental undegradable protein during early lactation on performance of beef cows grazing native range. *Animal Science*, v. 16, p. 21-29, 2000.

LENTS, C. A.; WHITE, F. J.; CICCIOLO, N. H.; WETTEMANN, R. P.; SPICER, L. J.; LALMAN, D. L. Effects of body condition score at parturition and postpartum protein supplementation on estrous behavior and size of the dominant follicle in beef cows. *Journal of Animal Science*, v. 86, p. 2549-2556, 2008.

LEURY, B. J.; BAUMGARD, L. H.; BLOCK, S. S.; SEGOALE, N.; EHRHARDT, R. A.; RHOADS, R. P.; BAUMAN, D. E.; BELL, A. W.; BOISCLAIR, Y. R. Effect of insulin and growth hormone on plasma leptin in periparturient dairy cows. *American Journal Physiology - Regulatory, Integrative and Comparative Physiology*, v. 285, p. 1107-1115, 2003.

LIEFERS, S. C.; VEERKAMP, R. F.; TE PAS, M. F. W.; DELAVALD, C.; CHILLIARD, Y.; VAN DER LENDE, T. Leptin concentrations in relation to energy balance, milk yield, intake, live weight, and estrus in dairy cows. *Journal of Dairy Science*, v. 86, p. 799-807, 2003.

LOEFFLER, S. H.; DE VRIES, M. J.; SCHUKKEN, Y. H.; DE ZEEUW, A. C.; DIJKHUIZEN, A. A.; DE GRAAF, F. M.; BRAND, A. Use of AI technician scores for body condition, uterine tone and uterine discharge in a model with disease and milk production parameters to predict pregnancy risk at first AI in Holstein dairy cows. *Theriogenology*, v. 51, p.1267-1284, 1999.

LUCY, M. C. Mechanisms linking nutrition and reproduction in postpartum cows. *Reproduction Supplement*, v. 61, p. 415-427, 2003.

- 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, p. 473-482, 1991.
- MAIA, M.; COSTA, A. N. Estro e atividade ovulatória pós-parto em cabras Canindé associados ao manejo da amamentação. *Revista Brasileira Reprodução Animal*, v. 22, p. 35-43, 1998.
- MARTINEZ, M. F.; BOSCH, P.; BOSCH, R. A. Determination of early pregnancy and embryonic growth in goats by transrectal ultrasound scanning. *Theriogenology*, v. 49, p. 1555-1565, 1998.
- MELLADO, M.; VALDEZ, R.; LARA, L. M.; GARCIA, J. E. Risk factors involved in conception, abortion, and kidding rates of gotas under extensive conditions. *Small Ruminant Research*, v. 55, p. 191-198, 2004.
- MINOR, D. J.; TROWER, S. L.; STRAN, G. 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, p. 189-200, 1998.
- MIYOSHI, S.; PATE, J. L.; PALMQUIST, D. L. Effects of propylene glycol drenching on energy balance, plasma glucose, plasma insulin, ovarian function and conception in dairy cows. *Animal Reproduction Science*, v. 68, p. 29-43, 2001.
- MORAND-FEHR, P.; HERVIEU, J. Apprécier l'état corporel des chèvres: Intérêt et méthode. *Reussir La Chèvre*, n. 231, p. 22-34, 1999.
- MORIMOTO, S.; CERBÓN, M. A.; ALVAREZ-ALVAREZ, A.; ROMERO-NAVARRO, G.; DÍAZ-SÁNCHEZ, V. Insulin gene expression pattern in rat pancreas during the estrous cycle. *Life Sciences*, v. 68, p. 2979-2985, 2001.
- MOTLOMELO, K. C.; GREYLING, J. P. C.; SCHWALBACH, L. M. J. Synchronization of oestrus in goats: the use of different progestagen treatments. *Small Ruminant Research*, v. 45, p. 45-49, 2002.
- MULLIGAN, F. J.; O'GRADY, L.; RICE, D. A.; DOHERTY, M. L. A herd health approach to dairy cow nutrition and production diseases of the transition cow, *Animal Reproduction Science*, v. 96, p. 331-353, 2006.
- MWAANGA, E. S.; JANOWSKI, T. Anoestrus in Dairy Cows Causes, Prevalence and Clinical Forms. *Reproduction in Domestic Animals*, v. 35, p. 193-200, 2000.
- NEVES, E. F.; RAMOS, A. F.; MARQUES Jr., A. P. Pré-tratamento com somatotropina bovina (rbST) na superovulação de doadoras da raça holandesa. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v. 57, p. 205-209, 2005.
- NOLAN, R.; O'CALLAGHAN, D.; DUBY, R. T.; LONERGAN, P.; BOLAND, M. P. The influence of short-term nutrient changes on follicle growth and embryo production following superovulation in beef heifers. *Theriogenology*, v. 50, p. 1263-1274, 1998.
- NRC. *Nutrient requirements of small ruminants*. National Academy of Sciences, Washington D.C., 362 pp, 2007.

OLDICK, B. S.; STAPLES, C. R.; THATCHER, W. W.; GYAWU, P. Abosomal infusion of glucose and fat. Effect on digestion, production, and ovarian and uterine functions of cows. *Journal of Dairy Science*, v. 80, p. 1315-1328, 1997.

OLIVEIRA, M. A. L., GUIDO, S. I., LIMA, P. F. Comparison of different protocols used to induced and synchronize estrus cycle of Saanen goats. *Small Ruminant Research*, v. 40, p. 149-153, 2001.

OLSON, J. Estrategías de nutrición para vacas en transición. *Hoard's Dairyman*, n. 88, p. 288, 2002.

PARR, R. A.; DAVIS, I. F.; MILES, M. A.; SQUIRES, T. J. Feed intake affects metabolic clearance rate of progesterone in sheep. *Research in Veterinary Science*, v. 55, p. 306-310, 1993.

PAULA, N. R. O.; GALEATI, G.; TEIXEIRA, D. I. A.; LOPES JÚNIOR, E. S., FREITAS V. J. F.; RONDINA D. Responsiveness to progestagen-eCG-cloprostenol treatment in goat food restricted for long period and refed. *Reproduction Domestic Animals*, v. 40, n. 2, p. 108-110, 2005.

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, p. 2528-2535, 1993.

PRYCE, J. E.; COFFEY, M. P.; SIMM, G. The Relationship Between Body Condition Score and Reproductive Performance, *Journal of Dairy Science*, v. 84, p. 1508-1515, 2001.

PUSHPAKUMARA, P. G. A.; GARDNER, N. H.; REYNOLDS, C. K.; BEEVER, D. E.; WATHES, D. C. Relationships between transition period diet, metabolic parameters and fertility in lactating dairy cows. *Theriogenology*, v. 60, p.1165-1185, 2003.

QURESHI, M. S.; AHMAD, N. Interaction of calf suckling, use of oxytocin and milk yield with reproductive performance of dairy buffaloes. *Animal Reproduction Science*, v. 106, p. 380-392, 2008.

RHODES, F. M.; ENTWISTLE, K. W.; KINDER, J. E. Changes in ovarian function and gonadotropin secretion preceding the onset of nutritionally induced anestrus in bos indicus heifers. *Biology of Reproduction*, v. 55, p. 1437-1443, 1996.

RHODES, F. M.; FITZPATRICK, L. A.; ENTWISTLE, K. W.; DE'ATH, G. Sequential changes in ovarian follicular dynamics in Bos indicus heifers before and after nutritional anoestrus, *Journal Reproduction Fertility*, v. 104, p. 41-49, 1995.

RIVERA, G. M.; CHANDRASEKHER, Y. A.; EVANS, A. C. O.; GIUDICE, L. C.; FORTUNE, J. E. A potential role for insulin-like growth factor binding protein-4 proteolysis in the establishment of ovarian follicular dominance in cattle. *Biology of Reproduction*, v. 65, p. 102-111, 2001.

ROBINSON, J. J.; ASHWORTH, C. J.; ROOKE, J. A.; MITCHELL, L. M.; MCEVOY, T. G. Nutrition and fertility in ruminant livestock. *Animal Feed Science and Technology*, v. 126, p. 259-276, 2006.

- ROCHE, J. R.; DALLEY, D.; MOATE, P.; GRAINGER, C.; HANNAH, M.; O'MARA, F.; RATH, M. Variations in dietary cation-anion difference and the acid-base balance of dairy cows on a pasture-based diet in South-eastern Australia. *Grass Forage Science*, v. 55, p. 26-36, 2002.
- RONDINA, D.; FREITAS, V. J. F.; SPINACI, M.; GALEATI, G. Effect of nutrition on plasma progesterone levels, metabolic parameters and small follicles development in unstimulated goats reared under constant photoperiod regimen. *Reproduction in Domestic Animal*, v. 40, p. 548-552, 2005.
- ROYAL, M. D.; DARWASH, A. O.; FLINT, A. P. F.; WEBB, R.; WOOLLIAMS, J. A.; LAMMING, G. E. Declining fertility in dairy cattle: changes in traditional and endocrine parameters of fertility. *Animal Science*, v. 70, n. 3, 2000.
- RUBIANES, E.; DE CASTRO, T.; CARBAJAL, B. Effect of high progesterone levels during the growing phase of the dominant follicle of wave 1 in ultrasonically monitored ewes. *Canadian Journal of Animal Science*, v. 76, p. 473-475, 1996.
- RUKKWAMSUK, T.; KRUIP, T. A. M.; MEIJER, G. A. L.; WENSING, T. Hepatic fatty acid composition in periparturient dairy cows with fatty liver induced by intake of a high energy diet in the dry period. *Journal of Dairy Science*, v. 82, p. 280-287, 1999.
- RUPPERT, L. D.; DRACKLEY, J. K.; BREMME, R. D. R.; CLARK, J. H. Effects of tallow in diets based on corn silage or alfalfa silage on digestion and nutrient use by lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*, v. 86, p. 593-609, 2003.
- RYAN, N. K.; VAN DER HOEK, K. H.; ROBERTSON, S. A.; NORMAN, R. J. Leptin and leptin receptor expression in the rat ovary. *Endocrinology*, v. 144, n. 11, p. 5006-5013, 2003.
- SANTOS, J. E. P.; AMSTALDEN, M. Effects of nutrition on bovine reproduction. *Arquivo da Faculdade de Veterinária UFRGS*, v. 26, p. 19-89, 1998.
- SCARAMUZZI, R. J.; CAMPBELL, B. K.; DOWNING, J. A.; KENDALL, N. R.; KHALID, M.; MUÑOZ-GUTIÉRREZ, M.; SOMCHIT, A. A review of the effects of supplementary nutrition in the ewe on the concentrations of reproductive and metabolic hormones and the mechanisms that regulate folliculogenesis and ovulation rate. *Reproduction Nutrition Development*, v. 46, p. 339-354, 2006.
- SCHLUMBOHM, C.; HARMEYER, J. Hyperketonemia Impairs Glucose Metabolism in Pregnant and Nonpregnant Ewes. *Journal of Dairy Science*, v. 87, p. 350-358, 2004.
- SCHNEIDER, J. E. Energy balance and reproduction. *Physiology and Behavior*, v. 81, p. 289-317, 2004.
- SHRESTHA, H. K.; NAKAO, T.; HIGAKI, T.; SUZUKI, T.; AKITA, M. Resumption of postpartum ovarian cyclicity in high-producing Holstein cows. *Theriogenology*, v. 61, p. 637-649, 2004.
- SPICER, L. J.; ALONSO, J.; CHABERLAIN, C. S. Effects of thyroid hormones on bovine granulosa and theca cell function *in vitro*: dependence on insulin and gonadotropins. *Journal of Dairy Science*, v. 84, p. 1069-1076, 2001.

SPICER, L. J.; CHASE JR, C. C.; RUTTER, L. M. Relationship between serum insulin-like growth factor-I and genotype during the postpartum interval in beef cows. *Journal of Animal Science*, v. 80, p. 716-722, 2002.

SPICER, L. J.; STEWART, R. E. Interaction among basic fibroblast growth factor, epidermal growth factor insulin and insulin-like growth factor-I (IGF-I) on cell numbers and steroidogenesis of bovine thecal cells: role of IGF-I receptors. *Biology of Reproduction*, v. 54, p. 255-263, 1996.

SPITZER, J. C.; MORRISON, D. G.; WETTEMANN, R. P.; FAULKNER, L. C. Reproductive responses and calf birth and weaning weights as affected by body condition at parturition and postpartum weight gain in primiparous beef cows. *Journal of Animal Science*, v. 73, p. 1251-1257, 1995.

SVENNERSTEN-SJAUNJA, K.; OLSSON, K. Endocrinology of milk production. *Domestic Animal Endocrinology*, v. 29, p. 241-258, 2005.

TANAKA, T.; AKABOSHI, N.; INOUE, Y.; KAMOMAE, H.; KANEDA, Y. Fasting-induced suppression of pulsatile luteinizing hormone secretion is related to body energy status in ovariectomized goats. *Animal Reproduction Science*, v. 72, p. 185-196, 2002.

TANAKA, T.; YAMAGUCHI, T.; KAMOMAE, H.; KANEDA, Y. Nutritionally induced body weight loss and ovarian quiescence in Shiba goats. *Journal of Reproduction and Development*, v. 49, p. 113-119, 2003.

THOMAS, M. G.; BAO, B.; WILLIAMS, G. L. Dietary fats varying in their fatty acid composition differentially influence follicular growth in cows fed isoenergetic diets. *Journal of Animal Science*, v. 75, p. 2512-2519, 1997.

VACCARO, R. Comportamiento de bovinos para doble propósito en el trópico, Seminario Internacional sobre Lecher ya Tropical. Villahermosa, Tabasco, México, p. 14-35, 1990.

VAN KNEGSEL, A. T. M.; VAN DEN BRAND, H.; DIJKSTRA, J.; TAMMINGA, S.; KEMP, B. Effect of dietary energy source on energy balance, production, metabolic disorders and reproduction in lactating dairy cattle. *Reproduction Nutrition Development*, v. 45, p. 665-88, 2005.

VAN KNEGSEL, A. T. M.; VAN DEN BRAND, H.; DIJKSTRA, J.; VAN STRAALLEN, W. M.; HEETKAMP, M. J. W.; TAMMINGA, S. Dietary energy source in dairy cows in early lactation: energy partitioning and milk composition. *Journal of Dairy Science*, v. 90, p. 67-76, 2007.

VAZQUEZ-ANON, M.; BERTICS, S.; LUCK, M.; GRUMMER, R. R. Peripartum liver triglyceride and plasma metabolites in dairy cows. *Journal of Dairy Science*, v. 77, p. 1521-1528, 1994.

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.

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.

WATHES, C.; FENWICK, M.; CHENGA, Z.; BOURNE, N.; LLEWELLYN, S.; MORRIS, D. G.; KENNY, D.; MURPHY, J.; FITZPATRICK, R. Influence of negative energy balance on cyclicity and fertility in the high producing dairy cow. *Theriogenology*, v. 68, p. 232-241, 2007.

WEBB, R. GARNSWORTHY, P. C.; GONG, J. G.; ARMSTRONG, D. G. Control of follicular growth: Local interactions and nutritional influences. *Journal of Animal Science*, v. 82, p. 63-74, 2004.

WEBB, R.; GARNSWORTHY, P. C.; GONG, J. G.; ROBINSON, R. S.; WATHES, D. C. Consequences for reproductive function of metabolic adaption to load. *Metabolic Stress in Dairy Cows*, v. 24, p. 99-112, 1999.

WESTWOOD, C. T.; LEAN, I. J.; GARVIN, J. K. Factors Influencing Fertility of Holstein Dairy Cows: A Multivariate Description. *Journal of Dairy Science*, v. 85, p. 3225-3237, 2002.

WESTWOOD, C. T.; LEAN, I. J.; KELLAWAY, R. C. Indications and implications for testing of milk urea in dairy cattle: a quantitative review. Part 2. Effect of dietary protein on reproductive performance. *New Zealand Veterinary Journal*, v. 46, p. 123-130, 1998.

WILLIAMS, G. L.; AMSTALDEN, M.; GARCIA, M. R.; STANKO, R. L.; NIZIELSKI, S. E.; MORRISON, C. D.; KEISLER, D. H. Leptin and its role in the central regulation of reproduction in cattle. *Domestic Animal Endocrinology*, v. 23, p. 339-49, 2002.

WILTBANK, M. C.; GUMEN, A.; SARTORI, R. Physiological classification of anovulatory conditions in cattle. *Theriogenology*, v. 57, p. 21-52, 2002.

WILTBANK, M. C.; LOPEZ, H.; SARTORI, R.; SANGSRITAVONG, S.; GUMEN, A. Changes in reproductive physiology of lactating dairy cows due to elevated steroid metabolism. *Theriogenology*, v. 65, p. 17-29, 2006.

WRIGHT, P. J.; MALMO, J. Pharmacologic manipulation of fertility. *Veterinary Clinics North America*, v. 8, p. 57-89, 1992.

YAAKUB, H.; O'CALLAGHAN, D.; BOLAND, M. P. Effect of roughage type and concentrate supplementation on follicle numbers and *in vitro* fertilisation and development of oocytes recovered from beef heifers. *Animal Reproduction Science*, v. 55, p. 1-12, 1999.

YAVAS, Y.; WALTON, J. S. Postpartum acyclicity in suckled beef cows: a review. *Theriogenology*, v. 54, p. 25-55, 2000.

ZAMIRI, M. J.; QOTBI, A.; IZADIFARD, J. Effect of daily oxytocin injection on milk yield and lactation length in sheep. *Small Ruminant Research*, v. 40, p. 179-185, 2001.

ZIEBA, D. A.; AMSTALDEN, M.; MACIEL, M. N.; KEISLER, D. H.; RAVEN, N.; GERTLER, A.; WILLIAMS, G. L. Divergent effects of leptin on luteinizing hormone and insulin secretion are dose dependent. *Experimental Biology and Medicine*, v. 228, p. 325-330, 2003.