

ANSELMO DOMINGOS FERREIRA SANTOS

**DESEMPENHO PRODUTIVO E REPRODUTIVO DE VACAS LEITEIRAS
SUPLEMENTADAS COM GORDURA DIETÉTICA NO PRÉ E PÓS-PARTO**

Tese apresentada à
Universidade Federal de
Viçosa, como parte das
exigências do Programa de Pós-
Graduação em Zootecnia, para
obtenção do Título de “Doctor
Scientiae”.

**VIÇOSA
MINAS GERAIS – BRASIL
2005**

**Ficha catalográfica preparada pela Seção de Catalogação e
Classificação da Biblioteca Central da UFV**

T

S237d
2005

Santos, Anselmo Domingos Ferreira, 1973-
Desempenho produtivo e reprodutivo de vacas
leiteiras suplementadas com gordura dietética no pré e
pós-parto / Anselmo Domingos Ferreira Santos. - Viçosa:
UFV, 2005.

xiii, f. : il. ; 29cm.

Orientador: Ciro Alexandre Alves Torres.
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de
Viçosa.

Inclui bibliografias.

1. Bovino de leite - Reprodução. 2. Bovino de leite -
Registros de desempenho. 3. Bovino de leite -
Alimentação e rações. 4. Lipídios na nutrição animal. I.
Universidade Federal de Viçosa. II. Título.

CDD 22.ed. 636.20824

ANSELMO DOMINGOS FERREIRA SANTOS

**DESEMPENHO PRODUTIVO E REPRODUTIVO DE VACAS
LEITEIRAS SUPLEMENTADAS COM GORDURA DIETÉTICA NO
PRÉ E PÓS-PARTO**

Tese apresentada à
Universidade Federal de
Viçosa, como parte das
exigências do Programa de
Pós-Graduação em
Zootecnia, para obtenção do
Título de “Doctor Scientiae”.

APROVADA: 31 de março de 2005

Prof. Eduardo Paulino da Costa
(Conselheiro)

Prof. José Domingos Guimarães
(Conselheiro)

Dr. João Henrique Moreira Viana

Dr. Jeferson Ferreira da Fonseca

Prof. Ciro Alexandre Alves Torres
(Orientador)

*“A vida tem dois caminhos.
Um permanente, imutável, eterno, que leva você à felicidade.
O outro, passageiro, que leva à dor.
O permanente mostra-se difícil. Precisa ser procurado. Exige esforço,
compreensão, persistência.
O passageiro se oferece, apresenta atrativos.
Assim são os caminhos do bem e do mal.
Tenha coragem na escolha.
Todo sacrifício na estrada do bem produz luz e alegria que nunca se
extinguem.
(Lourival Lopes – Sementes de Felicidade)*

“Toda a natureza é uma harmonia divina, sinfonia maravilhosa que convida todas as criaturas que acompanhem sua evolução e progresso. Seja, em sua vida, um instrumento apto a captar as vibrações de paz e serenidade da natureza, e sua saúde encontrará o equilíbrio necessário para prosperar cada vez mais.”

À minha mãe Silionisia Ferreira Santos e ao meu pai Ailton Cardoso Santos, pelas demonstrações de amor, confiança, dignidade, perseverança e justiça, dedico toda a minha vida.

Às minhas irmãs Naiana Carla, Naiara Mírian e Náira Cristina, pelo carinho, ternura, atenção, compreensão e incentivo, dedico.

AGRADECIMENTO

A Deus...

Ao professor Ciro Alexandre Alves Torres, pela experiência, amizade, compreensão e confiança.

Ao professor Eduardo Paulino da Costa e professor José Domingos Guimarães, pela confiança, amizade, apoio, pelo exemplo de humildade, trabalho, dedicação, competência, perseverança e amor à profissão.

Ao professor Paulo Sávio, pela competência e pelo fundamental apoio no desenvolver deste trabalho.

Ao Departamento de Zootecnia e a Universidade Federal de Viçosa (UFV), pela realização deste curso.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão da bolsa de estudo.

Ao amigo Chico Rennó, pela competência profissional, pelo precioso e indispensável apoio no desenvolvimento deste trabalho, pela transmissão de conhecimentos e pela amizade.

A Mariana Drumond (Candinha), pelo sentimento, convivência, dedicação, confiança e zelo.

Aos professores Sebastião Valadares, José Maurício, Marcelo Teixeira, pelos aconselhamentos e pelas sugestões.

Aos amigos Jeferson, Alan, Hebert Lafon, Nadja, Dudu Maníaco, Vitor, Fabiene, Amélia, Miller, Luiz Gustavo, Fábio Luns Joel, Zé Franciso, Paulim, pelo apoio na execução deste trabalho e, também, pela amizade e companheirismo.

Aos amigos da Grande “Pelada da Violeira”, em especial ao Mingote, Marieta, Junior, Branco, Bigode, Sebastião, Kita, Erly, pelos agradáveis dias de sábado. Sentirei muita falta!

Aos amigos, Fabrício, Matheus, Priscila, Mariele, Henrique, Rodrigo, Cristiano, Gustavo, Ana Paula, pelo apoio e companheirismo.

Às amigas Áurea e Flávia, pessoas abençoadas, com quem tive o privilégio de conviver.

Ao Zootecnista Belmiro, pelo caráter, competência, confiança, amizade e convivência.

Ao Mauro, da fábrica de ração, por todo o apoio e confiança em mim depositado, para que pudesse desenvolver este trabalho.

Ao professor Dantas, que esteve presente nos momentos críticos durante a execução deste trabalho.

Ao Professor Aloísio, Fátima, Aloisinho, Alexandre e Thiago, pela amizade e convivência.

A todos os funcionários do Departamento de Zootecnia, Celeste, Adilson, Venâncio, Raimundo, Rosana, Márcia, Joélcio, Marcelo, Sr. Jorge e aos demais, pela presteza e disposição.

Aos companheiros do estábulo, Almiro, Chico, Cláudio, Joãozinho, Zezé, Zé Antônio, Maurinho, Paulinho, Antônio, Zé Ramin, Zinho, enfim a todos com quem pude conviver e desfrutar de momentos de alegria, e pelo imprescindível apoio.

Ao Pum e Sr. Raimundo, do Laboratório Animal, pela garra, força de vontade, competência, compromisso e suporte.

A todos os professores da Universidade Federal de Viçosa que, direta ou indiretamente, aprimoraram meus conhecimentos de vida e profissional.

Ao funcionário José Cândido (Nenzinho), pelo seu alto astral, pela prontidão e por ter me ajudado a fazer do Laboratório de Reprodução Animal (DVT) a minha segunda casa.

Aos professores, colegas de curso e funcionários do DZO e DVT, enfim, a todos aqueles que, de uma forma ou outra, ajudaram na minha formação.

BIOGRAFIA

ANSELMO DOMINGOS FERREIRA SANTOS, filho de Ailton Cardoso Santos e Silionisia Ferreira Santos, nasceu em Vitória da Conquista, Bahia, em 5 de julho de 1973.

Graduou-se em Medicina Veterinária pela Universidade Federal da Bahia (UFBA), em fevereiro de 1998.

Especializou-se em Reprodução Animal, no Departamento de Medicina Veterinária da Universidade Federal de Viçosa, dedicando seus estudos na área de Fisiopatologia e Biotecnologia da Reprodução, submetendo-se à defesa de monografia em março de 1999.

Iniciou, em março de 1999, iniciou o curso de Pós-graduação em Zootecnia na Universidade Federal de Viçosa, sob a orientação do professor Ciro Alexandre Alves Torres, concentrando seus estudos na área de Fisiologia da Reprodução, submetendo-se à defesa de tese para obtenção do título de “Magister Scientiae”, em 29 de março de 2001.

Em abril de 2001, iniciou o curso de Doutorado em Zootecnia na Universidade Federal de Viçosa em abril de 2001, concentrando seus estudos na área de Fisiologia da Reprodução, Produção e Nutrição Animal, submetendo-se à defesa de tese em 31 de março de 2005.

ÍNDICE

RESUMO	xii
ABSTRACT	xv
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	4
2.1. Lipídios na nutrição de ruminantes	5
2.2. Período de transição e o consumo de matéria seca (CMS)	7
2.3. Mobilização de reservas corporais	10
2.4. Efeito da gordura dietética no metabolismo lipídico durante o período de transição.....	12
2.5. Efeito da gordura dietética sobre a reprodução	13
3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	21
RESPOSTA PRODUTIVA DE VACAS NO INÍCIO DE LACTAÇÃO SUBMETIDAS À SUPLEMENTAÇÃO DE GORDURA DURANTE O PERÍODO DE TRANSIÇÃO	28
RESUMO	28
ABSTRACT	29
1. INTRODUÇÃO.....	30
2. MATERIAL E MÉTODOS	31
3. RESULTADO E DISCUSSÃO	35
4. CONCLUSÃO.....	47
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	48

VARIAÇÃO DA CONDIÇÃO CORPORAL E DO PESO CORPORAL NO INÍCIO DA LACTAÇÃO EM VACAS SUBMETIDAS À SUPLEMENTAÇÃO DE GORDURA DIETÉTICA DURANTE O PERÍODO DE TRANSIÇÃO	52
RESUMO.	52
ABSTRACT –	53
1. INTRODUÇÃO.....	54
2. MATERIAL E MÉTODOS	55
3. RESULTADO E DISCUSSÃO	59
4. CONCLUSÃO.....	69
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	70
EFEITO DA SUPLEMENTAÇÃO DE GORDURA DURANTE O PERÍODO DE TRANSIÇÃO SOBRE A ATIVIDADE OVARIANA E O DESEMPENHO REPRODUTIVO DE VACAS LEITEIRAS DE ALTA PRODUÇÃO	72
RESUMO	72
ABSTRACT	74
1. INTRODUÇÃO.....	75
2. MATERIAL E MÉTODOS	76
3. RESULTADO E DISCUSSÃO	81
4. CONCLUSÃO.....	93
5, REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	94
3. CONCLUSÕES GERAIS	97

RESUMO

SANTOS, Anselmo Domingos Ferreira, D.S., Universidade Federal de Viçosa, março de 2005. **Desempenho Produtivo e Reprodutivo de Vacas Leiteiras Suplementadas com Gordura Dietética no Pré e Pós-Parto.** Orientador: Ciro Alexandre Alves Torres. Conselheiros: Eduardo Paulino da Costa e José Domingos Guimarães.

Este estudo foi realizado com o objetivo de estudar os efeitos da suplementação dietética com gordura durante o período de transição sobre consumo de matéria seca (CMS), a produção de leite, o balanço energético, a mobilização de reservas corporais, a dinâmica folicular ovariana, os parâmetros plasmáticos hormonais e metabólicos (colesterol, colesterol HDL e progesterona) e o desempenho reprodutivo (intervalos do parto à primeira ovulação, ao primeiro estro e à primeira inseminação, taxa de concepção à 1ª inseminação, número de serviço por concepção). Para todos os experimentos, utilizaram-se 20 vacas da raça holandesa, multíparas, gestantes, distribuídas aleatoriamente em dois tratamentos: C = dieta-controle (3% de extrato etéreo (EE) na matéria seca (MS)) e G = dieta-gordura (6% de EE na MS). No experimento 1, os valores médios de consumo de MS (CMS) não diferiram no pré e pós-parto (10,73 e 9,95 kg e 16,06 e 17,81 kg de MS/dia para os grupos C e G, respectivamente), contudo houve aumento ($P < 0,05$) na quarta semana

de lactação para os animais do grupo G (15,53 vs 18,29 kg de MS). Este aumento no CMS, associado à maior densidade energética da dieta G, foi responsável por um maior consumo de energia líquida para os animais do grupo G após o parto (28,22 vs 32,61 Mcal/dia; $P < 0,05$). A produção de leite total e o leite corrigido para 3,5% de gordura não diferiram, com médias de 31,88 e 34,41 kg/dia e 36,34 e 36,05 kg de leite/dia para os animais dos grupos C e G, respectivamente, apesar de os animais do grupo G produzirem 2,53 kg de leite a mais por dia (7,93%) que o grupo C. Houve redução da porcentagem da gordura do leite ($P < 0,05$), com médias de 4,36 e 3,81 % de gordura para os grupos C e G. Observou-se, portanto, que a produção total de gordura não foi afetada (1,38 vs 1,29 kg de gordura por dia para os animais dos grupos C e G, respectivamente). No experimento 2, verificou-se interação entre dieta e semanas em lactação sobre o balanço de energia líquida e os animais do grupo G apresentaram menor balanço negativo de energia a partir da quarta semana de lactação ($P < 0,05$), coincidindo com o aumento de consumo verificado neste mesmo período. Não foram observados efeitos das dietas sobre o Escore de Condição corporal e Mudança de Condição Corporal. Contudo, observou-se interação entre dieta e semanas em lactação sobre o Peso Corporal e Mudança de Peso Corporal no pré e pós-parto para os animais do grupo G, que estabilizaram o peso corporal e começaram a ganhar peso a partir da sétima semana, enquanto os do grupo C permaneceram perdendo peso. No experimento 3, a suplementação de gordura promoveu aumento nas concentrações plasmáticas de Colesterol Total (54,23 vs 73,68 mg/dL) e Colesterol HDL (52,59 e 61,42 mg/dL), não alterou as concentrações de progesterona (2,35 vs 2,47 ng/mL). Verificou-se também aumento na população de folículos ovarianos da classe 1 (0,3–0,6 cm de diâmetro; $P < 0,05$), principalmente entre os dias 26 e 31 após o parto, quando o consumo de energia foi maior para este grupo. Os animais dos grupos C e G desenvolveram 13,40 e 12,63, 6,90 e 7,38, 2,90 e 4,78 folículos das classes 2, 3 e 4, respectivamente. O diâmetro médio do maior folículo foi afetado pela

dieta ($P = 0,53$), com valores de $1,46 \pm 0,22$ e $1,74 \pm 0,37$ cm para os grupos C e G respectivamente. Houve melhoria dos índices reprodutivos de forma geral para os animais do grupo G comparado ao C. Verificou-se menor intervalo 1-2ª ovulação, (29,50 vs 23,13 dias para os animais dos grupos C e G, respectivamente). Não foi verificado efeito da dieta sobre a área do corpo lúteo, contudo, houve correlação ($r = 0,50$; $P < 0,01$) entre esta característica e o diâmetro do folículo ovulatório. O primeiro estro no pós-parto ocorreu 27 dias após a segunda ovulação para o grupo G contra 60 dias para o C. Houve redução de 39 dias no intervalo parto-1º estro, de 46,37 dias no intervalo Parto – 1º IA ($P = 0,08$), e de 42,89 dias no intervalo de parto para os animais do Grupo G. O período de serviço e o número de serviços por concepção foram de 152,67 e 106,89 dias e 1,33 e 1,50 doses para os grupos C e G, respectivamente. O fornecimento de energia adicional na forma de gordura reduz o estado energético negativo da vaca, fazendo com que retorne ao estro mais cedo após o parto, e dessa maneira, concebe mais precocemente.

ABSTRACT

SANTOS, Anselmo Domingos Ferreira, D.S., Universidade Federal de Viçosa, March, 2005. **Productive and Reproductive Performance of Dairy Cows Supplemented with Dietary Fat During the Pre and Postpartum.** Adviser: Ciro Alexandre Alves Torres. Committee members: Eduardo Paulino da Costa and José Domingos Guimarães.

The aim of this study was to evaluate the reproductive and productive performance, dry matter intake, energy balance, changes in condition score, ovarian follicular dynamics, plasma concentration of cholesterol and progesterone in the early lactation of dairy cows supplemented with dietary fat during the transition period. Twenty pregnant Holstein cows were randomly assigned in two treatments: C – control diet (3% Ether Extract in dry matter); and G – dietary fat (6% Ether Extract in dry matter). In the first experiment, the cow average dry matter intake (DMI) did not differ among pre and post-partum period (10,73 e 9,95 kg e 16,06 e 17,81 kg de DMI/day) for C and G groups respectively. However, in the fourth lactation week, animals from group G had a higher DMI than group C (15,53 vs 18,29 kg de DM). The increase in the DMI associated with a higher energy density of the G diet was the responsible for a higher liquid energy intake for the animals G group in the pos-partum (28,22 vs 32,61 Mcal/day; $P < 0,05$). Milk production and corrected milk did not differ among the groups (31,88 e 34,41 kg/day to group C and 36,34 e 36,05 kg of milk/day to group G) even with a 2,53 kg/day

increase in milk production to group G animals. A decrease in milk fat percentage was verified to group G animals (4,36 X 3,81% milk fat) but not for total fat production (1,38 X 1,29 kg of milk fat/day for groups C and G). In the second experiment, group G animals had a lower negative energy balance after the fourth week of lactation ($P < 0,05$), concurring with a higher DMI in the same period. No differences in body condition score and body condition changes was verified among the groups, however group G animals had a higher average daily body weight gain than group C after the seventh week post-partum while group C animal remain loosing weight until the end of this experiment. In the experiment 3, a higher total and HDL cholesterol concentration was verified for group G (54,23 vs. 73,68 mg/dL and 52,59 vs. 61,42 ml/dL). Differences in plasma progesterone concentration were not significant in the experimental period. A higher number of class 1 follicles also were verified to group G animals principally between the 26 – 31 days after partum ($P < 0,05$), when this group had an increase in energy intake. The number of class 2 and 3 were not different among the groups. Dominant follicle average diameter was affected by diet ($P = 0,53$), animals from group G had a higher diameter than group C (1,46 vs. 1,74 cm). The reproductive performance was better for group G animals, when evaluated the interval from first to second ovulation (23,13 vs. 29,5), days to first ovulation post-partum (42,89 vs. 46,37 days), open days (106,89 vs. 152,67 days) and IA per conception (1,33 vs. 1,5 doses). In conclusion the supplementation of dietary fat to dairy cows during the transition period decreases the cow negative energy status and improves the reproductive and productive performance.

1. INTRODUÇÃO

Alta produção de leite e um bom desempenho reprodutivo são condições imprescindíveis para a lucratividade de um empreendimento leiteiro. Contudo, a associação entre produção de leite e reprodução é antagonista (BUTLER e SMITH, 1989). Durante o início da lactação, a taxa de aumento na produção de leite excede ao de consumo de matéria seca (CMS), resultando em balanço energético e protéico negativo (BEN), o qual está estritamente relacionado ao desempenho reprodutivo. Portanto, métodos para minimizar a magnitude e duração do balanço negativo de nutrientes podem ser benéficos para a reprodução.

Suplementos lipídicos têm sido adicionados a dietas de vacas de alta produção durante o início da lactação, com o objetivo de aumentar a densidade calórica das dietas, o que resulta em maior ingestão de energia, aumento de produção de leite e melhoria no desempenho reprodutivo em geral. Isto porque as vacas utilizam o ingrediente gordura de forma mais eficiente que grãos ou forragens para a produção de leite; as perdas energéticas durante o metabolismo de gordura são menores que as perdas para grãos e forragens; e a maior parte da energia da gordura é incorporada diretamente no leite. Além disso, a adição de gordura aumenta a absorção de nutrientes lipossolúveis.

Schingoethe e Casper (1991) citaram aumento na produção de leite entre 5 e 10% quando vacas foram suplementadas com óleos de sementes oleaginosas. A inclusão de sementes de girassol ou soja na dieta de vacas entre a 4^a e 16^a semana após o parto resultou em 2,8% a mais de leite no momento da suplementação, maior pico de produção e produção total de leite 8,2% maior no final de um período de 12 semanas de alimentação. Esta maior produção de leite foi mantida durante toda a lactação.

O aumento do nível de energia pelo uso de lipídios é especialmente importante na fase inicial da lactação, quando o consumo de alimentos é limitado pelo estresse pós-parto (15% em média), evitando, assim, a perda de peso, o balanço negativo de nutrientes e, conseqüentemente, a redução da produção total de leite na lactação e a baixa eficiência reprodutiva (Butler e Canfield, 1989).

A alguns autores têm reportado diminuição no CMS ou aumento na produção de leite corrigido para gordura quando dietas foram suplementadas com gordura, ocorrendo mudanças mínimas no balanço de energia (Staples et al., 1998). Portanto, o efeito benéfico primário da gordura suplementar pode ser independente do balanço de energia e ser mediado por meio do aumento do suprimento de ácidos graxos.

A suplementação de gordura tem influenciado positivamente o desempenho reprodutivo de vacas leiteiras, incluindo aumento no tamanho do folículo ovulatório, aumento no número de folículos, aumento da concentração de progesterona plasmática, redução na secreção de metabólitos de prostaglandinas e aumento na fertilidade, independentemente do balanço de energia das dietas (Williams, 1996; Beam e Butler, 1997; Staples et al., 1998). Há vários mecanismos possíveis pelos quais a gordura dietética pode melhorar a função reprodutiva: 1) diminuição do balanço energético negativo; 2) aumento da esteroidogênese favorável ao aumento da fertilidade; 3) manipulação da insulina de forma que estimule o desenvolvimento folicular ovariano; 4) aumento das concentrações plasmáticas de colesterol que, por sua vez, serve como precursor para síntese de progesterona; e 5) inibição da produção e liberação da prostaglandina F_{2a} ($PGF_{2\alpha}$). Também, parece haver uma diminuição da síntese de 17β -estradiol, o que pode diminuir a sensibilidade do corpo lúteo a $PGF_{2\alpha}$ (Staples et al., 1998).

A adição de fontes de gordura suplementar na dieta de vacas lactantes é uma alternativa para diminuir o período do balanço energético negativo e maximizar o desempenho produtivo e reprodutivo no pós-parto. Contudo, a recomendação tradicional é que se adicione gordura à dieta logo após o parto. No entanto, estudos posteriores demonstraram que a resposta à suplementação é retardada neste período (Salfer et al., 1995). A lenta resposta e a substancial resposta residual (*carry-over*) à suplementação de gordura podem parcialmente explicar porque

pouca ou nenhuma resposta na produção foi observada em alguns estudos que utilizaram desenho experimental de curta duração. O intervalo para a resposta à suplementação (*lag time*) pode ser maior no início da lactação (Schingoethe e Casper, 1991) e isto provavelmente ocorreu em razão de não haver nenhum período de adaptação anterior à dieta contendo gordura suplementar.

Os objetivos desta pesquisa foram estudar os efeitos da suplementação dietética com gordura durante o período de transição sobre: consumo de matéria seca (CMS), produção de leite, balanço energético, mobilização de reservas corporais, dinâmica folicular ovariana, parâmetros plasmáticos e perfis hormonais e metabólicos (colesterol, colesterol HDL), desempenho reprodutivo (intervalos do parto à primeira ovulação, ao primeiro estro e à primeira inseminação, taxa de concepção a primeira inseminação e número de serviços por concepção).

2. REVISÃO DE LITERATURA

O termo ‘gordura’ é normalmente utilizado para descrever componentes que têm alto conteúdo de ácidos graxos de cadeia longa, incluindo triglicerídios, fosfolipídios, ácidos graxos não-esterificados e sais de ácidos graxos de cadeia longa.

Diferentes tipos de suplementação de gordura têm sido fornecidos a vacas lactantes. Alguns deles incluem misturas de lipídios vegetal – animal, sebo bovino, gordura amarela, óleos de farinha de peixe, óleos de sementes (algodão, soja, canola, girassol), gordura granulada, gordura ‘protegida’, entre outros. As gorduras das forragens contêm, tipicamente, altas concentrações de ácidos linolênico (C_{18:3}) e linoléico (C_{18:2}), enquanto grãos e sementes oleaginosas contêm triglicerídios, que são ricos em ácidos linoléico e oléico (C_{18:1}). Gorduras como sebo contêm mais ácido palmítico e esteárico, enquanto óleos de peixe são os únicos que possuem relativamente altas concentrações de ácidos graxos longos altamente insaturados, denominados eicosapentanóicos (EPA, 20:5) e docosahexaenóico (DHA, 22:6) (Staples et al., 1998).

O conteúdo energético líquido das gorduras dietéticas é altamente influenciado pelo grau de saturação dos ácidos graxos. Gorduras que contêm maior proporção de ácidos graxos insaturados (fontes vegetais) comparadas a ácidos

graxos saturados (fontes animais) são freqüentemente mais digestíveis no intestino delgado, possivelmente, devido a um menor ponto de saturação em relação às gorduras saturadas, aumentando, dessa maneira, a formação de micelas para absorção (Staples, 2001). Estes ácidos graxos polinsaturados (linoléico, linolênico, eicosapentaenoico e docosahexaenoico) são classificados como essenciais, devendo ser suplementados nas dietas de vacas leiteiras (Mattos et al., 2000).

2.1. Lipídios na Nutrição de Ruminantes

Os alimentos glicídicos (forrageiras), aqueles consumidos em maior quantidade pelos ruminantes, após fermentados pelos microrganismos presentes no rúmen produzem ácidos graxos voláteis (AGV), que constituem 70 a 80% do aporte energético para o animal (Byers e Schelling, 1993).

Entre os AGV produzidos no rúmen, os ácidos acético e butírico são os responsáveis pela formação da gordura do leite e deposição dessa em diversos tecidos (subcutâneo, intermuscular e intramuscular, medula óssea, cavidades torácica e abdominal, associada às vísceras e aos órgãos vitais). Metade dos AGV é sintetizada *de novo* na glândula mamária a partir do acetato e hidroxibutirato, porém. Os outros 40-50% originam-se da gordura da dieta, que podem ser transferidos diretamente para a gordura do leite, e menos de 10% são provenientes do tecido adiposo (Palmquist e Jenkins, 1980).

A adição de gordura a dietas de ruminantes pode causar problemas de palatabilidade, e diminuição da digestibilidade, provavelmente devido a um efeito tóxico de ácidos graxos de cadeia longa sobre as bactérias celulolíticas ruminais, além de reduzir a relação acetato:propionato e, conseqüentemente, o suprimento de ácido acético, precursor direto de 50% da gordura do leite (Chalupa et al., 1986; Palmquist, 1989). A influência dos lipídios sobre os microrganismos ruminais é dependente, ainda, da presença de ácidos graxos livres, da capacidade de formar sais insolúveis, da propriedade de formar barreira física sobre o alimento, dificultando a colonização microbiana, e da quantidade diária ingerida por dia (Palmquist, 1989; Jenkins, 1995).

A insaturação e a esterificação são as duas maiores propriedades da gordura que podem influenciar na digestão (Palmquist e Jenkins, 1980). Embora a

fermentação seja depreciada pela adição de gordura na dieta, a digestibilidade total da energia não é sempre diminuída, presumivelmente devido à fermentação adicional no intestino grosso (Byers e Schelling, 1993).

Conforme Devendra e Lewis (1974) existem quatro teorias para explicar a diminuição da digestibilidade dos componentes da parede celular, induzida pela adição com gordura na dieta: 1) efeito causado pelo envolvimento de partículas de alimentos pela gordura; 2) déficit de cátions para formação de sais insolúveis com ácidos graxos de cadeia longa; 3) inibição da atividade microbiana no rúmen; e 4) modificação da população microbiana.

A ação da gordura sobre a concentração de protozoários é um fator muito variável, principalmente em relação à fonte de lipídio. De acordo com Ameny et al. (1995), os efeitos deletérios da adição de gordura têm sido mediados pela ação inibitória direta de alguns ácidos graxos livres sobre a degradação da fibra por bactérias e protozoários. O grau de inibição parece depender primeiramente da taxa de liberação de ácidos graxos pela lipólise.

Jenkins e Jenny (1989) e Beam e Butler (1998) verificaram que o CMS de vacas diminuiu com a adição de gordura na dieta, mas a ingestão de energia e o balanço de energia foram similares entre as dietas. Vargas et al. (2002) verificaram que as fontes de lipídios reduziram em 20% o consumo de matéria seca, sem, contudo, afetar a produção e composição do leite e os parâmetros fermentativos ruminais.

Palmquist (1990), citado por Salfer et al. (1995), sugeriu que durante o período de rápida mobilização de tecido adiposo, as vacas podem diminuir o CMS para regular a concentração de ácidos graxos no plasma. Os mecanismos pelos quais a gordura dietética reduz o CMS não estão bem esclarecidos. Contudo, fatores potenciais incluem aceitabilidade da dieta, liberação de hormônios intestinais e oxidação da gordura pelo fígado. Choi et al. (2000) verificaram que as concentrações plasmáticas de NEFA, triclicerídios e colecistoquinina aumentaram linearmente com o aumento do nível de gordura dietética, ao contrário da insulina que diminuiu linearmente. E concluíram que a elevada concentração plasmática de colecistoquinina pode ter mediado a depressão no CMS de vacas suplementadas com gordura dietética.

Kin et al. (1993) não verificaram redução no CMS quando suplementaram vacas holandesas com óleo de soja (18.4 kg MS/ dia) ou ácidos graxos ligados a sabões de cálcio (16.6 kg MS/dia) comparado ao grupo controle (17.8 kg MS/dia) da quarta até a 15ª semana após o parto. Salfer et al. (1995) verificaram que vacas alimentadas com gordura durante os primeiros 35 dias de lactação tiveram maior CMS que aquelas da dieta controle.

Salla et al. (2003) verificaram consumos de EE de 3,67, 5,92, 6,70 e 6,29% da MS das dietas, respectivamente, para as dietas controle, sebo, gordura protegida e grão de soja. Embora os níveis de extrato etéreo fossem superiores aos usualmente recomendados (em torno de 5%), aparentemente estes não exerceram efeito negativo pronunciado sobre a digestibilidade do volumoso, e, conseqüentemente, sobre o consumo voluntário. Outro aspecto a considerar é que, aparentemente, as fontes de gordura adicionadas foram palatáveis ou pelo menos não alteraram negativamente o apetite dos animais.

A incorporação de lipídios em dietas de ruminantes é uma prática comum. Segundo Schauff et al. (1992), muitos produtores de leite, nos Estados Unidos, têm tido sucesso com o uso de sebo ou óleo de soja nas rações. Fontes lipídicas como óleo de soja, sebo ou gordura animal, usualmente, são de baixo custo, o que aumenta o interesse em maximizar sua utilização nas dietas para vacas leiteiras. Têm sido adicionadas em dietas a um nível máximo de 6 a 8%, pois níveis superiores a este têm afetado a digestibilidade ruminal. A eficiência máxima para produção de leite é conseguida quando cerca de 15 a 20% da energia metabolizável dietética for oferecida na forma de lipídios (aproximadamente 8% da dieta).

A resposta em produção de leite à suplementação de gordura é curvilínea, ou seja, a resposta diminui quando a suplementação de gordura aumenta na dieta a partir de um determinado valor. Além disso, pode ser influenciada por vários fatores, incluindo a dieta basal, o estágio de lactação, o balanço energético, a composição e a quantidade da gordura dietética. Segundo Kronfeld, em 1976, a produção de leite atinge seu máximo quando os ácidos graxos constituem 16% da energia metabolizável, o que equivale a 600 – 700 gramas de gordura suplementar por dia (aproximadamente 3% da MS). Para Jenkins (1997) a máxima resposta em

produção de leite à suplementação com gordura é de 3,5 kg por dia (leite corrigido para gordura). Cerca de 700 gramas de gordura suplementar é requerido para suportar a produção de 3,5 kg de leite corrigido, admitindo-se que a gordura é 80% digestível e que 75% da gordura absorvida vai para a glândula mamária.

A partir de resultados combinados de diversos trabalhos, Palmquist (1984) citado por Palmquist (1996) observou um aumento de 10% na produção de leite quando adicionado 500 gramas de gordura a dieta. Ao fornecer uma dieta com 5% de extrato etéreo (EE) para vacas no início da lactação, a produção de leite foi mais baixa que as controle até a sexta semana de lactação, causado pelo menor CMS das dietas suplementadas com gordura. Em todos os trabalhos, as vacas suplementadas com gordura alcançaram pico de lactação mais alto. Porém, duas semanas mais tarde que as do grupo-controle. A persistência de lactação melhorou nas vacas que receberam gordura adicional. Grummer (1992) observou que o fornecimento de 500 gramas de gordura aumentou a produção de leite em 1,3 kg por dia para novilhas e 2,8 kg por dia para vacas adultas.

De maneira geral, pode-se considerar que uma ração comumente utilizada para vacas em lactação contém cerca de 3% de ácidos graxos. As fontes comerciais convencionais de lipídios podem ser utilizadas de modo a proporcionar uma suplementação de 2 a 3% de ácidos graxos em rações de vacas em lactação, perfazendo cerca de 7-9% de lipídios na dieta (Palmquist, 1989).

2.2. Período de Transição e Consumo de Matéria Seca (CMS)

O sucesso do período de transição, efetivamente, determina a lucratividade de uma vaca durante a lactação subsequente (Drackley, 1999). Este período é geralmente definido como aquele que se inicia três semanas antes do parto e prossegue até três semanas após o parto (Grummer, 1995) e é caracterizado por ajustes endócrinos e metabólicos para se adequar ao parto e à lactação.

A insulina plasmática diminui e o hormônio de crescimento aumenta neste período, com ondas de grandes intensidades nas concentrações plasmáticas de ambos os hormônios ao parto (Kunz et al., 1985). Os requerimentos para glicose e energia metabolizável aumentam duas a três vezes durante este período (Drackley, 2001). A concentração de glicose plasmática permanece estável ou aumenta

levemente durante o período seco de transição, eleva drasticamente ao parto e diminui imediatamente após o parto (Kunz et al., 1985). Devido ao menor CMS observado neste período, este aumento transiente da glicose pode ser o resultado da elevação das concentrações de glucagon e glicocorticóides, os quais são responsáveis pela depleção das reservas de glicogênio hepático. A concentração de tiroxina plasmática (T4) gradualmente aumenta durante o final da gestação, diminui aproximadamente 50% ao parto e novamente começa a aumentar (Kunz et al., 1985).

Mudanças no 'status' endócrino e diminuição no CMS durante o final da gestação influenciam o metabolismo e leva à mobilização de gordura do tecido adiposo e glicogênio do fígado. Os ácidos graxos não-esterificados (NEFA) aumentam duas vezes ou mais entre 2 a 3 semanas pré-parto e 2 e 3 semanas após o parto (Bertics et al., 1992; Grum et al., 1996). A alimentação forçada a vacas no período seco reduziu a magnitude de aumento do NEFA, mas não o eliminou completamente (Bertics et al., 1992). O NEFA plasmático eleva-se rapidamente no dia do parto, provavelmente devido ao estresse decorrente desse momento, e diminui rapidamente após o parto, mas mantendo níveis superiores àqueles antes do parto (NRC, 2001).

A ocorrência de desordens metabólicas e de problemas clínicos é centralizada, desproporcionalmente, neste relativo curto espaço de tempo e pode facilmente comprometer o desempenho produtivo e reprodutivo de uma vaca individual em uma lactação (Drackley, 1999). Uma transição subótima do período seco para o período de lactação pode diminuir o pico e a persistência de produção, o que, conseqüentemente, prejudica também a produção total de leite, e o desempenho reprodutivo.

O primeiro desafio enfrentado pela vaca logo após o parto é um rápido e marcante aumento nas exigências nutricionais para produção de leite, no momento em que o CMS e, dessa forma, o suprimento de nutrientes, não acompanham este aumento. As exigências para energia líquida e proteína metabolizável pela vaca no quarto dia após o parto excede a ingestão em 26 e 25%, respectivamente. Já a utilização da energia líquida e proteína metabolizável pela glândula mamária para

produção de leite representa 97 e 83%, respectivamente, do CMS, restando pouco para o suprimento das necessidades de exigência para manutenção (Bell, 1995).

A restrição imposta pelo baixo CMS, associada a outros fatores de estresse relacionados com o parto e ajustes metabólicos para a lactação, contribui para a alta incidência de desordens clínicas neste período, resultando em perdas na produção de leite durante a enfermidade e, frequentemente, em toda a lactação. Conforme Wallace et al. (1996), vacas com alguma desordem no período de transição produziram 7,2 kg de leite/dia a menos nos primeiros 20 dias após o parto. As vacas com retenção de placenta e subsequente metrite produziram 8,2 kg de leite/dia a menos que vacas saudáveis.

Segundo Grant e Albrightt (1995), o período de transição pode ser dividido em duas fases distintas: 5 a 7 dias pré-parto, caracterizado por redução de 30% no CMS, e 0 a 21 dias após o parto, durante o qual o CMS aumentará rapidamente.

A taxa de aumento do CMS durante o início da lactação pode ser primariamente determinada pela ingestão e pelo balanço de energia, com aumento aproximado de 1,5 a 2,5 kg/semana durante as primeiras três semanas de lactação (Bertics et al., 1992).

Quando uma vaca inicia e termina o período seco, há mudanças na dinâmica do rúmen, as quais são induzidas nutricionalmente e não fisiologicamente. A mudança de uma dieta que é rica em concentrado para uma rica em fibra causa alterações na população microbiana e nas características do epitélio ruminal. (NRC, 2001). Dietas com alta energia favorecem as bactérias utilizadoras de amido com aumento na produção de propionato e lactato e alongamento das papilas ruminais (responsáveis pela absorção dos ácidos graxos voláteis). Dietas com alta fibra favorecem as bactérias celulolíticas, a produção de metano e o encurtamento das papilas ruminais. Quase 50% da área absorptiva do rúmen pode ser perdida durante as primeiras sete semanas do período seco e o alongamento das papilas, após reintrodução do concentrado, leva de 4 a 7 semanas, para o completo desenvolvimento (Dirksen et al., 1985; Grummer, 1995).

Grummer (1995) sugeriu que o aumento da densidade energética da dieta por meio do aumento de carboidratos não fibrosos durante este período traz alguns benefícios. A energia adicional fornecida para o animal pode ajudá-lo a minimizar

o balanço energético negativo antes do parto, especialmente se o CMS está grandemente reduzido. Aumento na formação de propionato pode estimular uma elevação na insulina plasmática, a qual pode agir para reduzir a mobilização de ácidos graxos do tecido adiposo e desordens metabólicas relacionadas aos lipídios.

Rabelo et al. (2003) estudaram os efeitos da densidade de energia dietética durante o período de transição sobre o desempenho produtivo de vacas leiteiras. Os animais que receberam uma dieta rica em energia no pré-parto (a partir do dia -28) tiveram o CMS 19,8% (% PV) maior e 21,5% maior de consumo de energia que animais que receberam dieta com baixa energia no pré-parto. A produção de leite foi maior em vacas alimentadas com dieta alta em energia comparada às alimentadas com baixa energia. Os tratamentos pré-parto não afetaram as características de fermentação ruminal no pós-parto.

Hayirli (2001) agrupou dados de CMS de 699 vacas holandesas alimentadas com 49 diferentes dietas durante as três semanas finais de gestação e observou que o CMS diminuiu linearmente e quadraticamente com o aumento do FDN dietético. Com menor conteúdo de fibra dietética, a digestibilidade da matéria seca ruminal é maior, permitindo mais rápida evacuação da digesta ruminal e, conseqüentemente, maior CMS.

Para avaliar a importância do CMS pré-parto, Bertics et al. (1992) compararam o desempenho metabólico e produtivo de vacas alimentadas voluntariamente durante as últimas três semanas antes do parto com vacas forçadas a se alimentarem via fístulas ruminais. Após o parto, ambos os grupos foram alimentados *ad libitum* e o CMS não diferiu entre os grupos. Contudo, as vacas que receberam alimentação forçada tiveram menor deposição de triglicérides (gordura) ao parto e produziram mais leite e gordura.

Grummer* ao agrupar dados de vacas “controle” de vários experimentos e examinar a relação entre CMS voluntário imediatamente antes do parto e o CMS voluntário 21 dias após o parto, observou uma relação bastante forte ($r = 0,54$).

2.3. Mobilização de Reservas Corporais

O entendimento das relações biológicas entre as reservas corporais, a produção de leite e a reprodução podem resultar em estratégias de alimentação

otimizadas que resultem em maior eficiência no processo de produção de leite durante a vida útil de vacas leiteiras (Waltner et al., 1993).

Vacas leiteiras apresentam constantes alterações na composição corporal durante a lactação e o período seco, refletindo, primariamente, na depleção ou repleção de tecidos corporais quando são fornecidas dietas com energia insuficiente ou em excesso para o atendimento dos requerimentos nutricionais (Komaragiri et al., 1998). Segundo Ferguson e Otto (1989), o monitoramento adequado das reservas corporais é crítico para manter vacas leiteiras, principalmente de alta produção, em condições de expressarem seu potencial produtivo, contribuindo, dessa forma, para o sucesso econômico da atividade leiteira.

Waltner et al. (1993) verificaram que o escore da condição corporal ao parto (ECCP) influenciou a produção de leite corrigida (3,5% de gordura) aos 90 dias de lactação, sendo as maiores produções de leite observadas em vacas que apresentaram escore da condição corporal (ECC) entre 3,0 e 4,0 ao parto. Domecq et al. (1997) relataram que um ponto de aumento no escore de condição corporal ao parto (ECCP) resultou em cerca de 545 kg de leite a mais nos primeiros 120 dias de lactação.

Durante o balanço energético negativo, eventos homeorréticos sustentam as necessidades metabólicas da lactação e, aparentemente, a função da glândula mamária tem prioridades metabólicas quanto à função ovariana. A taxa e a extensão da mobilização de reservas corporais dependem de fatores como: produção de leite, composição corporal ao parto, estágio de lactação, idade da vaca, ordem de partos, tipo de dieta e utilização de hormônios, como a somatotropina (Bauman e Currie, 1980; Chilliard et al., 1991; Ruegg e Milton, 1995; Komaragiri et al., 1998).

O monitoramento do ECCP e da mudança de condição ao longo da lactação pode ser utilizado para determinar as recomendações de manejo nutricional e identificar problemas em potencial (Butler e Smith, 1989; Nebel e McGilliard, 1993).

O aumento do balanço energético negativo pós-parto e o tempo para o máximo balanço energético negativo são altamente associados com o declínio no

desempenho reprodutivo (Butler e Smith, 1989; Britt (1992) e Beam e Butler (1998). Domecq et al. (1997) verificaram que o aumento da condição corporal durante o período seco alcançando valor próximo a 3,5 (escala de 1-5) resultou em melhores índices reprodutivos que condições corporais inferiores. Price et al. (2001), após ajustar as médias de taxa de concepção para o efeito de produção de leite, verificaram que vacas que apresentaram maior ECCP tiveram taxa de concepção ao primeiro serviço 10% maior do que a média das vacas do rebanho.

Dessa forma, a duração e a magnitude do balanço energético podem ser importantes reguladores no restabelecimento do ciclo estral e subsequente manutenção da gestação. O balanço energético negativo interfere, primariamente, em razão da habilidade do eixo hipotalâmico-hipofisário em desenvolver um padrão de liberação do hormônio luteinizante (LH) necessário para induzir o desenvolvimento folicular ovariano e a ovulação. Secundariamente, o ‘deficit’ de energia e a baixa concentração de insulina durante este período podem limitar a responsividade dos ovários à estimulação pelas gonadotrofinas. O intervalo para a primeira ovulação no período pós-parto depende da recuperação da função normal do eixo hipotalâmico-hipofisário-gonadal (Butler e Smith, 1989).

Lucy et al. (1991) demonstraram que o aumento do balanço energético foi proporcional ao número de grandes folículos em vacas leiteiras no pós-parto com significativa diferença no desenvolvimento folicular relacionada à condição corporal.

2.4. Efeito da Gordura Dietética no Metabolismo Lipídico Durante o Período de Transição

Segundo Drackley (1999), a suplementação com gordura dietética resultou em diversas mudanças metabólicas em roedores, incluindo aumento na β -oxidação peroxissomal e mitocondrial dos ácidos graxos, diminuição da esterificação dos ácidos graxos, alteração no perfil e “clearance” das lipoproteínas plasmáticas e alteração na responsividade a sinais metabólicos.

Vacas holandesas com ECC = 3,5 no início do período seco foram distribuídas em três tratamentos: dieta-controle (rica em forragem; $NE_L = 1,27$

Mcal/kg MS), dieta-controle mais 6,5% de gordura (1,44 Mcal/kg MS), ou dieta alta em grãos (1,44 Mcal/kg MS). As vacas foram alimentadas *ad libitum* durante o período seco até uma semana antes do parto previsto. Após o parto, todas foram alimentadas com a mesma dieta de lactação. No primeiro dia após o parto, aquelas que foram alimentadas com dieta rica em gordura no pré-parto tiveram menor acúmulo de triglicerídios no fígado (1,4% do peso úmido), comparado com o grupo-controle (7,3%) ou o grupo alto em grãos (5,9%). A menor concentração de lipídio hepático foi acompanhada pelo menor aumento na concentração de ácidos graxos não esterificados (NEFA) plasmático ao parto, e aumento da β -oxidação peroxissomal no homogenato hepático (Grum et al., 1996). Estas mudanças indicam que a dieta rica em gordura durante o período seco resultou uma adaptação coordenada no metabolismo de lipídios que culminou em menor acúmulo de triglicerídeos hepáticos no parto. Este efeito foi específico no período periparto, pois não resultou em aumento na β -oxidação peroxissomal do dia 21 a 300 de lactação.

Segundo Drackley (1999), os mecanismos para estas coordenadas mudanças adaptativas induzidas pela gordura dietética são incertos, mas muitas destas mudanças na atividade enzimática são mediadas pela interação dos ácidos graxos ou seus metabólitos com receptores nucleares específicos (receptor ativado proliferador peroxomal ou PPAR). A ativação do PPAR pelos ácidos graxos é responsável pela ligação do PPAR à áreas de respostas específicas de genes-alvo, que codificam proteínas envolvidas no metabolismo lipídico que são encontradas em peroxissomos, mitocôndrias, microsomas e citosol.

Skaar et al. (1989) reportaram que a suplementação dietética 17 dias antes do parto previsto não afetou os triglicerídios hepáticos no primeiro dia após o parto, embora as médias tenham sido maiores. Se a suplementação com gordura altera o metabolismo no periparto por meio da indução mediada pelo PPAR das enzimas envolvidas no metabolismo lipídico, é possível que um período maior de suplementação seja necessário.

Outro aspecto da gordura dietética durante o período de transição é o seu uso em dietas após o parto. Kronfeld (1982) propôs que gordura suplementar preveniria a cetose e aumentaria a eficiência lactacional pela supressão da

mobilização de NEFA dos tecidos adiposos. Chilliard (1993) resumiu os resultados de 11 experimentos, nos quais as vacas foram suplementadas com gordura durante o início da lactação. O balanço de energia aumentou cerca de 1,1 Mcal/dia, mas não houve redução das mudanças no peso corporal (-65 gramas/dia).

2.5. Efeito da Gordura Dietética sobre a Reprodução

A função reprodutiva no pós-parto é diretamente dependente da disponibilidade de nutrientes energéticos relativos a sua utilização para lactação. Segundo Butler e Smith (1989), a correlação entre produção de leite e o número de dias até a primeira ovulação no pós-parto é significativa apenas após o 40º dia, quando muitas vacas já ovularam, o que significa que outros fatores estão envolvidos no intervalo do parto-primeira ovulação.

De acordo com Spicer et al. (1990), citaram que o balanço de energia entre os dias 20 e 60 pós-parto foi inversamente relacionado ao número de dias do parto à primeira ovulação, concordando com Bean e Butler (1997), que encontraram correlação positiva entre o número de dias do parto à primeira ovulação com o tempo para o restabelecimento do balanço energético, e que maior energia resultou em folículos maiores (> 15 mm).

Quanto mais deficiente for o manejo nutricional de vacas relacionado à produção de leite durante a fase inicial de lactação, maior será o tempo gasto para a vaca restabelecer o ciclo estral e, também o ambiente uterino favorável à sobrevivência do embrião. Portanto, o objetivo principal é otimizar o manejo nutricional de vacas, principalmente quanto à ingestão de energia, durante o período de transição e nos estádios iniciais de lactação (dois primeiros meses) para diminuir a duração e magnitude do balanço energético negativo e, conseqüentemente, diminuir os dias até a primeira ovulação e aumentar a taxa de concepção nos primeiros ciclos estrais.

A suplementação lipídica tem influenciado positivamente o desempenho reprodutivo de vacas em lactação, alterando a função do folículo ovariano e do corpo lúteo por meio do aumento do status energético e dos precursores para a

síntese de hormônios reprodutivos, como esteróides e prostaglandinas (Mattos et al., 2000). De fato, inúmeros são os benefícios da adição de lipídios sobre os parâmetros reprodutivos em vacas leiteiras, por exemplo aumento do número de folículos grandes (acima de 8 mm), maior número de folículos recrutados, aumento nas concentrações de estradiol e progesterona circulantes, redução da secreção da prostaglandina (PGF_{2a}), maior diâmetro do folículo dominante e do corpo lúteo subsequente, encurtamento do intervalo parto - 1º estro e, na melhoria da performance reprodutiva em geral (Grumer e Carroll, 1988; Williams, 1996; Staples et al., 1998).

Diferentes tipos de suplementação lipídica têm sido fornecidos a vacas lactantes. Alguns deles incluem mistura de lipídios vegetal – animal, sebo, gordura amarela, óleos na farinha de peixe, óleos de sementes (algodão, soja, canóla, girassol), entre outros. Os principais ácidos graxos na maioria dos lipídios de sementes são o ácido linoléico (C_{18:2}) e o ácido linolênico (C_{18:3}), ambos classificados como essenciais e devem ser suplementados nas dietas devido à dupla ligação entre o carbono Δ9 e o grupo metil terminal não poder ser utilizado pelo sistema biológico animal.

Estudos realizados por Scott et al. (1995) mostraram que grande proporção de vacas alimentadas com ácidos graxos de cadeia longa ligadas à sais de cálcio (Ca-LCFA) apresentou intensos sinais de estro (71,4% versus 65,6% de exibição de padrão de estro) e tiveram os ovários mais ativos (75,4% versus 69,5%, determinado pela palpação retal a cada 2 – 4 semanas). Lucy et al. (1993) e Beam e Butler (1997) observaram folículos dominantes maiores com a suplementação de Ca-LCFA, e mistura de sebo e gordura amarela, em vacas lactantes e recém-paridas, respectivamente. Segundo Williams (1996), o aumento de consumo de gordura por fêmeas bovinas promove crescimento folicular e aumento de 1,5 a 5 vezes no número de folículos classificados de médios e grandes dentro de três a sete semanas, independentemente da ingestão de energia metabolizável ou do ganho de peso. Parece haver uma substituição na população de folículos pequenos (= 3 mm) pela categoria de folículos médios (4 - 9 mm) (Wehrman, 1991), e esta substituição ocorre em, aproximadamente, seis semanas após o consumo de óleos de origem vegetal.

Lucy et al. (1990) infundiram Intralipid[®] (20% de emulsão de óleo de soja e 50% de ácido graxo na forma de ácido linoléico; Kabivitrum Inc., Alameda, CA) ou solução fisiológica, ambas por via intravenosa, em novilhas holandesas (310 kg de peso vivo) nos dias 9 a 13 de um ciclo estral sincronizado, e observaram que no dia 16 do ciclo, o número médio de folículos ovarianos > 3mm de diâmetro foi aumentado três vezes (de 2 para 6 mm) e o diâmetro do maior folículo foi aumentado de 7 para 10,2 mm nas novilhas que receberam a infusão com Intralipid[®].

Quando o milho foi substituído por 2,2% de Ca-LCFA na MS em uma dieta contendo 14,5% de caroço de algodão e fornecida a vacas no início da lactação, houve aumento no número de folículos médios (6 – 9 mm) e diminuição no número de pequenos folículos (3 – 5 mm) antes de 25 dias pós-parto. Durante um ciclo estral sincronizado, após 25 dias do parto, o número de pequenos e grandes (>15 mm) folículos aumentou nos animais suplementados com gordura. Este maior número de pequenos folículos pode refletir maior pool de folículos disponíveis para o desenvolvimento subsequente (Lucy et al., 1991b).

O impacto dos folículos maiores sobre a fertilidade ainda não está claro. Quando a suplementação com gordura reduziu o CMS durante o início do período pós-parto, o tamanho do maior folículo não influenciou a taxa de ovulação (Beam e Butler, 1998). No entanto, Beam e Butler (1997) observaram que folículos que ovularam durante a primeira onda de crescimento folicular pós-parto tinham diâmetro maior. Portanto, é possível que o aumento no número e no tamanho das estruturas foliculares pelo fornecimento de gordura na dieta possa acelerar o intervalo do parto à primeira ovulação no pós-parto, o que pode beneficiar a fertilidade.

A resposta máxima à suplementação com óleos vegetais tem ocorrido quando os bovinos são alimentados com óleos de 4 a 6% da matéria seca da dieta (MS), sendo o menor aumento observado com baixos níveis de lipídios adicionados (Williams, 1996). A inclusão de sebo animal, ácidos graxos saturados de sais de cálcio, e óleo de peixe tem mostrado menor efeito no crescimento folicular que aquele causado por óleos de origem vegetal (Hightshoe et al., 1991).

Uma das possíveis razões para este efeito pode ser explicada em razão de o fornecimento de óleos vegetais polinsaturados promover um rápido aumento na concentração basal de insulina (Palmquist e Moser, 1981; Gutiérrez et al., 1997) e este rápido aumento na concentração de insulina tem concomitante aumento na população de folículos médios (Hightshoe et al., 1991).

Os ácidos graxos polinsaturados (linoléico, linolênico, eicosapentaenoico (EPA; C_{20:5}, n-3) e docosahexaenóico (C_{22:6}, n-3)) podem inibir a síntese de prostaglandina F_{2α} (PGF_{2α}) por meio de mecanismos como diminuição da disponibilidade de seu precursor, ou seja o ácido araquidônico, aumento na competição destes ácidos graxos com o ácido araquidônico pela ligação à prostaglandina H sintetase (PGHS), inibindo a sua atividade (Mattos et al., 2000). Acredita-se que o mecanismo de inibição ocorre em virtude da competição do ácido linoléico com o ácido araquidônico, quando este se liga à enzima cicloxigenase. A inibição da produção do ácido araquidônico pode também ocorrer em nível da enzima Δ-6-dessaturase (Staples et al., 1998). Os ácidos graxos do grupo n-3 (linoleico) inibem a atividade da enzima dessaturase e sofrem dessaturação preferencial no lugar da dessaturação dos ácidos graxos n-6 (linoléico), resultando no aumento da incorporação de ácidos graxos n-3 e na redução da incorporação do ácido araquidônico (AA; C_{20:4}, n-6) dentro da membrana plasmática. A diminuição da disponibilidade do AA e o aumento da disponibilidade do EPA resultam na redução da síntese das prostaglandinas da série 2 e aumento da síntese de eicosanóides da série 3. Os ácidos graxos podem ativar fatores de transcrição nuclear como receptor proliferador de peroxissomos ativados (PPAR) para inibir a resposta a elementos proliferador de peroxissomos na região regulatória de genes-alvo.

Lucy et al. (1991b) argumentaram que os efeitos da gordura sobre a dinâmica folicular de vacas recém-paridas ocorreram em razão da maior síntese de PGF_{2α} quando elevadas doses de ácido linoléico atingiam o intestino delgado. Estes autores sincronizaram o estro de vacas de leite no início do período pós-parto e forneceram uma dieta controle ou uma dieta contendo gordura inerte na forma de sabões de cálcio. A suplementação com gordura no início do período pós-parto aumentou a secreção de PGF_{2α} medida pelos níveis de seu metabólito no plasma

(PGFM ou 13,14-dihidro-15-keto-PGF_{2α}). Entretanto, observou-se recentemente que a adição de ácidos graxos poliinsaturados à dieta de vacas de leite no meio da lactação inibiu a secreção de PGF_{2α} (Staples et al., 1998; Oldick et al., 1997). Portanto, a resposta à adição de gordura na dieta de vacas de leite e de corte pode estar associada com o estágio de lactação desses animais.

Oldick et al. (1997) infundiram leite com água, glicose, óleo vegetal ou gordura animal no duodeno de vacas. A infusão de uma fonte de gordura altamente insaturada (óleo vegetal) diminuiu o nível de PGFM no plasma em resposta ao desafio com injeções de ocitocina. Coelho et al. (1997) alimentaram 15 vacas de leite primíparas, com média de 83 dias em lactação, com farinha de peixe. Essas vacas tiveram seus ciclos estrais sincronizados e receberam a aplicação de uma injeção de 3 mg de estradiol e 100 UI de ocitocina. Amostras de sangue foram coletadas seqüencialmente a cada 15 min durante 1 hora antes e 5 horas após a injeção de ocitocina. A concentração de PGFM no plasma foi reduzida pelo fornecimento de farinha de peixe. A infusão de resíduo de óleo vegetal no duodeno de vacas aumentou significativamente a vida do CL (Oldick et al., 1997). Portanto, o uso de fontes de gordura que suprem maiores quantidades de ácidos graxos poliinsaturados ao intestino delgado diminui a secreção de PGF_{2α} e aumenta vida do CL.

Após uma dieta com suplemento lipídico, ocorre uma elevação na concentração de colesterol no sangue bovino, encontrado principalmente em lipoproteínas de alta densidade (HDL; 90 a 95%). A concentração de colesterol no fluido folicular também aumenta após suplementação lipídica. A maioria do colesterol nos ovários chega pelo transporte direto das lipoproteínas do sangue ou pela síntese “de novo” (Grummer e Carroll, 1988).

Antes da vascularização, apenas HDL está no fluído folicular e contribui com esteróis para as células da granulosa porque outras lipoproteínas em razão de sua massa molecular são incapazes de atravessar a membrana basal. Após a vascularização, ambos LDL e HDL encontram-se nas células luteais (Grummer e Carroll, 1988).

O colesterol serve como precursor para a síntese de progesterona pelas células luteais ovarianas. Hawkins et al. (1995) utilizaram novilhas gestantes para

determinar se o aumento nas concentrações de lipídios séricos alteraria a área ocupada por gotas lipídicas nas células luteais esteroideogênicas e a taxa de liberação de progesterona para o soro destes animais. Para tanto, foi utilizada uma dieta contendo ácidos graxos de cadeia longa de sabões de cálcio (Megalac – Church and Dwight, Princeton, NJ) fornecida 100 dias antes do parto. As dietas tinham 2% e 5% de lipídios na MS para os grupos-controle e tratamento, respectivamente. As vacas que receberam o tratamento lipídico apresentaram, aproximadamente, duas vezes maior concentração de colesterol, HDL e progesterona no soro comparado àquelas do grupo-controle. Também, a área ocupada por gotas lipídicas foi maior nas vacas tratadas que nas controles.

A suplementação com lipídios tem estimulado o aumento da concentração sérica de hormônio de crescimento (GH), que coincide com o aumento no acúmulo do fator de crescimento semelhante à insulina I (IGF-1) no fluido folicular, sem afetar o IGF-1 periférico (Thomas e Williams, 1996). Há evidências de que o GH pode estimular diretamente o mRNA para IGF-1 dentro das células da granulosa (Yoshimura et al., 1994).

Conforme Bao et al. (1995), a habilidade de dietas com alto teor de gordura em promover aumento na incidência de função luteal normal e estimular o crescimento folicular está, também, relacionada aos seus efeitos nos eventos mediados pelas lipoproteínas em nível celular. A lipoproteína circulante predominante em bovinos é a lipoproteína de alta densidade (HDL, aproximadamente 80% do total). A HDL, juntamente com outra lipoproteína de baixa densidade (LDL), promove a viabilidade das células da granulosa *in vitro*, independentemente do tipo de folículo, aumento da proliferação *in vitro* de células derivadas da teca de folículos pré-ovulatórios, aumento da androstenediona nas células da teca e produção de IGF-1 nas células da granulosa. A HDL foi mais potente em estimular a produção de progesterona pelas células da granulosa e teca, e LDL atenuou a produção de progesterona estimulada pelo HDL.

O aumento das concentrações plasmáticas de progesterona tem sido associado à maior taxa de concepção de vacas lactantes e ainda com maior fertilidade antes da inseminação (Staples et al., 1998). A progesterona não somente

prepara o útero para a implantação do conceito, mas também ajuda a manter a gestação, uma vez que nutre o embrião.

Receptores para lipoproteínas desenvolvem-se nas células luteínicas para a síntese de progesterona da mesma forma que receptores são desenvolvidos para o LH. Highthoe et al. (1991) encontraram maior concentração de LH (1,47 versus 1,12 ng/mL) em vacas Simental suplementadas com 1 kg/dia de Ca-LCFA e maior número de folículos em crescimento que vacas não suplementadas.

Evidências suportam a hipótese de que lipídios dietéticos podem modular a sobrevivência do corpo lúteo e, conseqüentemente, a gestação. Outros estudos mostram uma estimulação da hipófise anterior liberando de LH após suplementação lipídica. Este mecanismo ainda não está bem esclarecido, mas supõe-se que haja “economia” de glicose pela glândula mamária, promovendo maior quantidade de glicose no sistema hipotalâmico-hipofisário, com produção de LH mais acentuada. No útero, ácidos graxos polinsaturados (linoléico e encosapentaenóico), além de inibir a síntese de $PGF_{2\alpha}$, promovem maior síntese de progesterona, e dessa forma, permite a sobrevivência do conceito (Staples et al., 1998).

3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMENY, G. A., BUNTING, L. D., STICKEN, L. S., JENNY, B. F., HINTZ, R. W. Evaluation of the ruminal effects of supplemental fat in Lucerne hay and maize silage rations using rumen evaluation and ruminal metabolite concentration. *Animal Feed Science and Technology*. v. 53, p. 305 – 315, 1995
- BAO, B., THOMAS, M. G., GRIFFITH, M. K., BURGHARDT, R. C., WILLIAMS, G. L. Steroidogenic activity, insulin-like growth factor-I production, and proliferation of granulosa and theca cells obtained from dominant preovulatory and nonovulatory follicles during the bovine estrous cycle: effects of low-density and high-density lipoproteins. *Biology of Reproduction*. V. 53, p. 1271 – 1279, 1995.
- BAUMAN, D. E., CURRIE, W. B. Partitioning of nutrients during pregnancy and lactation: A review of mechanisms involving homeostasis and homeorhesis. *Journal of Dairy Science*, v.62, p.1514-1528, 1980
- BEAM, S. M., BUTLER, W. R. Energy balance and ovarian follicle development prior to the first ovulation postpartum in dairy cows receiving three levels of dietary fat. *Biology of Reproduction*, v. 56, p. 133 – 142, 1997
- 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 Animal Science*. v. 73, p. 2804-2819, 1995.
- BERTICS, S. J., GRUMMER, R. R., CADORNIGA-VALINO, C., STODDARD E. E. Effect of prepartum dry matter intake on liver triglyceride concentration and early lactation. *Journal of Dairy Science*, v. 75, p. 1914- 1922, 1992.
- BRITT, J. H. Impacts of early postpartum metabolism on follicular development and fertility. *Bovine Pract. Proc. Am. Assoc. Bovine Pract.*, v, 24, p. 39 – 43, 1992
- BUTLER, W. R., SMITH, R. D. Interrelationships between energy balance and postpartum reproductive function in dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, v. 72, p. 767 – 783, 1989

72, p. 767 – 783, 1989

- BUTLER, W.R., CANFIELD, R.W. Interrelationships between energy balance and postpartum reproduction. In: CORNELL NUTRITION CONFERENCE FOR FEED MANUFACTURERS, 1989, East Syracuse. *Proceedings...* Ithaca, NY: Cornell University, 1989. p.66-74.
- BYERS, F. M., SHELLING, G. T. Lipids in ruminant nutrition. In: Church, D. C. *El ruminant fisiologia digestiva y nutricion*. Zaragoza: Acribia, 1993.
- CHALUPA, W., VECCIARELLI, B., ELSER, E. et al. Ruminant fermentation “in vitro” of long chain fatty acids *Journal of Dairy Science*. v. 69, p. 1293-1303, 1986
- CHILLIARD, Y. Dietary fat and adipose tissue metabolism in ruminants, pigs, and rodents: a review. *Journal of Dairy Science*. v. 76, p. 3897 – 3831, 1993.
- CHILLIARD, Y., CISSÉ, M., LEFAIVRE, R. et al. Body composition of dairy cows according to lactation stage, somatotropin treatment, and concentrate supplementation. *Journal of Dairy Science*, v.74, n.9, p.3103-3116, 1991
- COELHO, S., AMBROSE, J.D., BINELLI, M., BURKE, J., STAPLES, C.R., THATCHER, M.J., THATCHER, W.W. Menhaden fish meal attenuates estradiol and oxytocin induced uterine secretion of PGF_{2α} in lactating dairy cattle. *Theriogenology*, v. 47, n. 1, p. 143, 1997. (Abstr.)
- DEVENDRA, C., LEWIS, D. the interaction between dietary lipids and fiber in the sheep. 2. Digestibility studies. *Animal Production*. v. 19, p. 67 – 76, 1974
- DIRKSEN, G. U., LIEBICH, H. G., MAUER, E. Adaptive changes of the ruminal mucosa and their functional and clinical significance. *Bovine Practice*. v. 20, p. 116 – 120, 1985
- DOMECQ, J. J., SKIDMORE, A. L., LLOYD, J. W. et al. Relationship between body condition scores and milk yield in a large herd of high yielding Holstein cows. *J. Dairy Sci.*, v.80, p.101-112, 1997
- DRACKLEY, J. K., OVERTON, T. R., DOUGLAS, G. N.. Adaptations of glucose and long-chain fatty acid metabolism in liver of dairy cows during the periparturient period. *Journal of Dairy Science*, v. 84(Sup-pl.):E100–E112, 2001.

- DRACKLEY, J. K. Biology of dairy cows during the transition period: the final frontier? *Journal of Dairy Science*. v.93, p. 2259–2273, 1999.
- FERGUSON, J. D., OTTO, K. A. Managing body condition in dairy cows. In: CORNELL NUTRITION CONFERENCE FOR FEED MANUFACTURERS, 1989, Ithaca. *Anais...* Ithaca, 1989, p.75-87
- GRANT, R. J., ALBRIGHTT, J. L. Feeding Behavior and Management Factors During the Transition. *Journal of Animal Science*. v. 73, p. 2791-2803, 1995.
- GRUM, D. E., DRACKLEY, J. K., YOUNKER, R. S., LaCOUNT, D. W., VEENHUIZEN, J. J. Nutrition during the dry period and hepatic lipid metabolism of periparturient dairy cows. *Journal of Dairy Science*. v. 79, p, 1850 – 1864, 1996.
- GRUMMER, R. R. Impact of changes in organic nutrient metabolism on feeding the transition dairy cow. *Journal of Animal Science*. v. 73, p. 2820–2833, 1995.
- *GRUMMER, R. R. Pre-Partum Intake and Metabolic Disorders. Disponível em: www.wisc.edu/dysci/uwex/brochures/brochures/GrummerDMI.pdf. Acessado em 05/01/2005.
- GRUMMER, R. R., CARROLL, D. J. A review of lipoprotein cholesterol metabolism: Importance to ovarian function. *Journal of Animal Science*. V. 66, p. 3160-3173, 1988
- GRUMMER, R.R. Feeding strategies for supplemental fat. In: VAN HORN, H.H. AND WILCOX, C. J. (Ed.) *Large dairy herd management*. [S.l.]: [s.n.], 1992. 826p.
- GUITIÉRREZ, C. G., OLDHAM, J., BRAMLEY, T. A., GONG, J. G., CAMPBELL, B. K., WEBB, R. The recruitment of ovarian follicles is enhanced by increased dietary intake in heifers. *Journal of Animal Science*. p. 1876 – 1884, 1997
- HAWKINS, D. E., NISWENDER, K. D., OSS, G. M., MOELLER, C. L., ODDE, K. G., SAWYER, H. R., NISWENDER, G. D. An increase in serum lipids increases luteal lipid content and alters the disappearance rate of progesterone in cows. *Journal of Animal Science*, v. 73, p. 541 – 545, 1995
- HAYIRLI, A., BREMMER, D. R., BERTICS, S. J., SOCHA, M. T., GRUMMER

- R. R. Effect of Chromium Supplementation on Production and Metabolic Parameters in Periparturient Dairy Cows. *Journal of Dairy Science*. v. 84, p. 1218 – 1230, 2001.
- HIGHTSHOE, R. B., COCHRAN, R. C., CORAH, L. R., KIRACOFE, G. H., HARMON, D. L., PERRY, R. C. Effects of calcium soaps of fatty acids on postpartum reproductive function in beef cows. *Journal of Animal Science*, v. 69, p. 4097 – 4103, 1991
- JENKINS, T. C. Success of fat in dairy rations depends on the amount. *Feedstuffs*. V. 69, p. 11 – 12, 1997.
- KOMARAGIRI, M. V. S., CASPER, D. P., ERDMAN, R. A. Factors affecting body tissue mobilization in early lactation dairy cows. 2. Effect of dietary fat on mobilization of body fat and protein. *J. Dairy Sci.*, v.81, p.169-175, 1998.
- KRONFELD, D. S. Major metabolic determinants of milk volume, mammary efficiency, and spontaneous ketosis in dairy cows. *Journal of Dairy Science*. v. 65, p. 2204 – 2212, 1982.
- KUNZ, P. L., BLUM, J. W., HART, I. C., BICKEL, J., LANDIS, J. Effects of different energy intakes before and after calving on food intake, performance and blood hormones and metabolites in dairy cows. *Animal Production*. v. 40, p. 219 – 231, 1985
- LUCY, M. C., De La SOTA, R. L., STAPLES, C. R., THATCHER, W. W. Ovarian follicular populations in lactating dairy cows treated with recombinant bovine somatotropin (Somatotrope) or saline and fed diets differing in fat content and energy. *Journal of Dairy Science*. v. 76, p. 1014 – 1027, 1993.
- LUCY, M. C., GROSS, T. S., THATCHER, W. W. Effect of intravenous infusion of soybean oil emulsion on plasma concentration of 15-keto-13,14-dihydro-prostaglandin F_{2a} and ovarian function in cycling Holstein heifers. *In: Livestock Reproduction in Latin America*. Int. At. Energy Agency, Vienna, Austria. 1990. 119 p.
- LUCY, M. C., STAPLES, C. R., MICHEL, F. M., THATCHER, W. W. Energy balance and size and number of ovarian follicles detected by ultrasonography in early postpartum dairy cows. *Journal of Dairy Science*. v. 74, n. 2, p. 473 –

- 482, 1991a.
- LUCY, M.C., STAPLES, R.C., MICHEL, F. M., THATCHER, W. W. Effect of feeding calcium soaps to early postpartum dairy cows on plasma prostaglandin F_{2α}, luteinizing hormone, and follicular growth. *Journal of Dairy Science*. v. 74, p. 483 – 492, 1991b
- MATTOS, R., STAPLES, C. R., THATCHER, W. W. Effects of dietary fatty acids on reproduction in ruminants. *Reviews of Reproduction*, v. 5, p. 38–45, 2000.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC 2001. Nutrient requirements of dairy cattle. 7 ed. Washinton, D. C.: National Academic Press. 381p
- NEBEL, R. L., MCGILLIARD, M. L. Interactions of high milk yield and reproductive performance in dairy cows. *Journal of Dairy Science*, v. 76, 0. 3257 – 3268, 1993
- OLDICK, B.S., STAPLES, C.R., THATCHER, W.W., GYAW, P. U. Abomasal 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.
- PALMQUIST, D. L., JENKINS, T. C. Fat in lactation rations. Review. *Journal of Dairy Science*. V.63, p. 1 – 14, 1980.
- PALMQUIST, D. L., MOSER, E. A. Dietary fat effects on blood insulin, glucose utilization, and milk protein content of lactating cows. *Journal of Dairy Science*. v. 64, p. 1664–1670, 1981.
- PALMQUIST, D.L. Suplemento de lipídios para vacas em lactação. In: *Simpósio sobre nutrição de ruminantes*, 6, 1989, Piracicaba. Anais... Piracicaba: FEALQ, 1989. p. 11 – 25.
- PALMQUIST, D.L. Utilizacion de lipidos en dietas de rumiantes. *XII Curso de Especializacion FEDNA*. Madrid, 1996. 15 p.
- PRICE, J. E., COFFEY, M. P., SIMM, G. The relationship between body condition score and reproductive performance. *Journal of Dairy Science*, vol.84, n.6, p.1508-1515, 2001.
- RABELO, E., REZENDE, R. L., BERTICS, S. J., GRUMMER, R. R. Effects of Transition Diets Varying in Dietary Energy Density on Lactation

- Performance and Ruminant Parameters of Dairy Cows. *Journal of Dairy Science*. v. 86, p. 916–925, 2003
- RUEGG, P. L., MILTON, R. L. Body condition scores of Holstein cows on Prince Edward Island, Canada: Relationship with yield, reproductive performance, and disease. *Journal of Dairy Science*, v.78, n.3, p.552-564, 1995
- SALFER, J. A.; LINN, J. G.; OTTERBY, D. E. et al. Early lactation responses of Holstein cows fed a rumen-inert fat prepartum, postpartum, or both. *Journal of Dairy Science*, v.78, p.368–377, 1995.
- SANTOS, A. D. F., TORRES, C. A. A., RENNÓ, F. P., GUSMÃO, J. C., MASSONETO, J. F., DRUMOND, M. R. S., CAMPOS, F. R., SILVA, M. F. P., SIQUEIRA, L. G. B., LUNS, F. D. Resposta produtiva de vacas no início de lactação submetidas à suplementação de gordura durante o período de transição. In: 41º REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 2004, Campo Grande, *Anais da 41º Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia*. 2004b. (CD-ROOM).
- SCHAUFF, D.J.; ELLIOTT, J.P.; CLARK, J.H., DRACKLEY, J. K. Effect of feeding lactating dairy cows diets containing extrude soybeans and tallow. *Journal of Dairy Science*, v.75, p.1923-1935, 1992.
- SCHINGOETHE, D. J.; CASPER, D. P. Total lactational response to added fat during early lactation. *Journal of Dairy Science*, v. 74, n. 8, p. 2617 – 2622, 1991
- SCOTT, T. A., SHAVER, R. D., ZEPEDA, L., YANDELL, B., SMITH, T. R. Effects of rumen-inert fat on lactation, reproduction, and health of high producing Holstein herds. *Journal of Dairy Science*. v. 78, p. 2435 – 2451, 1995.
- SKAAR, T. C., GRUMMER, R. R., DENTINE, M. R., STAUFACHER, R. H. Seasonal effects of prepartum and postpartum fat and niacin feeding on lactation performance and lipid metabolism. *Journal of Dairy Science*, v.72, p. 2028 – 2038, 1989
- SPICER, L. J., TUCKER, W. B., ADAMS, G. D., Insulin-like growth factor-I in dairy cows: relationships among energy balance, body condition, ovarian

- activity, and estrous behavior. *Journal of Dairy Science*, v. 73, p. 929 – 937, 1990.
- STAPLES, C. R., BURKE, J. M., THATCHER, W. W. Influence of Supplemental fats on reproductive tissues and performance of lactating cows. *Journal of Dairy Science*, v. 81, p. 856 – 871, 1998.
- STAPLES, C. R., THATCHER, W. W., MATTOS, R. Fat supplementation strategies for lactating dairy cow diets. In: *Simpósio Internacional em Bovinocultura de Leite: Novos conceitos em Nutrição*, Lavras:UFLA – FAEPE, p. 161- 178, 2001.
- 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
- WALLACE, R. L., McCOY, G. C., OVERTON, T. R., CLARK, J. H. Effect of adverse health events on dry matter consumption milk production, and body weight loss of dairy cows during early lactation. *Journal of Dairy Science*. v. 79, p. 205, 1996. Abstract.
- WALTNER, S. S., McNAMARA, J. P., HILLERS, J. K. Relationships of body condition score to production variables in high producing Holstein dairy cattle. *J. Dairy Sci.*, v.66, p.3410-3419, 1993.
- WEHRMAN, M. E., WELSH, T. H., WILLIAMS, G. L. Diet-induced hyperlipidemia in cattle modifies the intrafollicular cholesterol environment, modulates ovarian follicular dynamics, and hastens the onset of postpartum luteal activity. *Biology of Reproduction*, v. 45, p. 514 – 522, 1991
- WILLIAMS, G. L. Influence of dietary fat intake and metabolism on follicular growth in cattle. *Reprod Dom Anim*, v. 31, p. 539 – 542, 1996
- YOSHIMURA Y., IWASHITA, M., KARUBE, M., ODA, T., AKIBA, M., SHIOKA, W. A. S., ANDO, M., YOSHINAGA, A., NAKAMURA, Y. Growth hormone stimulates follicular development by stimulating ovarian production of insulin-like growth factor-I. *Endocrinology*. v. 135, p. 887-894, 1994.

RESPOSTA PRODUTIVA DE VACAS NO INÍCIO DA LACTAÇÃO SUBMETIDAS À SUPLEMENTAÇÃO DE GORDURA DURANTE O PERÍODO DE TRANSIÇÃO

RESUMO – Objetivou-se com este experimento estudar o efeito da suplementação dietética de gordura de 28 dias pré-parto até 60 dias pós-parto sobre o consumo de matéria seca (CMS) e o desempenho produtivo de vacas leiteiras de alta produção. Foram utilizadas 20 vacas holandesas, multíparas, gestantes, distribuídas aleatoriamente em dois tratamentos: C = dieta controle (3% de extrato etéreo (EE) na matéria seca (MS)) e G = dieta gordura (6% de EE na MS). Os valores médios de CMS não diferiram ($P > 0,05$) no pré e pós-parto (10,73 e 9,95 kg e 16,06 e 17,81 kg de MS/dia para os grupos C e G, respectivamente). Contudo, houve aumento ($P < 0,05$) na quarta semana de lactação para o animais do grupo G (18,29 vs 15,53 kg de MS). Este aumento no CMS, associado à maior densidade energética da dieta G foi responsável pela elevação do consumo de energia líquida para os animais do grupo G após o parto (32,61 vs 28,22 Mcal / dia; $P < 0,05$). A produção de leite total e de leite corrigido para 3,5% de gordura não diferiram ($P > 0,05$), com médias de 31,88 e 34,41 kg/dia e 26,34 e 36,05 kg de leite/dia para os grupos C e G, respectivamente, apesar do G produzir 2,53 kg de leite a mais por dia (7,93%) que o C. Houve redução da porcentagem da gordura do leite ($P < 0,05$), com médias de 4,36 e 3,81 % de gordura para os grupos C e G. Observa-se, contudo, que a produção total de gordura não foi afetada (1,38 vs 1,29 kg de gordura por dia para os grupos C e G, respectivamente; $P > 0,05$). A suplementação com gordura fez com que a ingestão de energia líquida no início da lactação aumentasse, resultando, conseqüentemente, em maior produção de leite diária.

Palavras-chave: período de transição, gordura dietética, vacas leiteiras,
consumo de matéria seca, produção de leite.

PRODUCTIVE PERFORMANCE IN THE EARLY LACTATION DAIRY COWS SUPPLEMENTED WITH DIETARY FAT DURING THE TRANSITION PERIOD

ABSTRACT – The aim of this study was to evaluate the reproductive performance and dry matter intake (DMI) of dairy cows supplemented with dietary fat during the transition period. Twenty pregnant Holstein cows were randomly assigned into two treatments: C = Control diet (3% of EE in DM); and G = Fat diet (6% of EE in DM). The average DMI did not differ during the pre and post-partum for both groups ($P < 0,05$; 10,73 and 9,95 kg DM to group C and 16,06 and 17,81 kg of DM to group G). However, in the fourth lactation week, animals from group G had a higher DMI than group C (15,53 vs 18,29 kg de DM). The increase in the DMI associated with a higher energy density of the G diet was the responsible for a higher liquid energy intake for the animals G group in the post-partum (28,22 vs 32,61 Mcal/day; $P < 0,05$). Milk production and corrected milk to 3,5% of butter fat did not differ among the groups (31,88 e 34,41 kg/day to group C and 36,34 e 36,05 kg of milk/day to group G) even with a 2,53 kg/day increase in milk production to group G animals. A decrease in milk fat percentage was verified to group G animals (4,36 X 3,81% milk fat) but not for total fat production ($P > 0,05$; 1,38 X 1,29 kg of milk fat/day for groups C and G). In conclusion the supplementary dietary fat in dairy cows during the transition period increased the liquid energy intake resulting in a higher daily milk production

Key-words: dairy cows, dietary fat, dry matter intake, milk production, transition period.

1. INTRODUÇÃO

A gordura suplementar é freqüentemente adicionada às dietas de vacas de alta produção no pós-parto por aumentar a densidade calórica da dieta e, assim, promover aumento da ingestão de energia e produção de leite. Adicionalmente, o valor energético da gordura, associado ao baixo custo de algumas fontes, tem possibilitado a suplementação de lipídios em dietas, com uso em vários países.

Diferentes tipos de suplementação lipídica têm sido fornecidos a vacas lactantes. Alguns incluem mistura de lipídios vegetal – animal, sebo, gordura amarela, óleos na farinha de peixe, óleos de sementes (algodão, soja, canola, girassol), entre outros. Os principais ácidos graxos na maioria dos lipídios de sementes são o ácido linoléico ($C_{18:2}$) e o ácido linolênico ($C_{18:3}$), ambos essenciais e devem ser suplementados nas dietas devido à dupla ligação entre o carbono $\Delta 9$ e ao grupo metil terminal não poder ser utilizado pelo sistema biológico animal.

Segundo Schingoethe e Casper (1991), houve aumento de 5 e 10% de leite quando as vacas foram suplementadas com sementes oleaginosas, ocorrendo maior persistência na produção sem, necessariamente, apresentar maior pico. Este aumento na persistência foi associado a um efeito residual após o término da suplementação com gordura sobre a produção de leite. A inclusão de sementes de girassol ou soja na dieta de vacas entre a 4^o e 16^o semana no pós-parto resultou em 2,8% mais leite no momento da suplementação, maior pico de produção e produção 8,2% maior no final de um período de 12 semanas de alimentação. Este significativo pico de produção de leite foi mantido durante toda a lactação.

A adição de gordura suplementar pode aumentar o status energético das vacas, mas o resultado líquido depende do efeito da gordura suplementar no CMS, na digestibilidade dos ácidos graxos e do nível de produção de leite. Uma

característica da gordura que limita o seu uso em rações para vacas leiteiras é o grau de saturação. O efeito negativo das gorduras insaturadas na digestão da fibra ruminal tem sido observado (Jenkins e Jenny, 1989).

Tradicionalmente, recomenda-se adicionar gordura à dieta logo após o parto, embora estudos tenham demonstrado que a resposta à suplementação é retardada neste período (Salfer et al., 1995). O mecanismo não tem sido esclarecido, mas Palmquist (1990), citado por Salfer et al. (1995), sugeriu que altas concentrações de ácidos graxos livres, estimulados pelo início da lactação e superestimulado pela gordura adicional, poderiam atrasar o aumento no consumo de matéria seca (CMS).

A resposta lenta e a resposta substancial “carry-over” à suplementação de gordura podem parcialmente explicar porque pouca ou nenhuma resposta na produção foi observada em alguns estudos que utilizaram desenho experimental de curta duração. O “lag time” para a resposta à suplementação pode ser maior no início da lactação (Schingoethe e Casper, 1991) e isto ocorreu, provavelmente, por não haver nenhum período de adaptação anterior.

O objetivo deste estudo foi avaliar o efeito da suplementação dietética de gordura, iniciando-se 28 dias pré-parto até 60 dias no pós-parto, sobre o consumo de matéria seca (CMS) e o desempenho produtivo de vacas leiteiras de alta produção.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido no Setor de Bovinocultura de Leite (Unidade de Ensino, Pesquisa e Extensão em Gado de Leite, UEPE-GL), Departamento de Zootecnia, na Universidade Federal de Viçosa, MG, e no Laboratório de Reprodução Animal do Departamento de Zootecnia da referida instituição, no período de março de 2003 a maio de 2004.

Foram utilizadas 20 vacas holandesas, pluríparas ($4,15 \pm 2,13$ partos), gestantes, com peso vivo médio aos 28 dias pré-parto de $712,02 \pm 65,20$ kg e escore de condição corporal médio igual a $3,16 \pm 0,53$ (escala de 0 a 5; Wildman et al., 1982; Edmonson et al., 1989).

Os animais foram balanceados quanto a idade, peso corporal, escore de

condição corporal, número de lactações e produção de leite na lactação anteriores e distribuídos em dois grupos: dieta controle (C; 3% extrato etéreo (EE) na matéria seca (MS); n = 10) e dieta gordura (G; 6% de EE na MS; n = 10), começando 28 dias pré-parto até 60 dias no pós-parto.

As dietas foram formuladas conforme as recomendações do *National Research Council* (NRC 2001) para cada período (pré e pós-parto) e produção de leite durante a lactação (Tabela 1).

Tabela 1. Critérios utilizados para cálculo das exigências nutricionais dos grupos Controle (C) e Gordura (G)

	Pré-Parto	Pós-Parto
Idade (meses)	58,0	60,0
Peso vivo (kg)	650,0	600,0
Dias de gestação	250	0
Escore de condição corporal (ECC)	3,0	2,5
Dias em lactação	0	30
Número de lactações	3	3
Idade ao primeiro parto (meses)	30	30
Intervalo de Parto (meses)	13	13
Produção de leite (kg / dia)	-	35,0
Gordura no leite (%)	-	3,80
Proteína bruta no leite (%)	-	3,23

As análises químico-bromatológicas dos ingredientes das dietas foram realizadas de acordo com os procedimentos do Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa (Silva e Queiroz, 2002) e, em seguida, a dieta C foi calculada para oferecer, aproximadamente, 3% de extrato etéreo (% MS). A dieta G foi calculada para oferecer, aproximadamente, 6% de EE (% MS) via adição de óleo de soja (Tabela 2).

As dietas foram similares na composição, exceto para o extrato etéreo e a energia líquida, devido à adição de óleo de soja. A energia da dieta G pré-parto apresentou 0,12 Mcal/kg de MS e a dieta de lactação apresentou 0,10 Mcal/kg de

MS que suas respectivas dietas controle.

Tabela 2. Ingredientes e composição nutricional das dietas durante os períodos pré e pós-parto como porcentagem da matéria seca (MS)

Ingredientes	Pré-Parto		Pós-Parto	
	Controle	Gordura	Controle	Gordura
	% da Matéria Seca			
Silagem de milho	81,72	81,81	45,02	45,10
Fubá de milho	10,77	7,49	28,93	26,04
Farelo de soja – 48% PB	4,95	4,70	22,35	21,71
Óleo de soja	-	3,30	-	3,25
Uréia	1,19	1,33	-	0,21
Núcleo mineral	1,10	1,10	3,02	3,02
Sulfato de amônio	0,16	0,16	-	-
Premix vitamínico	0,12	0,12	0,03	0,03
Bicarbonato de sódio	-	-	0,65	0,64
	Composição			
PB ¹ % da MS	12,3	12,3	17,7	17,7
PDR ² % da PB	9,6	9,8	11,0	11,3
PNDR ³ % da PB	2,7	2,5	6,7	6,4
NE _l ⁴ Mcal / kg MS	1,42	1,54	1,61	1,71
FDN ⁵ % da MS	45,9	45,6	29,4	29,1
FDN, % da MS (forragem)	44,4	44,4	24,4	24,5
FDA ⁶ % da MS	26,4	26,3	16,6	16,5
NDT ⁷ _(1x) , % da MS	62,0	66,0	70,0	73,0
EE ⁸ , % da MS	2,1	5,3	2,4	5,5
CNF ⁹ , % da MS	35,1	32,3	43,7	40,9

¹PB – Proteína Bruta

²PDR – Proteína Degradável no Rúmen (calculada utilizando-se os valores do NRC, 2001)

³PNDR – Proteína Não Degradável no Rúmen (calculada utilizando-se os valores do NRC, 2001)

⁴NE_l - Energia Líquida

⁵FDN – Fibra Solúvel em Detergente Neutro

⁶FDA – Fibra Solúvel em Detergente Ácido

⁷NDT – Nutrientes Digestíveis Totais (nível de manutenção)

⁸EE – Extrato Etéreo

⁹CNF – Carboidrato Não Fibroso

As vacas que receberam a dieta G foram alimentadas com a dieta C antes do início do período experimental, com substituição parcial da dieta-controle antes da 4ª semana pré-parto na proporção de 20%, até chegar a 100% da dieta G. Foi considerado o primeiro dia experimental no início da 4ª semana pré-parto, quando cada animal consumiu sua ração completa. A água e o sal mineral foram fornecidos *ad libitum*.

Os animais foram mantidos em baias individuais, sendo arraçoados duas vezes ao dia (as 07:00 h e às 15:00 h). A quantidade de volumoso e concentrado foi ajustada diariamente para manter uma sobra entre 5 e 10% de MS. A quantidade total de volumoso mais concentrado a ser oferecido para cada animal e também das sobras do dia anterior foram pesadas diariamente.

Amostras de silagem e sobras foram coletadas diariamente e armazenadas em sacos plásticos a -20 °C, até completar o período de sete dias, compondo uma amostra semanal. Este procedimento foi repetido até o final do período experimental, para posterior análise química. Amostras do concentrado foram obtidas quinzenalmente e armazenadas em sacos plásticos a -20° C.

Todos os animais foram pesados e avaliados quanto ao ECC uma vez por semana, por um técnico treinado, segundo metodologia desenvolvida por Edmonson et al. (1989), a partir de uma escala biológica de 1 a 5, com sub-unidades de 0,25 pontos, em que 1 representa uma vaca muito magra e 5 muito gorda. No dia do parto, os animais também foram pesados e avaliados quanto ao escore de condição corporal (ECCP).

Informações relacionadas à produção de leite eram obtidas diariamente após as ordenhas, e as amostras de leite foram coletadas semanalmente para a avaliação da porcentagem de gordura. A produção de leite foi corrigida para 3,5% de gordura segundo fórmula descrita por Sklan et al. (1994).

As variáveis consumo de matéria seca (kg), consumo de matéria seca (% do peso vivo), consumo de nutrientes (kg de proteína bruta, fibra detergente neutro, carboidratos não fibrosos, carboidratos totais, matéria orgânica, extrato etéreo, nutrientes digestíveis totais e energia líquida), produção de leite (PL), produção de leite corrigida (PLC), produção de gordura (Gkg) e porcentagem de gordura (G%) foram analisadas pelo procedimento PROC MIXED do SAS (SAS, 1999).

Utilizando-se um modelo linear misto para medidas repetidas no tempo. Foram considerados os efeitos fixos de tratamento (dietas), dias em lactação e interação tratamentos x dias em lactação. Os efeitos de vacas dentro de classes foram considerados aleatórios. As médias ajustadas (LSmeans) dos efeitos fixos foram comparadas por intermédio da diferença mínima significativa (LSD), obtida pelo teste “t”.

A produção total de leite na lactação foi estimada segundo equação de Wood (1967). Os dados foram submetidos a análise de variância usando-se o SAS (SAS, 1999).

Esta equação é essencialmente uma curva do tipo gama e é expressa pela função:

$$y_n = a n^b \exp(-cn) \quad (1)$$

Em que y_n é a produção de leite diária na semana n e a , b e c são constantes. A produção total é assim expressa pela função:

$$y = \frac{a}{c^{b+1}} \Gamma(b+1) \quad (2)$$

A produção para a semana t é representada pela função:

$$y_t = a \int_0^t t^b \exp(-ct) dt \quad (3)$$

Que pode ser avaliada usando-se tabelas de função gama incompleta.

3. RESULTADO E DISCUSSÃO

O peso corporal ao parto e o ECCP para os animais dos grupos C e G foram de 640,10 e 651,33 kg, e 3,10 e 3,15, respectivamente. Aos 60 dias no pós-parto, os animais dos grupos C e G pesaram 565,46 e 582,46 kg e apresentaram ECC igual a 2,40 e 2,50, respectivamente. Esta diminuição do ECC está dentro dos valores normais citados pelo NRC (2001) para vacas de leite nos primeiros 60 dias após o parto, os quais variam de 0,5 a 1,0 unidade.

As análises de variância do consumo de matéria seca (CMS; kg), CMS em porcentagem do peso vivo (CMS % PV), proteína bruta (PB), fibra solúvel em

detergente neutro (FDN), carboidrato não fibroso (CFN), carboidrato total (CCHO), matéria orgânica (MO), extrato etéreo (EE), nutrientes digestíveis totais (NTD) e energia líquida (NE_L) estão sumariados na Tabela 3. Nas Tabelas 4 e 5 estão sumariados as médias das variáveis anteriormente citadas, segundo o tipo de dieta e semanas pré e pós parto.

Tabela 3 – Resumo das análises de variâncias do consumo de matéria seca (CMS; kg), consumo de matéria seca em porcentagem do peso vivo (CMS % PV), proteína bruta (PB), fibra solúvel em detergente neutro (FDN), carboidrato não fibroso (CFN), carboidrato total (CCHO), matéria orgânica (MO), extrato etéreo (EE), nutrientes digestíveis totais (NTD) e energia líquida (NE_L) nas vacas durante o pré e o pós-parto.

Variáveis	Valor de P									
	CMS	CMS %PV	PB	FDN	CFN	CCHO	MO	EE	NTD	NE _L
Pré-Parto										
Grupo ¹	0,4612	0,2602	0,3472	0,4785	0,0851	0,2352	0,4283	<,0001	0,8264	0,8513
Tempo ²	<,0001	<,0001	<,0001	<,0001	<,0001	<,0001	<,0001	<,0004	<,0001	<,0001
Grupo x Tempo	0,3336	0,1733	0,7555	0,1848	0,3168	0,2970	0,3392	0,1378	0,3910	0,4869
Pós-Parto										
Grupo ³	0,1557	0,2484	0,4489	0,5168	0,8234	0,4874	0,4032	<,0001	0,0459	0,0239
Tempo	0,0003	<,0001	<,0001	0,0046	<,0001	0,0008	0,0001	<,0001	0,0004	0,0001
Grupo x Tempo	0,0907	0,0974	0,1504	0,1398	0,2357	0,1067	0,1050	0,0813	0,3388	0,2394

¹ Grupo 1: Dieta controle (EE = 2,1% da MS)

¹ Grupo 2: Dieta gordura (EE = 5,3% da MS)

² Dias em lactação

³ Grupo 1: Dieta controle (EE = 2,4% da MS)

³ Grupo 2: Dieta gordura (EE = 5,5% da MS)

Tabela 4 – Consumos de matéria seca (CMS; kg), CMS em porcentagem do peso vivo (% PV), PB, FDN, CFN, carboidrato total (CCHO), matéria orgânica (MO), EE, NTD e energia líquida, de acordo com as semanas antes do parto e os tipos de dieta

Itens	Grupo	Semanas			
		S-4	S-3	S-2 ¹	S-1 ¹
CMS (kg/d)	C	11,95	11,77	10,70	8,86
	G	10,97	10,72	9,70	8,61
	<i>P</i> <	0,4957	0,3836	0,3182	0,8114
CMS (%PV)	C	1,72	1,65	1,49	1,25
	G	1,54	1,42	1,34	1,20
	<i>P</i> <	0,2176	0,1479	0,2466	0,7115
PB (kg/d)	C	1,61	1,54	1,42	1,34
	G	1,42	1,39	1,27	1,26
	<i>P</i> <	0,3229	0,3550	0,2691	0,5532
FDN (kg/d)	C	5,46	5,45	4,92	3,86
	G	4,93	4,83	4,30	3,62
	<i>P</i> <	0,6607	0,4360	0,2885	0,6826
CNF (kg/d)	C	4,16	4,00	3,61	3,00
	G	3,29	3,20	2,94	2,58
	<i>P</i> <	0,0581	0,0636	0,0761	0,2706
CCHO (kg/d)	C	9,62	9,45	8,53	6,91
	G	8,23	8,03	7,24	6,20
	<i>P</i> <	0,2451	0,2051	0,1634	0,4510
MO (kg/d)	C	11,51	11,26	10,20	8,45
	G	10,29	10,05	9,09	8,06
	<i>P</i> <	0,4471	0,3676	0,3057	0,7170
EE (kg/d)	C	0,27	0,26	0,23	0,19
	G	0,64	0,62	0,58	0,59
	<i>P</i> <	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
NTD (kg/d)	C	7,47	7,36	6,68	5,53
	G	7,18	6,98	6,36	5,66
	<i>P</i> <	0,9364	0,6693	0,6258	0,8559
NE _L (Mcal/d)	C	16,96	16,76	15,32	12,93
	G	17,04	16,60	15,14	13,52
	<i>P</i> <	0,6328	0,9884	0,9043	0,6964

S^{1...9} = Semanas pós-parto

Tabela 5 – Consumos de matéria seca (CMS; kg), CMS em porcentagem do peso vivo (% PV), PB, FDN, CFN, carboidrato total (CCHO), matéria orgânica (MO), EE, NTD e energia líquida segundo a semana de lactação e o tipo de dieta.

Itens	Grupo	Semanas Pós-Parto								
		S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9
CMS (kg/d)	C	12,34	14,34	15,10	15,53	16,70	17,84	17,81	16,98	17,58
	G	13,13	15,71	17,29	18,29	18,47	18,73	19,23	20,01	19,43
	P<	0,5212	0,2585	0,0916	0,0410	0,1229	0,5475	0,4039	0,1212	0,3647
CMS (%PV)	C	1,97	2,36	2,56	2,69	2,92	3,12	3,13	2,99	3,10
	G	2,06	2,57	2,90	3,12	3,17	3,22	3,30	3,43	3,34
	P<	0,6706	0,3708	0,1546	0,0947	0,2207	0,6599	0,5324	0,1554	0,4459
PB (kg/d)	C	2,23	2,58	2,73	2,81	3,02	3,24	3,18	3,03	3,15
	G	2,25	2,69	2,96	3,13	3,15	3,20	3,27	3,41	3,32
	P<	0,9529	0,5838	0,3547	0,1583	0,5127	0,8765	0,7050	0,1617	0,6133
FDN (kg/d)	C	3,84	4,25	4,48	4,47	4,77	5,24	5,20	4,80	5,32
	G	3,99	4,59	4,99	5,23	5,09	5,06	5,54	5,59	4,66
	P<	0,7805	0,4281	0,3044	0,0937	0,4407	0,7477	0,4785	0,2028	0,5120
CNF (kg/d)	C	5,49	6,44	6,87	7,09	7,68	8,25	8,24	7,82	7,99
	G	5,32	6,34	6,96	7,33	7,49	7,57	7,81	8,10	7,84
	P<	0,7604	0,8497	0,8828	0,6746	0,7321	0,3599	0,5227	0,6813	0,8664
CCHO (kg/d)	C	3,74	4,31	4,54	4,60	4,90	5,27	5,32	4,97	5,32
	G	3,70	4,48	4,96	5,19	5,18	5,21	5,42	5,65	5,49
	P<	0,9313	0,6389	0,3446	0,1454	0,4876	0,9176	0,8184	0,2181	0,7924
MO (kg/d)	C	11,83	13,73	14,54	14,90	16,01	17,21	17,17	16,24	16,89
	G	12,03	14,42	15,88	16,80	16,97	17,20	17,67	18,39	17,86
	P<	0,8732	0,5371	0,3173	0,1188	0,4022	0,9963	0,7172	0,1714	0,6033
EE (kg/d)	C	0,31	0,37	0,39	0,41	0,43	0,45	0,44	0,42	0,43
	G	0,76	0,90	0,99	1,06	1,07	1,07	1,09	1,13	1,10
	P<	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
NTD (kg/d)	C	8,65	9,47	10,61	10,93	11,78	12,54	12,40	11,82	12,26
	G	9,59	11,52	12,67	13,35	13,51	13,68	14,02	14,59	14,15
	P<	0,3039	0,0593	0,0308	0,0133	0,0406	0,2904	0,1879	0,0528	0,2116
NE _L (Mcal/d)	C	20,93	23,96	24,99	25,58	27,31	28,74	28,65	28,95	28,22
	G	23,67	27,63	29,97	31,36	32,94	31,95	32,57	33,71	32,61
	P<	0,1933	0,0562	0,0120	0,0043	0,0161	0,1281	0,1193	0,0555	0,1438

S^{1...9} = Semanas pós-parto

O CMS no pré e pós-parto não foram diferentes entre os animais dos tratamentos C e G, com médias de $10,73 \pm 2,87$ e $9,95 \pm 1,80$ kg, e $16,02 \pm 3,71$ e $17,80 \pm 3,62$ kg MS por dia, respectivamente. Os consumos dos demais nutrientes foram semelhantes (PB, FDN, CNF, CCHO e MO), exceto EE ($P < 0,01$). Neste caso, verificou-se no pré-parto e pós-parto, para as vacas dos grupos C e G consumos de $0,234 \pm 0,08$ e $0,408 \pm 0,09$, e $0,607 \pm 0,09$ e $1,02 \pm 0,22$ kg de EE por dia, respectivamente. Também houve maior consumo de NDT e NE_L no pós-parto ($P < 0,05$).

Estudos realizados por Rabello (1995) e Silva (1997) relataram que os CMS, MO, CCHO, NDT, PB, FDN, pH, amônia e síntese microbiana não foram afetados pela inclusão de fontes de gordura na ração concentrada. Porém, o consumo de EE aumentou linearmente com o aumento de grão de soja. Corroborando, Malafaia (1995), trabalhando com sebo bovino, verificou que o consumo médio diário de MS, MO, PB, CCHO, FDN, NDT, a produção de leite corrigida para 3,5% de gordura e os teores de proteína bruta e gordura do leite não foram influenciados pela inclusão de sebo no concentrado.

A ingestão de nutrientes é uma função do CMS e da densidade de nutrientes da dieta. Como visto na Tabela 2 e descrito anteriormente, a dieta de lactação G apresentou 0,10 Mcal por kg de MS a mais que a dieta-controle. Como demonstrado na Tabela 5, apesar de não haver diferença, as vacas do grupo G consumiram em média 1,8 kg de MS por dia a mais que o grupo C, permitindo, dessa forma, que o consumo de NDT e, conseqüentemente, de NE_L , fosse maior para a dieta ($P < 0,05$).

O CMS diminuiu da quarta semana pré-parto até o parto para ambos os grupos (Figura 1; $P < 0,05$). Houve redução de 22,75 e 17,68% na última semana pré-parto, comparado às semanas anteriores, para os grupos C e G, respectivamente. Bertics et al. (1992) e Grant e Albrightt (1995) observaram redução entre 20 e 30% no CMS na última semana pré-parto. A concentração sangüínea de muitos hormônios aumenta ou diminui drasticamente ao parto e pode ser um potente modificador do CMS. Grummer (1995) sugeriu que o estrógeno ou a proporção entre estrógeno e progesterona tem uma influência no CMS pré-parto. Infusão intravenosa de 17β -estradiol diminuiu o CMS e a produção de leite em

vacas leiteiras (Grummer et al., 1990). A progesterona não tem efeito direto no CMS, mas, indiretamente, bloqueia os efeitos do estrógeno em vacas leiteiras (Muir et al., 1972). Limitações físicas, devido ao crescimento fetal, têm sido apontadas como causas da diminuição do CMS com a proximidade do parto (Ingvarsen et al., 1992, citados por Agenas et al., 2003). Outra possível explicação para o declínio no CMS verificado alguns dias pré-parto está associada ao aumento da infiltração de gordura no fígado (Bertics et al., 1992).

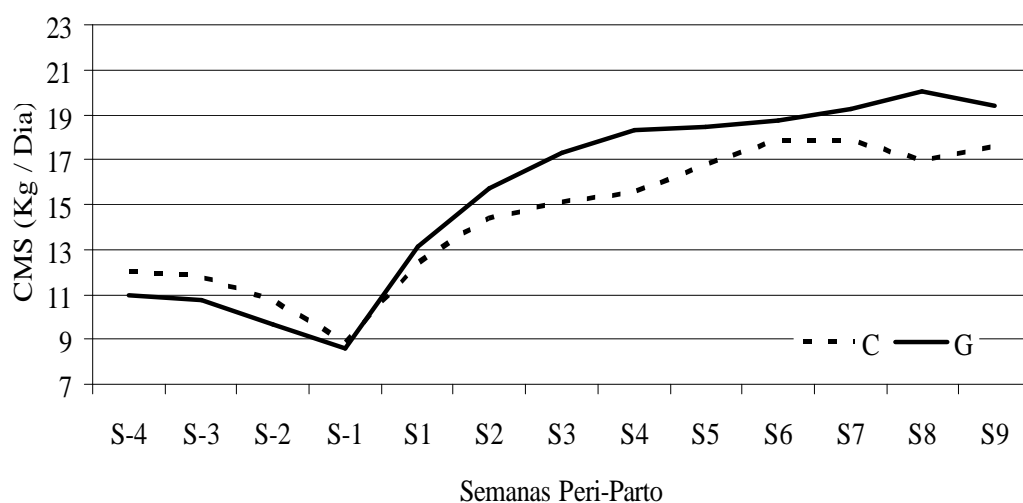


Figura 1. Mudanças no consumo de matéria seca (CMS) durante o pré e o pós-parto para as vacas alimentadas com dietas controle (C) e gordura (G). S-4 até S-1 representam semanas relacionadas ao pré-parto e S1 até S9 representam semanas relacionadas ao pós-parto.

Houve rápido aumento do CMS após o parto para ambos os grupos (Figura 1; $P < 0,05$). Neste estudo, a taxa de aumento no CMS entre a primeira e a terceira semana foi de 1,38 e 2,08 kg por semana para os animais dos grupos C e G, respectivamente. Estes valores estão dentro dos limites citados por Bertics et al., (1992), com aumento aproximado de 1,5 a 2,5 kg/semana durante as primeiras três semanas de lactação. A taxa de aumento do CMS durante o início da lactação pode ser primariamente determinada pela ingestão e pelo balanço de energia (Bertics et al., 1992).

O CMS (% PV) durante o período pré-parto foi de 1,51 e 1,37% para os animais dos grupos C e G, respectivamente. Já no pós-parto, o CMS (% PV) foi de 2,77 e 3,01%, respectivamente, até 60 dias de lactação (1,26 e 1,64% a mais).

Diversas medidas de manejo nutricional têm sido propostas para aumentar a ingestão de nutrientes durante períodos críticos no ciclo de produção. Dentre todas elas, a maximização do CMS é a principal. Vacas que podem avançar no CMS de, aproximadamente, 2% de seu peso vivo durante o período seco para 3,5% dentro das primeiras seis semanas de lactação (1,5% a mais), não apenas apresentarão menor e mais curto BEN, mas também produzirão mais leite (Staples et al., 1990).

As análises de variância das características associadas à produção e composição do leite (PL, PLC, Gkg e G%) estão sumariadas na Tabela 6. Na Tabela 7 estão resumidas as médias das variáveis acima citadas, em razão dos dias em lactação, segundo o tipo de dieta utilizada. Não foi observado efeito do tratamento sobre a PL e nem sobre a PLC ($P > 0,05$). A PL foi afetada pelo tempo e as maiores produções foram observadas durante o primeiro e segundo mês de lactação para os grupos C e G, respectivamente.

Tabela 6 – Resumo das análises de variâncias da produção de leite total (PL), produção de leite corrigido para 3,5% de gordura (PLC), produção total de gordura (Gkg) e porcentagem de gordura no leite (G%) nas vacas durante o pós-parto

Variáveis	Valor de P			
	PL	PLC	Gkg	G%
Grupo ¹	0,2353	0,9106	0,0159	0,4764
Tempo ²	<,0001	0,0002	0,0002	<,0001
Classe x Tempo	0,1925	0,2353	0,0558	0,3466

¹ Grupo 1: Dieta-controle (EE = 2,4% da MS)

¹ Grupo 2: Dieta-gordura (EE = 5,5% da MS)

² Dias em lactação

Tabela 7 - Produção de leite (PL), produção de leite corrigida a 3,5% de gordura (PLC), produção de gordura por quilograma (Gkg) e porcentagem de gordura (G%) segundo a semana de lactação e o tipo de dieta, nas vacas após o parto

Itens	Grupo	Semanas de Lactação								
		S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9
PL (kg/d)	C ¹	25,60	32,09	33,84	32,04	33,24	33,70	33,26	31,84	31,35
	G ²	27,25	32,22	34,09	35,09	35,76	35,90	36,58	37,34	35,42
	P<	0,4845	0,9580	0,9225	0,1273	0,3159	0,3538	0,2017	0,0544	0,1322
PLC (kg/d)	C	31,47	39,52	40,82	37,61	35,81	36,31	35,68	34,51	35,33
	G	34,48	40,39	38,73	36,49	35,29	36,05	33,73	35,36	33,68
	P<	0,3729	0,8284	0,5890	0,6922	0,8441	0,9268	0,5544	0,8030	0,6279
G% (%)	C	4,89	4,88	4,74	4,56	4,00	3,95	3,94	4,05	4,29
	G	5,12	5,04	4,28	3,69	3,40	3,55	2,95	3,11	3,14
	P<	0,5993	0,6944	0,1863	0,0030	0,0384	0,2204	0,0017	0,0207	0,0045
Gkg (kg)	C	1,25	1,58	1,61	1,46,	1,31,	1,33	1,30	1,27	1,34
	G	1,39	1,62	1,47	1,31	1,21	1,26	1,10	1,18	1,13
	P<	0,3714	0,8408	0,4499	0,2607	0,3853	0,5788	0,1650	0,5522	0,1897

¹ Grupo C: dieta-controle.

² Grupo G: dieta-gordura.

Durante os primeiros 60 dias de lactação, a PL média para os grupos controle (C) e gordura (G) foram de $31,88 \pm 5,06$ e $34,41 \pm 6,51$ Kg por dia, respectivamente (+2,53 kg/dia). Os animais do grupo G produziram 7,93% mais leite por dia que os a do grupo C. Ao final dos 60 dias de lactação, os animais do grupo C produziram 1.912,8 kg de leite e os do grupo G, 2064,6 kg de leite, resultando na produção de 151,8 kg de leite a mais ao final de 60 dias de lactação para os animais do grupo G.

De acordo com a equação de Wood (1967), a produção total de leite na lactação foi estimada em 8.442,5 e 9.338,5 kg para os os animais dos grupos C e G, respectivamente, o que representa 895,9 kg de leite (10,61%) a mais na lactação. Este resultado é similar aos 10% observados por Palmquist (1984), citado por Palmquist (1996), e 8,2% registrados por Schingoethe e Casper (1991), os

quais também observaram que a produção de leite manteve-se maior durante toda a lactação para os animais suplementados com gordura mesmo após o final do tratamento na 16ª semana após o parto. O efeito residual à suplementação de gordura é um fator importante a ser considerado para avaliar a resposta total à este tipo de suplementação.

Este aumento pode ser devido à maior ingestão de energia verificada para as vacas suplementadas com gordura, principalmente a partir da terceira semana de lactação, quando consumiram 4,66 Mcal/dia a mais que os animais do grupo C, resultando em 3,44 kg de leite a mais por dia a partir da quarta semana de lactação. De acordo com Onetti e Grummer (2004), a resposta positiva a suplementação com gordura deve ser esperada, devido à maior disponibilidade de NE_L , desde que não haja redução do CMS.

O padrão de produção de leite foi afetado pela dieta quando as curvas de lactação foram comparadas (Figura 2). A produção de leite cresceu continuamente para ambos os grupos. Contudo, o pico de produção de leite para os animais do grupo C ocorreu na terceira semana (33,84 kg de leite), enquanto para os do grupo G, o pico de produção aconteceu na oitava semana (37,34 kg de leite). A curva de lactação para os animais do grupo G aumentou acima daquela do grupo C à partir da terceira semana e continuou até o final do experimento (3,44 kg de leite a mais/dia). Estes resultados estão de acordo com os de Garcia-Bojalil et al.(1998), os quais verificaram que o padrão de produção de leite não foi afetado pela gordura suplementar até 20 dias após o parto, momento no qual a curva de produção começou a se separar, estimulando a produção em aproximadamente 2,0 kg de leite a mais por dia.

Schingoethe e Casper (1991) registraram valores semelhantes quanto à semana de pico de produção, sendo que os animais alimentados com a dieta-controle apresentaram o pico de produção de leite na sexta semana e aqueles tratados com gordura mostraram pico na nona semana de lactação.

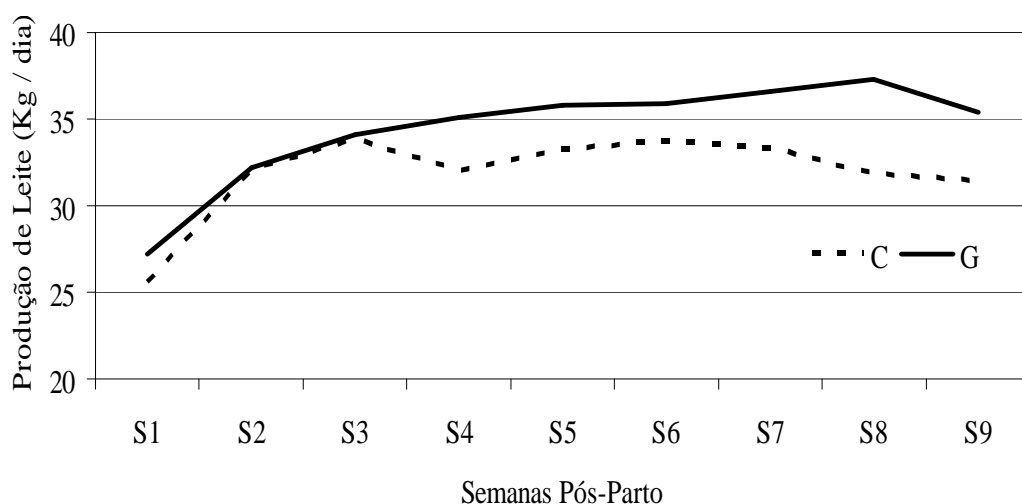


Figura 2. Produção de leite nos primeiros 60 dias de lactação para as vacas tratadas com dieta controle (C) ou gordura (G). As semanas pós-parto são representadas de S1 a S9.

Segundo vários autores, a suplementação com gordura tem aumentado a produção de leite. Estes aumentos foram observados quando de utilizaram sais de ácidos graxos com cálcio a 4% da MS da ração (Peixoto et al., 1994), gordura protegida – Magnapac (Pinto, 1997), sebo bovino (Malafaia et al., 1996). As respostas, contudo tem sido bastante variáveis. Algumas das variações podem ser atribuídas à redução do CMS quando a gordura foi adicionada à dieta. Se o CMS for bastante diminuído, a ingestão de energia total pela vaca pode não ser aumentada.

O consumo de EE neste estudo foi 0,612 kg a mais para o grupo G, o que suportou o aumento de 2,53 kg de leite a mais por dia. Grummer (1992), citado por Palmquist (1996), observou que o fornecimento de 500 gramas de gordura fez com que a produção de leite fosse aumentada em 2,80 kg por dia. Este volume foi inferior ao verificado por Jenkins (1997), o qual indicou que a máxima resposta em produção de leite à suplementação com gordura foram de 3,50 kg por dia. Cerca de 700 gramas de gordura suplementar foram requeridos para suportar a produção de 3,50 kg de leite.

A porcentagem de gordura no leite (G%) diferiu ($P < 0,05$) entre os animais dos tratamentos, sendo significativo a partir da quarta semana de lactação, quando a diferença na produção total de leite tornou-se mais expressiva (Figura 3). As

médias finais da G% aos 60 dias de lactação foram $4,37 \pm 0,79$ e $3,81 \pm 1,08$ % para os animais dos grupos C e G, respectivamente (redução de 0,56%). Esta diferença pode ser devido à maior produção de leite verificada neste período para os animais do grupo G, visto que, quanto maior o volume de leite, menor será a concentração por mililitro de seus constituintes. Contudo, esta redução da G% foi compensada pela maior produção de leite diária, resultando na ausência de efeito dos tratamentos utilizados sobre a produção total de gordura (Gkg). As produções médias de gordura foram de $1,38 \pm 0,29$ e $1,30 \pm 0,40$ kg/d para os grupos C e G, respectivamente.

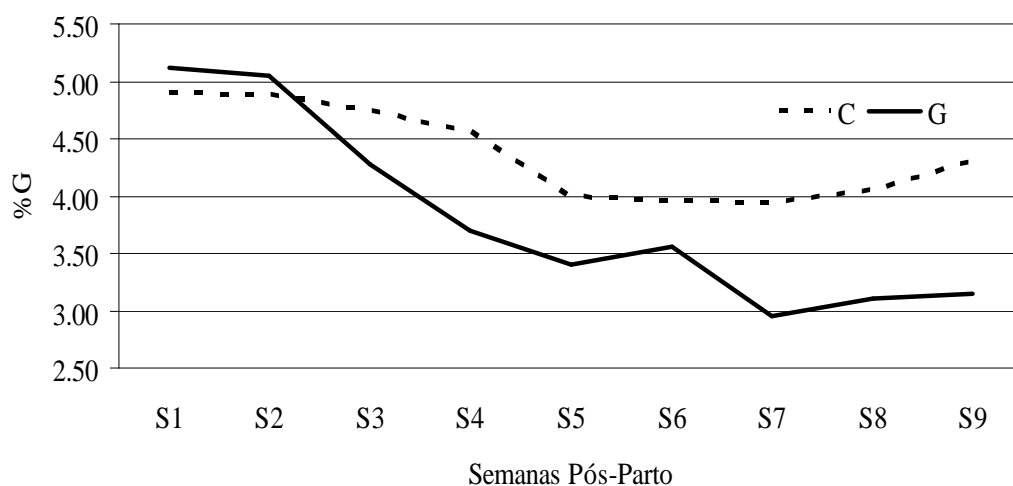


Figura 3. Mudança na porcentagem de gordura (G%) do leite nos primeiros 60 dias de lactação para as vacas tratadas com dieta controle (C) ou gordura (G). As semanas pós-parto são representadas de S1 a S9.

A redução da gordura do leite tem sido demonstrada quando fontes adicionais de gordura são fornecidas nas dietas de vacas em lactação, principalmente se estas fontes são compostas de grande quantidade de ácidos graxos insaturados (Schingoethe e Casper, 1991), o que pode reduzir a digestão da fibra e diminuir a proporção entre acetato e propionato. Outros autores não verificaram redução na porcentagem de gordura no leite quando vacas foram alimentadas com gordura (Rueggsegger e Schultz, 1985; Driver et al., 1990). Schingoethe e Casper (1991) observaram redução na porcentagem de gordura do leite de 0,25% durante o período de suplementação. Segundo Wrenn et al. (1978), a

porcentagem de gordura do leite reduziu 0,5% quando animais foram suplementados com gordura.

A redução da gordura do leite pode ter ocorrido devido também em virtude do acúmulo de ácidos graxos *trans* no rúmen durante a hidrogenação dos ácidos graxos de cadeia longa. Gaynor et al. (1994) demonstraram que a infusão abomasal de ácidos graxos oléicos *trans* reduz a porcentagem de gordura do leite, devido à diminuição na síntese de outros ácidos graxos e reduzida atividade da enzima acyl transferase no tecido mamário, reduzindo assim a síntese de triglicerídeos. Baumgard et al. (2002) relataram que ácidos graxos polinsaturados, com duplas ligações *trans*-10 diminuiu, diminuíram a porcentagem de gordura do leite por meio da redução da síntese *de novo* de ácidos graxos.

4. CONCLUSÃO

De acordo com os dados deste experimento, a suplementação dietética de gordura (óleo de soja) durante 30 dias pré-parto até 60 dias pós-parto promoveu a adaptação à gordura suplementar, mantendo o consumo de matéria seca e melhorando a ingestão de energia, sem diminuir a ingestão de fibra. Também foi eficiente em aumentar a produção de leite diária e, conseqüentemente, a produção total no período de suplementação, sem comprometer a quantidade de gordura produzida.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGENAS, S., BURSTEDT, E., HOLTENIUS, K. Effects of Feeding Intensity During the Dry Period. 1. Feed Intake, Body Weight, and Milk Production. *Journal of Dairy Science*. v. 86, p. 870–882, 2003.
- 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.
- BERTICS, S. J., GRUMMER, R. R., CADORNIGA-VALINO, C., STODDARD

- E. E. Effect of prepartum dry matter intake on liver triglyceride concentration and early lactation. *Journal of Dairy Science*, v. 75, p. 1914- 1922, 1992.
- WRENN, T. R.; BITMAN, J.; WATERMAN, R. A.; WEYANT, J. R.; WOOD, D. L.; STOZINSKI, L. L.; HOOVEN, N. W. Feeding protected and unprotected tallow to lactating cows. *Journal of Dairy Science*, v.61, p.49-58, 1978.
- CHOI, B.-R., PALMQUIST, D.L., ALLEN, M.S. Cholecystokinin mediates depression of feed intake in dairy cattle fed high fat diets. *Domestic Animal Endocrinology*. v. 19, p. 159 – 175, 2000.
- DRIVER, L. S., GRUMMER, R. R., SCHULTZ, L. H. Effects of Feeding Heat-Treated Soybeans and Niacin to High Producing Cows in Early Lactation. *Journal of Dairy Science*. v. 73, p. 463 – 469, 1990.
- EDMONSON, A. J.; LEAN, I. J.; WEAVER, L. D. et al. A body condition scoring chart for Holstein dairy cows. *Journal of Dairy Science*, v.72, n.1, p.68-78, 1989.
- GARCIA-BOJALIL, C. M., STAPLES, C. R., RISCO, C. A., SAVIO J. D., THATCHER, W. W. Protein Degradability and Calcium Salts of Long-Chain Fatty Acids in the Diets of Lactating Dairy Cows: Productive Responses. *Journal of Dairy Science*, v. 81, p. 1374-1384, 1998.
- GAYNOR, P.J., ERDMAN, R.A., TETER, B.B. Milk fat yield and composition during abomasal infusion of cis or trans octadecenoates in holstein cows. *Journal of Dairy Science*. v. 77, p. 157-165, 1994.
- GRANT, R. J., ALBRIGHTT, J. L. Feeding Behavior and Management Factors During the Transition. *Journal of Animal Science*. v. 73, p. 2791-2803, 1995.
- JENKINS, T. C. Success of fat in dairy rations depends on the amount. *Feedstuffs*. V. 69, p. 11 – 12, 1997
- GRUMMER, R. R. Impact of changes in organic nutrient metabolism on feeding the transition dairy cow. *Journal of Animal Science*. v. 73, p. 2820–2833, 1995.
- GRUMMER, R. R., BERTICS, S. J., LACOUNT, D. W., SNOW, J. A., DENTINE, M. R., STAUFFACHER, R. H. Estrogen induction of fatty liver in dairy cattle. *Journal of Dairy Science*. v. 73, p. 1537-1543, 1990.

- JENKINS, T. C., JENNY, B. F. Effect of hydrogenated fat on feed intake, nutrient digestion, and lactation performance of dairy cows. *Journal of Dairy Science*, v.72, 2316 - 2324, 1989.
- KIM Y. K., SCHINGOETHE, D. J., CASPER, D. Supplemental Dietary Fat from Extruded Soybeans and Calcium Soaps of Fatty Acids for Lactating Dairy Cows. *Journal of Dairy Science*. v. 76, p. 197-204, 1993
- MALAFAIA, P.A.M. *Consumo e digestão dos nutrientes, eficiência microbiana, produção e composição do leite em vacas alimentadas com rações contendo sebo bovino*. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1995. 95p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 1995.
- MALAFAIA, P.A.M., VALADARES FILHO, S.C., COELHO DA SILVA, J.F. et al.. Sebo bovino em rações para vacas em lactação. 1. Consumo dos nutrientes, produção e composição do leite. *Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia*. v. 25, p. 153-163, 1996.
- MUIR, L. A., HIBBS, J. W., CONRAD, H. R., SMITH, K. L. Effects of estrogen and progesterone on feed intake and hydroxyproline excretion following induced hypocalcemia in dairy cows. *Journal of Dairy Science*, v. 31, p. 145-148, 1972.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC 2001. Nutrient requirements of dairy cattle. 7 ed. Washinton, D. C.: National Academic Press. 381p.
- ONETTI, S.G., GRUMMER R.R. Response of lactating cows to three supplemental fat sources as affected by forage in the diet and stage of lactation: a meta-analysis of literature. *Animal Feed Science and Technology*. v. 115, p. 65 – 82, 2004.
- PALMQUIST, D.L. Utilizacion de lipidos en dietas de rumiantes. *XII Curso de Especializacion FEDNA*. Madrid, 1996. 15 p.
- PEIXOTO, F.A.M., COELHO DA SILVA, J.F., ROSADO, M. et al. Complexo ácido graxo-cálcio na dieta de vacas em lactação alimentadas com silagem de milho, individualmente ou em grupo. *Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia*, v. 23, p. 763-772, 1994.
- PINTO, S.M. *Produção e composição química do leite de vacas holandesas no início da lactação alimentadas com diferentes fontes de lipídeos*. Lavras, MG:

- UFLA, 1997. 74p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Lavras, 1997.
- RABELLO, T.M. *Grão de soja moído na alimentação de vacas lactantes*. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1995. 114p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 1995.
- RUEGSEGGER, G. J., SCHULTZ, H. L. Responses of high producing dairy cows in early lactation to the feeding of heat-treated whole soybeans. *Journal of Dairy Science*. v. 68, p. 3272, 1985.
- SALFER, J. A.; LINN, J. G.; OTTERBY, D. E. et al. Early lactation responses of Holstein cows fed a rumen-inert fat prepartum, postpartum, or both. *Journal of Dairy Science*, v.78, p.368–377, 1995.
- SALLA, L. E., FISCHER, V., FERREIRA, E. X., MORENO, C. B., STUMPF JUNIOR, W., DUARTE, L. D'ALMEIDA. Comportamento Ingestivo de Vacas Jersey Alimentadas com Dietas Contendo Diferentes Fontes de Gordura nos Primeiros 100 Dias de Lactação. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.32, n.3, p.683-689, 2003
- SAS INSTITUTE, INC. SAS System User's Guide – Online Doc. V. 80, Cary, NC, 1999
- STAPLES, C. R., THATCHER, W. W., CLARK, J. H. Relationship between ovarian activity and energy balance during the early postpartum period of high producing dairy cows. *Journal of Dairy Science*. v. 73, p. 938 – 947, 1990
- SCHINGOETHE, D. J.; CASPER, D. P. Total lactational response to added fat during early lactation. *Journal of Dairy Science*, v. 74, n. 8, p. 2617 – 2622, 1991.
- WILDMAN, E. E., JONES, G. M., WAGNER, P. E. et al. A dairy cow body condition system and its relationship to selected production characteristics. *Journal of Dairy Science*., v.65, p.495-501, 1982.
- SILVA, C.M.A.P. *Produção e composição do leite, variação de peso corporal e digestibilidade em vacas alimentadas com ração contendo grão de soja moído no concentrado*. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa. 1997. 72p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 1997.
- SKLAN, D.; KAIM, M.; MOALLEM, U. et al.. Effect of dietary calcium soaps

- on milk yield, body weight reproductive hormones, and fertility in first parity and older cows. *Journal of Dairy Science*, v. 77, n. 6, p. 1652 – 1660, 1994.
- VARGAS, L. H., LANA, R. P., JHAM, G. N., SANTOS, F. L., QUEIROZ, A. C., MANCIO, A. B. Adição de Lipídios na Ração de Vacas Leiteiras: Parâmetros Fermentativos Ruminais, Produção e Composição do Leite. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.31, n.1, p.522-529, 2002 (suplemento)
- WOOD, P. D. P. Algebraic Model of the Lactation Curve in Cattle. *Nature*. v. 216, p. 164 – 165, 1967.

VARIAÇÃO DO ESCORE DE CONDIÇÃO CORPORAL E DO PESO CORPORAL NO INÍCIO DA LACTAÇÃO EM VACAS SUBMETIDAS À SUPLEMENTAÇÃO DE GORDURA DIETÉTICA DURANTE O PERÍODO DE TRANSIÇÃO

RESUMO – Este estudo foi realizado com o objetivo de estudar os efeitos da suplementação dietética com gordura durante o período de transição sobre o balanço energético, a mobilização de reservas corporais e mudança de peso corporal. Foram utilizadas 20 vacas holandesas, múltíparas, gestantes, distribuídas aleatoriamente em dois tratamentos: C = dieta controle (3% de extrato etéreo (EE) na matéria seca (MS)) e G = dieta gordura (6% de EE na MS). Os valores médios de consumo de MS (CMS) não diferiram no pré e pós-parto (10,73 e 9,95 kg e 16,06 e 17,81 kg de MS/dia para os grupos C e G, respectivamente; $P > 0,05$). Contudo, houve aumento ($P < 0,05$) na quarta semana de lactação para os animais do grupo G (18,29 vs 15,53 kg de MS). Este aumento no CMS, associado a maior densidade energética da dieta G, responsável pelo aumento no consumo de energia líquida para os animais do grupo G após o parto (32,61 vs 28,22 Mcal/dia; $P < 0,05$). A produção de leite total, e leite corrigido para 3,5% de gordura não diferiram, com médias de 31,88 e 34,41 kg/dia e 26,34 e 36,05 kg de leite/dia para os grupos C e G, respectivamente ($P > 0,05$). Verificou-se interação entre dieta e semanas em lactação sobre o balanço de energia líquida, sendo que os animais do grupo G apresentaram menor balanço negativo de energia a partir da quarta semana de lactação ($P < 0,05$), coincidindo com o aumento de consumo verificado neste mesmo período. Não foram verificados efeitos das dietas sobre o escore de condição corporal e mudança de condição corporal. Observou-se no entendo que houve interação entre dieta e semanas em lactação sobre o peso corporal e mudança de peso corporal no pré e pós-parto para os animais do grupo G, que estabilizaram o peso corporal e começaram a ganhar peso a partir da sétima semana enquanto os animais do grupo C permaneceram perdendo peso. A suplementação dietética com gordura durante o período periparto fez com que o ‘deficit’ energético diminuísse, resultando, portanto em menor mobilização dos tecidos corporais.

Palavras-chave: período de transição, gordura dietética, vacas leiteiras, escore de condição corporal, peso corporal

BODY CONDITION AND WEIGHT CHANGES IN THE EARLY LACTATION PERIOD OF DAIRY COWS SUPPLEMENTED WITH DIETARY FAT DURING THE TRANSITION PERIOD

ABSTRACT – The aim of this study was to evaluate the energy balance and body conditions and weight changes of dairy cows supplemented with dietary fat during the transition period. Twenty pregnant Holstein cows were randomly assigned into two treatments: C = Control diet (3% of EE in DM); and G = Fat diet (6% of EE in DM). The average DMI did not differ during the pre and post-partum for both groups ($P < 0,05$; 10,73 and 9,95 kg DM to group C and 16,06 and 17,81 kg of DM to group G). However, in the fourth lactation week, animals from group G had a higher DMI than group C (15,53 vs 18,29 kg de DM). The increase in the DMI associated with a higher energy density of the G diet was the responsible for a higher liquid energy intake for the animals G group in the post-partum (28,22 vs 32,61 Mcal/day; $P < 0,05$). Milk production and corrected milk to 3,5% of butter fat did not differ among the groups (31,88 e 34,41 kg/day to group C and 36,34 e 36,05 kg of milk/day to group G). Group G animals had a lower negative energy balance after the fourth week of lactation ($P < 0,05$), concurring with a higher DMI in the same period. No differences in body condition score and body condition changes was verified among the groups, however group G animals had a higher average daily body weight gain than group C after the seventh week post-partum while group C animal remain loosing weight until the end of this experiment. In conclusion, dairy cows supplemented with dietary fat during the pre-partum period had a lower energy deficit that resulted in a decrease in body condition score and weight changes.

Key-words: body condition score, body weight, dairy cows, dietary fat, transition period.

1. INTRODUÇÃO

Fontes suplementares de gordura dietética têm sido utilizadas para que sejam maximizadas as respostas produtivas de vacas em lactação. Adicionalmente, o uso de fontes de gordura suplementar pode resultar em melhor equilíbrio metabólico em vacas leiteiras durante o início da lactação, conseguindo-se menores variações do escore de condição corporal (ECC) e do peso corporal (PC; Garcia-Bojalil et al., 1998; NRC, 2001).

Apesar de serem relatados aumentos de produção de leite de 5 a 10% quando vacas são suplementadas com gordura dietética (Schingoethe e Casper, 1991), estes aumentos podem estar acompanhados de um balanço energético negativo mais intenso caso não sejam fornecidas as quantidades necessárias de nutrientes para suprir estes aumentos. A utilização de gordura nas dietas pode resultar em maior quantidade de energia ingerida diariamente, se não observadas observadas as reduções de consumo associadas à suplementação dietética com gordura.

Vacas leiteiras apresentam constantes alterações na composição corporal durante a lactação e no período seco, refletindo, primariamente, a mobilização ou reposição de tecidos corporais quando as dietas contêm energia insuficiente ou em excesso para o atendimento das exigências nutricionais (Komaragiri et al., 1998). O monitoramento adequado das reservas corporais é crítico para a manutenção de vacas leiteiras, principalmente de alta produção, em condições de expressarem seu potencial produtivo (Ferguson e Otto, 1989; Waltner et al., 1993).

Variações no ECC durante a lactação, refletindo o padrão de mobilização de reservas corporais, estão relacionadas com os dias em lactação, sendo esperada diminuição gradativa no ECC no início da lactação, seguida de posterior

recuperação e retorno ao ECC inicial no meio e final da lactação (Pedron et al., 1993; Waltner et al., 1993).

O peso corporal também apresenta variações durante a lactação, sendo influenciado pelo tamanho dos animais, quantidade de reservas corporais e enchimento do trato gastrintestinal (Enevoldsen e Kristensen, 1997). Estes fatores dependem dos estádios de lactação e gestação e da idade dos animais (Koenen et al., 1999). Segundo Koenen et al. (1999) e Buckley et al. (2000), o PC segue um padrão, com ligeira redução na época do parto, quando o feto, a placenta e demais conteúdos uterinos são expulsos, seguido de declínio gradual, em virtude da mobilização de reservas corporais para o fornecimento de energia para a produção de leite e, após o início da lactação e nova concepção, o animal retorna ao peso inicial, por causa da reposição dos tecidos corporais mobilizados e pelo desenvolvimento fetal.

O objetivo deste estudo foi avaliar o efeito da suplementação dietética de gordura, iniciando-se 28 dias pré-parto até 60 dias no pós-parto, sobre o balanço de energia, a variação do peso corporal e do escore de condição corporal de vacas leiteiras de alta produção.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido no Setor de Bovinocultura de Leite (Unidade de Ensino, Pesquisa e Extensão em Gado de Leite, UEPE-GL), Departamento de Zootecnia, na Universidade Federal de Viçosa, MG, e no Laboratório de Reprodução Animal do Departamento de Zootecnia da referida instituição, no período de março de 2003 a maio de 2004.

Foram utilizadas 20 vacas holandesas, pluríparas ($4,15 \pm 2,13$ partos), gestantes, com peso vivo médio aos 28 dias pré-parto de $712,02 \pm 65,20$ kg e escore de condição corporal médio igual a $3,16 \pm 0,53$ (escala de 0 a 5; Wildman et al., 1982; Edmonson et al., 1989).

Os animais foram balanceados quanto a idade, peso corporal, escore de condição corporal, número de lactações e produção de leite na lactação anteriores e distribuídos em dois grupos: dieta controle (C; 3% extrato etéreo (EE) na matéria seca (MS); n = 10) e dieta gordura (G; 6% de EE na MS; n = 10),

começando 28 dias pré-parto até 60 dias no pós-parto.

As dietas foram formuladas conforme as recomendações do *National Research Council* (NRC 2001) para cada período (pré e pós-parto) e produção de leite durante a lactação (Tabela 1).

Tabela 1. Critérios utilizados para cálculo das exigências nutricionais dos grupos Controle (C) e Gordura (G)

	Pré-Parto	Pós-Parto
Idade (meses)	58,0	60,0
Peso vivo (kg)	650,0	600,0
Dias de gestação	250	0
Escore de condição corporal (ECC)	3,0	2,5
Dias em lactação	0	30
Número de lactações	3	3
Idade ao primeiro parto (meses)	30	30
Intervalo de Parto (meses)	13	13
Produção de leite (kg / dia)	-	35,0
Gordura no leite (%)	-	3,80
Proteína bruta no leite (%)	-	3,23

As análises químico-bromatológicas dos ingredientes das dietas foram realizadas de acordo com os procedimentos do Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa (Silva e Queiroz, 2002) e, em seguida, a dieta C foi calculada para oferecer, aproximadamente, 3% de extrato etéreo (% MS). A dieta G foi calculada para oferecer, aproximadamente, 6% de EE (% MS) via adição de óleo de soja (Tabela 2).

As dietas foram similares na composição, exceto para o extrato etéreo e a energia líquida, devido à adição de óleo de soja. A energia da dieta G pré-parto apresentou 0,12 Mcal/kg de MS e a dieta de lactação apresentou 0,10 Mcal/kg de MS que suas respectivas dietas controle.

Tabela 2. Ingredientes e composição nutricional das dietas durante os períodos pré e pós-parto como porcentagem da matéria seca (MS)

Ingredientes	Pré-Parto		Pós-Parto	
	Controle	Gordura	Controle	Gordura
	% da Matéria Seca			
Silagem de milho	81,72	81,81	45,02	45,10
Fubá de milho	10,77	7,49	28,93	26,04
Farelo de soja – 48% PB	4,95	4,70	22,35	21,71
Óleo de soja	-	3,30	-	3,25
Uréia	1,19	1,33	-	0,21
Núcleo mineral	1,10	1,10	3,02	3,02
Sulfato de amônio	0,16	0,16	-	-
Premix vitamínico	0,12	0,12	0,03	0,03
Bicarbonato de sódio	-	-	0,65	0,64
	Composição			
PB ¹ % da MS	12,3	12,3	17,7	17,7
PDR ² % da PB	9,6	9,8	11,0	11,3
PNDR ³ % da PB	2,7	2,5	6,7	6,4
NE _l ⁴ Mcal / kg MS	1,42	1,54	1,61	1,71
FDN ⁵ % da MS	45,9	45,6	29,4	29,1
FDN, % da MS (forragem)	44,4	44,4	24,4	24,5
FDA ⁶ % da MS	26,4	26,3	16,6	16,5
NDT ⁷ _(1x) , % da MS	62,0	66,0	70,0	73,0
EE ⁸ , % da MS	2,1	5,3	2,4	5,5
CNF ⁹ , % da MS	35,1	32,3	43,7	40,9

¹PB – Proteína Bruta

²PDR – Proteína Degradável no Rúmen (calculada utilizando-se os valores do NRC, 2001)

³PNDR – Proteína Não Degradável no Rúmen (calculada utilizando-se os valores do NRC, 2001)

⁴NE_l - Energia Líquida

⁵FDN – Fibra Solúvel em Detergente Neutro

⁶FDA – Fibra Solúvel em Detergente Ácido

⁷NDT – Nutrientes Digestíveis Totais (nível de manutenção)

⁸EE – Extrato Etéreo

⁹CNF – Carboidrato Não Fibroso

As vacas que receberam a dieta G foram alimentadas com a dieta C antes do início do período experimental, com substituição parcial da dieta-controle antes da 4ª semana pré-parto na proporção de 20%, até chegar a 100% da dieta G. Foi considerado o primeiro dia experimental no início da 4ª semana pré-parto, quando cada animal consumiu sua ração completa. A água e o sal mineral foram fornecidos *ad libitum*.

Os animais foram mantidos em baias individuais, sendo arraçoados duas vezes ao dia (as 07:00 h e às 15:00 h). A quantidade de volumoso e concentrado foi ajustada diariamente para manter uma sobra entre 5 e 10% de MS. A quantidade total de volumoso mais concentrado a ser oferecido para cada animal e também das sobras do dia anterior foram pesadas diariamente.

Amostras de silagem e sobras foram coletadas diariamente e armazenadas em sacos plásticos a -20 °C, até completar o período de sete dias, compondo uma amostra semanal. Este procedimento foi repetido até o final do período experimental, para posterior análise química. Amostras do concentrado foram obtidas quinzenalmente e armazenadas em sacos plásticos a -20° C.

Todos os animais foram pesados e avaliados quanto ao ECC uma vez por semana, por um técnico treinado, segundo metodologia desenvolvida por Edmonson et al. (1989), a partir de uma escala biológica de 1 a 5, com sub-unidades de 0,25 pontos, em que 1 representa uma vaca muito magra e 5 muito gorda. No dia do parto, os animais também foram pesados e avaliados quanto ao escore de condição corporal (ECCP).

Informações relacionadas à produção de leite eram obtidas diariamente após as ordenhas, e as amostras de leite foram coletadas semanalmente para a avaliação da porcentagem de gordura. A produção de leite foi corrigida para 3,5% de gordura segundo fórmula descrita por Sklan et al. (1994).

O balanço de energia líquida (NE_L) foi assim: Ingestão de NE_L – Requerimento de NE_L para manutenção – Requerimento de NE_L para produção de leite. Os exigências nutricionais foram estimadas conforme NRC (2001), e os cálculos realizados por meio do software Nutrient Requirements of Dairy Cattle (versão 1.0; Clark, 2000).

As variáveis escore de condição corporal (ECC), mudança de condição corporal (MECC), peso corporal (PC) e mudança de peso corporal (MPC) foram analisadas pelo procedimento PROC MIXED do SAS (SAS, 1999), utilizando-se um modelo linear misto para medidas repetidas no tempo. Este procedimento permitiu melhor ajuste na estrutura da matriz que descreve as covariâncias de medidas repetidas no tempo. Foram considerados os efeitos fixos de tratamento (dietas), dias em lactação e interação tratamentos x dias em lactação. Os efeitos de vacas dentro de classes foram considerados aleatórios. Na avaliação da MPC pré-parto e pós-parto utilizou-se, respectivamente, o peso corporal no início do período experimental e no dia do parto como covariável.

3. RESULTADO E DISCUSSÃO

O resumo das análises de variância do consumo de matéria seca (CMS; kg), CMS em porcentagem do peso vivo (CMS % PV), extrato etéreo (EE), nutrientes digestíveis totais (NTD), energia líquida (NE_L), produção de leite total (PL) e produção de leite corrigido para 3,5% de gordura (PLC) estão sumariados na Tabela 3, e as médias das variáveis descritas anteriormente, segundo o tipo de dieta, encontram-se representados na Tabela 4.

Tabela 3 – Resumo das análises de variâncias do consumo de matéria seca (CMS; kg), consumo de matéria seca em porcentagem do peso vivo (CMS % PV), extrato etéreo (EE), nutrientes digestíveis totais (NTD), energia líquida (NE_L), produção de leite total (PL) e produção de leite corrigido para 3,5% de gordura (PLC) nas vacas durante o pré e o pós parto.

Variáveis	Valor de P						
	CMS	CMS %PV	EE	NTD	NE _L	PL	PLC
	Pré-Parto						
Grupo ¹	0.4612	0.2602	<.0001	0.8264	0.8513	-	-
Tempo ²	<.0001	<.0001	<.0004	<.0001	<.0001	-	-
Grupo x Tempo	0.3336	0.1733	0.1378	0.3910	0.4869	-	-

	Pós-Parto						
Grupo ³	0.1557	0.2484	<.0001	0.0459	0.0239	0.2353	0.9106
Tempo	0.0003	<.0001	<.0001	0.0004	0.0001	<.0001	0.0002
Grupo x Tempo	0.0907	0.0974	0.0813	0.3388	0.2394	0.1925	0.2353

¹ Grupo 1: Dieta-controle (EE = 2,1% da MS)

¹ Grupo 2: Dieta-gordura (EE = 5,3% da MS)

² Dias em lactação

³ Grupo 1: Dieta-controle (EE = 2,4% da MS)

³ Grupo 2: Dieta-gordura (EE = 5,5% da MS)

Tabela 4 – Médias para CMS pré e pós-parto, CMS em porcentagem do peso vivo (% PV), consumos de extrato etéreo (EE), nutrientes digestíveis totais (NTD), energia líquida (NE_L), produção de leite total (PL) e produção de leite corrigido para 3,5% de gordura (PLC) dos animais alimentados com dieta controle (C) ou gordura (G) durante o período de transição

	Controle	Gordura
Pré - Parto		
CMS (kg/dia)	10,73 ± 2,87	9,95 ± 1,80
CMS (% PV)	1,51 ± 0,37	1,37 ± 0,26
EE (kg/dia)	0,234 ± 0,085	0,607 ± 0,090
NDT (kg/dia)	6,70 ± 1,83	6,51 ± 1,24
NE _L (Mcal/dia)	15,38 ± 4,05	15,49 ± 2,89
Pós - Parto		
CMS (kg/dia)	16,02 ± 3,71	17,81 ± 3,62
CMS (% PV)	2,76 ± 0,70	3,01 ± 0,62
EE (kg/dia)	0,408 ± 0,09	1,022 ± 0,22
NDT (kg/dia)	11,16 ± 2,70	13,01 ± 2,67
NE _L (Mcal/dia)	28,22 ± 5,79	32,61 ± 6,99
PL (kg/dia)	31,88 ± 5,06	34,41 ± 6,51
PLC (kg/dia)	36,34 ± 6,29	36,02 ± 8,30

O CMS não foi afetado pela dieta no pré e nem no pós-parto (Tabela 4). Contudo, os animais do grupo G consumiram 1,79 kg de MS a mais que os animais do grupo C após o parto, resultando em maior consumo de NDT e,

consequentemente, NE_L ($P < 0,05$). Como esperado, verificou-se no pré-parto e pós-parto, para as vacas dos grupos C e G, consumo de $0,234 \pm 0,08$ e $0,408 \pm 0,09$, e $0,607 \pm 0,09$ e $1,02 \pm 0,22$ kg de EE por dia, respectivamente ($P < 0,05$). Não foi verificada diferença na PL nem na PLC ($P > 0,05$), sendo que os animais do grupo G produziram, em média, 2,53 kg de leite a mais que o grupo C durante os primeiros 60 dias de lactação.

O padrão de CMS foi semelhante para ambos os animais dos grupos. Reduziu gradativamente nas últimas semanas pré-parto e voltou a aumentar logo após o parto, com pico de consumo ao redor de 45 e 60 dias para os grupos C e G, respectivamente (Figura 1). As vacas do grupo G aumentaram o CMS a uma taxa maior que o grupo C, com valores de 2,08 e 1,38 kg por semana, respectivamente, entre a primeira e a terceira semanas de lactação, sendo superior na quarta semana ($P < 0,05$). Devido ao fato de a densidade energética da dieta com gordura ser maior que a da dieta-controle, a ingestão média diária de NDT e, consequentemente, de NE_L dos animais do grupo G durante os primeiros 60 dias de lactação foi maior que dos animais do grupo C ($P < 0,05$), principalmente entre a terceira e a quinta semanas de lactação (Figura 2).

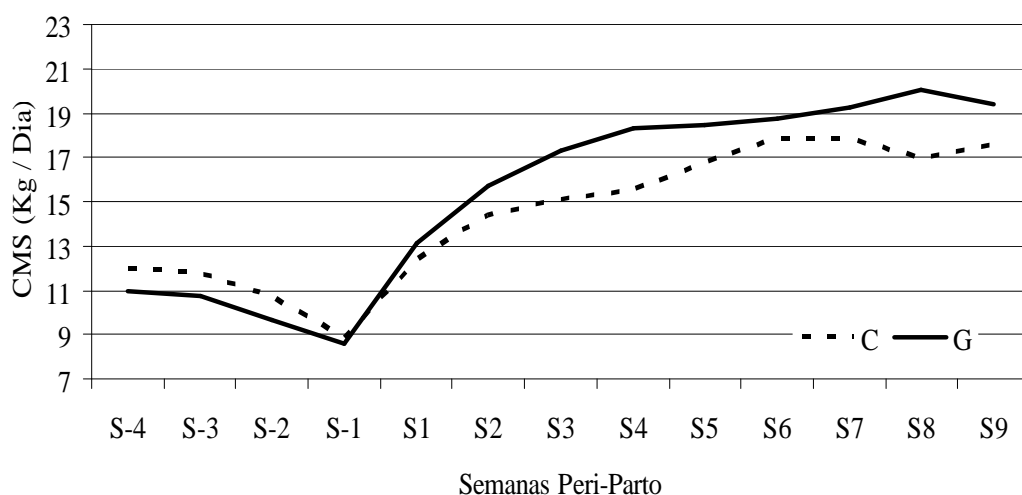


Figura 1. Padrão de consumo de matéria seca (CMS) durante o peri-parto para as vacas tratadas com dieta controle (C) ou gordura (G). S-4 até S-1 representam semanas antes do parto. As semanas após o parto são representadas de S1 a S9

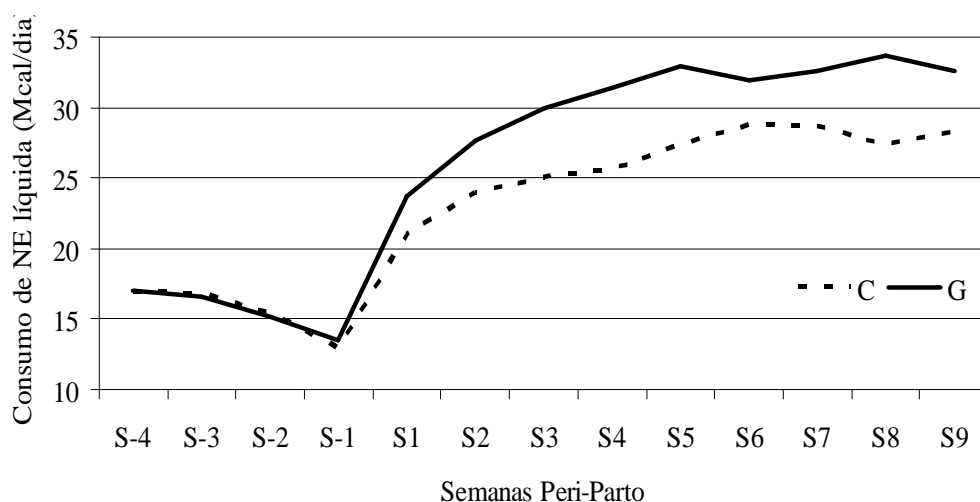


Figura 2. Padrão de consumo de energia líquida (NE_L) durante o peri-parto para vacas tratadas com dieta controle (C) ou gordura (G). S-4 até S-1 representam semanas antes do parto. As semanas após o parto são representadas de S1 a S9

As análises de variância do balanço de energia (BE), escore de condição corporal (ECC), mudança de escore de condição corporal (MECC), peso corporal (PC) e mudança de peso corporal (MPC) estão sumariadas na Tabela 5.

Tabela 5 – Resumo das análises de variância do balanço de energia (BE), escore de condição corporal (ECC), mudança de escore de condição corporal (MECC), peso corporal (PC) e mudança de peso corporal (MPC) nas vacas durante o pré e o pós-parto.

Variáveis	Valor de P				
	BE	ECC	MECC	PC	MCP
	Pré-Parto				
Grupo ¹	0,9488	0,8563	0,8612	0,5777	0,3638
Tempo ²	<,0001	<,9844	<,7660	<,0001	<,0001
Grupo x Tempo	0,5691	0,4465	0,5551	0,0047	0,0106

	Pós-Parto				
Grupo ³	0,0900	0,6908	0,9848	0,6581	0,6909
Tempo	<,0001	<,0001	<,0001	<,0001	<,0001
Grupo x Tempo	0,0237	0,2798	0,3684	0,0031	0,0216

¹ Grupo 1: Dieta controle (EE = 2,1% da MS)

¹ Grupo 2: Dieta gordura (EE = 5,3% da MS)

² Dias em lactação

³ Grupo 1: Dieta controle (EE = 2,4% da MS)

³ Grupo 2: Dieta gordura (EE = 5,5% da MS)

As vacas de todos os tratamentos manifestaram balanço energético negativo (BEN) no início da lactação (Figura 3). As do grupo C e G atingiram o ponto máximo de BEN na segunda (-12,38 Mcal / dia) e primeira (-9,41 Mcal / dia) semana de lactação, respectivamente. Não foi verificado efeito de tratamento sobre o BEN, exceto na quarta semana ($P = 0,02$), em que as vacas do grupo G apresentaram BEN de -3,0 Mcal/dia enquanto as do grupo C mostraram BEN igual a - 9,14 Mcal/dia. Esta diferença no BEN apresentada na quarta semana pode ser explicada pelo maior CMS neste mesmo período ($P < 0,05$), além da maior densidade energética da dieta. Contudo, verificou-se interação entre tratamento e tempo ($P < 0,05$). De forma geral, as vacas do grupo G tiveram melhor status energético que as fêmeas do grupo C, com menor magnitude e duração em BEN. Os animais do grupo G começaram a melhorar o balanço de energia a partir da terceira semana de lactação, enquanto que nos animais do grupo C, isto só foi verificado a partir da quarta semana, porém com taxa menor que as fêmeas do grupo G. As vacas do grupo G atingiram o balanço positivo de energia na oitava semana (60 dias de lactação) enquanto as do grupo C permaneceram em BEN após o período experimental.

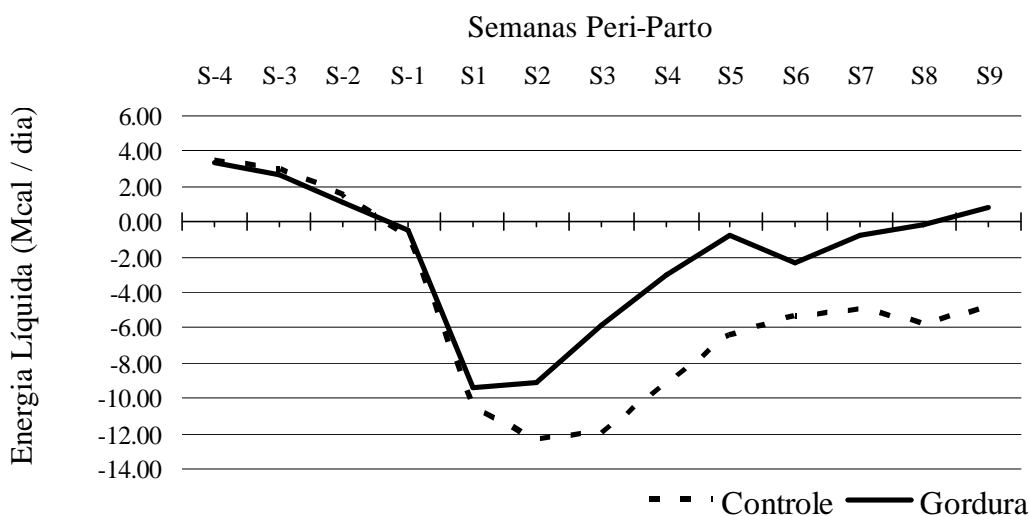


Figura 3. Balanço de energia líquida (NE_L) durante o periparto para as vacas tratadas com dieta controle (C) ou gordura (G). S-4 até S-1 representam semanas antes do parto. S1 até S9 representam semanas após o parto

Na Figura 4 estão sumariadas as médias de ECC (Painel A) e MECC (Painel B) nas quatro semanas pré-parto, no dia do parto e nas nove semanas pós-parto, em razão das dietas utilizadas. Em todos os animais, o ECC mudou rapidamente após o parto. O ECC diminuiu acentuadamente até a quarta semana de lactação (30 dias), após o qual esta diminuição tornou-se mais moderada. Esta diminuição foi verificada até, aproximadamente, a oitava semana de lactação, quando esta se estabilizou. Estes valores são semelhantes aos de Moallem et al. (2000), que verificaram redução acentuada no ECC até 35 dias de lactação para os animais controle e suplementados com gordura e a estabilização a partir do dia 60.

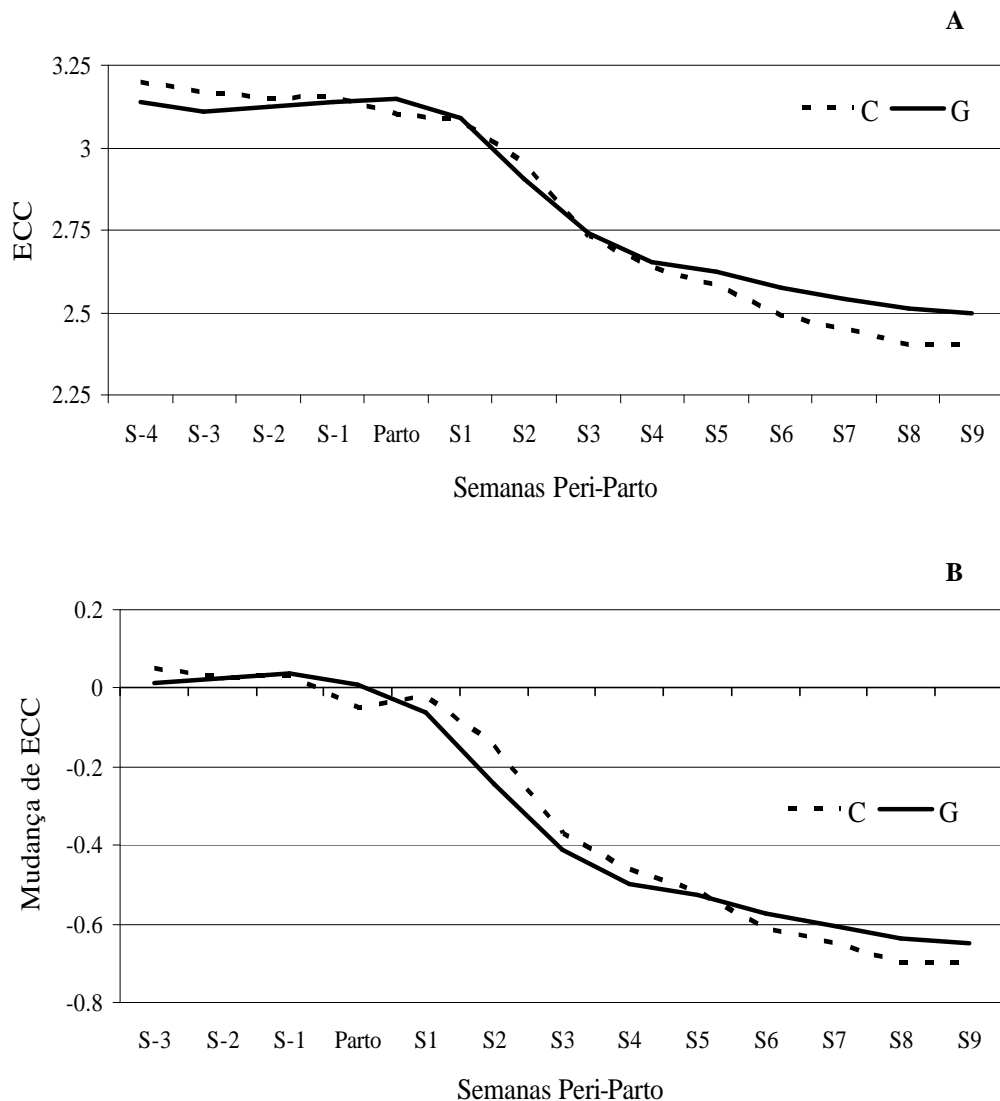


Figura 4 - Escore da condição corporal (ECC) (Painel A) e mudança do escore de condição corporal (Painel B) em virtude das semanas em relação ao parto, para as vacas alimentadas com a dieta controle e com a dieta suplementada com gordura.

A utilização de gordura na dieta não influenciou ($P > 0,05$) o ECC e a MECC durante o período pré-parto. Em relação ao ECCP, não foram observadas diferenças entre os animais dos tratamentos utilizados ($P > 0,05$), sendo o ECCP para os animais do grupo C e G, respectivamente, de $3,10 \pm 0,47$ e $3,15 \pm 0,44$, demonstrando que os animais apresentavam adequada condição corporal ao parto. Também não foram verificadas alterações no ECC e na MECC em função das semanas pré-parto (tempo) ou alguma interação do tempo com as dietas utilizadas ($P > 0,05$).

O ECC e a MECC no pós-parto não foram influenciadas ($P>0,05$) pelas dietas utilizadas ao longo das nove primeiras semanas. Após o parto, as vacas alimentadas com a dieta G apresentaram maior mobilização de reservas corporais nas três primeiras semanas de lactação, possivelmente devido a maior produção de leite da vacas deste grupo, ocorrendo posteriormente estabilização no ECC e na MECC, coincidindo com a melhora do balanço energético verificado a partir da terceira semana pós-parto. No entanto, os animais submetidos à dieta C apresentaram mobilização de reservas corporais menos intensa nas três primeiras semanas de lactação, e, ao contrário dos animais submetidos a dieta com gordura, mostraram contínua diminuição do ECC e aumento da MECC com o avanço da semanas em lactação, confirmando estarem em balanço energético negativo mais acentuado e prolongado que os animais submetidos às dietas com gordura (Figura 4). Em razão destes resultados, as vacas submetidas às dietas controle apresentaram ECC e MECC ao final do período experimental $2,40 \pm 0,33$ e $-0,70 \pm 0,37$, enquanto as submetidas a dieta com gordura suplementar exibiram ECC e MECC de $2,50 \pm 0,23$ e $-0,65 \pm 0,39$.

O argumento de que gordura dietética deve ser benéfica para vacas no início de lactação é que a gordura iria suprimir a mobilização de NEFA. Apesar da melhora verificada, não foi notado efeito da dieta sobre a mobilização de reserva corporal. Segundo Drackley (1999), o fornecimento de gordura suplementar melhorou o balanço de energia calculado mas não suprimiu a mobilização de energia corporal e nem a perda de peso corporal.

Na Figura 5 estão sumariadas as mudanças nas médias do Peso Corporal (PC; Painel A) e mudança de peso corporal (MPC; Painel B), em razão das dietas utilizadas, nas quatro semanas pré-parto, no dia do parto e nas nove semanas pós-parto. Em todos os grupos, o PC mudou rapidamente após o parto. O PC diminuiu até o dia 35 pós-parto nos animais do Grupo G, enquanto no grupo C o mesmo continuou diminuindo até o final do experimento. Resultados similares foram verificados por Moallem et al. (2000), no qual os animais suplementados com gordura diminuíram de peso até 39 dias de lactação.

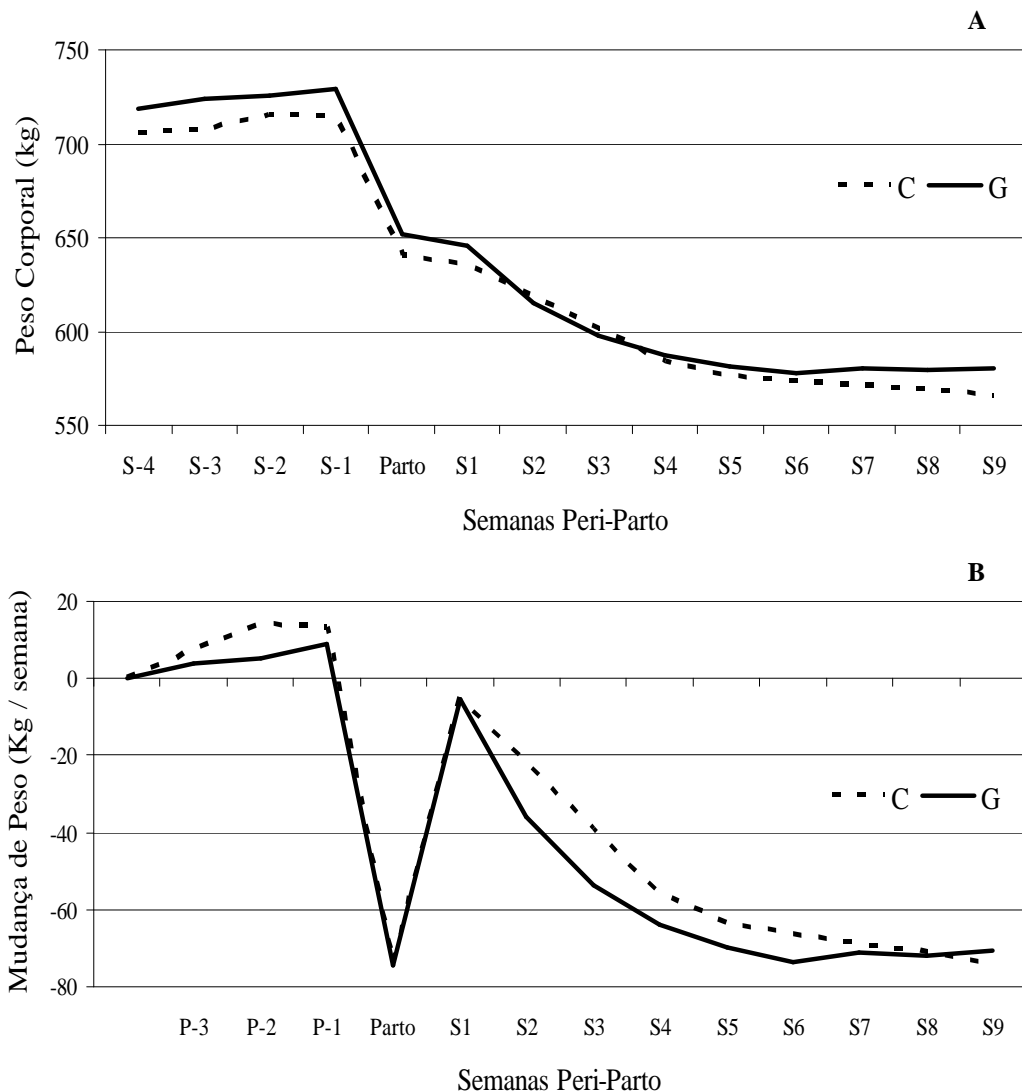


Figura 5 - Peso corporal (Painel A) e mudança de peso corporal (Painel B) em função das semanas em relação ao parto, para as vacas alimentadas com a dieta controle e com a dieta suplementada com gordura.

O PC e a MPC não foram influenciadas pelas dietas utilizadas ($P > 0,05$) no período pré-parto. Observou-se efeito do tempo sobre a MPC, especialmente em relação à mudança de peso no dia do parto. As vacas dos tratamentos controle e gordura perderam $74,29 \pm 20,58$ e $74,55 \pm 16,73$ kg de peso corporal no dia do parto. Essa perda é resultado da expulsão do feto e anexos fetais e do início do catabolismo das reservas corporais. No período pós-parto não foi verificado efeito da dietas utilizadas no PC e na MPC ($P > 0,05$), sendo notado efeito do tempo (semanas em lactação) ($P < 0,01$) sobre estas variáveis, onde com o avançar da lactação foi verificada diminuição gradativa do peso corporal para ambos os

tratamentos (Figura 5). No entanto, notou-se interação entre as dietas utilizadas e as semanas em relação ao parto. Os animais do grupo G perderam peso mais acentuadamente nas primeiras quatro semanas de lactação, provavelmente devido à maior produção de leite verificada neste período comparado ao grupo C, e não sendo acompanhado, concomitantemente, pelo aumento no CMS. Na quarta semana houve significativo aumento no CMS ($P < 0,05$) para os animais do grupo G, melhorando o balanço de energia ($P = 0,02$) e diminuindo a perda de peso. Como o status energético continuou melhorando nas semanas seguintes, os animais do grupo G estabilizaram a perda de peso e começaram a ganhar peso a partir da sétima semana, quando ganharam 0,122 kg/dia, enquanto os animais do grupo C continuaram a perder peso (- 0,382 kg/dia), até o final do período avaliado.

De acordo com Drackley (1999), vacas suplementadas com gordura dietética apresentaram menor balanço negativo de energia que animais do grupo controle (+ 1,1 Mcal / dia), mas as mudanças no PC não foram reduzidas. Segundo Kim et al. (1993) e Garcia Bojalil et al. (1998), a utilização de gordura suplementar não tem influenciado o peso corporal e a mudança de peso corporal em vacas no início da lactação. No entanto, estes autores citam que em razão das dietas utilizadas e do consumo de matéria seca obtido com vacas suplementadas com fontes dietéticas de gordura, estas podem apresentar melhor balanço energético no pós-parto, resultando em menores alterações da condição corporal. Os resultados obtidos neste estudo também são semelhantes aos verificados por Schingoethe e Casper (1991).

4. CONCLUSÃO

Os dados deste experimento sugerem que a suplementação dietética de gordura (óleo de soja) durante os 30 dias pré-parto, até 60 dias após o parto, melhorou o status energético após o parto, mesmo com a produção de 2,53 kg de leite a mais por dia, refletindo menor perda de peso durante a lactação. A mobilização de reservas corporais avaliadas pelo ECC não foi influenciada pela dieta com G, mas reduziu a taxa de mobilização a partir da quinta semana quando comparado ao grupo C.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CLARK, J. H., BEEDE, D. K., ERDMAN, R. A., GOFF, J. P., GRUMMER, R. R., LINN, J. G., PELL, A. N., SCHWAB, C. G., TOMKINS, T., VARGA, G. A., WEISS, W. P. *National Research Council*. Board on Agriculture and Natural Resources. Committee on Animal Nutrition. Nutrient Requirements of Dairy Cattle. Seventh Revised Edition, 2000. Versão 1.0 (NRC, 2001)
- DRACKLEY, J. K. Biology of dairy cows during the transition period: the final frontier? *Journal of Dairy Science*. v.93, p. 2259–2273, 1999
- EDMONSON, A. J.; LEAN, I. J.; WEAVER, L. D. et al. A body condition scoring chart for Holstein dairy cows. *Journal of Dairy Science*, v.72, n.1, p.68-78, 1989.
- FERGUSON, J. D., OTTO, K. A. Managing body condition in dairy cows. In: CORNELL NUTRITION CONFERENCE FOR FEED MANUFACTURERS, 1989, Ithaca. *Anais...* Ithaca, 1989, p.75-87.
- GARCIA-BOJALIL, C. M.; STAPLES, C. R.; RISCO, C. A. et al. Protein degradability and calcium salts of long-chain fatty acids in the diets of lactating dairy cows: Productive responses. *Journal of Dairy Science*, v.81, p.1374-1384, 1998.
- KIM, Y. K.; SCHINGOETHE, D. J.; CASPER, D. P. et al. Supplemental dietary fat from extruded soybeans and calcium soaps of fatty acids for lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*, v.76, p.197-204, 1993.
- KOMARAGIRI, M. V. S., CASPER, D. P., ERDMAN, R. A. Factors affecting body tissue mobilization in early lactation dairy cows. 2. Effect of dietary fat on mobilization of body fat and protein. *Journal of Dairy Science*, v.81, p.169-175, 1998
- MOALLEM, U., FOLMAN, Y., SKLAN, D. Effects of Somatotropin and Dietary Calcium Soaps of Fatty Acids in Early Lactation on Milk Production, Dry Matter Intake, and Energy Balance of High-yielding Dairy Cows. *Journal of Dairy Science*, v. 83, p. 2085–2094, 2000.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC 2001. Nutrient requirements of

- dairy cattle. 7 ed. Washinton, D. C.: National Academic Press. 381p.
- PEDRON, O., CHELI, F., SENATORE, E. et al. Effect of body condition score at calving on performance, some blood parameters, and milk fat acid composition in dairy cows. *Journal of Dairy Science.*, v.76, p.2528-2535, 1993
- SKLAN, D.; KAIM, M.; MOALLEM, U. et al.. Effect of dietary calcium soaps on milk yield, body weight reproductive hormones, and fertility in first parity and older cows. *Journal of Dairy Science*, v. 77, n. 6, p. 1652 – 1660, 1994
- SAS INSTITUTE, INC. SAS System User's Guide – Online Doc. V. 80, Cary, NC, 1999.
- SCHINGOETHE, D. J.; CASPER, D. P. Total lactational response to added fat during early lactation. *Journal of Dairy Science*, v. 74, n. 8, p. 2617 – 2622, 1991.
- 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.66, p.3410-3419, 1993
- WILDMAN, E. E., JONES, G. M., WAGNER, P. E. et al. A dairy cow body condition system and its relationship to selected production characteristics. *Journal of Dairy Science.*, v.65, p.495-501, 1982

EFEITO DA SUPLEMENTAÇÃO COM GORDURA DURANTE O PERÍODO DE TRANSIÇÃO SOBRE A ATIVIDADE OVARIANA E O DESEMPENHO REPRODUTIVO DE VACAS LEITEIRAS DE ALTA PRODUÇÃO

RESUMO – Este estudo foi realizado com o objetivo de verificar os efeitos da suplementação dietética com gordura sobre a dinâmica folicular ovariana, os parâmetros plasmáticos hormonais e metabólicos (colesterol, colesterol HDL) e o desempenho reprodutivo em vacas leiteiras durante o período de transição. Utilizaram-se 20 vacas holandesas, multíparas, gestantes, distribuídas aleatoriamente em dois tratamentos: C = dieta controle (3% de extrato etéreo (EE) na matéria seca (MS)) e G = dieta gordura (6% de EE na MS). Houve aumento no consumo de matéria seca (CMS; $P < 0,05$) na quarta semana de lactação para os animais do grupo G (15,53 vs 18,29 kg de MS). Este aumento no CMS, associado à maior densidade energética da dieta G, fez com que eleva-se o consumo de energia líquida para os animais do grupo G após o parto (28,22 vs 32,61 Mcal/dia; $P < 0,05$). Verificou-se aumento nas concentrações plasmáticas de colesterol total (54,23 vs 73,68 mg/dL) e colesterol HDL (52,59 e 61,42 mg/dL) mas não houve alteração nas concentrações de progesterona (2,35 vs 2,47 ng/mL). Verificou-se também aumento na população de folículos ovarianos da classe 1 ($P < 0,05$), principalmente entre os dias 26 e 31 após o parto, quando o consumo de energia foi maior para este grupo. Os animais dos grupos C e G desenvolveram 13,40 e 12,63, 6,90 e 7,38, 2,90 e 4,78 folículos das classes 2, 3 e 4, respectivamente. O diâmetro médio do maior folículo foi afetado pela dieta ($P = 0,53$), com valores de $1,46 \pm 0,22$ e $1,74 \pm 0,37$ cm para os grupos C e G respectivamente. Verificou-se menor intervalo 1 - 2^a ovulação com valores de 29,50 vs 23,13 dias para grupo C e G, respectivamente. As dietas não afetaram a área do corpo lúteo, contudo, houve correlação ($r = 0,50$; $P < 0,01$) entre esta característica e o diâmetro do folículo

ovulatório. O primeiro estro no pós-parto ocorreu 27 dias após a segunda ovulação para o grupo G contra 60 dias para o C. Houve redução de 39 dias no intervalo parto-1º estro, de 46,37 dias no intervalo Parto – 1º IA ($P = 0,08$) e de 42,89 dias no intervalo de parto para os animais do Grupo G. O período de serviço e o número de serviços por concepção foram de 152,67 e 106,89 dias e 1,33 e 1,50 doses para os grupos C e G, respectivamente. O fornecimento de energia adicional na forma de gordura melhorou o estado energético negativo da vaca, pois o retorno ao estro ocorreu mais precocemente após o parto e, dessa maneira, pôde conceber mais cedo.

Palavras-chave: período de transição, gordura dietética, vacas leiteiras, dinâmica ovariana, colesterol, progesterona, desempenho reprodutivo

OVARIAN ACTIVITY AND REPRODUCTIVE PERFORMANCE OF HIGH PRODUCING DAIRY COWS SUPPLEMENTED WITH DIETARY FAT DURING THE TRANSITION PERIOD

ABSTRACT - - The aim of this study was to evaluate the energy balance and body conditions and weight changes of dairy cows supplemented with dietary fat during the transition period. Twenty pregnant Holstein cows were randomly assigned into two treatments: C = Control diet (3% of EE in DM); and G = Fat diet (6% of EE in DM). The average DMI did not differ during the pre and pos-partum for both groups ($P < 0,05$; 10,73 and 9,95 kg DM to group C and 16,06 and 17,81 kg of DM to group G). However, in the fourth lactation week, animals from group G had a higher DMI than group C (15,53 vs 18,29 kg de DM). The increase in the DMI associated with a higher energy density of the G diet was the responsible for a higher liquid energy intake for the animals G group in the pos-partum (28,22 vs 32,61 Mcal/day; $P < 0,05$). A higher total and HDL cholesterol concentration was verified for group G (54,23 vs. 73,68 mg/dL and 52,59 vs. 61,42 ml/dL). Differences in plasma progesterone concentration were not significant in the experimental period. A higher number of class 1 follicles also were verified to group G animals principally between the 26 – 31 days after partum ($P < 0,05$), when this group had an increase in energy intake. The number of class 2 and 3 were not different among the groups. Dominant follicle average diameter was affected by diet ($P = 0,53$), animals from group G had a higher diameter than group C (1,46 vs. 1,74 cm). The reproductive performance was better for group G animals, when evaluated the interval from first to second ovulation (23,13 vs. 29,5), days to first ovulation pos-partum (42,89 vs. 46,37 days), open days (106,89 vs. 152,67 days) and IA per conception (1,33 vs. 1,5 doses). In conclusion, dairy cows supplemented with dietary fat during the transition period had a better energy balance and an early return to estrus.

Key-words: cholesterol, dairy cows, dietary fat, follicular dinnamic, reproductive performance, progesterone, transition period.

1. INTRODUÇÃO

Um bom manejo de vacas leiteiras integra fatores reprodutivos aos programas nutricionais do rebanho, a fim de aperfeiçoar tanto o desempenho reprodutivo como o produtivo. Para se conseguir estas respostas de produtividade, é fundamental atingir alto consumo de energia com o objetivo de reduzir o status energético negativo o mais rápido possível após o parto. A adição de gordura na dieta de vacas tem sido utilizada com esta finalidade, ou seja, aumentar a densidade energética da dieta, além de ser uma alternativa para reduzir custos com alimentação.

Em fêmeas bovinas, a ocorrência da ovulação durante o pós-parto é influenciada pela habilidade do eixo hipotalâmico-hipofisário para secretar gonadotrofinas. Uma complexa arquitetura de interações endócrinas, autócrinas e parácrinas conduzem o estabelecimento da capacidade esteroidogênia ovariana e o desenvolvimento de um folículo dominante até a competência ovulatória. O estágio final deste processo está relacionado à habilidade do eixo hipotalâmico-hipofisário para gerar um padrão adequado de liberação de gonadotrofinas, o qual pode ser influenciado por vários fatores extrínsecos e intrínsecos. O resultado destes fatores sobre a atividade ovariana tem sido estudado primeiramente pelos seus efeitos no eixo hipotalâmico-hipofisário ou no ambiente hormonal e metabólico. Apesar da necessidade de suficiente suporte gonadotrófico, o ambiente metabólico dentro do folículo deve ser considerado um potencial e independente modulador da capacidade esteroidogênese e maturacional (Wehrman et al., 1991).

O status do metabolismo de lipídios pode influenciar o status reprodutivo de vacas após o parto, desde que estes, em particular o colesterol, tenham sido reconhecidos como precursores da esteroidogênese ovariana (Grummer e Carroll,

1988). Esta relação parece ser independente de mudanças na secreção de gonadotrofinas e pode ter particular importância durante o período de transição em vacas leiteiras, quando restrições dietéticas têm maiores influências (Randel, 1990).

A suplementação lipídica tem influenciado positivamente o desempenho reprodutivo de vacas em lactação, alterando a função do folículo ovariano e do corpo lúteo por meio do aumento do status energético e pelo aumento de precursores para a síntese de hormônios reprodutivos tais como esteróides e prostaglandinas (Mattos et al., 2000). De fato, diversos são os benefícios da adição de lipídios sobre os parâmetros reprodutivos em vacas leiteiras, como aumento do número de folículos grandes (acima de 8 mm), maior número de folículos recrutados, aumento nas concentrações de estradiol e progesterona circulantes, redução da secreção de PGF_{2a} medida por meio de metabólito PGFM, maior diâmetro do folículo dominante e do corpo lúteo subsequente, encurtamento do intervalo parto-1º cio e na melhoria do desempenho reprodutivo em geral (Grumer e Carroll, 1988; Williams, 1996; Staples et al., 1998).

Na maioria das vacas leiteiras, o desenvolvimento de folículos dominantes no ovário ocorre nos estádios iniciais do pós-parto. Porém, a competência funcional destes folículos varia de acordo com o status energético em que a maioria desses folículos surgiu (Beam e Butler, 1997). Com o advento da ultrasonografia, tem-se observado que o folículo dominante é maior nas vacas lactantes suplementadas com gordura.

O objetivo deste estudo foi avaliar o efeito da adição de gordura 30 dias pré-parto até 60 dias no pós-parto sobre a atividade ovariana e o desempenho reprodutivo de vacas leiteiras de alta produção.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido no Setor de Bovinocultura de Leite (Unidade de Ensino, Pesquisa e Extensão em Gado de Leite, UEPE-GL), Departamento de Zootecnia, na Universidade Federal de Viçosa, MG, e no Laboratório de Reprodução Animal do Departamento de Zootecnia da referida instituição, no período de março de 2003 a maio de 2004.

Foram utilizadas 20 vacas holandesas, pluríparas ($4,15 \pm 2,13$ partos), gestantes, com peso vivo médio aos 28 dias pré-parto de $712,02 \pm 65,20$ kg e escore de condição corporal médio igual a $3,16 \pm 0,53$ (escala de 0 a 5; Wildman et al., 1982; Edmonson et al., 1989).

Os animais foram balanceados quanto a idade, peso corporal, escore de condição corporal, número de lactações e produção de leite na lactação anteriores e distribuídos em dois grupos: dieta controle (C; 3% extrato etéreo (EE) na matéria seca (MS); n = 10) e dieta gordura (G; 6% de EE na MS; n = 10), começando 28 dias pré-parto até 60 dias no pós-parto.

As dietas foram formuladas conforme as recomendações do *National Research Council* (NRC 2001) para cada período (pré e pós-parto) e produção de leite durante a lactação (Tabela 1).

Tabela 1. Critérios utilizados para cálculo das exigências nutricionais dos grupos Controle (C) e Gordura (G)

	Pré-Parto	Pós-Parto
Idade (meses)	58,0	60,0
Peso vivo (kg)	650,0	600,0
Dias de gestação	250	0
Escore de condição corporal (ECC)	3,0	2,5
Dias em lactação	0	30
Número de lactações	3	3
Idade ao primeiro parto (meses)	30	30
Intervalo de Parto (meses)	13	13
Produção de leite (kg / dia)	-	35,0
Gordura no leite (%)	-	3,80
Proteína bruta no leite (%)	-	3,23

As análises químico-bromatológicas dos ingredientes das dietas foram realizadas de acordo com os procedimentos do Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa (Silva e Queiroz, 2002) e, em seguida, a dieta C foi calculada para oferecer, aproximadamente, 3% de extrato etéreo (% MS). A dieta G foi calculada para oferecer,

aproximadamente, 6% de EE (% MS) via adição de óleo de soja (Tabela 2).

As dietas foram similares na composição, exceto para o extrato etéreo e a energia líquida, devido à adição de óleo de soja. A energia da dieta G pré-parto apresentou 0,12 Mcal/kg de MS e a dieta de lactação apresentou 0,10 Mcal/kg de MS que suas respectivas dietas controle.

Tabela 2. Ingredientes e composição nutricional das dietas durante os períodos pré e pós-parto como porcentagem da matéria seca (MS)

Ingredientes	Pré-Parto		Pós-Parto	
	Controle	Gordura	Controle	Gordura
	% da Matéria Seca			
Silagem de milho	81,72	81,81	45,02	45,10
Fubá de milho	10,77	7,49	28,93	26,04
Farelo de soja – 48% PB	4,95	4,70	22,35	21,71
Óleo de soja	-	3,30	-	3,25
Uréia	1,19	1,33	-	0,21
Núcleo mineral	1,10	1,10	3,02	3,02
Sulfato de amônio	0,16	0,16	-	-
Premix vitamínico	0,12	0,12	0,03	0,03
Bicarbonato de sódio	-	-	0,65	0,64
	Composição			
PB ¹ % da MS	12,3	12,3	17,7	17,7
PDR ² % da PB	9,6	9,8	11,0	11,3
PNDR ³ % da PB	2,7	2,5	6,7	6,4
NE _l ⁴ Mcal / kg MS	1,42	1,54	1,61	1,71
FDN ⁵ % da MS	45,9	45,6	29,4	29,1
FDN, % da MS (forragem)	44,4	44,4	24,4	24,5
FDA ⁶ % da MS	26,4	26,3	16,6	16,5
NDT ⁷ _(1x) , % da MS	62,0	66,0	70,0	73,0
EE ⁸ , % da MS	2,1	5,3	2,4	5,5
CNF ⁹ , % da MS	35,1	32,3	43,7	40,9

- ¹PB – Proteína Bruta
- ²PDR – Proteína Degradável no Rúmen (calculada utilizando-se os valores do NRC, 2001)
- ³PNDR – Proteína Não Degradável no Rúmen (calculada utilizando-se os valores do NRC, 2001)
- ⁴NE_l - Energia Líquida
- ⁵FDN – Fibra Solúvel em Detergente Neutro
- ⁶FDA – Fibra Solúvel em Detergente Ácido
- ⁷NDT – Nutrientes Digestíveis Totais (nível de manutenção)
- ⁸EE – Extrato Etéreo
- ⁹CNF – Carboidrato Não Fibroso

As vacas que receberam a dieta G foram alimentadas com a dieta C antes do início do período experimental, com substituição parcial da dieta-controle antes da 4^a semana pré-parto na proporção de 20%, até chegar a 100% da dieta G. Foi considerado o primeiro dia experimental no início da 4^a semana pré-parto, quando cada animal consumiu sua ração completa. A água e o sal mineral foram fornecidos *ad libitum*.

Os animais foram mantidos em baias individuais, sendo arraçoados duas vezes ao dia (as 07:00 h e às 15:00 h). A quantidade de volumoso e concentrado foi ajustada diariamente para manter uma sobra entre 5 e 10% de MS. A quantidade total de volumoso mais concentrado a ser oferecido para cada animal e também das sobras do dia anterior foram pesadas diariamente.

Amostras de silagem e sobras foram coletadas diariamente e armazenadas em sacos plásticos a -20 °C, até completar o período de sete dias, compondo uma amostra semanal. Este procedimento foi repetido até o final do período experimental, para posterior análise química. Amostras do concentrado foram obtidas quinzenalmente e armazenadas em sacos plásticos a -20° C.

Todos os animais foram pesados e avaliados quanto ao ECC uma vez por semana, por um técnico treinado, segundo metodologia desenvolvida por Edmonson et al. (1989), a partir de uma escala biológica de 1 a 5, com sub-unidades de 0,25 pontos, em que 1 representa uma vaca muito magra e 5 muito gorda. No dia do parto, os animais também foram pesados e avaliados quanto ao escore de condição corporal (ECCP).

Informações relacionadas à produção de leite eram obtidas diariamente após as ordenhas, e as amostras de leite foram coletadas semanalmente para a avaliação

da porcentagem de gordura. A produção de leite foi corrigida para 3,5% de gordura segundo fórmula descrita por Sklan et al. (1994).

O balanço de energia líquida (NE_L) foi assim: Ingestão de NE_L – Requerimento de NE_L para manutenção – Requerimento de NE_L para produção de leite. Os exigências nutricionais foram estimadas conforme NRC (2001), e os cálculos realizados por meio do software Nutrient Requirements of Dairy Cattle (versão 1.0; Clark, 2000).

Para a avaliação da atividade ovariana, utilizou-se um aparelho de Ultra-som portátil, marca ALOKA, modelo SSD-500, acoplado a um transdutor linear de 5 MHz. Foi realizada ultra-sonografia transretal, diariamente, iniciando após o 15º dia no pós-parto até o 60º dia, pela manhã, antes do fornecimento da dieta. A principio, tentou-se iniciar a ultra-sonografia a partir do sétimo dia após o parto, mas dificuldades decorrentes da involução uterina (feridas na mucosa retal, útero/ovário na cavidade abdominal e etc) em alguns animais impossibilitaram a sua execução, optando-se por padronizar a partir do 15º dia. Foram estudadas as variáveis: duração do período inter-ovulatório, emergência do 1º, 2º e 3º folículos dominantes, persistência do folículo ovulatório, emergência das ondas de crescimento folicular, número de folículos recrutados por onda de crescimento folicular, número de folículos dentro das classes: 1, 2, 3, 4 (de 0,3 – 0,5, de 0,6 – 0,9, 1,0 -1,5 e folículos > 1,5 cm de diâmetro) respectivamente, diâmetro máximo dos folículos dominantes, taxa de crescimento folicular e o número de ondas de crescimento folicular, bem como a identificação do CL e mensuração de sua área. Cavidades luteais também foram mensuradas.

O estro foi monitorado duas vezes ao dia, durante 1 hora, às 6h 30 e às 17h 30 , sendo consideradas em estro as fêmeas que aceitaram a monta pelas companheiras de rebanho.

A partir de 60 dias no pós-parto as vacas detectadas em estro foram inseminadas 12 horas após o início do estro, com sêmen de fertilidade comprovada. Os parâmetros reprodutivos avaliados foram: involução uterina com retorno à região pélvica (Parto-Pelv), intervalo parto a 1ª ovulação (Parto-1ª ovul.), intervalo de ovulações (1-2ª ovul.), intervalo parto ao primeiro estro (IPE),

intervalo parto a primeira inseminação (IPIA), período de serviço (PS), número de serviços por concepção (NSC) e intervalo de partos (IP).

Amostras de sangue foram obtidas uma vez por semana, iniciando no dia -30 (pré-parto) até o 60º dia pós-parto para determinação de colesterol total, colesterol HDL e progesterona, utilizando-se kits comerciais. A coleta de sangue foi realizada previamente ao exame ultra-sonográfico, em estado pré-prandial, em dois tubos vacuolizados com anticoagulante (EDTA), pela punção da artéria ou veia coccígea. As amostras foram centrifugados a 3.000 rpm por 15 min, para a obtenção do plasma e prontamente acondicionados em frasco esterilizado, identificado e estocado a uma temperatura de -20 °C, até posterior análise laboratorial.

As variáveis concentração de colesterol total, colesterol HDL e progesterona foram analisadas pelo procedimento PROC MIXED do SAS (SAS, 1999), utilizando-se um modelo linear misto para medidas repetidas no tempo. Este procedimento permitiu melhor ajuste na estrutura da matriz, que descreve as covariâncias de medidas repetidas no tempo. Foram considerados os efeitos fixos de tratamento (dietas), dias em lactação e interação tratamentos x dias em lactação. Os efeitos de vacas dentro de classes foram considerados aleatórios.

Para as características reprodutivas, foram realizadas análises de variância, sendo empregado, nas comparações entre médias o teste F, adotando-se 5% de probabilidade de erro, utilizando o procedimento GLM do SAS (SAS, 1999). Para as frequências de animais em estro até 120 dias, inseminação até 120 dias e animais gestantes foi realizado o teste Qui-Quadrado, com 5% de probabilidade de erro.

3. RESULTADO E DISCUSSÃO

Na Tabela 3 estão sumariados as médias do consumo de matéria seca (CMS; kg), CMS em porcentagem do peso vivo (CMS % PV), extrato etéreo (EE), nutrientes digestíveis totais (NTD), energia líquida (NE_L), produção de leite total (PL) e produção de leite corrigido para 3,5% de gordura (PLC), segundo o tipo de dieta.

Tabela 3 – Médias para CMS pré e pós-parto, CMS em porcentagem do peso vivo (% PV), consumos de extrato etéreo (EE), nutrientes digestíveis totais (NTD), energia líquida (NE_L), produção de leite total (PL) e produção de leite corrigido para 3,5% de gordura (PLC) dos animais alimentados com dieta controle (C) ou gordura (G) durante o período de transição.

	Controle	Gordura
	Pré - Parto ¹	
CMS (kg/dia)	10,73 ± 2,87	9,95 ± 1,80
CMS (% PV)	1,51 ± 0,37	1,37 ± 0,26
EE (kg/dia)	0,234 ± 0,085 ^b	0,607 ± 0,090 ^a
NTD (kg/dia)	6,70 ± 1,83	6,51 ± 1,24
NE _L (Mcal/dia)	15,38 ± 4,05	15,49 ± 2,89
	Pós - Parto ²	
CMS (kg/dia)	16,02 ± 3,71	17,81 ± 3,62
CMS (% PV)	2,76 ± 0,70	3,01 ± 0,62
EE (kg/dia)	0,408 ± 0,09 ^b	1,022 ± 0,22 ^a
NTD (kg/dia)	11,16 ± 2,70 ^b	13,01 ± 2,67 ^a
NE _L (Mcal/dia)	28,22 ± 5,79 ^b	32,61 ± 6,99 ^a
PL (kg/dia)	31,88 ± 5,06	34,41 ± 6,51
PLC (kg/dia)	36,34 ± 6,29	36,02 ± 8,30

¹ Grupo 1: Dieta controle (EE = 2,1% da MS)

¹ Grupo 2: Dieta gordura (EE = 5,3% da MS)

² Grupo 1: Dieta controle (EE = 2,4% da MS)

² Grupo 2: Dieta gordura (EE = 5,5% da MS)

^{a,b} Médias com diferentes letras sobrescritas na mesma linha diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste t.

O CMS e a ingestão de energia aumentou durante as semanas após o parto ($P < 0,01$), mas não foi afetado pela dieta no pré nem no pós-parto (Tabela 3). Os animais do grupo G consumiram 1,79 kg de MS a mais que o grupo C após o parto, resultando em maior consumo de NDT e, conseqüentemente, NE_L ($P < 0,05$). Como esperado, foram verificados no pré-parto e pós-parto, para as vacas dos grupos C e G, consumos de $0,234 \pm 0,08$ e $0,408 \pm 0,09$, e $0,607 \pm 0,09$ e $1,02 \pm 0,22$ kg de EE por dia, respectivamente ($P < 0,05$). Não foi verificada diferença na PL nem na PLC entre os animais dos tratamentos, sendo que o grupo G produziu, em média, 2,53 kg (7,93%) de leite a mais que o grupo C durante os primeiros 60

dias de lactação. Resultados similares foram observados por Schingoethe e Casper (1991).

A produção média de leite, o ECCP, o peso corporal ao parto, o ECC aos 60 dias e o peso corporal aos 60 dias foram de $31,88 \pm 5,06$ e $34,41 \pm 6,51$ kg/dia, $3,10 \pm 0,47$ e $3,15 \pm 0,44$, $640,10 \pm 62,33$ e $651,33 \pm 50,31$, $2,40 \pm 0,33$ e $2,50 \pm 0,23$ e $565,80 \pm 37,28$ e $580,44 \pm 40,38$ para os grupos C e G, respectivamente, e não diferiram entre os animais dos tratamentos.

Com relação ao peso corporal, houve interação entre as dietas utilizadas e as semanas em relação ao parto. Os animais do grupo G mostraram queda mais acentuada de peso nas primeiras quatro semanas de lactação, provavelmente devido à maior produção de leite verificada neste período comparado ao grupo C, e não sendo acompanhado, concomitantemente, pelo aumento no CMS. Na quarta semana houve aumento no CMS ($P < 0,05$) para os animais do grupo G, melhorando o balanço de energia ($P = 0,02$) e diminuindo a perda de peso. Como o status energético continuou melhorando nas semanas seguintes, os animais do grupo G estabilizaram a perda de peso e começaram a ganhar peso a partir da sétima semana, adquirindo $0,122$ kg/dia, enquanto os animais do grupo C continuaram a perder peso ($-0,382$ kg/dia), até o final do período avaliado.

As vacas de todos os tratamentos manifestaram balanço energético negativo (BEN) no início da lactação. As do grupo C e G atingiram o ponto máximo de BEN na segunda ($-12,38$ Mcal/dia) e primeira ($-9,41$ Mcal / dia) semana de lactação, respectivamente. Não foi verificado efeito de tratamento sobre o BEN, exceto na quarta semana ($P = 0,02$), em que as vacas do grupo G apresentaram um BEN de $-3,0$ Mcal/dia enquanto as vacas do grupo C apresentaram um BEN igual a $-9,14$ Mcal/dia. Esta diferença no BEN apresentado na quarta semana pode ser explicado pelo maior CMS neste mesmo período ($P < 0,05$), além da maior densidade energética da dieta. Contudo, houve interação entre tratamento e tempo ($P < 0,05$). De forma geral, as vacas do grupo G tiveram melhor status energético que o grupo C, com menor magnitude e duração em BEN. Os animais do grupo G começaram a melhorar o balanço de energia a partir da terceira semana de lactação, enquanto nos animais do grupo C, isto só foi verificado a partir da quarta semana, porém com taxa menor que do grupo G. Verificou-se que as vacas do

grupo G atingiram o balanço positivo de energia na oitava semana (60 dias de lactação) enquanto as do grupo C permaneceram em BEN após o período experimental. Neste estudo, o BEN médio, durante as primeiras nove semanas de lactação, foi $-7,94 \pm 3,08$ e $-3,40 \pm 3,83$ para os grupos C e G, respectivamente.

Beam e Butler (1997) verificaram resultados similares, com os animais suplementados com maiores níveis de gordura apresentando balanço de energia diário menos negativo durante o período de suplementação (primeiras seis semanas após o parto). O BEN médio foi $-6,72 \pm 1,03$, $-5,01 \pm 1,08$ e $-2,78 \pm 1,08$ para os grupos de baixa (controle), média e alta gordura, respectivamente.

Na Figura 1 estão sumariadas as médias da concentração de colesterol plasmática total nas quatro semanas pré-parto, no dia do parto e nas primeiras oito semanas pós-parto, de acordo com as dietas utilizadas. A concentração de colesterol plasmático diminuiu lentamente até a segunda semana pré-parto, quando pôde ser observado rápido declínio atingindo sua menor concentração na primeira semana após o parto, seguido por um aumento significativo até a sexta semana após o parto. Provavelmente, a diminuição da concentração de colesterol plasmático inclui a utilização de colesterol pelo feto (Arave et al., 1975) e a utilização do colesterol para síntese de progesterona ou hormônios da adrenal (Gueorguieva e Gueorguiev, 1997). Já a elevação da concentração plasmática de colesterol após o parto pode estar relacionada à lactogênese (Shweigert, 1990).

Houve efeito da dieta sobre as concentrações de colesterol total no pré-parto e no parto ($P < 0,01$). Como observado na Figura 1, a concentração de colesterol total foi superior durante todo o pré-parto e a partir da terceira semana após o parto nos animais suplementados com gordura. Este aumento na concentração de colesterol total no pós-parto coincidiu com o maior consumo de matéria seca para os animais do grupo G, neste mesmo período. Os animais dos grupos C e G apresentaram concentrações plasmáticas médias de $54,23 \pm 20,54$ e $73,68 \pm 20,14$ mL/dL, respectivamente.

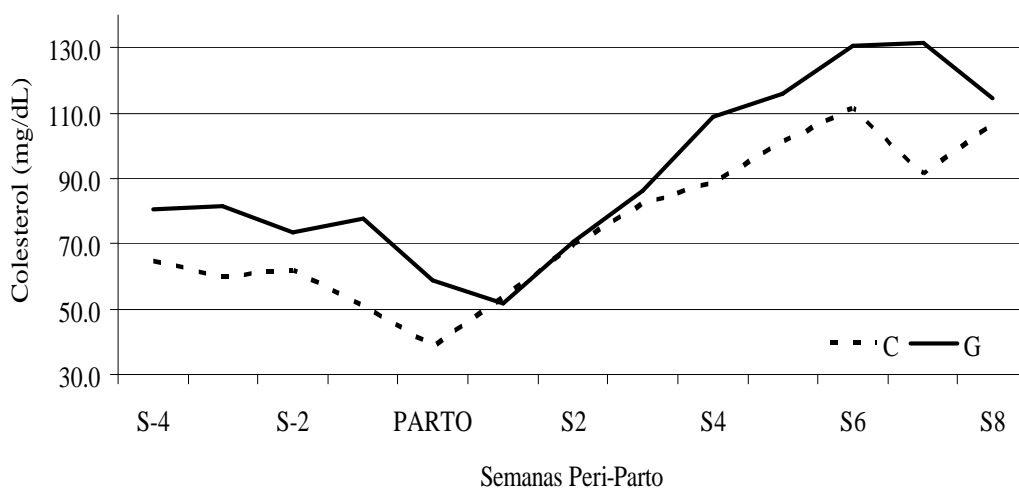


Figura 1. Concentração de colesterol plasmático total da quarta semana pré-parto (S-4) até a oitava semana após o parto (S8) dos animais dos grupos controle (C) e gordura (G).

Bean e Butler (1997) verificaram aumento na concentração de colesterol plasmático total do dia 3 até dia 28 após o parto em todos os grupos experimentais, sendo maior ($P < 0,01$) para os grupos suplementados com gordura a partir do dia 21 após o parto. Guédon et al. (1999) notaram que a concentração plasmática de colesterol foi fortemente influenciada pelo status fisiológico e significativamente maior durante os primeiros cinco meses de lactação comparado aos últimos dois meses de gestação. Wehrman et al. (1991) observaram aumento de 1,7 vez na concentração de colesterol total e colesterol HDL 21 dias após o parto em vacas suplementadas com dietas hiperlipidêmica.

Na Figura 2 estão descritas as médias da concentração de colesterol HDL plasmática nas quatro semanas pré-parto, no dia do parto e nas oito semanas pós-parto, em razão das dietas utilizadas. Na análise de HDL pré-parto houve uma interação entre tratamento e tempo ($P = 0,09$), em que o tratamento com gordura adicional apresentou maior concentração plasmática de HDL no período pré-parto e no parto em relação ao tratamento-controle. No período pós-parto as concentrações de HDL seguiram o mesmo comportamento do pré-parto. No entanto, o nível de significância foi maior para a interação tratamento e tempo ($P < 0,027$). Estes resultados são esperados em virtude da suplementação dietética de com óleo de soja aumentar os metabólitos relacionados com o metabolismo de lipídeos.

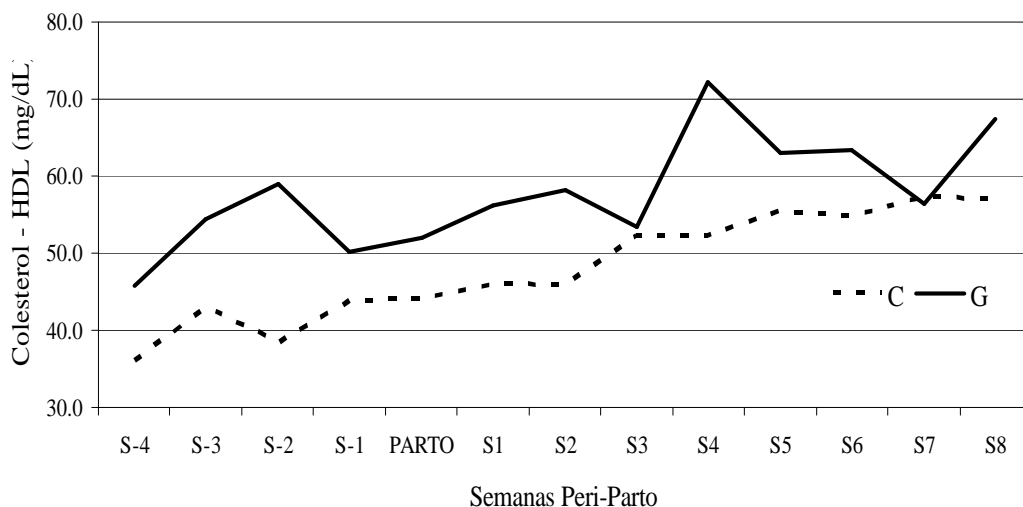


Figura 2. Concentração de colesterol HDL da quarta semana pré-parto (C-4) até a oitava semana após o parto (C8) dos animais dos grupos controle (C) e gordura (G).

O HDL é a forma predominante de colesterol em bovinos. Alta concentração de colesterol plasmático em bovinos reflete uma alta concentração de HDL (Grummer e Carroll, 1988). A lactogênese e a suplementação com gordura dietética aumentam o colesterol HDL plasmáticos. Após uma dieta com suplemento lipídico, ocorre elevação na concentração de colesterol no sangue bovino, encontrado principalmente em lipoproteínas de alta densidade (HDL; 90 a 95%). A maioria do colesterol nos ovários chega pelo transporte direto das lipoproteínas do sangue ou pela síntese de novo (Grummer e Carroll, 1988). Wehrman et al. (1991) verificaram aumento na concentração de colesterol total e colesterol HDL dentro do fluído folicular 21 dias após o parto e, essencialmente, todo o colesterol apresentado dentro do folículo parece estar associado à fração HDL. Conforme estes autores, folículos classificados com estrógeno-ativos demonstraram uma ativação de um sistema de transporte seletivo para HDL através da membrana basal folicular durante o puerpério. Resultados similares foram obtidos por Ryan et al. (1992) e Santos (2005; dados não publicados) trabalhando com novilhas suplementadas com gordura dietética.

Um animal do grupo C foi excluído das análises dos dados reprodutivos por não apresentar onda de crescimento folicular com dominância durante os primeiros 60 dias após o parto. Um outro animal, do grupo G, foi excluído por

apresentar cisto folicular durante o mesmo período. Em média, os animais dos grupos C e G apresentaram $1,50 \pm 0,71$ e $2,0 \pm 0,00$ ciclos ovarianos, caracterizado pelo número de ovulações durante os primeiros 60 dias após o parto, respectivamente. O número de dias até a detecção de um folículo ≥ 10 mm de diâmetro e a taxa de crescimento até o maior diâmetro foram $10,67 \pm 2,31$ e $10,50 \pm 0,58$ dias e $0,16 \pm 0,07$ e $0,19 \pm 0,06$ cm/dia para os grupos C e G, respectivamente. No total, foram observados $5,11 \pm 0,78$ e $4,86 \pm 0,38$ ondas de crescimento folicular para os grupos C e G, respectivamente.

Houve efeito da dieta sobre a população de folículos da classe 1 ($0,3 - 0,6$ cm; $P < 0,05$), notadamente entre os dias 26 a 31 pós-parto (Figura 3). Não foi verificado efeito da dieta sobre as demais classes de folículos. Durante os primeiros 60 dias após o parto, os animais dos grupos C e G desenvolveram $13,40 \pm 3,37$ e $12,63 \pm 3,02$; $6,90 \pm 2,23$ e $7,38 \pm 2,50$; $2,90 \pm 2,02$ e $4,78 \pm 2,86$ folículos das classes 2 ($0,6 - 0,9$ cm), 3 ($0,9 - 1,5$ cm) e 4 ($> 1,5$ cm), respectivamente. O diâmetro médio do maior folículo foi influenciado pela dieta ($P = 0,053$), com valores de $1,46 \pm 0,22$ e $1,74 \pm 0,37$ cm para os grupos C e G respectivamente. Esta diferença foi verificada principalmente na terceira onda quando o folículo dominante apresentou valores de $1,25 \pm 0,23$ e $1,69 \pm 0,34$ ($P < 0,01$).

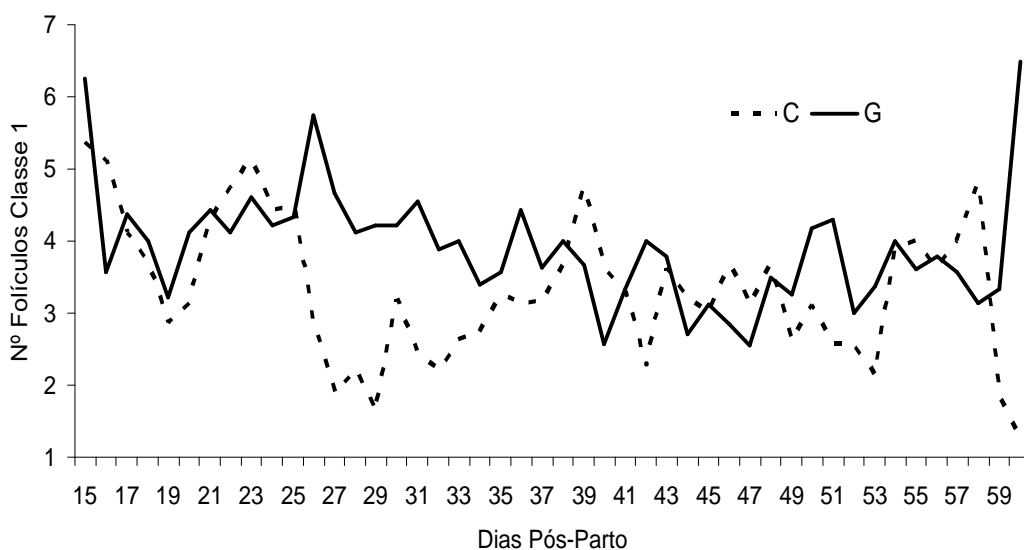


Figura 3. Desenvolvimento de folículos da Classe 1 (0,3 – 0,6 cm) durante os primeiros 60 dias após o parto para os animais alimentados com dieta controle (C) ou suplementados com gordura (G).

A emergência de um folículo dominante durante a segunda semana após o parto demonstra que o desenvolvimento de um folículo de tamanho pré-ovulatório ($1,69 \pm 0,36$ e $1,87 \pm 0,46$ cm, para os grupos C e G, respectivamente) não é um fator limitante no restabelecimento da atividade reprodutiva após o parto em vacas leiteiras lactantes, e que o início de uma onda folicular, inclui recrutamento e seleção de um folículo dominante, independentemente do balanço energético negativo típico desse período. O número de folículos da classe 1, representando a população de folículos recrutados, foi correlacionado com o balanço energético. Conforme, discutido acima, houve diferença no status energético ($P < 0,05$) a partir da quarta semana após o parto, quando os animais do grupo G apresentaram redução do BEN, coincidindo com o aumento no pool de folículos ovarianos da classe 1. Uma relação entre o balanço de energia e aumento de folículos classe 1 necessita ser demonstrada durante os estágios iniciais de lactação.

Lucy et al. (1991) verificaram aumento na população de folículos das classes 1 e 4 após a retirada do implante de progesterona no dia 25 após o parto em vacas suplementadas com gordura, e no diâmetro do maior e segundo maior folículo.

Vacas suplementadas com gordura dietética têm demonstrado aumento na concentração plasmática e folicular de colesterol total e colesterol-HDL (Wehrman et al., 1991; Beam e Butler, 1997), e aumento da habilidade das células da granulosa para secretar pregnenolona e progesterona *in vitro* (Wehrman et al., 1991; Ryan et al., 1992). Neste estudo, as vacas suplementadas com gordura apresentaram maior concentração de colesterol plasmática total a partir da terceira semana (dia 21), coincidindo com o aumento na população de folículos da classe 1, com aumento do diâmetro do folículo ovulatório ($1,34 \pm 0,31$ e $1,71 \pm 0,50$ cm para os grupos C e G, respectivamente; $P < 0,05$), bem como intervalo médio da primeira ovulação após o parto (25,66 dias).

Guédon et al. (1999) observaram interação entre concentração sérica de colesterol e primeira ovulação após o parto. Neste estudo, vacas que retornaram a

atividade cíclica ovariana mais cedo tiveram maior concentração de colesterol sérico da segunda semana pré-parto até a quarta semana após o parto.

A suplementação com lipídios também tem estimulado o aumento da concentração sérica de hormônio de crescimento (GH), que coincide com um aumento no acúmulo de IGF-1 no fluido folicular, sem afetar o IGF-1 periférico (Thomas e Williams, 1996). Há evidências de que o GH pode estimular diretamente mRNA para IGF-1 dentro das células da granulosa (Yoshimura et al., 1994).

Na Figura 3 estão descritas as médias da concentração de progesterona plasmática nas duas semanas no pré-parto, no dia do parto e nas oito semanas mo pós-parto, em razão das dietas utilizadas. Não houve efeito ($P>0,05$) da dieta sobre a concentração de progesterona, com médias de $2,35 \pm 2,67$ e $2,47 \pm 2,86$ ng/mL para os grupos C e G, respectivamente. Em vários estudos foi citada a elevação da concentração plasmática de progesterona, quando os animais foram suplementados com gordura dietética (Lucy et al., 1993; Son et al., 1996). Neste estudo, o mesmo não foi verificado, provavelmente devido ao 'status' fisiológico dos animais durante o período avaliado.

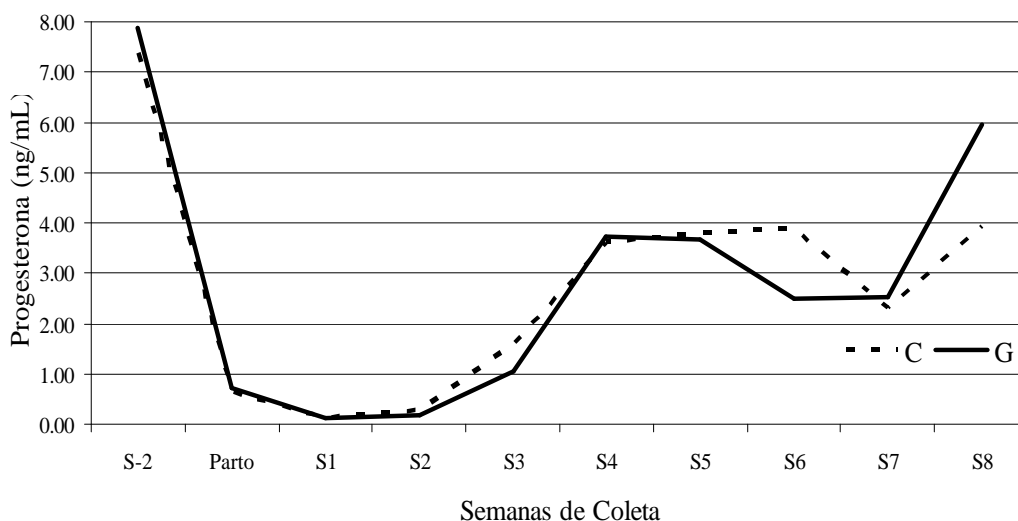


Figura 3. Concentração de progesterona plasmática na segunda semana pré-parto (C-2) até a oitava semana após o parto (C8) dos animais dos grupos controle (C) e gordura (G).

Harrison et al. (1990) encontraram alta correlação ($r = 0,88$) entre produção de leite e ingestão de matéria seca, ou seja, as vacas que apresentavam maior ingestão de matéria seca também produziam mais leite. Contudo, em um estudo

realizado por Parr et al. (1993), foi verificada uma relação inversa entre o nível de ingestão de alimentos e a concentração de progesterona plasmática e atribuíram esta diferença à maior taxa de “clearance” de progesterona no fígado, ao invés de mudanças em sua taxa de produção. A taxa média de fluxo sanguíneo na veia porta esteve diretamente relacionada ao nível de alimentação, e o fígado apresentou eficiência de 96% na remoção da progesterona, levando a menores concentrações de progesterona circulante.

As concentrações plasmáticas de progesterona foram inferiores a 1 ng mL nas primeiras três semanas após o parto, indicando ausência de atividade luteal. Com o aumento do número de dias, as concentrações começaram a se elevar, indicando início da atividade luteal. Neste experimento, a primeira ovulação após o parto ocorreu nos dias $25,89 \pm 12,04$ e $25,44 \pm 9,95$ após o parto, para os grupos C e G, respectivamente, o que explica a elevação nas concentrações de progesterona do dia 21 (S3) ao dia 28 (S4) após o parto. As concentrações voltaram a diminuir do dia 42 (S6) ao 49 (S7) para o grupo C e do dia 35 (S5) ao 42 (S6) para os grupo G, uma semana de diferença entre os grupos C e G, quando novamente se elevaram, sugerindo nova ovulação. O intervalo da primeira à segunda ovulação para os grupos C e G foram, respectivamente, $29,50 \pm 7,42$ e $23,13 \pm 6,38$ dias.

Hawkins et al. (1995) utilizaram novilhas gestantes para determinar se o aumento nas concentrações de lipídios séricos alteraria a área ocupada por gotas lipídicas nas células esteroidogênicas luteais e a taxa de liberação de progesterona para o soro destes animais. As vacas que receberam o tratamento lipídico tiveram, aproximadamente, duas vezes mais colesterol total, HDL e progesterona no soro comparado ao grupo-controle ($P < 0,05$). Também, a área ocupada por gotas lipídicas foi maior nas vacas tratadas que no grupo-controle ($P < 0,05$).

Conforme Bao et al. (1995), a habilidade de dietas com alto teor de gordura em promover aumento na incidência de função luteal normal e estimular o crescimento folicular está, também, relacionada aos seus efeitos nos eventos mediados pelas lipoproteínas em nível celular. A HDL, junto com outra lipoproteína de baixa densidade (LDL), promove a viabilidade das células da granulosa *in vitro*, independentemente do tipo de folículo, aumento da proliferação

in vitro de células derivadas da teca de folículos pré-ovulatórios, aumento da androstenediona nas células da teca e da produção de IGF-1 nas células da granulosa. A HDL foi mais potente em estimular a produção de progesterona pelas células da granulosa e teca, e LDL atenuou a produção de progesterona estimulada pelo HDL.

Na Tabela 5 estão sumariados as médias do intervalo parto retorno do útero à posição pélvica (Parto-Pel), intervalo parto-primeira ovulação (parto-1^aovul), intervalo da primeira à segunda ovulação (Int. 1-2^aovul.), área do corpo lúteo (área do CL), intervalo parto-primeiro estro (Parto-1^oestro), intervalo parto primeira inseminação (parto-1^a IA), número de serviço por concepção (N^o serviço / concepção), período de serviço (per. serviço) e intervalo de partos (int. partos), segundo o tipo de dieta.

Tabela 5. Média (\pm desvios-padrão), número de observações, média geral e coeficiente de variação do intervalo parto retorno do útero a posição pélvica (parto-pel), intervalo parto-primeira ovulação (parto-1^oovul), intervalo primeira a segunda ovulação (int. 1-2^aovul.), área do corpo lúteo (área do CL), intervalo parto primeiro estro (Parto-1^oestro), intervalo parto primeira inseminação (parto-1^aIA), número de serviço por concepção (N^o serviço / concepção), período de serviço (per. serviço) e intervalo de partos (int, partos)

Variável	Tratamento		Média Geral	C,V, (%)	P <
	(n) Controle	(n) Gordura			
Parto-pel (dias)	(9) 22,33 \pm 7,05	(10) 18,60 \pm 3,75	20,36	27,2	0,16
Parto-1 ^a ovul (dias)	(9) 25,89 \pm 12,04	(9) 25,44 \pm 9,95	25,66	43,5	
Int. 1-2 ^a ovul (dias)	(5) 29,50 \pm 7,45	(10) 23,13 \pm 6,38	25,85	26,4	0,11
Área do CL (cm ²)	(9) 4,89 \pm 1,13	(9) 5,28 \pm 0,94	5,08	20,4	
Parto-1 ^a estro (dias)	(10) 115,60 \pm 84,36	(10) 76,20 \pm 30,75	95,90	66,2	0,18
Parto-1 ^a IA (dias)	(9) 140,67 \pm 75,85	(10) 94,30 \pm 23,39	116,26	47,0	0,08
N ^o serviço/concepção	(9) 1,33 \pm 0,50	(10) 1,50 \pm 0,70	1,42	43,5	
Per. serviço (dias)	(9) 152,67 \pm 73,10	(9) 106,89 \pm 34,87	129,77	44,1	0,10

Int. partos (meses)	(8) 14,23 ± 2,55	(9) 12,82 ± 1,15	13,48	14,3	0,15
---------------------	------------------	------------------	-------	------	------

Houve melhoria dos índices reprodutivos de uma forma geral para os animais do grupo G comparado aos animais do grupo C. Verificou-se menor intervalo 1-2ª ovul, (29,50 vs 23,13 dias para grupo C e G, respectivamente). Segundo Thatcher et al, (1996), a capacidade dos folículos dominantes precoces ovularem e sofrerem “turn-over” afeta a duração do período anovulatório no pós-parto e, esta posterior sincronia dos ciclos ovarianos tem relação com o "status" energético no pós-parto. Não foi verificado efeito da dieta sobre a área do corpo lúteo, contudo, houve significativa correlação ($r = 0,50$; $P < 0,01$) entre esta característica e o diâmetro do folículo ovulatório, indicando que maiores folículos resultaram em maiores corpos lúteos subsequentes.

O primeiro estro no pós-parto ocorreu 27 dias após a segunda ovulação para os animais do grupo G contra 60 dias para o C, presumindo-se que houve sincronia dos ciclos ovarianos nos animais do grupo G.

Houve redução de 39 dias no intervalo parto-1º estro entre os animais dos grupos C e G (115,6 vs 76,2 dias, respectivamente). Também, verificou-se redução ($P = 0,08$) de 46,37 dias no intervalo Parto – 1ª IA (dois ciclos estrais) e de 42,89 dias no intervalo de parto para os animais do Grupo G. O período de serviço e o número de serviços por concepção foram de 152,67 e 106,89 dias (45,78 dias a menos) e 1,33 e 1,5 para os animais dos grupos C e G, respectivamente.

Até 120 dias após o parto, 40% e 80,0% das fêmeas foram inseminadas nos grupos C e G ($P = 0,06$), respectivamente, e 30% dos animais do grupo C ficaram gestantes, contra 60% do grupo G ($P = 0,12$). Foi observado que 90% dos animais do grupo G e apenas 50% dos animais do grupo C manifestaram estro neste período. Staples et al., (1998) citaram melhora no desempenho reprodutivo de vacas leiteiras suplementadas com gordura. Em seu estudo, fêmeas com dietas ricas em gordura apresentaram sinais mais fortes de estro (71,4 vs 65,6%) e tiveram ovários mais ativos (75,4 vs 69,5%). A taxa de concepção foi 17% maior para os animais suplementados com gordura. O fornecimento de energia adicional na forma de gordura melhora o estado energético negativo da vaca, retornando ao estro mais precocemente após o parto, e dessa maneira, concebe mais cedo.

4. CONCLUSÃO

Dietas ricas em gordura promoveram o aumento da população de folículos da classe 1 e do diâmetro do folículo dominante nos estádios iniciais da lactação, sendo relacionado com o aumento na concentração plasmática e folicular de colesterol total e colesterol-HDL.

Programas nutricionais, com adição de gordura começando 28 dias pré-parto até 60 dias no pós-parto melhoram o desempenho reprodutivo de vacas leiteiras de alta produção, beneficiando, assim, o manejo reprodutivo do rebanho.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARAVE, C. W., MILLER, R. H. LAMB, R. C. Genetic and environmental effects on serum cholesterol of dairy cattle of various ages. *Journal of Dairy Science*. v. 58, p.423 – 427, 1975.
- BAO, B., THOMAS, M. G., GRIFFITH, M. K., BURGHARDT, R. C., WILLIAMS, G. L. Steroidogenic activity, insulin-like growth factor-I production, and proliferation of granulosa and theca cells obtained from dominant preovulatory and nonovulatory follicles during the bovine estrous cycle: effects of low-density and high-density lipoproteins. *Biology of Reproduction*. V. 53, p. 1271 – 1279, 1995.
- BEAM, S. W., BUTLER, W. R. Energy balance, and ovarian follicles development prior to the first ovulation postpartum in dairy cows receiving three levels of dietary fat, *Biology of Reproduction*. v. 56, p. 133 – 145, 1997
- EDMONSON, A. J.; LEAN, I. J.; WEAVER, L. D. et al. A body condition scoring chart for Holstein dairy cows. *Journal of Dairy Science*. v.72, n.1, p.68-78, 1989
- GRUMMER, R. R., CARROLL, D. J. A review of lipoprotein cholesterol metabolism: importance to ovarian function. *Journal of Animal Science*. v. 66, p. 3160 – 3173, 1988.
- GUÉDON, L., SAUMANDE, J., DUPRON, F., COUQUET, C., DESBALS, B. Serum cholesterol and triglycerides in postpartum beef cows and their relationship to the resumption of ovulation. *Theriogenology*. v. 51, p. 1405 – 1415, 1999.
- GUEORGUIEVA, T. M., GUEORGUIEV, I. P., Serum cholesterol concentration around parturition and early lactation in dairy cows. *Revue de Médecine Vétérinaire*. v. 148, p. 241-244, 1997
- HARRISON, R. O. et al. Increased milk production versus reproductive and energy status of high producing dairy cows. *Journal of Dairy Science*. v. 73, p. 2749 – 2758, 1990
- HAWKINS, D. E., NISWENDER, K. D., OSS, G. M., MOELLER, C. L., ODDE, K. G., SAWYER, H. R., NISWENDER, G. D. An increase in serum lipids increases luteal lipid content and alters the disappearance rate of progesterone in cows. *Journal of Animal Science*. v. 73, p. 541 – 545, 1995
- LUCY, M. C., De La SOTA, R. L., STAPLES, C. R., THATCHER, W. W. Ovarian follicular populations in lactating dairy cows treated with recombinant bovine somatotropin (Somatotrope) or saline and fed diets differing in fat content and energy. *Journal of Dairy Science*. v. 76, p. 1014 – 1027, 1993

- LUCY, M. C., STAPLES, C. R., MICHEL, F. M., THATCHER, W. W., BOLT, D. J. Effect of Feeding Calcium Soaps to Early Postpartum Dairy Cows on Plasma Prostaglandin F_{2a}, Luteinizing Hormone, and Follicular Growth. *Journal of Dairy Science*. v. 74, p. 483 – 489, 1991.
- MATTOS, R., STAPLES, C. R., THATCHER, W. W. Effects of dietary fatty acids on reproduction in ruminants. *Reviews of Reproduction*, v. 5, p. 38–45, 2000
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC 2001, Nutrient requirements of dairy cattle, 7 ed, Washinton, D, C,: National Academic Press, 381p
- PARR, R. A. et al. Liver blood flow and metabolic clearance rate of progesterone in sheep. *Res. Vet. Sci.*, v. 55, p. 311 – 316, 1993
- RANDEL, R. D. Nutrition and postpartum rebreeding in cattle. *Journal of Animal Science*. v. 68, p. 853 – 869, 1990.
- RYAN, D. P., SPOON, R. A., WILLIAMS, G.L. Ovarian follicular characteristics, embryo recovery and embryo viability in heifers fed high-fat diets and treated with follicle-stimulating hormone. *Journal of Animal Science*. v. 70, p. 3505 – 3513, 1992.
- SAS INSTITUTE, INC, SAS System User's Guide, Online Doc, v, 80, Cary, NC, 1999
- SCHINGOETHE, D. J., CASPER, D. P. Total lactational response to added fat during early lactation, *Journal of Dairy Science*. v. 74, n. 8, p. 2617 – 2622, 1991
- SCHWEIGERT, F. J. Effect of gestation and lactation on lipoprotein pattern and composition in dairy cows, *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*. V. 63, p. 75 – 83, 1990,
- SKLAN, D.; KAIM, M.; MOALLEM, U. et al. Effect of dietary calcium soaps on milk yield, body weight reproductive hormones, and fertility in first parity and older cows. *Journal of Dairy Science*, v. 77, n. 6, p. 1652 – 1660, 1994
- SON, J., GRANT, R. J., LARSON, L. L. Effects of tallow and escape protein on lactational and reproductive performance of dairy cows. *Journal of Dairy Science*, v. 79, p. 822 – 830, 1996
- STAPLES, C. R., BURKE, J. M., THATCHER, W. W. Influence of Supplemental fats on reproductive tissues and performance of lactating cows. *Journal of Dairy Science*. v, 81, p. 856 – 871, 1998,
- THATCHER, W. W., de la SOTA, R. L., SCHIMITT, E, J,-P., DIAS, T., BADINGA, L., SIMMEN, F, A., STAPLES, C, R., DROST, M, Control and management of ovarian follicles in cattle to optimize fertility, *Reproduction, Fertility and Development*. v. 8, p. 203 – 217, 1996
- 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
- WEHRMAN, M. E., WELSH, T. H., WILLIAMS, G. L. Diet-induced hyperlipidemia in cattle modifies the intrafollicular cholesterol environment, modulates ovarian follicular dynamics, and hastens the onset of postpartum luteal activity. *Biology of Reproduction*, v. 45, p. 514 – 522, 1991.

- WILDMAN, E. E., JONES, G. M., WAGNER, P. E. et al. A dairy cow body condition system and its relationship to selected production characteristics. *Journal of Dairy Science.*, v.65, p.495-501, 1982
- WILDMAN, E. E., JONES, G. M., WAGNER, P. E. et al. A dairy cow body condition system and its relationship to selected production characteristics. *Journal of Dairy Science.*, v.65, p.495-501, 1982.
- WILLIAMS, G. L. Influence of dietary fat intake and metabolism on follicular growth in cattle. *Reprod Dom Anim*, v. 31, p. 539 – 542, 1996
- YOSHIMURA Y., IWASHITA, M., KARUBE, M., ODA, T., AKIBA, M., SHIOKA, W. A. S., ANDO, M., YOSHINAGA, A., NAKAMURA, Y. Growth hormone stimulates follicular development by stimulating ovarian production of insulin-like growth factor-I. *Endocrinology*. v. 135, p. 887-894, 1994.

3. CONCLUSÕES GERAIS

Os trabalhos foram realizados no Setor de Bovinocultura de Leite (Unidade de Ensino, Pesquisa e Extensão em Gado de Leite (UEPE-GL)) e no Laboratório de Reprodução Animal do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa (UFV) com o objetivo de estudar os efeitos da suplementação dietética com gordura durante o período de transição sobre o consumo de matéria seca (CMS), a produção de leite, o balanço energético, a mobilização de reservas corporais, a dinâmica folicular ovariana, os parâmetros plasmáticos hormonais e metabólicos (colesterol, colesterol HDL), o desempenho reprodutivo (intervalos do parto à primeira ovulação, ao primeiro estro e à primeira inseminação, taxa de concepção a 1ª inseminação, número de serviço por concepção).

Para tanto, utilizaram-se 20 vacas pluríparas ($4,15 \pm 2,13$ partos) da raça holandesa, gestantes, com peso vivo médio aos 28 dias pré-parto de $712,02 \pm 65,20$ kg e escore de condição corporal médio igual a $3,16 \pm 0,53$, distribuídas em delineamento inteiramente casualizado, em dois grupos: dieta controle (C; 3% extrato etéreo (EE) na matéria seca (MS); $n = 10$) e dieta gordura (G; 6% de EE na MS; $n = 10$), começando 28 dias pré-parto até 60 dias após o parto.

Com base nas condições em que foram realizados os experimentos, concluiu-se que:

1. A suplementação com gordura dietética iniciada 28 dias pré-parto promoveu adaptações fisiológicas de forma a não comprometer o consumo de matéria seca e, dessa forma, minimizando o balanço energético negativo típico do pós-parto.

2. A produção de leite aumentou 8%, aproximadamente, sem comprometer a produção de gordura total do leite.
3. A perda de peso corporal diminuiu mais rapidamente nos animais suplementados com gordura, em virtude da melhoria do balanço energético.
4. A suplementação de gordura dietética promoveu aumento dos níveis plasmáticos de colesterol total e colesterol HLD tanto no pré quanto no pós-parto.
5. A população de folículos ovarianos no pós-parto imediato foi influenciada pela dieta, com aumento no número de folículos de 0,3 a 0,6 cm de diâmetro.
6. O diâmetro do maior folículo ovariano aumentou quando os animais foram suplementados com gordura dietética.
7. Houve melhoria geral do desempenho reprodutivo quando os animais foram suplementados com gordura dietética durante o período de transição.
8. O desempenho produtivo e reprodutivo de vacas leiteiras durante lactação é positivamente associado ao manejo nutricional oferecido o período de transição.