

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS VETERINÁRIAS**

CÉSAR OTAVIANO PENNA JÚNIOR

**Perfil Metabólico Energético em dois Grupos
Genéticos de Vacas Holandês x Gir de Segunda
Ordem de Parição, em Dois Períodos da Lactação, na
Época da Seca, nos Trópicos.**

ALEGRE – ES

2010

CÉSAR OTAVIANO PENNA JÚNIOR

**Perfil Metabólico Energético em dois Grupos
Genéticos de Vacas Holandês x Gir de Segunda Ordem
de Parição em Dois Períodos da Lactação na Época da
Seca nos Trópicos.**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para obtenção do Título de **Mestre em Ciências Veterinárias**, linha de pesquisa em Nutrição Animal.

Orientador: Prof. Dr. Deolindo Stradiotti Júnior

Co-orientador: Prof. Dra. Maria Izabel Vieira de Almeida

ALEGRE – ES

2010

CÉSAR OTAVIANO PENNA JÚNIOR

Perfil Metabólico Energético em dois Grupos Genéticos de Vacas
Holandês x Gir de Segunda Ordem de Parição em Dois Períodos da
Lactação na Época da Seca nos Trópicos

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para obtenção do Título de Mestre em Ciências Veterinárias, linha de pesquisa em Nutrição Animal.

Aprovada em ____ de _____ de 2010.

COMISSÃO EXAMINADORA

Prof. Dr. Deolindo Stradiotti Júnior
Universidade Federal do Espírito Santo
Orientador

Prof. Dr. Olavo dos Santos Pereira Júnior
Universidade Federal do Espírito Santo

Prof. Dra. Lenir Cardoso Porfírio
Universidade Federal do Espírito Santo

Prof. Dra. Renata Cogo Clips
Instituto Federal do Espírito Santo – Campus Alegre

Dedico este trabalho aos meus filhos, Pedro e Maria, inspirações constantes na minha vida.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, pelas constantes oportunidades de crescimento moral. Obrigado pela vida!

Meus pais, César e Telma, irmã Fernanda, pela base familiar, pelo incentivo ao estudo e a confiança, mesmo quando tudo parecia errado.

Minha esposa Oneida, pela paciência.

Ao Centro Espírita Amor e Caridade e seus trabalhadores, um porto seguro, onde os desafios são entendidos e transformados em crescimento.

Ao Grupo Cabo Verde, através da Fazenda Santa Luzia, ao proprietário Maurício Coelho, ao encarregado Dení e aos funcionários que auxiliaram na coleta. Obrigado pela oportunidade e parabéns pelo sucesso.

Aos colegas Cupim e Dione. Sucesso na caminhada.

Professor Shimoda, pela orientação na estatística.

À prima Jenny, pela força no inglês.

Profª Isabella, por mostrar o “caminho das pedras”, quando tudo era apenas uma vontade.

Prof^a Lenir, pela luz no final da caminhada.

Professor Júnior, pela amizade e pelo exemplo de vida e superação!

À Zootecnia, por existir e pela sua importância para o desenvolvimento do meio rural do Brasil!

Obrigado a todos!

***Embora ninguém possa voltar
atrás e fazer um novo começo,
qualquer um pode começar
agora e fazer um novo fim.***

(Chico Xavier)

RESUMO

Os cruzamentos derivados de raças européias especializadas para produção de leite com raças zebuínas adaptadas às condições tropicais formam a base da maioria dos sistemas de produção de leite no Brasil. Porém, verifica-se que os estudos a respeito de perfil metabólico (PM) para vacas bovinas leiteiras se concentram em raças puras, em sua grande maioria em regiões de clima temperado ou subtropical. Assim, com a revisão objetivou-se destacar a importância do uso do Perfil Metabólico energético na avaliação do desempenho produtivo de vacas leiteiras, seja no quesito nutricional, seja nas questões relacionadas ao diagnóstico e prevenção de transtornos de ordem metabólica nutricional e com a pesquisa aferir os valores e avaliar o comportamento dos marcadores bioquímicos energéticos entre dois períodos da lactação e entre diferentes graus genéticos de vacas HG de 2ª OP, no período da seca, em região tropical. O experimento foi realizado na Fazenda Santa Luzia, localizada no Estado de Minas Gerais – Brasil. Foram utilizados dados coletados nos meses de maio e agosto de 2009, provenientes de 37 vacas $\frac{1}{2}$ HG e 35 vacas $\frac{3}{4}$ HG. Definiu-se concentrar os estudos em dois períodos da lactação, sendo o primeiro de 28 a 60 dias (P1 da lactação) e o segundo de 110 a 130 dias (P2 da lactação). As vacas receberam ração total. Foram analisados os indicadores bioquímicos do perfil metabólico energético por meio da quantificação do Beta-hidroxiacetato (βHB), do colesterol e da enzima Aspartato transaminase (AST). Os valores médios dos metabólitos, com seus erros-padrão, analisados pelo teste t de Student, foram estabelecidos para ambos os graus de sangue, nos respectivos períodos da lactação. Dada a escassez de informações sobre valores referenciais para o grupo genético investigado nesse estudo, metodologicamente buscaram-se valores referenciais de estudos que utilizaram o maior número de variáveis iguais ao do presente trabalho. Ocorreram diferenças estatísticas ($p < 0,05$) entre períodos para βHB, produção de leite e ECC, enquanto que os demais parâmetros não apresentaram diferenças ($p > 0,05$) para vacas $\frac{1}{2}$ e $\frac{3}{4}$ HG. Entre graus de sangue, as diferenças estatísticas ($p < 0,05$) ocorreram dentro de cada período para os parâmetros βHB e produção de leite, não tendo ocorrido diferenças

($p > 0,05$) para os demais parâmetros. Aferidos os valores, conclui-se que para as condições a que foram submetidos os animais no presente estudo, os grupos genéticos foram eficientes para sustentarem seus respectivos níveis de produção de leite, sem apresentarem complicações de ordem metabólica. Sugere-se a continuidade de estudos dessa natureza para equacionar Valores de Referência.

Palavras chave: Perfil Energético, Componentes Hematobioquímicos, Beta-hidroxi-butarato, Colesterol, Aspartato transaminase, Vacas Leiteiras.

ABSTRACT

The cross-breeding derived from specialized milk producing European breeds with zebu breeds that are adapted to tropical conditions form the basis of the majority of Brazil's milk producing systems. However, researches regarding the metabolic profile (MP) for bovine dairy cows focus on pure breeds coming mostly from temperate to subtropical regions. Therefore, the behaviour of the hematobiochemical components indicators on the energy metabolism in second calving rate order $\frac{1}{2}$ and $\frac{3}{4}$ Holstein x Gir (HG) dairy cows, in two stages of lactation, became the object of the evaluation, as well as to determine its relationship with body condition (BCS) and milk production during the dry season in tropical environment. The experiment was conducted at Santa Luzia Farm, located in Minas Gerais - Brazil. This study used data collected in the months of May and August 2009 from 37 $\frac{1}{2}$ HG cows and 35 $\frac{3}{4}$ HG cows. By our definition studies were focused on two lactation periods, the first being from 28 to 60 days (P1 lactation) and the second from 110 to 130 days (P2 of lactation). The cows received complete feed in the trough. The biochemical indicators of the metabolic energy profile were analyzed through the beta-hydroxybutyrate (β HB), cholesterol and the enzyme Aspartate transaminase (AST) quantifications. The metabolite average values, with their standard errors, analyzed by Student test, were established for both blood degrees, in their respective lactation periods. Given the scarcity of information on reference

values for the genetic group investigated in this study, reference values were methodically sought from studies using larger number of variables equal to the present study. There were statistical differences between the periods for β HB, milk production and BCS, whereas the other parameters did not differ for cows $\frac{1}{2}$ and $\frac{3}{4}$ HG. There were statistical differences between the periods in β HB, milk production and BCS, whereas the other parameters did not differ for $\frac{1}{2}$ and $\frac{3}{4}$ HG cows. Between blood degrees, the statistical differences occurred within each period concerning the β HB and milk production parameters and no other differences occurred in relation to the remaining parameters. Having obtained the results and taking the conditions to which the animals were exposed in this study into consideration, we have concluded that the genetic groups were effective in sustaining their respective levels of milk production without experiencing complications of metabolic order. We suggest such studies to be continued as to equate Reference Values.

Keywords: Energy Profile, Hematobiochemical Components, beta-hydroxybutyrate , Cholesterol, Aspartate transaminase, Dairy Cows

LISTA DE TABELAS

Capítulo 1. Aferição do Perfil Metabólico Energético em dois Grupos Genéticos de Vacas Holandês x Gir de Segunda Ordem de Parição em Dois Períodos da Lactação no Período da Seca nos Trópicos

Tabela 1 – Média e erro padrão da produção de leite, do ECC e dos teores séricos dos metabólitos energéticos de fêmeas $\frac{1}{2}$ HG de 2ª OP nos P1 e P2 de lactação.....49

Tabela 2 – Média e erro padrão dos teores séricos dos metabólitos energéticos de fêmeas $\frac{3}{4}$ HG de 2ª OP nos P1 e P2 da lactação.....53

Tabela 3 – Média e erro padrão dos teores séricos dos metabólitos energéticos de fêmeas $\frac{1}{2}$ HG e $\frac{3}{4}$ HG de 2ª OP nos P1 e P2 da lactação.....55

LISTA DE SIGLAS e/ou ABREVIATURAS

½ HG - ½ sangue Holandês/Gir

¾ HG - ¾ sangue Holandês/Gir

AST - Aspartato Transaminase

βHB - β-hidroxibutirato

CCA – Centro de Ciências Agrárias

ES – Espírito Santo

ECC - escore de condição corporal

NEFA - ácidos graxos não esterificados

H – holandês

HZ – holandês/zebu

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

MG – Minas Gerais

OP - ordem de parição

P1 da lactação - períodos da lactação de 28 a 60 dias pós-parto

P2 da lactação – períodos da lactação de 110 a 130 dias pós-parto

PM – Perfil Metabólico

NRC - NATIONAL RESEARCH COUNCIL

UFES – Universidade Federal do Espírito Santo

USDA - United States Department of Agriculture

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	14
2. REVISÃO DE LITERATURA	146
2.1. Produção de leite.....	Erro! Indicador não definido.6
2.2. Score de condição corporal.....	Erro! Indicador não definido.8
2.3. Sistema de produção animal.....	20
2.4. Doença metabólica.....	21
2.5. Perfil metabólico.....	22
2.5.1. Perfil Energético.....	25
2.5.1.1. β -hidroxibutirato (β HB).....	25
2.5.1.2. Colesterol.....	26
2.5.1.3. Aspartato transaminase (AST).....	28
2.5.1.4. NEFA.....	29
2.5.1.5. Glicose.....	30
3. REFERÊNCIAS.....	30
4. CAPÍTULO 1.....	41
4. Cap. 1 – Aferição do Perfil Metabólico Energético em dois Grupos Genéticos de Vacas Holandês x Gir de Segunda Ordem de Parição em Dois Períodos da Lactação no Período da Seca nos Trópicos	4242
4.1. Resumo.....	42
4.2. Abstract.....	43

4.3.	Introdução	45
4.4.	Material e métodos.....	4646
4.5.	Resultados e discussão	4949
4.6.	Conclusões	56
4.7.	Referências	5656

1. INTRODUÇÃO

A produção leiteira nos ecossistemas tropicais vem sendo um desafio técnico contínuo devido às difíceis condições ambientais, nutricionais, sanitárias e pouca rusticidade das raças especializadas. O custo energético para alcançar a adaptação em temperaturas e umidades críticas se reflete em problemas nutricionais e enfermidades metabólicas que elevam os custos de produção e geram menor volume de leite por lactação (CAMPOS et al., 2007).

Carvalho et al. (2002a) observam que no Brasil, em torno de 70% da produção de leite é de animais resultantes de cruzamentos. Vacas cruzadas Holandês x Gir apresentam-se como alternativa para equacionar ou mesmo diminuir os impactos dessa realidade sobre a produção leiteira em várias regiões do Brasil. Entende-se que estudos através dos quais se busque entender melhor a inter-relação entre o que é consumido e qual resposta ou sinal metabólico venha a ocorrer, devam ser realizados com a intenção primeira de adequações de manejo alimentar e nutricional e, por fim, da possibilidade de se evitar a ocorrência de problemas de ordem produtiva e sanitária dos rebanhos, como deve ser desejado.

A partir do surgimento do termo perfil metabólico (PM), que foi empregado por Payne et al. (1970), passou-se a estudar os componentes hematobioquímicos específicos em vacas leiteiras, com o intuito de avaliar, diagnosticar e prevenir transtornos metabólicos e servindo também como indicador do estado nutricional. A química sanguínea passou a ter maior interesse no campo zootécnico.

Para Wittwer (2000), perfil metabólico se define como sendo o exame que permite estabelecer, por meio de análises sanguíneas de grupos representativos de animais de um rebanho, seu grau de adequação nas principais vias metabólicas relacionadas com energia e proteínas, bem

como a funcionalidade de órgãos vitais para a produção de leite, como é o caso do fígado.

O número de variáveis potencialmente mensuráveis no perfil metabólico é grande, mas na prática são utilizadas somente aquelas das quais se possui um adequado conhecimento sobre a sua fisiologia e bioquímica, de modo a permitir a interpretação correta dos resultados obtidos, como relatou Wittwer (2000).

É preciso adquirir a cultura de trabalhar preventivamente, principalmente quando se trata de produção de leite. Entende-se que, uma vez de posse de valores do PM de determinada raça e/ou de seus diferentes graus de sangue em períodos definidos (ex: pico de lactação, momento pré e pós-parto, dentre outros), instituições (Cooperativas, indústrias de laticínios, associações e outros) devam lançar mão do uso desses valores e de kits de análises, para inspecionar, aleatória e representativamente, animais de rebanhos, com o intuito único de alertar e de sugerir correções no manejo, principalmente nutricional.

Quanto à importância dos elementos bioquímicos séricos relacionados às questões de ordem nutricional, mais especificamente os envolvidos com o PM energético, destacam-se o β -hidroxibutirato (um indicador de cetose subclínica), o colesterol (que mostra o teor total de lipídios no plasma) e a enzima Aspartato transaminase (demonstrando desordens hepáticas). Além destes metabólitos, é usual lançar mão da avaliação do escore de condição corporal, sendo essa uma forma, embora subjetiva, eficiente para se avaliar as reservas energéticas em vacas.

Objetivou-se destacar a importância do uso do Perfil Metabólico energético na avaliação do desempenho produtivo de vacas leiteiras, seja no quesito nutricional, seja nas questões relacionadas ao diagnóstico e prevenção de transtornos de ordem metabólica nutricional.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Produção de leite

Atualmente o Brasil é o sexto maior produtor de leite, com um volume que corresponde a aproximadamente 4,5% da produção mundial. A produção de leite cresceu a uma taxa média de 4,5% ao ano na última década, passando de 15,6 bilhões de litros, em 1993, para 22,6 bilhões, em 2003 e com projeção de 30 bilhões de litros em 2010 (USDA, 2009). Pelo faturamento de alguns produtos da indústria brasileira de alimentos na última década, pode-se avaliar a importância relativa do produto lácteo no contexto do agronegócio nacional, registrando 248% de aumento contra 78% de todos os outros segmentos (CARVALHO et al., 2002a). Importantes mudanças na produção de leite brasileira vêm ocorrendo, advindas, principalmente, das transformações de mercado, ocorridas em todo o mundo (ARAÚJO, 2002).

Para Campos et al. (2007), esta oportunidade deve ser acompanhada de melhor genética e condições sanitárias que possibilitem que animais tradicionalmente desenvolvidos em condições de zonas temperadas possam expressar seus genes na produção de leite no trópico.

Assim, embora as dificuldades de se produzir em condições de clima tropical sejam apontadas como a principal causa da ineficiência devida à deficiência no conforto animal (FACÓ et al., 2002), progressos científicos têm ocorrido nas áreas de genética e de nutrição. Contudo, entende-se precisar ser dada maior atenção ao ambiente de criação desses animais. Quando essas condições não são adequadas, geralmente ocorre um reflexo negativo na produtividade (ARAÚJO, 2002).

Na tentativa de melhorar a produtividade destes sistemas, tem-se utilizado em larga escala o cruzamento de raças zebuínas (ou nativas adaptadas), que apresentam excelente adaptação às condições tropicais, com raças de origem européia, especializadas para produção de leite (FACÓ et al., 2002).

Geneticamente, os cruzamentos são feitos com o objetivo de explorar os benefícios da heterose, ou seja, a superioridade dos mestiços em relação à média das raças puras que lhes deram origem (ALMEIDA & PIRES, 2004).

A heterose é mais intensa quanto mais afastada geneticamente forem as raças ou linhagens em relação à sua origem, como por exemplo, no cruzamento entre raças européias e zebus, que produz o “meio sangue” ou F1, que apresenta maior heterozigose e, conseqüentemente, uma heterose máxima. A heterose (ou vigor híbrido) traz como benefícios uma maior velocidade de crescimento, redução da taxa de mortalidade, maior eficiência reprodutiva e maior precocidade nos mestiços quando comparados com os animais puros (PEREIRA, 1998).

Embora vistos os benefícios da heterose, pesquisas realizadas durante mais de 15 anos pela Embrapa Gado de Leite mostrou que a performance de cada cruzamento é variável com a tecnologia adotada nas fazendas. Nas propriedades com melhor nível de manejo, as vacas com maior grau de sangue holandês (3/4 HZ; 7/8 HZ e H) foram as mais produtivas. Nas fazendas mais simples, onde se emprega menos tecnologia, as vacas mais azebuadas foram as mais produtivas, exceto as 5/8 Holandês x Zebu (CARVALHO et al., 2002b).

Carvalho et al. (2002c) avaliando sistemas de produção de leite para a região dos Cerrados, em condições de clima tropical, consideram que os rebanhos leiteiros podem ser classificados em animais de baixa produção (menos de 2.800 kg de leite/lactação), média produção (2.800 a 4.200 kg de leite /lactação) e alta produção (acima de 4.200 kg de leite/lactação).

Apesar da importância socioeconômica da cadeia produtiva do leite, os sistemas de produção típicos no Brasil são caracterizados pela baixa produtividade e ineficiência no uso dos recursos disponíveis, principalmente quando comparados com os sistemas de países desenvolvidos e aqueles tradicionalmente exportadores, geralmente localizados em regiões de clima temperado.

Para Gomes (1991), a produtividade do rebanho brasileiro é, em média, das mais baixas do mundo. De acordo com dados da FAO (2007), a produtividade média do mundo era 2.281 kg de leite/ano/vaca ordenhada e, de acordo o IBGE a produtividade do rebanho brasileiro, classificado como de leite, era de 1.237 kg/ano/vaca ordenhada. Campos (2007) frisa que o custo energético para adaptação a temperaturas e umidades críticas nos trópicos reflete em problemas nutricionais e enfermidades metabólicas que elevam os custos de produção e geram menor volume de leite por lactação.

2.2. Escore de condição corporal (ECC)

A avaliação do escore de condição corporal (ECC), apesar de ser uma forma subjetiva, é um método rápido, prático e barato, que reflete as reservas de energia do animal e tem como princípio a observação visual e palpação de áreas específicas para estimar a quantidade de reservas na forma de tecido adiposo, que se relacionou, utilizando a técnica de ultrassonografia, as quantidades de reservas de gordura neste tecido com ECC (DOMECK et al., 1995).

As vacas são classificadas, segundo Patton et al. (1988) sendo ECC1: muito magra; ECC2: magra; ECC 3: média; ECC 4: boa; ECC 5: gorda. Nenhum dos extremos é desejável, sendo as recomendações preconizadas por Wildman et al. (1982), são de que as vacas estejam com uma condição de 3,0 a 4,0 quando secas até o parto, ao redor de 2,5 a 3,0 do parto até um período de aproximadamente 60 dias e a partir dos 90 dias pós parto, o desejável é que o animal comece a recuperar escore corporal, de modo a estar em boas condições ao final da lactação. Lago et al. (2001) recomendam que a análise do ECC seja feita sempre pela mesma pessoa devido ao fator subjetivo da avaliação.

Santos (1998) relata que vacas holandesas no estado de São Paulo, demonstraram efeito significativo do estágio de lactação. Das 153 vacas em lactação em três fazendas encontrou os seguintes ECC em seus respectivos períodos de lactação: 3,35 (1-28 dias pós-parto), 3,32 (29-56 dias pós parto),

3,49 (57-140 dias pós-parto), 3,88 (141-280 dias pós parto), 4,09 (vacas secas) e média de 3,64 com erro padrão de 0,054.

Zambrano (2009) reporta que vacas cruzadas com graus de sangue $\frac{3}{4}$ Holandês x Gir, durante todo o ciclo produtivo, em condições tropicais e criadas em sistema extensivo na época das águas e semi-intensivo na seca, encontrou as seguintes variações de ECC durante o ciclo produtivo: $3,6 \pm 0,5$ (22 dias pré-parto), $3,2 \pm 0,5$ (17 dias pós-parto), $3,2 \pm 0,3$ (37 dias pós-parto), $3,2 \pm 0,3$ (54 dias pós-parto), $3,3 \pm 0,3$ (78 dias pós-parto), $3,3 \pm 0,3$ (110 dias pós-parto), $3,3 \pm 0,3$ (130 dias pós-parto) e $3,3 \pm 0,3$ (153 dias pós-parto). Coelho (2004) observou situações semelhantes, ou seja, ao parto, as vacas apresentaram ECC médio de $3,4 \pm 0,5$ e, à secagem, $3,2 \pm 0,5$.

A queda do ECC até o pico de lactação, pode ser explicado pelo balanço energético negativo advindo da incapacidade do animal em consumir suficiente quantidade de matéria seca para satisfazer os requerimentos energéticos impostos pela produção do leite, o que o leva a utilizar suas reservas de gordura como fonte de energia, pelo aumento da lipólise e diminuição da lipogênese, como sugerem Patton *et al.* (1988), Herdt (2000b) e Lago *et al.* (2001). Com o avançar da lactação o aumento gradual de escore pode ser explicado pela concomitante diminuição na produção de leite e aumento na capacidade de consumo de matéria seca (GARNSWORTHY, 1988).

Pogliani (2006) trabalhando com vacas holandesas em fazendas no estado de São Paulo não encontrou diferenças significativas de ECC em diferentes faixas etárias. Segundo Busato *et al.* (2002), existe correlação direta entre o ECC e o perfil de metabólitos relacionados com o metabolismo energético.

Wittwer *et al.* (1993) considerando que nos exames de perfil metabólico sugere incluir como variáveis para avaliar o balanço energético de vacas leiteiras, as observações quanto a Condição Corporal, junto com a determinação das concentrações de β HB e uréia.

2.3. Sistemas de produção animal

A intensificação nos sistemas de produção animal tem levado a aumento do risco de aparecimento de transtornos metabólicos nos rebanhos leiteiros uma vez que o desafio metabólico imposto pela maior produtividade favorece o desequilíbrio entre o aporte de nutrientes no organismo, capacidade de metabolização desses componentes e os níveis de produção alcançados (GONZÁLEZ, 2000).

Segundo Campos (2007), baseado nas tabelas de exigência do NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC) 2001, os cálculos para cobrir as necessidades nutricionais incluem volume de produção, composição química, peso do animal e tempo de gestação, mas não reflete condições básicas de adaptação ao meio, nem perdas devidas a entropia do sistema. Para Holmann *et al.* (2003), um dos problemas com os animais de alto mérito genético nos trópicos se origina no baixo consumo de matéria seca, produto tanto da baixa qualidade de muitas forragens tropicais, como da depressão do consumo por estresse calórico.

A estimativa do adequado balanço energético apresenta dificuldades ao ajustar a predição teórica da dieta e na avaliação do consumo, isto é, existe um desequilíbrio entre a formulação teórica da dieta e o verdadeiro estado nutricional. Isso acontece principalmente em decorrência de fatores associados à determinação do consumo efetivo, ao conhecimento do conteúdo nutricional do alimento, à variação nas condições climáticas e a outros fatores inerentes ao manejo do alimento, sua conservação e fornecimento (SUTTON, 1989; FREEDEN, 1996).

Um grave desequilíbrio nutricional pode levar o animal a esgotar suas reservas corporais, não havendo compensação metabólica. A consequência direta dessa condição é a ocorrência das doenças metabólicas, também conhecidas como doenças da produção (WITTEWER, 2000).

2.4. Doenças metabólicas

Nos ruminantes, especialmente nos bovinos, os transtornos digestivos que ocorrem no rúmen e as doenças metabólicas são fenômenos que se apresentam com muita frequência. A maioria das alterações metabólicas ocorre em forma subclínica, sem que o animal manifeste sintomatologia. Durante as doenças metabólicas subclínicas, os animais podem diminuir de 10 a 30 % sua produção, embora, em aparência mostrem bom estado de saúde, sem que o proprietário ou o técnico responsável note qualquer anormalidade (BOUDA et al., 2000).

Sommer (1995) relata que quando desequilíbrios provocados pelo ingresso, pelo metabolismo e pelo egresso de nutrientes, são de curta duração e não muito severos, o metabolismo animal pode compensar utilizando suas reservas corporais. Quando o desequilíbrio é severo ou moderado e persistente, o animal esgota suas reservas corporais e ocorre a doença.

A capacidade de um animal para se ajustar a um balanço negativo depende do volume de suas reservas corporais disponíveis. Pelo contrário, a adaptação a um balanço positivo depende de sua capacidade metabólica para armazenar reservas. Os balanços nutricionais negativos são as causas da maioria das doenças de produção. Embora seja normal algum grau de deficiência em alguns períodos, especialmente no início da lactação, a linha entre normalidade e doença é facilmente atravessada (WITTWER, 2000).

Em rebanhos leiteiros de alta produção é importante obter um correto balanço nutricional, especialmente nos períodos de maiores exigências, que correspondem ao início da lactação, como citaram Bastidas et al. (1990). No período inicial da lactação a vaca chega ao máximo de sua produção, apesar do consumo de alimento estar deprimido, devendo mobilizar as suas reservas corporais para atender as elevadas exigências metabólicas (WITTWER, 2000),

O perfil metabólico é indicador dos processos adaptativos do organismo, no metabolismo energético, protéico e mineral. Os tipos de metabólitos definem o alcance da interpretação do perfil (HAIDA et al., 1996).

2.5. Perfil metabólico

A partir do surgimento do termo perfil metabólico, que segundo Peixoto & Osório (2007) foi popularizado por Payne et al. (1970), se referindo ao estudo de componentes hematobioquímicos específicos em vacas leiteiras, com o intuito de avaliar, diagnosticar e prevenir transtornos metabólicos e servindo também como indicador do estado nutricional, a química sangüínea passou a ter maior interesse no campo zootécnico. Fajardo & Viamonte (1992) reportam que o uso de perfis bioquímicos no sangue, análise no leite ou na urina, nas épocas em que os animais estão mais susceptíveis, como por exemplo, na época do pós-parto.

As doenças de produção nas vacas leiteiras não estão relacionadas com alta produção de leite em si, mas com erros na alimentação destes animais (Payne *et al.*, 1973). A procura de indicadores da bioquímica sangüínea para avaliar o estado nutricional de vacas de alta produção tem sido uma constante (MOTRAM, 1997; HERDT, 2000a; AEBERHARD et al., 2001; KIDA, 2003; LAGO et al., 2004).

O perfil metabólico pode colaborar no estudo do balanço nutricional dos rebanhos, uma vez que, em algumas situações, os desbalanços nutricionais podem influenciar nas concentrações sanguíneas de alguns metabólitos (CONTRERAS, 2000a).

Wittwer (1995) afirma que é necessário ter um adequado conhecimento da fisiologia e da bioquímica dos metabólitos a serem determinados, sendo que, a presença e a concentração dos diferentes metabólitos não terão nenhum significado, a menos que sua fonte e função estejam bem compreendidas. A concentração sanguínea de um determinado metabólito é indicadora do volume de reservas e disponibilidade imediata que é mantida dentro de limites de

variações fisiológicas, consideradas como valores de referência ou valores normais.

Os animais que apresentam níveis sanguíneos fora dos valores de referência, afetados por desequilíbrios no ingresso, egresso ou biotransformação dos ingredientes da ração consumida, são animais que podem estar em desequilíbrio nutricional ou com alguma alteração orgânica que condiciona diminuição na capacidade de utilização ou biotransformação dos nutrientes (CEBALLOS et al., 2002; WITTEWER, 1995).

Macrae et al. (2006) avaliando a suficiência dietética através do perfil metabólico no pós-parto de 35.506 vacas leiteiras no Reino Unido, entre abril de 1999 e março de 2004, e associando com limitações produtivas, constataram que o perfil metabólico foi instrumento de grande valia. Riccò (2004) observa que há países que já trabalham com perfil metabólico e possuem valores próprios como referência para suas análises. Países que não têm seus próprios valores de referência obrigam-se a utilizar esses intervalos de normalidade de outros, o que não assegura condições ideais de correções de toda ordem de manejo, principalmente o nutricional.

Payne e Payne (1987) sugerem que se levem em conta as características do rebanho, a localização geográfica e o estado fisiológico dos animais, enquanto Cote e Hoff (1991) observam a necessidade de se recolher informações relacionadas à idade, produção de leite, fase da lactação e condição corporal dos animais analisados. Marques (2004) ressalta que no período entre o parto e a oitava semana pós-parto há grandes alterações metabólicas, muito devido à lenta recuperação do fígado.

Os perfis metabólicos podem auxiliar a confirmar o diagnóstico de distúrbios e, conseqüentemente, facilitar a adequação de dietas, vindo a evitar desperdícios de ordem econômica, inclusive favorecendo, com o melhor monitoramento do rebanho, os cuidados com o bem-estar-animal e com o meio ambiente. Contudo, esses “perfis” não são para quem não têm uma compreensão dos

fatores envolvidos, ou que não têm uma fonte de informação confiável (INGRAHAM e KAPPEL, 1998).

Estudo realizado por Ceballos et al. (2002) na Colômbia, põe em evidência as variações que se podem apresentar por um manejo nutricional diferente, pelo nível de produção de leite, estado produtivo dos animais e a mudanças climáticas, entre outros fatores. Também se deve atentar para variações nos valores de referência entre grupos raciais. Nesse sentido, Wittwer (2000) reforça a importância de se considerar como ideal os valores de referência regionais.

Há mudanças nas diferentes fases da vida produtiva animal, principalmente nos diferentes estádios da lactação, condições nas quais se deve lançar mão da ferramenta que se torna o estudo do perfil metabólico. Ceballos et al. (2002) reporta que à medida em que avança a lactação, os requerimentos nutricionais se tornam menores por causa da menor produção de leite observada ao final da lactação, podendo apresentar um balanço positivo para alguns nutrientes, como energia, contrariamente a o que ocorre no início da mesma.

Trabalhos relacionados com resultados de metabólitos do perfil metabólico estão sendo desenvolvidos no Brasil, para que os valores sejam os mais próximos possíveis da realidade local. Os estudos estão concentrados, em sua maior parcela, na região sul, em condições de clima subtropical ou temperado e, praticamente, não se têm informações a respeito de animais cruzados em condições de clima tropical (RICCÓ, 2004).

Haida et al. (1996) comentam que os componentes bioquímicos sanguíneos mais comumente determinados no perfil metabólico representam as principais vias metabólicas do organismo, das quais a glicose, os ácidos graxos livres, o colesterol e o β -hidroxibutirato representam o perfil energético, a uréia, as globulinas, a albumina e as proteínas totais representam o perfil protéico. Para Contreras et al. (2000b) a variação da enzima aspartato transaminase (AST) sugere alteração hepato-celular que, entre outras causas, pode ser provocada por mobilização de gordura, produto do déficit de energia.

2.5.1 Perfil Energético

2.5.1.1. β -hidroxibutirato (β HB)

Entre os metabólitos sangüíneos mais usados para avaliar o status energético estão a glicose, o β -hidroxibutirato (β HB) e os ácidos graxos não esterificados ou livres (NEFA) (GONZÁLEZ, 2000).

O β HB tem sido um dos corpos cetônicos (CC) mais freqüentemente medidos no plasma para monitorar o balanço energético e identificar vacas que apresentem o quadro de cetose subclínica (ANDERSON, 1993; MOORE, 1997). Segundo Bouda et al. (2000), β HB é um CC que aumenta no plasma dos animais quando há deficiência de energia.

Os corpos cetônicos, β HB e acetoacetato são fontes de energia na ausência de glicídeos e lipídeos nos ruminantes. Seus precursores são os lipídeos e os ácidos graxos da dieta, bem como os depósitos de gordura do animal. O ácido butírico produzido no rúmen é transformado no epitélio dos pré-estômagos, via acetoacetato, em β HB, sendo este o principal corpo cetônico do sangue do ruminante normal (WITTWER, 2000).

O aumento de CC é diretamente proporcional à mudança associada com a mobilização de tecido adiposo decorrente de insuficiente aporte de energia na ração ou de depressão da ingestão de matéria seca (MOORE & ISHLER, 1997; DUFFIELD, 2000).

No trabalho conduzido por Campos et al. (2005) os maiores valores de β HB foram na 8ª semana, concordando com o pico da lactação. Os valores de β HB são considerados normais quando seu valor é inferior a 1,0 mmol/L (KANEKO et al., 1997; GEISHAUSER *et al.*, 1998).

Campos et al. (2007) relatam que em condições tropicais na Colômbia, com diversos grupos raciais, encontrou um valor médio de β HB para raça girolanda

de $1,1 \pm 0,6$ nmol/L, com valores significativamente maiores quando comparadas a outras seis raças.

Santos (1998), trabalhando com vacas holandesas em fazendas no estado de São Paulo encontrou tendência de efeito do período de lactação, e variação significativa entre as fazendas estudadas sobre a concentração plasmática de β HB, concluindo que a alimentação de vacas leiteiras no período de transição final do período seco e início do período de lactação, afeta profundamente a magnitude do balanço energético, e conseqüentemente da concentração plasmática de β HB.

Em trabalho realizado por Campos et al., (2007) os grupos raciais que apresentaram condição corporal mais elevada no período seco, mostraram igualmente altos valores de β HB, como foi o caso da raça Girolando, contudo, os valores de β HB se encontraram dentro dos valores de referência.

2.5.1.2. Colesterol

Os triglicerídeos e principalmente o colesterol têm sido usados em estudos do metabolismo de lipídios (AEBERHARD et al., 2001; REIST et al., 2002).

O colesterol nos animais pode ter origem exógena, proveniente dos alimentos, como endógena, sintetizado no fígado (50%), nas gônadas, no intestino, na glândula adrenal e na pele. A síntese ocorre a partir do acetil-CoA, que provém do ácido acético produzido no rúmen pela fermentação da fibra da dieta. A biossíntese de colesterol no organismo é inibida com ingestão de colesterol exógeno. O colesterol circula no plasma ligado às lipoproteínas (HDL, LDL e VLDL), sendo que cerca de 2/3 dele está esterificado com ácidos graxos sendo armazenado nos tecidos na forma de ésteres de colesterol como precursor dos esteróides: corticoesteróides, hormônios sexuais, ácidos biliares e vitamina D. Níveis de colesterol plasmático são indicadores adequados do total de lipídios no plasma, e corresponde a 30% do total (KANEKO et al., 1997; GONZÁLEZ & SCHEFFER, 2003).

Aeberhard et al. (2001) e Busato et al. (2002) reportam que o aumento nos níveis de colesterol sérico durante o pós-parto está associado ao acúmulo de tecido adiposo. Ceballos et al. (2002) descrevem que a vaca apresenta uma série de adaptações metabólicas prévias ao início da lactação; encontrando dentro destas uma intensa mobilização de gordura como consequência de um déficit energético, produzido por uma diminuição no consumo voluntário de matéria seca, o crescimento fetal, o crescimento da glândula mamária e o início da preparação para a lactação.

Holtenius et al. (2003) relataram que o aumento crescente do colesterol durante o pós-parto está relacionado com a necessidade de precursores para a síntese de hormônios esteroidais, os quais aumentam com o restabelecimento da atividade reprodutiva.

Valores de colesterol são significativamente menores no momento do parto e aumentam progressivamente até a décima semana para voltar a cair no fim do período (MARGOLLES, 1983). Elevados níveis plasmáticos de colesterol seriam indicadores da capacidade da vaca para produzir mais leite, uma vez que reflete a capacidade de mobilização de gordura corporal para a lactogênese (GONZÁLEZ e ROCHA, 1998).

Campos et al. (2007) observaram que o metabolismo energético de vacas holandesas, nas semanas 2, 5, 8 e 11 pós-parto, encontram ampla variação dos níveis de colesterol de forma crescente a medida que avançou a lactação. Pogliani (2006) constatou que existe uma grande variação dos valores nos níveis séricos encontrados na literatura, sendo que os principais fatores causadores desta variabilidade fisiológica podem estar relacionados com a raça, o sexo, o sistema de criação (dieta e alimentação) e, principalmente, a idade, o parto e o puerpério.

Arave et al. (1975) encontraram em vacas sadias valores de colesterol iguais a 121,4mg/dl. Kaneko et al. (1997) considera que os teores séricos de colesterol adequados para bovinos sadios oscilam entre 80 e 120mg/dl. Segundo Grummer & Carrol (1988) os valores de colesterol para bovinos sadios foram

iguais a 118mg/dl. Costa (1991) estudou a influência do puerpério nos teores séricos de colesterol de bovinos da raça Holandesa, e encontrou os seguintes resultados, $96,2 \pm 19,9$ (15 dias pré-parto), $91,1 \pm 21,0$ (até 10 dias após o parto) e $133,0 \pm 25,8$ (entre 20 – 30 dias após o parto).

2.5.1.3. Aspartato transaminase

A AST está relacionada com o funcionamento hepático e indica a importância do fígado nos processos de síntese de energia através da fosforilação da glicose (HEUER et al., 2000). A enzima AST vem sendo utilizada em ruminantes como indicador de desordens hepáticas e musculares (KANEKO et al., 1997).

Wittwer (2000) considera que há normalidade para valores abaixo de 120 UI/L, sendo que para valores acima deste, ocorre lesão hepato-celular secundária e/ou excessiva mobilização lipídicas.

Santos (1998), estudando o efeito do período de lactação sobre a concentração plasmática de AST, em vacas holandesas encontrou os seguintes valores em seus respectivos períodos de lactação: 27,78 UI/L (1-28 dias pós-parto), 28,89UI/L (29-56 dias pós-parto), 30,46UI/L (57-140 dias pós-parto), 30,13UI/L (141-280 dias pós-parto) e 26,8 U/L (período seco).

Para Souza (2005), valores entre 50 e 100 UI/L, não estando associados a um aumento nos valores de creatino-quinase, caracterizariam uma alteração da função hepática, indicativo de que o fígado está sendo lesado ou sobrecarregado e relacionou o aumento da atividade enzimática da AST com o esforço muscular durante o parto, que provocaria a lise do tecido muscular e provocaria a liberação desta enzima.

González e Rocha (1998) observaram níveis de AST sanguíneos significativamente mais altos em vacas de maior produção de leite, quando comparado com vacas de menor produção.

Souza (1997) encontrou valores de AST, para animais da raça Gir iguais a $35,3 \pm 0,99$ UI/L e Holandesa iguais a $36,3 \pm 1,26$ UI/L. Porém, Souza et al. (2001) trabalhando com as raças Holandesa, Jersey e Girolando observaram, respectivamente, $34,76 \pm 10,61$ UI/L, $49,27 \pm 17,87$ UI/L e $38,0 \pm 0,90$ UI/L.

Ceballos et al. (2002) não verificaram diferença estatística para os períodos pré-parto, início da lactação e final da lactação, 78 ± 27 , 78 ± 26 e 81 ± 33 UI/L, respectivamente. Já, Kida (2002), com 29.043 vacas em 1.130 rebanhos, observou uma flutuação entre 44 e 73 UI/L durante o período seco, sendo que os níveis subiram rapidamente nos 10 dias pós-parto, decrescendo até os 50 dias pós-parto e, após este período, permanecendo entre 49 e 82 UI/L.

Wittwer et al. (1993) consideram que o estudo do colesterol e da enzima aspartato transaminase (AST) devem ser usados complementarmente no estudo do balanço energético de vacas leiteiras.

2.5.1.4. NEFA

Em ruminantes é comum usar β -hidroxibutirato (β HB) e Ácidos Graxos não Esterificados (NEFA) como indicadores metabólicos (AEGERHARD et al., 2001; KIDA, 2003).

Os NEFA e o BHB estão relacionados com a taxa de mobilização de reservas lipídicas em momentos de déficit energético e são os indicadores mais usados para aferir esse balanço (GONZÁLEZ, 2000)

Segundo Grande & Santos (2005), os ácidos graxos livres (NEFA) apresentam elevada variação dentro do dia, considerando o produto do tempo de ingestão e de condições ambientais alheias ao balanço de energia, como é o caso do estresse, limitando assim a sensibilidade interpretativa e ainda as limitações de ordem prática e econômica no manejo da amostra, bem como na metodologia analítica disponível atualmente.

2.5.1.5. Glicose

A glicose é o indicador menos expressivo para monitorar o perfil energético, devido ao forte controle homeostático hormonal que o organismo mantém sobre sua concentração e à sua sensibilidade ao stress (BRITO, 2004). Portanto, Campos et al. (2007) relatam que parece existir um consenso de que a glicose não é o melhor indicador do metabolismo energético.

Wittwer (2000) comenta outro fator à dificuldade prática para controlar a rápida glicólise *in vitro* produzida nas amostras de sangue. Este fato significou que muitas das hipoglicemias diagnosticadas foi erro de procedimento, antes de avaliar um diagnóstico de deficiência energética.

Trabalhando com sete diferentes raças em condições tropicais na Colômbia, González (1997) mostrou que os valores de glicose para todas as raças se situaram no limite inferior de referência. Lago et al. (2004) associaram estes resultados com a produção média diária de leite (19 litros/dia) e atribuíram a uma possível deficiência de energia na ração. Já Reist et al.(2002), observaram que o efeito de medição pontual dos valores de glicose não é o melhor parâmetro indicador do balanço energético em si, devido ao controle homeostático sobre a glicose.

3. REFERÊNCIAS

AEBERHARD, K.; BRUCKMAIER R. M.; BLUM, J. Metabolic, enzymatic and endocrine status in high-yielding dairy cows. Part 2. **Journal of Veterinary Medicine**, v. 48, p. 11-127, 2001.

ANDERSON, R. Ketone body as milk factors for metabolism disturbances and mastitis. **Milch Praxis**, v.31, p.200-201, 1993.

ALMEIDA, E. F. L; PIRES, J. A. A.. A utilização da vaca F1: visão da EMATER-MG. In: ENCONTRO DE PRODUTORES DE GADO LEITEIRO F1. 2004. Belo Horizonte. **Anais...** FEPMVZ Editora, p.169. 2004.

ARAVE, C. W.; MILLER, R. H.; LAMB., R. C. Genetic and environment effects on serum cholesterol of dairy cattle of various ages. **Journal of Dairy Science**, v. 58, p. 423-427, 1975.

Araújo; H. B. **Avaliação de sistemas de resfriamento adiabático evaporativo em “bairas livres” para bovinos com alta produção de leite.** Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola). Departamento de Engenharia Agrícola. Universidade Federal de Viçosa. 2002.

BASTIDAS, P.; D. W. FORREST; R. P. DEL VECCHIO; R. D. RANDEL. 1990. Biological and immunological luteinizing hormone activity and blood metabolites in postpartum brahman cows. **Journal of Animal Science**. 68: 2771-2778.

BOUDA, J.; NÚÑEZ, L; QUIROZ-ROCHA, G. (2000) Interpretação dos perfis de laboratório em bovinos. In: González, F. H. D.; Borges, J. B.; Cecim, M. (Eds.). **Uso de provas de campo e de laboratório clínico em doenças metabólicas e ruminais dos bovinos.** Porto Alegre, Brasil, Gráfica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Brito, M. A. **Variação dos perfis metabólico, hematológico e lácteo em ovinos leiteiros na serra gaúcha.** 2004. 60 pp. Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinárias). Departamento de Medicina Veterinária. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre. 2004.

BUSATO, A.; FAISLER, D.; KÜPFER, U.; BLUM, J. Body condition scores in dairy cows: associations with metabolic and endocrine changes in healthy dairy cows. **Journal of Veterinary Medicine**, v. 49, p. 455-460, 2002.

CAMPOS, R.; GONZÁLEZ, F.; LACERDA, L.; COLDEBELLA, A. Perfil metabólico obtenido de *pool* de sueros o de muestras individuales. **Archive Zootecnia**. 54: 113-116. 2005.

CAMPOS, R. G., Cubillos, C., Rodas A. G. Indicadores metabólicos en razas lecheras especializadas en condiciones tropicales en Colombia. **Acta Agronomica**. vol.56 no.2 Palmira Apr./June 2007.

CARVALHO, L. A.; NOVAES, L.P.; MARTINS, C.E.; ZOCCAL, R.; MOREIRA, P.; RIBEIRO, A.C.C.L.; LIMA, V.M.B. Importância Econômica. Embrapa Gado de Leite Sistema de Produção, 4, 2002a. Disponível em: < <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Leite/LeiteCerrado/importancia.html> > acesso em: 4 jun. 2010.

CARVALHO, L.A.; NOVAES, L.P.; MARTINS, C.E.; ZOCCAL, R.; MOREIRA, P.; RIBEIRO, A.C.C.L.; LIMA, V.M.B. Raças Mestiças. Embrapa Gado de Leite. Sistema de Produção, 2. 2002b. Disponível em: < [http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Leite/LeiteCerrado/racas01.html #01](http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Leite/LeiteCerrado/racas01.html#01) >. Acesso em: 4 jun. 2010.

CARVALHO, L.A.; NOVAES, L.P.; MARTINS, C.E.; ZOCCAL, R.; MOREIRA, P.; RIBEIRO, A.C.C.L.; LIMA, V.M.B. Sistema de produção de leite (Cerrado). Embrapa Gado de Leite, v.2, 2002c. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Leite/LeiteCerrado/introducao.html>>. Acesso em: 4 jun. 2010.

CEBALLOS, A.; VILLA, N. A.; BOHÓRQUEZ, A.; QUICENO, J.; JARAMILLO, M.; GIRALDO, G. Análisis de los resultados de perfiles metabólicos en lecherías del trópico alto del eje cafetero colombiano. **Revista Colombiana Ciencia Pecuaria**. Vol. 15: n.1, p. 26-36, 2002.

Coelho, K.O. **Impacto dos eventos ocorridos antes e após o parto sobre o desempenho produtivo e reprodutivo na lactação atual e no posterior de vacas holandesas**. Dissertação (mestrado em agronomia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 2004.

CONTRERAS, P. Indicadores do metabolismo protéico utilizados nos perfis metabólicos de rebanhos. In: González, F. H. D., Barcellos, J. O., Ospina, H., Ribeiro, L. A. O. (Eds.) **Perfil metabólico em ruminantes: seu uso em**

nutrição e doenças nutricionais. Porto Alegre, Brasil, Gráfica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2000a.

CONTRERAS, P., WITWER, F., BÖHMWALD, H. Uso dos perfis metabólicos no monitoramento nutricional dos ovinos. In: González, F. H. D.; Barcellos, J. O.; Ospina, H.; Ribeiro, L. A. O. (Eds.) **Perfil metabólico em ruminantes: seu uso em nutrição e doenças nutricionais.** Porto Alegre, Brasil, Gráfica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2000b.

Costa, S. G. **Perfil Lipídico de vacas Holandesas, variedade HPB, em diferentes fases da gestação,** 1991. 57 p. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1991.

COTE, J. F.; HOFF, B. Interpretation of blood profiles in problem dairy herds. **The Bovine Practitioner**, v. 26, n.1, p. 7-11, 1991.

DOMECK, J.J. et al. Validation of body condition scores with ultrasound measurements of subcutaneous fat of dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.78, p.2308, 1995.

DUFFIELD, T. Subclinical ketosis in lactating dairy cattle. **Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice**, Philadelphia, n. 16, p. 231-254, 2000.

FACÓ, O.; LÔBO, R. N. B.; MARTINS FILHO, R.; MOURA, A. A. A. Análise do Desempenho Produtivo de Diversos Grupos Genéticos Holandês x Gir no Brasil. **Revista Brasileira de Zootecnia.**, v.31, n.5, p.1944-1952, 2002.

FAJARDO, H., VIAMONTE, M. I. Algunas alteraciones metabólicas asociadas a la infertilidad de los rumiantes. **Revista Cubana Ciencias Veterinarias.** 23, 33-44, 1992.

FREDEEN, A. H. Considerations in the nutritional modification of milk composition. **Animal Feed Science and Technology**, v. 59, p.185-197, 1996.

GARNSWORTHY, P. C. The effect of energy reserves at calving on performance of dairy cows. In: GARNSWORTHY, P. C. **Nutrition and lactation in the dairy cow**. London: Butterworths, p.157. 1988.

GEISHAUSER, T.; LESLIE, K.E.; KELTON, D.F.; DUFFIELD, T. Evaluation of eighth cowside test for use with milk to detect subclinical ketosis in dairy cows. **Journal Dairy Science**, Champaign, n. 81, p. 438-443, 1998.

GONZÁLEZ, F. H. D. (1997). O perfil metabólico no estudo de doenças da produção em vacas leiteiras. **Arquivo Faculdade Veterinária**. UFRGS 25[2], 13-33.

GONZÁLEZ, F.H.D.; ROCHA, J.A.R. Variations in the metabolic profile of Holstein cows of different milk yields in southern Brasil. **Arquivo Faculdade Veterinária**. UFRGS. v.26, n.1, p.52-54, 1998.

González, F. H. D. Uso do perfil metabólico para determinar o status nutricional em gado de corte. In: González et al. 2000. **Perfil metabólico em ruminantes seu uso em nutrição e doenças nutricionais**. Editado por Félix H. D. González. Porto Alegre, 2000.

GONZÁLEZ, F.H.D., SCHEFFER, J.F.S. (2003) Perfil sangüíneo: ferramenta de análise clínica, metabólica e nutricional. In: González, F.H.D., Campos, R. (eds.): **Anais do I Simpósio de Patologia Clínica Veterinária da Região Sul do Brasil**. Porto Alegre: Gráfica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. p.73-89.

GOMES, S. T. Produção de leite no Brasil. Apostila. Arq. Doc. 51. Professor da UFV e Consultor da EMBRAPA. 1991.

GRUMMER, R. R., CARROL, D. J. A review of lipoprotein cholesterol metabolism: importance to ovarian function. **Journal of Animal Science**, v. 66, p. 3160-3173, 1988.

HAIDA, K. S.; DIAZ GONZÁLEZ, F. H.; PARZIANELLO et al. Estudio do perfil metabólico de um rebanho leiteiro do Oeste do Paraná. **Semina: Ci. Agr.**, Londrina, v.17, n.1, p.72-76, mar. 1996.

HERDT, T. H. Variability characteristics and test selection in herd level nutritional and metabolic profile testing. **Veterinary Clinics of North America: Food Animal Pract**, v. 16, p. 387-403, 2000a.

HERDT, T.H. Ruminant adaptations to negative energy balance: influences on the etiology of ketosis and fatty liver. **Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice**, Philadelphia, n.16, p. 215-230, 2000b.

HEUER, C. et al. Prediction of energy balance in a high yielding dairy herd in early lactation: model development and precision. **Livestock Production Science**, v.65. n.1-2. P.91-105, 2000.

HOLMANN, F.; RIVAS, L.; CARULLA, J.; GIRALDO, LA; GUZMÁN, S.; MARTINEZ,; RIVERA, B.; MEDINA, A.; FARROW, A. (2003). Evolución de los sistemas de producción de leche em el trópico latinoamericano y su interrelación com los mercados; Um análisis del caso colombiano. **CIAT-Consorcio Tropoleche**. Cali, 53 p.

HOLTENIUS, K; AGENAS, S; DELAVALD, C; CHILLIARD, Y. Effect of feeding intensity during the dry period. 2. Metabolic and hormonal responses. **Journal of Dairy Science**, v. 86, p. 883-891, 2003.

INGRAHAM, R.H.; KAPPEL, L.C. Metabolic profile testing. **Vet. Clin. North Am Food Anim. Pract**. 1988 Jul;4(2):391-411

KANEKO, J.J.; HARVEY, J. W.; BRUSS, M. L. **Clinical biochemistry of domestic animals**. 5th ed, New York, Academic Press, 1997.

KIDA, K. Use of every ten-day criteria for metabolic profile test after calving and dry off in dairy herds. **Journal of Veterinary and Medicine Science**, v. 64, n.11, p.1003-1010, 2002.

KIDA, K. Relationship of metabolic profiles to Milk production and feeding in dairy cows. Large Animal Clinic and Research Center, Japan. **Journal of Veterinary and Medicine Science**. 65(6): 671-677, 2003.

LAGO, E. P.; PIRES, A. V.; SUSIN, I. Efeito da condição corporal ao parto sobre alguns parâmetros do metabolismo energético, produção de leite e incidência de doenças no pós-parto de vacas leiteiras. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.5, p. 1544-1549, 2001.

LAGO, E. P.; COSTA, A. P. D.; PIRES, A.V.; SUSIN, I.; FARÍAS, V. P.; DO LAGO, L. A. Parâmetros metabólicos em vacas leiteiras durante o período de transição pós-parto. **Brazilian Journal of Veterinary Science**, v. 11, p. 98-103, 2004.

MACRAE, A. I.; WHITAKER, D. A.; BURROUGH, E.; DOWELL, A.; KELLY, J. M. Use of metabolic profiles for the assessment of dietary adequacy in UK dairy herds. **The Veterinary Record** 159:655-661 (2006). British Veterinary Association.

MARGOLLES, E. Metabólitos sanguíneos en vacas altas productoras durante la gestación-lactancia en la condiciones de Cuba y su relación com transtornes del metabolismo. **Revista Cubana Ciencias Veterinarias**. v.14, p.221-230, 1983

Marques, K. B. **Perfil Metabólico em Vacas Leiteiras: Uma revisão**. 49f. 2004. Monografia (Curso de Medicina Veterinária). Universidade Federal de Campina Grande.

MARTINS, M. C. Competitividade da cadeia produtiva do leite no Brasil, **Revista Política Agrícola**. Ano XIII - Nº 3 - Jul./Ago./Set. 2004.

MOTTRAM, T. 1997. Automatic monitoring of the health and metabolic status of dairy cows. **Livestock Production Science**, v. 48, p. 209-217, 1997.

MOORE, F. Serum chemistry profiles in dairy cows – A herd management tool?. **Veterinary Medicine**, v.92, p.986-9991, 1997.

MOORE, D.A.; ISLHER, V. Managing dairy cows during the transition period: focus on ketosis. **Veterinary Medicine**, v. 92, p.1061-1072, Dec.1997.

NRC - NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of dairy cattle**. 7.rev.ed. Washinton, D.C.: 2001. 381p.

PAYNE, J. M. et al. the use of metabolic profile test in dairy herds. **Veterinary Record**, London, v.87, p. 150-158, 1970.

PAYNE, J. M.; ROWLANDS, G. J.; MANSTON, R.; DEW, S. M. A statistical appraisal of the results of metabolic profile tests on 75 dairy herds. **Brit. Vet. J.** 129:370. 1973.

PAYNE, J. M.; PAYNE, S. **The metabolic profile test**. New York : Oxford University, 1987. 179p.

PATTON, R.A., H. F. BUCHOLTZ AND M. K. SCHMIDT. 1988. M. Body condition scoring: a management tool. **Dairy Guide**, East Lansing Michigan. USA. September. p.6.

PEARSON, E. G.; DIRKSEN, G.; MEYER, J.; SEITZ, A.; ROWE, K. Evaluation of liver functions tests in neonatal calves. **Journal of American Veterinary Medical Association**, v.207, n.11, p. 1466-1468, 1995.

PEIXOTO, L. A. O.; OSÓRIO, M. T. M. Perfil metabólico protéico e energético na avaliação do desempenho reprodutivo em ruminantes. **Revista Brasileira Agrociência**, Pelotas, v.13, n.3, p. 299-304, jul-set, 2007.

PEREIRA, J.C.C. **Melhoramento genético aplicado à produção de leite**. Belo Horizonte, FEP-MVZ, 1998.

POGLIANI, F. C. **Valores de referência e influência dos fatores etários, sexuais e da gestação no lipidograma de bovinos da raça Holandesa, criados no Estado de São Paulo.** 2006. 134f. Dissertação (mestrado em Clínica Veterinária) Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo.

REIST, M.; ERDIN, D. K.; VONEUW, D. et al. Estimation of energy balance at the individual and herd level using blood and milk traits in high-yielding dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 85, p. 3314-3327, 2002.

Riccó, D. **INDICADORES SANGUÍNEOS E CORPORAIS DE AVALIAÇÃO METABÓLICO-NUTRICIONAL EM RUMINANTES.** 2004. 13f. Seminário (Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias). Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Santos, M. V. **Correlação entre ácido ascórbico plasmático, contagem de células somáticas no leite e o perfil metabólico de vacas secas e em lactação.** 1998. 124p. (Dissertação) Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo.

SOMMER H. The role of metabolic profile test in the control of cattle feeding. **Magyar Állatorvosok Lapja**. V.10, p. 714-717, 1995.

Souza, R. M. **Perfil bioquímico sérico de bovinos das raças Gir, Holandesa e Girolanda, criados no Estado de São Paulo - influência de fatores de variabilidade etários e sexuais.** 1997. 168 p. Tese (doutorado) - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1997.

SOUZA, R. M.; BIRGEL, E. H., AYRES, M. C. C.; MIRANDOLA, R. M.; BIRGEL JUNIOR, E. H. Influência dos Fatores Raciais na Função Hepática de Bovinos da Raça Holandesa e Jersey. Salvador. In: **Anais... Congresso Brasileiro de Medicina Veterinária**, 28, 2001.

Souza, R. M. **Avaliação da função hepática e do lipidograma no período puerperal e pós-puerperal e suas inter-relações com os distúrbios reprodutivos de fêmeas bovinas da raça Holandesa, criadas no Estado de São Paulo**. 2005 192f.: II. Dissertação (mestrado em Medicina Veterinária) Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo. São Paulo.

SUTTON, J. D. Altering milk composition by feeding. **Journal of Dairy Science**, v. 72, p. 2801-2814, 1989.

USDA - United States Department of Agriculture - Dairy: World Markets and Trad/ December 2009. Disponível em: < <http://www.milkpoint.com.br/estatisticas/producaomundial.htm> >. Acesso em 10 abril 2010.

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

WHITAKER, D.A., KELLY, J.M., EAYRES, H.F., 1995. **Use and interpretation of metabolic profiles in dairy cows**. Department of Veterinary Clinical Studies, University of Edinburgh, pp. 13.

WITTWER, F., HEUER, G., CONTRERAS, P. A., BÖHMWALD, T. M. Valores bioquímicos clínicos sanguíneos de vacas cursando con decúbito en el sur de Chile. **Arch. Med. Vet.** 15, 83-88. 1993.

WITTWER, F. Empleo de los perfiles metabólicos em El diagnóstico de desbalances metabólico nutricionales em el ganado. **Buiatria**, v.2, n.1, p. 16-20, 1995.

WITTWER, F. (2000) Diagnóstico dos desequilíbrios metabólicos de energia em rebanhos bovinos. In: González, F. H. D., Barcellos, J. O., Ospina, H., Ribeiro, L. A. O. (Eds.) **Perfil metabólico em ruminantes: seu uso em**

nutrição e doenças nutricionais. Porto Alegre, Brasil, Gráfica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

WOLFF, J.; M. BRYANT; D. CORDES; G. RAMBER; W. M. SAUNDERS; R. J. SUTHERLAND. Can a metabolic profile be developed for New Zealand condition? **New Zealand Veterinary Journal.** V. 26, n.11, p.266-269. 1978.

ZAMBRANO, W. J. MARQUES JR, A.P. Perfil metabólico de vacas mestiças leiteiras do pré-parto ao quinto mês da lactação. **Zootecnia Tropical.**, v. 27, n.4, p. 475-488. 2009.

ZOCCAL, R. **Embrapa Gado de Leite Produção de Leite, Vacas Ordenhadas e Produtividade Animal no Brasil – 1980/2008.** Embrapa Gado de Leite. Boletim Técnico, 2008.

CAPÍTULO 1

Perfil Metabólico Energético em dois Grupos Genéticos de Vacas Holandês x Gir de Segunda Ordem de Parição em Dois Períodos da Lactação na Época da Seca nos Trópicos

4. Cap. 1 – Perfil Metabólico Energético em dois Grupos Genéticos de Vacas Holandês x Gir de Segunda Ordem de Parição em Dois Períodos da Lactação na Época da Seca nos Trópicos

4.1. Resumo

No Brasil, em torno de 70% da produção leiteira é oriunda de animais resultantes de cruzamentos. Esses cruzamentos são derivados de raças européias especializadas para produção de leite com raças zebuínas de excelente adaptação às condições tropicais. De todo o visto a respeito de perfil metabólico (PM) para vacas bovinas leiteiras, verifica-se que os estudos se concentram em raças puras, em sua grande maioria em regiões de clima temperado ou subtropical. Assim, objetivou-se aferir os valores e avaliar o comportamento dos marcadores bioquímicos energéticos entre dois períodos da lactação e entre diferentes graus genéticos de vacas HG de 2ª OP, no período da seca, em região tropical. O experimento foi realizado na Fazenda Santa Luzia, localizada no Estado de Minas Gerais – Brasil. Foram utilizados dados coletados nos meses de maio e agosto de 2009, provenientes de 37 vacas $\frac{1}{2}$ HG e 35 vacas $\frac{3}{4}$ HG. Definiu-se concentrar os estudos em dois períodos da lactação, sendo o primeiro de 28 a 60 dias (P1 da lactação) e o segundo de 110 a 130 dias (P2 da lactação). As vacas receberam ração total no cocho. Foram analisados os indicadores bioquímicos do perfil metabólico energético por meio da quantificação do β -hidroxibutirato (β HB), do colesterol e da enzima Aspartato transaminase. Os valores médios dos metabólitos, com seus erros-padrão, foram estabelecidos para ambos os graus de sangue, nos respectivos períodos da lactação. Dada a escassez de informações sobre valores referenciais para o grupo genético investigado nesse estudo, metodologicamente buscaram-se valores referenciais de estudos que utilizaram o maior número de variáveis iguais ao do presente trabalho. Pelo teste t de Student, ocorreram diferenças estatísticas ($p < 0,05$) entre períodos para β HB, produção de leite e ECC, enquanto que os demais parâmetros não apresentaram diferenças ($p > 0,05$) para vacas $\frac{1}{2}$ e $\frac{3}{4}$ HG. Entre graus de sangue as diferenças estatísticas ocorreram dentro de cada período para os

parâmetros β HB e produção de leite, não tendo ocorrido diferenças ($p>0,05$) para os demais parâmetros. Aferidos os valores, conclui-se que para as condições a que foram submetidos os animais no presente estudo, os grupos genéticos foram eficientes para sustentarem seus respectivos níveis de produção de leite, sem apresentarem complicações de ordem metabólica. Sugere-se a continuidade de estudos dessa natureza para equacionar Valores de Referência.

Palavras chave: Perfil Energético, Componentes Hematobioquímicos, Beta-hidroxiacetato, Colesterol, Aspartato aminotransferase, Vacas Leiteiras.

4.2. Abstract

Around 70% of dairy cattle herd in Brazil are animals that result from cross-breeding between European breeds specialized in milk production with zebu breeds characteristic for their excellent adaptation to tropical conditions. Due to all evidence regarding metabolic profile (MP) for bovine dairy cows, it is clear that the study focuses on pure breeds mostly from subtropical or temperate climates. Therefore, the aim was to assess the values and the behaviour of biochemical energy markers between two lactation periods and different genetic degrees of the 2nd OP HG cows, in the tropical regions' dry season. The experiment was conducted at Santa Luzia Farm, located in Minas Gerais - Brazil. This study used data collected in May and August 2009 from 37 $\frac{1}{2}$ HG cows and 35 $\frac{3}{4}$ HG cows. By our definition studies were focused on two lactation periods, the first being from 28 to 60 days (P1 lactation) and the second from 110 to 130 days (P2 of lactation). The cows received complete feed in the trough. The biochemical indicators of the metabolic energy profile were analyzed through the beta-hydroxybutyrate (β HB), cholesterol and the enzyme aspartate transaminase (AST) quantifications. The metabolite average values, with their standard errors, were established for both blood degrees, in their respective lactation periods. Given the scarcity of information on reference values for the genetic group investigated in this study, reference values were

methodically sought from studies using larger number of variables equal to the present study. There were statistical differences between the periods in β HB, milk production and BCS, whereas the other parameters did not differ for $\frac{1}{2}$ and $\frac{3}{4}$ HG cows. Between blood degrees the statistical differences occurred within each period for the parameters β HB and milk production and no other differences occurred in relation to the remaining parameters. Having obtained the results and taking the conditions to which the animals were exposed in this study into consideration, we have concluded that the genetic groups were effective in sustaining their respective levels of milk production without experiencing complications of metabolic order. We suggest such studies to be continued as to equate Reference Values.

Keywords: Energy Profile, Metabolite, beta-hydroxybutyrate, cholesterol, Aspartate transaminase, Dairy Cows.

4.3. Introdução

Os sistemas de produção de leite vêm se tornando cada vez mais eficientes, exigindo dietas complexas, de onde decorre aumento do risco de transtornos metabólicos, que podem favorecer o desequilíbrio do ingresso de nutrientes no organismo e a sua capacidade para metabolizá-los (ZAMBRANO e MARQUES Jr, 2009).

A produção em áreas de clima tropical é caracteristicamente baixa em todo o mundo, quando comparada com regiões de clima temperado (FACÓ et al., 2002). Campos et al. (2007) relataram a produção leiteira nos ecossistemas tropicais como um desafio técnico contínuo, devido às difíceis condições ambientais, sanitárias e pouca rusticidade das raças especializadas.

De acordo com Carvalho et al. (2003), aproximadamente 70% da produção de leite do Brasil provêm de vacas cruzadas da raça Holandesa (*Bos taurus taurus*) com animais zebuínos de diferentes raças (*Bos taurus indicus*). Esses cruzamentos são derivados de raças européias especializadas para produção de leite com raças zebuínas de excelente adaptação às condições tropicais (FACÓ et al., 2002).

O aumento da produtividade eleva o risco de apresentação de transtornos metabólicos nos rebanhos leiteiros, devido ao possível desequilíbrio entre o ingresso de nutrientes ao organismo, a capacidade de metabolizá-los e os níveis de produção alcançados (WITTWER, 2000a).

Segundo Campos et al. (2007), a adaptação animal em regiões tropicais requer um custo energético muito alto, refletindo em problemas nutricionais e enfermidades metabólicas que elevam os custos de produção e geram menor volume de leite por lactação.

Sob o entendimento de que o acompanhamento da saúde metabólica dos animais poderia auxiliar no diagnóstico de problemas metabólicos de rebanhos leiteiros, Payne (1970) propõe que se empreguem análises de metabólitos no

manejo. Rowlands e Manston (1976), em acordo, afirmam que com as análises dos metabólitos sanguíneos pode-se ajudar a diagnosticar as doenças de produção e servir de instrumento na seleção de indivíduos que possuem metabolismo superior. Assim, Kronfeld et al. (1982) observam que as análises dos metabólitos sanguíneos possuem o potencial de promoção de saúde e produtividade dos rebanhos leiteiros.

Estimula-se que busque conhecer parâmetros bioquímicos do sangue de rebanhos leiteiros criados em condições climáticas e de manejo brasileiros devido a informações escassas sobre o comportamento do PM para essas condições supracitadas (ZAMBRANO e MARQUES Jr, 2009).

Objetivou-se aferir os valores e avaliar o comportamento dos marcadores bioquímicos energéticos entre dois períodos da lactação e entre diferentes graus genéticos de vacas HG de 2ª OP, no período da seca, em região tropical.

4.4. Material e Métodos

O experimento foi realizado na Fazenda Santa Luzia, pertencente ao Grupo Cabo Verde, no período de maio a agosto de 2009. Está situada na cidade de Passos – MG, com latitude de 20°43'08" sul, longitude de 46°36'35" e altitude de 745 metros. O clima é o tropical de altitude, com verão chuvoso e inverno seco, apresentando temperatura média de todos os meses superior a 18°C.

Foram utilizados dados coletados nos meses de maio e agosto de 2009, correspondendo a época da seca na região, provenientes de 37 vacas ½ HG e 35 vacas ¾ HG, todas de segunda OP, faixa etária entre 3 e 3,5 anos, com ECC médio não variando mais que 0,5 pontos. Tanto as vacas ½ HG, quanto as ¾ HG, apresentaram ECC inicial entre 2,5 e 3,0 pontos e peso vivo entre 450 e 550 kg.

Todos os animais estavam registrados junto à Associação Brasileira dos Criadores de Girolando, portanto, havendo conhecimento fidedigno da genealogia dos mesmos, fator de fundamental importância para esse estudo.

Foram escolhidos animais com histórico clínico livre de mastite ou qualquer outro problema sanitário que pudesse comprometer o potencial produtivo.

Definiu-se concentrar os estudos em dois períodos da lactação, sendo o primeiro de 28 a 60 dias (P1 da lactação) e o segundo de 110 a 130 dias (P2 da lactação). Para se certificar de que o pico e platô da lactação das vacas cruzadas ocorrem no mesmo período das vacas de raça pura com aptidão para leite, ou seja, entre 28 e 60 dias, conforme referido por diversos autores (BIANCHINI SOBRINHO, 1988; NRC, 1989; EL FARO, 1996; COBUCCI et al., 2000; CRUZ, 2009), buscou-se fazer um levantamento, através de registros zootécnicos da propriedade, inclusive de lactações anteriores dos animais do experimento.

Quanto ao P2 da lactação, período em que ocorre a diminuição da estimulação hormonal para leite, em detrimento de aspectos pertinentes à reprodução, optou-se pelo intervalo de 110 a 130 dias. Beraldo e Zatta (2009), objetivando analisar o perfil metabólico do rebanho leiteiro do Planalto Norte Catarinense, define o período médio de lactação como sendo o contido entre 120 ± 15 dias.

O manejo alimentar do rebanho foi realizado de acordo com a produção de leite, com a divisão por lotes em conformidade com o controle leiteiro. Os animais do experimento estavam inseridos em seus grupos de acordo com seus respectivos níveis de produção. A dieta foi composta por ração total, constituída de silagem de milho, capim elefante picado, silagem de grão de milho úmido e concentrado formulado com farelo de soja, uréia, polpa cítrica e suplemento mineral. O arraçoamento foi feito três vezes ao dia, às 6, 14 e 18 horas, na forma de ração completa, distribuída por vagões forrageiros em cochos coletivos cobertos postados dentro de piquetes. Observa-se aqui que não havia massa forrageira para ser consumida nesses piquetes, além da ofertada nos cochos. A ração total foi formulada de acordo com as exigências da categoria em peso vivo animal, em produção de leite e em teor de gordura corrigido para 3,5%, de acordo com as Tabelas de exigência nutricional do NRC (2001).

Imediatamente após a primeira ordenha do dia as vacas foram conduzidas para um curral de espera onde, individualmente, foi avaliado o escore da condição corporal (ECC) por inspeção da garupa (pelve e inserção da cauda) costelas e lombo, segundo Patton et al. (1988) sendo 1: muito magra; 2: magra; 3: média; 4: boa; 5: gorda.

Após, os animais foram contidos num tronco coletivo e de cada animal em jejum se obtiveram entre 5 e 10 ml de sangue, sem anticoagulante, mediante venopunção coccígea, num sistema de tubos à vácuo. As amostras foram centrifugadas a 2500 rpm por 15 minutos (Citocentrífuga de Bancada CT12 – Marca Presvac®) para ocorrência de uma adequada sinérese do coágulo ou sedimentação dos elementos figurados do sangue. Posteriormente, envasadas em micro tubos, devidamente identificadas e conservadas a -20°C, até suas posteriores análises. As amostras foram levadas ao Laboratório de Bioquímica do Centro de Ciências Agrárias da Universidade do Espírito Santo, no intervalo de 24 horas.

Os metabólitos avaliados foram β -hidroxibutirato (β HB), Colesterol e Aspartato transaminase (AST). As análises foram feitas utilizando-se kits comerciais para cada metabólito e avaliados por espectrofotometria (Espectrofotômetro 700 plus – Marca Femto®). O β HB foi avaliado pelo método enzimático cinético para determinação do nível de D-3-hidroxibutirato. O colesterol foi determinado por reação colorimétrica de ponto final, sendo a AST avaliada pelo sistema cinético.

Metodologicamente buscaram-se valores referenciais de estudos que utilizaram o maior número de variáveis iguais ao do presente trabalho. A título de exemplificação, na falta de estudos que buscaram separar a ordem de parição, buscou-se referência naqueles que avaliaram múltiparas. Alimentação e níveis de produção de leite também foram focos de preocupação para efeitos de comparações.

Os resultados foram analisados pelo programa estatístico SAEG (Universidade Federal de Viçosa, 1998). Para se obter a estatística descritiva das médias e os

erros padrão de cada período. Posteriormente realizou-se análise de variância e teste de comparação de médias (t de Student), para se estabelecer possíveis diferenças entre os períodos de lactação e os grupos genéticos.

4.5. Resultados e Discussão

A produção média de leite na lactação dos animais do experimento, corrigida para 305 dias, foi de 16,67 e 23,75 kg/vaca/dia, respectivamente, para vacas $\frac{1}{2}$ e $\frac{3}{4}$ HG. Quanto ao ECC ao parto, através de registros zootécnicos observou-se que, tanto as vacas $\frac{1}{2}$ HG, quanto as vacas $\frac{3}{4}$ HG, apresentavam ECC médio de $3,25 \pm 0,17$ pontos.

De posse dessa informação, pode-se afirmar que, em não havendo diferença ($p > 0,05$) de condição corporal no momento do parto entre os diferentes graus de sangue investigados, descarta-se a possibilidade da influência do ECC ao parto sobre a produção de leite das vacas nos períodos estudados. Diversos autores sugerem que a produção de leite e a condição corporal podem ser influenciadas pela diferença no ECC ao parto (GARNSWORTHY, 1988; PEDRON et al., 1993; WALTNER et al., 1993; DOMEQ et al., 1997).

Tabela 1: Médias e erros padrão da produção de leite, do Escore de Condição Corporal e dos teores séricos dos metabólitos energéticos de fêmeas $\frac{1}{2}$ Holandês/Gir de 2ª Ordem de Parição nos Períodos 1 e 2 da lactação (P1 e P2).

Parâmetro	Período da Lactação	
	P1 (28 – 60 dias)	P2 (110 – 130 dias)
n	37	37
Produção Leite (Kg/dia)	21,3b \pm 0,24	15,6a \pm 0,16
ECC (1-5)	2,68a \pm 0,14	3,16b \pm 0,21
β -hidroxibutirato (mmol/L)	0,50a \pm 0,09	0,70b \pm 0,07
Colesterol (mg/dL)	122,92a \pm 6,52	112,40a \pm 4,57
Aspartato transaminase (UI/L)	47,80a \pm 4,37	37,84a \pm 3,18

Letras iguais na mesma linha denotam ausência de diferença estatística significativa pelo teste t ($p > 0,05$).

Por ocasião dos P1 e P2 da lactação, de acordo com o controle leiteiro, as vacas $\frac{1}{2}$ HG apresentaram produção de leite que variou de $21,3 \pm 0,24$ para $15,6 \pm 0,16$ Kg/dia, respectivamente. Essa queda de produção na lactação foi de aproximadamente 27%, tempo em que houve recuperação do ECC, condição também desejável em manejo para produção, sanidade e, principalmente reprodução, levando-se em conta que essas alterações nos valores ocorrem em estágio da lactação dentro do qual se pode considerar, por efeitos de mudanças fisiológicas e de metabolismo, estarem os animais em período médio de lactação (BERALDI & ZATTA, 2009) e, por conseguinte, em termos de demanda de energia, exigindo menos do animal, quando contrastado com o momento periparto e de pico de lactação (NRC 2001).

Considerando-se o valor médio do ECC ao parto ($3,25 \pm 0,17$), observa-se que houve perda de condição corporal no pós-parto (P1 da lactação). Para Santos (1998), a mobilização das reservas corporais nesse período, que resulta em redução do ECC, é necessária para satisfazer as exigências de energia e proteína dos animais para manutenção e lactação e não podem ser supridos apenas com os nutrientes da dieta em função da baixa ingestão de matéria seca das vacas neste período. No P2 da lactação houve recuperação de aproximadamente 0,5 pontos de ECC, sendo que Corassin (2004) salienta que o importante é que a variação do ECC no ciclo produtivo da vaca leiteira nunca seja superior a 1,0 ponto, sendo a variação ideal a de 0,5.

Como valores referenciais para efeito de comparação de β HB nos P1 e P2 da lactação foram utilizados os dados de Campos et al. (2005), que observaram níveis séricos de $0,74 \pm 0,07$; $0,78 \pm 0,06$; $0,69 \pm 0,06$ mmol/L para cinco, oito e onze semanas, avaliando vacas multíparas holandesas, com produções médias acima de 25 kg/dia e recebendo ração total no cocho, doravante, os estudos foram realizados nas condições do Sul do Brasil.

Verifica-se, na Tabela 1, que o valor de β HB aferido para o P1 da lactação ($0,50 \pm 0,09$ mmol/L) encontra-se abaixo dos observados para cinco e oito semanas por Campos et al. (2005). Já, o P2 da lactação apresenta valor similar

($0,70 \pm 0,07$ e $0,69 \pm 0,06$ mmol/L) ao obtido pelos mesmos autores para o período acima de oito semanas, ou seja, após o platô de lactação. No entanto, os valores pertinentes aos dois períodos se encontram abaixo do limite preconizado por Geishauser *et al.* (1998) e por Kaneko (1997) que é de 1 mmol/L, acima do qual os animais já estariam com um quadro clínico de acetonemia, ou seja, fora da normalidade.

Esses dois valores encontrados nos P1 e P2 da lactação tiveram comportamento crescente na curva de lactação, diferente do preconizado por diversos autores, que concordam que os valores médios de β HB sejam crescentes nas primeiras semanas (DUFFIELD, 2000; AERBERHARD *et al.*, 2001; BUSATO *et al.*, 2002; PICKETT *et al.*, 2003; CAMPOS *et al.*, 2005), com declínio posterior (AERBERHARD *et al.*, 2001; BUSATO *et al.*, 2002; CAMPOS *et al.*, 2005). Ocorre que os corpos cetônicos têm importante papel metabólico como poupador de glicose em ruminantes, por fornecerem acetil-CoA para ser oxidado pelos tecidos periféricos, uma vez que a glândula mamária utiliza o β HB para síntese de gordura do leite (LEAN *et al.*, 1992), justificando-se, dessa forma, os maiores valores séricos no período de maior produção de leite.

Entretanto, A menor mobilização de gordura indicada pela variação crescente de β HB associada às condições de produção de leite declinada e de ECC recuperado entre P1 e P2 da lactação sugere a menor especialização das vacas $\frac{1}{2}$ HG para produção de leite quando comparadas às de raças puras.

Para efeito de comparação dos níveis séricos de colesterol, decidiu-se por utilizar os valores apresentados na literatura, para bovinos, variando de 80 a 125 mg/dL (ARAVE *et al.*, 1974; KAPPEL *et al.*, 1984; TALAVERA, 1985; SMITH, 1992; KANEKO, 1997). Borges *et al.* (2001) realizaram estudos posteriores com colesterol referenciaram esse intervalo como normal para bovinos. Nota-se que os valores da Tabela 1 para colesterol estão em acordo com o intervalo acima proposto, embora mais próximos da média superior do referido intervalo, 122.92 e 112.40 mg/dL para P1 e P2 da lactação, respectivamente.

Quanto ao comportamento desse metabólito na curva de lactação (Tabela 1), não houve diferença significativa ($P < 0,05$). Diversos autores observaram que as alterações na concentração plasmática de colesterol têm se mostrado crescente no pós-parto (GODOY et al., 2004; RUAS et al., 2000a; RUAS et al. 2000b; RUEGG et al., 1992; OLIVEIRA FILHO, 1999; KAPPEL et al., 1984). Todavia, esses estudos se concentram principalmente no periparto, alguns indo até oito a nove semanas pós-parto (RUAS et al., 2000a; BRONICKI et al., 1995). Estudos como os de Kappel et al. (1984) e de Ruas et al. (2000b) avaliaram até 88 e 105 dias da lactação, respectivamente.

Relacionando o comportamento do colesterol comparativamente à mudança na produção de leite e, considerando a constatação de Rieg et al (1994), de que há relação direta e positiva entre o aumento da produção e dos níveis séricos desse metabólito, justifica-se o não aumento dos níveis de colesterol do primeiro para o segundo período estudados, dada a queda significativa ($p < 0,05$) na produção de leite/vaca/dia. Esses mesmos autores detectaram relação inversa entre os teores séricos de colesterol e ECC. Na Tabela 1 pode-se constatar que o menor valor sérico de colesterol no P2 da lactação (112.40 ± 4.57 mg/dL) é acompanhado pelo maior valor de ECC nesse mesmo período ($3,16 \pm 0,21$ mg/dL).

Outro motivo que pode estar associado às constatações de aumento de colesterol pós platô da lactação e que não foi averiguado nos estudos revisados (KAPPEL et al., 1984; RUEGG et al., 1994; BRONICKI et al., 1995; OLIVEIRA FILHO, 1999; RUAS et al., 2000a; RUAS et al. 2000b; GODOY et al., 2004) é o da influência dos fatores etários. Pogliane (2006), tendo a preocupação de investigar os valores de referência para vacas holandesas por faixa etária, constatou haver diferença significativa dessa nos valores de colesterol, variando de 25,52 a 29,10% entre o menor e maior valor de referência, quando comparados animais de 12 a 24 meses com os de idade superior a 24 meses.

A enzima AST está relacionada com o funcionamento hepático (KANEKO et al., 1997) e indica a importância do fígado nos processos de síntese de energia

através da fosforilação da glicose (HEUER, 2000). Como valores referenciais para efeito de comparação de AST nos P1 e P2 da lactação foram utilizados os publicados por Wittwer (2000), que observou que valores acima de 120 UI/L geravam lesão hepato-celular secundária, devida à excessiva mobilização lipídica. De posse desse parâmetro, pode-se considerar que os animais do presente estudo não tiveram complicações dessa natureza.

Observa-se na Tabela 1 que também não houve diferença significativa ($p < 0,05$) dos valores de AST nos dois períodos analisados ($47,80 \pm 4,37$ UI/L e $37,84 \pm 3,18$ UI/L). Souza (1997) obteve valores de $35,3 \pm 0,99$ UI/L para animais da raça Gir, de $36,3 \pm 1,26$ UI/L para a raça Holandesa e de $38,0 \pm 0,90$ UI/L para animais Gir/Holandês (denominada Girolando, pelo autor). Nota-se que o valor médio obtido para os animais mestiços foi superior aos obtidos para cada raça formadora, taurina e zebuína, respectivamente. O valor aferido para os P1 e P2 da lactação do presente estudo também se apresentam com valores superiores aos da raça Holandesa e Gir.

Tabela 2: Médias e erros padrão dos teores séricos dos metabólitos energéticos de fêmeas 3/4 Holandês/Gir de 2ª Ordem de Parição nos Períodos 1 e 2 da lactação.

Parâmetro	Período da Lactação	
	P1 (28 – 60 dias)	P2 (110 – 130 dias)
n	35	35
Produção Leite (Kg/dia)	27,4b \pm 0,21	21,4a \pm 0,13
Condição Corporal (1-5)	2,51a \pm 0,17	3,02b \pm 0,20
β -hidroxibutirato (mmol/L)	0,73b \pm 0,08	0,45a \pm 0,07
Colesterol (mg/dL)	115,14a \pm 6,50	103,37a \pm 6,43
Aspartato transaminase (UI/L)	43,34a \pm 4,91	30,47a \pm 4,11

Letras iguais na mesma linha denotam ausência de diferença estatística significativa pelo teste t ($p > 0,05$)

Verifica-se na Tabela 2 que houve efeito de período da lactação sobre as variáveis produção de leite, ECC e β HB, não ocorrendo esse efeito para colesterol e AST ($p < 0,05$).

Observa-se que os parâmetros que apresentaram significância ($p < 0,05$) para animais $\frac{3}{4}$ HG são os mesmos em relação aos animais $\frac{1}{2}$ HG. Contudo, enquanto os valores médios de β HB de vacas $\frac{1}{2}$ HG apresentaram acréscimo do P1 para o P2 da lactação, contrariamente, para animais $\frac{3}{4}$ HG, houve um decréscimo, estando esse comportamento em concordância com o que constataram diversos autores (AERBERHARD et al., 2001; BUSATO et al., 2002; CAMPOS et al., 2005).

De fato, por ocorrer maiores níveis de produção de leite no P1 da lactação, em acordo com a maior produção de leite/vaca/dia das vacas $\frac{3}{4}$ HG, são esperados maiores níveis séricos de β HB, com maior mobilização de gordura corporal, percebida pela queda no ECC, para compensar um suposto balanço energético negativo (BEN), também visto por Garnsworthy (1988) e por Edmonson et al. (1989), como de ocorrência comum nessa fase produtiva.

O valor de β HB no P1 da lactação ($0,73 \pm 0,08$ mmol/L) é similar aos obtidos por Campos et al. (2005), para cinco e oito semanas ($0,74 \pm 0,07$; $0,78 \pm 0,06$ mmol/L), trabalhando com vacas holandesas produzindo média de 25 Kg de leite/dia.

Levando-se em consideração o valor de referência sugerido por Anderson e Rings (2009), acima do qual o risco de doença pós-parto torna-se eminente ($0,96$ mmol/L), e, considerando que o maior nível de produção de leite/vaca/dia está contido dentro do P1, pode-se concluir que as vacas atravessaram esta fase fisiológica e metabolicamente mais complexa, sem comprometimento da produção devido a transtornos metabólicos de ordem nutricional, mesmo tendo sido submetidas a um possível balanço energético negativo, conforme acima discorrido.

Quanto ao P2 da lactação das vacas $\frac{3}{4}$ HG, o valor de β HB ($0,45 \pm 0,07$ mmol/L) mostrou-se inferior ao obtido por Campos et al. (2005), para o período acima de oito semanas ($0,69 \pm 0,06$ mmol/L). Embora trabalho realizado por Zambrano e Marques Jr (2009) não especifique ordem de parição, avaliaram o perfil metabólico de vacas mestiças $\frac{3}{4}$ HG em regime de pasto, com reforço

alimentar no cocho, e observaram valores similares ao do P2 da lactação, ao aferirem o β HB para 110 e 130 dias de lactação ($0,49 \pm 0,13$ e $0,49 \pm 0,11$, respectivamente).

Os valores de colesterol observados na Tabela 2, para os dois períodos da lactação, apresentam-se dentro do padrão de normalidade proposto por diversos autores (Arave et al., 1974; KAPPEL et al., 1984; TALAVERA, 1985; SMITH, 1992; KANEKO, 1997), que é de 80 a 125 mg/dL. Haida et al. (1996), avaliando a pasto, vacas holandesas lactantes, entre 3 e 4 meses pós-parto, obtiveram o valor de $110,22 \pm 31,25$.

Nos P1 e P2 da lactação das vacas $\frac{3}{4}$ HG os valores de AST estão em patamar distante do considerado por Wittwer (2000), como comprometedor das funções hepáticas (> 120 UI/L).

Tabela 3: Comparações entre médias e erros padrão dos teores séricos dos metabólitos energéticos de fêmeas $\frac{1}{2}$ e $\frac{3}{4}$ Holandês/Gir de 2ª Ordem de Parição nos Períodos 1 e 2 da lactação

Parâmetro	Período da Lactação			
	P1 (28 – 60 dias)		P2 (110 – 130 dias)	
	$\frac{1}{2}$ HG	$\frac{3}{4}$ HG	$\frac{1}{2}$ HG	$\frac{3}{4}$ HG
n	37	35	37	35
Produção (Kg/dia)	$21,3a \pm 0,24$	$27,4b \pm 0,21$	$15,6a \pm 0,16$	$21,4b \pm 0,13$
ECC (1-5)	$2,68a \pm 0,14$	$2,51a \pm 0,17$	$3,16a \pm 0,21$	$3,02a \pm 0,20$
β HB (mmol/L)	$0,50a \pm 0,09$	$0,73b \pm 0,08$	$0,70b \pm 0,07$	$0,45a \pm 0,07$
Colesterol (mg/dL)	$122,92a \pm 6,52$	$115,14a \pm 6,50$	$112,40a \pm 4,57$	$103,37a \pm 6,43$
AST (UI/L)	$47,80a \pm 4,37$	$43,34a \pm 4,91$	$37,84a \pm 3,18$	$30,47a \pm 4,11$

Letras iguais na mesma linha denotam ausência de diferença estatística significativa pelo teste t ($p > 0,05$)

Houve efeito significativo ($p < 0,05$) entre grupos genéticos e as variáveis produção de leite e β HB, não ocorrendo esse efeito para ECC, colesterol e AST.

De forma geral, trata-se de resultados esperados, uma vez que as vacas $\frac{3}{4}$ HG normalmente apresentam maior capacidade de produção de leite, quando comparadas às $\frac{1}{2}$ HG, assim como sua maior habilidade para mobilizar gordura corporal em momentos considerados críticos, a exemplo do de maior produção de leite (pico de lactação). Há que se observar que no transcurso do P1 para o P2 as vacas $\frac{3}{4}$ HG foram 5,2% mais eficientes quanto à persistência da lactação, sem prejuízos perceptível quanto à distúrbios metabólicos.

4.6. Conclusão

Aferidos os valores, conclui-se que para as condições a que foram submetidos os animais no presente estudo, os grupos genéticos foram eficientes para sustentarem seus respectivos níveis de produção de leite, sem apresentarem complicações de ordem metabólica. Sugere-se a continuidade de estudos dessa natureza para equacionar Valores de Referência.

4.7. Referências

AEBERHARD, K.; BRUCKMAIER R. M.; BLUM, J. Metabolic, enzymatic and endocrine status in high-yielding dairy cows. Part 2. **Journal of Veterinary Medicine**, v. 48, p. 11-127, 2001.

ANDERSON, D. E. and RINGS, M. (2009) Current Veterinary Therapy: Food Animal Practice. Disponível em: < <http://vbs.psu.edu/ext/focus-areas/metabolic-profiling/reference-values> > acesso em: 26 mai 2010.

ARAVE, C. W.; MILLER, R. H.; LAMB, R. C. Genetic and environmental effects on serum cholesterol of dairy cattle of various ages. **Journal of Dairy Science**, v. 58, p. 423-427, 1974.

BERALDO, A.A. e ZATTA, M.R. **Análise do Perfil Metabólico do Rebanho Leiteiro do Planalto Norte Catarinense Região de Canoinhas – SC.** 2009. Universidade do Contestado – UNC, Curso De Medicina Veterinária. Brasil.

Bezerra, L. R. **Desempenho e comportamento metabólico de cordeiros da raça Santa Inês alimentados com diferentes concentrações de *Spirulina platensis* diluída em leite de vaca.** 2006. 41f. Dissertação (Mestrado em Sistemas Agrosilvopastoris no semi-árido) – Centro de Saúde e Tecnologia Rural, Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande.

Bianchini Sobrinho, E. 1988. 90 pp. **Estimativa de produção total de leite de vacas da raça Gir, baseada em controles semanais, quinzenais, mensais e bimestrais, obtenção de fatores multiplicativos.** Tese (Livre Docência). Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias. Universidade Estadual Paulista. Jaboticabal.

BORGES, A. M.; TORRES, C. A. A.; RUAS, J. R. M.; CARVALHO, G. R.; ROCHA JÚNIOR, V. R. Concentração plasmática de colesterol total e lipoproteína de alta densidade em novilhas mestiças doadoras de embriões tratadas com somatotropina bovina recombinante. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 53, n. 5, p. 605-610, 2001

BRITO, M. A.; GONZÁLEZ, F. D.; RIBEIRO, L. A.; CAMPOS, R; LACERDA, L.; BARBOSA, P. R.; BERGMANN, G. Composição do sangue e do leite em ovinos leiteiros do sul do Brasil: variações na gestação e na lactação. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.36, n.3, p.942-948, mai-jun, 2006.

BRONICKI, M; DEMBINSKI, Z. Evaluation of the post-natal fertility in dairy cows with lipid metabolism disturbances at various intensities. **Bulletin of the Veterinary Research.** Institute in Pulawy. V. 39, n. 1, p. 39-42. 1995.

BUSATO, A.; FAISLER, D.; KÜPFER, U.; BLUM, J. Body condition scores in dairy cows: associations with metabolic and endocrine changes in healthy dairy cows. **Journal of Veterinary Medicine**, v. 49, p. 455-460, 2002.

CAMPOS, R.; CARREÑO, E. S.; GONZÁLEZ, F. D. Perfil metabólico de vacas nativas colombianas. **Revista Orinoquia**. 8 (2): 32-41. 2004.

CAMPOS, R.; GONZÁLEZ, F.; LACERDA, L.; COLDEBELLA, A. Perfil metabólico obtenido de *pool* de sueros o de muestras individuales. **Archive Zootecnia**. 54: 113-116. 2005.

CAMPOS, R., GONZÁLEZ, F., COLDEBELLA, A., LACERDA, L. Indicadores do metabolismo energético no pós-parto de vacas leiteiras de alta produção e sua relação com a composição do leite. **Ciência Animal Brasileira**, v. 8, n. 2, p. 241-249, abr./jun. 2007 a.

CAMPOS, R., CUBILLOS, C., RODAS, A.G. Indicadores metabólicos en razas lecheras especializadas en condiciones tropicales en Colombia. **Acta Agron** (Colombia) vol.56 (2), p 85-92, 2007b.

CARVALHO, L.A.; NOVAES, L.P.; MARTINS, C.E.; ZOCCAL, R.; MOREIRA, P.; RIBEIRO, A.C.C.L.; LIMA, V.M.B. Sistema de produção de leite (Cerrado). Embrapa Gado de Leite, v.2, 2002. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Leite/LeiteCerrado/racas01.html#01>>. Acesso em: 4 jun. 2010.

CHALUPA, W.; GALLIGAN, D.T.; FERGUSON, J.D. Animal nutrition and management in the 21st century - dairy cattle. **Animal Feed Science and Technology**, v.58, p.1-18, 1996.

COBUCI, J. A.; EUCLYDES, R.F.; VERNEQUE, R.S. Curva de lactação na raça Guzerá. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.5, p.1332-1339, 2000.

CORASSIN, C. H. **Determinação e avaliação de fatores que afetam a produtividade de vacas leiteiras: aspectos sanitários e reprodutivos**. 2004. 101 p. Tese (doutorado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba- SP.

- CRUZ, G. R. B.; RIBEIRO, M. N.; PIMENTA FILHO, E. C.. Estimativas de parâmetros de curvas de lactação de bovinos. **Arch. Zootec.** 58 (224): 695-704. 2009.
- DOMECQ, J. J.; SKIDMORE, A. L.; LLOYD, J. W. Relationship between body condition scores and milk yield in a large dairy herd of high yielding Holstein cows. **Journal of Dairy Science**, v.80, p.101-112, 1997.
- DUFFIELD, T. Subclinical ketosis in lactating dairy cattle. **Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice**, Philadelphia, n. 16, p. 231-254, 2000.
- EDMONSON, A. J.; LEAN, I. J.; WEAVER, L. D. et al. A body condition scoring chart for Holstein dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.72, p.68-78, 1989.
- El Faro, L. **Estudo da curva de lactação de um rebanho da raça Caracu**. 1996. 172 pp. Tese (Doutorado em Zootecnia). Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias. Universidade Estadual Paulista. Jaboticabal.
- FACÓ, O.; LÔBO, R. N. B.; MARTINS FILHO, R.; MOURA, A. A. A. Análise do Desempenho Produtivo de Diversos Grupos Genéticos Holandês x Gir no Brasil. **R. Bras. Zootec.**, v.31, n.5, p.1944-1952, 2002
- GARNSWORTHY, P. C. The effect of energy reserves at calving on performance of dairy cows. In: GARNSWORTHY, P. C. **Nutrition and lactation in the dairy cow**. London: Butterworths, p.157. 1988.
- GEISHAUSER, T.; LESLIE, K.E.; KELTON, D.F.; DUFFIELD, T. Evaluation of eighth cowside test for use with milk to detect subclinical ketosis in dairy cows. **Journal Dairy Science**, Champaign, n. 81, p. 438-443, 1998.
- GODOY, M. M., ALVES, J. B., MONTEIRO, A. L. G., VALÉRIO FILHO, W. V. Parâmetros reprodutivo e metabólico de vacas da raça Guzerá suplementadas

no pré e pós-parto. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**. v.33, n.1, p.103-111, 2004.

GONZÁLEZ, F. H. D., HAIDA, K. S., ZANOLLA, N., FIGUR, K. Influência da época do ano no perfil metabólico em gado leiteiro no sul do Brasil. **Arq. Fac. UFRGS**, Porto Alegre, v.24, n.2, 1996.

GRANDE, P. A., SANTOS, G. T. **O uso do perfil metabólico na nutrição de vacas leiteiras**. 2005. Disponível em: < <http://www.nupel.uem.br/perfilmetabolico-vacas.pdf> > . Acesso em: 2 mai. 2010.

HAIDA, K. S.; DIAZ GONZÁLEZ, F. H.; PARZIANELLO, N. Estudo do perfil metabólico de um rebanho leiteiro do oeste do Paraná. Semina: **Ci. Agr.**, Londrina, v.17, n.1, p.72-76, mar. 1996.

HEUER, C. et al. Prediction of energy balance in a high yielding dairy herd in early lactation: model development and precision. **Livestock Production Science**, v. 65, n.1-2, p.91-105, 2000.

KANEKO, J. J., Harvey J. W., BRUSS M. L. et al. **Clinical biochemistry of domestic animals**. 5th ed, San Diego. Academic Press, 932p. 1997.

KAPPEL, L. C.; INGRAHAM, R. H.; MORGAN, E. B.; ZERINGUE, L.; WILSON, D.; BABCOCK, D. K.; STAT, M. A. Relationship between fertility and blood glucose and cholesterol concentrations in Holstein cows. **American Journal of Veterinary Research**, v.45, n. 12, p. 2607-2612, 1984.

KRONFELD, D. S.; DONOGHUE, S.; COPP, R.L.; STEARNS, F.M.; ENGLE, R.H. Nutritional status of dairy Cows indicated by analysis of blood. *J. Dairy Sci* v. 65, p.1925-1933, 1982.

LEAN, I. J.; BRUSS, M. L.; BALDWIN, R. L. et al. Bovine Ketosis: a review. II. Biochemistry and Prevention. **Veterinary Bulletin**, v. 61, p.11-18, 1992.

NATURAL RESEARCH COUNCIL-NRC-. **Nutrient requeriments of dairy cattle**. Sixth Revised Edition, 157 p, 1989.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requeriments of dairy cattle**. Seventh Revised Edition. 381p. 2001.

NORO M., VARGAS V., PULIDO R. G., WITTWER F. Efecto del tipo de concentrado sobre indicadores sanguíneos del metabolismo de energía y de proteínas en vacas lecheras en pastoreo primaveral. **Arch. Med. Vet.**, v.38 n.3 Valdivia, 2006.

Oliveira Filho, B. D. **Efeitos da suplementação pré e pós-parto sobre parâmetros reprodutivos e metabólicos em vacas da raça Canchim**. 1999. 110p. Tese (Doutorado em Zootecnia). Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias. Universidade Estadual Paulista. Jaboticabal.

PATTON, R.A., H. F. BUCHOLTZ AND M. K. SCHMIDT. M. Body condition scoring: a management tool. **Dairy Guide**, East Lansing Michigan. USA. September. p.6. 1988.

PAYNE, J. M. et al. the use of metabolic profile test in dairy herds. **Veterinary Record**, London, v.87, p. 150-158, 1970.

PAYNE, J.M.; PAYNE, S. **The metabolic profile test**. New York : Oxford University, 1987. 179p.

PEDRON, O.; CHELI, F.; SENATORI, E. et al. Effect of body condition score on performance, some blood parameters, and milk fat, acid composition in dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.76, n.9, p.2528-2535, 1993.

PEIXOTO, L. A. O.; OSÓRIO, M. T. M. Perfil metabólico protéico e energético na avaliação do desempenho reprodutivo em ruminantes. **R. Bras. Agrocência**, Pelotas, v.13, n.3, p. 299-304, jul-set, 2007.

PICKETT, M. M.; PIEPENBRINK, M. S.; OVERTON, T. R. Effects of propylene glycol or fat drench on plasma metabolites, liver composition, and production of dairy cows during the periparturient period. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 86, p. 2113-2121, 2003.

Pogliani, F. C. **Valores de referência e influência dos fatores etários, sexuais e da gestação no lipidograma de bovinos da raça Holandesa, criados no Estado de São Paulo**. 2006. 134f. Dissertação (mestrado) – Universidade de São Paulo. Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia. São Paulo, 2006.

ROWLANDS, G. J.; MANSTON, R. The potential uses of metabolic profiles in the management and selection of cattle for milk and beef production. *Livest. Prod. Sci.* v. 3, p. 239.1976.

RUAS, J. R. M.; TORRES, C. A. A.; BORGES, L. E. et al. Concentrações plasmáticas de colesterol, glicose e uréia em vacas zebuínas, em relação à condição corporal e ao "status" reprodutivo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.6, supl. 1, p.2036-2042, 2000a.

RUAS, J. R. M.; TORRES, C. A. A.; BORGES, L. E. et al. Efeito da suplementação proteica a pasto sobre eficiência reprodutiva e concentrações sanguíneas de colesterol, glicose e uréia, em vacas **Nelore**. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.6, supl. 1, p.2043-2050, 2000b.

RUEGG, P. L. Body condition scoring in Holstein dairy cows: relationships with production, reproduction, and disease. In: AMERICAN ASSOCIATION OF BOVINE PRACTITIONERS, Albuquerque, 1994. **Proceedings.**, Stillwater: Frontier Printers, 1994. p.176.

SAEG. Sistema de Análise Estatística e Genética (Universidade Federal de Viçosa, 1998).

Santos, M. V. **Correlação entre ácido ascórbico plasmático, contagem de células somáticas no leite e o perfil metabólico de vacas secas e em lactação.** Dissertação (mestrado) - Universidade de São Paulo. Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia. Pirassununga, 1998.

SMITH, B. P. **Tratado de medicina interna de grandes animais.** São Paulo: Editora Manole, 1992. 1661 p.

Souza, R. M. **Perfil bioquímico sérico de bovinos das raças Gir, Holandesa e Girolanda, criados no Estado de São Paulo - influência de fatores de variabilidade etários e sexuais.** 1997. 168 p. Tese (doutorado) - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1997.

SOUZA, R. M.; BIRGEL, E. H., AYRES, M. C. C.; MIRANDOLA, R. M.; BIRGEL JUNIOR, E. H. Influência dos Fatores Raciais na Função Hepática de Bovinos da Raça Holandesa e Jersey. Salvador. In: **Anais... Congresso Brasileiro de Medicina Veterinária**, 28, 2001.

TALAVERA, F.; PARK, C. S.; WILLIAMS, G. L. Relationships among dietary lipid intake, serum cholesterol and ovarian function in Holstein heifers. **Journal of Animal Science**, v.60, p. 1045-1051, 1985.

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.

WITTEWER, F. Marcadores bioquímicos no controle de problemas metabólicos nutricionais em gado de leite. In: GONZÁLEZ, F.H.D., BARCELLOS, J. O.; OSPINA, H.; RIBEIRO, L. A. O. (eds). **Perfil metabólico em ruminantes: seu uso em nutrição e doenças nutricionais.** Porto Alegre: UFRGS, 2000. p.53-62.

WITTWER, F. Diagnóstico dos desequilíbrios metabólicos de energia em rebanhos bovinos. In: GONZÁLEZ, F. H. D.; BARCELLOS, J. O.; OSPINA, H.; RIBEIRO, L. A. O. (Eds.) **Perfil metabólico em ruminantes: seu uso em nutrição e doenças nutricionais**. Porto Alegre: UFRGS. 2000. p. 9-22.

ZAMBRANO, W. J.; Marques Jr, A. P. Perfil metabólico de vacas mestiças leiteiras do pré-parto ao quinto mês da lactação. **Zootecnia Tropical.**, V. 27(4): p. 475-488. 2009.