

MILTON MATURANA FILHO

**Desempenho produtivo e reprodutivo e parâmetros sanguíneos de
vacas leiteiras alimentadas com diferentes fontes de gordura no
período de transição e início de lactação**

Pirassununga-SP

2009

MILTON MATURANA FILHO

Desempenho produtivo e reprodutivo e parâmetros sanguíneos de vacas leiteiras alimentadas com diferentes fontes de gordura no período de transição e início de lactação

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Nutrição e Produção Animal da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Mestre em Medicina veterinária

Departamento:

Nutrição e Produção Animal

Área de Concentração:

Nutrição e Produção Animal

Orientador:

Prof. Dr. Francisco Palma Rennó.

Pirassununga-SP
2009

Autorizo a reprodução parcial ou total desta obra, para fins acadêmicos, desde que citada a fonte.

DADOS INTERNACIONAIS DE CATALOGAÇÃO-NA-PUBLICAÇÃO

(Biblioteca Virginie Buff D'Ápice da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo)

T.2169 FMVZ	<p>Maturana Filho, Milton</p> <p>Desempenho produtivo e reprodutivo e parâmetros sanguíneos de vacas leiteiras alimentadas com diferentes fontes de gordura no período de transição e início de lactação / Milton Maturana Filho. – Pirassununga : M. Maturana Filho, 2009.</p> <p>102 f. : il.</p> <p>Dissertação (mestrado) - Universidade de São Paulo. Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia. Departamento de Nutrição e Produção Animal, 2009.</p> <p>Programa de Pós-Graduação: Nutrição e Produção Animal. Área de concentração: Nutrição e Produção Animal.</p> <p>Orientador: Prof. Dr. Francisco Palma Rennó.</p> <p>1. Balanço de energia. 2. Fontes de gordura. 3. Desempenho produtivo. 4. Desempenho reprodutivo. 5. Período de transição. I. Título.</p>
----------------	---



UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia

Comissão Bioética

CERTIFICADO

Certificamos que o Projeto intitulado "Efeito de diferentes fontes de gordura dietética sobre o metabolismo hepático, perfil hormonal e metabólico, fermentação ruminal, produção e composição do leite e desempenho reprodutivo em vacas leiteiras suplementadas durante o período de transição", protocolado sob o nº1051/2007, utilizando 36 (trinta e seis) bovinos, sob a responsabilidade do Prof. Dr. Francisco Palma Rennó, está de acordo com os princípios éticos de experimentação animal da Comissão de Bioética da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo e foi aprovado em reunião do dia 17 de abril de 2007.

(We certify that the Research "Effect of dietary fat sources on hepatic metabolism, metabolic and hormonal profile, ruminal fermentation, milk yield and composition and reproductive performance of dairy cows supplemented during transition period", protocol number 1051/2007, utilizing 36 (thirty six) bovines, under the responsibility Prof. Dr. Francisco Palma Rennó, agree with Ethical Principles in Animal Research adopted by Bioethic Commission of the School of Veterinary Medicine and Zootechny of University of São Paulo and was approved in the meeting of the day 04/17/2007).

São Paulo, 23 de abril de 2007

Profa Dra Denise Tabacchi Fantoni
Vice-Presidente da Comissão de Bioética
FMVZ/USP

FOLHA DE AVALIAÇÃO

Nome: MATURANA FILHO, Milton

Título: Desempenho produtivo e reprodutivo e parâmetros sanguíneos de vacas leiteiras alimentadas com diferentes fontes de gordura no período de transição e início de lactação

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Nutrição e Produção Animal da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Mestre em Medicina Veterinária

Data: ____/____/____

Banca Examinadora

Prof.Dr. _____ Instituição: _____

Assinatura: _____ Julgamento: _____

Prof.Dr. _____ Instituição: _____

Assinatura: _____ Julgamento: _____

Prof.Dr. _____ Instituição: _____

Assinatura: _____ Julgamento: _____

“Outono”

No outono, é o período quando os frutos abandonam as árvores que lhes fizeram nascer e jogam-se ao chão;

No outono, é, quando as folhas verdes perdem o seu viço e param de alimentar, com seu metabolismo de néctar etéreo das radiações solares e abandonam a planta;

No outono, é quando os pássaros migram para as novas paragens, colocando o silêncio e a tristeza em torno das árvores que lhes acolheram durante as boas estações, somente para lhes ouvir o canto alegre e festivo e sem mais nada pedir;

No outono, a própria terra, que se beneficiou de sua sombra refrescante, torna-se seca e árida, negando alimentação;

No outono, quando todos aqueles que a admiram e aproveitaram a sua beleza também a abandonaram, no entanto, a árvore mantém-se viva e serena. Não desanima e aguarda. Conhece a sua missão e não se desespera. Não odeia e nem se vinga. Sabe que após a humilhação sobrevirá a exaltação e por isso, aguarda com soberba coragem o inverno que haverá de cobri-la com nuvens cinzentas e lamacentas de humilhação, numa tentativa final de destruí-la;

Mas na sua seiva corre o Espírito do Eterno Deus, o criador, e ela disso bem sabe, tem a plena consciência. E, numa atitude passiva e resignada, entende a efemeridade dos tempos;

Então, passados estes, vê nascer em seu mais distante ramo um broto, como que lhe anunciando as recompensas por tamanha coragem. É a primavera que surge;

Novamente, a terra volta a lhe dar alimento, as folhas retornam com sua verde esperança, os pássaros em seus galhos voltam a fazer morada e os frutos a lhe enfeitar e finalmente, as pessoas a lhe admirar. É a glória, conquanto que passageira, mas por demais nobre, para ser desprezada.

“Nas estações de outono, saiba imitar a árvore”.

Dr. Celso Charuri
8 de abril de 1981

Dedicatória

Dedico a Deus pai e a Jesus Cristo seu Filho, por me dar saúde e a paz necessária para que eu pudesse vencer mais uma etapa de minha vida, pois tudo que aprendi aqui na USP durante esses dois anos quero utilizar para melhorar tanto a vida das pessoas como a dos animais. E tudo quanto eu fizer e onde eu estiver que eu jamais me esqueça dos teus preceitos e que eu sempre possa falar para as pessoas sobre seus ensinamentos e suas promessas, de modo que teu Santo nome sempre seja exaltado!!!

Dedico esta conquista, a minha mãe Tereza Salvático de Paula, meu grande exemplo de dedicação, esforço e amor, pela educação concedida, pelo grande apoio para que eu conseguisse chegar até o mestrado. Dedico também ao meu pai e grande amigo Milton Maturana, que me ensinou e incentivou a cuidar de animais desde a minha infância. Hoje sei o quanto os animais são importantes e como podem trazer alegria na nossa vida. Saiba que vocês são pessoas vitoriosas as quais eu busco me espelhar para honrar com meus objetivos e compromissos buscando sempre valorizar a amizade e o bem comum das pessoas com as quais eu convivo.

Dedico aos meus irmãos Francisco Alexandre de Paula Maturana e a Mirian de Paula Maturana, pelo apoio e amor durante toda minha vida, pela compreensão, pelos momentos tolhidos, pelo auxílio na busca do meu crescimento profissional e por serem sempre presentes mesmo que às vezes eu esteja distante.

Dedico a minha avó Alcídia Salvático de Paula (*in memorian*), por ter me educado e por sempre ter sido uma pessoa forte, honesta e batalhadora e que graças a Deus sempre transmitiu a nossa família essas qualidades.

Dedico esta vitória a minha namorada Paula da Silva Contrucci Garcia (Spike) por ser uma pessoa verdadeira, por seu amor, por sempre estar presente em minha vida, pelos vários momentos compartilhados aqui na USP, inclusive no experimento, nos almoços e que no dia a dia tem me ensinado muito sobre a compreensão, a sinceridade, o respeito e a dedicação.

Dedico a todas as pessoas que aqui na USP acreditaram em meu potencial e que compartilharam momentos felizes que me auxiliaram a crescer como pessoa e como profissional.

Dedico as Vacas Leiteiras, fonte de meu estudo, de meu trabalho, das quais quero cuidar durante toda minha vida profissional.

*“Dedico a todos vocês os frutos deste trabalho com
imensa e sincera gratidão!!”*

AGRADECIMENTOS

Ao Deus Todo Poderoso, por dar força, discernimento e permitir que tudo se tornasse possível.

A Faculdade de medicina veterinária e zootecnia da universidade de São Paulo (FMVZ-USP) e ao departamento de Nutrição e Produção Animal (VNP) desta mesma faculdade, pela oportunidade de cursar o mestrado de tão alta qualidade e seriedade; pelos ótimos profissionais que o compõe e que tem refletido a cada dia em um contínuo crescimento em estrutura e em ciência. Agradeço também as várias oportunidades proporcionadas para que pudesse ganhar mais conhecimento científico, acadêmico e profissional.

Ao meu orientador, professor Dr. Francisco Palma Rennó, pela orientação no desenvolvimento deste trabalho, pela bolsa de estudos, por ter proporcionado uma excelente condição de trabalho e pelo seu empenho no estudo as vacas leiteiras, que me ajudaram a crescer profissionalmente, inovar meus conhecimentos técnicos e científicos e enxergar o estudo e o trabalho de forma mais objetiva. Muito obrigado pelos esforços dispensados!!!.

Ao professor Dr. Ed Hoffman Madureira, por ceder o ultra-som aloka 500 para realizar este estudo, pelo auxílio e dúvidas sanadas na área de reprodução de vacas leiteiras. Muito obrigado!!

Ao professor Dr. Rubens Paes Arruda pela análise da partida do sêmen utilizado no experimento. Muito obrigado!!

Agradeço a Capes pela bolsa de estudos concedida, que gerou grande tranquilidade durante a realização deste trabalho.

Ao funcionário responsável pelo Laboratório de Pesquisa em Bovinos de Leite (LPBL), o senhor Antonio Carlos Bueno da Silva, pela amizade, pelos ensinamentos muitas vezes de forma bastante enérgica, pelo auxílio no desenvolvimento de vários trabalhos durante o mestrado e deste experimento, também pelos churrascos e pelas brigas. Muito Obrigado!

A todos os professores do Departamento de Nutrição e Produção Animal (VNP): Dr. Luis Felipe Prada e Silva, Dr. Ricardo Albuquerque, Dr. Paulo Henrique Mazza, Dr Alexandre Gobesso, Dr Augusto Hauber Gameiro, Dr Messias Alves Trindade Neto, Dr Marcos Veiga dos Santos pelo profissionalismo, convivência e por terem contribuído com meu aprendizado durante o mestrado;

Ao mestrando Leonardo Santos D'Ângelo por ter compartilhado dos mesmos esforços necessários para realização deste projeto e pela amizade. Muito obrigado!

Ao meu grande amigo Jefferson Rodrigues Gandra e sua esposa Érika Rosendo Senna Gandra, por nossa grande amizade, pela sinceridade, pela ajuda tanto profissional quanto pessoal e pelos bons momentos que compartilhamos durante a realização deste mestrado. Espero sempre poder compartilhar mais alegrias com vocês. Que Deus ilumine a cada dia mais suas vidas, carreira profissional e sua filha. Érika agradeço, pelos tererés mato-grossenses, pela grande amizade e bom humor da sua família!

As queridas amigas Ana Paula Chaves, Beatriz Conte Venturelli e Carla Fodistsch, pela grande amizade, por compartilhar as mesmas expectativas e responsabilidades durante estes anos dois anos de pós-graduação, vocês sempre me ajudaram a lutar para ter a certeza do dever cumprido. Meu muito obrigado por vocês estarem sempre presentes e que nossa amizade seja sempre sincera e duradoura !

Ao meu grande amigo Rafael Villela Barletta (Bizão) pela amizade verdadeira, pelo tempo da moradia estudantil no A7, por ter me auxiliado no experimento e ter sido presente tanto nas horas difíceis como nas horas boas. Muito obrigado e que Deus ilumine seu caminho!

Ao doutorando José Esler de Freitas Jr, pelas análises laboratoriais e demais auxílios na elaboração da dissertação. Muito obrigado!

Aos meus amigos Vinicius e Pascoal, pelo tempo do A7, pelas conversas até o circular das 23:30 hs chegar, pelo Tereré do dia a dia, por serem pessoas sempre alegres, extrovertidas e que compartilharam momentos de muita felicidade Muito obrigado !

Agradeço a amiga Lenita pela convivência, pelo bom humor no dia a dia. Muito obrigado!

Agradeço a amiga Anaí Naves pela convivência e por ter dispensado grande esforço no desenvolvimento das análises desse trabalho! Muito obrigado!

Ao meu grande amigo, técnico de futebol e de vôlei, Professor Luiz Margutti Netto pela grande e verdadeira amizade, pelo respeito que sempre demonstra com as pessoas e também pela oportunidade de treinar diariamente. Tudo isso, o tornam esse profissional exemplar que conduz um trabalho de grande importância aos alunos aqui do campus de Pirassununga. Muito obrigado!!

Ao grande amigo Wanley Eduardo Lopes do departamento de Cultural, pelas conversas, pela sinceridade, pelas oportunidades oferecidas nas aulas de música, que com certeza, me ajudaram ter um grande crescimento e que sempre me traziam tranquilidade nessa maratona do dia a dia. Obrigado também por ceder a sala de piano para que o grupo de estudos bíblicos formado aqui no campus de Pirassununga pudesse realizar seus encontros semanais. Muito obrigado!

Agradeço aos professores de música Zé Guerreiro (violão e viola), Ana (piano e teoria musical), Rafael (flauta), Mariana (técnica vocal), pela atenção, paciência e dedicação dispensadas.

Agradeço aos amigos do grupo de estudo bíblico Thais Ribeiro, Janaína, Lívia Luiana, Thiago, Lucas, pela amizade, ensinamentos, pelos bons momentos compartilhados e por juntos termos buscado aprender mais a vontade de Deus e o amor para com o próximo. Que Deus abençoe suas vidas!

Agradeço ao senhor Salomão, motorista do ônibus circular, pela amizade, bom humor, pela convivência e pontualidade no circular principalmente na hora do almoço.

Aos amigos de mestrado Juliane Diniz, Juliane Naves, Juliana Pinheiro, Paula Duarte, Claudinha, Camila, Dani, Marina, Tenente Ribeiro, Estelinha, Daniel Emú, Octavio, Felipe Foca, Fernando (Boi), Henry, Yara, Carol, Carol Malek, Cristina, Lenita, Anaí, Rafael

Calabreza, Samuel Stabile (Gaúcho) e Elmeron (mineirinho), pela amizade e vários bons momentos compartilhados durante estes anos. Muito obrigado!

Aos amigos Bruno de Souza Mesquita, Rodolfo Daniel Mingotti, Rui de Almeida Silva Júnior Rodolfo pela grande amizade e pelo grande auxílio na realização do projeto Muito obrigado !

A empresa Química Geral do Nordeste – QGN e Church & Dwight, e Ouro Fino Saúde animal, pela doação de produtos de tão alta qualidade, necessários para a realização deste estudo;

A funcionária da secretaria do VNP, a Sra. Alessandra de Cássia T. da Silva e o Sr. João Paulo Barros, secretario da pós-graduação, pela grande organização, pela atenção dedicada, pelo grande auxílio, pela convivência, amizade e colaboração durante esses anos. Muito obrigado!

Aos funcionários do Laboratório de Análises bromatológicas Sr. Ari Luiz de Castro, o Sr. Gilson Luiz Alves de Godoy, a Sr^a. Simi Luiza Durante Aflalo Robassini, e a Sr^a. Isabel das Graças Ramos, pelo imprescindível auxílio na realização das análises laboratoriais;

À Sra. Lucinéia Mestieri e Sr. José Franchini Garcia Moreno, funcionários do Laboratório de Tecnologia de Produtos de Origem Animal do Departamento de Nutrição e Produção Animal da FMVZ-USP, pelo auxílio na realização das análises de leite;

Aos funcionários do estábulo leiteiro da prefeitura do Campus Administrativo de Pirassununga – PCAPS, Srs. José Antônio Coelho, Antônio Carlos Baladore, Edilson José da Silva, João Paulo Pagotti, José Antônio da Costa, José Antônio da Silva, Luis Tadeu de Oliveira, Carlos Alberto Schimmit e Valmir Donizetti Botteon. Obrigado pela amizade, esforços e atenção dispensada;

Aos funcionários da Fabrica de Ração da PCAPS, Srs. Cláudio de Jesus Aparecido São Romão, Israel Andrietta, Fernando e José Luiz Aparecido Landgraf, agradeço pela colaboração, e boa vontade.

Aos funcionários do laboratório clínico do Hovet Paulão e Cecília e ao Dr. Ubiraem pelas análises hematológicas, pela colaboração, e boa vontade.

Ao Dr. Fernando Schalch, Médico Veterinário da PCAPS, pela atenção dispensada quando necessária durante o experimento.

À Sr^a. Tânia assistente Social da PCAPS e a professora Dra. Catarina Abdala Gomide da comissão de moradia do campus, pela grande atenção, compreensão e pela concessão da bolsa moradia durante a realização do mestrado. Muito obrigado!

À Sra. Amélia, ao Sr. Edil e Sra Esmeralda, da Zeladoria, pela atenção, pelos chuveiros trocados e por conservarem tudo sempre com tamanha organização. Obrigado!

À todos os estagiários que me auxiliaram na realização deste trabalho, em especial a 73^a Turma da FMVZ-USP, especialmente os Alunos Marcello Tramaldi (Cucumes), Renata Taíra Trimboli (Alemão), Paula da Silva Contrucci Garcia (Spike) Patrícia Massae Oba (Benhê).

A minha grande amiga Anelise Costa Utescher (Giserda) da turma 72. Obrigado pelo auxílio e pela amizade !!

Ao meu amigo Bruno Botaro pela grande amizade, conselhos, conversas, corridas no campo. Meu respeito e admiração!

Ao meu amigo Gustavo Ribeiro Del Claro (Chorão), pela grande amizade, pela confiança, pelo auxílio em assuntos acadêmicos, pelas conversas. Muito Obrigado!!

A Dona Lourdes funcionária da central de cópias, pela amizade, colaboração e grande eficiência.

Aos porteiros Luciano e Sr Sebastião Honorato pelo bom humor, amizade e convivência.

As funcionárias da High limp, Dona Maria, Cecília, Suelen e Cida, pela amizade, bom humor e por sempre manter tudo limpo.

Aos estagiários visitantes e amigos Cícero (gordo), Álvaro (Japonês), Anderson (Paraná), Antonio Marcos (Guairá) e ao Thiago (Piracicaba) da Universidade Federal de Uberlândia (UFU); ao amigo Cezão L.O da Universidade estadual de Londrina (UEL); ao amigo João Pedro (Xanfro) da UNESP Botucatu; ao Rafael Barilletta (Bizão), Tiago santin (Arroiz) e ao Pedro (Piracicaba) da UNIFEOB; as estagiárias Thessy , Mariana, Gisele, Renan (Nhonho), e Cacau da UNIP Campinas; ao amigos Danilo Brito Bambil (Ku seco), Eduardo Tonon (Pernilongo) e Samuel (Pá nada) da FZEA-USP que contribuíram grandemente durante a realização do experimento. Muito Obrigado!

A todos os membros da igreja do evangelho quadrangular de Águas da Prata, em especial ao Pastor Carlos Alberto da Cruz e a Pastora Maria Cristina Tramassio da Cruz, pela grande amizade, pelos conselhos, pelas orações e por me ensinar buscar a verdadeira fé em Jesus Cristo.

As minhas grandes amigas da Ala A da moradia estudantil: Jaqueline Menezes, Berik Salab e Paula Pécora, pela grande e verdadeira amizade e pelos bons momentos compartilhados!

“Ore como se tudo dependesse de Deus e trabalhe como se tudo dependesse de você”.

“O que possui o conhecimento guarda as suas palavras, e o homem de entendimento é de precioso espírito.”

Provérbios 17:27

“Tão boa é a sabedoria como a herança, e dela tiram proveito os que vêem o sol. Porque a sabedoria serve de defesa, como de defesa serve o dinheiro; mas a excelência do conhecimento é que a sabedoria dá vida ao seu possuidor.”

Eclesiastes 7:12

RESUMO

MATURANA FILHO, M. **Desempenho produtivo e reprodutivo e parâmetros sanguíneos de vacas leiteiras alimentadas com diferentes fontes de gordura no período de transição e início de lactação.** [Productive and Reproductive performance and blood parameters of dairy cows feeding with different Fat Sources in transition period and early lactation]. 2009. 102 f. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2009.

O objetivo deste estudo foi avaliar a utilização de diferentes fontes de gordura nas rações de vacas leiteiras durante o período de transição e início de lactação, avaliando seus efeitos sobre o consumo e balanço de energia, produção e composição do leite, dinâmica folicular e desempenho reprodutivo, e os parâmetros sanguíneos. Foram utilizadas 30 vacas da raça Holandesa, suplementadas a partir do 35º dia antes do parto previsto até o 85º dia pós-parto com a mesma ração experimental durante todo o experimento. Os animais foram mantidos em baias individuais em galpão do tipo free-stall e distribuídas em três grupos experimentais, em delineamento inteiramente casualizado, alimentadas com as seguintes rações: 1) Controle; 2) Óleo de soja refinado; 3) Sais de cálcio de ácidos graxos insaturados (Megalac-E). O consumo de matéria seca foi mensurado diariamente durante todo o período experimental. Após o parto a produção de leite foi registrada diariamente e as amostras utilizadas para análise da composição do leite foram coletadas semanalmente, sendo provenientes de duas ordenhas diárias. As amostras de sangue foram coletadas em tubos vacuolizados por punção da veia e/ou artéria coccígea. Para a obtenção dos dados de dinâmica folicular, foi realizada diariamente ultra-sonografia com ultra-som Aloka 500 com transdutor linear de 5,0 MHz, sendo iniciada a avaliação no 14º dia pós-parto indo até o 65º dia de lactação. Durante a avaliação da dinâmica folicular foi avaliado o número total de folículos (NT), a distribuição dos folículos nas Classes (classe 1: 3-5mm; classe 2: 6-9 mm; e classe 3: 10-15mm), o diâmetro dos folículos dominante (FD) e subordinado (FS), o número de folículos de cada ovário (NOD, NOE), o diâmetro do corpo lúteo quando presentes no ovário direito (CLOD) ou ovário esquerdo (CLOE). Foi avaliado também o desempenho reprodutivo dos animais por meio do intervalo de involução uterina parto-pélvico, ocorrência da primeira ovulação, tamanho do folículo pré ovulatório da primeira ovulação, área do corpo lúteo da primeira ovulação, tamanho do folículo dominante na IATF, e taxa de prenhez a IATF. Os dados de desempenho produtivo, dinâmica folicular e parâmetros sanguíneos foram submetidos à análise estatística por meio do PROC MIXED e contrastes ortogonais (controle vs gordura; OS vs SC) utilizando-se o programa SAS, versão 9.1, adotando-se nível de significância de

5%. Os dados de eficiência reprodutiva obtidos foram submetidos à análise de variância e contrastes ortogonais (controle vs gordura; OS vs SC) pelo PROC GLM. Foi utilizado o teste do qui-quadrado para taxa de prenhez pelo PROC FREQ, utilizando-se o programa SAS, versão 9.1, adotando-se nível de significância de 5%. As rações experimentais não influenciaram ($P>0,05$) o consumo de matéria seca, o escore de condição corporal e o peso corporal no período pré-parto. O consumo de matéria seca e o peso corporal foram influenciados pelas semanas em relação parto ($P<0,05$). A produção de leite e a produção de leite corrigida não foram influenciadas pelas rações experimentais ($P>0,05$), que, no entanto, influenciaram o teor e a produção de gordura no leite ($P<0,05$). Quando avaliados os contrastes ortogonais, foi observada redução na produção de leite corrigida, no teor e na produção de gordura do leite ($P<0,05$) para as vacas alimentadas com as rações com fontes de gordura em relação à ração controle, especialmente para o grupo alimentado com as rações contendo sais de cálcio de ácidos graxos. O balanço de energia não foi influenciado pelas rações experimentais no período pré-parto, houve somente efeito de tempo ($P<0,05$) no período pré-parto. Houve efeito das rações experimentais e de tempo ($P<0,05$) para o balanço de energia no período pós-parto, e quando são avaliados os contrastes, as vacas suplementadas com as fontes de gordura apresentaram melhor balanço de energia, especialmente a ração contendo sais de cálcio de ácidos graxos. As concentrações no soro de glicose, proteínas totais, albumina, uréia, nitrogênio uréico, colesterol total, colesterol-HDL, ácidos graxos não esterificados e β -hidroxibutirato não foram influenciadas ($P>0,05$) pelas rações experimentais nos períodos pré e pós-parto. Todos os parâmetros sanguíneos apresentaram efeito de tempo (semanas em relação ao parto) no período pós-parto. Quando avaliados os contrastes, não houve diferença entre as rações experimentais para os parâmetros sanguíneos avaliados neste estudo nos períodos pré e pós-parto. Houve interação entre o tempo e as rações experimentais para as concentrações de glicose no pré-parto, colesterol total e ácidos graxos não esterificados no pós-parto, e uréia e nitrogênio uréico no soro no pré e pós-parto. As concentrações de progesterona no soro não foram influenciadas pelas rações experimentais ($P>0,05$), no pré-parto e no pós-parto. As rações experimentais não influenciaram ($P>0,05$) as variáveis relacionadas a dinâmica folicular número de folículos da classe 2 e 3, tamanho do folículo dominante e subordinado, área do corpo lúteo do ovário direito e esquerdo, e número de folículos no ovário direito e esquerdo. No entanto, as rações experimentais influenciaram positivamente ($P<0,05$) o número total de folículos e o número de folículos da classe 1. As rações contendo as fontes de gordura, como observado no contraste C vs G, apresentaram ($P<0,05$) maior população folicular do que os animais alimentados com a ração controle. Não

houve efeito ($P > 0,05$) das rações experimentais sobre a involução uterina, mensurada pelo retorno do útero a cavidade pélvica, dias para a primeira ovulação, e tamanho do folículo pré-ovulatório na primeira ovulação. Entretanto foi observado efeito das rações experimentais ($P < 0,05$) em relação as variáveis área do corpo lúteo da primeira ovulação e tamanho do folículo dominante à IATF. A área do corpo lúteo foi maior para os animais submetidas a ração controle, enquanto que o tamanho do folículo dominante no momento da IATF apresentou maior diâmetro para as vacas suplementadas com as fontes de gordura. Foi observado efeito das rações experimentais sobre a taxa de prenhez na IATF, onde as vacas submetidas as rações com óleo de soja tiveram um menor taxa de prenhez a IATF 30,0%, as vacas do grupo controle e do grupo sais de cálcio de ácidos graxos, apresentaram taxa de prenhez a IATF de 50,0%. A suplementação com gordura nas rações de vacas leiteiras no período de transição e início de lactação não influenciou a produção de leite e os parâmetros sanguíneos. No entanto, influenciou positivamente o balanço de energia, a dinâmica folicular e o desempenho reprodutivo, e negativamente o teor e a produção de gordura do leite, sendo o resultado variável em função da fonte de gordura utilizada.

Palavras chave: Balanço de energia. Fontes de gordura. Desempenho produtivo. Desempenho reprodutivo. Período de transição.

ABSTRACT

MATURANA FILHO, M. **Productive and reproductive performance and blood parameters of dairy cows feeding with different fat sources in transition period and early lactation.** [Desempenho produtivo e reprodutivo e parâmetros sanguíneos de vacas leiteiras alimentadas com diferentes fontes de gordura no período de transição e início de lactação]. 2009. 102 f. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2009.

This study was carried out to evaluate the use of different fat sources in dairy rations, in transition period and early lactation on follicular dynamics, reproductive efficiency, nutrients intake and digestibility, composition and milk yield, composition of protein fraction and energy balance. Third Holstein cows, with production of 30,0 Kg/cow/day on previous lactation, supply since 35 days before parturition until day 85 after parturition with one experimental ration during all experiment, the cows are allocated in free-stall, distributed in three experimental group, feeding with rations: 1) Control; 2) Refined Soybean oil; 3) Calcium salts of fatty acids (Megalac-E). Was evaluated daily the dry matter intake during though the experimental period. After parturition, the composition and milk yield samples used for milk analysis were collected weekly from the two daily milking. The samples of blood were collected with vacuolized tubes per puncture of coccygeal vein and/or artery. For obtaining the follicular dynamics data, was make daily the ultra-sonographic exam with Aloka 500 with linear probe of 5,0 MHz since 14° until 65° days of lactation (DEL), was evaluates the: Total follicle number, the follicles distribution on class : class1 (3-5mm), class 2 (6-9 mm) e class 3 (10-15mm), the diameter dominant follicle (FD) and Subordinated follicle (FS), the follicle number in each ovary (NOD, NOE), corpus luteum when present in left or right ovaries (CLOD an CLOE) and also was evaluated the reproductive efficiency index: Parturition-pelvic, First ovulation, pre ovulatory follicle of first ovulation, corpus luteum of first ovulation, Dominant follicle in fixed time artificial insemination, pregnancy rates of FTAI. The follicular dynamics data was analyzed with time repeated measures of PROC Mixed, and orthogonal contrasts (control vs fat; OS vs SC), of SAS program version 9.1, with significant alpha of 5%. The reproductive data was submitting a variance analysis, orthogonal contrasts (control vs fat; OS vs SC) for PROC GLM and the chi-square analysis for PROC FREQ for pregnancy rates. Had no effects ($P>0,05$) of experimental rations on dry mater intake (DMI), on body condition score (BCS) and body weight in pre-partum period. The DMI (kg/day), body condition score change and body weight was influenced ($P<0,05$) for

weeks in post-partum. The milk yield, and the corrected milk yield for fat, was not influenced ($P>0,05$) for experimental rations. When evaluated the orthogonal contrasts was observed a reduction on fat percentage and fat production on milk ($P<0,05$) for dairy cows feed with fat sources on rations, especially for the calcium soaps of fat acids. Was observed the interaction besides the experimental rations and the lactation weeks for corrected milk yield for 3,5% of fat. The energy balance was not influenced for the experimental rations in pre-partum period, had only time effect ($P<0,001$) pre-partum period. Had treatment, time and fat source effect on energy balance in post-partum period ($P<0,001$), when assessing the contrasts, the cows of calcium soap fatty acids group presented better energy balance in post-partum period when compared with the dairy cows of soybean oil. The blood concentrations of glucose, total proteins, albumin, urea, ureic nitrogen on blood, total cholesterol and HDL cholesterol, non esterified fat acids (NEFA) and β -hidroxibutirate (BHBA) was not influenced ($P>0,05$) of fat sources on rations both in pre-partum period as post-partum period. All blood parameters presented days effects on post-partum period ($P>0,05$). When assessing the orthogonal contrasts, there was not differences between the experimental rations on blood parameters evaluated in this study on pre and post partum periods. There was interaction between time and experimental rations on glucose, total cholesterol and NEFA on post-partum period, and urea and nitrogen urea on blood in pre and post-partum periods.

Had no differences on blood concentrations of HDL cholesterol ($P>0,05$) and total cholesterol in post-partum period between experimental rations. Had no interaction between time and experimental rations for BHBA concentrations in pre and post-partum periods. Had interaction between days in milk and the experimental rations ($P<0,001$) for NEFA concentrations on pos-partum period. The progesterone concentrations on pre and post-partum period was not influenced for experimental rations ($P>0,05$). The experimental rations was not influenced ($P>0,05$) the variables, follicle on class 2, class3, dominant follicle, subordinated follicle, corpus luteum on right and left ovaries, t follicles numbers on left ovary The fat sources influenced ($P<0,05$) the variables total follicles numbers and the follicles numbers on class1. When assessing the orthogonal contrasts had effects ($P<0,05$), in relation to contrast Control vs. fat sources, it was observed the superiority for fat sources. Had no effects ($P>0,05$) of experimental rations on calving- pelvic, first ovulation, pre-ovulatory follicle of first ovulation, however was observed effect ($P<0,05$) in relation of variables corpus luteum of first ovulation and dominant follicle on TFAI. The dominant follicle in the TFAI presented the major diameter ($P<0,05$) for dairy cows feeding fat sources. Had treatment effect for TFAI pregnancy rates ($P<0,05$), where the dairy cows of soybean oil

presented the lower TFAI pregnancy rates of 30,0%, the dairy cows of control group and calcium soaps of fat acids group presented the TFAI pregnancy rates of 50,0%. The fat supplementation on transition period and early lactation improving the productive performance, the metabolic profile on early lactation, and the follicle dynamics and the reproductive performance in dairy cows.

Keywords: Energy balance. Fat sources. Productive performance. Reproductive performance. Transition period.

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1– Composição em ingredientes e nutricional dos concentrados experimentais durante os períodos pré e pós-parto, segundo as rações experimentais, e da silagem de milho..... 60
- Tabela 2 – Composição em ingredientes e nutricional das rações experimentais durante os períodos pré e pós-parto, segundo as rações experimentais..... 61
- Tabela 3 - Análise espermática do sêmen utilizado no experimento 66
- Tabela 4 - Médias e coeficientes de variação (CV) do consumo de matéria seca (CMS), do escore de condição corporal (ECC), do peso corporal (PC), do balanço de energia (BE), da produção de leite sem (PL) e com correção para 3,5% de gordura (PLC), teor (G%) e produção de gordura do leite (Gkg), em função das rações experimentais 70
- Tabela 5 - Médias e coeficientes de variação (CV) para as concentrações pré e pós-parto de glicose, albumina (ALB), proteínas totais (PT), uréia, nitrogênio uréico no soro (NUS), colesterol total (CT), colesterol HDL (C-HDL), ácidos graxos não esterificados (AGNE), β -hidroxibutirato (BHB), e progesterona (P4) de acordo com as rações experimentais. 78
- Tabela 6 – Médias e coeficiente de variação das variáveis: número total de folículos (NT), folículos classe1 (C1 3-5 mm), 2 (C2 6-9 mm) e 3 (C3 10-15 mm), folículo dominante (FD) e folículo subordinado (FS), número de folículos ovário direito (NOD) e esquerdo (NOE), corpo lúteo ovário direito (CLOD) e esquerdo (CLOE) em função das rações experimentais..... 88
- Tabela 7- Médias e coeficiente de variação (CV) dos índices reprodutivos: parto-pélvico (Parto –Pel), 1º ovulação (OV1), folículo pré ovulatório da primeira ovulação (FPO1), corpo lúteo da primeira ovulação (CL1), folículo dominante à IATF (FDIATF), numero de ciclos no período voluntário de espera em função das rações experimentais. 91
- Tabela 8- Taxa de prenhez a IATF em função das rações experimentais.....92

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 - Representação esquemática dos dias de lactação relativo ao período de monitoramento da atividade ovariana, do protocolo de sincronização do estro e da ovulação, do dia da inseminação artificial em tempo fixo (IATF) e dos dias em que eram realizados o diagnóstico de gestação..... 65
- Figura 2 - Representação esquemática do protocolo de inseminação artificial em tempo fixo (IATF) utilizado, segundo Souza (2008). 65

LISTA DE GRAFICOS

Grafico 1 - Efeito das rações experimentais sobre consumo de matéria seca em kg/dia (A) e porcentagem do peso vivo (B) nos períodos pré e pós-parto.	71
Grafico 2 - Efeito das rações experimentais sobre a produção de leite (A) e produção de leite corrigida (B) no período pós-parto.	73
Grafico 3 - Efeito das rações experimentais sobre o teor de gordura do leite (A) e produção de gordura (B) no período pós-parto.	75
Grafico 4 - Efeito das rações experimentais sobre o balanço de energia nos períodos pré e pós-parto.	76
Grafico 5 - Efeito das fontes de gordura sobre a concentração sanguínea de glicose (A) e albumina (B) nos períodos pré e pós-parto.	80
Grafico 6 - Efeito das fontes de gordura sobre a concentração sanguínea de proteínas totais (A) e uréia (B) nos períodos pré e pós-parto.....	81
Grafico 7 - Efeito das fontes de gordura sobre a concentração sanguínea de nitrogênio uréico no soro nos períodos pré e pós-parto.....	82
Grafico 8 - Efeito das fontes de gordura sobre a concentração sanguínea de colesterol total (A) e colesterol HDL (B) nos períodos pré e pós-parto.	83
Grafico 9 - Efeito das fontes de gordura sobre a concentração sanguínea de β -Hidroxi-butarato (A) e ácidos graxos não esterificados (B) nos períodos pré e pós-parto.	85
Grafico 10 - Efeito das fontes de gordura sobre a concentração sanguínea de progesterona nos períodos pré e pós-parto.	87

LISTA DE ABREVIACOES E SIGLAS

AG	Ácidos graxos
AGL	Ácidos graxos livres
AGPI	Ácidos graxos poliinsaturados
CMS	Consumo de matéria seca
CT	Carboidratos totais
ED	Energia digestível
EE	Extrato etéreo
ELI	Energia líquida de lactação
FDN	Fibra em detergente neutro
MO	Matéria orgânica
MS	Matéria seca
P4	Progesterona
IGF-1	Fator de crescimento semelhante a insulina
LH	Hormônio Luteinizante
PGF2 α	Prostaglandina F2 α
E2	Estrógeno
C	Controle
OS	Óleo de soja
SC	Sais de cálcio de ácidos graxos
IATF	Inseminação artificial em tempo fixo
GNRH	Hormônio liberado de gonadotrofinas
FSH	Hormônio folículo estimulante
PGFM	Metabólitos da Prostaglandina

LISTA DE SIMBOLOS

%	Porcentagem
° C	Graus Celsius
<	menor que
>	maior que
≥	maior igual que
≤	menor igual que
±	mais ou menos
®	marca registrada
α	alfa
β	beta
ω	ômega
X	vezes
10 ⁶	milhões

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	28
2 HIPÓTESE E OBJETIVOS	31
3 REVISÃO DE LITERATURA	32
3.1 PERÍODO DE TRANSIÇÃO E INÍCIO DE LACTAÇÃO EM VACAS LEITEIRAS	32
3.2 NUTRIÇÃO E ALIMENTAÇÃO DE VACAS LEITEIRAS NO PERÍODO DE TRANSIÇÃO E INÍCIO DE LACTAÇÃO	38
3.3 FONTES DE GORDURA NA ALIMENTAÇÃO DE VACAS LEITEIRAS	41
3.3.1 ÓLEO DE SOJA EM RAÇÕES DE VACAS LEITEIRAS	43
3.3.2 SAIS DE CÁLCIO DE ÁCIDOS GRAXOS EM RAÇÕES DE VACAS LEITEIRAS	45
3.4 BALANÇO DE ENERGIA E DESEMPENHO REPRODUTIVO EM VACAS LEITEIRAS	46
3.5 ÁCIDOS GRAXOS E DESEMPENHO REPRODUTIVO EM VACAS LEITEIRAS	49
3.5.1 DINÂMICA FOLICULAR	52
3.5.2 DESEMPENHO REPRODUTIVO	55
4 MATERIAIS E MÉTODOS	58
4.1 LOCAL, INSTALAÇÕES E ANIMAIS	58
4.2 RAÇÕES EXPERIMENTAIS E ANÁLISE DE ALIMENTOS	58
4.3 PRODUÇÃO E TEOR DE GORDURA DO LEITE	61
4.4 AVALIAÇÃO DO ESCORE DE CONDIÇÃO CORPORAL E PESO CORPORAL	62
4.5 PARÂMETROS SANGUÍNEOS	62
4.6 ULTRA-SONOGRAFIA OVARIANA E DESEMPENHO REPRODUTIVO	63
4.7 ANÁLISES ESTATÍSTICAS	67
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	69
5.1 CONSUMO, PRODUÇÃO E COMPOSIÇÃO DO LEITE	69
5.2 PARÂMETROS SANGUÍNEOS	77
5.3 DESEMPENHO REPRODUTIVO	87
6 CONCLUSÕES	93
REFERÊNCIAS	94

1 Introdução

O período de transição é considerado etapa de grande importância no ciclo de produção de vacas leiteiras em função de ocorrências de variadas alterações no metabolismo e fisiologia, que posteriormente poderão influenciar o desempenho produtivo, reprodutivo e a saúde dos animais. Essas alterações, mediadas por respostas hormonais, metabólicas e imunológicas, resultantes da modificação do estado fisiológico predominante, juntamente com alterações na demanda metabólica por nutrientes necessários para a homeostase, produção de leite e ciclos reprodutivos.

O período de transição é o período compreendido das últimas três semanas pré-parto até as três primeiras semanas de lactação. Após o parto, a produção de leite e o consumo de alimento aumentam consideravelmente em vacas leiteiras. No entanto, o aumento da produção leiteira é mais rápido que a capacidade de regulação do consumo de matéria seca. Esta condição metabólica é caracterizada como balanço energético negativo, por isso, há uma necessidade do organismo mobilizar reservas energéticas, normalmente do tecido adiposo, para atender as demandas energéticas da produção de leite, e com isso, caso esta mobilização seja em excesso, pode gerar complicações ao animal, tais como doenças metabólicas e problemas reprodutivos.

O baixo desempenho reprodutivo nas vacas leiteiras de alta produção afeta negativamente a viabilidade da atividade leiteira, pois aumenta o número médio de dias em lactação e diminui a produção diária de leite, devido especialmente ao aumento do intervalo de partos, que é ocasionado principalmente por falhas na detecção ou manifestação do estro e também por condições anovulatórias. Isso tudo se deve a seleção genética intensa para produção leiteira, resultando em animais que possuem necessidade metabólica de energia líquida de manutenção bem maior do que de duas décadas atrás.

A taxa de concepção em rebanhos comerciais de leite é de 35 a 40% em vacas múltíparas, 51% em vacas de primíparas ou geralmente maior de 65% em novilhas, mostrando que a fertilidade diminui a cada parto até que as vacas atinjam a idade adulta. Em relação à fertilidade na inseminação artificial, existe relação positiva entre a taxa de concepção e início precoce dos ciclos ovulatórios pós-parto. A taxa de concepção aumenta com o decorrer dos ciclos, sendo provável que haja relação com a melhora do perfil plasmático de progesterona, que pode ser alcançado com a utilização de protocolos de sincronização do estro e pela melhoria do balanço de energia das vacas.

O aumento na concentração energética de dietas pré-parto, com a utilização de fontes de gordura, tem aumentado a ingestão voluntária de energia, gerado acréscimos no ganho de peso corporal, redução da mobilização de tecido adiposo e diminuição das concentrações plasmáticas de ácidos graxos não esterificados (AGNE). Altas concentrações de AGNE refletem em quedas de consumo e aumento do balanço energético negativo.

Somente a boa qualidade da silagem não é adequada para manter as vacas em balanço energético positivo nas três semanas finais em relação ao parto. É necessário o incremento de energia digestível no pré-parto (0,72 – 0,74 Mcal/ EL) que pode ser alcançado por meio de suplementação com fontes de gordura. Portanto, as práticas de alimentação, a forma de arração e manejo utilizados nas últimas semanas de gestação afetam o consumo de matéria seca, a produção leiteira, o desempenho reprodutivo, a saúde das vacas e pode reduzir a incidência de doenças no início do período de lactação.

O programa das vacas secas inicia o próximo ciclo de lactação exercendo grande influência na ocorrência de desordens metabólicas (cetose, deslocamento de abomaso, hipocalcemia), na mudança da condição corporal, no fornecimento dos nutrientes para rápido crescimento do feto e na otimização da reprodução na próxima lactação.

Assim sendo, as vacas no período seco devem ser agrupadas em grupos distintos: o primeiro grupo abrange os animais que iniciam o período de repouso, que vai da primeira a sexta semana (Fase 1 do período seco ou “Far-off”), enquanto que o segundo grupo abrange os animais nas três últimas semanas que antecedem o parto (Fase 2 do período seco ou “Close-Up”).

Manter o consumo de energia no pré-parto até o parto e aumentar rápido no pós-parto seria uma forma interessante de minimizar a intensidade do balanço energético negativo, de modo que a dieta fornecida durante o período peri-parto visa preparar as vacas para receber a dieta de lactação e se manter em condição de balanço energético mais favorável, pois um baixo consumo durante essa fase pode gerar impactos negativos no desempenho de vacas leiteiras.

Durante o balanço energético negativo, eventos homeorréticos sustentam as necessidades metabólicas da lactação, e a função da glândula mamária tem prioridade metabólica em relação a função ovariana, assim, a função reprodutiva é diretamente dependente da disponibilidade de nutrientes a serem utilizados para lactação.

A importância do balanço energético pós-parto está também relacionado à retomada da função ovariana, relacionado aos níveis plasmáticos do hormônio luteinizante, progesterona e fator de crescimento semelhante a insulina do tipo 1 (IGF-1). Vacas com baixa condição

corporal possuem comprometimento da atividade ovariana, cistos foliculares, comprometimento da qualidade dos oócitos e da taxa de fertilização, que comprometem a sobrevivência embrionária.

O balanço de energia entre os dias vinte e sessenta pós-parto tem sido inversamente relacionado ao número de dias do parto até a primeira ovulação, e a primeira ovulação normalmente ocorre entre 12 a 15 dias após o ponto mais negativo do balanço de energia, ou seja, existe uma correlação positiva entre a melhora do balanço energético sobre o desenvolvimento de folículos >15 mm. Além disso, a baixa concentração de insulina durante este período pode limitar a responsividade dos ovários a estimulação pelas gonadotrofinas.

A suplementação com gordura na dieta de vacas leiteiras tem influenciado positivamente o desempenho reprodutivo, independentemente do balanço energético em que a vaca se encontra antes da suplementação, devido ao efeito benéfico dos ácidos graxos Omega 3 e 6. Esses efeitos positivos na reprodução incluem aumento do tamanho do folículo ovulatório, aumento no número de folículos, aumento na concentração plasmática de progesterona e fator de crescimento semelhante a insulina 1 (IGF-1), gerando melhoria da fertilidade e aumento da sobrevivência do embrião na fase inicial de desenvolvimento, de reconhecimento materno até a fase de nidação. Dessa forma, a adição de fontes de gordura suplementar é alternativa para diminuir o período do balanço energético e maximizar o desempenho produtivo e reprodutivo no pós-parto.

2 HIPÓTESE E OBJETIVOS

A hipótese científica a ser avaliada nesse experimento sugere que a suplementação com gordura dietética no período de transição e início de lactação influencia positivamente o metabolismo, o balanço de energia, o perfil hormonal, e otimiza o desempenho produtivo e reprodutivo.

Objetivou-se avaliar os efeitos da suplementação com diferentes fontes de gordura no período de transição e início de lactação sobre o desempenho produtivo (1), os parâmetros sanguíneos e o perfil hormonal (2), e o desempenho reprodutivo (3). Foram avaliados: 1) consumo de matéria seca, peso corporal e escore de condição corporal, balanço de energia, produção de leite, teor e produção de gordura do leite; 2) os parâmetros sanguíneos glicose, albumina, proteínas totais, uréia, nitrogênio ureico, colesterol total, colesterol - HDL, ácidos graxos não esterificados, β -hidroxibutirato, e a progesterona no soro; 3) a dinâmica folicular ovariana e a taxa de prenhes à inseminação artificial em tempo fixo.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Período de Transição e Início de Lactação em Vacas Leiteiras

O período de transição ou Peri-parto em vacas leiteiras é considerado o período de tempo compreendido das últimas três semanas anteriores ao parto até as três primeiras semanas de lactação (GRUMMER, 1995). O início de lactação é caracterizado como sendo os primeiros 90 dias de lactação após o parto, existindo variações entre autores, que consideram até o 100 ou 120º dia após o parto em algumas situações. Desta forma, o início de lactação abrange a parte do período de transição onde as vacas estão em lactação e os dias subsequentes até o 90º dia após o parto.

Esse período é caracterizado por grandes mudanças nas demandas de nutrientes no organismo da vaca leiteira, sendo necessárias coordenadas alterações no metabolismo animal para atender suas exigências nutricionais (BELL, 1995). Após o parto, a produção de leite e o consumo de alimentos aumentam consideravelmente em vacas leiteiras. No entanto, a velocidade de aumento na produção de leite é maior do que a velocidade de aumento de consumo de alimentos e, conseqüentemente, de nutrientes (TAMMINGA et al., 1997).

Em função da assincronia entre a demanda e a disponibilidade de nutrientes, as vacas leiteiras normalmente são submetidas a períodos de balanço negativo de nutrientes, principalmente energia (BEN), proteína e cálcio, no final da gestação e no início da lactação (BELL, 1995). Para atender a esse estado de balanço negativo de nutrientes, ocorrem adaptações fisiológicas no organismo da vaca. A adaptação ao BEN consiste em orquestradas adaptações no uso e conservação dos combustíveis corporais (BAUMAN; CURRIE, 1980). Essas alterações são baseadas na geração de energia a partir de novos compostos (principalmente ácidos graxos), e, ao mesmo tempo, economia na utilização de glicose (energia) por alguns tecidos corporais, principalmente tecidos periféricos como a musculatura esquelética (HERDT, 2000).

As adaptações envolvem mobilização da energia armazenada nos tecidos corporais, alterações na utilização de substratos, e na conversão dos combustíveis corporais (HERDT, 2000). Para atender as exigências nutricionais de energia durante o período de transição, vacas leiteiras mobilizam grandes quantidades de ácidos graxos do tecido adiposo, resultando em

aumentos na concentração de ácidos graxos não-esterificados (AGNE) na corrente sanguínea (DRACKLEY, 1999).

Os AGNE presentes na corrente sanguínea podem ser utilizados por diversos tecidos corporais para a geração de energia (economia na utilização de glicose) e incorporados na gordura do leite, em nível de glândula mamária. No parênquima hepático os AGNE podem ser oxidados completa ou parcialmente, esterificados ou exportados como lipoproteína de muito baixa densidade (VLDL) (GRUMMER, 1993). O fígado aparentemente metaboliza os AGNE de acordo com a proporção de seu suprimento via corrente sanguínea, resultantes da mobilização de reservas corporais (EMERY et al., 1992).

No entanto, a capacidade hepática de oxidação de ácidos graxos e exportação de VLDL é relativamente baixa em ruminantes (GRUMMER, 1993). Assim, o excesso de AGNE no fígado, resultantes da excessiva mobilização de reservas corporais de vacas leiteiras durante o período de transição e início da lactação, pode exceder a capacidade hepática de metabolização desses ácidos graxos, resultando no armazenamento hepático de triglicerídeos (oriundos da esterificação dos AGNE), levando os animais ao desenvolvimento de fígado gorduroso (acúmulo de triglicerídeos no parênquima hepático) (DRACKLEY, 1999).

O acúmulo de triglicerídeos no parênquima hepático reduz a capacidade do fígado em detoxicar amônia em uréia (STRANG et al., 1998), resultando na diminuição da capacidade de gliconeogênese hepática a partir do propionato, o principal precursor de glicose em ruminantes (CADORNIGA-VALINO et al., 1997; OVERTON et al., 1999). Dessa forma, o animal estará sujeito a alterações nos desempenho produtivo e reprodutivo, bem como alterações de saúde, sendo prioridade a identificação de estratégias de manejo que promovam alterações no metabolismo hepático, principalmente de lipídeos, que resultem na diminuição da ocorrência de fígado gorduroso em vacas leiteiras durante o período de transição (MASHEK et al., 2005).

O BEN se inicia no pré-parto e se estende durante o início da lactação devido à mobilização excessiva de gordura do tecido adiposo, na forma de AGNE podem provocar acúmulo de triglicérides no parênquima hepático que também comprometem outras funções importantes, como a síntese de glicose e IGF-1, e aumenta a resistência à insulina. Tanto o acúmulo de triglicérides no fígado como de cetonas no sangue estão ligados ao atraso da primeira ovulação pós-parto (OVERTON, 2001; BUTLER, 2004).

Existe forte relação entre o balanço energético no pós-parto e a retomada da atividade ovariana, que também tem alta correlação com as necessidades nutricionais e metabólicas voltadas a produção leiteira. São esperadas diferenças significativas no balanço energético das

vacas antes do parto e no início de lactação, uma vez que estão bem estabelecidas as diferenças existentes entre as exigências nutricionais para manutenção na vaca gestante em terço final de lactação em comparação a alta energia exigida para manutenção e produção de leite na vaca em início de lactação (MCNAMARA et al., 2003). Portanto, as estratégias de manejo nutricional nesta fase devem priorizar a manutenção de consumo adequado de energia, visando minimizar a severidade do balanço energético, sendo este aspecto de grande importância para o entendimento da influência da nutrição na reprodução.

A disponibilidade de energia determina a secreção de insulina, que é capaz de inibir ou minimizar a lipólise e o aumento de AGNE na circulação e com isso melhorar o consumo de matéria seca (CMS) no pré-parto e no pós-parto imediato (DOEPEL et al., 2002). Além disso, estes autores citam que este quadro influencia positivamente a função hepática e a fertilidade posterior.

O aumento da concentração energética das rações pós-parto tem mostrado em vários estudos aumento da ingestão voluntária de energia e melhoria da condição corporal das vacas, contribuindo com a redução da mobilização de gordura do tecido adiposo e conseqüentemente diminuindo as concentrações plasmáticas de AGNE, enquanto que as concentrações plasmáticas de IGF-1 e glicose nessas condições normalmente aumentam (MCNAMARA et al., 2003; THATCHER et al., 2004).

A utilização de diferentes fontes de gordura suplementar na ração de vacas leiteiras tem sido prática comum na alimentação, principalmente por permitir melhora no status energético desses animais. A suplementação de gordura nas dietas de vacas de alta produção é freqüentemente utilizada durante o pós-parto por aumentar a densidade calórica da dieta sem reduzir o conteúdo de fibras e, assim, promover aumento da ingestão de energia e produção de leite (GRUMMER, 2004).

Entretanto, segundo Grummer (2004), apesar de, em teoria, o principal papel do fornecimento de gordura suplementar na dieta de vacas em lactação seja aumentar o consumo de energia no início da lactação, recentemente alguns estudos tem demonstrado que os ácidos graxos são mais do que fonte energética. Na verdade, são potentes reguladores do metabolismo, podendo influenciar as funções hepática, adiposa e mamária, alterando também a resposta reprodutiva e imunológica. As alterações dos ácidos graxos como reguladores do metabolismo podem influenciar vários tecidos corporais, com destaque para o fígado, glândula mamária e aparelho reprodutor.

No fígado, os efeitos da adição de fontes de gordura na dieta podem resultar em alterações no metabolismo hepático, principalmente na conversão de ácidos graxos em

triglicerídeos e cetonas, promovendo a oxidação dos ácidos graxos em dióxido de carbono (oxidação total e parcial). Mashek et al. (2003) avaliaram os efeitos dos ácidos graxos purificados no metabolismo dos lipídeos em culturas hepáticas. Os ácidos graxos mobilizados do tecido adiposo em vacas no início de lactação, em balanço energético negativo, e que contribuíram para o desenvolvimento de fígado gorduroso foram principalmente o esteárico (C18:0) e o oléico (C18:1). Em comparação, o ácido linolênico (C18:3) poderia ter efeitos benéficos, enquanto que os ácidos graxos poliinsaturados (PUFA) eicosapentaenóico (C20:5) e docosahexaenóico (C20:6) teriam efeitos prejudiciais ao metabolismo hepático.

Posteriormente, Mashek e Grummer (2003) verificaram resultados semelhantes, onde a utilização do ácido graxo C18:3 resultou em benefícios no metabolismo hepático de lipídeos, e novamente os PUFA, principalmente o ácido graxo C22:6, apresentou resultados desfavoráveis (aumento de acúmulo de triglicerídeos no parênquima hepático e redução da taxa de gliconeogênese a partir do propionato). Mashek et al. (2003) citaram que os ácidos graxos podem alterar o metabolismo hepático, sendo úteis na prevenção de distúrbios metabólicos durante o período de transição de vacas leiteiras, reduzindo a ocorrência de fígado gorduroso e de cetose. Segundo Grummer (2004), é necessário um maior número de estudos para ampliar a base de conclusões a respeito dos benefícios da adição de gordura suplementar na dieta de vacas em lactação sobre o metabolismo hepático durante o início da lactação, especialmente no período de transição.

A suplementação com fontes de gordura pode também influenciar a composição do leite. A composição não é frequentemente influenciada quando são utilizadas fontes mais inertes no rúmen, como sebo hidrogenado e SCAG. O fornecimento de fontes de gordura insaturadas pode aumentar a probabilidade de alterações na gordura do leite (PANTOJA et al., 1994). Normalmente estas alterações são atribuídas a um impacto negativo que as gorduras insaturadas podem ter na digestão da fibra no rúmen e/ou a maior produção de ácidos graxos *trans* no rúmen devido a biohidrogenação incompleta de ácidos graxos insaturados, comprometendo a síntese *de novo* de ácidos graxos na glândula mamária (BAUMAN; GRIINARI, 2001).

Os ácidos graxos *trans* produzidos no rúmen vão influenciar diretamente o metabolismo dos lipídeos na glândula mamária, inibindo diretamente a síntese *de novo* de gordura do leite (BAUMAN; GRIINARI, 2001). Os ácidos graxos *trans* são compostos intermediários do processo de biohidrogenação ruminal de gorduras insaturadas por microrganismos ruminais (JENKINS, 1993). O aumento da absorção dos ácidos graxos *trans* no sangue induz uma diminuição do teor de gordura do leite.

Bernal-Santos et al. (2003) e Selberg et al. (2004) sugeriram que a diminuição da gordura no leite pode ajudar a minimizar o balanço energético negativo no início da lactação, melhorando o status metabólico de vacas leiteiras em início da lactação, particularmente nas primeiras quatro semanas, sendo uma opção de manejo sob algumas circunstâncias de produção. Dessa forma, a avaliação dos efeitos da utilização de fontes de gordura dietética para vacas em lactação propicia a avaliação do efeito dessas fontes sobre a composição do leite, especificamente a produção de gordura e o perfil dos ácidos graxos excretados no leite (avaliam a interferência das fontes de gordura na síntese *de novo* na glândula mamária), e ao mesmo tempo, a utilização dessas fontes de gordura como alternativa de manejo para auxiliar o atendimento das exigências nutricionais de vacas no período de transição.

Em relação ao desempenho reprodutivo, conforme citaram Gwazdauskas et al. (2000), no mínimo 80% das vacas leiteiras apresentam balanço energético negativo durante o início da lactação, variando em intensidade e duração. Durante o balanço energético negativo, eventos homeorréticos sustentam as necessidades metabólicas da lactação e, aparentemente, a função da glândula mamária tem prioridade metabólica em relação à função ovariana (STAPLES et al., 1998). Assim, a função reprodutiva no pós-parto é diretamente dependente da disponibilidade de nutrientes a serem utilizados para a lactação.

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, de forma semelhante aos resultados obtidos por Beam 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, também observando um efeito do melhor status energético sobre o desenvolvimento de folículos maiores (>15 mm).

Dessa forma, a duração e a magnitude do balanço energético negativo pós-parto podem ser importantes reguladores no restabelecimento do ciclo estral e subsequente manutenção da gestação. O balanço energético negativo interfere, primariamente, com a habilidade do eixo hipotalâmico-hipofisário em desenvolver um padrão de hormônio luteinizante (LH) necessário para estimular o desenvolvimento folicular e a ovulação. Secundariamente, o déficit 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; SMITH, 1989).

A suplementação com gordura dietética auxilia no restabelecimento do adequado balanço energético durante o início da lactação, o que poderia influenciar positivamente a

resposta reprodutiva de vacas no início da lactação. No entanto, a suplementação de gordura nas dietas de vacas leiteiras tem influenciado positivamente o desempenho reprodutivo, independentemente do status energético da dieta ou da vaca (efeito nutracêutico). Estes efeitos positivos na reprodução incluem aumento do tamanho do folículo ovulatório, aumento no número de folículos, aumento da concentração plasmática de progesterona, redução na secreção de metabólitos de prostaglandinas e aumento na fertilidade (WILLIAMS, 1996; BEAM; BUTLER, 1997; STAPLES et al., 1998). Dessa forma, a adição de fontes de gordura suplementar na dieta de vacas lactantes é uma alternativa para diminuir o período do balanço energético e maximizar o desempenho produtivo e reprodutivo no pós-parto.

Segundo Staples et al. (1998), há vários mecanismos possíveis pelos quais a gordura dietética pode aumentar a função reprodutiva: 1) diminuição do balanço energético negativo; 2) aumento da esteroidogênese favorável ao aumento da fertilidade; 3) manipulação da insulina tal que estimule o desenvolvimento folicular ovariano; 4) aumento das concentrações plasmáticas de colesterol que, por sua vez, serve como precursor para síntese de progesterona; 5) inibição da produção e liberação da $PGF_{2\alpha}$.

As alterações positivas no desempenho reprodutivo podem estar relacionadas ao perfil de ácidos graxos das fontes de gordura utilizadas, com concomitante alteração na quantidade e perfil de ácidos graxos essenciais que são absorvidos no intestino delgado. Thatcher et al. (2004) citam que a utilização da suplementação dietética com gorduras promove melhor absorção de ácidos graxos essenciais no intestino delgado, principalmente dos ácidos graxos C18:2 e C18:3, que podem influenciar os tecidos reprodutivos de forma a alterar a função reprodutiva e a fertilidade.

Desta forma, a utilização de fontes de gordura dietética na alimentação de vacas no período de transição pode promover maior absorção de ácidos graxos essenciais, principalmente os ácidos graxos linoléico e linolênico, alterando de forma benéfica a função reprodutiva, além de promover melhor atendimento das exigências nutricionais por meio de maior ingestão de energia, melhorando o desempenho produtivo e reprodutivo de vacas no início de lactação.

3.2 Nutrição e Alimentação de Vacas Leiteiras no Período de Transição e Início de Lactação

No final do período seco, quando a vaca se aproxima do parto, ocorre grande aumento do crescimento fetal, ocasionando elevação da pressão interna nos órgãos digestivos e diminuição do seu espaço físico, e, concomitantemente, ocorre grande variação hormonal no pré-parto, marcado principalmente pelo aumento nas concentrações sanguíneas de estrógenos e corticóides, levando a queda nas concentrações de progesterona (CHEW et al., 1979). Como consequência, ocorre redução no consumo de matéria seca em até 30%, aumento do catabolismo do tecido adiposo, e elevação das concentrações plasmáticas de AGNE em duas ou três vezes (BERTICS et al., 1992; GRUM et al., 1994).

O manejo nutricional e a alimentação são fatores essenciais do ciclo produtivo das vacas leiteiras que devem atender a critérios relacionados aos vários eventos que determinam a fisiologia e a endocrinologia nas últimas semanas de gestação, que afetam o consumo de matéria seca, a produção leiteira, a saúde das vacas e a redução da incidência de doenças no início do período de lactação (OLSON, 2002). Assim sendo, as vacas no período seco devem ser agrupadas em grupos distintos: o primeiro grupo abrange os animais que iniciam o período de repouso, que vai da primeira a sexta semana dentro do período seco, denominada Fase 1 ou “Far Off”; o segundo grupo abrange os animais desde da Fase 1 até as três últimas semanas que antecedem o parto, sendo denominada Fase 2 ou “Close Up”.

Aumentando a densidade energética na dieta de 1,30 para 1,62 mega-calorias de energia líquida de lactação (Mcal ELL)/kg de matéria seca (MS) e a proteína bruta de 12 para 16 por cento durante os vinte e seis dias pré-parto pode resultar em maior ingestão de energia durante o peri-parto e diminuição de até 9 vezes o acúmulo de gordura no parênquima hepático (15,0 mg/grama de tecido) (VANDEHAAR et al., 1995).

A adição de 450 até 700 gramas de gordura na dieta pode aumentar a ingestão de energia pelo animal, sem causar problemas relacionados com o consumo de matéria seca (BORBA et al., 2006). Segundo o NRC 2001, as respostas produtivas a suplementação nas dietas de vacas em lactação são dependentes de dieta basal, estágio de lactação, balanço energético, composição e quantidade da fonte de gordura utilizada.

As respostas produtivas variam de 310 a 720 gramas de leite/dia/vaca, alimentadas com caroço de algodão ou soja em grão (CHILLIARD, 1993), no entanto, Staples (2001), cita que a resposta produtiva a utilização de gordura dietética para vacas em lactação pode resultar em

acrécimos na produção de leite de até 2 a 5 kg/vaca/dia, sendo necessário que os animais tenham um período de adaptação longo a esta dieta para que respondam a alta energia oriunda dos lipídios, dessa forma justificando a necessidade de utilizar gordura na dieta de transição. A primeira razão para ocorrência do aumento da produção de leite é a melhor eficiência de utilização da gordura dietética por vacas em lactação, onde as perdas energéticas são menores em relação aos demais grãos utilizados em concentrados e aos volumosos sendo que o consumo diário de energia é usualmente aumentado (JERRED et al., 1990).

Allen (2000) resumiu experimentos onde foram observados redução do consumo de matéria seca (CMS) em vacas recebendo fontes de gordura e verificou que os possíveis fatores para estas reduções são alterações na motilidade do trato gastrointestinal, problemas relacionados a aceitabilidade das dietas com adição de gordura, alterações do perfil hormonal, alteração do perfil lipídico presente na membranas celulares e o excesso de oxidação de gordura no tecido hepático. Segundo o NRC (2001), pode haver uma queda no consumo de matéria seca (CMS), entretanto, a magnitude dessa redução de consumo muitas vezes não é suficiente para reduzir o aporte energético oferecido pelas fontes de gordura.

Manter o consumo de energia no pré-parto até o parto e aumentar rápido no pós-parto seria uma estratégia interessante de minimizar o balanço energético negativo (BUTLER, 2004). Durante o balanço energético negativo, eventos metabólicos que sustentam as prioridades metabólicas voltadas a lactação e a função da glândula mamária em relação a função ovariana, assim a função reprodutiva é diretamente dependente da disponibilidade de nutrientes a serem utilizados para lactação (STAPLES et al., 1998).

A digestibilidade dos ácidos graxos é influenciada pelo CMS, pela quantidade de gordura ingerida, pelas características da dieta basal, pela característica da fonte de gordura utilizada (NRC, 2001), pelo grau de insaturação dos ácidos graxos presentes nas fontes de gordura (GRUMMER, 1995; STAPLES et al., 1998). As alterações no consumo de matéria seca podem ser observadas principalmente quando é iniciada a suplementação lipídica, em razão da fonte de gordura usada, muitas vezes não ser bem caracterizada, ou quando somente a silagem de milho é usada em como volumoso padrão (ONETTI et al., 2001).

Isto ocorre porque os lipídios são degradados dentro da parede celular microbiana, ou seja, o grau de maturação da forragem e o conteúdo de nitrogênio (N) da dieta, influencia diretamente a taxa de passagem e a taxa de digestão do alimento, além de alterar a disponibilidade de substratos necessários para a sincronia do metabolismo e desenvolvimento da população de bactérias ruminais (JENKINS, 1993). O ácido esteárico (C18:0),

normalmente é o ácido graxo encontrado em maior quantidade no duodeno, como resultado final da hidrogenação de todos os ácidos graxos insaturados no rúmen (LOCK et al., 2005).

Pequenas modificações ocorrem na absorção de ácidos graxos de cadeia curta ou média no omaso ou no Abomaso. A formação de micelas é o ponto chave para o processo de solubilização e absorção dos ácidos graxos. Nos ruminantes, tanto a bile, como as secreções pancreáticas são requeridas para esse processo e são adicionadas na digesta duodenal. Os sais biliares e a lecitina presente no conteúdo pancreático ativam as enzimas fosfolipases, que convertem a lecitina em lisolecitina e bicarbonato, responsáveis pela formação de micelas e para manutenção do pH do suco pancreático, uma vez que em pH neutro os lipídios são hidrolisados (LENINGHER, 2005). As micelas são formadas para transportar os lipídios através das células epiteliais do jejuno, onde os ácidos graxos e a lisolecitina são absorvidos e re-esterificados dentro dos triglicerídeos e dos quilomícrons para serem transportados no sangue ou pela linfa (EMERY et al., 1992; BAUMAN; LOCK, 2006).

A suplementação lipídica para vacas leiteiras deve objetivar primariamente a manipulação dos eventos físico-químicos gerados por estes compostos na fermentação ruminal e controlar a bio-hidrogenação para alterar a absorção destes ácidos graxos de forma seletiva (JENKINS, 1993). O aumento no grau de insaturação do ácido graxo, melhora sua digestibilidade, entretanto a fermentação ruminal pode ser adversamente influenciada, pois muitas vezes a quantidade ingerida de lipídios exacerba a capacidade de bio-hidrogenação ruminal e desta forma a digestão da fibra da dieta, muitas vezes é significativamente comprometida (DE PETERS et al., 1987; NRC, 2001).

Tem sido demonstrado em várias situações, que a adição total de gordura na dieta não pode exceder 6 a 7 por cento da matéria seca, principalmente no início de lactação, que pode ocasionar uma redução da digestibilidade do Cálcio e do magnésio, pela formação do sais de Cálcio, podendo gerar alterações no consumo, digestão e absorção dos ácidos graxos (NRC, 2001). Existem diferenças modestas na digestibilidade dos ácidos graxos C16:0, C18:0, C18:1, C18:2 e C18:3, de 75%, 72%, 80%, 78% e 77% respectivamente (LOCK et al., 2005; BAUMAN; LOCK, 2006). As diferenças individuais da digestibilidade de cada ácido graxo contribuem com as variações no consumo de matéria seca e no desempenho de vacas leiteiras (PALMQUIST, 1991; STAPLES et al., 1998; PETIT et al., 2002; MACNAMARA et al., 2003; GRUMMER 2004; LOCK et al., 2005; SANTOS, 2005; BAUMAN; LOCK, 2006; VAN KNEGSEL et al., 2007). As diversidades das fontes de gordura, o seu grau de saturação e a proporção de volumoso basal na dieta de vacas durante o período de transição e terço médio de lactação podem interferir na digestibilidade aparente total dos nutrientes, de modo

que a disponibilidade de ácidos graxos essenciais que podem atuar na modulação da atividade ovariana (GRUMMER, 2004).

3.3 Fontes de gordura na alimentação de vacas leiteiras

As fontes de gordura utilizadas nas rações de vacas leiteiras incluem: óleos, sementes de oleaginosas in natura ou extrusadas, gorduras amarela, gordura amarela hidrogenada, sebo, sebo parcialmente hidrogenado, sebo peletizado, ácidos graxos peletizados e sais de cálcio de ácidos graxos. Estas fontes variam em características físicas e químicas que afetam a sua digestibilidade, bem como os efeitos associados sobre o consumo de matéria seca (ALLEN, 2000). As fontes de gordura mais comuns utilizadas em rebanhos leiteiros possuem variação no número de carbonos dos ácidos graxos sendo de 16 a 18, variando também o grau de saturação e de esterificação. É preciso enfatizar que o fornecimento de sebo bovino está permanentemente proibido no Brasil.

O aumento do consumo de energia proporcionado pelo uso de fontes de gordura, e adequada quantidade de carboidratos não fibrosos nas rações podem evitar problemas metabólicos, perda excessiva de peso, baixa eficiência reprodutiva e baixo desempenho produtivo em vacas leiteiras (GRUMMER et al., 1990).

Considerando os inúmeros benefícios da suplementação de gordura para vacas em lactação, alguns fatores devem ser considerados essenciais para que se tenha sucesso com a suplementação de gordura. Entre estes fatores o período de adaptação se apresenta como o principal. De acordo com Staples et al. (2001), a adaptação e a aceitabilidade das fontes de gordura durante o período de suplementação são fatores determinantes para respostas positivas no desempenho dos animais, pois quando se avalia diferentes fontes de gordura nas rações de vacas leiteiras, respostas diferentes são esperadas e muito relacionadas ao tipo e nível de inclusão do suplemento na ração. De acordo com Grummer et al. (1990) a redução na aceitabilidade das fontes de gordura pode em parte explicar redução no consumo de matéria seca e baixa produção de leite. Segundo estes mesmos autores, as diferenças na aceitabilidade de diferentes fontes de gordura podem ser minimizadas misturando os suplementos aos outros ingredientes da dieta.

O tipo de fonte de gordura suplementar também influencia o consumo de matéria seca (CMS), como sais de cálcio de ácidos graxos, sendo as fontes que mais deprimem, podendo

chegar a uma redução de até 50%, gorduras hidrogenadas e triglicerídeos pouco influenciam o consumo de matéria seca (MS), enquanto que a magnitude de depressão de CMS com utilização de óleos vegetais é bem menor (ALLEN, 2000).

Entretanto as diferenças no consumo não são significantes quando as fontes de gordura são misturadas no concentrado ou quando os animais são adaptados previamente (STAPLES et al., 1998; NRC, 2001). Normalmente estas alterações são atribuídas ao impacto negativo que as gorduras insaturadas produzem na digestão da fibra no rúmen, devido a maior produção de ácidos graxos trans no rúmen oriundos da biohidrogenação incompleta de ácidos graxos insaturados, o que compromete a síntese de ácidos graxos na glândula mamária, inibindo a síntese de gordura no leite (BAUMAN; GRIINARI, 2001).

Alguns autores sugeriram que a diminuição da gordura do leite pode ajudar a minimizar o balanço energético negativo (BEN) no início da lactação, melhorando o Status metabólico de vacas leiteiras nas primeiras quatro semanas de lactação sendo essa uma opção de manejo sob algumas circunstâncias de lactação (BERNAL-SANTOS et al., 2003; SELBERG et al., 2004).

Gwazdauskas et al. (2000) relataram que no mínimo 80% das vacas leiteiras apresentam balanço energético negativo no início da lactação variando intensidade e duração, sendo o principal elo entre nutrição e baixa fertilidade em vacas leiteiras, atrasando a retomada da função reprodutiva pós-parto. A suplementação de gordura na dieta de vacas leiteiras tem influenciado positivamente o desempenho reprodutivo, independentemente do balanço energético da dieta ou da vaca (HANSEN, 1999). Esses efeitos positivos na reprodução incluem um aumento do tamanho do folículo ovulatório, aumento no número de folículos, aumento na concentração plasmática de progesterona e fator de crescimento semelhante a insulina 1 (IGF-1), redução na secreção de metabólitos de prostaglandinas, aumento da fertilidade e sobrevivência do embrião na fase inicial e de reconhecimento materno (WILLIANS, 1996; BEAM; BUTLER, 1998; STAPLES et al., 1998). Dessa forma, a adição de fontes de gordura suplementar é alternativa para melhorar o balanço energético no início da lactação e maximizar o desempenho produtivo e reprodutivo no pós-parto.

Em estudos onde as vacas em lactação receberam dieta baseada em sementes de algodão (9% C18:2) e suplementado com sais de cálcio de ácido graxo de cadeia longa (8% C18:2) apresentaram melhor taxa de concepção do que as que receberam dietas inteiras de semente de algodão (STAPLES et al., 1998). As vacas em lactação que receberam sebo (4,3% C18:2), na dosagem de 3% da matéria seca da dieta, apresentaram tendência a ter maior taxa de concepção aos 98 dias de lactação do que as vacas que não receberam.

A administração de gordura após trinta dias de lactação também foi benéfica para a melhoria do desempenho reprodutivo em vários estudos (STAPLES et al., 1998; SELBERG et al., 2004). O benefício dos lipídios para a fertilidade pode ser devido a uma diminuição da taxa de degradação hepática da progesterona (HAWKINS et al., 1995) e aos efeitos do metabolismo dos ácidos graxos no tecido hepático (OLSON, 2002; BUTLER, 2004).

Portanto, as gorduras quando utilizadas em rações de vacas leiteiras tem grande potencial para melhorar o consumo de energia principalmente no início de lactação. Entretanto, atenção especial deve ser dada ao período de adaptação e a resposta ao tipo de suplemento utilizado de forma que reduções no consumo e na digestibilidade de nutrientes podem prejudicar tanto o desempenho produtivo como o desempenho reprodutivo.

3.3.1 Óleo de soja em rações de vacas leiteiras

A utilização de óleo de soja em rações de vacas leiteiras no início de lactação não tem gerado reduções no consumo de matéria em alguns experimentos, sendo esta resposta ligada a qualidade da FDN da forragem e da relação volumoso:concentrado (ONETTI et al., 2001). Pode haver diminuição da taxa de passagem, de forma que ocorra aumento do aproveitamento da fibra da dieta, influenciando também o consumo de energia líquida, entretanto, os dados referentes à suplementação com óleo de soja ainda mostram resultados inconsistentes relacionados à digestibilidade aparente total (JENKINS, 1993; UEDA et al., 2003). Santos et al. (2009) avaliaram a inclusão de óleo de soja em 8% da matéria seca total em rações de vacas no período de transição e não observaram reduções no consumo.

O óleo de soja possui em torno de 75% de ácidos graxos insaturados em sua composição, de modo que estes podem atuar na diminuição da produção de metano e do aumento da produção de CLA (ALLEN, 2000; ONETTI; GRUMMER, 2004; PALMIQUIST; MATTOS 2006). No entanto Ueda et al. (2003) enfatizaram que há uma falta de informações da utilização de óleo de soja na digestibilidade de vacas leiteiras, principalmente em início de lactação, de modo semelhante, poucos estudos tem demonstrado os efeitos gerados nos parâmetros reprodutivos.

Explorar o processo de biohidrogenação pela característica específica de ácidos graxos poliinsaturados como óleos na tentativa de aumentar a concentração de ácidos graxos como o cis-9 trans-11 CLA no leite tem sido objeto de estudo nos últimos anos. Isso pode ser

justificado pelo aumento do processo de biohidrogenação quando grandes quantidades de ácidos graxos poliinsaturados são fornecidas nas rações (ZHENG et al., 2005).

O uso de óleos nas rações de vacas leiteiras tem potenciais efeitos sobre o metabolismo ruminal (BAUMAN; GRINARI, 2001). Porém, é preciso considerar que alterações no padrão de fermentação ruminal com a inclusão de fontes de gordura altamente insaturadas pode promover além de reduções no consumo de matéria seca, diminuição na digestibilidade da fibra (NRC, 2001), embora sejam aumentados os teores dos isômeros de CLA na gordura do leite visando produtos mais desejáveis ao consumidor.

Portanto, apesar do potencial de serem observadas pequenas alterações no consumo de matéria seca para animais suplementados com óleos vegetais, o óleo de soja possui alto potencial para aumentar a ingestão de energia em vacas leiteiras visto que não há uma confirmação científica de que a aceitabilidade dos animais pelas rações que utilizaram óleos vegetais pode ser considerada fator promotor da redução do consumo.

3.3.2 Sais de cálcio de ácidos graxos em rações de vacas leiteiras

Diversos tipos de suplementos comerciais contendo lipídios inertes no rúmen estão disponíveis no mercado. O mais comum deles são os sais de cálcio de ácidos graxos, obtido a partir de ácidos graxos de cadeia longa. Esses ácidos graxos reagem com os sais de cálcio, formando um sal do tipo R-COO-Ca, popularmente conhecido como sabão de cálcio.

A inclusão de sais cálcio de ácidos graxos na dieta de vacas leiteiras de alta produção pode gerar diferentes efeitos sobre a fermentação ruminal de acordo com a fase de lactação. Há uma redução significativa da relação acetato: propionato para os animais no início de lactação, provavelmente pela grande variação existente no consumo e pelos fatores ligados ao metabolismo.

Ao decorrer da lactação essa redução da relação acetato: propionato ocorre também nas vacas em terço médio de lactação, que pode estar ligado ao pelo aumento do consumo de matéria seca, que conseqüentemente altera a taxa de passagem e pode reduzir a degradação da fibra, resultando em menor produção de ácidos graxos voláteis, especialmente o acetato e com isso pode ocorrer uma redução da porcentagem de gordura no leite, entretanto essa redução pode auxiliar na melhora do balanço energético e da atividade ovariana no início do pós-parto (BUTLER, 2004; ONETTI; GRUMMER., 2004).

Os sais de cálcio de ácidos de cadeia longa e algumas sementes de oleaginosas geram poucos efeitos sobre a população microbiana, sobre os processos de degradação e absorção ruminal de nutrientes (ALLEN, 2000; PALMQUIST; MATTOS, 2006). Entretanto, pode haver benefícios na digestibilidade da FDN quando utilizado sais de cálcio de ácidos graxos em rações de vacas leiteiras.

Normalmente, a inclusão média de gordura em dieta de vacas leiteiras é de 3,5%, de modo que, alguns estudos resultam em quedas de até de 2% na digestibilidade da matéria seca, para algumas oleaginosas e gorduras saturadas, entretanto, tem sido demonstrado aumentos o de até 1,7% pela suplementação com sais de cálcio de ácidos graxos, que pode estar associado ao tipo de fibra e da relação volumoso:concentrado, de modo que, o estabelecimento de um pH ruminal entre 6,5 e 7,0 pode contribuir com a diminuição da quebra das ligações dos ácidos graxos com o cálcio, que pode vir a interferir na fermentação ruminal e na produção de ácido linolênico conjugado (CLA) (ONETTI; GRUMMER., 2004).

Além disso, atenção especial deve ser dada a possíveis variações no consumo de matéria seca quando se utiliza rações com sais de cálcio de ácidos graxos em rações de vacas leiteiras. Isso ocorre porque, sempre que se descreve o uso de fonte alternativa de gordura nas rações de animais é preciso enfatizar que o período de adaptação e a aceitabilidade da fonte de gordura podem ser considerados fatores determinantes para que se tenha resposta de desempenho adequada dos animais. Allen (2000), em ampla revisão de literatura avaliou estudos que observaram o consumo de matéria seca de diferentes fontes de gordura comumente utilizadas nas rações de vacas leiteiras. Este autor observou que de 24 experimentos utilizando os sais de cálcio de ácidos graxos de óleo de palma como fonte de gordura, 11 apresentaram redução do consumo de matéria seca. Esses resultados, segundo este autor, podem ser atribuídos à questão da aceitabilidade desta fonte de gordura, levando dessa forma ao baixo consumo encontrado.

Entretanto tem sido demonstrado em vários estudos, que apesar de haver uma redução no consumo de matéria seca, o consumo de energia líquida não é reduzido, devido à maior densidade energética das fontes de gordura (JENKINS, 1993).

Em estudos recentes a utilização de sais de cálcio de ácidos graxos em vacas no período de transição não tem reduzido o consumo de matéria seca. Sallaberry et al. (2007) e Duske et al. (2009) avaliaram a inclusão de sais de cálcio de ácidos graxos em rações de vacas Holandesas no período de transição com média de produção de leite de 34,0 kg/vaca/dia e um total de 5,9 % EE na matéria seca total no pós-parto. Estes autores não observaram redução do consumo de matéria seca no período pós-parto. Andersen et al. (2008) e Cerri et al. (2009)

avaliaram vacas Holandesas com suplemento comercial de ácidos graxos de óleo de palma e óleo de soja com dietas de 8,0 % e 5,5 % de EE na matéria seca total respectivamente para as rações com fonte de gordura. Estes autores também não observaram redução no consumo de matéria seca.

Dessa forma, a inclusão de ácidos graxos de sais de cálcio em rações de vacas leiteiras pode ser considerada uma ótima alternativa como fonte de gordura, na tentativa de suprir a demanda energética de vacas leiteiras no início de lactação. Entretanto, é preciso considerar um período de adaptação e a aceitabilidade dessa fonte de gordura, pois em estágios críticos de baixo consumo de matéria seca os animais submetidos a essa rações pode não apresentar o desempenho esperado.

3.4 Balanço de energia e desempenho reprodutivo em vacas leiteiras

O balanço energético negativo, provavelmente através da sinalização metabólica de baixas concentrações de glicose e insulina associadas com o nível elevado de ácidos graxos não esterificados e cetona, pode influenciar negativamente nos pulsos de LH no início da lactação, necessários para estimular o desenvolvimento dos folículos ovarianos (BUTLER, 2004). Baixas concentrações de insulina na corrente sanguínea também são responsáveis pela baixa produção de IGF-1 no fígado (BUTLER et al., 2004), que juntas reduzem a capacidade de resposta dos ovários e gonadotrofinas. O atraso ou a baixa produção de estradiol nos folículos e de progesterona após a ovulação diminui a velocidade de involução uterina e restabelecimento da função luteínica normal (THATCHER; WILCOX, 1973; MOALLEM et al., 2007).

O Consumo de matéria seca e a produção leiteira têm uma alta correlação positiva, juntamente com a concentração de progesterona no pós-parto de vacas leiteiras (VASCONCELOS, 1998). A partir de uma a duas semanas antes do parto, a ingestão diminui (HAYIRLI et al., 2002), iniciando o balanço energético negativo que piora nas duas a três semanas seguintes com início da lactação, atingindo o ponto mais baixo cerca de duas semanas pós-parto (BAUMAN, 1980). O Balanço energético negativo acarreta mobilização da gordura corporal e liberação de ácidos graxos não esterificados na corrente sanguínea, sendo por tanto o monitoramento da condição corporal muito importante durante esta fase. (BUTLER, 2004). No período pré-parto imediato, a redução na ingestão e as alterações

endócrinas colaboram com mobilização de AGNE do tecido adiposo (DRACKLEY, 1999; HOEDEMAKER et al., 2004). O fígado extrai AGNE em proporção direta as concentrações circulantes, sendo o principal ponto de metabolismo destes, ocorrendo: esterificação e secreção de lipoproteínas e densidade muito baixa (LDL); esterificação e acúmulo intracelular como triglicérides; oxidação completa a CO_2 e H_2O e a oxidação parcial a corpos cetônicos ou acetato (GRUMMER, 1993; HERDT, 2000; BUTLER, 2004).

No período pré-parto, a redução na ingestão e as alterações endócrinas colaboram com mobilização de AGNE do tecido adiposo (DRACKLEY, 1999; HOEDEMAKER et al., 2004). O fígado extrai AGNE em proporção direta as concentrações circulantes, sendo o principal ponto de metabolismo destes, ocorrendo esterificação e secreção de lipoproteínas e densidade muito baixa (LDL); esterificação e acúmulo intracelular como triglicérides; oxidação completa a CO_2 e H_2O e a oxidação parcial a corpos cetônicos ou acetato (GRUMMER, 1993; HERDT, 2000; BUTLER, 2004).

Vacas com baixa condição corporal (escala 1-5) apresentam maior probabilidade de não ovularem, principalmente vacas com condições de escore inferior a 2,5, estas normalmente apresentam baixa atividade ovariana ou são anovulatórias, apresentando folículos pequenos a ultra-sonografia. Entretanto, grande quantidade de vacas anovulatórias também é encontrada entre aquelas com bons escores de condição corporal, superior a 2,75, mais de 20% das vacas com escore 3,25 também pode ser anovulatórias (ADAMS, 1992; BRITT, 1992). Em geral, os folículos dessas vacas têm tamanho superior ao observado no estado pré-ovulatório (17 mm a 20 mm), sendo também freqüente o aparecimento de cistos foliculares (>22 mm). Apesar de ser provável que vacas com escore de baixa condição corporal (ECC) não consigam ovular, a maioria das vacas anovulatórias nos rebanhos leiteiros não apresentam escores baixos (WILTBANK et al., 2004).

Vacas de alta produção (acima de 40 kg /dia), mais susceptíveis ao balanço energético negativo (BEN), apresentam ciclos mais curtos devido aos níveis de estrógenos baixos e pela produção insuficiente de esteróides, muitas vezes, essas vacas apresentam metade do nível sérico de estrógeno do que vacas de média produção (\leq a 35kg/dia) vacas que produzem pouco tem baixa taxa de ovulação dupla ao contrário de vacas de alta produção, que pode chegar a 50%, ocasionando até 20% de partos gemelares (GINTHER, 1989). Animais com média produção têm maior taxa de produção de estrógeno. Portanto, vacas de baixa e alta produção têm uma probabilidade semelhante de entrar em uma condição anovulatória, onde vacas magras (< 2,5 ECC) pode chegar a 83%, vacas (2,75) pode chegar a 38,2%, vacas (3,00) pode chegar a 34,4%, vacas (3,25) pode chegar a 21,8% e vacas com ECC maior que

3,25 a 18% (GINTHER, 1996; WILTBANK et al., 2004). Foi proposto por Wiltbank et al. (2004), que a porcentagem do rebanho que não está ciclando entre os dias 65 a 75 de lactação, não pode ultrapassar 20 a 30% que pode ser verificado pelas concentrações plasmáticas de progesterona e na ultra-sonografia baseado no tamanho dos folículos ovulatórios (> 25 mm).

O balanço energético negativo interfere primariamente com a habilidade do eixo hipotalâmico-hipofisário em desenvolver um padrão de hormônio luteinizante (LH) necessário para estimular o desenvolvimento folicular e a ovulação. Secundariamente, o déficit de energia e a baixa concentração de insulina durante este período podem limitar a responsividade dos ovários a estimulação pelas gonadotrofinas (BUTLER, 2004). A magnitude do balanço energético negativo influencia o desenvolvimento folicular, o intervalo entre o parto e a primeira ovulação e a taxa de concepção ao 1º serviço, além disso, as vacas que não apresentam estro nos primeiros 30 dias pós-parto requerem mais serviços por concepção (STAPLES et al., 1990).

Spicer et al. (1990) demonstrou que o balanço de energia entre os dias vinte e sessenta pós-parto foi inversamente relacionado ao número de dias do parto até a primeira ovulação, os mesmos dados corroboram com os resultados obtidos por Beam e Butler (1997), que encontraram correlação positiva entre o número de dias do parto até a primeira ovulação com tempo para o restabelecimento do balanço energético, observando também uma melhoria no desenvolvimento de folículos maiores (> 15 mm) (LARSON, 1992). Vários estudos mostram que a taxa de concepção cai com aumento da perda de ECC, em cerca de 10% para cada 0,5 unidade de ECC (BUTLER, 2001).

Outro possível efeito persistente do BEN no início da lactação é o fato dos oócitos ficarem marcados por condições deletérias no interior do folículo dominante (FD) durante o seu desenvolvimento por um período de sessenta a oitenta dias (BRITT, 1991). O BEN intenso é capaz de prejudicar a competência de desenvolvimento dos oócitos aos oitenta a cento e vinte dias de lactação, que indica a toxicidade das altas concentrações de AGNE durante o período peri-parto, comprometendo o desenvolvimento inicial do embrião, pelos efeitos metabólicos contínuos associados a condições ECC menores que 2,5 em vacas de alta produção (KRUIP et al., 2001).

Britt (1992) sugeriu que a menor taxa de concepção em vacas de leite de alta produção, é explicada por efeitos deletérios do balanço energético negativo no início da lactação, na qualidade dos folículos, influenciando a taxa de concepção pela menor qualidade dos oócitos e quantidade de progesterona secretada pelo corpo lúteo. Quando os folículos são expostos à condições adversas (balanço energético negativo, estresse térmico, doenças

metabólicas) durante o seu desenvolvimento (a foliculogênese dura aproximadamente 60 dias), os efeitos adversos sobre a qualidade dos oócitos ocorreriam 40 a 60 dias seguintes, quando estariam ovulando, gerando quedas aos índices reprodutivos, devido ao atraso da primeira ovulação, falhas na concepção, tanto pelas concentrações inadequadas de progesterona, como pelo efeito negativo causado no oócito liberado após a ovulação. Estratégias de alimentação, saúde e nutrição das vacas em lactação, voltadas ao melhor desempenho reprodutivo devem começar no período de transição (BUTLER, 2008).

3.5 Ácidos graxos e desempenho reprodutivo em vacas leiteiras

Nas últimas décadas, os grandes aumentos na capacidade de produção das vacas leiteiras vêm sendo associados a queda da fertilidade (LUCY, 2004). A taxa de concepção em grandes rebanhos comerciais de leite é de 35% a 40% em vacas multíparas em comparação a 51% em vacas de primeira lactação ou geralmente maior de 65% em novilhas. Mostrando dessa forma que a fertilidade em vacas leiteiras pode diminuir a cada parto (BUTLER, 2004). Com relação à fertilidade na inseminação artificial, a uma relação positiva entre a taxa de concepção e início precoce dos ciclos ovulatórios pós-parto (BUTLER, 2001). A taxa de concepção aumenta com o decorrer dos ciclos, sendo provável que haja uma relação com a melhora do perfil de progesterona (LUCY; CROOKER, 2001).

No período de transição, as concentrações plasmáticas de AGNE e β -hidroxibutirato (BHBA) e o acúmulo de triglicérides no fígado, estão relacionados ao balanço de energia e ao desempenho reprodutivo. Vacas em que o primeiro folículo dominante (FD) pós-parto não ovulou em comparação aquelas que apresentaram folículos ovulatórios, tiveram maiores concentrações plasmáticas desses metabólitos (MARR et al., 2002). A forte relação negativa entre as concentrações de AGNE e BHBA com status ovulatório do folículo dominante mostra que níveis circulantes mais altos podem atuar inibindo a produção de estradiol e a ovulação (SILCOX et al., 1993) Os locais potenciais de inibição estão no hipotálamo, na frequência de pulsos de LH, na sensibilidade folicular e estímulos metabólicos (insulina e IGF-1), enfatizando a importância do metabolismo do fígado e dos ácidos graxos sobre o momento da primeira ovulação pós-parto (TAYLOR; RAJAMAHENDRAN, 1991; STEVENSON; PURSLEY, 1994; BUTLER, 2004).

Depois do parto é esperado que as vacas leiteiras atinjam o pico de produção e que possam ter retorno à atividade reprodutiva (concepção) até a 12 semana de lactação para que possa ser mantido o intervalo entre partos por volta de 13 meses (SANTOS et al., 2004).

Suplementação de gordura na dieta de vacas leiteiras tem influenciado positivamente o desempenho reprodutivo, independentemente do balanço energético da dieta ou da vaca (efeito nutracêutico). Esses efeitos positivos na reprodução incluem um aumento do tamanho do folículo ovulatório, aumento no número de folículos, aumento na concentração plasmática de progesterona e fator de crescimento semelhante a insulina 1 (IGF-1), aumento da fertilidade e sobrevivência do embrião na fase inicial e de reconhecimento materno (WILLIAMS, 1996; BEAM; BUTLER, 1997; STAPLES et al., 1998). Dessa forma, a adição de fontes de gordura suplementar é uma alternativa para diminuir o período do balanço energético e maximizar o desempenho produtivo e reprodutivo no pós-parto.

Os níveis de progesterona aumentam nos três primeiros ciclos ovulatórios no pós-parto com menor evolução nas vacas com maior balanço energético negativo (BEN) refletindo um aumento do metabolismo da progesterona por parte do fígado (VILLA-GODOY et al., 1988; LUCY; CROOKER, 2001). Período inicial crítico do nível ideal de progesterona para concepção parece ser os dias 5 a 7 após a inseminação artificial (BUTLER et al., 1996).

A retomada dos ciclos ovulatórios está associada a uma elevação do IGF-1 plasmático, que está ligado ao status nutricional, concentrações séricas de insulina e balanço energético, que vai determinar os pulsos de LH e a função ovariana (SANTOS, 2005). A adição de gordura suplementar melhora a ingestão de energia, modula a secreção de PGF2 α pelo útero, afeta a dinâmica ovariana, intensifica a função lútea e melhora a fertilidade, mas especificamente, alguns ácidos graxos poderiam ter um efeito sobre a taxa de fertilização e a qualidade embrionária nas vacas leiteiras (THATCHER et al., 2004; SANTOS, 2005).

Na medida em que aumentar as demandas pela síntese de leite, as funções reprodutivas podem ser diminuídas quando uma ingestão compensatória de nutrientes não foi conseguida (VASCONCELOS et al., 2003; SANTOS, 2005). Vacas com uma redução alimentar no pós-parto tem um aumento da mobilização de reservas corporais, que geram uma diminuição da glicose plasmática, insulina e IGF-I, com isso a fertilidade, devido a uma assincronia entre a função hipotalâmica e ovariana que gera uma menor viabilidade dos oócitos e com isso uma menor taxa e fertilização (LUCEY et al., 1986; BRITT, 1992).

A disponibilidade e a composição da dieta são fatores determinantes na ingestão de energia no pós parto de vacas leiteiras, estratégias de manejo nutricional desde o pré-parto tem se constituído uma forma importante de alcançar esta meta (SANTOS, 2005). A privação

de energia reduz a frequência e pulsos de LH, comprometendo desta forma a maturação do folículo e a ovulação. Além disso, a baixa ingestão de energia inibe o comportamento estral porque reduz a responsividade do sistema nervoso central ao estradiol, devido a uma redução do número de receptores do estrogênio no hipotálamo (HILEMAN et al., 1999).

Vacas em melhor balanço energético possuem níveis inter-foliculares maiores de IGF-1 e plasmáticos de progesterona e, portanto são capazes de produzir oócitos bons (KENDRICK et al., 1999) a grande maioria de vacas alimentadas com sais de cálcio de cadeia longa, apresentam um aumento no número de folículos de classe média (6-9mm) e folículos antrais (3-5mm) Butler (1998).

É interessante observar que a suplementação com gordura (óleo de peixe) é capaz de elevar as concentrações plasmáticas de GH em vacas leiteiras cíclicas, estimulando a produção de IGF-1 (THATCHER et al., 2004), uma vez que a intensa seleção para maior produção em bovinos leiteiros, vem mudando o perfil endócrino das vacas ao longo dos anos, de forma que as mudanças ocorridas nas concentrações de GH e prolactina no sangue, ocasionou uma concomitante diminuição da insulina (BONCZECK et al., 1988), portanto comprometendo alguns efeitos do IGF-1, já que este utiliza alguns receptores da insulina para agir em alguns tecidos, incluindo o ovário (THATCHER et al., 2004).

Vacas de alta produção ovulam folículos maiores, mas apresentam concentrações reduzidas de estradiol séricos e de progesterona com maior volume de tecido lúteo (4), caracterizando uma falta de conexão entre os hormônios esteróides circulantes e diâmetro do folículo e CL, estando possivelmente relacionado a duas principais causas: 1^a) de que os folículos são menos ativos em termos de esteroidogênese em vacas em lactação, por insuficiência de hormônios estimulatórios circulantes (IGF-1), falta de substrato para esteroidogênese (Baixos níveis de colesterol, HDL, VLDL circulantes principalmente no início de lactação) ou de vias esteroidogênicas de hormônios esteróides a medida que a produção de leite aumento, com o metabolismo hepático (WILTBANK et al., 2006). O aumento das médias de produção de leite por vaca por ano tem consideravelmente diminuído a taxa de concepção ao 1º serviço, porém sem alterar significativamente o período de serviço, pois as propriedades com vacas de maior produção de leite tem compensado esta menor taxa de concepção, devido o aumento da produção de leite, com aumento da eficiência da detecção de cio (VASCONCELOS, 2003).

Vacas em anestro apresentam liberação de FSH, porém os folículos dominantes falham em ovular, pois não produzem suficiente estradiol para estimular pico de LH e ovulação, portanto para estimular o retorno a ciclicidade é necessário protocolos que auxiliem na

pulsatilidade de LH e conseqüentemente no desenvolvimento folicular, além disso, as concentrações sub-luteais de progesterona (P4) aumenta a frequência de pulsos de LH e o período de manutenção do folículo dominante (FORTUNE, 1994).

3.5.1 Dinâmica folicular

A dinâmica ovariana é um processo regulado pela proliferação e diferenciação de elementos referentes às células somáticas e germinativas. Vários fatores e sinais tanto extra-ovarianos como reguladores intra-foliculares autócrinos e parácrinos regulam o crescimento folicular para que o folículo possa atingir a dominância e ovular (WEBB; CAMPBELL, 2008). O desenvolvimento folicular em bovinos leva cerca de 4 a 5 meses, sendo que de 3 a 4 meses é gasto nos estágios pré-antrais de desenvolvimento (GOUGEON, 1996). O controle dos estágios finais da foliculogênese está relacionado principalmente gonadotropinas (FSH e LH) e a expressão de fatores de crescimento modulam a ação das gonadotropinas durante essa fase do desenvolvimento folicular (CAMPBELL et al., 1995; WEBB et al., 1999).

O anestro pós-parto em vacas leiteiras pode ser ocasionado por uma nutrição inadequada de energia, vitaminas e minerais; por doenças metabólicas ou infecciosas que geram um estado de convalescença, que o animal venha a perder demasiadamente reservas corporais; ou pelo seu mérito genético para produção de leite, de modo a interferir na funcionalidade do eixo hipotalâmico-hipofisário e não estimule adequadamente a restauração do crescimento de folículos no pós-parto. No início da lactação, durante o período de transição (3 primeiras semanas pós-parto) são necessárias para a involução uterina, reposição dos estoques hipofisários do hormônio luteinizante (LH) e iniciação do crescimento de ondas foliculares, portanto é extremamente importante tentar estabelecer um consumo de matéria seca adequado durante o início da lactação para minimizar problemas e conseguir melhores índices reprodutivos (YAVAS et al., 2000; BUTLER 2008).

A dinâmica folicular é bem variável no início do pós parto em vacas leiteiras, sendo regulado pela expressão de receptores nas células da granulosa e da teca, que irá resultar na regulação da atividade dos hormônios gonadotrópicos e dos fatores de crescimento no ovário, de modo que o aumento das concentrações circulantes de insulina e IGF-1 parece aumentar o número de folículos responsivos a gonadotropinas ($\geq 3\text{mm}$) (GONG et al., 1997; WEBB; CAMPBELL, 2008) Algumas vacas, em torno de 15 dias após o parto, apresentam ovários

sem crescimento de folículo >10mm, embora outras vacas possuam folículos >10mm, com aproximadamente (LEWIS et al., 1984).

Em vacas que possuem um folículo dominante (≥ 10 mm), por volta da segunda ou terceira semana pós-parto, a emergência folicular ocorre de forma sincronizada com a redução dos níveis circulantes estrógeno, de modo que o efeito inibitório do estrógeno na liberação de FSH esteja minimizado. Portanto, o desenvolvimento folicular não é o fator limitante na recuperação da ciclicidade pós-parto, e que, a capacidade ovulatória dos folículos da primeira onda está associada a concentração de IGF-I, LH e ao balanço energético (RHODES et al., 1996; BEAM; BUTLER, 1997).

O anestro pós-parto em vacas leiteiras está associado a uma inadequada frequência de pulsos de LH, que é caracterizado por uma depleção nos seus níveis circulantes, que parece ser mais extenso em primíparas, de modo a aumentar o intervalo a primeira ovulação, entretanto quando consegue-se estabelecer uma melhora na ingestão de nutrientes no período de transição, o ciclo estral pode ser restabelecido, juntamente com taxa normal de prenhez (LUCY et al., 1992; DRACKLEY, 2000). As alterações no metabolismo durante períodos de BEN podem influenciar folículos pré-centrais destinado a ovular mais tarde, gerando um impacto sobre a qualidade e viabilidade do oócito e do CL resultante daquela ovulação (SANTOS, 2005).

A anovulação pode ser classificada em categorias em crescimento e níveis séricos de estradiol (LUCY, 2005). Vacas com ECC 2,5 ou inferior tem uma maior probabilidade de serem anovulatórias e com folículos pequenos e ovários pequenos e firmes a palpação (WILTBANK, 2004). Vacas leiteiras com baixa condição corporal no início da lactação, normalmente, apresentam uma redução nas concentrações sanguíneas da maioria dos hormônios metabólicos, que atuam como reguladores tanto da atividade ovariana como dos mecanismos relacionados a secreção de hormônios hipotalâmicos e hipofisários. Portanto, o intervalo a primeira ovulação é influenciado pela nutrição, entretanto, superar uma limitação não necessariamente irá recuperar a função ovariana com fertilidade normal, pois podem ocorrer anomalias como a suspensão temporária de fases lúteas, ou um prolongamento da mesma e isso pode alterar a capacidade esteroidogênica (OPSOMER et al., 2000; ROCHE et al., 2000; LUCY, 2005). O intervalo anovulatório no pós-parto de vacas leiteiras está relacionado ao período de balanço energético negativo que é variável em função do consumo de matéria seca, que é determinado pelo potencial genético da vaca, que influenciará diretamente no perfil metabólico e endócrino (BUTLER, 2008).

A associação metabólica e endócrina da lactação pode afetar o desenvolvimento folicular, a qualidade do oócito, de modo a influenciar negativamente a fertilidade da vaca, gerando períodos anovulatórios prolongados (BRITT, 1992; BUTLER, 2008). As mudanças na dinâmica folicular podem também ser obtidas pela suplementação com fontes de gordura ovariana aos hormônios metabólicos, como GH, IGF-1 e as gonadotrofinas (LH e FSH).

Após o parto, ocorre um aumento gradativo com concomitante pico de FSH na primeira semana provavelmente resultante da redução dos níveis de estradiol. Em seguida ocorre a primeira onda folicular em média aos 4 a 12 dias pós-parto (WILTBANK et al., 2006). Algumas vacas ovulam esta primeira onda folicular, mais de maneira a primeira ovulação ocorrerá em média aos $33,3 \pm 2,1$ dias em vacas holandesas. Vacas em condição de pastejo apresentam em média 4,2 ondas antes da primeira ovulação, atribuindo ao balanço energético negativo (BEN) e redução nos pulsos de LH (BEAM; BUTLER, 1999). O aumento da pulsatilidade de LH estimula a maturação do folículo dominante, que irá produzir estradiol até um limiar para desencadear o pico de LH. A duração do anestro pós parto depende da condição corporal e o nível de balanço energético negativo, pois vacas em balanço energético negativo tem concentrações séricas de insulina e IGF1 mais baixas, que influenciam a secreção de GnRH e LH, estes mesmos metabólitos e hormônios podem atuar sobre o ovário para influenciar a sensibilidade do ovário ao FSH (BEAM; BUTLER, 1999; LUCY, 2000)

Vacas de alta produção apresentam um intervalo maior de até 8 a 14 dias até a primeiro estro detectado pós-parto. Em um estudo sobre a correlação entre as vacas anovulatórias e o nível de produção, os autores concluíram que a alta produção leiteira não causa condições anovulatórias, mas as vacas que freqüentemente produzem mais leite apresentam condições anovulatórias (WILTBANK et al., 2006).

Outro problema relacionado com as vacas leiteiras no início do pós-parto é a ocorrência de ciclo curto (“short cycle”), que se caracteriza por regressão prematura do corpo lúteo resultante da primeira ovulação pós-parto, causando alteração na duração do ciclo. Provavelmente ocorre devido a liberação prematura de prostaglandina $F2\alpha$ ($PGF2\alpha$) pelo endométrio. A primeira ovulação pós-parto geralmente ocorre sem a manifestação de estro e é seguida por um ciclo curto (8 a 12 dias) na maioria das vacas. De acordo com Guilbault et al. (1987), o útero no pós-parto produz maiores quantidades de $PGF2\alpha$, e quando ocorre a primeira ovulação, não havendo prévia exposição a progesterona, esta maior concentração de $PGF2\alpha$, lisa o corpo lúteo assim que o mesmo fica responsivo, resultando numa fase lutea curta (RIVERA et al., 1998).

Em um estudo com vacas holandesas múltíparas usando fontes como sebo (SB) (1,65% da MS da dieta) ou Sais de Cálcio de óleo de peixe e óleo de palma (SCaOP) (1,8 % da MS da dieta), a partir do 25º de lactação, até 145º de lactação, os autores sugeriram que um sal de Ca de ácido graxo Omega 3, seria capaz de modular a síntese uterina de prostaglandina e dessa forma contribuir com a sobrevivência do embrião de vacas leiteiras em lactação (JUCHEM et al., 2002; SANTOS, 2005). Neste estudo, o desempenho reprodutivo foi similar para os dois tratamentos, onde a condição de temperatura foi o fator importante na diferença de alguns resultados, onde, as vacas que receberam SCaOP tiveram menores perdas de prenhez, quando avaliadas entre os dias 28 e 39 pós-parto (4,8 % vs 10,8 %) (JUCHEM et al., 2002). Em uma condição de estresse térmico, a perda de prenhez avaliada após a segunda Inseminação artificial, entre os dias 39 e 63 pós-parto, foi menor para vacas que receberam sebo em comparação ao grupo suplementado com SCaOP (4,5 % Vs 13 %). As taxas de prenhez em condições de termoneutralidade (até 24° C) foram maiores para as vacas suplementadas com SCaOP do que para o Sebo (39,2 Vs 33,5) no 39º dia de lactação. As mesmas taxas medidas no mesmo período, mas em uma condição de estresse térmico as vacas que receberam Sebo, mostraram uma superioridade (37,7%) em comparação ao grupo ScaOP (25%) (SANTOS, 2005).

3.5.2 Desempenho reprodutivo

A taxa de concepção pode ser melhorada com a utilização de gordura protegida em até 15%, além de uma melhor expressão de estro (6%), maior atividade ovariana (5,9%) (STAPLES et al., 1998). O uso de sais de cálcio ricos em ácidos graxos Omega 6 e trans na alimentação desde o período de transição até 75 dias pós-parto, com 1,9 % de gordura na matéria seca da dieta no pré-parto (em torno de 250 gramas por vaca por dia) e 1,5 % da matéria seca da dieta no pós-parto (JUCHEM et al., 2004) com sais de cálcio de óleo de palma, ou sais de cálcio de ácido linoléico e uma mistura de ácidos graxos monoenóico trans, também é capaz de aumentar a taxa de concepção na primeira inseminação artificial no pós-parto, nesse estudo a taxa de concepção foi mais alta pra vacas alimentadas com AGLT do que para vacas alimentadas com óleo de palma (36,1 Vs 28,1, P= 0,09).

Thatcher e Billy (2004) realizaram estudo para avaliar os efeitos dos ácidos graxos não degradados no rúmen de óleo de peixe e a aplicação BST (500 mg) no momento da IA, para

avaliar os parâmetros endócrinos e reprodutivos (função uterina e ovariana, expressão de genes no útero e no desenvolvimento do feto no dia 17 em vacas leiteiras em lactação e cíclicas, utilizando o óleo de semente de algodão inteiro (15% da MS – controle) e sais de cálcio de óleo de peixe (1,9% da MS). As dietas possuíam concentrações de extrato etéreo (EE) (5,7%), carboidratos não Fibrosos (CNF) (36%) proteína bruta (PB) (18%) e ELL (1,7 Mcal/kg). Todas as vacas em lactação e cíclicas foram submetidas ao protocolo de IATF Presynch Ovsynch, juntamente com a aplicação de rBST no momento da inseminação e 11 dias após. As vacas foram abatidas 17 dias após a IATF e foram avaliadas as concentrações de GH e IGF-1. As concentrações desses hormônios foram maiores em vacas prenhez, em comparação as cíclicas, no entanto, no grupo das vacas cíclicas suplementadas com óleo de peixe estas concentrações foram maiores. As concentrações desses hormônios foram maiores em vacas prenhez, às cíclicas, no entanto, no grupo das vacas cíclicas suplementadas com óleo de peixe estas concentrações foram maiores.

O BST é capaz de estimular o aumento de 79% dos níveis de IGF-1 (> 250 mg/mL), que pode contribuir com o aumento do desenvolvimento do feto e os parâmetros de interferon-tau. Embora o nível de GH no plasma fosse acentuadamente elevado em vacas cíclicas suplementadas com óleo de peixe que receberam BST, as concentrações de IGF-1 permaneceram baixas, refletindo as possíveis interações das fontes de gordura sobre os parâmetros ovarianos e metabólicos (TCHATCHER et al., 2004). Os mesmos autores sugeriram que talvez possa haver um nível ideal das concentrações plasmáticas de IGF-1 para a prenhez, que parece estar entre 150 e 400 mg/mL.

Vacas com produção superior a 40kg/dia apresentam redução do tempo do estro (DONALDSON, 1968; FOOTE, 1975), monitorado pelo sistema Heatwatch em comparação a vacas de menor produção, de $6,2 \pm 0,5$ hora para $10,9 \pm 0,7$ hora respectivamente (HEERSCHER; NEBEL, 1994; WILTBANK et al., 2001). A sincronização do estro visa o controle preciso deste, possibilitando a inseminação artificial em tempo fixo (IATF) que é uma ferramenta muito importante para melhoria de índices de fertilidade na propriedade leiteira, uma vez que a taxa de observação de cios não alcança índices satisfatórios na maioria das fazendas (THATCHER et al., 2004). Outras vantagens da sincronização de cios esta na concentração da mão de obra em determinados dias da semana, contribuindo com uma melhor organização da atividade leiteira; melhor controle de índices reprodutivos e zootécnicos na propriedade, devido ao maior acompanhamento de cada vaca; diminuição do número de vacas anovulatórias (FOLMAN et al., 1980; KASTELIC et al., 1990; ARCHIBALD et al., 1992; BO et al., 1994; BODENSTEINER et al., 1996; FRICKE et al., 1998; WILTBANK, 2004).

O implante de progesterona em vacas em anestro, mantém a progesterona em nível sub-luteal, aumentando a pulsatilidade de LH, permitindo que o folículo continue crescendo e, devido maior produção de estradiol, possa ocorrer pico de LH e ovulação. Portanto os protocolos de sincronização da ovulação em vacas em anestro devem utilizar implantes de progesterona ou progestágenos (VASCONCELOS et al., 2000), pois também diminuem a concentração de metabólitos de $\text{PGF2}\alpha$ (PGFM). Rivera et al. (1998), comparando vacas pós-parto que receberam implante de progesterona ou não, observaram que não houve regressão prematura do corpo lúteo no grupo tratado, enquanto nos animais sem implantes todos tiveram regressão prematura.

As estratégias de programação da ovulação têm sido baseadas no controle do tempo de vida do corpo lúteo com prostaglandinas, na indução da ovulação com GNRH ou no impedimento do estro com o uso de tratamentos á base de progestágenos. As prostaglandinas sozinhas não proporcionam uma sincronia satisfatória; a administração de GNRH pode parcialmente resolver este problema (THATCHER et al., 2004).

Vacas leiteiras acíclicas necessitam de um aporte de progesterona, que pode ser feito através de dispositivos intravaginais, capazes de induzir até 75% de ciclicidade ou progestágenos (WILTBANK et al., 2007). Vacas leiteiras com alta concentração plasmática de P4 ($> 1 \text{ mg/mL}$) após a primeira injeção de GNRH e no momento da aplicação de $\text{PGF2}\alpha$, tem aumento de até 21,2% nas taxas de prenhez comparado a vacas com concentrações menores. Esse aumento pode ser observado em vacas pré-sincronizadas (MOREIRA et al., 2001).

A utilização de implantes de progesterona justifica-se quando se deseja um aumento na taxa de sincronização, pois o numero de ondas de crescimento folicular por ciclo é um fator determinante no momento adequado da estimulação hormonal nos protocolos de sincronização (VASCONCELOS et al., 2000).

4 MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 Local, Instalações e Animais

Este experimento foi conduzido nas dependências do Laboratório de Pesquisa em Bovinos de Leite do Departamento de Nutrição e Produção Animal (VNP) da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo (FMVZ-USP), em Pirassununga, no período de 04 de maio de 2008 a 21 de abril de 2009. Foram utilizadas 30 vacas da raça Holandesa, múltiparas e gestantes, com parto previsto para 35 dias após o início do fornecimento das rações experimentais. Os animais foram distribuídos aleatoriamente em delineamento inteiramente casualizado, e avaliados durante o período pré-parto, ao parto, e até o 84º dia de lactação (12 semanas pós-parto). As vacas foram alojadas em estábulo tipo “free-stall”, providos de separação individual, de forma que cada animal permanecia em sua respectiva baía, de forma a possibilitar controle individual do consumo de alimentos.

Os animais que foram selecionados apresentaram características semelhantes entre si para melhor distribuição nas rações avaliadas. As variáveis utilizadas para a seleção dos animais foram a produção de leite na lactação anterior, peso corporal e escore de condição corporal 30 dias antes do parto, ordem de partos, duração do período seco e do intervalo de partos.

4.2 Rações Experimentais e Análise de Alimentos

Os animais foram distribuídos aleatoriamente para receber as seguintes rações experimentais, sendo: 1) controle (C), composto por ração basal com aproximadamente 2,5% de extrato etéreo; 2) óleo de soja (OS), composto por ração com aproximadamente 5,5% de extrato etéreo, baseada na inclusão de 3,0% de óleo de soja no concentrado; e 3) sais de cálcio de ácidos graxos insaturados (Megalac-E®, Química Geral do Nordeste e Arm & Hammer,

Inc.) (SC), composto por ração com aproximadamente 5,5% de extrato etéreo, baseada na inclusão de 3,0% de sais de cálcio de ácidos graxos insaturados no concentrado.

As rações experimentais foram fornecidas a partir de 35 dias da data de parto prevista, e fornecidas até o 84º dia pós-parto. O início do fornecimento das rações experimentais foi iniciado no 35º dia em relação à data de parto prevista para que as vacas fossem alimentadas com as rações experimentais no mínimo 21 antes do parto, na eventualidade de algum parto ser antecipado. Na média, as vacas pariram com sete dias de antecedência em relação à data prevista, de forma que todas as vacas receberam as rações experimentais no mínimo três semanas antes do parto previsto.

As rações foram formuladas de acordo com o NRC (2001) para os períodos pré e pós-parto. Cada animal recebia a mesma ração durante todo o período experimental, respeitando a especificação das rações, ou seja, ração de vaca pré e de pós-parto. Assim, durante todo o experimento, as vacas submetidas às rações controle, óleo de soja e sais de cálcio recebiam a mesma concentração de extrato etéreo independentemente do período em relação ao parto.

O volumoso utilizado durante todo o período experimental foi à silagem de milho, e as rações foram fornecidas na forma de ração completa, com o concentrado misturado ao volumoso. As respectivas rações e água foram fornecidas “ad libitum” durante todo período experimental. A proporção dos ingredientes e nutricional do concentrado e ração total, assim como a respectiva composição bromatológica, encontram-se nas tabelas 1 e 2.

Diariamente foram feitas pesagens das quantidades dos volumosos e concentrados fornecidos e das sobras de cada ração experimental, para estimativa do consumo individual. Os animais foram arraçoados de acordo com o consumo de matéria seca no dia anterior, de forma a ser mantido porcentual de sobras das dietas, diariamente, entre 5 e 10% do fornecido para não haver limitação de consumo. Foram coletadas amostras diárias dos alimentos fornecidos e sobras, que foram misturadas e retiradas amostra composta referente ao período de uma semana. As amostras coletadas foram armazenadas a -20°C para posteriores análises químico-bromatológicas no Laboratório de Nutrição Animal do VNP-FMVZ-USP.

Nos alimentos fornecidos e nas amostras de sobras foram analisados os teores de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), matéria mineral (MM), extrato etéreo (EE), proteína bruta (PB), nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NIDN), nitrogênio insolúvel em detergente ácido (NIDA) e lignina de acordo com as metodologias descritas por Silva e Queiroz (2002). O teor de proteína bruta (PB) foi obtido pela multiplicação do teor de nitrogênio total por 6,25.

Os carboidratos totais (CT) foram calculados segundo Sniffen et al. (1992), em que: $CT = 100 - (\%PB + \%EE + \%MM)$. Os teores de carboidratos não-fibrosos (CNF) foram estimados segundo Hall (1998) onde: $CNF = 100 - [(\%PB - \%PB \text{ Uréia} + \% \text{ Uréia}) + \%EE + \%MM + \%FDN]$. Os nutrientes digestíveis totais foram calculados conforme equações do NRC (2001), em que: $NDT = CNFD + PBD + (AGD * 2,25) + FDND - 7$, onde PBD, CNFD, FDND e AGD representam o total destes nutrientes digestíveis. Os nutrientes digestíveis totais observados $NDT = PBd + FDNd + (EEd * 2,25) + CNFd$ foram calculados de acordo com Weiss et al. (1992).

Tabela 1 – Composição em ingredientes e nutricional dos concentrados experimentais durante os períodos pré e pós-parto, segundo as rações experimentais, e da silagem de milho

Ingrediente (%MS)	Concentrados experimentais					
	Pré-parto			Pós-parto		
	C ¹	OS ²	SC ³	C ¹	OS ²	SC ³
Milho moído	53,56	41,31	41,31	51,49	47,00	47,77
Farelo de soja	37,91	37,87	37,87	41,77	40,20	40,20
Megalac-E	-	-	11,97	-	-	6,25
Óleo de soja	-	11,97	-	-	5,70	-
Uréia	3,88	4,20	4,20	0,74	1,09	1,09
Sulfato de amônia	0,32	0,32	0,32	0,09	0,09	0,09
Bicarbonato de sódio	-	-	-	1,53	1,53	1,53
Óxido de magnésio	-	-	-	0,38	0,38	0,38
Fosfato bicálcico	0,32	0,32	0,32	1,04	1,04	1,04
Calcáreo	1,60	1,60	1,60	1,87	1,87	0,55
Nutron vitmin ⁴	1,12	1,12	1,12	0,49	0,49	0,49
Nutron vitabovi 500 ⁵	0,64	0,64	0,64	-	-	-
Sal comum	0,64	0,64	0,64	0,60	0,60	0,60

¹Controle; ² óleo de soja; ³Sais de cálcio de ácidos graxos (Megalac-E®).⁴Composição por kg do produto: Mg-10g; S-9g;; Zn-23.750mg; Cu-5625mg; Mn-18125mg; Fe-5.000mg; Co-125mg; I-312mg; Se-144mg; F (máx.) 900mg; vit. A- 2000UI; vit E - 12500mg; vit D - 5000UI .

⁵Composição por kg do produto: Vit. A- 8000UI; vit E - 50000mg; vit D - 2300UI.

Tabela 2 – Composição em ingredientes e nutricional das rações experimentais durante os períodos pré e pós-parto, segundo as rações experimentais

Ingrediente (%MS)	Rações experimentais					
	Pré-parto			Pós-parto		
	C ¹	OS ²	SC ³	C ¹	OS ²	SC ³
Silagem de milho	75,02	75,02	75,02	47,02	47,02	47,02
Milho moído	13,38	10,32	10,32	27,28	24,90	25,31
Farelo de soja	9,47	9,46	9,46	22,13	21,30	21,30
Megalac-E	-	-	2,99	-	-	3,31
Óleo de soja	-	2,99	-	-	3,02	-
Uréia	0,97	1,05	1,05	0,39	0,58	0,58
Sulfato de amônia	0,08	0,08	0,08	0,05	0,05	0,05
Bicarbonato de sódio	-	-	-	0,81	0,81	0,81
Óxido de magnésio	-	-	-	0,20	0,20	0,20
Fosfato bicálcico	0,08	0,08	0,08	0,55	0,55	0,55
Calcáreo	0,40	0,40	0,40	0,99	0,99	0,29
Nutron vitmin ⁴	0,28	0,28	0,28	0,26	0,26	0,26
Nutron vitabovi 500 ⁵	0,16	0,16	0,16	-	-	-
Sal comum	0,16	0,16	0,16	0,32	0,32	0,32
Nutrientes						
Matéria seca	47,54	47,81	47,45	61,80	61,94	61,53
Matéria orgânica	92,41	92,58	91,84	92,51	92,68	92,84
Matéria mineral	7,58	7,41	8,15	7,49	7,32	7,16
Proteína bruta	15,68	15,12	15,12	18,79	18,68	18,72
Extrato etéreo	2,73	5,59	5,05	2,83	5,69	5,41
FDN ⁶	47,21	46,56	46,56	36,24	35,60	35,69
FDA ⁷	29,82	29,54	29,54	21,21	21,00	21,02

¹Controle; ² óleo de soja; ³Sais de cálcio de ácidos graxos (Megalac-E®). ⁴Composição por kg do produto: Mg-10g; S-9g; Zn-23.750mg; Cu-5625mg; Mn-18125mg; Fe-5.000mg; Co-125mg; I-312mg; Se-144mg; F (máx.) 900mg; vit. A- 2000UI; vit E – 12500mg; vit D – 5000UI. ⁵Composição por kg do produto: Vit. A- 8000UI; vit E – 50000mg; vit D – 2300UI.

Os teores de fibra detergente neutro (FDN), fibra detergente neutro livre de cinza e proteína (FDNcp), e fibra detergente ácido (FDA) foram obtidos conforme método descrito por Van Soest et al. (1991), utilizando-se α -amilase e sem adição de sulfito de sódio na determinação do FDN, em Sistema Ankon®.

4.3 Produção e Teor de Gordura do Leite

As vacas foram ordenhadas mecanicamente duas vezes ao dia, as 6:30 e as 15:30 horas, sendo a produção de leite registrada diariamente durante todo o período experimental. A

produção de leite foi corrigida para 3,5% de gordura (PLC) segundo fórmula de Sklan et al. (1992), onde $PLC = (0,432 + 0,1625 * \text{teor de gordura do leite}) * \text{kg de leite}$.

As amostras utilizadas para análise do teor de gordura do leite foram obtidas semanalmente durante todo o período experimental, sendo cada amostra proveniente das duas ordenhas diárias. Após o parto foi iniciada a coleta de leite para análises laboratoriais a partir do quinto dia de lactação. As análises foram realizadas no Laboratório de Tecnologia de Produtos de Origem Animal do VNP-FMVZ-USP.

4.4 Avaliação do Escore de Condição Corporal e Peso Corporal

O escore de condição corporal (ECC) e o peso corporal foram avaliados durante todo o período experimental. As mensurações do ECC foram realizadas a intervalos semanais, segundo metodologia proposta por Wildman et al. (1982) e desenvolvida por Edmonson et al. (1989). Os animais foram pesados semanalmente, logo após a ordenha da manhã, e no dia do parto (nas primeiras 24 horas pós-parto). Foram avaliadas as mudanças de peso durante o período pré-parto, ao parto e em todo período pós-parto.

4.5 Parâmetros Sanguíneos

As coletas de sangue foram realizadas semanalmente durante todo o período experimental por punção da veia e/ou artéria coccígea, anteriormente ao fornecimento das rações no período da manhã. Também, foi coletado sangue das vacas nas primeiras 24 horas após o parto. As amostras foram coletadas em tubos vacuolizados (vacutainer) de 10 ml para dosagem dos parâmetros sanguíneos glicose, ácidos graxos não-esterificados, beta-hidroxibutirato, triglicerídios, colesterol total, colesterol-HDL, e do hormônio progesterona.

Imediatamente após coleta as amostras foram coletadas refrigeradas e centrifugadas a 2000 g durante 15 minutos, para a separação do soro. O centrifugado obtido foi transferido para tubetes plásticos, identificados e armazenados a -20°C, até o procedimento das análises laboratoriais.

As análises das concentrações dos parâmetros sanguíneos foram realizadas no Laboratório de Bioquímica e Fisiologia Animal do VNP-FMVZ-USP, por meio de kits comerciais (Laborlab®, Celm®, Randox®) que utilizam método enzimático colorimétrico de ponto final, ou cinético. A leitura foi realizada em analisador automático de bioquímica sanguínea (Sistema de Bioquímica Automático SBA-200 - CELM®) e em leitora de microplacas (Marca Asys, Modelo Expert Plus-UV).

As concentrações de colesterol-LDL e colesterol-VLDL também foram determinadas indiretamente, por meio de fórmulas, onde: VLDL colesterol (mg/dl) = (concentração de triglicérides/5) e LDL colesterol (mg/dl) = Colesterol Total - (HDL Colesterol + VLDL Colesterol) (FRIEDEWALD et al., 1972).

A concentração de progesterona no soro foi analisada no Laboratório de Dosagens Hormonais do Departamento de Reprodução Animal da FMVZ-USP, em São Paulo. Foi utilizada a técnica de radioimunoensaio (RIA) utilizando-se o kit comercial Progesterona Coat-a-Count® P4 (Diagnostics Products Corporation, Los Angeles, CA).

4.6 Ultra-sonografia Ovariana e Desempenho Reprodutivo

As vacas submetidas às rações experimentais foram avaliadas por meio de ultra-sonografia ovariana diariamente a partir do 14º dia pós-parto, conforme apresentado na figura 1. Os animais foram avaliados pela manhã, após a ordenha e antes do fornecimento das rações experimentais até o 65º dia de lactação. A avaliação ultra-sonográfica da dinâmica folicular foi realizada por via transretal, utilizando aparelho de ultra-som portátil, marca Aloka, modelo SSD-500, acoplado a transdutor linear de 5 mhz, pertencente ao Departamento de Reprodução Animal da FMVZ-USP.

Os ovários foram mapeados registrando-se o diâmetro e o número total de folículos (NT), o número de folículos presentes nos ovários direito e esquerdo (NOD e NOE), presença de corpo lúteo e presença de cistos foliculares. Retrospectivamente foram determinados os dois maiores folículos, sendo classificados como folículo dominante (FD) e folículo subordinado (FS). Também foram estudadas as variáveis número de folículos dentro das classes 1, 2, 3 (de 3 – 5 mm, de 6 – 9 mm, > 9 mm de diâmetro, respectivamente), identificação do corpo lúteo (CL) e mensuração de sua área.

O folículo dominante foi determinado como sendo o maior folículo acima de 8,5 mm no início da onda de crescimento folicular, que persistiu por mais de 5 dias e ovulou, ou que chegou a diâmetro máximo e regrediu. Os cistos foliculares foram determinados como aqueles folículos maiores que 25 mm, que persistiram por mais de 5 dias e geraram ou não alterações comportamentais nas vacas (BEAM; BUTLER, 1998).

De forma a avaliar a ocorrência de estros, durante todo o período experimental as vacas em lactação foram monitoradas visualmente para detecção de estros durante 40 minutos, duas vezes ao dia, no período da manhã (06:00 às 07:00h) e à tarde (16:00 as 17:00h).

Em relação à eficiência reprodutiva foram avaliadas as seguintes variáveis: intervalo parto- pélvico (parto-pel), compreendido como o tempo necessário para a regressão uterina e retorno do útero a posição mais próxima a pelve da vaca; dias até a 1ª ovulação (OV1); tamanho (mm) do folículo pré-ovulatório da primeira ovulação (FPO1); tamanho (mm) do corpo lúteo da primeira ovulação (CL1); tamanho do folículo dominante no momento da IATF (FDIATF), e taxa de prenhez à IATF (PIATF).

Após a avaliação ultra-sonográfica transretal no 65º dia de lactação, as vacas foram liberadas para receberem protocolo hormonal para sincronização do estro e realização da inseminação artificial em tempo fixo (IATF). Os hormônios utilizados para a realização do protocolo de IATF foram: dispositivo intravaginal de progesterona em forma de “T” (Eazi-breed CIDR®, contendo 1,9 g de progesterona; Pfizer Saúde Animal); benzoato de estradiol (Gonadiol®, contendo 1 mg de benzoato de estradiol/ml; Schering-Plough); prostaglandina F2 α (PGF2 α); (Sincrocio®, contendo 2,5 mg de cloprostenol sódico/ml; Ouro-Fino Saúde Animal); gonadotrofina coriônica equina (ECG) (Folligon®, contendo 200 u.i de ecg/ml; Intervet Schering-Plough) e hormônio liberador de gonadotrofinas (GNRH) (Fertigen® contendo 50 μ g de acetato de fertirelina/ml; Schering-Plough). Todos os tratamentos hormonais, exceto o dispositivo intravaginal, foram realizados por via intramuscular, conforme apresentado na figura 2.

O protocolo de IATF utilizado foi caracterizado pela administração de 2 mg de benzoato de estradiol (Gonadiol®) e a aplicação de um implante de progesterona (Eazi-breed CIDR®) no início do protocolo (D0). O dispositivo intravaginal de progesterona permaneceu por oito dias (D8), quando era retirado e em seguida era aplicado dose de 2 ml de PGF2 α (Sincrocio®) e dose de 500 u.i (2,5 ml) de gonadotrofina coriônica equina (ECG) (Folligon®) 48 horas após a retirada do implante. No 10º dia do programa de IATF (D10) foi aplicado 100 μ g (2ml) de GNRH e após 8 a 10 horas as vacas eram inseminadas, segundo metodologia descrita por Souza (2008).

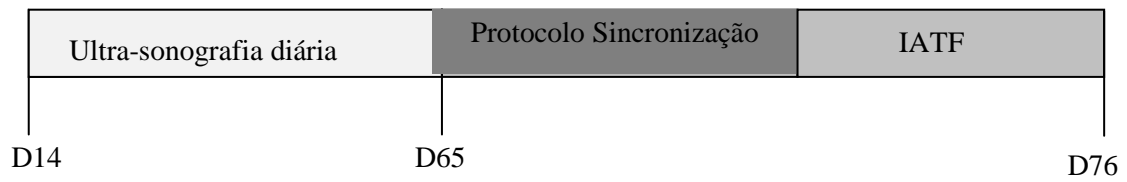


Figura 1 - Representação esquemática dos dias de lactação relativo ao período de monitoramento da atividade ovariana, do protocolo de sincronização do estro e da ovulação, do dia da inseminação artificial em tempo fixo (IATF) e dos dias em que eram realizados o diagnóstico de gestação

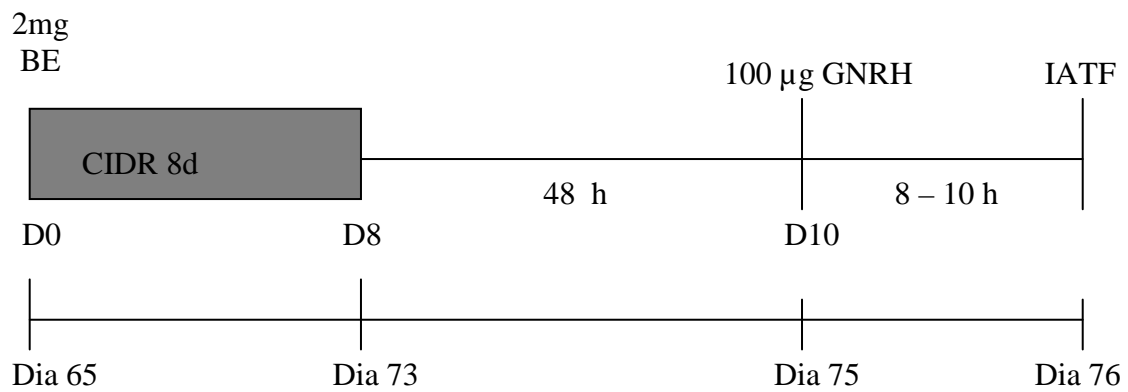


Figura 2 - Representação esquemática do protocolo de inseminação artificial em tempo fixo (IATF) utilizado, segundo Souza (2008)

O sêmen utilizado no protocolo de IATF deste experimento foi de único touro da raça Holandesa e de mesma partida, com o propósito de evitar variações de fertilidade, efeito de touro ou de qualidade espermática. A análise do sêmen foi realizada no Laboratório de Biotecnologia do Sêmen e Andrologia do Centro de Biotecnologia em Reprodução Animal do Departamento de Reprodução Animal da FMVZ-USP, conforme descrito na tabela 3.

Tabela 3 - Análise espermática do sêmen utilizado no experimento

Características físicas	
Motilidade %	50
Vigor (0-5)	3.0
Concentração ($\times 10^6$)/ palheta	12.5
Nº espermatozóides móveis/ palheta ($\times 10^6$)	6.2
Defeitos maiores (%)	
Acrossoma (%)	8.0
Cabeça subdesenvolvida (%)	1.0
Cabeça isolada patológica (%)	1.0
Coloração anormal (%)	1.0
Cauda fortemente dobrada ou enrolada (%)	3.0
Total de defeitos maiores	14.0
Defeitos menores (%)	
Cabeça gigante, curta, larga, pequena normal (%)	1.0
Isolada normal (%)	1.0
Gota protoplasmática distal (%)	2.0
Total de defeitos menores	4.0
Total de anomalias (%)	18.0
Características morfológicas por microscopia de epifluorescência	
Membrana plasmática intacta (%)	63.5
Função mitocondrial (%)	83.0
Acrossoma intacto (%)	69.0
Membrana plasmática intacta com acrossoma intacto e função mitocondrial (%)	63.5
Análise computadorizada da motilidade	
Motilidade total %	62.5
Motilidade progressiva %	59.7
Velocidade do trajeto (vap) $\mu\text{m/s}$	84.2
Velocidade progressiva (vsl) $\mu\text{m/s}$	74.8
Velocidade curvilínea (vcl) $\mu\text{m/s}$	114.8
Deslocamento lateral da cabeça (alh)	4.4
Frequência de batimento (bcf) Hz	29.1
Retilinearidade (str) %	88.2
Linearidade (lin) %	67.0
Células rápidas %	62.2

As análises das características físicas e morfológicas foram realizadas utilizando os métodos usuais de microscopia, sendo confirmados posteriormente pela utilização de sondas

fluorescentes específicas para espermatozóides e análise computadorizada da motilidade espermática (CASA), segundo metodologia descrita por Celeghini (2005).

4.7 Análises Estatísticas

As variáveis, consumo de matéria seca, produção de leite, produção de leite corrigida para 3,5% de gordura, teor de gordura do leite, escore de condição corporal e mudança de condição corporal, peso corporal e mudança de peso corporal, e parâmetros sanguíneos foram analisadas pelo procedimento PROC MIXED do SAS (SAS, 1999), utilizando modelo linear misto para medidas repetidas no tempo.

Esse procedimento permite melhor ajuste na estrutura da matriz que descreve as covariâncias de medidas repetidas no tempo. Na avaliação dessas variáveis foram considerados os efeitos fixos de tratamento (rações experimentais), tempo (semanas pré ou pós-parto) e interação rações experimentais x tempo. Posteriormente foram realizados contrastes ortogonais entre as rações controle x fontes de gordura (rações óleo de soja + sais de cálcio), e óleo de soja x sais de cálcio.

O peso corporal e a variação do peso corporal foram avaliados em diferentes períodos: 1) período pré-parto: mudança de peso dos 28 aos 3 dias pré-parto; 2) parto: mudança de peso de 3 dias pré-parto em relação ao peso no dia do parto (primeiras 24 horas pós-parto); e 3) período pós-parto: mudança de peso do parto em relação aos dias avaliados até o 84º dia pós-parto. Na análise da mudança de peso corporal, em função das diferenças no peso corporal no início do período experimental, o peso aos 20 dias pré-parto e o peso após o parto foram utilizados como covariáveis se houver diferenças significativas em nível de 5% de probabilidade, nos períodos pré e pós-parto, respectivamente.

Os dados obtidos a partir do mapeamento da atividade ovariana, referentes à dinâmica folicular (número total de folículos (NT); folículos classe1, classe 2 e classe 3; folículo dominante e folículo subordinado (FD, FS); número de folículos ovário direito e esquerdo (NOD, NOE) também foram analisadas pelo procedimento PROC MIXED do SAS (SAS, 1999), utilizando modelo linear misto para medidas repetidas no tempo. Na avaliação dessas variáveis foram considerados os efeitos fixos de tratamento (rações experimentais), tempo (semanas pós-parto) e interação rações experimentais x tempo. De forma semelhante,

posteriormente foi realizado contrastes ortogonais entre as rações controle x fontes de gordura (rações óleo de soja + sais de cálcio), e óleo de soja x sais de cálcio.

Os dados referentes a eficiência reprodutiva (parto- pélvico (parto –pel), 1º ovulação (ov1), folículo pré-ovulatório da primeira ovulação (fpo1), corpo lúteo da primeira ovulação (cl1), folículo dominante à IATF(FDIATF), foram analisadas por meio de análise de variância utilizando-se o procedimento PROC GLM do SAS (SAS, 1999). Posteriormente foi realizado contrastes ortogonais entre as rações controle x fontes de gordura (rações óleo de soja + sais de cálcio), e óleo de soja x sais de cálcio. A análise de qui-quadrado foi utilizada para determinar a frequência da taxa de prenhez (PIATF) utilizando-se o procedimento PROC FREQ do SAS (SAS, 1999).

Os dados obtidos estão expressos pela média como medida de tendência central e o coeficiente de variação, como medida de dispersão dos dados em relação a média. O nível de significância utilizado para rejeitar a hipótese h_0 (hipótese de nulidade) para todos os dados obtidos foi de 5%, ou seja, para nível de significância menor que 0,05 foi considerado que houve diferença estatística entre as variáveis analisadas.

5 Resultados e discussão

5.1 Consumo, Produção e Composição do leite

As rações experimentais não influenciaram ($P>0,05$) o consumo de matéria seca (CMS) expresso em quilos por dia e em porcentagem do peso vivo, o escore de condição corporal (ECC), mudança de escore de condição corporal (MECC), peso corporal (PC) e mudança de peso corporal (MPC) no período pré-parto (Tabela 4).

O consumo de matéria seca (kg/dia) e em porcentagem do peso vivo, mudança de escore de condição corporal (MECC), peso corporal (PC) e mudança de peso corporal (MPC) foram influenciadas pelas semanas no período pré-parto. Nenhuma das variáveis avaliadas apresentou efeito de interação entre semanas e rações experimentais no período pré-parto.

A variação do CMS para as rações com fontes de gordura foi semelhante no período pré-parto, de forma que os animais que consumiram ambas as rações com sais de cálcio de ácidos graxos e óleo de soja iniciaram a segunda semana, pré-parto com médias de consumo de 10,0 kg/MS/dia enquanto os animais que consumiram a ração controle iniciaram a segunda semana pré-parto consumindo 11,0 kg/dia de MS/dia (Gráfico 1A). Santos et al. (2009) avaliaram a inclusão de óleo de soja em 8% da matéria seca total em rações de vacas no período de transição e também não observaram variações no CMS no período pré-parto obtendo valores semelhantes aos observados neste estudo com média de 10,0 kg de MS/vaca/dia. Duske et al. (2009) avaliaram a suplementação de sais de cálcio de ácidos graxos em 80 vacas da raça Holandesa com média de produção de 35,0 kg/vaca/dia utilizando duas dietas, controle com 2,7 % de EE e com adição de gordura 5,5 % de EE com base na matéria seca total. Estes autores não observaram variações no CMS no período close-up obtendo médias de CMS semelhantes aos observados neste estudo 11,10 kg/MS/vaca/dia. Houve efeito das rações experimentais sobre o CMS em kg/dia no período pós-parto.

Quando avaliados os contrastes, a ração com fontes de gordura apresentaram menores ($P<0,001$) valores de CMS em relação a ração controle. A ração contendo óleo de soja apresentou menor CMS kg/dia no período pós-parto em relação à ração contendo sais de cálcio de ácidos graxos. Entretanto, não houve efeito ($P>0,05$) das rações experimentais sobre o CMS em % do PV. Este resultado pode ser atribuído a diferença no peso corporal para o grupo dos animais que receberam a ração óleo de soja em relação aos animais que receberam

as rações controle e saís de cálcio de ácidos graxos. O grupo dos animais submetidos às rações contendo saís de cálcio de ácidos graxos e controle apresentaram maiores ($P < 0,001$) médias de peso corporal e escore de condição corporal, 596,66 kg, e 592,02 kg e 2,69 e 2,54 respectivamente quando comparada à ração contendo óleo de soja com valores de 564,94 kg e 2,52 de ECC.

Tabela 4 - Médias e coeficientes de variação (CV) do consumo de matéria seca (CMS), do escore de condição corporal (ECC), do peso corporal (PC), do balanço de energia (BE), da produção de leite sem (PL) e com correção para 3,5% de gordura (PLC), teor (G%) e produção de gordura do leite (Gkg), em função das rações experimentais

Item	Rações experimentais			Média	CV (%)	Valor de P ⁴				
	C ¹	OS ²	SC ³			Ração	Tempo	Int.	C x G ⁵	OS x SC ⁵
	Pré-parto									
CMS	11,19	9,82	9,70	10,22	11,27	0,176	<0,001	0,817	0,065	0,919
CMS%	1,71	1,51	1,50	1,57	11,71	0,245	<0,001	0,634	0,097	0,970
ECC	3,05	3,23	3,13	3,14	13,51	0,267	0,307	0,961	0,175	0,388
PC (Kg)	649,98	662,99	634,56	649,62	12,22	0,357	0,015	0,997	0,945	0,153
BE (Mcal/dia)	2,65	1,16	1,35	1,72	-	0,191	<0,001	0,768	0,071	0,836
	Pós-parto									
CMS	18,50	15,06	17,41	16,99	11,41	0,018	<0,001	0,156	0,032	0,049
CMS%	3,11	2,70	2,98	2,94	10,98	0,064	<0,001	0,001	0,075	0,103
PL	32,27	30,46	30,98	31,24	9,93	0,744	<0,001	0,138	0,465	0,829
PLC	31,26	28,05	26,88	28,73	13,36	0,076	<0,001	0,003	0,029	0,543
G%	3,36	3,11	2,81	3,09	19,40	0,015	<0,001	0,024	0,013	0,098
Gkg	1,06	0,92	0,84	0,94	20,71	0,005	<0,001	0,015	0,002	0,192
ECC	2,69	2,52	2,54	2,58	16,04	0,001	0,070	0,988	<0,001	0,443
PC (Kg)	596,66	564,94	592,02	584,83	11,55	<0,001	0,997	0,999	0,019	0,002
BE (Mcal/dia)	-2,00	-2,75	0,32	-1,47	-	<0,001	<0,001	0,998	0,083	<0,001

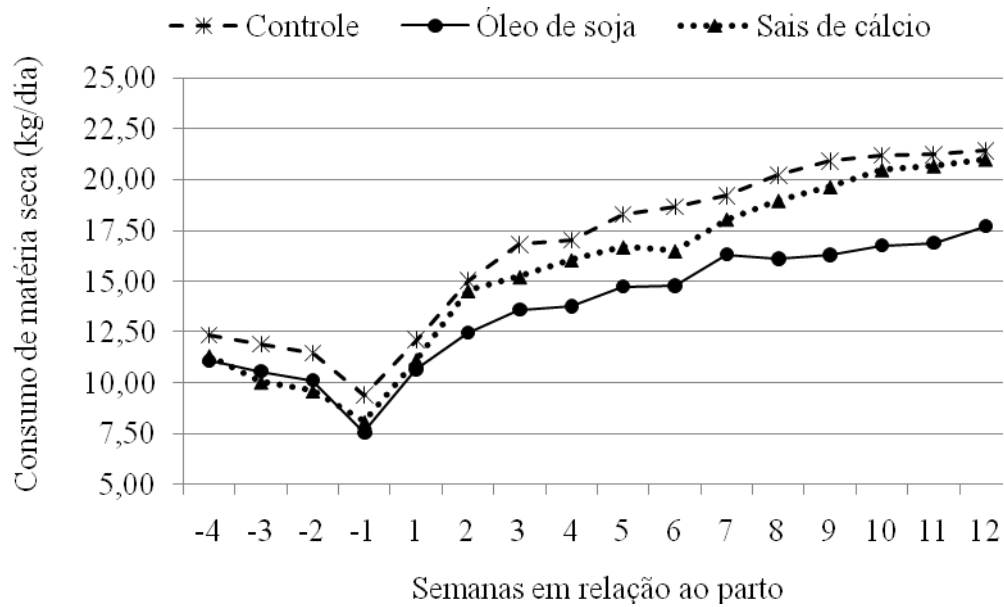
¹ Controle; ² óleo de soja; ³ Saís de cálcio de ácidos graxos (Megalac-E®). ⁴ Valor da probabilidade da análise multivariada considerando os efeitos fixos de rações, tempo e interação das duas variáveis. ⁵ Valor da probabilidade dos contrastes ortogonais Controle x Gordura (C x G) (dieta controle vs óleo de soja e saís de cálcio), e OS x SC (dieta óleo de soja vs saís de cálcio).

O consumo de matéria seca em porcentagem do peso vivo no período pós-parto foi influenciado pelo efeito de semanas de lactação. Este resultado se deve a elevação do CMS influenciado pela produção de leite ao longo dos dias pós-parto até o pico de lactação que neste estudo ocorreu por volta da oitava semana pós-parto (Gráfico 1B).

Houve interação entre as semanas de lactação e as rações experimentais para o CMS e o CMS em porcentagem do peso vivo. O grupo dos animais submetidos à ração contendo óleo de soja apresentou menor inclinação da curva de CMS e CMS em porcentagem do peso vivo a

partir da segunda semana de lactação em relação às demais rações experimentais (Gráfico 1B).

A



B

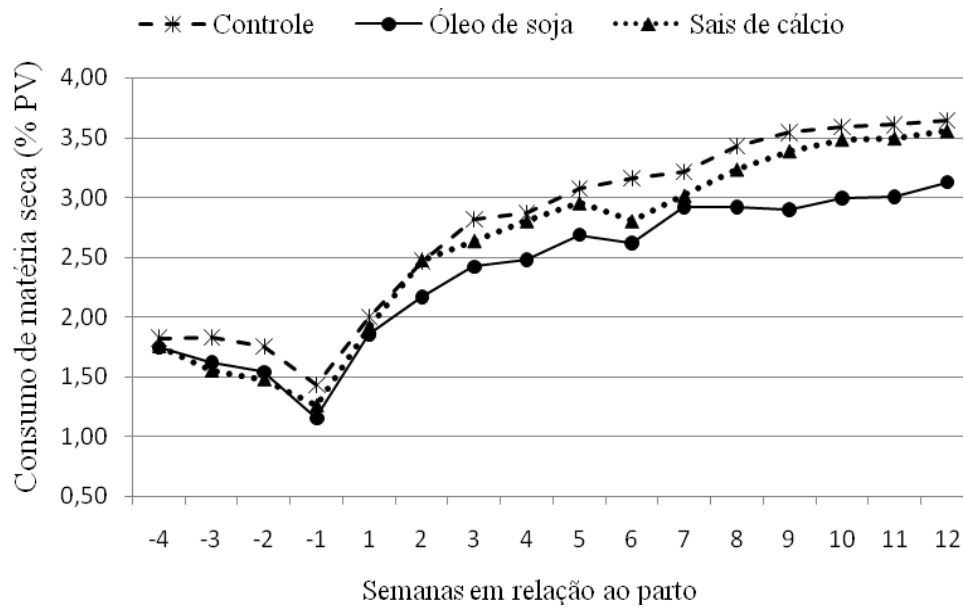


Gráfico1 - Efeito das rações experimentais sobre consumo de matéria seca em kg/dia (A) e porcentagem do peso vivo (B) nos períodos pré e pós-parto

Santos et al. (2009) avaliaram a inclusão de óleo de soja em dietas com 5,5 % de EE em 20 vacas Holandesas com médias de produção de leite de 32,0 kg vaca/dia e não observou efeito da fonte de gordura sobre o consumo de matéria seca (No prelo)¹.

Segundo Allen (2000), a fonte de gordura suplementar influencia as alterações no CMS, onde a magnitude de redução no consumo com a utilização de óleos vegetais é bem menor do que a observada com outras fontes de gordura, como os sais de cálcio de ácidos graxos e gorduras não processadas. De uma forma geral, apesar de serem observadas reduções no consumo quando são utilizadas fontes de gordura suplementar na ração de vacas leiteiras, especialmente em lactação, não são observadas diferenças no consumo quando a fonte de gordura é misturada no concentrado de forma satisfatória ou quando os animais são adaptados previamente ao fornecimento da fonte de gordura suplementar (NRC, 2001). Assim, a adaptação dos animais às dietas contendo gordura suplementar pode auxiliar a manutenção de níveis adequados de consumo e a obtenção dos benefícios da utilização de gordura dietética (STAPLES et al., 1998).

Considerando que tal prática foi realizada neste estudo, a redução no consumo obtida para a ração contendo óleo de soja pode estar relacionada à redução na digestibilidade de fibra, o que pode ter limitado o consumo dos animais submetidos a essa ração experimental.

A produção de leite (PL), e a produção de leite corrigida para gordura (PLC), apresentadas nos gráfico 2A e B não foram influenciadas pelas rações experimentais (Tabela 4). De acordo com Onetti e Grummer (2004), a resposta positiva à suplementação de gordura dietética deve ser esperada, em virtude da maior disponibilidade de energia líquida, desde que não ocorra redução no consumo de matéria seca.

Quando avaliados os contrastes foi observada redução no teor e na produção de gordura do leite ($P < 0,05$) quando as vacas foram suplementadas com as rações contendo fontes de gordura, especialmente para a ração contendo sais de cálcio de ácidos graxos. Em função da produção de leite corrigida para 3,5% de gordura ser uma combinação de variáveis, foi observada interação entre o rações e as semanas de lactação para esta variável.

Parece que a redução do teor de gordura do leite obtido com a ração de sais de cálcio de ácidos graxos se deve aos efeitos dos ácidos graxos intermediários da biohidrogenação ruminal, o que está de acordo com o estudo de Pantoja et al. (1994). Normalmente estas

¹ SANTOS, A. D. F.; TORRES, C. A. A.; RENNÓ, F. P.; DRUMOND, M. R. S.; FREITAS JUNIOR, J. E. Utilização de óleo de soja na ração de vacas leiteiras no período de transição: Consumo, produção e composição do leite. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 2009. No prelo.

alterações são atribuídas a um impacto negativo na digestão ruminal da fibra, que, compromete a síntese *de novo* de ácidos graxos (BAUMAN; GRINARI, 2001).

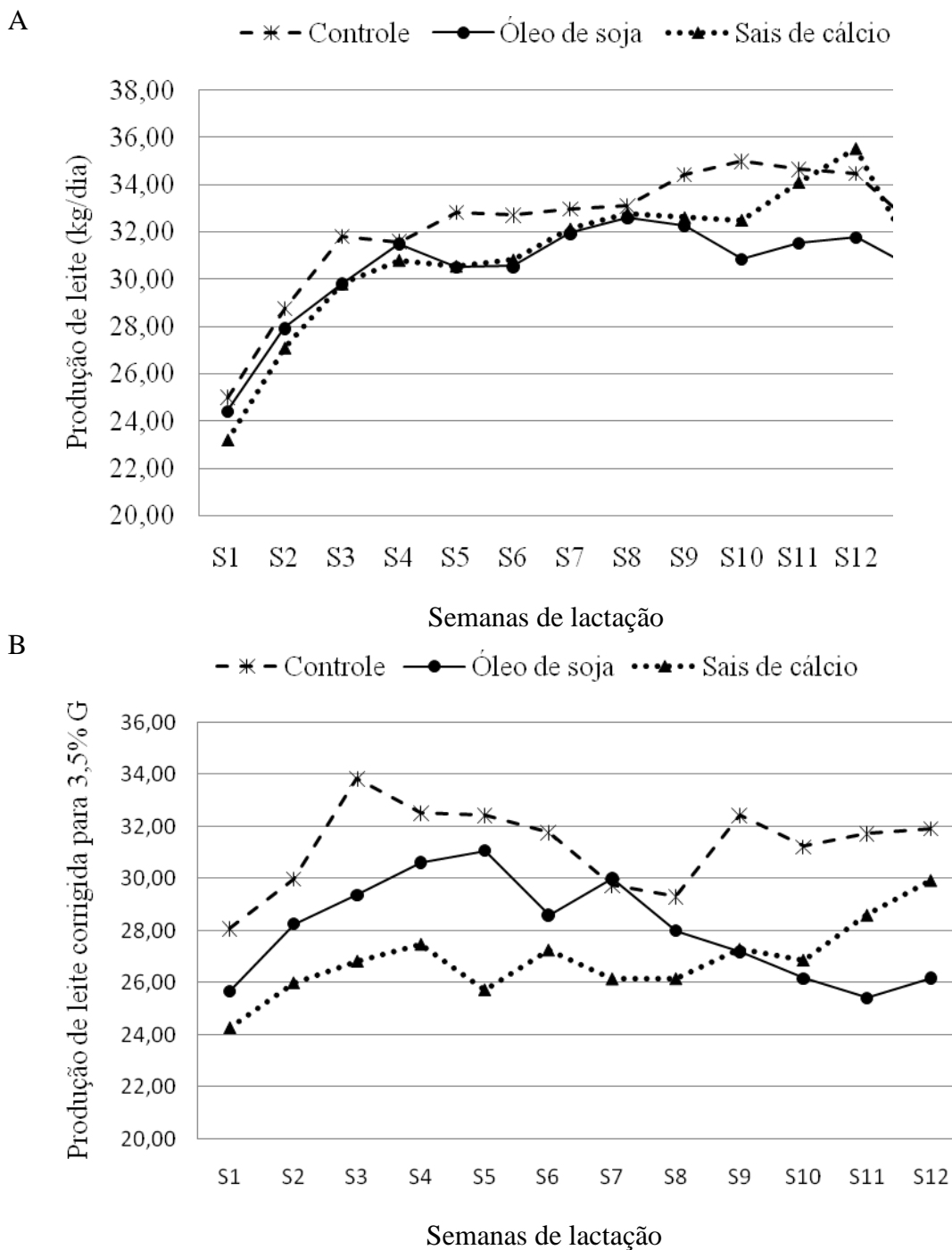


Gráfico 2 - Efeito das rações experimentais sobre a produção de leite (A) e produção de leite corrigida (B) no período pós-parto

Os ácidos graxos *trans* são compostos intermediários do processo de biohidrogenação ruminal de gorduras insaturadas por microrganismos ruminais. O aumento da absorção dos ácidos graxos *trans* no sangue induz a diminuição do teor de gordura do leite. No entanto

neste estudo não foram observadas tais resultados visto que a ração contendo óleo de soja não reduziu o teor de gordura do leite de forma acentuada (BAUMAN; GRIINARI, 2001).

Andersen et al. (2008) avaliaram a utilização de um suplemento comercial de ácidos graxos em uma dieta com 8,0 % de EE na matéria seca total em 29 vacas Holandesas com média de produção de leite de 35kg/vaca/dia utilizando a silagem de milho como maior parte do volumoso. Estes autores não observaram efeito das rações experimentais sobre a produção de leite e a produção de leite corrigida e o teor e a produção de gordura do leite.

O teor e a produção de gordura do leite foram influenciados pelas semanas de lactação ($P > 0,001$). Este resultado pode ser explicado pelo efeito de diluição que ocorre do parto até o pico de lactação pelo aumento da produção de leite formando uma curva decrescente do teor de gordura. Maior diferença foi observada para o teor de gordura do leite para as vacas submetidas a ração com sais de cálcio a partir da segunda semana de lactação em relação às demais rações experimentais.

Freitas Junior et al. (2009) avaliaram a inclusão de óleo de soja, sais de cálcio e grão de soja em dietas com 5,5 % de EE na matéria seca total em vacas no terço médio de lactação com média de produção de 25kg/vaca/dia (No prelo)². Estes autores observaram que os animais que consumiram a ração com sais de cálcio de ácidos graxos apresentaram menor teor de gordura no leite em relação às demais rações experimentais e que este resultado pode ser atribuído a formação e ácidos graxos intermediários da biohidrogenação no rúmen já que não houve redução da digestibilidade de fibra ou alterações no padrão de fermentação no rúmen.

Na terceira semana de lactação as diferenças nos teores de gordura no leite dos animais submetidos às rações experimentais se apresentaram bem definidas com valores de 3,0%, 3,40% e 3,90% para as rações sais de cálcio de ácidos graxos, óleo de soja e controle respectivamente (Gráfico 3). A partir da oitava semana de lactação, o teor de gordura do leite dos animais que receberam a ração com óleo de soja tendeu a reduzir apresentando valores abaixo dos obtidos para as rações sais de cálcio e controle nas semanas 11 e 12 de pós-parto (Gráfico 3).

² FREITAS JÚNIOR, J. E.; RENNÓ, F. P.; SANTOS, M. V.; GANDRA, J. R.; MATURANA FILHO, M.; VENTURELLI, B. C. Desempenho produtivo e composição da fração protéica do leite de vacas leiteiras suplementadas com diferentes fontes de gordura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 2009. No prelo.

A

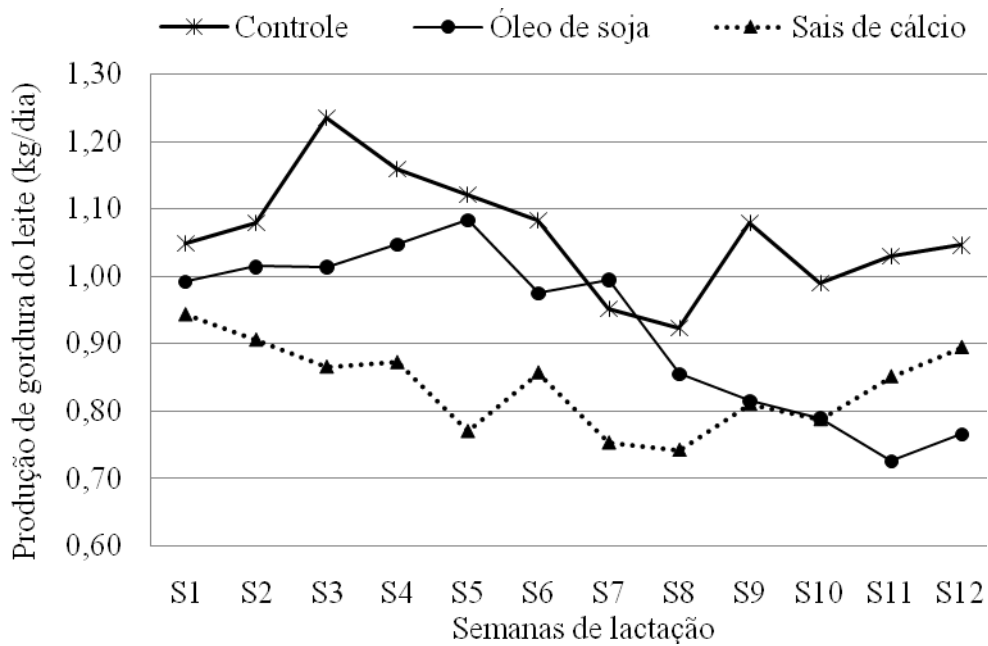
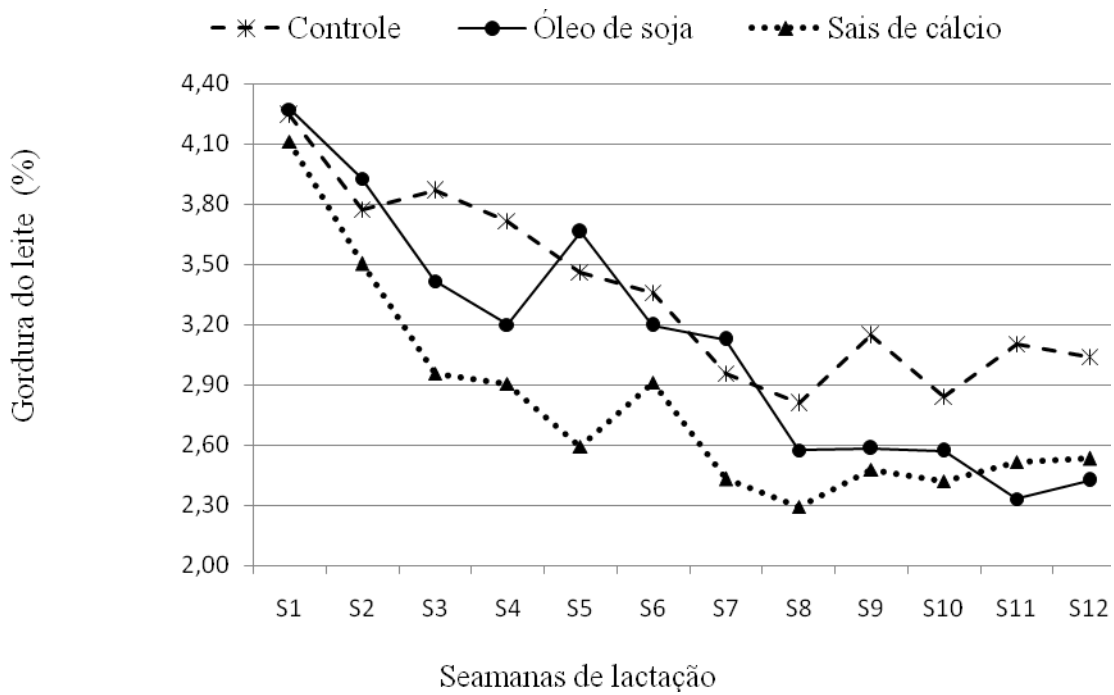


Gráfico 3- Efeito das rações experimentais sobre o teor de gordura do leite (A) e produção de gordura (B) no período pós-parto

De acordo com Bernal-Santos et al. (2003) e Selberg et al. (2004), a diminuição do teor de gordura no leite pode ajudar a minimizar o balanço energético negativo no início da lactação, melhorando o status metabólico de vacas leiteiras neste período, particularmente nas

primeiras quatro semanas, sendo uma opção de manejo sob algumas circunstâncias de produção. Isso pode ter ocorrido para os animais submetidos à ração com sais de cálcio de ácidos graxos devido ao menor consumo de matéria seca obtido para esta ração no período pós-parto em relação às demais rações, o que de certa forma promoveu maior mobilização de reservas corporais (Tabela 4).

Entretanto, é preciso considerar que o teor de gordura obtido para os animais submetidos à ração com sais de cálcio se manteve com valores menores que as demais rações quase todo o período de lactação (Gráfico 3A), embora o teor de gordura no leite dos animais submetidos à ração contendo óleo de soja também manteve valores menores de consumo de matéria quando comparada a ração controle. DeFrain et al. (2005) avaliaram a inclusão de sais de cálcio de ácidos graxos de óleo de palma em 40 vacas Holandesas no período de transição com dietas de 5,5 % de EE com base na matéria seca total. Estes autores não observaram efeito das fontes de gordura sobre o teor e a produção de gordura do leite e além de verificarem alterações no CMS.

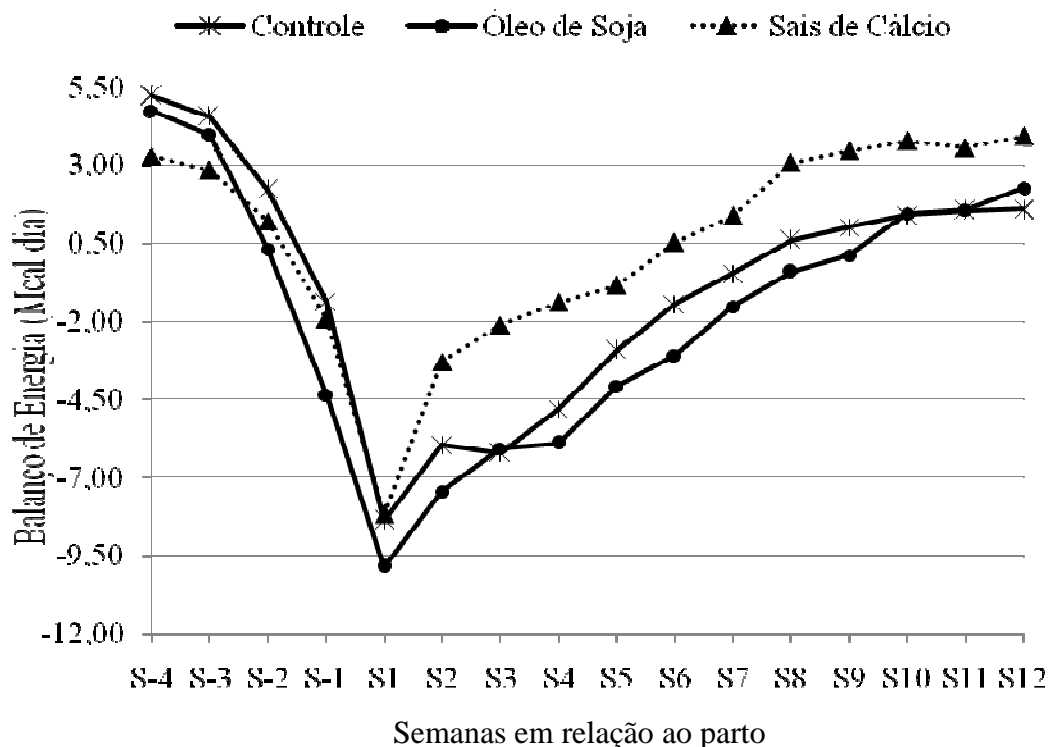


Gráfico 4 - Efeito das rações experimentais sobre o balanço de energia nos períodos pré e pós-parto

O balanço de energia (BE) não foi influenciado pelas rações experimentais no período pré-parto, houve somente efeito de tempo ($P < 0,001$) no período pré-parto (Tabela 4). Houve

efeito de tratamento, de tempo e de fonte de gordura no balanço de energia no período pós-parto, quando avaliados os contrastes, as vacas do grupo sais de cálcio de ácidos graxos apresentaram melhor balanço de energia quando comparadas as vacas do grupo óleo de soja (Gráfico 4).

O efeito de tempo encontrado no período pré-parto para o balanço de energia pode estar associado a tendência encontrada de melhor consumo de matéria seca e consumo de matéria seca em porcentagem do peso vivo para as vacas do grupo controle no período pré-parto, o que está de acordo com o estudo de Onetti e Grummer (2004), que descreveram que a resposta positiva à suplementação de gordura em dietas de vacas leiteiras está associada ao consumo de matéria seca.

Os resultados encontrados para o balanço de energia no período pós-parto pode estar relacionado ao maior consumo de matéria seca das vacas do grupo controle e do grupo sais de cálcio de ácidos graxos em relação as vacas do grupo óleo de soja. Outro fator que pode explicar o melhor balanço de energia das vacas do grupo sais de cálcio é a redução que foi observada no teor e na produção de gordura do leite ($P < 0,05$).

De modo semelhante, foi encontrado melhora do balanço de energia de vacas holandesa alimentadas com dietas lipogênicas durante o período de transição no estudo conduzido por Van Kneegsel et al. (2007), efeito este, que os autores associaram a uma redução da partição de nutrientes para gordura do leite e da mobilização de gordura corporal.

5.2 Parâmetros Sanguíneos

As concentrações no soro de glicose, proteínas totais, albumina, uréia, nitrogênio uréico no soro (NUS), colesterol total (CT) e colesterol-HDL, ácidos graxos não esterificados (AGNE) e β -hidroxibutirato (BHB) não foram influenciadas ($P > 0,050$) pelas fontes de gordura adicionadas nas rações nos períodos pré e pós-parto (Tabela 5).

Todos os parâmetros sanguíneos avaliados apresentaram efeito de dias no período pós-parto. De acordo com Drakcley (1999) este resultado pode ser esperado devido às mudanças fisiológicas que ocorrem no período de transição, especialmente o aumento do consumo de matéria seca em detrimento da produção de leite resultando dessa forma, em variações do metabolismo basal, maior fluxo sanguíneo de nutrientes e partição destes entre os diferentes tecidos periféricos.

Não houve interação entre o tempo e as rações experimentais para as concentrações no soro de glicose e AGNE no pré-parto, proteínas totais, albumina, CT, C-HDL e BHB no pós-parto. Defrain et al. (2005) e Cerri et al. (2009) avaliaram efeito da suplementação de sais de cálcio de ácidos graxos de óleo de palma e sais de cálcio de óleo de soja em vacas no período de transição com dietas apresentando teor de extrato etéreo de aproximadamente 5,5 % na matéria seca total no pós-parto. Estes autores não observaram interação entre as rações experimentais e as semanas de lactação sobre as concentrações de glicose tanto no pré quanto no pós-parto.

Tabela 5 - Médias e coeficientes de variação (CV) para as concentrações pré e pós-parto de glicose, albumina (ALB), proteínas totais (PT), uréia, nitrogênio uréico no soro (NUS), colesterol total (CT), colesterol HDL (C-HDL), ácidos graxos não esterificados (AGNE), β -hidroxibutirato (BHB), e progesterona (P4) de acordo com as rações experimentais

Parâmetros	Rações experimentais			Média	CV (%)	Valor de P ⁴				
	C ¹	OS ²	SC ³			Ração	Tempo	Int.	C x G ⁵	OS x SC ⁶
mg/dl										
Glicose										
Pré-parto	69,00	61,11	72,30	67,21	20,63	0,137	0,178	0,235	0,533	0,059
Pós-parto	62,78	62,08	57,81	61,00	19,30	0,394	0,004	<0,001	0,352	0,318
Albumina										
Pré-parto	3,17	3,29	3,39	3,53	13,27	0,716	0,789	0,122	0,461	0,734
Pós-parto	3,25	3,23	3,15	3,21	12,96	0,880	0,039	0,220	0,772	0,683
PT										
Pré-parto	7,07	6,28	7,25	6,84	26,28	0,602	0,723	0,345	0,748	0,343
Pós-parto	8,74	7,86	8,36	8,29	22,27	0,628	<0,001	0,649	0,442	0,583
Uréia										
Pré-parto	33,78	33,96	32,96	33,75	21,92	0,959	0,003	0,022	0,968	0,778
Pós-parto	50,15	49,42	43,72	47,74	21,38	0,134	<0,001	0,047	0,215	0,118
NUS										
Pré-parto	15,78	16,05	15,41	15,84	21,05	0,899	0,001	0,032	0,943	0,651
Pós-parto	23,44	22,20	20,42	22,02	21,75	0,191	<0,001	0,046	0,115	0,359
CT										
pré-parto	95,19	123,62	110,47	108,52	19,37	0,127	<0,001	0,171	0,071	0,346
Pós-parto	169,12	171,71	182,34	172,67	17,50	0,727	<0,001	0,055	0,572	0,577
C-HDL										
pré-parto	47,38	56,54	56,36	52,87	33,35	0,203	0,117	0,540	0,077	0,964
Pós-parto	86,92	92,01	95,59	91,12	29,77	0,500	<0,001	0,451	0,300	0,584
mmol/L										
AGNE										
pré-parto	0,66	0,79	0,66	0,68	41,82	0,357	<0,001	0,107	0,650	0,178
Pós-parto	0,80	0,87	0,80	0,82	40,58	0,772	<0,001	<0,001	0,666	0,574
BHB										
pré-parto	0,67	0,54	0,74	0,63	28,53	0,167	0,002	0,521	0,654	0,068
Pós-parto	0,70	0,59	0,78	0,66	47,85	0,196	<0,001	0,639	0,872	0,075
ng/ml										
P4										
pré-parto	4,29	4,49	4,53	4,44	66,40	0,878	<0,001	0,210	0,633	0,942
Pós-parto	2,00	1,88	1,59	1,83	-	0,390	<0,001	0,569	0,552	0,327

¹ Controle; ² óleo de soja; ³Sais de cálcio de ácidos graxos (Megalac-E®). ⁴ Valor da probabilidade da análise multivariada considerando os efeitos fixos de rações, tempo e interação das duas variáveis; ⁵ controle versus fontes de gordura (C x G); ⁶ óleo de soja versus sais de cálcio de ácidos graxos;

Quando avaliados os contrastes, não houve diferença entre a ração controle e as rações com fontes de gordura, para os parâmetros sanguíneos avaliados neste estudo nos períodos pré e pós-parto.

Houve interação entre e o tempo e as rações experimentais para as concentrações de glicose, colesterol total e AGNE no pós-parto, e uréia e nitrogênio uréico no soro (NUS), no pré e pós-parto. As concentrações de glicose, uréia e NUS foram menores para a ração contendo sais de cálcio de ácidos graxos no período pós-parto principalmente a partir dos 18 primeiros dias de lactação (Gráficos 5A, 6B, 7 e Tabela 4). Este resultado pode ser justificado em parte pelo menor consumo de matéria seca obtido para as rações contendo fontes de gordura quando comparada a ração controle, pois, as rações fornecidas foram formuladas com características intrínsecas de serem isoprotéicas, dessa forma, alterações no CMS podem refletir em menor consumo de proteína bruta, e conseqüentemente menor quantidade de nitrogênio disponível para os processos metabólicos para animais que consumiram esta ração (Gráfico 5A).

Andersen et al. (2008) avaliaram 29 vacas da raça Holandesa com suplemento comercial de ácidos graxos perfazendo um total de 8,0 % de EE na matéria seca para a ração com fonte de gordura. Estes autores observaram efeito das semanas de lactação sobre as concentrações de NUS no pré e pós-parto, mas não observaram efeito das rações experimentais sobre as concentrações de NUS.

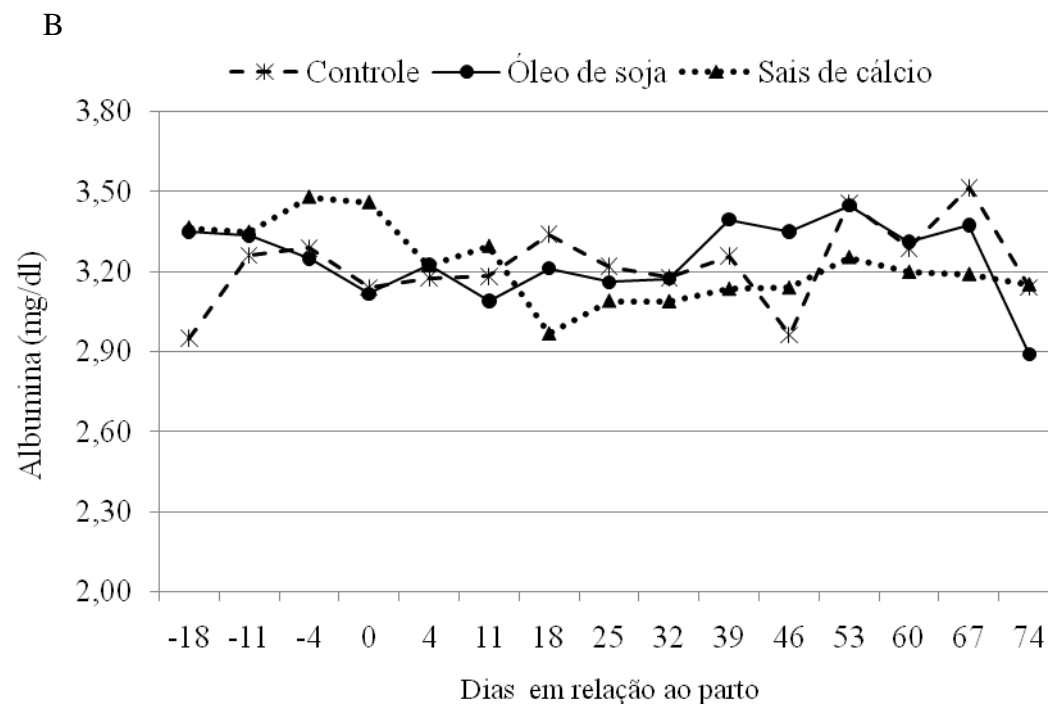
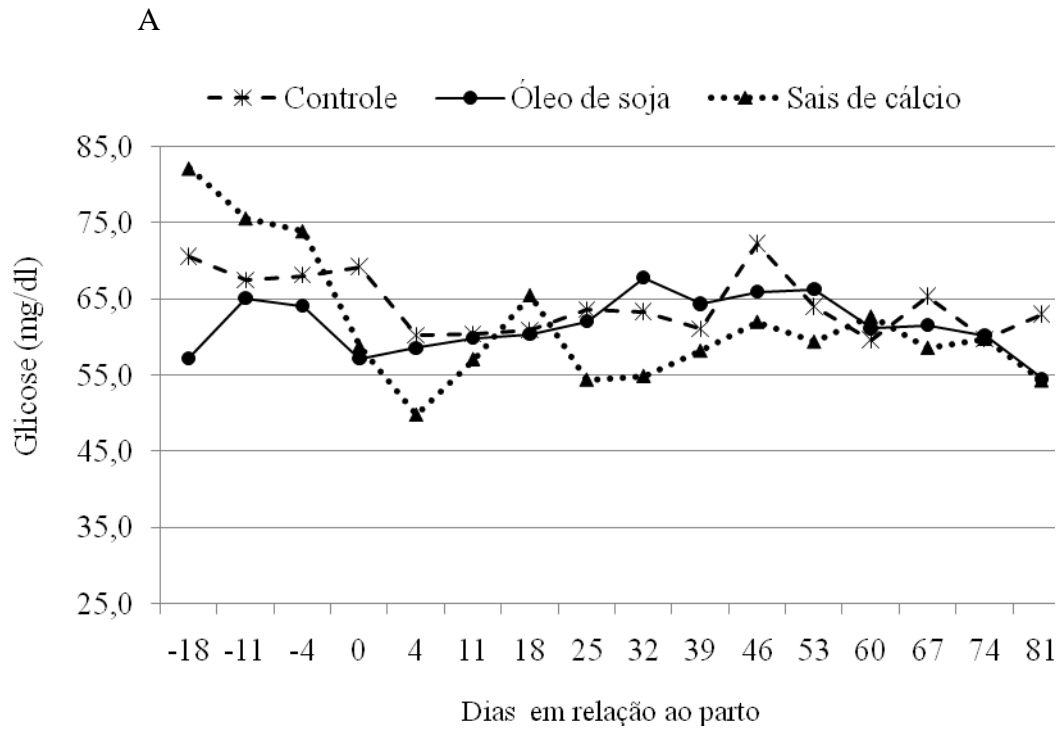
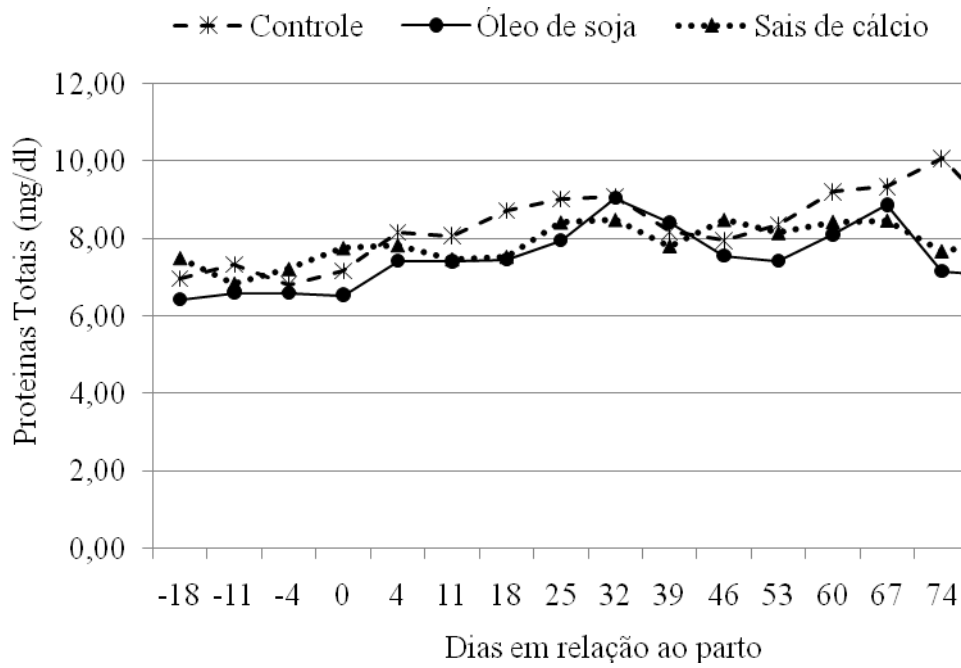


Gráfico 5- Efeito das fontes de gordura sobre a concentração sanguínea de glicose (A) e albumina (B) nos períodos pré e pós-parto

A



B

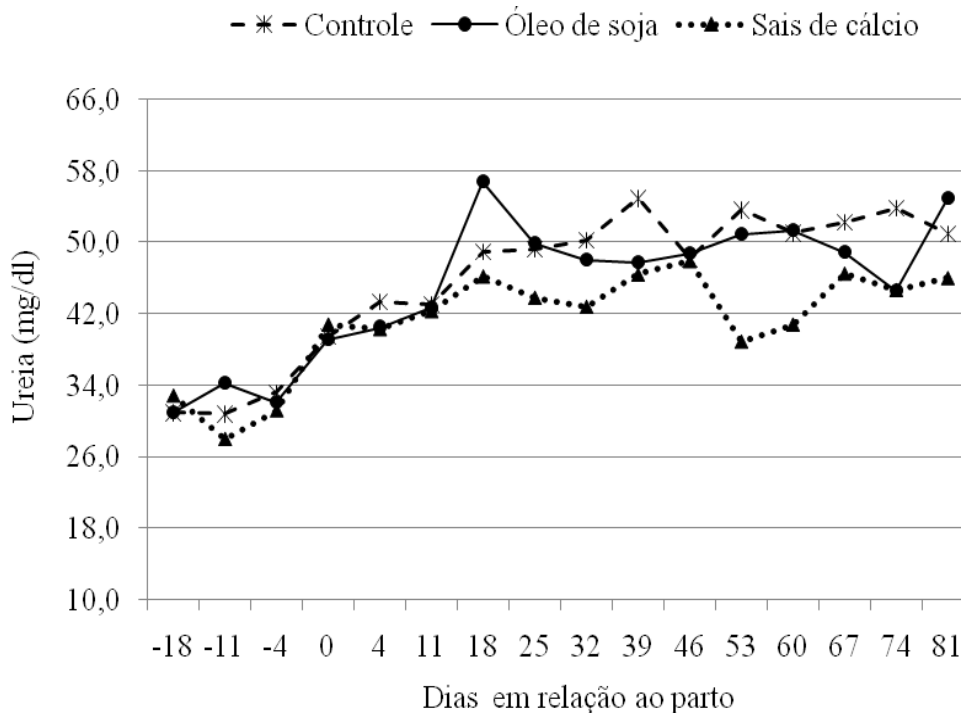


Gráfico 6 - Efeito das fontes de gordura sobre a concentração sanguínea de proteínas totais (A) e uréia (B) nos períodos pré e pós-parto

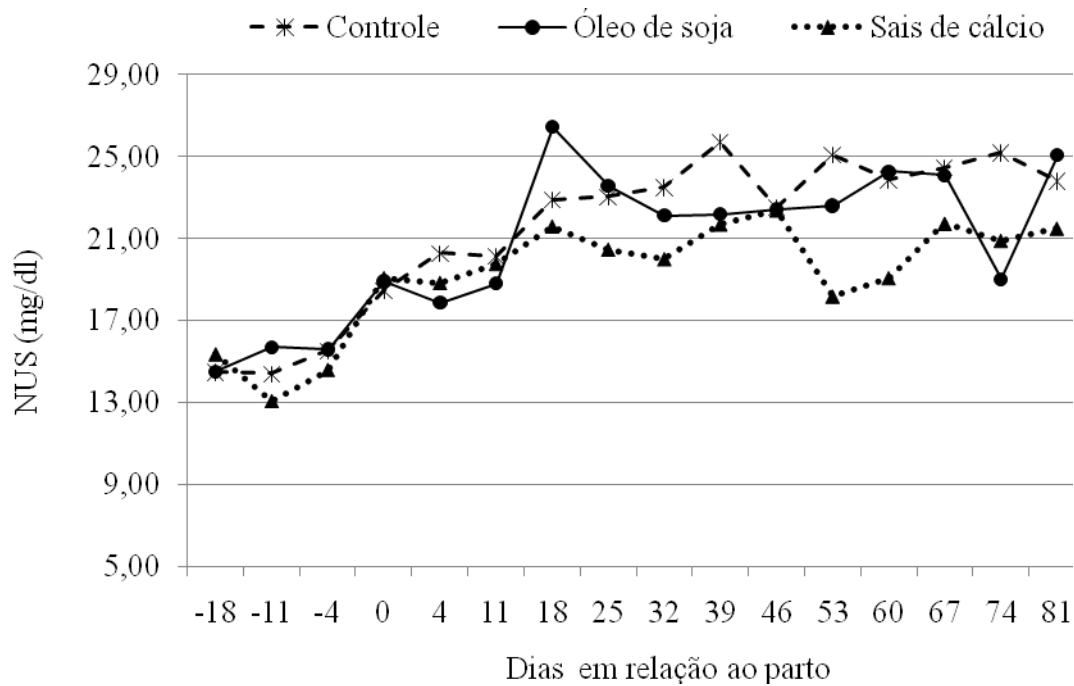


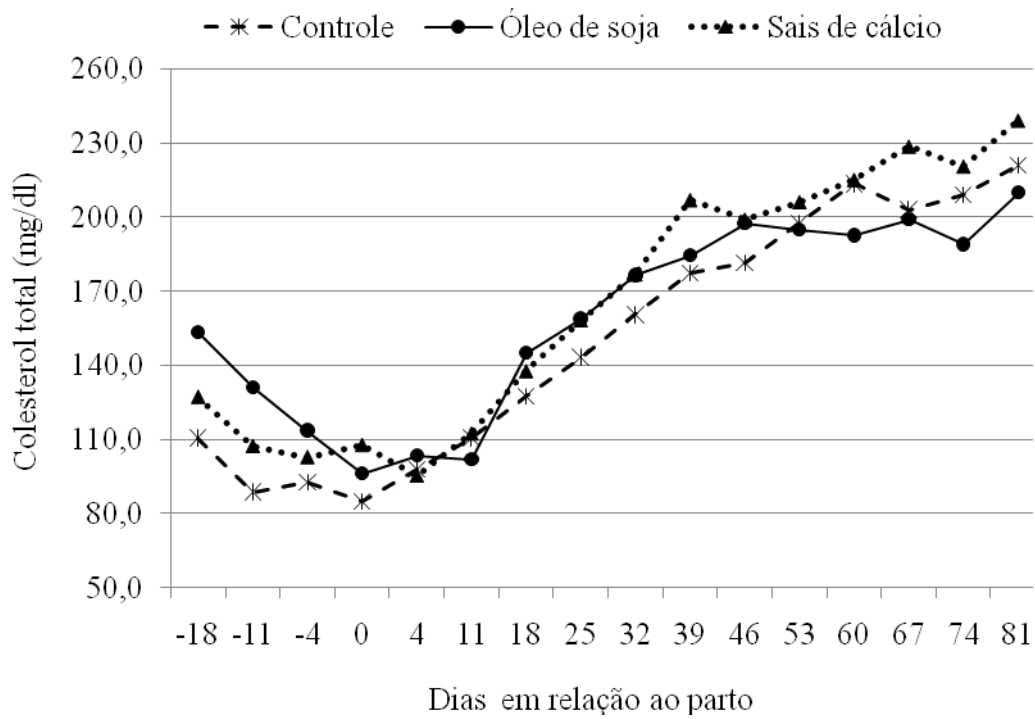
Gráfico 7 - Efeito das fontes de gordura sobre a concentração sanguínea de nitrogênio uréico no soro nos períodos pré e pós-parto

Não houve diferença para as concentrações no soro de colesterol-HDL ($P > 0,05$) e colesterol total no pós-parto entre as rações experimentais (Gráfico 7A, 7B). Apesar das rações com fontes de gordura apresentar maiores teores de extrato etéreo em sua composição bromatológica em relação à ração controle, esse resultado pode ser explicado pelo menor CMS obtido para as rações com fontes de gordura, o que tornou proporcionalmente a diferença na quantidade de ácidos graxos consumida para estas rações menor quando comparada à ração controle.

O aumento das concentrações de colesterol total e colesterol-HDL do período pós-parto em relação ao período pré-parto se devem ao consumo crescente de matéria seca após o parto, o que proporcionou elevação das respectivas frações relativas ao metabolismo de lipídios transportados no sangue (DRAKCLEY et al., 1999).

Schroeder et al. (2002) avaliaram a suplementação de óleo vegetal parcialmente hidrogenado em vacas leiteiras no período de transição e observaram valores de CT e C-HDL semelhantes aos observados neste estudo com dietas perfazendo um total de 5,0 13,0 e 18,0 % de EE na matéria seca dos concentrados experimentais.

A



B

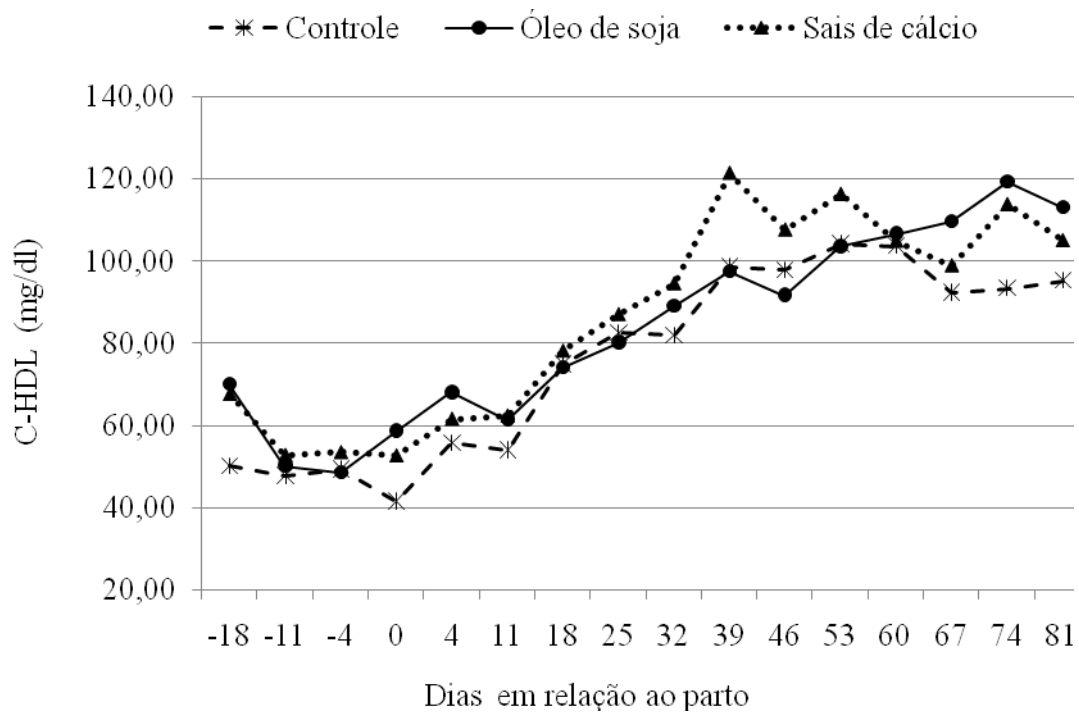


Gráfico 8 - Efeito das fontes de gordura sobre a concentração sanguínea de colesterol total (A) e colesterol HDL (B) nos períodos pré e pós-parto

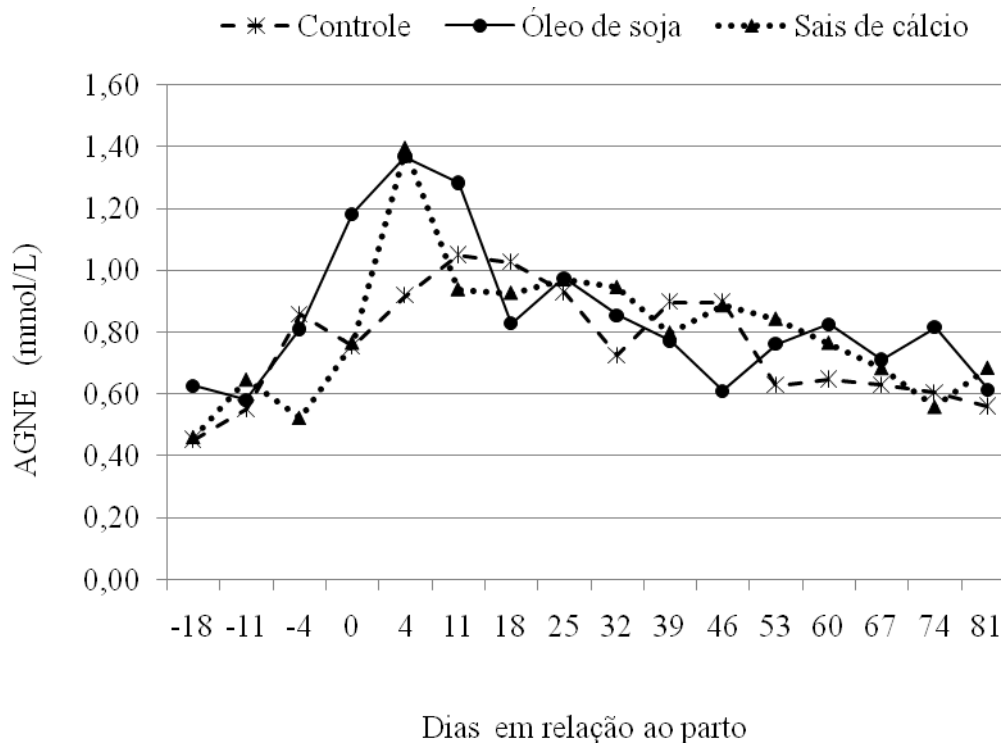
Não houve interação entre o tempo e as rações experimentais nos períodos pré e pós-parto para as concentrações de BHB. Quando é observada a variação diária da concentração de BHB no soro para todas as rações experimentais (Gráfico 8B), a ração contendo óleo de soja apresenta menores concentrações 0,54 mmol/L aos 11 dias pré-parto, em relação à ração controle e a ração com sais de cálcio de ácidos graxos com valores de 0,67 mmol/L e 0,64 mmol/L respectivamente. Entretanto, o pico de maior concentração de BHB no pós-parto imediato foi obtida para a ração com óleo de soja 1,10 mmol/L aos 4 dias pós-parto quando comparada a ração com sais de cálcio de ácidos graxos e controle que apresentaram concentrações de 0,84 e 0,95 mmol/L respectivamente no dia do parto.

As concentrações de AGNE se apresentaram baixas no pré-parto 0,5 mmol/L e aumentaram de forma acentuada de quatro dias antes do parto até 11 dias pós-parto (Gráfico 8A). De acordo com Grummer et al. (1993) esse rápido aumento nas concentrações de AGNE no pós-parto pode ser resultado de uma regulação fisiológica que ocorre proveniente da redução acentuada no consumo de matéria seca e liberação de hormônios lipolíticos que em conjunto agem durante o aparecimento do partos.

No pós-parto de fato, a maior concentração de AGNE no soro se deve ao processo de adaptação fisiológica pelo qual as fêmeas de qualquer espécie são submetidas neste período, no qual ocorre aumento da produção de leite que não é acompanhada pelo aumento consumo de matéria seca, favorecendo o balanço negativo de nutrientes, principalmente energia. Essa situação desencadeia uma série de alterações fisiológicas pelas quais o organismo prioriza a mobilização de tecidos corporais principalmente gordura consistindo então em uma fonte alternativa de energia para suprir a demanda energética de manutenção e principalmente produção de leite que não foi atendida pela dieta (WALTNER et al., 1993; DRAKCLEY et al., 1999).

Duske et al. (2009) avaliaram a suplementação de sais de cálcio de ácidos graxos em 80 vacas da raça Holandesa com média de produção de 35,0 kg/vaca /dia utilizando as dietas controle com 2,7 % de EE e com gordura 5,5 % de EE com base na matéria seca total. Estes autores observaram valores de AGNE semelhantes aos obtidos neste estudo 0,85 mmol/L para AGNE e 1,10 mmol/L para as concentrações de BHB aos 11 dias pós-parto.

A



B

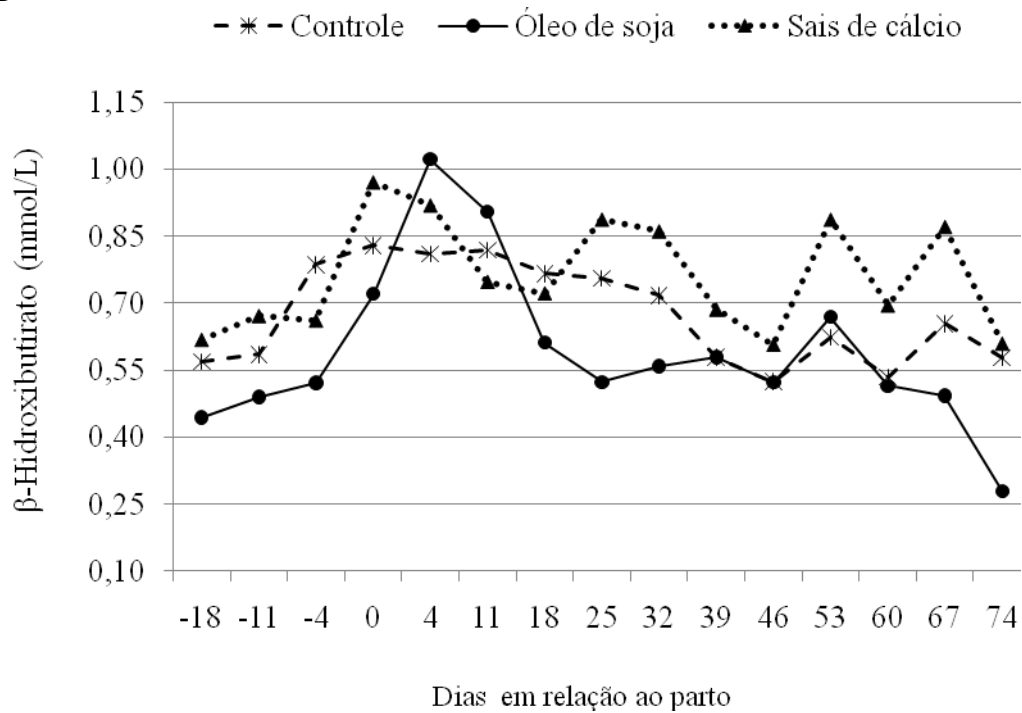


Gráfico 9- Efeito das fontes de gordura sobre a concentração sanguínea de β-Hidroxiacetil-CoA (A) e ácidos graxos não esterificados (B) nos períodos pré e pós-parto

Houve interação entre os dias de lactação e as rações experimentais ($P < 0,001$) para as concentrações AGNE no pós-parto. A ração contendo óleo de soja apresentou maior concentração de AGNE no soro no período pós-parto em relação às rações controle e sais de cálcio de ácidos graxos principalmente do parto aos primeiros 18 dias de lactação ($P < 0,05$) (Gráfico 9A). Esse resultado pode ser justificado pela redução no consumo de matéria seca para a ração com óleo de soja quando comparada as demais rações experimentais no pós-parto, pois não houve redução na produção de leite dos animais submetidos a essa mesma ração indicando maior mobilização de gordura corporal para suprir a demanda de nutrientes destinados à produção de leite (Tabela 5). Osborne et al. (2009) avaliaram a suplementação de óleo de soja e utilizaram como volumosos a silagem de milho em 90 vacas da raça Holandesa no período de transição e observaram que as concentrações de AGNE se mantiveram constantes aumentando consideravelmente dois dias após o parto. Colazo et al. (2009) avaliaram uma mistura de fontes de gordura (óleo de canola, sais de cálcio de ácidos graxos, óleo de girassol) em um total de 8% de inclusão de fontes de gordura nas rações de 72 vacas Holandesas com dietas no pré-parto perfazendo um total de 5,95 % de EE e no pós-parto de 5,45 % de EE a base de silagem de alfafa e cevada. Estes autores não observaram efeito das rações experimentais sobre as concentrações e AGNE no pós-parto, no entanto verificaram interação entre as rações experimentais e os dias de lactação.

As concentrações de progesterona no pré - parto e no pós - parto não foram influenciadas pelas rações experimentais ($P > 0,05$). Não foi observado efeito ($P > 0,05$) de interação entre tempo e tratamento, tanto no pré-parto, quanto no pós-parto, somente se observou efeito ($P < 0,05$) de tempo em ambos os períodos (Gráfico 10). Este efeito de tempo observado para as concentrações de progesterona no pré-parto são decorrentes do status fisiológico normal dos animais com a aproximação do parto e o efeito de tempo observado no pós-parto é decorrente do início das funções reprodutivas do pós-parto. Apesar de não se ter observado efeito das rações experimentais observou-se um pico de progesterona mais cedo para a ração com sais de cálcio, demonstrando uma tendência de melhoria das funções reprodutivas das vacas alimentadas com esta ração.

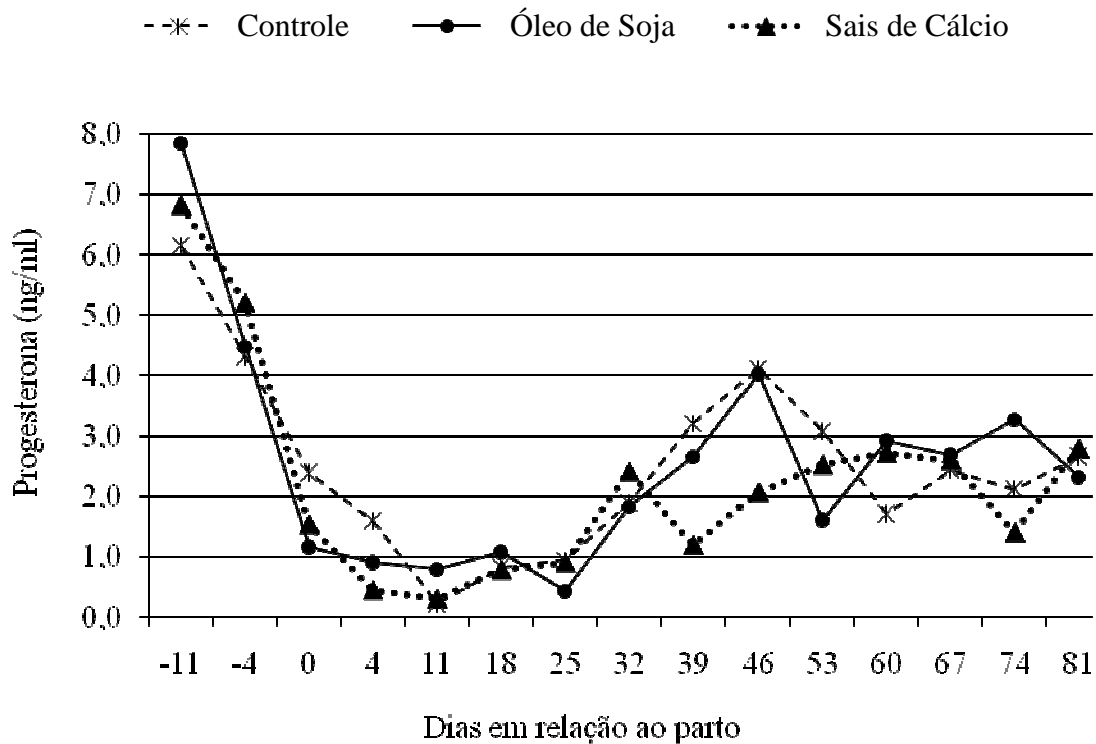


Gráfico 10 - Efeito das fontes de gordura sobre a concentração sanguínea de progesterona nos períodos pré e pós-parto

Bilby et al. (2006) suplementaram vacas leiteiras no início de lactação com quatro fontes de ácidos graxos, não encontraram efeito das rações experimentais sobre os níveis de progesterona, resultado semelhante ao do presente estudo. Resultados semelhantes foram observados por (PETIT et al., 2002,2004)

Garnsworthy et al. (2008), suplementaram vacas no início da lactação com diferentes níveis de sais de cálcio 0, 8, 15, 23, 30 g/kg MS, encontraram valores significativos ($P < 0,05$), em relação aos níveis de progesterona, para a ração com 23g/kg MS, os valores de progesterona encontrados neste estudo estão abaixo dos encontrados pelo estudo supracitado, porém esses resultados são justificados, pelo status reprodutivo dos animais.

5.3 Desempenho Reprodutivo

As rações experimentais não influenciaram ($P > 0,05$) as variáveis, folículo de classe 2, classe 3, folículo dominante, folículo subordinado, corpo lúteo ovário direito e corpo lúteo ovário esquerdo, número de folículos no ovário direito e esquerdo (Tabela 6), também não se observou efeito de tempo e interação tempo* tratamento para as variáveis mencionadas anteriormente.

Estes resultados podem ser explicados pelo número variável de ondas de crescimento folicular em vacas leiteiras no início de lactação, decorrente de fatores relacionados ao controle do crescimento folicular, do controle endócrino e metabólico dos mecanismos relacionados à seleção do folículo dominante, que pode ter influenciado o número de ondas de crescimento folicular, além disso, pode haver uma associação destes fatores aos efeitos do balanço energético negativo na pulsatilidade LH (KENDRICK et al., 1999).

Petit et al. (2002) ao suplementarem vacas no início de lactação com quatro fontes de gordura não encontraram diferenças em relação ao número de folículo de classe1 classe2, classe3, folículo dominante, folículo subordinado, corpo lúteo, porém o número total de folículos de classe1, 2 e 3, foi semelhante ao observado neste estudo. Resultados semelhantes foram observados por Petit et al. (2004); Bilby et al. (2006) e Garnsworthy et al. (2008).

Tabela 6 – Médias e coeficiente de variação das variáveis: número total de folículos (NT), folículos classe1 (C1 3-5 mm), 2 (C2 6-9 mm) e 3 (C3 10-15 mm), folículo dominante (FD) e folículo subordinado (FS), número de folículos ovário direito (NOD) e esquerdo (NOE), corpo lúteo ovário direito (CLOD) e esquerdo (CLOE) em função das rações experimentais

Variável	Rações experimentais			Média	CV (%)	Valor de P ⁴				
	C ¹	OS ²	SC ³			Ração	Tempo	Int.	C x G ⁵	OS x SC ⁶
NT(n)	13,97	15,51	14,74	14,74	38,44	0,039	0,994	0,979	0,027	0,203
C1(n)	9,53	11,26	10,35	10,38	60,95	0,044	0,913	0,823	0,041	0,146
C2(n)	3,19	3,10	3,30	3,20	94,56	0,721	0,574	0,960	0,950	0,421
C3(n)	1,22	1,11	1,19	1,17	95,83	0,552	0,319	0,937	0,458	0,424
FD(mm)	9,84	9,90	9,89	9,88	35,71	0,986	0,279	0,144	0,870	0,983
FS (mm)	9,46	8,52	6,61	8,96	36,83	0,922	0,604	0,563	0,772	0,779
CLOD(mm)	7,29	7,86	7,37	8,37	43,02	0,711	0,862	0,809	0,604	0,144
CLOE(mm)	9,01	8,97	8,90	11,35	44,34	0,507	0,553	0,641	0,862	0,563
NOD (n)	10,56	7,61	12,92	7,51	45,85	0,161	0,913	0,999	0,243	0,129
NOE (n)	6,70	7,58	7,37	7,22	47,42	0,010	0,807	0,610	0,603	0,407

¹ Controle; ² óleo de soja; ³Sais de cálcio de ácidos graxos (Megalac-E®). ⁴ Valor da probabilidade da análise multivariada considerando os efeitos fixos de rações, tempo e interação das duas variáveis; ⁵ controle versus fontes de gordura (C x G); ⁶ óleo de soja versus sais de cálcio de ácidos graxos;

As fontes de gordura influenciaram ($P < 0,05$) as variáveis número total de folículos, folículos de classe1. Quando se avaliaram os contrastes houve efeito ($P < 0,05$), em relação ao contraste C vs G, observando-se uma superioridade para as fontes de gordura. Não foi observado efeito de tempo e interação tempo*tratamento, para as variáveis citadas anteriormente. Os efeitos observados, podem estar relacionados ao maior aporte de ácidos graxos para os ovários das vacas suplementadas com as fontes de gordura, que é capaz de alterar a expressão do mRNA para a codificação de fatores intra-foliculares como ativinas, inibinas e IGF-1, diferenciar o crescimento de folículos pré antrais, sugerindo que um aumento da absorção de ácidos graxos no intestino pode melhorar o aporte de colesterol no

fluido folicular plasmático e refletir na modulação de mecanismos voltados ao recrutamento de folículos antrais ou pré-iniciais, que também podem melhorar a qualidade do oócito.

Segundo Webb e Campbel (2008), existem varias interações que comumente ocorrem entre as gonadotrofinas extra-ovarianas, com os fatores de crescimento intra-ovarianos que serão determinantes da continuidade do desenvolvimento folicular, do número de folículos que ovulam e da competência dos oócitos ovulados. Além da fase de lactação, o nível de produção e a suplementação com as fontes de gordura como Sais de cálcio de ácidos graxos (Megalac-E) e óleo de soja, podem ter refletido mudanças na partição de nutrientes e conseqüentemente da disponibilidade de substratos essenciais necessários para atender as necessidades energéticas essenciais voltadas à manutenção metabólica, produção de leite e processos reprodutivos (GONZALES; ROCHA 1998; BUTLER 2001; BAUMAN; LOCK, 2006), além disso, é preciso enfatizar que as diferentes fases de lactação podem influenciar o aproveitamento de energia devido ao balanço de energia em que o animal de encontra.

Esse benefício foi confirmado por Onetti e Grummer (2004), que observaram que vacas no início de lactação são mais eficientes em aproveitar os ácidos graxos da dieta devido ao aumento densidade energética das rações com gordura em relação a vacas no terço médio de lactação, confirmando o que foi relatado por Grummer (2004) que a gordura da dieta é um potente regulador metabólico.

Bilby et al. (2006) ao suplementarem vacas no início da lactação com quatro fontes de ácidos graxos diferentes não encontrou diferença em relação ao número total de folículos, entre as fontes de ácidos graxos, porém o número total de folículos encontrados pelos autores foi semelhante ao deste estudo em relação as rações com gordura. Resultados semelhantes foram encontrados por (HERAVI MOUSSAVI et al., 2007; GARNSWORTHY et al., 2008).

Não houve efeito ($P > 0,05$) das rações experimentais sobre o variável retorno do útero a posição pélvica, dias para a primeira ovulação, diâmetro do folículo pré-ovulatório da primeira ovulação. Entretanto, foi observado efeito ($P < 0,05$) das rações experimentais em relação às variáveis área do corpo lúteo da primeira ovulação e diâmetro do folículo dominante à IATF (Tabela 7).

As variáveis retorno do útero a posição pélvica e dias para a primeira ovulação não diferiram entre os grupos de rações experimentais, o que pode ser explicado pela influencia positiva das dietas administradas desde o período de transição sobre a involução uterina e primeira ovulação (BEAM; BUTLER, 1997). Concomitantemente, o diâmetro do folículo pré-ovulatório não diferiu entre os grupos experimentais ($P > 0,05$), possivelmente relacionado a uma diminuição de condições anovulatórias gerada pelos benefícios das dietas

experimentais (STAPLES et al., 1999; WILTBANK, 2004). Além disso, a utilização de fontes de gordura na dieta de vacas leiteiras no período de transição e início de lactação pode resultar em alteração da produção de P4 e $PGF_{2\alpha}$, sendo o efeito dependente da composição de ácidos graxos da dieta (HERAVI MOUSSAVI et al., 2007), pois foi relatado que os ácidos graxos da série ômega 3 podem reduzir os metabólitos da prostaglandina, enquanto que os ácidos graxos da série ômega 6 podem melhorar a produção de P4 pelas células luteais.

A redução ocasionada na área do corpo lúteo pelas vacas alimentadas com diferentes fontes de gordura pode estar ligada aos efeitos diferenciados que os ácidos graxos da série ômega 3 e 6 podem gerar na atividade luteínica. Esta redução está de acordo com a menor concentração plasmática de progesterona encontrada no presente estudo, onde os valores médios totais foram de 2,53 ng/ml para as vacas do grupo controle, 2,49 ng/ml para as vacas do grupo Óleo de soja e 2,27 ng/ml para as vacas do grupo Sais de Cálcio.

No estudo conduzido por Santos et al. (2003), não foi verificada melhorias da área do corpo lúteo em vacas alimentadas com óleo de soja na dieta desde o período de transição, contudo, foi encontrada uma 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, ao contrário dos achados neste estudo.

O folículo dominante no momento da IATF apresentou maior diâmetro ($P < 0,05$) para as vacas suplementadas com fontes de gordura, onde houve um maior diâmetro deste folículo, que pode ser explicado por um maior aporte de ácidos graxos para os ovários e dessa forma ter influenciado na formação e no diâmetro do corpo lúteo formado após a IATF (CASTAÑEDA-GUTIÉRREZ et al., 2007). Staples et al. (1998) citaram melhora no desempenho reprodutivo de vacas leiteiras suplementadas com gordura, ocorre devido a melhora da atividade folicular (75,4 vs 69,5%), além disso, foi demonstrado no estudo que as vacas suplementadas com fontes de gordura apresentaram sinais mais fortes de estro (71,4 vs 65,6%), que pode estar relacionado a maiores concentrações de estradiol secretada pelos folículos.

Os resultados encontrados no presente estudo estão de acordo com o estudo conduzido por Thatcher et al. (1996), onde foi verificado que a capacidade dos folículos dominantes precoces ovularem, por mecanismos relacionados a diferenciação de suas células, que podem implicar em aumento do seu diâmetro. Esse efeito pode alterar portanto a capacidade de ovulação, que pode afetar a duração do período anovulatório no pós-parto, que está relacionado com o balanço de energia energético no pós-parto, que pode ser melhorado com a utilização de gordura suplementar. Segundo Staples et al. (1999), vacas leiteiras alimentadas

com dietas contendo fontes de gordura suplementar normalmente apresentam uma melhoria na expressão do estro, melhor atividade ovariana, que pode implicar em um aumento do diâmetro do folículo dominante.

Tabela 7- Médias e coeficiente de variação (CV) dos índices reprodutivos: parto- pélvico (Parto -Pel), 1º ovulação (OV1), folículo pré ovulatório da primeira ovulação (FPO1), corpo lúteo da primeira ovulação (CL1), folículo dominante à IATF (FDIATF), número de ciclos no período voluntário de espera em função das rações experimentais

Variável	Rações experimentais			Média	CV (%)	Valor de P ⁴	
	C ¹	OS ²	SC ³			C x G ⁵	OS x SC ⁶
Parto-Pel (dias)	22,20	25,40	19,18	22,16	40,19	0,979	0,121
Parto-1ºov (dias)	33,22	32,90	28,00	31,31	62,96	0,728	0,583
FPO1 (mm)	12,05	13,95	10,35	12,12	47,60	0,967	0,174
Área do CL (mm)	12,20	7,44	7,25	8,85	52,52	0,011	0,927
FDIATF (mm)	9,25	10,85	12,21	10,72	24,51	0,056	0,306

¹ Controle; ² óleo de soja; ³Sais de cálcio de ácidos graxos (Megalac-E®). ⁴ Valor da probabilidade da análise multivariada considerando os efeitos fixos de rações, tempo e interação das duas variáveis; ⁵ controle versus fontes de gordura (C x G); ⁶ óleo de soja versus sais de cálcio de ácidos graxos;

Houve efeito das rações experimentais para a variável taxa de prenhez a IATF, onde as vacas do grupo óleo de soja apresentaram menor taxa de prenhez a IATF, de 30,0%, enquanto que as vacas do grupo controle e sais de cálcio de ácidos graxos apresentaram taxa de prenhez a IATF de 50,0 e 60%, respectivamente (Tabela 8).

O efeito variável apresentado nas taxas de prenhez nas rações com gordura pode ser explicado pela ação dos ácidos graxos provenientes da biohidrogenação ruminal dos ácidos graxos poliinsaturados da dieta com óleo de soja na atividade ovariana, na qualidade do oócito e na manutenção da prenhez, ligada ao processo de nidação do embrião (Castañeda-Gutiérrez et al. 2007; Stevenson, 2001), pois o manejo nutricional afeta diretamente a função dos órgãos reprodutivos e o funcionamento do sistema endócrino da reprodução.

Sabe-se que o processo denominado de nidação (fixação e implantação da placenta no útero) ocorre em torno do 45º dia da gestação e que até nessa fase ocorrem as maiores perdas de prenhez (HAFEZ, 2000). Em estudo conduzido por Staples et al. (1998), as vacas suplementadas com fontes de gordura apresentaram um aumento da taxa de concepção em torno de 17%, comparadas as vacas que não foram alimentadas com dietas ricas em gordura, esse efeito foi atribuído a melhoria do estado energético negativo da vaca, da diminuição das condições anovulatórias (WILTBANK. 2004), ocasionando um retorno mais precoce ao estro, com isso melhora dos níveis circulantes de P4 e da taxa de concepção.

No estudo conduzido por Souza (2008), objetivando avaliar a utilização de ECG ou ECP na melhoria da dinâmica folicular e da taxa de concepção de vacas em vacas leiteiras de alta produção, foram comparados quatro protocolos hormonais, onde foi constatado que as melhores taxas de prenhez foram obtidas para as vacas que recebiam ECG após a retirada do implante de progesterona, igual ao protocolo contido no presente estudo, quando comparadas as vacas que recebiam ECP, sendo as taxas de concepção de 33,3% (ECG) e 29,8% (ECP). As taxas de prenhez observadas no estudo de Souza (2008) foram semelhantes as taxas encontradas para as vacas do grupo óleo de soja (30,0%) e inferiores as taxas encontradas para as vacas do grupo controle (50,0%) e sais de cálcio de ácidos graxos (50,0%), sugerindo que o tipo de fonte de gordura utilizado em dietas de transição pode melhorar o balanço energético e o perfil hormonal das vacas e contribuir com o aumento das taxas de prenhez a IATF em vacas leiteiras.

Tabela 8 - taxa de prenhez a IATF (PIATF) em função das rações experimentais

	Rações experimentais			P ²
	C ¹	OS ²	SC ³	
PIATF %	50.0 (5/10)	30.0 (3/10)	50.0 (5/10)	0.04

¹ Controle; ² óleo de soja; ³Sais de cálcio de ácidos graxos (Megalac-E®)

6 CONCLUSÕES

Os dados obtidos neste experimento sugerem que a suplementação com fontes de gordura nas rações de vacas leiteiras no período de transição e início de lactação influenciam positivamente o balanço de energia e o desempenho reprodutivo dos animais, porém reduzem o teor de gordura do leite dos animais.

REFERÊNCIAS

- ADAMS, G. P. Association between surges of FSH and emergence of follicular waves in heifers. **Journal of Reproduction and Fertility**, v. 94, p. 177-188, 1992.
- ALLEN, M. S. Effects of diet on short-term regulation of feed intake by lactating dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, v. 83, n. 7, p. 1598-1630, 2000.
- ANDERSEN, J. B.; RIDDER, C.; LARSEN, T. Priming the cow for mobilization in the periparturient period: effects of supplementing the dry cow with saturated fat or linseed. **Journal of Dairy Science**, v. 91, p. 1029-1043, 2008.
- ARCHIBALD, L. F. Conception rates in dairy cows after timed-insemination and simultaneous treatment with gonadotropin-releasing hormone and/or prostaglandinF2 α . **Theriogenology**, v. 37, p. 723-31, 1992.
- BALLOU, M. A.; GOMES, R. C.; JUCHEM, S. O.; DEPETERS, E. J. Effects of dietary supplemental fish oil during the peripartum period on blood metabolites and hepatic fatty acid compositions and total triacylglycerol concentrations of multiparous Holstein cows. **Journal of Dairy Science**, v. 92, p. 657-669, 2009.
- 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.
- BAUMAN, D. E.; GRIINARI, J. M. Regulation and nutritional manipulation of milk fat: low-fat milk syndrome. **Livestock Production Science**, v. 70, p. 15-29, 2001.
- BAUMAN, D. E.; LOCK, A. L. Concepts in lipid digestion and metabolism in dairy cows. In: TRI-STATE NUTRITIONAL CONFERENCE, 2006, Ohio. **Proceedings...** 2006. p. 1-14.
- 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.; E 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.
- BERNAL-SANTOS, G. L.; PERFIELD II, J. W.; BARBANO, D. M. Production responses of dairy cows to dietary supplementation with conjugated linoleic acid (CLA) during the transition period and early lactation. **Journal of Dairy Science**, v. 86, p. 3218-3228, 2003.
- 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.

BILBY, T. R.; BLOCK, J.; AMARAL, B. C.; SA FILHO, O.; SILVESTRE, F. T.; HANSEN, P. J.; STAPLES, C. R.; THATCHER, W. W. Effects of dietary unsaturated fatty acids on oocyte quality and follicular development in lactating dairy cows in summer. **Journal of Dairy Science**, v. 89, p. 3891-3903, 2006.

BILBY, T. R.; MICHEL, F.; JENKINS, T. Effects of bovine somatotropin (bST), pregnancy and a diet enriched in omega-3 fatty acids on the uterine GH system in lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 87, n. 197, p.3256 - 3267 2004. Supplement.

BODENSTEINER, K. L. Synchronization of emergence of follicular waves in cattle. **Theriogenology**, v. 45, p. 1115-1128, 1996.

BONCZECK, R. R.; YOUNG, C. W.; WHEATON, J. E.; MILLER, K. P. Responses of somatotropin, insulin, prolactin, and thyroxine to selection for milk yield in Holsteins. **Journal of Dairy Science**, v. 71, p. 2470-2478, 1988.

BORBA, L. R. O.; STUMPF JUNIOR, W.; FISCHER, V.; FERNANDES, A. Níveis crescentes de gordura na dieta de vacas leiteiras de alta produção. **Revista Brasileira de Agrociência**, v. 12, n. 1, p. 87-92, 2006.

BRITT, J. H. Impacts of early post partum metabolism on follicular development and fertility. In: ANNUAL FLORIDA RUMINAL NUTRITION SYMPOSIUM, 1992, Orlando, **Anais...** 1992. p. 39-43.

BUTLER, S. T.; PELTON, S. H.; BUTLER, W. R. Insulin increases 17 β -estradiol production by the dominant follicle of the first postpartum follicle wave in dairy cows. **Reproduction**, v. 127, p. 537-545, 2004.

BUTLER, W. R. Efeito do balanço energético negativo na fertilidade de vacas leiteiras. In: CURSO DE NOVOS ENFOQUES NA PRODUÇÃO E REPRODUÇÃO DE BOVINOS, 7., 2004, Uberlândia. **Anais...** 2004. p. 101- 111

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.

CADORNIGA-VALINO, C.; GRUMMER, R. R.; ARMENTANO, L. E. Effects of fatty acids and hormones on fatty acid metabolism and gluconeogenesis in bovine hepatocytes. **Journal of Dairy Science**, v. 80, p. 646-656, 1997.

CELEGHINI, E. C. C. Efeitos da criopreservação do sêmen bovino sobre as membranas plasmática, acrossomal e mitocondrial e estrutura da cromatina dos espermatozoides utilizando sondas fluorescentes. 2005. 186 f. **Tese (Doutorado)** - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2005.

CERRI, R. L. A.; JUCHEM, S. O.; CHEBEL, R. C.; RUTIGLIANO, H. M.; BRUNO, R. G. S.; GALVÃO, K. N.; THATCHER, W. W.; SANTOS, J. E. P. Effect of fat source differing in fatty acid profile on metabolic parameters, fertilization, and embryo quality in high-producing dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 92, p. 1520-1531, 2009.

CHEW, B. P.; MALVEN, P. V.; ERB, R. E.; ZAMET, M. F.; CLAUDIE N.; D'AMICO, M. F.; COLENBRANDER, V. F. Variables Associated with Peripartum Traits in Dairy Cows. IV. Seasonal Relationships among Temperature, Photoperiod, and Blood Plasma Prolactin. **Journal of Dairy Science**, v. 62, p. 1394-1398, 1979.

COLAZO, M. G.; HAYIRLI, A.; DOEPEL, L.; AMBROS, D. J. Reproductive performance of dairy cows is influenced by prepartum feed restriction and dietary fatty acid source **Journal of Dairy Science**, v. 92, p. 2562-2571, 2009.

DEFRAIN, J. M.; HIPPEN, A. R.; KALSCHEUR, K. F.; PATTON, R. S. Effects of feeding propionate and calcium salts of long-chain fatty acids on transition dairy cow performance. **Journal of Dairy Science**, v. 88, p. 983-993, 2005.

DEPETERS, E. J.; TAYLOR, S. J.; FINLEY, C. M.; FAMULA, T. R. Dietary fat and nitrogen composition of milk from lactating cows. **Journal of Dairy Science**, v. 70 p. 1192-1201, 1987.

DOEPEL, L.; LAPIERRE, H.; KENNELLY, J. J. Peripartum performance and metabolism of dairy cows in response to prepartum energy and protein intake. **Journal Dairy Science**, v. 85, p. 2315-2334, 2002.

DONALDSON, L. E. The efficiency of several methods for detection oestrus in cattle. **Australian Veterinary Journal** , v. 44 , p. 496-498 , 1968.

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

DUSKE, K.; HAMMON, H. M.; LANGHOF, A.-K.; BELLMANN, O.; LOSAND, B.; NÜRNBERG, K.; NÜRNBERG, G.; SAUERWEIN, H.; SEYFERT, H. M.; METGES, C. C. Metabolism and lactation performance in dairy cows fed a diet containing rumen-protected fat during the last twelve weeks of gestation. **Journal of Dairy Science**, v. 92, p. 1670-1684, 2009.

EDMONSON, A. J.; LEAN, I. J.; WEAVER, L. D.; FARVER, T.; WEBSTER, G. A body condition scoring chart for Holstein dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 72, n. 1, p. 68-78, 1989.

EMERY, R. S.; LIESMAN, J. S.; HERDT, T. H. Metabolism of long chain fatty acids by ruminant liver. **Journal of Nutrition**, v. 122, p. 832-839, 1992.

FOLMAN, Y.; NEUMARK, H.; KAIM, M.; E KAUFMANN, M. Performance, rumen and blood metabolites in high yielding cows fed various protein percents an protected soybean. **Journal of Dairy Science**, v. 64, p.759, 1980.

FOOTE, R. H. Estrus detection and estrus detection aids. **Journal of Dairy Science**, v. 58, p. 248-256, 1975.

FREITAS JÚNIOR, J. E.; RENNÓ, F. P.; SANTOS, M. V.; GANDRA, J. R.; MATURANA FILHO, M.; VENTURELLI, B. C. Desempenho produtivo e composição da fração protéica do leite de vacas leiteiras suplementadas com diferentes fontes de gordura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, no prelo. 2009.

FRICKE, P. M.; GUENTHER, J. N.; WILTBANK, M. C. Efficacy of decreasing the dose of GnRH used in a protocol for synchronization of ovulation and timed AI in lactating dairy cows. **Theriogenology**, v. 50, p. 1275-1284, 1998.

FRIEDEWALD, W. T.; LEVY, R. I.; FREDRICKSON, D. S. Estimation of the concentration of low-density lipoprotein cholesterol in plasma, without use of the preparative ultracentrifuge. **Clinical Chemical**, v. 18, p. 499-502, 1972.

GARNSWORTHY, P. C.; LOCK, A.; MANN, G. E.; SINCLAIR, K. D.; WEBB, R. Nutrition, Metabolism, and Fertility in Dairy Cows: 1. Dietary Energy Source and Ovarian Function. **Journal of Dairy Science**. v.91 p.3814-3823. 2008

GINTHER, O. J.; KNOPF, L.; KASTELIC, J. P. Temporal associations among ovarian events in cattle during estrus cycles with two and three follicular waves. **Journal of Reproduction and Fertility**, v. 87, p. 223-230, 1989.

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

GRUMMER, R. R. Gordura da dieta: Fonte energética e/ou regulador metabólico? In: NOVOS ENFOQUES NA PRODUÇÃO E REPRODUÇÃO DE BOVINOS, 8., 2004, Uberlândia. **Anais...** Uberlândia: CONAPEC JR.; UNESP-BOTUCATU, 2004. p. 83-108.

GRUMMER, R. R. Impact of changes in organic nutrients metabolism on feeding the transition cow. **Journal of Animal Science**, v. 73, p. 2820-2833, 1995.

GRUMMER, R. R.; HATFIELD, M. L.; DENTINE, M. R. Acceptability of fat supplements in four dairy herds. **Journal of Dairy Science**, v. 73, n. 3, p. 852-857, 1990.

GUILBAULT, L. A.; THATCHER, W. W.; DROST, M. Influence of a physiological infusion of prostaglandin F_{2α} into postpartum cows with partially suppressed endogenous production of prostaglandins. 1. Uterine and ovarian morphological responses. **Theriogenology**, v. 27, p. 931-946, 1987.

GWAZDAUSKAS, F. C.; KENDRICK, K. W.; PRYOR, A. W. Impact of follicular aspiration on folliculogenesis as influenced by dietary energy and stage of lactation. **Journal of Dairy Science**, v. 83, p. 1625-1634, 2000.

HALL, M. B. Making nutritional sense of nonstructural carbohydrate. In: ANNUAL FLORIDA RUMINANT NUTRITION SYMPOSIUM, 9., 1998, Gainesville, FL. **Proceedings...** Gainesville: Florida University Press, 1998. p. 108-121.

HAYIRLI, A.; GRUMMER, R. R.; NORDHEIM, E. V.; CRUMP, P. M. Animal and dietary factors affecting feed intake during the prefresh transition period in holsteins. **Journal of Dairy Science**, v. 85 p. 3430-3443, 2002.

HEERSCHKE, J. R. G.; NEBEL, R. L. Measuring efficiency and accuracy of detection of estrus. **Journal of Dairy Science**, v. 77, n. 9, p. 2754- 2761 1994.

HERDT, T. H. Ruminant adaptation to negative energy balance. In: HERDT, T. H. (Ed.). Metabolic disorders of ruminants. **Veterinary Clinical of North American**, v. 16, n. 2, p. 215-230, 2000.

JENKINS, T. C. Lipid metabolism in the rumen. **Journal of Dairy Science**, v. 76, p. 3851-3863, 1993.

JUCHEM, S. O.; SANTOS, F. A. P.; IMAIZUMI, H. Production and blood parameters of Holstein cows treated prepartum with sodium monensin or propylene glycol. **Journal of Dairy Science**, v. 87, p. 680-689, 2004.

KASTELIC, J. P.; KNOPF, L.; GINTHER, O. J. Effect of day of prostaglandin F_{2a} treatment on selection and development of the ovulatory follicle in heifers. **Animal Reproduction Science**, v. 23, p. 169-180, 1990.

KELLY, M. L.; BERRY, J. R.; DWYER, D. A. GRIINARI, J. M.; CHOUINARD, P. Y.; VAN AMBURGH, M. E.; BAUMAN, D. E. Dietary fatty acid sources affect conjugated linoleic acid concentrations in milk from lactating dairy cows. **Journal of Nutrition**, v. 128, p. 881-885, 1998.

KENDRICK, K. W.; BAILEY, T. L.; GARST, A. S.; PRYOR, A. W.; AHMADZADEH, A.; AKERS, R. M.; EYESTONE, W. E.; PEARSON, R. E.; GWAZDAUSKAS, F. C. Effects of energy balance on hormones, ovarian activity, and recovered oocytes in lactating holstein cows using transvaginal follicular aspiration. **Journal of Dairy Science**, v. 82, p. 1731-1740, 1999.

LARSON, L. L.; BALL, P. J. H. Regulation of estrous cycles in dairy cattle: a review. **Theriogenology**, v. 38, p. 255-267, 1992.

LOCK, A. L.; BAUMAN, D. E.; GARNSWORTHY, P. C. Short communication: effect of production variables on the cis-9, trans-11 conjugated linoleic acid content of cows' milk. **Journal of Dairy Science**, v. 88, p. 2714-2717, 2005.

LUCEY, S.; ROWLANDS, G. J.; RUSSEL, A. G. The association between lameness and fertility in dairy cows. **Veterinary Recents**, v. 118, p. 628-31, 1986.

MASHEK, D. G.; BERTICS, S. J.; GRUMER, R. R. Effects of intravenous infusion of triglyceride emulsions varying in lipid source on development of bovine fatty liver. **Journal of Dairy Science**, v. 86, p. 248, 2003. Supplement, 1.

MASHEK, D. G.; BERTICS, S. J.; GRUMMER, R. R. Effects of intravenous triacylglycerol emulsion on hepatic metabolism and blood metabolites in fasted dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 88, p. 100-109, 2005.

MCNAMARA, S.; BUTLER, T.; RYAN, D. P.; MEE, J. F.; DILLON, P.; O'MARA, F. P.; BUTLER, S. T.; ANGLESEY, D.; RATH, M.; MURPHY, J. J. Effect of offering rumen protected fat supplements on fertility performance in spring-calving Holstein-Friesian cows. **Animal Reproduction Science**, v. 79, p. 45-56, 2003.

MOALLEM, U.; KATZ, M.; ARIELI, A.; LEHRER, H. Effects of peripartum propylene glycol or fats differing in fatty acid profiles on feed intake, production, and plasma metabolites in dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 90, p. 3846-3856, 2007.

- MOREIRA, F.; ORLANDI, C.; RISCO, C. A.; MATTOS, R.; LOPES, F.; THATCHER, W. W. Effects of presynchronization and bovine somatotropin on pregnancy rates to a timed artificial insemination protocol in lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 84, p. 1646-1659, 2001.
- NRC. NATIONAL RESEARCH COUNCIL. Nutrient requirements of dairy cattle. 7. ed. Washinton, D.C.: National Academic Press. 2001. 381 p.
- NEBEL, R. L.; MCGILLIARD, M. L. Interactions of high milk yield and reproductive performance in dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 76, p. 3257-3268, 1993.
- NELSON, D. L. E.; COX, M. M. Lehninger principles of biochemistry. 4th revised. Edition. United States of America: W. H. Freeman and Company, 2005.
- OLSON, J. Estratégias de nutrición para vacas en transición. **Hoard's Dairyman**, n. 88, p. 288, 2002.
- ONETTI, S. G.; SHAVER, R. D.; MCGUIRE, M. A.; GRUMMER, R. R. Effect of type and level of dietary fat on rumen fermentation and performance of dairy cows fed corn silage-based diets. **Journal of Dairy Science**, v. 84, p. 2751-2759, 2001.
- 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, n. 01-02, p. 65-82, 2004.
- OPSOMER, G.; GROHN, Y. T.; HERTL, J.; CORYN, M.; DELUYKER, H.; DE KRUIF, A. Risk factors for post partum ovarian dysfunction in high producing dairy cows in Belgium: A field study. **Theriogenology**, v. 53, p. 841-857, 2000.
- OSBORNE, V. R.; ODONGO, N. E.; CANT, J. P.; SWANSON, K. C.; MCBRIDE, B. W. Effects of supplementing glycerol and soybean oil in drinking water on feed and water intake, energy balance, and production performance of per parturient dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 92, p. 698-707, 2009.
- OVERTON, T. R.; DRACKLEY, J. K.; OTTEMANN-ABBAMONTE, C. J. Substrate utilization for hepatic gluconeogenesis is altered by increased glucose demand in ruminants. **Journal of Animal Science**, v. 77, p. 1940-1951, 1999.
- PALMQUIST, D. L.; MATTOS, W. R. S. Metabolismo de lipídeos. In: BERCHIELI, T. T.; PIRES, A. V.; OLIVEIRA, S. G. (Ed.). **Nutrição de ruminantes**. Jaboticabal: Funep, 2006. p. 287-310.
- PANTOJA, J.; FIRKINS, J. L.; EASTRIDGE, M. L. Effects of fat saturation and source of fiber on site of nutrient digestion and milk production by lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 77, n. 8, p. 2341-2356, 1994.
- PETIT, H. V.; DEWHURST, R. J.; SCOLLAN, N. D.; PROULX, J. G.; KHALID, M.; HARESIGN, W.; TWAGIRAMUNGU, H.; MANN, G. E. Milk production and composition, ovarian function, and prostaglandin secretion of dairy cows fed omega-3 fats. **Journal of Dairy Science**, v. 85, p. 889-899, 2002.

PETIT, H. V.; GERMIQUET, C.; LEBEL, D. Effect of feeding whole, unprocessed sunflower seeds and flaxseed on milk production, milk composition, and prostaglandin secretion in dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 87, p. 3889-3898, 2004.

RIVERA, G. M.; GONI, C.G.; CHAVES, M. A.; FERRERO, S. B.; BO, G. A. Ovarian follicular wave synchronization and induction of ovulation in postpartum beef cows. **Theriogenology**, v. 49, p. 1365-1375, 1998.

RODRIGUEZ-SALLABERRY, C.; CALDARI-TORRES, C.; COLLANTE, W.; STAPLES, C. R.; BADINGA, L. Plasma prostaglandin and cytokine concentrations in periparturient holstein cows fed diets enriched in saturated or *trans* fatty acids. **Journal of Dairy Science**, v. 90, p. 5446-5452, 2007.

SANTOS, F. L.; LANA, R. P.; SILVA, M. T. C.; LANA, R. P.; BRANDÃO, S. C. C.; VARGAS, L. H.; ABREU, L. R. Produção e composição do leite de vacas submetidas a dietas contendo diferentes níveis e formas de suplementação de lipídios. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30, n. 4, p. 1376-1380, 2001.

SANTOS, J. E. P. Efeitos da nutrição e do manejo periparto na eficiência reprodutiva de vacas de leite. In: CURSO DE NOVOS ENFOQUES NA PRODUÇÃO E REPRODUÇÃO DE BOVINOS, 2005, Uberlândia. **Anais...** 2005. p. 29-44.

SAS. STATISTICAL ANALISYS/STAT. **User's Guide**. Release 8.0 Edition. Cary: SAS, 1999. 1500 p.

SCHROEDER, G. F.; GAGLIOSTRO, G. A.; BECU-VILLALOBOS, D.; LACAU-MENGIDO, I. Supplementation with partially hydrogenated oil in grazing dairy cows in early lactation. **Journal of Dairy Science**, v. 85, p. 580-594, 2002

SELBERG, K. T.; LOWE, A. C.; STAPLES, C. R. Production and metabolic response of periparturient Holstein cows to dietary conjugated linoleic acid and trans-octadecenoic acids. **Journal of Dairy Science**, v. 87, p. 158-168, 2004.

SILCOX, R. W.; POWELL, K. L.; KISER, T. E. Ability of dominant follicles to respond to exogenous GnRH administration is dependent on their stage of development. **Journal of Animal Science**, v. 71, p. 219, 1993. Supplement, 1.

SKLAN, D.; ASHKENAZI, R.; BRUN, A.; DEVORIN, A.; TABORI, K. Fatty acids, calcium soaps of fatty acids, and cottonseeds fed to high yielding cows. **Journal of Dairy Science**, v. 75, p. 2463-2472, 1992.

SNIFFEN, C. J.; O'CONNOR, J. D.; VAN SOEST, P. J.; FOX, D. G.; RUSSELL, J. B. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: in: carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, v. 70, n. 12, p. 3562-3577, 1992.

SOUZA, A. H. **Inseminação artificial em tempo fixo em vacas holandesas de alta produção**. 2008. 152 f. Tese (doutorado) - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

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.; THATCHER, W. W.; MATTOS, R. Fat supplementation strategies for lactating dairy cow diets. In: SINLEITE - SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE BOVINOCULTURA DE LEITE, 2., 2001, Lavras. **Anais...** Lavras: UFLA, 2001. p. 161-178.
- STAPLES, C. R.; BURKE, J. M.; THATCHER, W. W. Influence of supplemental fats on reproductive tissues and performance of lactating cows. **Journal of Dairy Science**, v. 81, p. 856-871, 1998.
- STEVENSON, J. S.; PURSLEY, J. R. Resumption of follicular activity and interval postpartumovulation after exogenous progestins. **Journal of Dairy Science**, v. 77, p. 725-734, 1994.
- STRANG, B. D.; BERTICS, S. J.; GRUMMER, R. R. Effect of long-chain fatty acids on triglycerides accumulation, gluconeogenesis, and ureagenesis in bovine hepatocytes. **Journal of Dairy Science**, v. 81, p. 728-739, 1998.
- TAMMINGA, S.; LUTEIJN, P. A.; MEIJER, R. G. M. Changes in composition and energy content of liveweight loss in dairy cows with time after parturition. **Livestock Production Science**, v. 52, p. 31-38, 1997.
- TAYLOR, C.; RAJAM, E.; HENDRAN, R. Follicular dynamics and corpus luteum growth and function in pregnant versus non pregnant dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 74, p. 115-23, 1991.
- THATCHER, W. W.; STAPLES, C. R.; MACLAREN, L. Efeitos biológicos dos lipídeos em parâmetros reprodutivos de vacas leiteiras em lactação. In: NOVOS ENFOQUES NA PRODUÇÃO E REPRODUÇÃO DE BOVINOS, 8., 2004, Uberlândia. **Anais...** Uberlândia: CONAPEC JR.; UNESP-BOTUCATU, 2004. p. 115-132.
- THATCHER, W. W.; WILCOX, C. J. Post partum estrus as an indicator of reproductive status in the cow. **Journal of Dairy Science**, v. 56, p. 608-610, 1973.
- VAN SOEST, P. J.; MASON, V. C. The influence of Maillard reaction upon the nutritive value of fibrous feeds. **Animal Feed Science and Technology**, v. 32, n. 1, p. 45-53, 1991.
- VANDEHAAR, M. J.; SHARMA, B. K.; FOGWELL, R. L. Effect of dietary energy restriction on the expression of insulin-like growth factor-i in liver and corpus luteum of heifers. **Journal of Dairy Science**, v. 78, p. 832-841, 1995.
- VAN KNEGSEL, A. T. M.; VAN DEN BRAND, H.; DIJKSTRA, J.; VAN STRAALLEN, W. M.; JORRITSMA, R.; TAMMINGA, S.; KEMP, B. Effect of glucogenic vs. lipogenic diets on energy balance, blood metabolites, and reproduction in primiparous and multiparous dairy cows in early lactation. **Journal of Dairy Science**, v. 90 p. 3397-3409, 2007.
- VASCONCELOS, J. L. M.; ARAUJO, T. P. B.; CERRI, R. L. A. Ovulation and synchronization rates in Holstein and crossbred lactating dairy cows during two seasons when receiving the PGF 2α injection on d 6 or 7 of the Ovsynch protocol. **Journal of Dairy Science**, v. 83, p. 214, 2000. Supplement, 1.
- WALTNER, S. S.; MCNAMARA, J. P.; HILLERS, J. K. Relationships of body condition score to production variables in high producing Holstein dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, v. 76, p. 3410-3419, 1993.

WASHBURN, S. P.; SILVIA, W. J.; BROWN, C. H. Trends in reproductive performance in southeastern Holstein and Jersey DHI herds. **Journal of Dairy Science**, v. 85, p. 244–251, 2002.

WEBB, R.; GARNSWORTHY, P. C.; CAMPBELL, B. K.; HUNTER, M. G. Intra-ovarian regulation of follicular development and oocyte competence in farm animals. **Theriogenology**, v. 68S, p. S22–S29, 2008.

WEISS, W. P.; CONRAD, H. R.; PIERRE, N. R. S. T. A theoretically-based model for predicting total digestible nutrient values of forages and concentrates. **Animal Feed Science Technology**, v. 39, p. 95-110, 1992.

WILDMAN, O. E. E.; JONES, G. M.; WAGNER, P. E. A dairy cow body condition scoring system and its relationship to selected production characteristics. **Journal of Dairy Science**, v. 65, n. 3, p. 495-501, 1982.

WILLIAMS, G. L. Influence of dietary fat intake and metabolism on follicular growth in cattle. **Reproduction of Domestic Animals**, v. 31, p. 539-542, 1996.

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

ZHENG, H. C.; LIU, J. X.; YAO, J. H.; YUAN, Q.; YE, H. W.; YE, J. A.; WU, Y. M. Effects of dietary sources of vegetable oils on performance of high-yielding lactating cows and conjugated linoleic acids in milk. **Journal of Dairy Science**, v. 88, p. 2037-2042, 2005.