LEANDRO CAVALCANTE LIPINSKI

Perfil metabólico de bovinos de corte da raça Purunã

São Paulo

2013

LEANDRO CAVALCANTE LIPINSKI

Perfil metabólico de bovinos de corte da raça Purunã

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Clínica Veterinária da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Doutor em Ciências

Departamento:

Clínica Médica

Área de concentração:

Clínica Veterinária

Orientador:

Prof. Dr. Eduardo Harry Birgel Junior

São Paulo
2013

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

BIBLIOTECA VIRGINIE BUFF D'ÁPICE
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA
E ZOOTECNIA DA USP

26/6/13

DADOS INTERNACIONAIS DE CATALOGAÇÃO-NA-PUBLICAÇÃO

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

T.2831
FMVZ

Lipinski, Leandro Cavalcante

Perfil metabólico de bovinos de corte da raça Purunã / Leandro Cavalcante Lipinski. --
2013.

124 f. : il.

Tese (Doutorado) - Universidade de São Paulo. Faculdade de Medicina Veterinária e
Zootecnia. Departamento de Clínica Médica, São Paulo, 2013.

Programa de Pós-Graduação: Clínica Veterinária.

Área de concentração: Clínica Veterinária.

Orientador: Prof. Dr. Eduardo Harry Birgel Junior.

1. Metabolismo. 2. Bovinos. 3. Confinamento. 4. Puerpério. I. Título.

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA

Comissão de Ética no uso de animais

CERTIFICADO

Certificamos que o Projeto intitulado "Valores de referência da função hepática e do lipidograma de bovinos da raça Pura-nã", protocolado sob o nº 2026/2010, utilizando 250 (duzentos e cinquenta) bovinos, sob a responsabilidade do Prof. Dr. Eduardo Harry Birgel Junior, está de acordo com os princípios éticos de experimentação animal da "Comissão de Ética no uso de animais" da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo e foi aprovado em reunião de 29/09/2010.

We certify that the Research "Values of hepatic function and the lipid profile of Bovine Breed Pura-nã", protocol number 2026/2010, utilizing 250 (two hundred fifty) cattle, under the responsibility Prof. Dr. Eduardo Harry Birgel Junior, agree with Ethical Principles in Animal Research adopted by "Ethic Committee in the use of animals" of the School of Veterinary Medicine and Animal Science of University of São Paulo and was approved in the meeting of day 09/29/2010.

São Paulo, 30 de setembro de 2010

Profa. Dra. Denise Tabacchi Fantoni
Presidente

Av. Prof. Dr. Orlando Marques de Paiva, nº87
Cidade Universitária "Armando de Salles Oliveira"
São Paulo/SP - Brasil
05508-270

Fax: +55 11 3032-2224 / 3091-7757
Fone: + 55 11 3091-7671/7676
E-mail: fmvz@usp.br
<http://www.fmvz.usp.br>

FOLHA DE AVALIAÇÃO

Nome: LIPINSKI, Leandro Cavalcante

Título: Perfil metabólico de bovinos de corte da raça Purunã

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Clínica Veterinária da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Doutor em Ciências

Data: __/__/__

Banca Examinadora

Prof. Dr. _____

Instituição: _____ Julgamento: _____

Prof. Dr. _____

Instituição: _____ Julgamento: _____

Prof. Dr. _____

Instituição: _____ Julgamento: _____

Prof. Dr. _____

Instituição: _____ Julgamento: _____

Prof. Dr. _____

Instituição: _____ Julgamento: _____

RESUMO

LIPINSKI, L. C. **Perfil metabólico de bovinos de corte da raça Purunã**. [Metabolic profile of Purunã beef cattle breed]. 2013. 124 f. Tese (Doutorado em Ciências) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013.

O objetivo do presente trabalho foi analisar a influência dos fatores etários, do puerpério, da castração, bem como a influência do confinamento no lipidograma e nas funções hepática e renal. Foram mensurados os valores séricos de colesterol, triglicérides, ácidos graxos não esterificados (NEFA), β -hidroxibutirato (B-HBO), ureia, creatinina, proteína total, albumina, aspartato-aminotransferase (AST), gama glutamil transferase (GGT), creatina quinase (CK) e glicose. Para realização do experimento foram utilizados 370 bovinos da raça Purunã. Os animais foram dispostos em 4 diferentes experimentos. Os dados foram analisados por ANOVA, usando o procedimento *GLM* do SAS. Concluiu-se que os constituintes metabólicos foram consideravelmente influenciados pela idade, sexo, puerpério e sistema de criação. Devido à grande quantidade de amostras estrategicamente colhidas, obtidas de diferentes manejos, também foi possível sugerir valores de referência para os análitos, nestes experimentos mensurados, para bovinos da raça Purunã de diferentes idades, sexos, fases do periparto e do puerpério e em confinamento.

Palavras-chave: Metabolismo. Bovinos. Confinamento. Puerpério.

ABSTRACT

LIPINSKI, L. C. **Metabolic profile of Purunã beef cattle breed.** [Perfil metabólico de bovinos de corte da raça Purunã]. 2013. 124 f. Tese (Doutorado em Ciências) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013.

The objective of this study was to analyze the influence of age, after childbirth, castration, as well as the influence of confinement on lipid profile and in liver and kidney function. We measured the levels of serum cholesterol, triglycerides, non-esterified fatty acids (NEFA), β -hydroxybutyrate (B-HBO), urea, creatinine, total protein, albumin, aspartate aminotransferase (AST), gamma glutamyl transferase (GGT), creatine kinase (CK) and glucose. For the experiment we used 370 cattle breed Purunã. The animals were assigned to four different experiments. Data were analyzed by ANOVA, using the GLM procedure of SAS. It was concluded that the constituents were considerably influenced by metabolic age, sex, and postpartum creation system. Due to the large amount of strategically collected samples, obtained from different management, it was also possible to suggest values for the analytes, measured in these experiments, Purunã to breed cattle of different ages, sexes, and stages of peripartum and postpartum and confinement.

Keywords: Metabolism. Cattle. Confinement. Puerperium.

DEDICATÓRIA

A minha esposa Patrícia pela amável convivência e cumplicidade.

Aos meus filhos Letícia e João Paulo pela alegria que me dão a cada dia.

AGRADECIMENTOS

A Deus pelo dom da vida.

A Universidade de São Paulo pela oportunidade

Aos professores do departamento de clínica, sobretudo de ruminantes, pelos ensinamentos.

A meu orientador Professor Eduardo, pela paciência, ensinamentos, exemplos e apoio.

A professora Maria Cláudia Araripe Sucupira, que sempre me socorreu.

A Clara que não mediu esforços para realizar minhas análises bioquímicas.

Ao professor Rudiger Daniel Ollhoff, meu sempre orientador.

Aos meus amigos de Pós Graduação, pelos ótimos momentos.

A Raquel Fraga e Silva Raimondo e a Melina Marie Yasuoka que sempre ajudaram.

Ao Bruno Moura Monteiro, grande amigo que fiz nessa pós-graduação.

Ao Fabio Celidonio Pogliani, ex-companheiro de doutorado e hoje meu professor, mas sempre amigo.

Aos pesquisadores do IAPAR, Dr. Perotto, Dr. Moletta e Dr. Nilceu pelo enorme apoio na realização dos experimentos e análise estatística.

Aos funcionários de campo do IAPAR que pelearam junto comigo.

Aos meus cães que foram meus companheiros nas horas de folga.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
2 REVISÃO DA LITERATURA.....	16
2.1 PERFIL METABÓLICO DE BOVINOS.....	16
2.1.1 Colesterol.....	16
2.1.2 Triglicérides	17
2.1.3 NEFA	18
2.1.4 B-HBO	19
2.1.5 Glicose.....	21
2.1.6 Ureia.....	22
2.1.7 Creatinina.....	22
2.1.8 Proteína total.....	23
2.1.9 Albumina	23
2.1.10 GGT	24
2.1.11 AST	24
2.1.12 CK	24
2.2 VALORES DE REFERÊNCIA PARA O PERFIL METABÓLICO DE BOVINOS ..	25
3 MATERIAL E MÉTODOS	29
3.1 LOCAL.....	29
3.2 ANIMAIS E GRUPOS EXPERIMENTAIS	29
3.3 ALIMENTAÇÃO DOS ANIMAIS.....	30
3.4 COLHEITAS DE SANGUE	30
3.5 PROVAS BIOQUÍMICAS.....	31
3.5.1 Determinação das concentrações séricas de colesterol.....	31
3.5.2 Determinação das concentrações séricas de triglicérides	32

3.5.3 Determinação das concentrações séricas de NEFA	32
3.5.4 Determinação das concentrações séricas de B-HBO	33
3.5.5 Determinação das concentrações plasmáticas de glicose	33
3.5.6 Determinação das concentrações séricas de ureia	33
3.5.7 Determinação das concentrações séricas de creatinina.....	34
3.5.8 Determinação das concentrações séricas de proteína	34
3.5.9 Determinação das concentrações séricas de albumina.....	34
3.5.10 Determinação das concentrações séricas de GGT	34
3.5.11 Determinação das concentrações séricas de AST	35
3.5.12 Determinação das concentrações séricas de CK.....	35
3.6 ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	35

CAPÍTULO 1 – INFLUENCIA DOS FATORES ETÁRIOS NO METABOLISMO DE BOVINOS DA RAÇA PURUNÃ

4 INTRODUÇÃO	37
4.1 MATERIAL E MÉTODOS.....	37
4.2 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	39
4.3 CONCLUSÃO.....	56

CAPÍTULO 2 - INFLUENCIA DO PUERPÉRIO NO METABOLISMO DE BOVINOS DA RAÇA PURUNÃ

5 INTRODUÇÃO	57
5.1 MATERIAL E MÉTODOS.....	58
5.2 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	59
5.3 CONCLUSÃO.....	73

CAPÍTULO 3 - INFLUENCIA DO CONFINAMENTO NO METABOLISMO DE BOVINOS DA RAÇA PURUNÃ

6 INTRODUÇÃO	74
6.1 MATERIAL E MÉTODOS.....	75

6.2 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	78
6.3 CONCLUSÃO.....	95

CAPÍTULO 4 - INFLUENCIA DA CASTRAÇÃO NO METABOLISMO DE BOVINOS DA RAÇA PURUNÃ

7 INTRODUÇÃO	96
7.1 MATERIAL E MÉTODOS.....	97
7.2 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	98
7.3 CONCLUSÃO.....	114

8 CONCLUSÕES.....	115
--------------------------	------------

REFERÊNCIAS	116
--------------------------	------------

1 INTRODUÇÃO

Com um rebanho em torno de 212 milhões de bovinos, o Brasil ocupa um lugar de destaque na produção mundial de alimentos. Com esse efetivo, o país detém o maior rebanho comercial de bovinos do planeta, ocupando também o segundo lugar na produção de carne bovina, ficando atrás somente dos Estados Unidos (IBGE, 2011).

No entanto, esses índices quantitativos não serão mais o bastante num futuro breve. A crescente população mundial, aliada a maiores pressões ambientais, exigência de melhores condições de trabalho para o homem do campo e a obrigatoriedade de rígidos programas de segurança alimentar já pressionam a cadeia mundial da carne a ser mais produtiva, ou seja, produzir cada vez mais, sem a necessidade de desmatamento ou de expansão das fronteiras agrícolas.

A eficiência produtiva dos rebanhos de corte depende de muitos fatores, que vão desde a eficiência reprodutiva até os índices produtivos propriamente ditos, como peso ao desmame e idade ao abate (OLIVEIRA et al., 2011; MOURA et al., 2012). Para Arrigoni et al. (2004), a melhoria desses índices produtivos na realidade brasileira deve vir com a adoção de tecnologias como manejo alimentar estratégico, seleção de animais melhoradores e a utilização de animais de origem taurina para o cruzamento industrial.

Dentre os bovinos produzidos no país, cerca de 80% são oriundos de rebanhos zebuínos com finalidade para produção de carne. Desse total, somente em torno de 10% são animais oriundos de cruzamento industrial (FERREIRA, 2004), mesmo apesar da comprovada superioridade produtiva dos animais com sangue taurino para a produção de carne em relação aos animais zebuínos (CUBAS et al., 2001; RESTLE et al., 2002; BARBOSA, 2004).

Baseando-se nisso, institutos de pesquisa vêm somando esforços na busca de melhores índices produtivos para a bovinocultura de corte brasileira. Esforços esses que são percebidos com o crescente número de doses de sêmen taurino comercializados no Brasil (ASBIA, 2012) e com o desenvolvimento de animais compostos nacionais, mais adaptados às realidades edafoclimáticas regionais, sem perda de produtividade, como é o caso da raça de corte Purunã desenvolvida no Instituto Agrônomo do Paraná (IAPAR).

Fruto de pesquisa iniciada em 1980 por pesquisadores do IAPAR, com objetivo de dar a pecuária nacional uma raça de bovinos que atendesse a necessidade de produzir carne, em

menor espaço de tempo e a um custo acessível, a raça Purunã é um quadrimestiço resultado do cruzamento de três raças de bovinos naturais (Aberdeen Angus, Caracu e Charolês) e uma raça de bovinos sintética (Canchim - 5/8 Charolês e 3/8 Nelores). Assim, o patrimônio genético que deu origem a essa raça é composto por 20% de genes da raça Charolês, 20 % da raça Canchim, 25% da raça Caracu, 25% da raça Angus Aberdeen e 10 % da raça Nelore.

Da raça Purunã é destacada a precocidade e a qualidade da carne, pois quando mantidos em sistemas de terminação super-precoces e precoces atinge 18 arroba de carcaça com 4 mm de capa de gordura (metragem exigida pelo mercado europeu e norte-americano) com idade variando entre 18 e 24 meses.

O sangue da raça Angus e da raça Charolês agrega desenvolvimento muscular, precocidade e alto grau de acabamento, o sangue da raça Caracu e a presença de sangue zebuino da raça Canchim conferem melhor adaptabilidade às condições climáticas e maior resistência a ectoparasitas, enquanto o sangue da raça Angus Aberdeen e da raça Caracu acentuam a habilidade maternal dos animais (PEROTTO, 2008).

Desde o desenvolvimento deste sintético nacional, diversas pesquisas foram realizadas a cerca dos índices produtivos da raça Purunã (ROTTA et al., 2009). Pesquisas que dizem respeito ao desempenho produtivo dos animais em diferentes condições nutricionais e os respectivos efeitos nas características de carcaça (RODRIGUES, 2006; KUSS et al., 2009; PINTO, 2010; MOLETTA, 2011), bem como estudos mais específicos sobre a composição química e o perfil de ácidos graxos na carne de animais da raça Purunã em relação à outras raças de corte (PRADO et al., 2008; DUCATTI et al., 2009; PRADO et al., 2009; ITO et al., 2010).

Apesar das inúmeras pesquisas a cerca da produção e das características organolépticas da carne do bovino Purunã, verificou-se que não existem pesquisas elaboradas para quantificar os metabólitos referentes à função hepática, renal e o lipidograma desta raça. Novas pesquisas sobre a determinação de valores de referência desses constituintes sanguíneos não se justificariam, não fosse a concordância entre os pesquisadores, das significativas influências dos fatores raciais e dos fatores mesológicos sobre o perfil bioquímico dos animais, impossibilitando que valores obtidos para animais de uma determinada raça possam ser considerados como padrão de referência, sem uma adequada avaliação, para animais de outras raças.

O perfil metabólico sanguíneos pode ser amplamente utilizado para identificar e indicar distúrbios metabólicos e baixa produtividade (LEE et al., 1978), e é constatado que o

estudo dos metabólitos sanguíneos pode ajudar a entender as peculiaridades dos animais de produção nos mais diversos momentos fisiológicos e condições de criação (SOUZA et al., 2001; BIRGEL JUNIOR et al., 2003; RENNÓ NETO, 2004; SOUZA et al., 2004; SOUZA, 2005; POGLIANI; BIRGEL JUNIOR, 2007; SOUZA et al., 2008; SOUZA et al., 2010).

Portanto, a existência de poucas informações na literatura brasileira relativas ao metabolismo lipídico em ruminantes e, principalmente, a ausência, no Brasil, de pesquisas adequadamente planejadas para avaliar a influência de fatores indutores da variação na função hepática, renal e no lipidograma de bovinos da raça Purunã estimularam a elaboração do presente projeto de pesquisa que visa estabelecer os valores de referência do perfil metabólico de bovinos Purunã, avaliando a influência dos fatores etários, do puerpério e da castração, bem como a influência do confinamento no lipidograma e nas funções hepática e renal de garrotes para terminação.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 PERFIL METABÓLICO DE BOVINOS

Com o intuito de completar o exame clínico e possibilitar o diagnóstico preciso das enfermidades dos bovinos, o Buiatra lança mão de provas bioquímicas sanguíneas, sendo as mesmas reunidas em baterias de provas, cuja finalidade é avaliar possíveis alterações relacionadas às habilidades orgânicas em manter suas funções fisiologicamente controladas. Portanto, os componentes bioquímicos sanguíneos determinados no perfil metabólico acabam representando as principais vias metabólicas do organismo (DIRKSEN; BREITNER, 1993).

Dentre os grupos de testes bioquímicos mais utilizados, merecem destaque na Buiatria três baterias de provas, a saber: testes de lipidograma e as funções renal e hepática. Como rotina na Clínica de Bovinos do Centro de Pesquisa e Diagnóstico de Enfermidade de Ruminantes da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo tem-se recomendado a realização das seguintes provas: para o lipidograma, determinação dos teores séricos de colesterol, triglicérides, ácidos graxos não esterificados (AGNE), beta-hidroxibutirato (B-HBO) e teores plasmáticos de glicose; para a função renal, determinação dos teores séricos de ureia e creatinina; e para a função hepática, a determinação do proteinograma (proteína total e albumina), avaliação da atividade enzimática sérica da gama-glutamyltransferase (GGT), da aspartato-aminotransferase (AST) e da creatina-quinase (CK).

2.1.1 Colesterol

O colesterol pode ser ingerido pelo consumo de produtos de origem animal, mas no caso de bovinos, este precisa ser sintetizado, e o principal órgão de síntese e catabolismo de colesterol é o fígado. O colesterol é o precursor de hormônios esteróides, vitamina D e ácidos biliares, e é constituinte de membranas celulares e micelas biliares. Portanto, também pode ser produzido, em pequenas quantidades, por órgãos esteroideogênicos endócrinos, como a córtex adrenal, testículos, ovário e placenta (KANEKO, 2008).

O principal substrato para a formação do colesterol é a acetil-coenzima A (CoA). Em casos de ingestão de alimento, aumento de insulina, aumento da leptina (CHILLIARD et al., 2001; CHILLIARD; DELAVAUD; BONNET, 2005), baixo glucagon, e baixo adenosina 3',5'-monofosfato cíclico (AMPc) intracelular, ou seja, quando o organismo está em desfosforilação (menor desdobramento hidrolítico do ATP por ação da adenilciclase), a produção do colesterol é estimulada, podendo também estar aumentado na presença de maiores concentrações de hormônio da tireóide (aumento do metabolismo). Em contrapartida, momentos de inanição fisiológica (periparto) ou de doença, jejum ou diabetes, quando se verifica a insulina e a leptina diminuídas, e glucagon e AMPc aumentados, ou seja, momento em que o organismo está em fosforilação, a produção de colesterol fica comprometida, fenômeno que também é observado com aumentos nas quantidades de glicocorticóide, endógenos ou exógenos (KANEKO, 2008).

2.2.2 Triglicérides

Também chamado de triacilglicerol, o triglicéride é a principal forma de estoque dos ácidos graxos de cadeia livre (AGCL), na qual três moléculas de AGCL são esterificados ao glicerol. Em razão da insolubilidade em água, os lipídios não exercem força osmótica no sistema biológico podendo ser estocados em grandes quantidades no tecido adiposo. Ainda que a maioria das células consiga sintetizar triglicérides, o fígado, tecido adiposo, glândula mamária (importante na produção da gordura do leite) e intestino delgado são os mais adaptados para esta síntese (KANEKO, 2008).

Quando os glóbulos de gordura são formados nas células intestinais, se ligam às apolipoproteínas (proteínas contidas nas lipoproteínas), sendo extrusados pela membrana basolateral até o interstício das células intestinais na forma de lipoproteínas, neste momento, denominadas quilomícrons. Estas moléculas atingem os capilares linfáticos, e não os capilares sanguíneos, portanto, diferentemente da maioria dos outros nutrientes, a maior parte dos lipídios absorvidos passam intactos ao redor do sistema portal e pelo fígado (bypass pelo fígado), alcançando diretamente o átrio direito, e a maioria dos outros tecidos, por conseguinte (KANEKO, 2008).

O quilomícron circulante absorvido no intestino é atacado pela enzima lipoproteína lipase (LPL), que hidrolisa boa parte dos triglicérides ligados às apolipoproteínas carreadoras. A maioria do AGCL desesterificado é absorvido pelas células teciduais, e o glicerol é liberado na circulação. A LPL está presente na superfície das células endoteliais de muitos órgãos e tecidos, mas está em maior quantidade no tecido adiposo, coração, musculatura esquelética e glândula mamária (KANEKO, 2008).

As pesquisas desenvolvidas por Hocquette e Bauchart (1999) indicaram que 40% dos ácidos graxos não esterificados (NEFA) têm origem a partir da mobilização de gordura dos tecidos adiposos e 60% são originados da hidrólise dos triglicérides circulantes através da ação da LPL. Esta enzima é considerada por esses autores fundamental na regulação do metabolismo lipídico, sendo encontrada em células endoteliais e atuando em triglicérides associados aos quilomícrons e lipoproteínas de muito baixa densidade (VLDL) presentes no plasma (KANEKO, 2008).

2.2.3 NEFA

Durante períodos nos quais as necessidades metabólicas de glicose sejam grandes, o fígado pode mobilizar glicose a partir do glicogênio suprimindo as necessidades corporais. Porém, a quantidade de glicogênio estocado no fígado é relativamente pequena para suprir as demandas metabólicas da vaca (HERDT, 2000). Nessas condições, rapidamente as reservas de glicogênio se esgotam, sendo a gordura corporal mobilizada através do processo de lipólise para suprir o metabolismo energético. Este processo envolve a quebra de triglicérides das reservas de gordura corporal em glicerol e ácidos graxos não esterificados (NEFA), que são transportados para o fígado e servem como fonte de energia (PAYNE; PAYNE, 1987). Após a lipólise, o glicerol assume papel importante na gliconeogênese (LOMAX; BAIRD, 1983).

A síntese e o catabolismo dos triglicérides é sensivelmente regulada por hormônios, especialmente glucagon, catecolaminas, insulina (KANEKO, 2008) e leptina (CHILLIARD, et al., 2001). Os dois primeiros aumentam o AMPc intracelular, e a insulina tende a diminuí-lo, apesar desta ter um efeito independente da presença do AMPc. Em condições de alto glucagon e baixa insulina, como no jejum, a enzima lipase hormônio-sensível (LHS) está

ativa, promovendo lipólise. O que faz com que não haja síntese de gordura, evitando o desperdício de energia (KANEKO, 2008).

Ácidos graxos de cadeia longa liberados do tecido adiposo durante a lipólise circulam como NEFA, sendo a principal fonte de energia para o ruminante durante esse período. A concentração de NEFA no sangue reflete a magnitude da mobilização do tecido adiposo (PULLEN et al., 1989), portanto com o aumento do balanço energético negativo, mais NEFA é liberado do tecido adiposo, aumentando a sua concentração no sangue.

2.2.4 B-HBO

O butirato, um ácido graxo volátil (AGV) produzido no rúmen, é convertido no epitélio ruminal no corpo cetônico beta-hidroxibutirato (B-HBO). Quando esse AGV adentra a corrente sanguínea, pode ser utilizado como energia ou fonte de AGCL (KANEKO, 2008). Normalmente, o B-HBO plasmático provém da fermentação ruminal (MARUTA, 2005) uma vez que os ruminantes diferem, entre outros aspectos, dos demais monogástricos à medida que grandes quantidades de corpos cetônicos alimentares são liberadas na veia porta. Segundo Heitmann et al. (1987), os produtos finais da fermentação de carboidratos, acetato e butirato, podem ser convertidos em acetoacetato e B-HBO durante a absorção pelo epitélio ruminal, sendo assim denominada a cetogênese alimentar. Os corpos cetônicos circulantes no ruminante estão em quantidades 4-5 vezes maiores que os encontrados em animais não-ruminantes.

Durante a lipólise, NEFA e glicerol atingem o fígado pela circulação sanguínea e, dependendo do comportamento hormonal do organismo em reflexo ao balanço energético, podem, dentro dos hepatócitos, ser recombinados à triglicérides novamente, para então serem exportados via VLDL (KANEKO, 2008). Os triglicérides produzidos no intestino representam 65% do total dos triglicérides circulantes, enquanto que os produzidos no fígado responderam com 35% do total (HOCQUETTE; BAUCHART, 1999).

O fígado secreta lipídios em várias formas incluindo corpos cetônicos e lipoproteínas, sendo a disponibilidade das VLDL fundamental para o transporte eficiente desses triglicérides formados no fígado. O fato deste grupo de lipoproteínas produzidas nos bovinos ser muito menor do que a encontrada em primatas e roedores explica porquê o fígado de bovinos,

especialmente àquele de bezerros alimentados com dietas altamente lipídicas, vacas em final de gestação ou em lactação, não conseguem transportar os triglicérides, ou seja, em última análise, não conseguir reciclar de forma eficiente grandes quantidades de NEFA. Nestes casos, tais animais acumularão vesículas de triglicérides nos hepatócitos, e desenvolverão o quadro de esteatose hepática ou fígado gorduroso (HOCQUETTE; BAUCHART, 1999).

Em condições de lipólise, quando as concentrações de glucagon estão altas e as de insulina baixas, o NEFA liberado atinge o fígado, passa pelo citoplasma dos hepatócitos e entra nas mitocôndrias, sendo oxidado para formar acetil-CoA. Nessas condições, está presente no citoplasma a enzima carnitina aciltransferase I (CAT I), que catalisa a entrada do NEFA na mitocôndria para sua oxidação. Essa enzima é inativada pelo metilmalonil-CoA, um metabólito do propionato que está presente somente durante a lipogênese (KANEKO, 2008).

Após a entrada do acetil-CoA na mitocôndria, permitida somente na presença da CAT I, o mesmo é condensado ao oxaloacetato, um composto do Ciclo de Krebs (Ciclo do Ácido Cítrico ou Ácido Tricarboxílico), formando citrato. Somente como citrato os produtos da lipólise podem ingressar no Ciclo de Krebs e colaborar com a formação de energia na forma de glicose. Porém, o acetil-CoA formado gera somente CO₂, não tendo capacidade, sozinho, de produzir glicose. O oxaloacetato não pode ser produzido em situação de ausência de propionato, precursor da glicose, portanto, precisa ser devolvido ao ciclo de Krebs (CUNNINGHAM, 1999).

A partir do momento em que a quantidade de acetil-CoA produzida pela presença de NEFA sobrepujar a quantidade de oxaloacetato das mitocôndrias hepáticas, o acetil-CoA é então direcionado para a Via da β -Oxidação, sendo recondensado em acetoacetato, precursor dos corpos cetônicos B-HBO e acetona (CUNNINGHAM, 1999), onde cerca de 65% do acetoacetato produzido acaba se transformando em B-HBO (MARUTA, 2005). Vale ressaltar que em condições normais, cerca de 70% dos corpos cetônicos circulantes são produzidos no rúmen (cetogênese alimentar), e somente 30% produzido pelo fígado (cetogênese metabólica; HOCQUETTE; BAUCHART, 1999).

O aumento dos corpos cetônicos, que pode ser induzido pela infusão de acetoacetato ou B-HBO, inibe a gliconeogênese, causando aumento nas concentrações de insulina e consequente diminuição nas concentrações de glicose plasmáticas. Essa maior disponibilidade de energia alternativa inibe o catabolismo muscular para esta formação de glicose a partir de aminoácidos. Efeito semelhante também é visto nos menores níveis de NEFA, pois com o aumento da insulina, as taxas de lipólise tendem a diminuir (KANEKO, 2008).

Apesar de os corpos cetônicos serem um dos indicadores para o balanço energético negativo (BEN), estes são muito bem utilizados pelo organismo dos ruminantes. Em torno de 3 a 4% do dióxido de carbono expirado por vacas alimentadas é oriundo de queima de corpos cetônicos, enquanto que em ovelhas prenhes anoréxicas essa taxa pode atingir os 30%. O B-HBO pode ser um precursor da gordura do leite. E o coração e o rim têm grande capacidade de utilizar corpos cetônicos como fonte de energia. Sendo este último a principal via de excreção quando estão aumentados na circulação, podendo atingir concentrações maiores que do plasma em situações de cetogênese metabólica severa, como em casos de cetose em bovinos ou toxemia da prenhez em pequenos ruminantes, sendo também eliminadas pela respiração (KANEKO, 2008).

2.2.5 Glicose

Nos ruminantes, grande parte da energia utilizada no seu metabolismo é obtida de ácidos graxos voláteis provenientes da fermentação ruminal, sendo que a síntese de glicose a partir dos ácidos graxos voláteis é dependente do perfeito funcionamento do fígado, uma vez que este órgão é o regulador da concentração de glicose no sangue e da oferta de glicose aos tecidos, sendo essencialmente o único local para a gliconeogênese (formação de glicose a partir de compostos carbônicos), ainda que exista uma pequena contribuição do córtex renal (HERDT, 2000).

O ácido graxo volátil propionato, apesar de também poder ser utilizado para a formação de AGCL nas mitocôndrias do fígado e para formação de glicerol no tecido adiposo, é essencialmente utilizado para a formação de glicose (KANEKO, 2008). Quando em excesso, a glicose é estocada no organismo sob a forma de glicogênio, um polímero altamente ramificado da glicose. Praticamente todos os tecidos animais podem sintetizar e armazenar glicogênio sob a forma de grânulos no citosol celular, sem que haja grandes interferências na osmolaridade de líquidos intracelulares. Assim, os níveis de glicogênio hepático e muscular são relativamente constantes, embora haja síntese e degradação contínuas reguladas por ação hormonal. Enquanto a insulina e os glicocorticóides favorecem o acúmulo de glicogênio, as catecolaminas (adrenalina e noradrenalina) e o glucagon possuem atividade glicogenolíticas

(BEITZ, 1996). Ensaios in vitro mostraram que insulina e glicocorticóides aumentam as concentrações de leptina (CHILLIARD et al., 2001).

2.2.6 Ureia

A ureia é uma pequena molécula hidrossolúvel sintetizada no fígado a partir de bicarbonato e amônia no ciclo de Krebs-Henseleit (ciclo da ureia). A ureia é a principal forma na qual o nitrogênio é eliminado em mamíferos. Ela é livremente filtrada pelos glomérulos renais e reabsorvida do túbulo coletor. Sua reabsorção passiva é aumentada quando o fluxo de urina no túbulo é reduzida (PARK; RABINOWITZ, 1969¹ apud KANEKO, 2008, p. 492), o que pode levar a um aumento da ureia em pacientes desidratados ou em pacientes com hemorragia, ou diminuição da ureia em pacientes super-hidratados.

Outra fonte importante de amônio é o catabolismo dos aminoácidos. As proteínas são uma importante fonte de amônio para a síntese de ureia. Intensa reciclagem da ureia ocorre em ruminantes por transferência para o trato gastrointestinal e para a saliva (KANEKO, 2008). A amônia não utilizada pelos microrganismos ruminais é absorvida pela parede do rúmen (NOLAN, 1993) e vai para o fígado pela circulação sanguínea, sendo utilizada no ciclo da ureia (VISEK, 1979).

2.2.7 Creatinina

A creatinina é uma pequena molécula produzida por degradação da creatina e a creatina-fosfato, uma molécula de armazenamento de energia principalmente presente nos músculos esqueléticos. A creatina é sintetizada a partir dos aminoácidos glicina, arginina e da metionina, o passo final ocorrendo no fígado. Em seguida, é capturada pelos músculos, onde é reversivelmente fosforilada pela creatina-quinase (CK) em creatina-fosfato. A musculatura

¹ PARK, R.; RABINOWITZ, L. Effect of reduced glomerular filtration rate on the fractional excretion of urea in the dog. **Proceedings of the Society for Experimental Biology and Medicine**, n. 132, p. 27–29, 1969.

esquelética contem cerca de 95% da creatina total do corpo e grande parte da creatina-fosfato. Quando presente em quantidades acima dos limites fisiológicos, a creatinina é rapidamente removida do plasma pela urina (KANEKO, 2008), quando do perfeito funcionamento renal.

2.2.8 Proteína total

A proteína é o componente mais abundante do plasma. No entanto, essa grande quantidade de proteína é composta por muitas moléculas de diferentes proteínas. As proteínas são multifuncionais no plasma e têm como principais funções a coagulação do sangue (fibrinogênio), a defesa do hospedeiro contra agentes patogênicos (imunoglobulinas e complemento), o transporte de metabólitos (transferrina e albumina), a regulação do metabolismo celular (hormonas), a prevenção da proteólise (α -1-antitripsina), e controle do equilíbrio de nitrogênio, tanto para a nutrição (albumina) como para a manutenção da pressão osmótica (albumina) (KANEKO, 2008).

2.2.9 Albumina

O fígado é o único local de síntese de albumina, a mais abundante das proteínas plasmáticas. Na circulação geral, a albumina é determinante para o controle da pressão oncótica no plasma e é uma das principais proteínas de transporte de metabólitos hidrofóbicos ou anfófilos (polar e apolar) e xenobióticos (substâncias estranhas ou em quantidades exageradas) que, por causa da ligação de albumina, permanecem em solução aquosa estável no plasma. A concentração de albumina no plasma é determinada pela taxa de síntese hepática que, normalmente, está em equilíbrio com a degradação. A taxa de degradação da albumina é longa, podendo estar diminuída, principalmente, em doenças hepáticas crônicas, quando há perda significativa de massa hepatocelular (KANEKO, 2008).

2.2.10 GGT

A GGT pode ser encontrada em maior concentração nos rins, pâncreas, intestino e glândula mamária de mamíferos. A atividade da GGT por grama de tecido de fígado é consistentemente baixa, mas varia entre espécies, com maior atividade no fígado de ruminantes e equinos. No fígado, a GGT está principalmente associada com as células epiteliais biliares, sendo identificada nas superfícies canalicular e sinusoidais dos hepatócitos. O aumento mínimo na atividade da GGT no soro após a lesão hepatocelular se deve ao fato de GGT estar principalmente associada com células epiteliais biliares. Aumentos no soro GGT são mais frequentemente observados após quadros de colestase e condições resultantes de hiperplasia biliar (KANEKO, 2008).

2.2.11 AST

A atividade da aspartato amino transferase (AST) é relativamente elevada, com atividade no fígado, músculo esquelético e cardíaco. A AST sérica tem uma meia-vida mais longa do que a creatina quinase, podendo ser observada durante a recuperação da lesão de miócitos ou hepatócitos. O aumento da atividade da AST é observado em danos tanto reversível e irreversível para hepatócitos e após lesão de miócitos. Como a atividade sérica da AST não pode ser diferenciada entre lesão hepatocelular ou dos miócitos, são necessários testes adicionais para enzimas específicas, como sorbitol desidrogenase ou glutamato desidrogenase (hepatócitos) e creatina quinase (músculos). Por exemplo, o aumento da AST sérica com acentuada atividade da creatina quinase sugerem lesão dos miócitos (KANEKO, 2008).

2.2.12 CK

Nos animais domésticos, a atividade da creatina quinase (CK) é usada principalmente como marcador de lesão muscular esquelética associada com trauma, miopatias nutricionais, lesão muscular induzida pelo exercício ou miopatias congênitas. Os bovinos também têm um

aumento na atividade sérica de CK com uma variedade de lesões musculares e doenças, podendo estar associada a decúbito prolongado ou necrose muscular por pressão. A mensuração da CK tem a vantagem sobre aspartato aminotransferase por ser específica para lesões musculares, não sendo afetada por uma lesão hepatocelular (KANEKO, 2008).

2.2 VALORES DE REFERÊNCIA PARA O PERFIL METABÓLICO DE BOVINOS

Para a correta interpretação dos resultados obtidos nas baterias de testes recomendados para as provas bioquímicas sanguíneas de bovinos, tornou-se necessário o desenvolvimento de pesquisas visando o estabelecimento de valores de referência para tais exames, e que também se adequassem à realidade das condições criatórias brasileiras.

Foram compilados resultados de diversos autores, que exploraram as provas bioquímicas sanguíneas nas mais diversas condições, entre algumas das raças exploradas no país, tanto para carne quanto para produção de leite (VOGEL et al., 1957; COSTA, 1991; MANCIO, 1994; BARROS FILHO, 1995; OLIVEIRA, 1995; SOUZA, 1997; GREGORY et al., 1999; BORGES et al., 2001; BIRGEL JUNIOR et al., 2003; SUCUPIRA, 2003; GREGORY et al., 2004; RENNÓ NETO, 2004; SOUZA et al., 2004; SOUZA, 2005; POGLIANI; BIRGEL JUNIOR, 2007; SOUZA et al., 2008; SOUZA et al., 2010).

Para os resultados laboratoriais do lipidograma dos bovinos, demonstrou-se que, com exceção à pesquisa realizada por Pogliani e Birgel Junior (2007), na qual os autores determinaram os valores de referência do lipidograma de bovinos da raça Holandesa, as demais pesquisas tiveram o objetivo de avaliar a influência da gestação (COSTA, 1991) e do puerpério (SOUZA, 2005) no lipidograma, ou foram resultado da formação de grupos controles nos experimentos desenvolvidos por Mancio (1994); Oliveira (1995); Borges et al. (2001); Rennó Neto (2004); Sucupira (2003) e Souza et al. (2010). Quando não foram somente avaliaram os teores de glicose (VOGEL et al., 1957). Na tabela 1 estão consubstanciados os resultados das pesquisas desenvolvidas no Brasil sobre o lipidograma dos bovinos.

Tabela 1 - Valores de referência do lipidograma de bovinos

Autor (ano)	Colesterol (mg/dl)	Triglicérides (mg/dl)	AGNE (μmol/l)	B-HBO (mg/dl)	Glicose (mg/dl)
Vogel et al. (1957)	-	-	-	-	62,16 $\pm$ 16,07
Costa (1991)	98,2 a 165,3	11,97 a 31,61	145 a 353	-	-
Mancio (1994)	118,5	-	-	-	-
Oliveira (1995)	94 a 108	-	-	-	-
Borges et al. (2001)	85,9 $\pm$ 11,9	-	-	-	-
Sucupira (2003)	-	-	150,9 a 258,6	1,77 a 3,44	61,56 a 77,4
Rennó Neto (2004)	131,12 a 149,04	11,67 a 17,44	131,94 a 164,56	-	52,77 a 58,83
Souza (2005)	179,67 $\pm$ 54,40	17,05 $\pm$ 5,86	286,05 $\pm$ 358,65	5,56 $\pm$ 1,33	54,85 $\pm$ 5,81
Pogliani e Birgel Junior (2007)	116,0 a 147,9	14,9 a 34,8	91,3 a 294,0	3,37 a 6,2	60,6 a 67,2
Souza et al. (2010)	67,72 $\pm$ 17,77	17,83 $\pm$ 5,37	720,68 $\pm$ 411,48	5,84 $\pm$ 2,38	-

Os estudos encontrados a cerca do proteinograma e da função hepática de bovinos faziam parte da linha de pesquisa desenvolvida no Centro de Pesquisa e Diagnóstico de Enfermidades de Ruminantes (CPDER) do Departamento de Clínica Médica da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo. Tais pesquisas sintetizadas na tabela 2 visaram estabelecer os valores de referência de parâmetros bioquímicos relacionados à função hepática de animais das raças Nelore (BARROS FILHO, 1995), Gir (SOUZA, 1997), Jersey (GREGORY et al., 1999) e Holandesa (BIRGEL JUNIOR et al., 2003; SOUZA et al., 2004; SOUZA et al., 2008) em diferentes fases etárias, momentos fisiológicos e condições de saúde.

Tabela 2 - Valores de referência da função hepática de bovinos

Autor (ano)	Barros Filho (1995)	Souza (1997)	Souza (1997)	Gregory et al. (1999)	Birgel Junior et al. (2003)	Souza et al. (2004)	Souza et al. (2004)	Souza et al. (2008)
Raça	Nelore	Gir	Holande sa	Jersey	Holandesa	Holandes a	Jersey	Holandesa
N	210	131	131	106	75	67	67	104
Proteína total (g/dl)	6,79± 0,66	7,02± 0,08	7,57± 0,09	-	5,80 a 8,90	6,82± 0,97	6,37± 0,90	5,81 a 10,27
Albumina (g/dl)	3,11± 0,51	3,25± 0,05	3,13± 0,03	-	2,00 a 4,11	2,85± 0,50	2,74± 0,52	2,31 a 3,74
GGT (U/l)	28,5± 111,3	11,8± 0,55	11,2± 0,39	13,21± 12,72	8,00 a 17,00	19,08± 33,26	19,46± 33,11	2,80 a 52,20
AST (U/l)	35,6± 8,4	35,3± 0,99	36,3± 1,26	33,91± 10,99	18,00 a 49,00	34,76± 10,61	49,27± 17,87	23,20 a 75,00
CK (U/l)	-	-	-	-	-	-	-	-

Foram encontrados poucos trabalhos relacionados à função renal de bovinos (BARROS FILHO, 1995; GREGORY et al., 2004). Estão expostos na tabela 3 os valores de referência encontrados para a ureia e a creatinina de bovinos das raças Nelore e Jersey de acordo com diferentes idades.

Tabela 3 - Valores de referência da função renal de bovinos

Autor (ano)	Barros Filho (1995)	Gregory et al. (2004)
Raça	Nelore	Jersey
N	210	106
Ureia (mg/dL)	22,43 a 28,94	28,35 ± 10,94
Creatinina (mg/dL)	1,58 a 1,98	1,35±0,21

3 MATERIAIS E MÉTODOS

A descrição do local experimental, animais utilizados, grupos experimentais formados, os métodos de colheita de sangue e realização das provas bioquímicas, bem como a análise estatística estão dispostos a seguir.

3.1 LOCAL

O experimento foi realizado no período de maio de 2009 a janeiro de 2010, nas instalações da Estação Experimental Fazenda Modelo, do Instituto Agrônomo do Paraná – IAPAR, no município de Ponta Grossa, Paraná, localizado a uma altitude de 868,5 m, tendo como coordenadas geográficas, 25°05'38" de latitude Sul e 50° 09'30" de longitude Oeste.

3.2 ANIMAIS E GRUPOS EXPERIMENTAIS

Para realização do experimento foram utilizados 370 bovinos da raça Purunã. Os animais foram dispostos em 4 diferentes experimentos:

I. 243 animais utilizados para avaliar os efeitos etários - 20 animais até 3 meses de idade, 22 animais entre 3 e 6 meses de idade, 40 animais entre 6 e 12 meses de idade, 40 animais entre 12 e 24 meses de idade, 41 animais entre 24 e 48 meses de idade, 40 animais entre 48 e 72 meses de idade e 40 acima de 72 meses de idade;

II. 17 fêmeas entre 36 e 48 meses para as influências do parto - colheitas das mesmas fêmeas entre 30 e 7 dias antes do parto, de 7 a 1 dia antes do parto, no dia do parto, de 1 a 7 dias pós-parto, de 7 a 30 dias pós-parto e de 30 a 60 dias pós-parto;

III. 40 machos inteiros para avaliar os efeitos da engorda em confinamento - cinco coletas dos mesmos animais com intervalos mensais, iniciando ao momento da entrada dos animais, aos 13 meses de idade, até a saída dos mesmos do confinamento para o abate, com 17 meses de idade;

IV. 70 machos entre 14 e 16 meses de idade para observar o efeito da castração -35 animais inteiros e 35 animais castrados.

3.3 ALIMENTAÇÃO DOS ANIMAIS

Todos os animais dos grupos de fatores etários, periparto e castração foram mantidos em pastagens de *Hemarthria altissima* cv. Flórida. Os bezerros foram aleitados até 6 meses de idade, sendo também mantidos nas mesmas pastagens das mães.

Durante o experimento de confinamento, os animais foram alimentados durante 150 dias com uma dieta cuja fração volumosa era silagem de milho e a fração concentrada composta por farelo de soja (25%), milho grão triturado (73%), sal mineralizado (1%) e calcário calcítico (1%). Os alimentos (volumoso + concentrado) foram fornecidos duas vezes ao dia, com aproximadamente 60% da quantidade diária fornecida pela manhã e os 40% restantes no período da tarde. A quantidade de concentrado fornecida foi ajustada a cada 30 dias, quando eram feitas as pesagens e coletas de sangue, sempre após jejum de sólidos de 16h, para os tratamentos com oferta de concentrado fixa 1% do peso vivo.

3.4 COLHEITAS DE SANGUE

Os animais utilizados na realização deste projeto de pesquisa foram escolhidos de acordo com as necessidades para a formação dos grupos experimentais, sendo que previamente a colheita, os animais foram submetidos a uma avaliação clínica, quando foram excluídos da pesquisa aqueles considerados doentes. Após esta seleção, as amostras de sangue foram colhidas através da punção da veia jugular externa, utilizando-se o Sistema Vacutainer®.

As amostras para avaliação do colesterol, triglicérides, ácidos graxos não esterificados (NEFA), β -hidroxibutirato (B-HBO), ureia, creatinina, proteína total, albumina, aspartato-aminotransferase (AST), gama glutamil transferase (GGT) e creatina quinase (CK) foram colhidas em tubos de vidro siliconados de 9 mL sem anti-coagulantes, e mantidas em

temperatura ambiente para facilitar a retração do coágulo. As amostras para a determinação dos teores plasmáticos de glicose foram colhidas em tubos de vidro siliconados de 4 mL contendo fluoreto de sódio e mantidas refrigeradas durante o transporte.

No laboratório as amostras foram centrifugadas com força real de centrifugação igual a 2200 rpm, durante 15 minutos, para a ocorrência da sinérese do coágulo ou sedimentação dos elementos figurados do sangue, sendo, a seguir, o soro e o plasma sanguíneos separados por aspiração em três alíquotas cada, totalizando seis alíquotas de tubos tipo Eppendorf por animal. As amostras foram conservadas em freezer a menos 20°C até a realização das provas.

3.5 PROVAS BIOQUÍMICAS

As amostras sanguíneas de todos os animais foram submetidas às técnicas para determinação dos teores séricos de colesterol, triglicérides, NEFA e B-HBO e plasmáticos de glicose. Para os animais utilizados nos grupos de parto e confinamento, foram também analisados os teores séricos de ureia, creatinina, proteína total, albumina, creatina quinase (CK), aspartato-aminotransferase (AST) e gama glutamil transferase (GGT).

3.5.1 Determinação das concentrações séricas de colesterol

A determinação dos teores séricos de colesterol foi quantificada por metodologia enzimática colorimétrica, em Analisador bioquímico automático, Labtest, modelo Labmax 240, Japão - Tokyo Boeki Medical System Ltda., utilizando-se kit comercial da Biosystems - Espanha.

Por esse método, o colesterol sofre a ação da colesterol-esterase e posteriormente da colesterol-oxidase, originando um produto intermediário e água oxigenada. A água oxigenada formada reage com a 4-amino antipirina e fenol, na presença de peroxidase, dando origem a um complexo colorido, cuja intensidade de cor é diretamente proporcional à concentração de colesterol presente na amostra, em 500 nm (ALLAIN et al., 1974). Os resultados estão expressos em mg/dL.

3.5.2 Determinação das concentrações séricas de triglicérides

A determinação dos teores séricos de triglicérides foi quantificada por metodologia enzimática colorimétrica, em Analisador bioquímico automático, Labtest, modelo Labmax 240, Japão - Tokyo Boeki Medical System Ltda., utilizando-se kit comercial da Biosystems - Espanha.

Por este método, os triglicérides são hidrolisados pela lipase presente no reagente, liberando glicerol, que é catalisado pela glicerol-quinase e glicerol fosfato oxidase, havendo geração de peróxido de hidrogênio. O peróxido de hidrogênio sofre a ação da peroxidase concomitantemente à produção de um complexo colorido, a quinolaimina, devido a um sistema reagente existente composto de clorofenol e antipirina. A coloração desenvolvida é proporcional à concentração de triglicérides da amostra, em 500 nm (FOSSATI; PRENCIPE, 1982). Os resultados estão expressos em mg/dL.

3.5.3 Determinação das concentrações séricas de NEFA

A determinação dos teores séricos de ácidos graxos livres não esterificados (NEFA) foi quantificada por metodologia enzimática colorimétrica, em Analisador bioquímico automático, Labtest, modelo Labmax 240, Japão - Tokyo Boeki Medical System Ltda., utilizando-se kit comercial da WAKO – USA.

O princípio da prova está baseado na ação da acil CoA sintetase, na presença de ATP e cofatores, sobre os ácidos graxos livres não esterificados (NEFA) dando origem a acil CoA, AMP e Ppi. Essa Acil-CoA é então oxidada, produzindo peróxido de hidrogênio, que foi auxiliar na reação de condensação de uma hidroxianilina com a aminoantipirina, ambos presentes no reagente, havendo a formação de um complexo de coloração púrpura, cuja intensidade de coloração em 550 nm é diretamente proporcional à quantidade de NEFA presente na amostra (método desenvolvido pelo fabricante do kit, ainda não publicado), sendo a reação de coloração baseada em Elphick (1968). Os resultados estão expressos em mmol/L.

3.5.4 Determinação das concentrações séricas de β -HBO

A determinação dos teores séricos de β -hidroxibutirato foi quantificada por metodologia enzimática colorimétrica, em Analisador bioquímico automático, Labtest, modelo Labmax 240, Japão - Tokyo Boeki Medical System Ltda., utilizando-se kit comercial da Ranbut, (D-3-Hydroxybutyrate), Randox, Laboratories Ltd, Reino Unido.

O princípio da prova está baseado na reação desencadeada pela β -hidroxibutirato desidrogenase presente no reagente e que catalisa o β -HBO formando o acetoacetato. Concomitantemente, o NAD presente é reduzido a NADH, sendo a absorbância do NADH em 340 nm diretamente proporcional à concentração de β -HBO presente na amostra (WILLIAMSON et al., 1962). Os resultados estão expressos em mmol/L.

3.5.5 Determinação das concentrações plasmáticas de glicose

Para a determinação dos teores plasmáticos de glicose foi utilizado o método descrito por Barham e Trinder (1972), em Analisador bioquímico automático, Labtest, modelo Labmax 240, Japão - Tokyo Boeki Medical System Ltda., utilizando-se kit comercial da marca Diasys[®].

O princípio do método está baseado na oxidação da glicose em ácido glicurônico e peróxido de hidrogênio pela enzima glicose-oxidase; na presença de peroxidase o peróxido de hidrogênio formado na reação anterior, reage com a 4-aminofenazona e com o 2,4-diclofenol, produzindo antipirilcloroquinonimina que desenvolve coloração rósea, cuja intensidade mantém relação direta com a quantidade de glicose presente na amostra. Os resultados estão expressos em mg/dL.

3.5.6 Determinação das concentrações séricas de ureia

A atividade enzimática da ureia foi determinada segundo a metodologia descrita por Talke e Schubert (1965) em Analisador bioquímico automático, Labtest, modelo Labmax 240,

Japão - Tokyo Boeki Medical System Ltda., utilizando-se kit comercial da marca DiaSys®. Os resultados estão expressos em mg/dL.

3.5.7 Determinação das concentrações séricas de creatinina

A atividade enzimática da creatinina foi determinada segundo a metodologia descrita por Lutsgarten e Wenk (1972) em Analisador bioquímico automático, Labtest, modelo Labmax 240, Japão - Tokyo Boeki Medical System Ltda., utilizando-se kit comercial da marca Labtest®. Os resultados estão expressos em mg/dL.

3.5.8 Determinação das concentrações séricas de proteína

Para a determinação das concentrações séricas de proteína, foi utilizado o método do biureto, de acordo com técnica preconizada por Gornall et al. (1949) e modificada por Strufaldi (1987), utilizando kit da marca Randox em aparelho da marca Randox - modelo Daytona. Os resultados estão expressos em g/dL.

3.5.9 Determinação das concentrações séricas de albumina

A determinação das concentrações séricas de albumina foi obtida pelo método do verde bromocresol, de acordo com a técnica preconizada por Doumas et al. (1971), utilizando kit da marca Randox em aparelho da marca Randox - modelo Daytona. Os resultados estão expressos em g/dL.

3.5.10 Determinação das concentrações séricas de GGT

A atividade enzimática da gama-glutamilttransferase (GGT) foi determinada segundo a metodologia descrita por Schmid e Forstner (1986) em Analisador bioquímico automático, Labtest, modelo Labmax 240, Japão - Tokyo Boeki Medical System Ltda., utilizando-se kit comercial da marca DiaSys®. Os resultados estão expressos em U/L.

3.5.11 Determinação das concentrações séricas de AST

A atividade enzimática da aspartato-aminotransferase (AST) foi determinada segundo a metodologia descrita por Schmid e Forstner (1986) em Analisador bioquímico automático, Labtest, modelo Labmax 240, Japão - Tokyo Boeki Medical System Ltda., utilizando-se kit comercial da marca Biosystems®. Os resultados estão expressos em U/L.

3.5.12 Determinação das concentrações séricas de CK

A atividade enzimática da creatinina quinase foi determinada segundo Kaneko (2008), utilizando-se kit comercial da DiaSys®. Na realização dessa prova quantificou-se o aumento de densidade óptica em 340 nm, sendo a temperatura de reação utilizada igual a 37°C. Os resultados estão expressos em U/L.

3.6 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os valores da média aritmética, desvio padrão, erro padrão da média, coeficiente de variação, intervalo de confiança (95%), e valores mínimo e máximo foram calculados utilizando o procedimento *Means* do SAS versão 9.2 (SAS/STAT, SAS Institute Inc., Cary, NC).

Os testes de normalidade dos resíduos e homogeneidade das variâncias foram realizados utilizando o Procedimento Univariate do SAS. Dados que não preencheram os pressupostos para a análise de variância (ANOVA) foram transformadas em conformidade. Os dados foram analisados por ANOVA, usando o procedimento *GLM* do SAS.

A comparação entre as médias dos grupos foi realizada por meio do teste t (student), quando de 2 tratamentos, e do teste de Tukey, quando de 3 ou mais tratamentos. Foi considerado diferença para $P \leq 0,05$ (confiança $\geq 95\%$).

A determinação do valor do coeficiente de determinação - R^2 e de correlação foram feitos utilizando o programa Microsoft Excel versão 2007, para avaliar se havia correlação dos valores bioquímicos encontrados com o ganho de peso dos animais.

CAPÍTULO 1 – INFLUENCIA DOS FATORES ETÁRIOS NO METABOLISMO DE BOVINOS DA RAÇA PURUNÃ

4 INTRODUÇÃO

Buscando completar o exame clínico e para possibilitar o diagnóstico preciso das enfermidades dos bovinos, o Buiatra lança mão de provas bioquímicas sanguíneas, sendo as mesmas reunidas em baterias de provas, cuja finalidade é avaliar possíveis alterações relacionadas às habilidades orgânicas em manter suas funções fisiologicamente controladas. Portanto, os componentes bioquímicos sanguíneos determinados no perfil metabólico acabam representando as principais vias metabólicas do organismo (DIRKSEN; BREITNER, 1993).

Na doença alguns testes bioquímicos podem estar alterados, como CK em doenças musculares, BHBO e NEFA em bovinos com cetose, proteína plasmática em animais com doença hepática, e até nas diferentes faixas etárias os animais podem ter diferença nesses valores (POGLIANI E BIRGEL JUNIOR, 2007).

Fruto de pesquisa, iniciada em 1980, por pesquisadores do Instituto Agrônomo do Paraná (IAPAR) com objetivo de dar a pecuária nacional, uma raça de bovinos que atendesse a necessidade de produzir carne, em menor espaço de tempo e a um custo acessível, a raça Purunã é resultado do cruzamento de três raças de bovinos naturais (Aberdeen Angus, Caracu e Charolês) e uma raça de bovinos sintética (Canchim - 5/8 Charolês e 3/8 Nelores). Assim, o patrimônio genético que deu origem a essa raça é composto por 20% de genes da raça Charolês, 20 % da raça Canchim, 25% da raça Caracu, 25% da raça Angus Aberdeen e 10 % da raça Nelore.

Este capítulo teve como objetivo determinar as influências de diferentes momentos da idade no metabolismo lipídico e glicemia – colesterol, triglicérides, B-HBO e NEFA séricos, e glicose plasmática - de bovinos de corte da raça Purunã.

4.1 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no período de novembro de 2009 a janeiro de 2010, nas instalações da Estação Experimental Fazenda Modelo, do Instituto Agrônomo do Paraná –

IAPAR, no município de Ponta Grossa, Paraná, localizado a uma altitude de 868,5 m, tendo como coordenadas geográficas, 25°05'38" de latitude Sul e 50° 09'30" de longitude Oeste.

Para realização do experimento foram utilizados 243 bovinos da raça Purunã. Os animais foram dispostos em diferentes grupos, como exposto no quadro 1.

Todos os animais foram mantidos em pastagens de *Hemarthria altissima* cv. Flórida e livre acesso a sal mineral. Os bezerros foram aleitados até 6 meses de idade, sendo também mantidos nas mesmas pastagens das mães.

Os animais utilizados na realização deste projeto de pesquisa foram escolhidos de acordo com as necessidades para a formação dos grupos experimentais, sendo que previamente a colheita, os animais foram submetidos a uma avaliação clínica, quando foram excluídos da pesquisa aqueles considerados doentes. Após esta seleção, as amostras de sangue foram colhidas através da punção da veia jugular externa, utilizando-se o Sistema Vacutainer®.

Quadro 1 - Constituição dos grupos experimentais para estabelecer os valores de referência e avaliar a influência da idade sobre o perfil bioquímico de bovinos da raça Purunã

Grupos	Descrição do grupo experimental	Amostras Colhidas
1 - 3	Bezerros lactentes, com até 3 meses de idade	20
3 - 6	Bezerros desmamados, com idades variando entre 3 e 6 meses	22
6 - 12	Bezerros com idade variando entre 6 e 12 meses	40
12 - 24	Novilhas, com idade variando entre 12 e 24 meses.	40
24 - 48	Fêmeas, prenhes com idades variando entre 24 e 48 meses.	41
48 - 72	Fêmeas, em lactação, gestantes até 8 meses de gestação ou paridas a mais de 60 dias, com idades variando de 48 e 72 meses.	40
>72	Fêmeas, em lactação, gestantes até 8 meses de gestação ou paridas a mais de 60 dias, com mais de 72 meses de idade.	40

As amostras para avaliação do colesterol, triglicérides, ácidos graxos não esterificados (NEFA), β -hidroxibutirato (B-HBO), ureia, creatinina, proteína total, albumina, aspartato-aminotransferase (AST), gama glutamil transferase (GGT) e creatina quinase (CK) foram colhidas em tubos de vidro siliconados de 9 mL sem anti-coagulantes, e mantidas em temperatura ambiente para facilitar a retração do coágulo. As amostras para a determinação

dos teores plasmáticos de glicose foram colhidas em tubos de vidro siliconados de 4 mL contendo fluoreto de sódio e mantidas refrigeradas durante o transporte.

No laboratório as amostras foram centrifugadas com força real de centrifugação igual a 2200 rpm, durante 15 minutos, para a ocorrência da sinérese do coágulo ou sedimentação dos elementos figurados do sangue, sendo, a seguir, o soro e o plasma sanguíneos separados por aspiração em três alíquotas cada, totalizando seis alíquotas de tubos tipo Eppendorf por animal. As amostras foram conservadas em freezer a menos 20°C até a realização das provas.

As amostras sanguíneas de todos os animais foram submetidas às técnicas para determinação dos teores séricos de colesterol, triglicérides, ácidos graxos não esterificados (NEFA), β -hidroxibutirato (B-HBO), ureia, creatinina, proteína total, albumina, aspartato-aminotransferase (AST), gama glutamil transferase (GGT) e creatina quinase (CK), e plasmáticos de glicose.

Os valores da média aritmética, desvio padrão, erro padrão da média, coeficiente de variação, intervalo de confiança (95%), e valores mínimo e máximo foram calculados utilizando o procedimento *Means* do SAS versão 9.2 (SAS/STAT, SAS Institute Inc., Cary, NC).

Os testes de normalidade dos resíduos e homogeneidade das variâncias foram realizados utilizando o Procedimento Univariate do SAS. Dados que não preencheram os pressupostos para a análise de variância (ANOVA) foram transformadas em conformidade. Os dados foram analisados por ANOVA, usando o procedimento *GLM* do SAS.

A comparação entre as médias dos grupos foi realizada por meio do teste de Tukey utilizando o SAS, onde consideramos diferença para $P \leq 0,05$ (confiança $\geq 95\%$).

4.2 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores de colesterol sérico obtidos se mantiveram com médias entre 67 e 150 mg/dL. Notou-se que os valores observados nos bezerros entre 3 e 6 meses decresceram em relação aos bezerros mais novos, com respectivo aumento gradual até as faixas etárias dos animais adultos (Tabela 4; Figura 1). Os maiores valores de colesterol sérico foram observados nos animais acima de 24 meses.

Tabela 4 – Concentrações séricas de colesterol (mg/dL) de bovinos da raça Purunã de acordo com diferentes grupos de idade (meses)

Grupo	N ¹	Média	DP ²	EPM ³	CV% ⁴	Mínimo	Máximo
≤ 3	20	125,63 ^{ac}	14,55	5,83	11,58	103,20	164,60
3 † 6	22	67,83 ^b	18,98	5,55	27,98	31,50	113,40
6 † 12	40	141,29 ^c	33,22	4,12	23,51	80,80	205,90
12 † 24	40	113,90 ^a	20,08	4,12	17,63	78,20	148,30
24 † 48	41	148,25 ^c	32,70	4,07	22,06	57,30	245,30
48 † 72	40	149,24 ^c	25,35	4,12	16,99	100,40	239,30
> 72	40	140,50 ^{ce}	23,87	4,12	16,99	100,90	207,00

Letras diferentes na mesma coluna indicam diferença estatística ($P < 0,05$)

1 N – Número de animais por grupo; 2 DP – Desvio padrão; 3 EPM – Erro padrão da média; 4 CV% – Coeficiente de variação

As concentrações de colesterol presentes no sangue dos bezerros até 3 meses são oriundas não só da síntese hepática, mas, fundamentalmente, pela ingestão do leite materno, fonte de colesterol como qualquer produto de origem animal (KANEKO, 2008). No entanto, essa fonte de colesterol é gradativamente substituída por alimentos fibrosos, na proporção em que estes bezerros de corte se tornam ruminantes funcionais. No entanto, essa transição metabólica demanda adaptações que vão da utilização da lactose como fonte de energia para os metabólitos dependentes do fígado, como o propionato e lipídios (HOCQUETTE; BAUCHART, 1999). Talvez por isso, as quantidades de colesterol decaiam nos bezerros entre 3 e 6 meses e depois voltem a aumentar, até a fase adulta.

Os maiores valores de colesterol séricos encontrados para os animais na fase adulta possivelmente ocorrem devido as maiores quantidades de alimento ingerido, tendo em vista que o principal substrato para a formação do colesterol é a acetil-coenzima A (CoA), disponível em casos de ingestão de alimento, aumento de insulina, aumento da leptina (CHILLIARD et al., 2001; CHILLIARD; DELAVAUD; BONNET, 2005). Além do maior funcionamento hepático decorrente dessa maior ingestão, já que o principal órgão de síntese e catabolismo de colesterol é o fígado (KANEKO, 2008).

Esse mesmo comportamento metabólico do colesterol de decréscimo em animais entre 3 e 6 meses, e aumento das concentrações em animais adultos também foi descrita em bovinos da raça Holandesa por Pogliani e Birgel Junior (2007), no entanto, os valores de colesterol persistiram menores entre os animais de 3 a 12 meses de idade. Essa diferença deve ser justificada pelo fato de bovinos da raça Holandesa serem explorados para a produção de

leite, o que determina algumas peculiaridades de manejo alimentar para os bezerros, como menores ganhos de peso e peso a desmama em relação aos bezerros criados para produção de carne.

Os valores séricos de colesterol observados nesta pesquisa foram semelhantes aos encontrados em outras raças de bovinos, que variaram entre médias de 67 a 180 mg/dL de colesterol (COSTA, 1991; MANCIO, 1994; OLIVEIRA, 1995; BORGES et al., 2001; RENNÓ NETO, 2004; SOUZA, 2005; POGLIANI E BIRGEL JUNIOR, 2007; SOUZA et al., 2010).

Figura 1 – Concentrações séricas de colesterol (mg/dL) de bovinos da raça Purunã de acordo com diferentes grupos de idade (meses)

As concentrações de triglicérides se mantiveram praticamente estáveis em todas as faixas etárias avaliadas, variando entre médias de 19 a 25 mg/dL. Notou-se somente maior variação entre os valores detectados nos animais a partir de 24 meses, o que pôde ser constatado pela amplitude entre os valores mínimos e máximos (Tabela 5; Figura 2).

O triacilglicerol circulante pode ser obtido tanto a nível intestinal, como no caso de bezerros “pré-ruminantes”, quanto hepático, como no caso de ruminantes adultos por meio do processamento dos ácidos graxos para formação dos complexos lipoproteicos (KANEKO, 2008). Podendo ser visto, portanto, um equilíbrio entre a formação e utilização dessa fonte energética desde os bezerros até os animais adultos.

Tabela 5 – Concentrações séricas de triglicérides (mg/dL) de bovinos da raça Purunã de acordo com diferentes grupos de idade (meses)

Grupo	N ¹	Média	DP ²	EPM ³	CV% ⁴	Mínimo	Máximo
≤ 3	20	19,33 ^a	6,73	1,64	34,82	13,30	41,30
3 † 6	22	21,44 ^{abcd}	5,57	1,56	25,98	9,50	33,60
6 † 12	40	21,16 ^{abc}	7,15	1,16	33,79	10,80	45,30
12 † 24	40	20,90 ^{abc}	4,84	1,16	23,16	9,20	32,00
24 † 48	41	24,85 ^d	9,19	1,14	36,98	11,90	51,40
48 † 72	40	20,38 ^{abc}	5,78	1,16	28,36	9,70	37,80
> 72	40	23,45 ^{bcd}	9,62	1,16	41,02	8,20	62,50

Letras diferentes na mesma coluna indicam diferença estatística ($P < 0,05$)

1 N – Número de animais por grupo; 2 DP – Desvio padrão; 3 EPM – Erro padrão da média; 4 CV% – Coeficiente de variação

Quando comparados somente animais acima de 24 meses, os valores de triglicérides obtidos nesta pesquisa foram, em média, menores aos observados na literatura (COSTA, 1991; POGLIANI; BIRGEL JUNIOR, 2007; RENNÓ NETO, 2004; SOUZA, 2005; SOUZA et al., 2010). Fato este que pode ser atribuído à exploração que os animais adultos foram submetidos, tendo em vista que todos os trabalhos citados utilizaram animais de aptidão leiteira. Vale ressaltar que, além da demanda nutricional para manutenção, as vacas leiteiras precisam lançar mão de quantidade extra de gordura para síntese e produção do leite, o que extrapola as demandas energéticas de uma vaca de corte, mesmo que com bezerro ao pé.

Para a comparação entre animais abaixo de 24 meses, observaram-se valores menores que os obtidos por Pogliani e Birgel Junior (2007). Fato que também recai sobre o sistema de criação, pois animais criados em propriedades leiteiras frequentemente são mantidos em gaiolas ou em áreas pequenas com suplementação no cocho, ou seja, menores demandas energéticas para manutenção, diferentemente de animais mantidos exclusivamente a pasto como os bezerros de corte.

Figura 2 – Concentrações séricas de triglicérides (mg/dL) de bovinos da raça Purunã de acordo com diferentes grupos de idade (meses)

Foi observada variação entre os valores de NEFA de acordo com as diferentes faixas etárias. As concentrações deste metabólito se mantiveram maiores para bezerros até 3 meses de idade e em animais adultos acima de 24 meses (Tabela 6; Figura 3). Em média, os valores de NEFA sérico oscilaram entre aproximadamente 250 e 600 mmol/L.

Tabela 6 – Concentrações séricas de NEFA (mmol/L) de bovinos da raça Purunã de acordo com diferentes grupos de idade (meses)

Grupo	N ¹	Média	DP ²	EPM ³	CV% ⁴	Mínimo	Máximo
≤ 3	20	0,523 ^{ac}	0,209	0,04	39,96	0,214	0,985
3 ÷ 6	22	0,247 ^b	0,085	0,04	34,41	0,126	0,489
6 ÷ 12	40	0,325 ^b	0,087	0,03	26,77	0,193	0,552
12 ÷ 24	40	0,279 ^b	0,279	0,03	100,00	0,177	0,487
24 ÷ 48	41	0,419 ^c	0,249	0,03	59,43	0,166	1,566
48 ÷ 72	40	0,566 ^a	0,251	0,03	44,35	0,230	1,309
> 72	40	0,542 ^a	0,290	0,03	53,51	0,158	1,346

Letras diferentes na mesma coluna indicam diferença estatística ($P < 0,05$)

1 N – Número de animais por grupo; 2 DP – Desvio padrão; 3 EPM – Erro padrão da média; 4 CV% – Coeficiente de variação

Os NEFA presentes na circulação são os ácidos graxos de cadeia longa liberados do tecido adiposo durante a lipólise, sendo a principal fonte de energia para o ruminante durante esse período (KANEKO, 2008). Esta concentração de NEFA, basicamente, reflete a

magnitude da mobilização do tecido adiposo durante um período de balanço energético negativo (PULLEN et al., 1989). No entanto, também pode sinalizar a quantidade de NEFA que está sendo utilizado ou não para suprir as necessidades energéticas corpóreas.

Figura 3 – Concentrações séricas de NEFA (mmol/L) de bovinos da raça Purunã de acordo com diferentes grupos de idade (meses)

Até o desmame, os bezerros se mantêm basicamente com o açúcar do leite, a lactose. Essa alimentação mantém altas quantidades de insulina circulantes, a qual restringe a utilização de gordura pelo fígado e músculos como fonte de energia (HOCQUETTE; BAUCHART, 1999), o que, de certa forma, poupa a utilização de outras fontes de gordura como substrato energético, como é o caso dos NEFA. O que explica o fato de serem observadas maiores quantidades de NEFA em bezerros até 3 meses de idade, momento que ainda sem mantêm lactantes. O mesmo fato também foi observado por Pogliani e Birgel Junior (2007) onde detectaram maiores quantidades de NEFA em bezerros até 3 meses de idade em relação aos bezerros de 3 a 12 meses.

Já os altos valores de NEFA observados em animais acima de 24 meses, provavelmente se devem às maiores exigências nutricionais de fêmeas adultas prenhez e/ou lactantes, podendo ser atribuídos à lipólise durante estes momentos de maior demanda energética. Altos valores de NEFA em animais adultos também foram descritos por Costa (1991); Rennó Neto (2004); Souza (2005) e Pogliani e Birgel Junior (2007), no entanto, menores do que os observados neste experimento. Os valores médios encontrados na literatura

se mantiveram entre 90 e 300 mmol/L, enquanto que os valores observados em bovinos da corte da raça Purunã acima de 24 meses se mantiveram entre 400 e 600 mmol/L.

Semelhantemente ao NEFA, as concentrações de B-HBO foram maiores para bezerros abaixo de 3 meses e em animais adultos acima de 24 meses de idade. As médias observadas se mantiveram entre 200 e 450 mmol/L (Tabela 7; Figura 4).

Tabela 7 – Concentrações séricas de B-HBO (mmol/L) de bovinos da raça Purunã de acordo com diferentes grupos de idade (meses)

Grupo	N ¹	Média	DP ²	EPM ³	CV% ⁴	Mínimo	Máximo
≤ 3	20	0,302 ^a	0,078	0,022	25,83	0,159	0,454
3 † 6	22	0,284 ^{ab}	0,060	0,021	21,13	0,208	0,432
6 † 12	40	0,217 ^c	0,061	0,015	28,11	0,123	0,348
12 † 24	40	0,240 ^{bc}	0,036	0,015	15,00	0,172	0,320
24 † 48	41	0,357 ^d	0,100	0,015	28,01	0,203	0,666
48 † 72	40	0,375 ^d	0,141	0,015	37,60	0,116	0,748
> 72	40	0,427 ^e	0,138	0,015	32,32	0,191	0,746

Letras diferentes na mesma coluna indicam diferença estatística (P < 0,05)

1 N – Número de animais por grupo; 2 DP – Desvio padrão; 3 EPM – Erro padrão da média; 4 CV% – Coeficiente de variação

O B-HBO pode ser formado tanto pelo processo de cetogênese alimentar, no caso de animais ruminantes plenos, como na cetogênese metabólica, o que ocorre em casos de BEN (KANEKO, 2008). Em ambos os casos, os corpos cetônicos formados podem servir como substrato energético para o tecido muscular e renal, principalmente em animais com o metabolismo mais acelerado, como no caso de bovinos jovens em fase de crescimento. O aumento gradativo das concentrações deste metabólito coincide exatamente com o momento que animais adultos têm suas maiores concentrações de colesterol, ou seja, no momento em que atingem sua maior capacidade de ingestão de alimento e produção de B-HBO pela via ruminal.

Os valores de B-HBO encontrados nesta pesquisa se mantiveram próximos (0,150 a 0,350 mmol/L) aos encontrados por alguns autores (SUCUPIRA, 2003; POGLIANI; BIRGEL JUNIOR, 2007), no entanto, um pouco abaixo dos valores encontrados em vacas leiteiras (0,550 a 0,600 mmol/L) próximas ao parto e pico de lactação (SOUZA, 2005; SOUZA et al., 2010).

Figura 4 – Concentrações séricas de B-HBO (mmol/L) de bovinos da raça Purunã de acordo com diferentes grupos de idade (meses)

As concentrações plasmáticas de glicose variaram entre valores de aproximadamente 60 a 90 mg/dL. Observou-se que as quantidades de glicose decresceram continuamente com o passar da idade, desde os bezerros mais novos de 3 meses até os animais acima de 72 meses (Tabela 8; Figura 5).

A glicose circulante é basicamente aquela oriunda da alimentação, mas, em animais ruminantes, sua absorção vai depender do grau de maturidade do rúmen. Em animais mais novos, a glicose ainda pode ser oriunda da simples absorção intestinal, em contrapartida, ruminantes plenos têm suas fontes de glicose restritas à conversão de propionato a nível hepático (KANEKO, 2008). Portanto, esta curva de glicose foi descrita por diversos autores (QUIGLEY et al., 1991; POGLIANI; BIRGEL JUNIOR, 2007; KANEKO, 2008).

Valores semelhantes aos encontrados nesta pesquisa foram descritos por Sucupira (2003), que também trabalharam com animais de corte. No entanto, quando comparamos com dados oriundos de animais leiteiros, observa-se que o tipo de exploração leiteira tende a diminuir os níveis de glicose de animais em todas as faixas etárias (VOGEL et al., 1957; RENNÓ NETO, 2004; SOUZA, 2005; POGLIANI; BIRGEL JUNIOR, 2007).

Tabela 8 – Concentrações plasmáticas de glicose (mg/dL) de bovinos da raça Purunã de acordo com diferentes grupos de idade (meses)

Grupo	N ¹	Média	DP ²	EPM ³	CV% ⁴	Mínimo	Máximo
≤ 3	20	93,05 ^a	23,54	2,25	25,30	69,80	178,30
3 ∓ 6	22	77,25 ^b	11,65	2,15	15,08	59,30	113,40
6 ∓ 12	40	86,08 ^c	10,11	1,59	11,74	66,70	115,80
12 ∓ 24	40	57,89 ^d	5,72	1,59	9,88	46,90	69,00
24 ∓ 48	41	63,11 ^e	6,94	1,57	11,00	50,50	80,50
48 ∓ 72	40	63,33 ^e	6,51	1,59	10,28	49,50	81,40
> 72	40	62,92 ^e	6,84	1,59	10,87	47,70	78,40

Letras diferentes na mesma coluna indicam diferença estatística ($P < 0,05$)

¹ N – Número de animais por grupo; ² DP – Desvio padrão; ³ EPM – Erro padrão da média; ⁴ CV% – Coeficiente de variação

Figura 5 – Concentrações plasmáticas de glicose (mg/dL) de bovinos da raça Purunã de acordo com diferentes grupos de idade (meses)

Os valores séricos da ureia tiveram uma ampla variação nas faixas etárias, denotando diferença significativa entre eles. Os valores variam entre 5,69 e 27,98 mg/dL (Tabela 9; Figura 6). A ureia é um metabolito processado no fígado, a partir da reciclagem do bicarbonato circulante e da amônia absorvida na parede ruminal (VISEK, 1979). Este composto é de fundamental importância para animais ruminantes, pois além de ser a principal forma de excreção do nitrogênio em excesso no organismo, é também utilizado como substância tamponante do ambiente ruminal altamente fermentativo, através da secreção salivar (NOLAN, 1993).

Tabela 9 – Concentrações séricas de ureia (mg/dL) de bovinos da raça Purunã de acordo com diferentes grupos de idade (meses)

Grupo	N ¹	Média	DP ²	EPM ³	CV% ⁴	Mínimo	Máximo
≤ 3	20	27,98a	7,73	1,72	27,63	10,60	37,70
3 † 6	22	23,90a	5,28	1,64	22,09	14,50	34,20
6 † 12	40	16,81b	3,48	1,22	20,70	7,60	24,90
12 † 24	40	5,69d	4,45	1,22	78,21	2,20	25,20
24 † 48	41	11,25c	8,57	1,20	76,18	4,40	41,70
48 † 72	40	19,21b	9,46	1,22	49,25	3,40	37,60
> 72	40	17,36b	10,99	1,22	63,31	3,00	36,00

Letras diferentes na mesma coluna indicam diferença estatística ($P < 0,05$)

¹ N – Número de animais por grupo; ² DP – Desvio padrão; ³ EPM – Erro padrão da média; ⁴ CV% – Coeficiente de variação

Segundo Valadares et al. (1997) a concentração plasmática de ureia é diretamente relacionada a quantidade de compostos nitrogenados na dieta. Os maiores valores encontrados em animais até seis meses de idade pode ser atribuído à dieta, já que esses animais nessa fase ainda são lactantes. Após a o sexto mês de vida, observamos que os valores médios de ureia diminuem, este fato se dá pelo fato que a partir dessa idade os animais têm como única alimentação a pastagem.

Os valores de ureia tiveram uma ampla variação após os 6 meses de vida, o que pode ser observado na tabela 6, pelo amplo coeficiente de variação, e pelo desvio padrão das médias, que foi próximo a metade do valor da média.

Os valores mais baixos nos animais de 12 a 24 meses poderiam ser atribuídos a dieta de proteína mais baixa, já que níveis de albumina diminuídos juntamente com diminuição dos níveis de ureia indicam deficiência proteica (GONZALES; SCHEFFER, 2003).

Figura 6 – Concentrações séricas de ureia (mg/dL) de bovinos da raça Purunã de acordo com diferentes grupos de idade (meses)

A creatinina é uma pequena molécula produzida por degradação da creatina e a creatina-fosfato, uma molécula de armazenamento de energia principalmente presente nos músculos esqueléticos. A creatina é sintetizada a partir dos aminoácidos glicina, arginina e da metionina, o passo final ocorrendo no fígado. Em seguida, é capturada pelos músculos, onde é reversivelmente fosforilada pela creatina-quinase (CK) em creatina-fosfato. A musculatura esquelética contém cerca de 95% da creatina total do corpo e grande parte da creatina-fosfato (KANEKO, 2008).

Os valores encontrados para creatinina embora com diferença significativa, tiveram pouca variação (Tabela 10; Figura 7). Animais mais jovens apresentaram valores menores de creatinina quando comparados com os animais mais velhos. As concentrações de creatinina observadas nesta pesquisa se mantiveram dentro dos valores encontrados na literatura nacional referente aos metabólitos da função renal (BARROS FILHO, 1995; GREGORY et al., 2004).

Tabela 10 – Concentrações séricas de creatinina (mg/dL) de bovinos da raça Purunã de acordo com diferentes grupos de idade (meses)

Grupo	N ¹	Média	DP ²	EPM ³	CV% ⁴	Mínimo	Máximo
≤ 3	20	1,08 ^a	0,17	0,03	15,74	0,80	1,52
3 † 6	22	1,08 ^a	0,12	0,03	11,11	0,86	1,32
6 † 12	40	1,07 ^a	0,12	0,02	11,21	0,87	1,37
12 † 24	40	1,29 ^b	0,18	0,02	13,95	0,96	1,79
24 † 48	41	1,45 ^c	0,18	0,02	12,41	0,97	1,75
48 † 72	40	1,34 ^b	0,15	0,02	11,19	1,00	1,71
> 72	40	1,33 ^b	0,18	0,02	13,53	0,87	1,84

Letras diferentes na mesma coluna indicam diferença estatística ($P < 0,05$)

¹ N – Número de animais por grupo; ² DP – Desvio padrão; ³ EPM – Erro padrão da média; ⁴ CV% – Coeficiente de variação

Figura 7 – Concentrações séricas de creatinina (mg/dL) de bovinos da raça Purunã de acordo com diferentes grupos de idade (meses)

A proteína total teve valores médios entre, 6,22 e 7,98 mg/dL (Tabela 11; Figura 8), estes valores estão de acordo com as quantidades anteriormente citadas para bovinos criados nas condições brasileiras (BARROS FILHO, 1995; SOUZA, 1997; BIRGEL JUNIOR et al., 2003; SOUZA et al., 2004; SOUZA et al., 2008).

Tabela 11 – Concentrações séricas de proteína total (g/dL) de bovinos da raça Purunã de acordo com diferentes grupos de idade (meses)

Grupo	N ¹	Média	DP ²	EPM ³	CV% ⁴	Mínimo	Máximo
≤ 3	20	7,04 ^a	0,33	0,10	4,69	6,40	7,70
3 ÷ 6	22	6,22 ^b	0,35	0,10	5,63	5,70	7,20
6 ÷ 12	40	6,79 ^a	0,50	0,07	7,36	6,10	8,20
12 ÷ 24	40	6,79 ^a	0,59	0,07	8,69	5,00	7,90
24 ÷ 48	41	7,38 ^c	0,46	0,07	6,23	6,00	8,40
48 ÷ 72	40	7,79 ^d	0,38	0,07	4,88	6,90	8,50
> 72	40	7,98 ^d	0,51	0,07	6,39	7,10	9,50

Letras diferentes na mesma coluna indicam diferença estatística ($P < 0,05$)

¹ N – Número de animais por grupo; ² DP – Desvio padrão; ³ EPM – Erro padrão da média; ⁴ CV% – Coeficiente de variação

Figura 8 – Concentrações séricas de proteína total (g/dL) de bovinos da raça Purunã de acordo com diferentes grupos de idade (meses)

O nível de albumina sérica pode indicar a quantidade de proteína na dieta, porém as mudanças ocorram lentamente. Para detecção de mudanças significativas na concentração de albumina sérica é necessário um período de pelo menos um mês, devido a baixa velocidade de síntese e degradação; Níveis de albumina diminuídos juntamente com diminuição dos níveis de ureia indicam deficiência proteica (GONZALES; SCHEFFER, 2003).

Os valores de albumina (Tabela 12; Figura 9) corroboram os outros autores que encontraram quantidades anteriormente citadas para bovinos criados nas condições brasileiras (BARROS FILHO, 1995; SOUZA, 1997; BIRGEL JUNIOR et al., 2003; SOUZA et al., 2004; SOUZA et al., 2008).

Tabela 12 – Concentrações séricas de albumina (g/dL) de bovinos da raça Purunã de acordo com diferentes grupos de idade (meses)

Grupo	N ¹	Média	DP ²	EPM ³	CV% ⁴	Mínimo	Máximo
≤ 3	20	3,50 ^{ab}	0,16	0,05	4,57	3,20	3,80
3 ÷ 6	22	3,39 ^a	0,16	0,05	4,72	3,10	3,70
6 ÷ 12	40	3,54 ^b	0,15	0,03	4,24	3,20	3,90
12 ÷ 24	40	2,86 ^d	0,30	0,03	10,49	2,00	3,40
24 ÷ 48	41	3,26 ^c	0,22	0,03	6,75	2,50	3,70
48 ÷ 72	40	3,48 ^{ab}	0,19	0,03	5,46	3,00	3,90
> 72	40	3,37 ^a	0,30	0,03	8,90	2,00	3,70

Letras diferentes na mesma coluna indicam diferença estatística ($P < 0,05$)

¹ N – Número de animais por grupo; ² DP – Desvio padrão; ³ EPM – Erro padrão da média; ⁴ CV% – Coeficiente de variação

Figura 9 – Concentrações séricas de albumina (g/dL) de bovinos da raça Purunã de acordo com diferentes grupos de idade (meses)

Os valores médios séricos de GGT foram baixos e com pouca amplitude de variação nas médias (Tabela 13; Figura 10), contudo foram o resultados que mais tiveram variação entre mínimo e máximo, tendo coeficiente de variação entre 0 e 700%. Barros Filho (1995) em nelore, Gregory et al. 1999 em vacas Jersey, Birgel Jr. et al. (2003) em vacas holandesas, Souza (2004) em vacas Holandesas e Jersey e Souza (2008) em vacas holandesas, também encontraram valores com alta variação, sendo que em nenhum destes estudos se tem valores semelhantes aos encontrados nesse trabalho.

Tabela 13 – Concentrações séricas de GGT (U/L) de bovinos da raça Purunã de acordo com diferentes grupos de idade (meses)

Grupo	N ¹	Média	DP ²	EPM ³	CV% ⁴	Mínimo	Máximo
≤ 3	20	0 ^a	0	0,52	0	0	0
3 ÷ 6	22	0,25 ^a	0,96	0,50	384,00	0	4,40
6 ÷ 12	40	0,21 ^a	0,76	0,37	361,90	0	4,20
12 ÷ 24	40	0,07 ^a	0,49	0,37	700,00	0	3,10
24 ÷ 48	41	0,77 ^a	1,74	0,36	225,97	0	6,30
48 ÷ 72	40	2,06 ^b	3,47	0,37	168,45	0	14,70
> 72	40	2,35 ^b	4,12	0,37	175,32	0	21,00

Letras diferentes na mesma coluna indicam diferença estatística ($P < 0,05$)

¹ N – Número de animais por grupo; ² DP – Desvio padrão; ³ EPM – Erro padrão da média; ⁴ CV% – Coeficiente de variação

Figura 10 – Concentrações séricas de GGT (U/L) de bovinos da raça Purunã de acordo com diferentes grupos de idade (meses)

Os valores de AST ficaram entre 31,00 e 46,96 mg/dL (Tabela 14; Figura 11). Os valores encontrados são similares ao descritos por outros pesquisadores, Barros Filho (1995) em nelore, Souza (1997) em vacas Holandesas e Gir, Tabeleão et al. (2007) em bovinos de corte mestiços, Gregory et al. (1999) em vacas Jersey e Souza (2004) em vacas Jersey.

Tabela 14 – Concentrações séricas de AST (U/L) de bovinos da raça Purunã de acordo com diferentes grupos de idade (meses)

Grupo	N ¹	Média	DP ²	EPM ³	CV% ⁴	Mínimo	Máximo
≤ 3	20	44,44 ^a	5,61	2,13	12,62	31,30	57,90
3 ∓ 6	22	37,20 ^b	5,00	2,03	13,44	26,80	44,90
6 ∓ 12	40	35,55 ^b	5,09	1,51	14,32	24,40	44,90
12 ∓ 24	40	31,00 ^c	4,66	1,51	15,03	22,70	41,20
24 ∓ 48	41	44,11 ^a	7,38	1,49	16,73	31,50	65,20
48 ∓ 72	40	45,46 ^a	14,16	1,51	31,15	32,20	119,20
> 72	40	46,96 ^a	14,84	1,51	31,60	30,70	110,30

Letras diferentes na mesma coluna indicam diferença estatística ($P < 0,05$)

¹ N – Número de animais por grupo; ² DP – Desvio padrão; ³ EPM – Erro padrão da média; ⁴ CV% – Coeficiente de variação

Figura 11 – Concentrações séricas de AST (U/L) de bovinos da raça Purunã de acordo com diferentes grupos de idade (meses)

Tabela 15 – Concentrações séricas de CK (U/L) de bovinos da raça Purunã de acordo com diferentes grupos de idade (meses)

Grupo	N ¹	Média	DP ²	EPM ³	CV% ⁴	Mínimo	Máximo
≤ 3	20	130,16 ^a	73,70	9,71	56,62	71,70	341,10
3 † 6	22	135,58 ^a	66,23	9,26	48,85	53,40	323,00
6 † 12	40	101,10 ^b	29,79	6,86	29,47	57,40	163,70
12 † 24	40	93,59 ^{bc}	40,79	6,86	43,58	7,00	207,00
24 † 48	41	77,30 ^c	33,04	6,78	42,74	39,40	214,90
48 † 72	40	68,12 ^{cd}	45,26	6,86	66,44	36,10	280,90
> 72	40	56,03 ^d	27,09	6,86	48,35	23,10	155,80

Letras diferentes na mesma coluna indicam diferença estatística ($P < 0,05$)

¹ N – Número de animais por grupo; ² DP – Desvio padrão; ³ EPM – Erro padrão da média; ⁴ CV% – Coeficiente de variação

Figura 12 – Concentrações séricas de CK (U/L) de bovinos da raça Purunã de acordo com diferentes grupos de idade (meses)

Os valores de CK variaram de 56,03 a 130,16 U/L (Tabela 15; Figura 12). Takeuti et al. (2011) consideram que valores acima de 94 U/L caracterizam lesão muscular. Nos resultados encontrados, somente os animais com idade acima de 12 meses tiveram valores abaixo de 94 U/L. Animais mais jovens tiveram valores maiores de CK quando comparados com animais mais velhos, sendo que as passar da idade os valores foram diminuindo (Figura 12).

4.3 CONCLUSÃO

Nas faixas etárias os valores médios dos exames bioquímicos realizados neste experimento, tiveram diferença. Animais jovens e lactantes tiveram valores diferentes de animais adultos nos valores do perfil metabólico, e esse fato se deve a alimentação.

A classificação da faixa etária dos animais deve ser utilizada quando avaliamos resultados de exames bioquímicos em animais doentes, pois variações entre valores médios existem nas diferentes categorias.

Os valores aqui encontrados servem de referência para bovinos da raça Purunã em sistema de criação extensiva.

CAPÍTULO 2 - INFLUENCIA DO PUERPÉRIO NO METABOLISMO DE BOVINOS DA RAÇA PURUNÃ

5 INTRODUÇÃO

Nos bovinos de corte nas fases de final da gestação e o no início da lactação as fêmeas sofrem mudanças metabólicas e hormonais, pois passam da condição de gestante e não lactante para lactante e não gestante (POGLIANI et al., 2010). O feto tem seu maior crescimento no terço final de gestação aumentando as necessidades nutricionais das fêmeas e pós parto ainda se tem a formação do colostro e o início da lactação.

Como ocorre no terço final da gestação o maior crescimento do feto, e isso leva a redução no volume do rúmen devido a compressão do útero reduções de 25 a 35% do consumo em vacas leiteiras Drackley (1999), entende-se que os animais estão em uma fase de maior demanda energética e menor capacidade de ingestão.

Após o parto, a lactação aumentará a demanda energética desses animais, embora em bovinos de corte a produção de leite esteja apenas relacionada ao bezerro, estes animais mobilizam grandes quantidades de reservas corporais para sustentar a produção de leite (SINCLAIR et al., 1998). Espasandin et al. (2001), observaram que vacas Nelore em condições deficientes de alimentação, não tiveram suas produções de leite diminuídas e sim apresentaram consumo das reservas com perda de peso.

Esta fase crítica que passa a fêmea bovina, merece atenção das pesquisas, tendo em vista que a mobilização excessiva de lipídios e de proteína a partir dos tecidos, aliada aos baixos níveis de glicídios no plasma, pode provocar distúrbios metabólicos, queda na produção de leite e atraso no retorno à atividade reprodutiva (LAGO et al., 2001) e como na pecuária de corte moderna buscamos maiores taxas de desfrute do rebanho (MOLETTA, 2011), o cuidado com as matrizes deve ser intensificado em sistema de cria.

Este capítulo teve como objetivo avaliar a influência do puerpério sobre o perfil bioquímico de bovinos da raça Purunã.

5.1 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no período de maio de 2009 a agosto de 2009, nas instalações da Estação Experimental Fazenda Modelo, do Instituto Agrônomo do Paraná – IAPAR, no município de Ponta Grossa, Paraná, localizado a uma altitude de 868,5 m, tendo como coordenadas geográficas, 25°05'38" de latitude Sul e 50° 09'30" de longitude Oeste.

Para realização do experimento foram utilizadas 17 vacas da raça Purunã, entre 36 e 48 meses de idade, com pelo menos 1 parto anterior. As mesmas 17 fêmeas foram utilizadas para compor todos os diferentes grupos experimentais, como exposto no quadro 2. Todos os animais foram mantidos em pastagens de *Hemarthria altissima* cv. Flórida e livre acesso a sal mineral.

Os animais utilizados na realização deste projeto de pesquisa foram submetidos a uma avaliação clínica, quando foram excluídos da pesquisa aqueles considerados doentes. Após esta seleção, as amostras de sangue foram colhidas através da punção da veia jugular externa, utilizando-se o Sistema Vacutainer®.

Quadro 2 - Constituição dos grupos experimentais para estabelecer os valores de referência e avaliar a influência do puerpério sobre o perfil bioquímico de fêmeas da raça Purunã

Grupos	Descrição do grupo experimental	Amostras Colhidas
30 - 7	Vacas entre 30 e 7 dias antes do parto	17
7 - 1	Vacas entre 7 e 1 dia antes do parto	17
Parto	Vacas até 24 horas pós-parto	17
1 - 7	Vacas entre 1 e 7 dias pós-parto	17
7 - 30	Vacas entre 7 e 30 dias pós-parto	17
30 - 60	Vacas entre 30 e 60 dias pós-parto	17

As amostras para avaliação do colesterol, triglicérides, ácidos graxos não esterificados (NEFA), β -hidroxibutirato (B-HBO), ureia, creatinina, proteína total, albumina, aspartato-aminotransferase (AST) e gama glutamil transferase (GGT) foram colhidas em tubos de vidro siliconados de 9 mL sem anti-coagulantes, e mantidas em temperatura ambiente para facilitar a retração do coágulo. As amostras para a determinação dos teores plasmáticos de glicose

foram colhidas em tubos de vidro siliconados de 4 mL contendo fluoreto de sódio e mantidas refrigeradas durante o transporte.

No laboratório as amostras foram centrifugadas com força real de centrifugação igual a 2200 rpm, durante 15 minutos, para a ocorrência da sinérese do coágulo ou sedimentação dos elementos figurados do sangue, sendo, a seguir, o soro e o plasma sanguíneos separados por aspiração em três alíquotas cada, totalizando seis alíquotas de tubos tipo Eppendorf por animal. As amostras foram conservadas em freezer a menos 20°C até a realização das provas.

As amostras sanguíneas de todos os animais foram submetidas às técnicas para determinação dos teores séricos de colesterol, triglicérides, ácidos graxos não esterificados (NEFA), β -hidroxibutirato (B-HBO), ureia, creatinina, proteína total, albumina, aspartato-aminotransferase (AST) e gama glutamil transferase (GGT) e plasmáticos de glicose.

Os valores da média aritmética, desvio padrão, erro padrão da média, coeficiente de variação, intervalo de confiança (95%), e valores mínimo e máximo foram calculados utilizando o procedimento *Means* do SAS versão 9.2 (SAS/STAT, SAS Institute Inc., Cary, NC).

Os testes de normalidade dos resíduos e homogeneidade das variâncias foram realizados utilizando o Procedimento Univariate do SAS. Dados que não preencheram os pressupostos para a análise de variância (ANOVA) foram transformadas em conformidade. Os dados foram analisados por ANOVA, usando o procedimento *GLM* do SAS.

A comparação entre as médias dos grupos foi realizada por meio do teste de Tukey do SAS, onde consideramos diferença para $P \leq 0,05$ (confiança $\geq 95\%$).

5.2 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores das concentrações séricas de colesterol encontrados nesse experimento foram maiores antes do parto, decresceram no momento do parto e na primeira semana pós-parto, e posterior a isso voltaram a aumentar (Tabela 16; Figura 13).

Tabela 16 – Concentrações séricas de colesterol (mg/dL) de vacas da raça Purunã de acordo com os diferentes momentos em relação ao parto (dias)

Grupo	N ¹	Média	DP ²	EPM ³	CV% ⁴	Mínimo	Máximo
30 ± 7	17	162,14 ^a	25,79	6,25	15,91	123,80	222,00
7 ± 1	17	148,42 ^{ac}	21,19	5,14	14,28	114,00	196,80
Parto	17	119,48 ^b	24,83	6,02	20,78	90,30	181,60
1 ± 7	17	102,66 ^d	24,33	5,90	23,70	56,80	146,30
7 ± 30	17	132,75 ^{bc}	32,52	7,89	24,50	45,40	172,60
30 ± 60	17	138,11 ^c	22,01	5,34	15,94	97,00	178,40

Letras diferentes na mesma coluna indicam diferença estatística ($P < 0,05$)

1 N – Número de animais por grupo; 2 DP – Desvio padrão; 3 EPM – Erro padrão da média; 4 CV% – Coeficiente de variação

Figura 13 – Concentrações séricas de colesterol (mg/dL) de vacas da raça Purunã de acordo com os diferentes momentos em relação ao parto (dias)

Pogliani (2006) encontrou resultados similares para fêmeas da raça holandesa em terço final de gestação, corroborando com os resultados encontrados nesse trabalho. O aumento do colesterol no grupo com 7 e 30 dias pós parto, neste trabalho observado, é atribuído a lactação e corroboram com os dados de Kweon et al. (1986) e Bolaños et al. (1996) que da mesma forma encontraram maiores concentrações de colesterol em animais lactantes, ou à medida que os dias em lactação aumentaram. Ruas et al. (2000) também encontraram valores crescentes de colesterol no pós parto em bovinos de corte.

Os maiores valores de colesterol séricos encontrados para os animais na fase adulta (POGLIANI, 2006) possivelmente ocorrem devido as maiores quantidades de alimento ingerido, tendo em vista que o principal substrato para a formação do colesterol é a acetil-

coenzima A (CoA), disponível em casos de ingestão de alimento, aumento de insulina, aumento da leptina (CHILLIARD et al., 2001; CHILLIARD; DELAVAUD; BONNET, 2005). Além do maior funcionamento hepático decorrente dessa maior ingestão, já que o principal órgão de síntese e catabolismo de colesterol é o fígado (KANEKO, 2008). Assim os resultados mais baixos para colesterol encontrados nas fêmeas paridas e até sete dias pós parto podem ser atribuídos a diminuição de ingestão de alimento nesse período, pois este período de transição é caracterizado pelo desafio de se manter a homeostase, já que nessa fase os níveis de cortisol sobem caracterizando um fase de estresse para o animal (CAMPOS et al., 2008).

Os valores de triglicérides eram maiores até o momento do parto, e após este acontecimento mantiveram-se estatisticamente iguais. Os valores séricos variaram entre 30,27 e 58,88 mg/dL (Tabela 17; Figura 14). Os valores encontrados no pré-parto são maiores que os encontrados por Pogliani (2006) em vacas holandesas também em pré-parto. Outros autores que avaliaram a concentração sérica de triglicérides, obtiveram em média valores menores que os encontrados nessa pesquisa (COSTA, 1991; RENNÓ NETO, 2004; SOUZA, 2005; POGLIANI; BIRGEL JUNIOR, 2007; SOUZA et al., 2010). Este resultado pode ser atribuído à exploração que os animais adultos foram submetidos nas outras pesquisas, tendo em vista que todos os trabalhos citados utilizaram animais de aptidão leiteira. As vacas leiteiras afora a manutenção, tem que demandar uma quantidade extra de gordura para síntese e produção de leite, e mesmo que as vacas de corte estejam com bezerro ao pé, não terão a mesma demanda.

A curva observada na figura 2 mostra que no momento do parto e após o parto os valores de triglicérides mantiveram-se iguais e menores significativamente quando comparados ao grupos de pré parto, este fato se dá pelo maior demanda energética que os animais tem pós parto por conta da lactação. Os ácidos graxos (AG) podem ser utilizados por animais lactantes para a síntese de gordura do leite. Aproximadamente 50% dos AG no leite são oriundos da dieta ou dos triglicerídeos do sangue. Os AG utilizados pela glândula mamária para síntese do leite também podem ser provenientes dos AGNE do sangue, liberados da mobilização de gordura do tecido adiposo (OVERTON, 2013).

Tabela 17 – Concentrações séricas de triglicérides (mg/dL) de vacas da raça Purunã de acordo com os diferentes momentos em relação ao parto (dias)

Grupo	N ¹	Média	DP ²	EPM ³	CV% ⁴	Mínimo	Máximo
30 ± 7	17	58,88 ^a	17,16	4,16	29,24	40,40	104,10
7 ± 1	17	55,48 ^a	11,42	2,77	20,58	36,10	79,60
Parto	17	30,27 ^b	9,13	2,21	30,16	21,90	61,10
1 ± 7	17	30,93 ^b	6,55	1,59	21,18	22,00	42,20
7 ± 30	17	30,37 ^b	6,01	1,46	19,79	16,30	38,50
30 ± 60	17	31,82 ^b	5,64	1,37	17,72	16,60	39,00

Letras diferentes na mesma coluna indicam diferença estatística ($P < 0,05$)

¹ N – Número de animais por grupo; ² DP – Desvio padrão; ³ EPM – Erro padrão da média; ⁴ CV% – Coeficiente de variação

Figura 14 – Concentrações séricas de triglicérides (mg/dL) de vacas da raça Purunã de acordo com os diferentes momentos em relação ao parto (dias)

As concentrações séricas de NEFA tiveram valores estatisticamente iguais em todos os momentos exceto na primeira semana pós-parto (Tabela 18; Figura 15), que os valores aumentaram significativamente. A concentração de NEFA observada no pós-parto imediato, basicamente, reflete a magnitude da mobilização do tecido adiposo durante um período de balanço energético negativo (PULLEN et al., 1989).

Tabela 18 – Concentrações séricas de NEFA (mmol/L) de vacas da raça Purunã de acordo com os diferentes momentos em relação ao parto (dias)

Grupo	N ¹	Média	DP ²	EPM ³	CV% ⁴	Mínimo	Máximo
30 ÷ 7	17	0,695a	0,248	0,060	35,683	0,460	1,442
7 ÷ 1	17	0,547a	0,203	0,049	37,112	0,128	0,911
Parto	17	0,645a	0,308	0,075	47,752	0,311	1,441
1 ÷ 7	17	1,151b	0,351	0,085	30,495	0,526	1,652
7 ÷ 30	17	0,699a	0,227	0,055	32,475	0,405	1,410
30 ÷ 60	17	0,717a	0,155	0,038	21,618	0,412	1,017

Letras diferentes na mesma coluna indicam diferença estatística ($P < 0,05$)

¹ N – Número de animais por grupo; ² DP – Desvio padrão; ³ EPM – Erro padrão da média; ⁴ CV% – Coeficiente de variação

Figura 15 – Concentrações séricas de NEFA (mmol/L) de vacas da raça Purunã de acordo com os diferentes momentos em relação ao parto (dias)

Os dados da figura 3, mostram que os valores de NEFA tem apenas um pico e que estes retornam para valores próximos a 0,700 mmol/L. Estes valores são menores que os encontrados por Pogliani (2006) em vacas holandesas no pós parto. Os valores mais altos de NEFA deste trabalho podem ser relacionados a temperatura, pois o experimento foi realizado no período de outono e inverno.

Sucupira (2003) encontrou valores menores de NEFA em gado de corte, contudo em seu experimento os valores foram mensurados em machos e Souza et al. (2010) encontrou valores semelhantes aos deste trabalho em vacas de leite próximas ao parto e em pico de lactação.

O ácido graxo volátil (AGV) butirato que é produzido no rúmen, é convertido no epitélio ruminal no corpo cetônico beta-hidroxibutirato (B-HBO). Quando esse AGV adentra a corrente sanguínea, pode ser utilizado como energia ou fonte de AGCL (KANEKO, 2008). Normalmente, o B-HBO plasmático provém da fermentação ruminal (MARUTA, 2005). Em condições normais, cerca de 70% dos corpos cetônicos circulantes são produzidos no rúmen (cetogênese alimentar), e somente 30% produzido pelo fígado (cetogênese metabólica; HOCQUETTE; BAUCHART, 1999).

Tabela 19 – Concentrações séricas de B-HBO (mmol/L) de vacas da raça Purunã de acordo com os diferentes momentos em relação ao parto (dias)

Grupo	N ¹	Média	DP ²	EPM ³	CV% ⁴	Mínimo	Máximo
30 ± 7	17	0,908a	1,832	0,444	20,175	0,599	0,119
7 ± 1	17	0,715b	1,610	0,390	22,523	0,488	1,200
Parto	17	0,602cd	1,438	0,349	23,876	0,337	0,839
1 ± 7	17	0,692bc	2,026	0,491	29,293	0,356	1,064
7 ± 30	17	0,673bcd	1,221	0,296	18,149	0,404	0,847
30 ± 60	17	0,575cd	1,100	0,267	19,129	0,437	0,762

Letras diferentes na mesma coluna indicam diferença estatística ($P < 0,05$)

¹ N – Número de animais por grupo; ² DP – Desvio padrão; ³ EPM – Erro padrão da média; ⁴ CV% – Coeficiente de variação

Os resultados do B-HBO foram maiores nos animais do grupo na fase entre 30 e 7 dias antes do parto, nos demais momentos os animais ficaram com médias mais próximas, embora com diferença significativa entre elas (Tabela 19; Figura 16).

Os resultados de B-HBO neste trabalho ficaram próximos aos dos valores encontrados em vacas leiteiras (0,550 a 0,600 mmol/L) próximas ao parto e pico de lactação (SOUZA, 2005; SOUZA et al., 2010).

Figura 16 – Concentrações séricas de B-HBO (mmol/L) de vacas da raça Purunã de acordo com os diferentes momentos em relação ao parto (dias)

Os valores de glicose plasmática tiveram diferença significativa entre eles, sendo que os menores valores encontrados foram nos dois grupos que tinham entre 30 e 1 dia antes do parto (Tabela 20; Figura 17). Os valores mais altos foram encontrados no parto, sendo que este fato pode ser atribuído ao estresse e liberação de cortisol que ocorre nesse período (CAMPOS et al., 2008), que estimula o aumento da glicemia.

Tabela 20 – Concentrações plasmáticas de glicose (mg/dL) de vacas da raça Purunã de acordo com os diferentes momentos em relação ao parto (dias)

Grupo	N ¹	Média	DP ²	EPM ³	CV% ⁴	Mínimo	Máximo
30 ± 7	17	44,48 ^a	3,41	0,83	7,67	40,10	52,80
7 ± 1	17	43,97 ^a	5,04	1,22	11,46	35,90	51,90
Parto	17	63,71 ^c	21,10	5,12	33,12	48,90	136,80
1 ± 7	17	57,33 ^{bc}	6,14	1,49	10,71	46,70	70,60
7 ± 30	17	52,05 ^b	10,92	2,65	20,98	41,80	88,00
30 ± 60	17	61,98 ^c	9,98	2,42	16,10	52,20	89,40

Letras diferentes na mesma coluna indicam diferença estatística ($P < 0,05$)

1 N – Número de animais por grupo; 2 DP – Desvio padrão; 3 EPM – Erro padrão da média; 4 CV% – Coeficiente de variação

Os valores encontrados são menores que os encontrados por Ruas et al. (2000) em vacas nelores paridas, que encontrou valores séricos próximos a 80 mg/dL.

Em bovinos de leite próximo ao parto e no pico de lactação Souza (2005) encontrou valores similares aos desse trabalho, bem como estes dados aqui encontrados na fase puerperal corroboram com os de Pogliani (2006) em vacas holandesas em mesma fase. Em fêmeas bovinas mestiças semi-confinadas, Tabeleão et al. (2008), encontrou valores séricos de glicose similares.

Figura 17 – Concentrações plasmáticas de glicose (mg/dL) de vacas da raça Purunã de acordo com os diferentes momentos em relação ao parto (dias)

Os valores mais baixos encontrados antes do parto, podem estar relacionados a baixa ingestão no período pré parto decorrente da limitada capacidade de ingestão, pois é no terço final da gestação que ocorre o maior crescimento do feto, levando a redução no volume do rúmen devido a compressão do útero, podendo acarretar reduções de 25 a 35% do consumo em vacas leiteiras Drackley (1999), e como a glicose dos ruminantes adultos é basicamente oriunda do ácido graxo volátil propiônico, a diminuição da ingestão de alimento pode afetar diretamente o concentração desta.

Os níveis de ureia sanguínea são alterados pelo nível nutricional, particularmente em ruminantes (GONZALES; SCHEFFER 2003). Os resultados encontrados nesse trabalho estão abaixo dos encontrados por outros autores (BARROS FILHO, 1995; GREGORY et al., 2004). Tabeleão et al. (2008) encontraram em fêmeas mestiças valores médios de 15,45 mg/dL. Os valores de ureia tiveram uma ampla variação, contudo mesmo quando os valores tiveram seu pico, que foi não primeira semana pós-parto, estes não caracterizaram uremia (Tabela 21; Figura 18).

Tabela 21 – Concentrações séricas de ureia (mg/dL) de vacas da raça Purunã de acordo com os diferentes momentos em relação ao parto (dias)

Grupo	N ¹	Média	DP ²	EPM ³	CV% ⁴	Mínimo	Máximo
30 ÷ 7	17	8,01 ^a	2,17	0,53	27,09	5,40	17,70
7 ÷ 1	17	4,51 ^b	1,65	0,40	36,59	1,50	7,50
Parto	17	7,35 ^{ab}	3,60	0,87	48,98	1,70	12,90
1 ÷ 7	17	20,65 ^c	10,98	2,66	53,17	3,10	36,20
7 ÷ 30	17	14,30 ^d	7,99	1,94	55,87	6,10	41,70
30 ÷ 60	17	13,03 ^d	3,19	0,77	24,48	8,60	19,10

Letras diferentes na mesma coluna indicam diferença estatística ($P < 0,05$)

1 N – Número de animais por grupo; 2 DP – Desvio padrão; 3 EPM – Erro padrão da média; 4 CV% – Coeficiente de variação

Figura 18 – Concentrações séricas de ureia (mg/dL) de vacas da raça Purunã de acordo com os diferentes momentos em relação ao parto (dias)

Durante toda a avaliação os valores de ureia apresentaram-se baixos, este fato pode ser atribuído a fase de final de ciclo que as pastagens de *Hemarthria altissima* cv. Flórida se encontravam, pois esta pastagem é uma espécie perene de verão, e como o experimento foi realizado nas estações de outono e inverno, estas pastagens já estavam com maior teor de fibra e menor teor de proteína.

Tabela 22 – Concentrações séricas de creatinina (mg/dL) de vacas da raça Purunã de acordo com os diferentes momentos em relação ao parto (dias)

Grupo	N ¹	Média	DP ²	EPM ³	CV% ⁴	Mínimo	Máximo
30 ± 7	17	1,32 ^a	0,14	0,03	10,61	1,06	1,54
7 ± 1	17	1,49 ^{bc}	0,21	0,05	14,09	0,80	1,76
Parto	17	1,41 ^{ab}	0,16	0,04	11,35	0,97	1,70
1 ± 7	17	1,59 ^c	0,25	0,06	15,72	1,19	2,17
7 ± 30	17	1,51 ^{bc}	0,13	0,03	8,61	1,21	1,86
30 ± 60	17	1,27 ^a	0,11	0,03	8,66	1,00	1,52

Letras diferentes na mesma coluna indicam diferença estatística ($P < 0,05$)

1 N – Número de animais por grupo; 2 DP – Desvio padrão; 3 EPM – Erro padrão da média; 4 CV% – Coeficiente de variação

Figura 19 – Concentrações séricas de creatinina (mg/dL) de vacas da raça Purunã de acordo com os diferentes momentos em relação ao parto (dias)

Os valores de creatinina encontrados neste trabalho corroboram com os valores encontrados por outros autores (BARROS FILHO, 1995; GREGORY et al., 2004). Segundo Gonzales e Scheffer (2003), praticamente toda a creatinina plasmática é resultante do catabolismo da creatina muscular, e como a excreção da creatinina só é feita por via renal, uma aumento nesse metabólito é relaciona a problemas na excreção renal. Observou-se que mesmo existindo diferença significativa entre os grupos, os valores permaneceram dentro da normalidade (Tabela 22; Figura 19).

Tabela 23 – Concentrações séricas de proteína (g/dL) de vacas da raça Purunã de acordo com os diferentes momentos em relação ao parto (dias)

Grupo	N ¹	Média	DP ²	EPM ³	CV% ⁴	Mínimo	Máximo
30 ÷ 7	17	8,48 ^a	0,45	0,11	5,31	7,69	9,21
7 ÷ 1	17	8,64 ^a	0,49	0,12	5,67	7,56	9,32
Parto	17	8,69 ^a	0,71	0,17	8,17	7,24	9,67
1 ÷ 7	17	8,61 ^a	0,77	0,19	8,94	6,20	9,72
7 ÷ 30	17	8,61 ^a	0,66	0,16	7,67	6,58	9,25
30 ÷ 60	17	8,68 ^a	0,51	0,12	5,88	7,79	9,77

Letras diferentes na mesma coluna indicam diferença estatística ($P < 0,05$)

1 N – Número de animais por grupo; 2 DP – Desvio padrão; 3 EPM – Erro padrão da média; 4 CV% – Coeficiente de variação

Figura 20 – Concentrações séricas de proteína (g/dL) de vacas da raça Purunã de acordo com os diferentes momentos em relação ao parto (dias).

Os valores de proteína neste trabalho não diferiram significativamente em nenhum momento (Tabela 23; Figura 20). A proteína é composta por muitas moléculas de diferentes proteínas. As proteínas são multifuncionais no plasma e têm diversas funções (KANEKO, 2008). Os resultados da proteína mostram que mesmo em diferentes fases, os valores em animais sadios se mantêm dada as importantes funções exercidas.

Tabela 24 – Concentrações séricas de albumina (g/dL) de vacas da raça Purunã de acordo com os diferentes momentos em relação ao parto (dias)

Grupo	N ¹	Média	DP ²	EPM ³	CV% ⁴	Mínimo	Máximo
30 ÷ 7	17	3,19 ^a	0,21	0,05	6,58	2,77	3,63
7 ÷ 1	17	3,09 ^{ab}	0,16	0,04	5,18	2,67	3,31
Parto	17	3,17 ^{ab}	0,17	0,04	5,36	2,84	3,41
1 ÷ 7	17	3,12 ^{ab}	0,28	0,07	8,97	2,29	3,57
7 ÷ 30	17	3,01 ^b	0,27	0,07	8,97	2,22	3,32
30 ÷ 60	17	3,14 ^{ab}	0,27	0,07	8,60	2,54	3,63

Letras diferentes na mesma coluna indicam diferença estatística ($P < 0,05$)

1 N – Número de animais por grupo; 2 DP – Desvio padrão; 3 EPM – Erro padrão da média; 4 CV% – Coeficiente de variação

Figura 21 – Concentrações séricas de albumina (g/dL) de vacas da raça Purunã de acordo com os diferentes momentos em relação ao parto (dias)

Os resultados encontrados nesse trabalho são um pouco maiores que em outros trabalhos onde os autores avaliaram a concentração sérica de proteína (BARROS FILHO, 1995; SOUZA, 1997; SOUZA et al., 2004).

O nível de albumina pode indicar o conteúdo de proteína na dieta, muito embora as mudanças ocorram lentamente. Para detecção de mudanças significativas na concentração de albumina sérica é necessário um período de pelo menos um mês, devido a baixa velocidade de síntese e degradação; Níveis de albumina diminuídos juntamente com diminuição dos níveis de ureia indicam deficiência proteica (GONZALES; SCHEFFER, 2003).

Neste trabalho os níveis de albumina tiveram pouca variação média entre os grupos, contudo significativa (Tabela 24; Figura 21), e se observarmos os valores mínimos e máximos, vemos que mesmo com diferença significativa, os valores são similares entre os grupos.

Podemos afirmar que estas fêmeas estavam em pastagens com baixo teor de proteína, dado a época do ano em que se realizou o experimento, assim mesmo nesta condição mantiveram os valores de albumina e proteína estáveis, o que mostra que mesmo em situações mais intensas de estresse animal, pois estes estavam em fase de transição e ainda em pastagem de baixa qualidade, o organismo busca a homeostase.

Os valores de AST sérico variaram entre 32,05 e 44,72 mg/dL (Tabela 25; Figura 22), e mesmo com diferença significativa esses valores encontram-se dentro de um intervalo aceito como normal e corrobora com os valores encontrados por outros autores (BARROS FILHO 1995, SOUZA, 1997; SOUZA et al., 2004).

Tabela 25 –Concentrações plasmáticas de AST (U/L) de vacas da raça Purunã de acordo com os diferentes momentos em relação ao parto (dias)

Grupo	N ¹	Média	DP ²	EPM ³	CV% ⁴	Mínimo	Máximo
30 ± 7	17	32,05 ^a	5,78	1,40	18,03	23,40	43,50
7 ± 1	17	40,17 ^b	5,72	1,39	14,24	28,00	50,70
Parto	17	40,62 ^b	6,53	1,58	16,08	31,40	57,40
1 ± 7	17	44,72 ^b	12,04	2,92	26,92	24,60	71,80
7 ± 30	17	40,94 ^b	9,66	2,34	23,60	28,70	66,30
30 ± 60	17	36,34 ^{ab}	4,47	1,08	12,30	30,80	46,90

Letras diferentes na mesma coluna indicam diferença estatística ($P < 0,05$)

1 N – Número de animais por grupo; 2 DP – Desvio padrão; 3 EPM – Erro padrão da média; 4 CV% – Coeficiente de variação

Figura 22 – Concentrações plasmáticas de AST (U/L) de vacas da raça Purunã de acordo com os diferentes momentos em relação ao parto (dias).

Tabela 26 – Concentrações séricas de GGT (U/L) de vacas da raça Purunã de acordo com os diferentes momentos em relação ao parto (dias)

Grupo	N ¹	Média	DP ²	EPM ³	CV% ⁴	Mínimo	Máximo
30 ± 7	17	7,32 ^a	1,82	0,44	24,86	4,08	10,80
7 ± 1	17	7,91 ^{ab}	2,42	0,59	30,59	3,40	12,10
Parto	17	9,16 ^b	2,46	0,60	26,86	5,60	14,60
1 ± 7	17	7,96 ^{ab}	2,65	0,64	33,29	3,10	11,10
7 ± 30	17	7,52 ^a	2,69	0,65	35,77	3,20	13,60
30 ± 60	17	8,09 ^{ab}	2,28	0,55	28,18	3,60	12,60

Letras diferentes na mesma coluna indicam diferença estatística ($P < 0,05$)

1 N – Número de animais por grupo; 2 DP – Desvio padrão; 3 EPM – Erro padrão da média; 4 CV% – Coeficiente de variação

Os valores encontrados de GGT estavam baixos e com pouca amplitude de variação nas médias (Tabela 26; Figura 23), embora entre as médias haja diferença significativa. Barros Filho (1995) em Nelore, Gregory et al. 1999 em vacas Jersey, Birgel Junior et al. (2003) em vacas holandesas, Souza et al. (2004) em vacas Holandesas e Jersey, e Souza et al. (2008) em vacas holandesas, encontraram valores com alta variação, sendo que em nenhum destes estudos se tem valores semelhantes aos encontrados nesse trabalho. Os valores encontrados por Souza (1997) em vacas Holandesas e Gir são mais próximos aos encontrados nesse trabalho.

Figura 23 – Concentrações séricas de GGT (U/L) de vacas da raça Purunã de acordo com os diferentes momentos em relação ao parto (dias)

5.3 CONCLUSÃO

Em bovinos de corte da raça Purunã criados em sistema extensivo, as alterações bioquímicas encontradas no puerpério são mais intensas no perfil metabólico.

Nas avaliações da função renal, mostram que a ureia tem maior oscilação dos valores.

O puerpério não influenciou alterações na função hepática de bovinos da raça Purunã em sistema extensivo.

No proteinograma não foi observado alterações em nenhum dos momentos observados.

CAPÍTULO 3 - INFLUENCIA DO CONFINAMENTO NO METABOLISMO DE BOVINOS DA RAÇA PURUNÃ

6 INTRODUÇÃO

Nas pesquisas relacionadas a pecuária de corte, uma das preocupações é buscar alternativas de manejo nas diferentes categorias de bovinos de corte com intuito de melhorar a taxa de desfrute do rebanho, bem como obter maior produção de carne, com o objetivo de aumentar o rendimento econômico do produtor, a produtividade e a qualidade da carne. O uso do confinamento está relacionado à produção de animais para abate na entressafra e à possibilidade de obter melhores preços (MOLETTA, 2011). Esse sistema proporciona efeitos secundários que beneficiam o sistema de produção como um todo: liberação das pastagens para outras categorias, uso de forragem excedente de verão entre outros (WEDEKIN et al., 1994).

Com a intensificação da atividade pecuária, principalmente visando à redução da idade de abate, a prática de confinamento, associada a altos teores de concentrado na dieta, é cada vez mais utilizado no Brasil (MOLETTA, 2011). Segundo Schwartzkopf-Genswein et al. (2003), a transição de uma dieta com alta proporção de volumoso para uma com alta proporção de concentrado é um dos fatores que causa maiores impactos sobre a microbiota ruminal. Os ruminantes têm como alimento principal os alimentos volumosos, desta forma a introdução de alimentos concentrados trás alterações ao sistema fisiológico deste animal, e esta alteração pode trazer mudanças na bioquímica plasmática. Segundo Gonzáles e Scheffer (2003), a bioquímica sanguínea pode relevar alterações clínicas, metabólicas e nutricionais.

Após a adaptação ao confinamento os animais melhoram seu desempenho, com ganhos superiores aos encontrados em sistemas de pastagem, sobretudo em épocas em que essas estão com baixa qualidade. As alterações bioquímicas em animais confinados, serão foco desse trabalho.

Este capítulo teve como objetivo determinar os valores de referência de bovinos sadios em confinamento e avaliar a influência do confinamento sobre o perfil bioquímico de bovinos da raça Purunã.

5.1 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no período de junho a outubro de 2009, nas instalações de confinamento da Estação Experimental Fazenda Modelo, do Instituto Agrônomo do Paraná – Iapar, no município de Ponta Grossa, Paraná, localizado a uma altitude de 868,5 m, tendo como coordenadas geográficas, 25°05'38" de latitude Sul e 50° 09'30" de longitude Oeste.

Para realização do experimento foram utilizados 40 machos inteiros da raça Purunã com idade média entre 12 e 14 meses no início do experimento. Os animais foram vermifugados, banhados com produtos carrapaticidas, pesados e alojados em baias individuais, com dimensões de 1,8 m de largura por 4,4 m de comprimento. Cada baia era provida de comedouro (1,6 m) e bebedouro de concreto. O experimento teve a duração de 120 dias e os animais compuseram os diferentes grupos experimentais de acordo com as coletas de dados mensais, como exposto no quadro 3.

Todos os animais estavam em pastagens de *Hemarthria altissima* cv. Flórida e livre acesso a sal mineral antes de iniciar o confinamento.

Durante o período de confinamento, os animais foram alimentados com uma dieta cuja fração volumosa era silagem de milho e a fração concentrada composta por farelo de soja (25%), milho grão triturado (73%), sal mineralizado (1%) e calcário calcítico (1%). A composição química dos componentes da dieta encontra-se no quadro 4. Os alimentos (volumoso + concentrado) foram fornecidos duas vezes ao dia, com aproximadamente 60% da quantidade diária fornecida pela manhã e os 40% restantes no período da tarde. A quantidade de concentrado fornecida foi ajustada a cada 30 dias, quando eram feitas as pesagens e coletas de sangue, sempre após jejum de sólidos de 16h, para os tratamentos com oferta de concentrado fixa 1% do peso vivo.

Os animais utilizados na realização deste projeto de pesquisa foram submetidos a uma avaliação clínica, quando foram excluídos da pesquisa aqueles considerados doentes, bem como os animais que não acompanhavam o desenvolvimento dos animais com maior ganho de peso, desta forma os valores encontrados são referentes aos 40 animais que se adaptaram ao confinamento. Mensalmente os animais foram pesados e as amostras de sangue foram colhidas através da punção da veia jugular externa, utilizando-se o Sistema Vacutainer®.

Quadro 3 - Constituição dos grupos experimentais para estabelecer os valores de referência de bovinos sadios da raça Purunã e avaliar a influência do confinamento sobre o perfil bioquímico de bovinos da raça Purunã

Momentos	N	Período	Objetivos
0	40 animais entre 12 e 14 meses	Animais a pasto, um dia antes da entrada no confinamento	Amostra controle da influência do confinamento
1	40 animais entre 13 e 15 meses	30 dias após início do confinamento	Avaliação dos parâmetros na adaptação dos animais à dieta do confinamento
2	40 entre 14 e 16 meses	60 dias após início do confinamento	Avaliação dos parâmetros durante o confinamento
3	40 entre 15 e 17 meses	90 dias após início do confinamento	
4	40 animais entre 16 e 18 meses	120 dias após início do confinamento	Avaliação dos parâmetros ao final do confinamento.

As amostras para avaliação do colesterol, triglicérides, ácidos graxos não esterificados (NEFA), β -hidroxibutirato (B-HBO), ureia, creatinina, proteína total, albumina, aspartato-aminotransferase (AST), gama glutamil transferase (GGT) e creatina quinase (CK) foram colhidas em tubos de vidro siliconados de 9 mL sem anti-coagulantes, e mantidas em temperatura ambiente para facilitar a retração do coágulo. As amostras para a determinação dos teores plasmáticos de glicose foram colhidas em tubos de vidro siliconados de 4 mL contendo fluoreto de sódio e mantidas refrigeradas durante o transporte.

No laboratório as amostras foram centrifugadas com força real de centrifugação igual a 2200 rpm, durante 15 minutos, para a ocorrência da sinérese do coágulo ou sedimentação dos elementos figurados do sangue, sendo, a seguir, o soro e o plasma sanguíneos separados por aspiração em três alíquotas cada, totalizando seis alíquotas de tubos tipo Eppendorf por animal. As amostras foram conservadas em freezer a menos 20°C até a realização das provas.

Quadro 4 – Composição química percentual dos componentes da dieta

Composição Química	Componentes da dieta			
	Farelo de soja	Milho em Grão	Silagem de milho	Concentrado
Proteína bruta	49,06	8,93	5,66	16,01
Extrato etéreo	1,30	3,36	2,13	4,55
Matéria mineral	6,63	0,89	3,06	2,38
Extrato não-nitrogenado	32,54	83,30	67,68	72,32
Carboidratos totais	43,01	86,82	89,15	77,06
Carboidratos não-fibrosos	37,03	68,92	45,60	58,90
Fibra detergente neutra	5,97	17,90	43,55	18,16
Fibra detergente ácida	13,08	4,40	26,84	5,92
Nutrientes digestíveis totais*	82,22	80,76	60,48	78,76

Dados obtidos no Laboratório de Análises de Alimentos – Iapar; *Dados obtidos no NRC (2000).

As amostras sanguíneas de todos os animais foram submetidas às técnicas para determinação dos teores séricos de colesterol, triglicérides, ácidos graxos não esterificados (NEFA), β -hidroxibutirato (B-HBO), ureia, creatinina, proteína total, albumina, aspartato-aminotransferase (AST), gama glutamil transferase (GGT) e creatina quinase (CK), e plasmáticos de glicose.

Os valores da média aritmética, desvio padrão, erro padrão da média, coeficiente de variação, intervalo de confiança (95%), e valores mínimo e máximo foram calculados utilizando o procedimento *Means* do SAS versão 9.2 (SAS/STAT, SAS Institute Inc., Cary, NC).

Os testes de normalidade dos resíduos e homogeneidade das variâncias foram realizados utilizando o Procedimento Univariate do SAS. Dados que não preencheram os pressupostos para a análise de variância (ANOVA) foram transformadas em conformidade. Os dados foram analisados por ANOVA, usando o procedimento *GLM* do SAS.

A comparação entre as médias dos grupos foi realizada por meio do teste de Tukey utilizando o SAS, onde consideramos diferença para $P \leq 0,05$ (confiança $\geq 95\%$).

A determinação do valor do coeficiente de determinação - R^2 e de correlação foram feitos utilizando o programa Microsoft Excel versão 2007, para avaliar se havia correlação dos valores bioquímicos encontrados com o ganho de peso dos animais.

5.2 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A média de ganho de peso médio diário durante os 120 dias de avaliação, foi de 1,5 kg/dia (Tabelas 27 e 28; Figura 24), os dados são maiores que os encontrados por Moletta (2011) em situações similares de manejo, contudo isso se explica pelo fato de termos excluídos os animais que adoeceram e os animais que não acompanharam os animais com maior ganho de peso.

Tabela 27 – Peso vivo de machos da raça Purunã de acordo com o tempo em confinamento (meses)

Grupo	N ¹	Média	DP ²	EPM ³	CV% ⁴	Mínimo	Máximo
0	40	218,15	35,62	5,63	16.33	142,00	316,00
1	40	239,08	36,87	5,83	15.42	163,00	349,00
2	40	294,70	46,30	7,32	15.71	204,00	431,00
3	40	344,27	42,65	6,74	12.39	286,00	450,00
4	40	398,90	38,93	6,15	9.76	317,00	475,00

¹ N – Número de animais por grupo; ² DP – Desvio padrão; ³ EPM – Erro padrão da média; ⁴ CV% – Coeficiente de variação

Figura 24 – Peso vivo de machos da raça Purunã de acordo com o tempo em confinamento (meses)

Tabela 28 – Ganho de peso, ganho médio diário de peso e ganho de peso proporcional de machos da raça Purunã de acordo com o tempo em confinamento (meses)

Grupo	N ¹	GP ²	GMDP ³	GP% ⁴
0	40	.	.	.
1	40	20.93	0.70	9.59
2	40	55.63	1.85	23.27
3	40	49.58	1.65	16.82
4	40	54.63	1.82	15.87

¹ N – Número de animais por grupo; ² GP – Ganho de peso médio dos animais entre mês atual e o anterior; ³ GMDP – Ganho médio diário de peso dos animais, correspondente ao ganho de peso do mês, dividido por 30 dias; ⁴ GP% – Ganho de peso médio proporcional ao peso do mês anterior

Os valores de ganho de peso médio mostrados na tabela 2 para os grupos 2, 3 e 4 explica-se por ganho compensatório, que refere-se ao fenômeno manifestado em mamíferos e aves, que após um período de restrição alimentar suficiente para deprimir o crescimento contínuo, ao acabar a injúria alimentar e reiniciar uma alimentação adequada, apresentam taxa de crescimento acima do normal, em animais da mesma idade e tamanho e em condições similares de ambiente de alguns animais que entraram (BOHMAN, 1955). Os animais que iniciaram o confinamento mais magros ganharam mais peso médio diário, elevando a média do grupo.

Segundo Kaneko (2008), as quantidades de colesterol presentes na circulação refletem o acetil-CoA disponível para a geração de energia, oriundo basicamente da ingestão de comida.

As concentrações médias do colesterol sérico encontraram-se significativamente menores nos animais a pasto e elevaram-se já no primeiro mês de confinamento se mantendo com valores entre 84,49 e 92,42 mg/dL (Tabela 29; Figura 25). Os maiores valores de colesterol séricos encontrados para os já confinados quando comparados ao G0 que estavam a pasto, possivelmente ocorreu devido as maiores quantidades de alimento ingerido, tendo em vista que o principal substrato para a formação do colesterol é a acetil-coenzima A (CoA), disponível em casos de ingestão de alimento, aumento de insulina, aumento da leptina (CHILLIARD et al., 2001; CHILLIARD; DELAVAUD; BONNET, 2005).

Mesmo que os valores do colesterol sérico aumentaram após a adaptação ao confinamento, eles encontravam-se menores que os valores encontrados em outros trabalhos (RENNÓ NETO 2004; SOUZA, 2005; POGLIANI; BIRGEL JUNIOR, 2007). Em um experimento realizado com controle de ingestão de matéria seca mostrou que apesar do consumo médio de matéria seca ser semelhante entre bovinos castrados e inteiros, a conversão alimentar e o ganho médio diário de peso são maiores para os animais inteiros (RESTLE et al., 2000a), o que sugere diferente comportamento metabólico para bovinos que apresentam ou não as gônadas (BRANDSTETTER et al., 1998), desta forma como os animais utilizados nesses experimento eram inteiros, e mesmo sendo submetidos a uma dieta rica em energia, não apresentaram valores tão elevados do colesterol sérico quando comparados a outros trabalhos, desta forma pela maior atividade metabólica em animais inteiros que estão em crescimento, é possível explicar esses valores.

Tabela 29 – Concentrações séricas de colesterol (mg/dL) de machos da raça Purunã de acordo com o tempo em confinamento (meses)

Grupo	N ¹	Média	DP ²	EPM ³	CV% ⁴	Mínimo	Máximo
0	40	66,84 ^a	16,85	2,66	25,209	35,60	103,40
1	40	88,59 ^b	17,06	2,70	19,257	48,50	120,90
2	40	84,49 ^b	21,99	3,48	26,027	44,60	129,60
3	40	92,42 ^b	20,15	3,19	21,803	56,40	142,30
4	40	90,68 ^b	20,93	3,31	23,081	51,00	131,30

Letras diferentes na mesma coluna indicam diferença estatística ($P < 0,05$)

¹ N – Número de animais por grupo; ² DP – Desvio padrão; ³ EPM – Erro padrão da média; ⁴ CV% – Coeficiente de variação

Figura 25 – Concentrações séricas de colesterol (mg/dL) de machos da raça Purunã de acordo com o tempo em confinamento (meses)

As concentrações de triglicérides (mg/dL) nos cinco grupos mantiveram valores entre 14,28 – 17,90. Esses valores mesmo sendo próximos apresentaram diferença significativa entre eles (Tabela 30; Figura 26).

O triacilglicerol circulante pode ser obtido tanto a nível intestinal, como no caso de bezerros “pré-ruminantes”, quanto hepático, como no caso de ruminantes adultos por meio do processamento dos ácidos graxos para formação dos complexos lipoproteicos (KANEKO, 2008).

Tabela 30 – Concentrações séricas de triglicérides (mg/dL) de machos da raça Purunã de acordo com o tempo em confinamento (meses)

Grupo	N ¹	Média	DP ²	EPM ³	CV% ⁴	Mínimo	Máximo
0	40	17,01 ^a	4,07	0,64	23,927	10,90	25,00
1	40	17,90 ^a	5,24	0,83	29,274	11,10	31,30
2	40	14,28 ^c	2,66	0,42	18,627	9,60	21,50
3	40	16,38 ^{ab}	3,84	0,61	23,443	10,90	30,20
4	40	15,27 ^{bc}	3,94	0,62	25,802	6,80	24,60

Letras diferentes na mesma coluna indicam diferença estatística ($P < 0,05$)

¹ N – Número de animais por grupo; ² DP – Desvio padrão; ³ EPM – Erro padrão da média; ⁴ CV% – Coeficiente de variação

Figura 26 – Concentrações séricas de triglicérides (mg/dL) de machos da raça Purunã de acordo com o tempo em confinamento (meses)

Observa-se uma estabilidade nos valores de triglicérides quanto a amplitude dos valores médios, contudo se observarmos os valores de ganho de peso médio diário, vemos que a variação dos triglicérides acompanha a variação de ganho de peso médio diário. Esses valores apresentaram uma correlação de - 0,90, mostrando que quando os triglicérides aumentaram os valores de ganho peso médio diário diminuíram (Figura 27). O valor do coeficiente de determinação - R^2 foi de 0,82. Dessa forma existe um equilíbrio entre a formação e utilização dessa fonte energética em bovinos jovens em confinamento.

Figura 27 – Gráfico de dispersão entre as médias valores de triglicérides (mg/dL) e os valores de ganho médio diário de peso (Kg)

Os valores de NEFA variaram entre 0,381 a 0,607 mmol por litro (Tabela 31; Figura 28). O grupo que apresentou os menores valores de NEFA foi o G0 que eram os animais que estavam a pasto. Após o início do confinamento os animais apresentaram valores médios de NEFA significativamente maiores.

Tabela 31 – Concentrações séricas de NEFA (mmol/L) de machos da raça Purunã de acordo com o tempo em confinamento (meses)

Grupo	N ¹	Média	DP ²	EPM ³	CV% ⁴	Mínimo	Máximo
0	40	0,381 ^a	0,106	0,017	27,82	0,141	0,571
1	40	0,510 ^b	0,176	0,028	34,51	0,214	0,969
2	40	0,590 ^c	0,175	0,028	29,66	0,289	0,938
3	40	0,506 ^b	0,196	0,031	38,74	0,164	0,973
4	40	0,607 ^c	0,239	0,038	39,37	0,127	1,263

Letras diferentes na mesma coluna indicam diferença estatística ($P < 0,05$)

¹ N – Número de animais por grupo; ² DP – Desvio padrão; ³ EPM – Erro padrão da média; ⁴ CV% – Coeficiente de variação

Os NEFA presentes na circulação são os ácidos graxos de cadeia longa liberados do tecido adiposo durante a lipólise, sendo a principal fonte de energia para o ruminante durante esse período. Esta concentração de NEFA, basicamente, reflete a magnitude da mobilização do tecido adiposo durante um período de balanço energético negativo (PULLEN et al., 1989). No entanto, também pode sinalizar a quantidade de NEFA que está sendo utilizada ou não para suprir as necessidades energéticas corpóreas. Destarte os valores do NEFA aumentarem quando temos animais ganhando peso e não estão necessitando fazer lipólise, mostra que os valores estão mais altos pelo não uso desta fonte energética.

Figura 28 – Concentrações séricas de NEFA (mmol/L) de machos da raça Purunã de acordo com o tempo em confinamento (meses)

O B-HBO pode ser formado tanto pelo processo de cetogênese alimentar, no caso de animais ruminantes plenos, como na cetogênese metabólica, o que ocorre em casos de balanço energético negativo (KANEKO, 2008). Nas duas situações, os corpos cetônicos formados servem como substrato energético para o tecido muscular e renal, principalmente em animais com o metabolismo mais acelerado, como neste caso de bovinos jovens em fase de crescimento e confinados. O aumento das concentrações deste metabólito coincide exatamente com o momento foram confinados, momento que estavam com maior de ingestão de alimento e produção de B-HBO pela via ruminal (Tabela 32; Figura 29).

Tabela 32 – Concentrações séricas de B-HBO (mmol/L) de machos da raça Purunã de acordo com o tempo em confinamento (meses)

Grupo	N ¹	Média	DP ²	EPM ³	CV% ⁴	Mínimo	Máximo
0	40	0,189 ^a	0,057	0,009	30,16	0,115	0,474
1	40	0,190 ^a	0,059	0,009	31,05	0,096	0,345
2	40	0,238 ^b	0,067	0,011	28,15	0,126	0,432
3	40	0,208 ^{ab}	0,079	0,012	37,98	0,094	0,382
4	40	0,228 ^b	0,086	0,014	37,72	0,097	0,381

Letras diferentes na mesma coluna indicam diferença estatística ($P < 0,05$)

¹ N – Número de animais por grupo; ² DP – Desvio padrão; ³ EPM – Erro padrão da média; ⁴ CV% – Coeficiente de variação

Os valores médios de B-HBO encontrados nesta pesquisa (0,189 a 0,238 mmol/L) foram semelhantes aos encontrados por alguns autores (SUCUPIRA, 2003; POGLIANI; BIRGEL JUNIOR, 2007), sendo estes menores aos encontrados por outros autores em vacas leiteiras (0,550 a 0,600 mmol/L) próximas ao parto e pico de lactação (SOUZA, 2005; SOUZA et al., 2010). Os valores de B-HBO no grupo 0 foram idênticos ao grupo 1, sendo que os valores médios somente elevaram-se após a fase de adaptação ruminal destes animais.

Figura 29 – Concentrações séricas de B-HBO (mmol/L) de machos da raça Purunã de acordo com o tempo em confinamento (meses)

Tabela 33 – Concentrações plasmáticas de glicose (mg/dL) de machos da raça Purunã de acordo com o tempo em confinamento (meses)

Grupo	N ¹	Média	DP ²	EPM ³	CV% ⁴	Mínimo	Máximo
0	40	81,78 ^a	16,06	2,54	19,64	64,30	143,50
1	40	74,05 ^b	10,69	1,69	14,44	51,90	107,20
2	40	78,02 ^{ab}	8,95	1,42	11,47	62,30	105,10
3	40	76,78 ^{ab}	9,76	1,54	12,71	58,50	105,80
4	40	76,01 ^b	14,59	2,31	19,19	54,90	128,20

Letras diferentes na mesma coluna indicam diferença estatística ($P < 0,05$)

1 N – Número de animais por grupo; 2 DP – Desvio padrão; 3 EPM – Erro padrão da média; 4 CV% – Coeficiente de variação

Figura 30 – Concentrações plasmáticas de glicose (mg/dL) de machos da raça Purunã de acordo com o tempo em confinamento (meses)

Os valores médios da concentração plasmática de glicose ficaram entre 81,78 e 74,05 mg/dL e mesmo havendo diferença significativa os valores permaneceram com uma pequena amplitude de variação (Tabela 33; Figura 30). Valores semelhantes aos encontrados nesta pesquisa foram descritos por Sucupira (2003), que também trabalharam com animais de corte.

A glicose circulante é basicamente aquela oriunda da alimentação, mas, em animais ruminantes, sua absorção vai depender do grau de maturidade do rúmen. Em animais mais novos, a glicose ainda pode ser oriunda da simples absorção intestinal, em contrapartida, ruminantes plenos têm suas fontes de glicose restritas à conversão de propionato a nível hepático (KANEKO, 2008).

A ureia é uma pequena molécula hidrossolúvel sintetizada no fígado a partir de bicarbonato e amônia no ciclo de Krebs-Henseleit (ciclo da ureia). A ureia é a principal forma na qual o nitrogênio é eliminado em mamíferos. Outra fonte importante de amônio é o catabolismo dos aminoácidos. As proteínas são uma importante fonte de amônio para a síntese de ureia. Intensa reciclagem da ureia ocorre em ruminantes por transferência para o trato gastrointestinal e para a saliva (KANEKO, 2008).

A amônia não utilizada pelos microrganismos ruminais é absorvida pela parede do rúmen (NOLAN, 1993) e vai para o fígado pela circulação sanguínea, sendo utilizada no ciclo da ureia (VISEK, 1979).

Os valores de ureia encontrados estão entre 12, 54 e 22,98 mg/dL (Tabela 34; Figura 31), estes valores são inferiores aos encontrados por Barros Filho (1995) para bovinos nelore.

Tabela 34 – Concentrações séricas de ureia (mg/dL) de machos da raça Purunã de acordo com o tempo em confinamento (meses)

Grupo	N ¹	Média	DP ²	EPM ³	CV% ⁴	Mínimo	Máximo
0	40	22,98 ^a	5,95	0,94	25,89	12,60	37,20
1	40	13,48 ^b	6,40	1,01	47,47	3,40	27,90
2	40	17,65 ^c	7,49	1,18	42,43	6,60	39,80
3	40	12,54 ^b	3,65	0,58	29,10	7,50	24,70
4	40	14,89 ^b	3,91	0,62	26,25	5,60	22,50

Letras diferentes na mesma coluna indicam diferença estatística ($P < 0,05$)

1 N – Número de animais por grupo; 2 DP – Desvio padrão; 3 EPM – Erro padrão da média; 4 CV% – Coeficiente de variação

Figura 31 – Concentrações séricas de ureia (mg/dL) de machos da raça Purunã de acordo com o tempo em confinamento (meses)

Segundo Valadares et al. (1997) a concentração plasmática de ureia é diretamente relacionada a quantidade de compostos nitrogenados na dieta, e com esta afirmação teríamos que ter uma concentração maior de ureia nos grupos 1, 2, 3 e 4 que no grupo 0, pois estes estavam em pastagens de *Hemarthria altissima* cv. Flórida em junho, período em que esta pastagem na região está com baixo teor de proteína, porém a formação de ureia é feita pela absorção de amônia não aproveitada pelos microrganismos (NOLAN, 1993), contudo se tivermos uma concentração adequada de energia e proteína, o crescimento microbiano será maximizado (RUSSEL, 1991), desta forma a ureia alta encontrada no grupo 0 deve-se a catabolismo proteico, pois estes animais estavam magros, e os valores mais baixos

estatisticamente encontrados nos demais grupos, reflete um equilíbrio ruminal e menor absorção de amônia.

A creatinina é uma pequena molécula produzida por degradação da creatina e a creatina-fosfato, uma molécula de armazenamento de energia principalmente presente nos músculos esqueléticos. A creatina é sintetizada a partir dos aminoácidos glicina, arginina e da metionina, o passo final ocorrendo no fígado. Em seguida, é capturada pelos músculos, onde é reversivelmente fosforilada pela creatina-quinase (CK) em creatina-fosfato. A musculatura esquelética contém cerca de 95% da creatina total do corpo e grande parte da creatina-fosfato (KANEKO, 2008).

Os resultados encontrados para creatinina foram crescentes (Tabela 35; Figura 32). Quando presente em quantidades acima dos limites fisiológicos, a creatinina é rapidamente removida do plasma pela urina (KANEKO, 2008). Segundo Rennó et al. (2000), a quantidade de creatinina excretada na urina em novilhos é proporcional ao peso corporal. Neste experimento observamos que a quantidade de creatinina sérica é proporcional ao peso corporal.

Tabela 35 – Concentrações séricas de creatinina (mg/dL) de machos da raça Purunã de acordo com o tempo em confinamento (meses)

Grupo	N ¹	Média	DP ²	EPM ³	CV% ⁴	Mínimo	Máximo
0	40	1,07 ^a	0,15	0,02	14,01	0,82	1,48
1	40	1,19 ^b	0,20	0,03	16,80	0,88	1,67
2	40	1,19 ^b	0,19	0,03	15,96	0,83	1,64
3	40	1,29 ^c	0,18	0,03	13,95	0,93	1,77
4	40	1,34 ^c	0,21	0,03	15,67	0,96	1,91

Letras diferentes na mesma coluna indicam diferença estatística ($P < 0,05$)

1 N – Número de animais por grupo; 2 DP – Desvio padrão; 3 EPM – Erro padrão da média; 4 CV% – Coeficiente de variação

Figura 32 – Concentrações séricas de creatinina (mg/dL) de machos da raça Purunã de acordo com o tempo em confinamento (meses)

Os valores de proteína neste trabalho não diferiram significativamente em nenhum momento (Tabela 36; Figura 33). A proteína é composta por muitas moléculas de diferentes proteínas. As proteínas são multifuncionais no plasma e têm diversas funções (KANEKO, 2008). Os resultados da proteína mostram que mesmo em diferentes fases de engorda (grupos 1, 2, 3 e 4) ou a pasto (grupo 0), os valores em animais sadios se mantêm dada as importantes funções exercidas. Os valores mais altos encontrados na ureia do grupo 0, reforçam que existe degradação muscular para manter níveis adequados de proteína sérica, já que além da amônia absorvida pelas paredes do rúmen, uma das principais fontes deste composto nitrogenado utilizado para a formação da ureia no fígado é o catabolismo dos aminoácidos, abundantemente presentes na musculatura esquelética (KANEKO, 2008).

Tabela 36 – Concentrações séricas de proteína (g/dL) de machos da raça Purunã de acordo com o tempo em confinamento (meses)

Grupo	N ¹	Média	DP ²	EPM ³	CV% ⁴	Mínimo	Máximo
0	40	6,47 ^a	0,37	0,06	5,72	5,60	7,50
1	40	6,58 ^a	0,34	0,05	5,17	5,80	7,40
2	40	6,46 ^a	0,35	0,06	5,42	5,60	7,60
3	40	6,58 ^a	0,32	0,05	4,86	6,10	7,20
4	40	6,48 ^a	0,40	0,06	6,17	5,70	7,40

Letras diferentes na mesma coluna indicam diferença estatística ($P < 0,05$)

1 N – Número de animais por grupo; 2 DP – Desvio padrão; 3 EPM – Erro padrão da média; 4 CV% – Coeficiente de variação

Mesmo os animais do grupo 0 estando em condições de baixa ingestão de proteína pela fase que as pastagens que estes estavam no momento, estes não apresentaram hipoproteïnemia. Os resultados corroboram com outros autores que avaliaram a concentração sérica de proteína (BARROS FILHO, 1995; SOUZA, 1997; SOUZA et al., 2004).

Figura 33 – Concentrações séricas de proteína (g/dL) de machos da raça Purunã de acordo com o tempo em confinamento (meses)

Tabela 37 – Concentrações séricas de albumina (g/dL) de machos da raça Purunã de acordo com o tempo em confinamento (meses)

Grupo	N ¹	Média	DP ²	EPM ³	CV% ⁴	Mínimo	Máximo
0	40	3,13 ^a	0,15	0,02	4,79	2,70	3,40
1	40	3,16 ^{ab}	0,19	0,03	6,01	2,60	3,50
2	40	3,23 ^{bc}	0,17	0,03	5,26	2,60	3,50
3	40	3,26 ^c	0,20	0,03	6,13	2,70	3,60
4	40	3,27 ^c	0,22	0,03	6,73	2,70	3,70

Letras diferentes na mesma coluna indicam diferença estatística ($P < 0,05$)

1 N – Número de animais por grupo; 2 DP – Desvio padrão; 3 EPM – Erro padrão da média; 4 CV% – Coeficiente de variação

A albumina sérica apresentou um aumento crescente até o final do confinamento (Tabela 37; Figura 34). Mesmo ocorrendo um aumento significativo, os valores apresentaram-se dentro da normalidade e os resultados corroboram com outros autores (BARROS FILHO, 1995; SOUZA, 1997). A concentração de albumina no plasma é determinada pela taxa de

síntese hepática que, normalmente, está em equilíbrio com a degradação (KANEKO 2008), assim mesmo com uma dieta melhor os níveis dessa proteína se mantém. O nível de albumina pode indicar o conteúdo de proteína na dieta, muito embora as mudanças ocorram lentamente. Para detecção de mudanças significativas na concentração de albumina sérica é necessário um período de pelo menos um mês, devido a baixa velocidade de síntese e degradação; Níveis de albumina diminuídos juntamente com diminuição dos níveis de ureia indicam deficiência proteica (GONZALES; SCHEFFER, 2003)

Figura 34 – Concentrações séricas de albumina (g/dL) de machos da raça Purunã de acordo com o tempo em confinamento (meses)

A atividade da aspartato amino transferase (AST) é relativamente elevada, com atividade no fígado, músculo esquelético e cardíaco (KANEKO, 2008).

Neste trabalho os valores da AST tiveram aumento nos seus valores séricos conforme os meses em confinamento aumentavam (Tabela 38; Figura 35). Foram encontrados valores mais baixos nos animais a pasto (G0) que em animais já em confinamento. Os valores do grupo 0 e 1 são similares aos encontrados por Barros Filho (1995) em Nelore, Souza (1997) em vacas Holandesas e Gir, Tabeleão et al. (2007) em bovinos de corte mestiços e Gregory et al. 1999 em vacas Jersey, já os valores dos grupos 2 e 3 são similares aos encontrados por Souza et al. (2004) em vacas Jersey.

Tabela 38 – Concentrações plasmáticas de AST (U/L) de machos da raça Purunã de acordo com o tempo em confinamento (meses)

Grupo	N ¹	Média	DP ²	EPM ³	CV% ⁴	Mínimo	Máximo
0	40	34,70 ^a	5,53	0,87	15,94	23,00	47,80
1	40	36,58 ^a	6,28	0,99	17,17	26,70	54,30
2	40	42,91 ^b	7,59	1,20	17,69	30,90	60,00
3	40	42,57 ^b	7,09	1,12	16,65	32,10	64,00
4	40	55,34 ^c	12,31	1,95	22,24	35,90	88,30

Letras diferentes na mesma coluna indicam diferença estatística ($P < 0,05$)

1 N – Número de animais por grupo; 2 DP – Desvio padrão; 3 EPM – Erro padrão da média; 4 CV% – Coeficiente de variação

A média mais alta para a concentração sérica de AST no grupo 4, pode ser relacionada a lesão muscular no final do confinamento, pois os valores de CK que serão discutidos abaixo, estão também elevados nesse grupo, e como os valores de GGT estão normais, descarta-se aumento da atividade hepática.

Figura 35 – Concentrações plasmáticas de AST (U/L) de machos da raça Purunã de acordo com o tempo em confinamento (meses)

Os valores médios séricos de GGT foram baixos e com pouca amplitude de variação nas médias (Tabela 39; Figura 36), contudo foram os resultados que mais tiveram variação entre mínimo e máximo, tendo coeficiente de variação entre 82,82 e 117,38%. Barros Filho (1995) em Nelore, Gregory et al. 1999 em vacas Jersey, Birgel Junior et al. (2003) em vacas Holandesas, Souza et al. (2004) em vacas Holandesas e Jersey e Souza et al. (2008) em vacas Holandesas, também encontraram valores com alta variação, sendo que em nenhum destes

estudos se tem valores semelhantes aos encontrados nesse trabalho. Somente Souza (1997) em vacas Holandesas e Gir encontrou valores médios com pouca variação.

Tabela 39 – Concentrações séricas de GGT (U/L) de machos da raça Purunã de acordo com o tempo em confinamento (meses)

Grupo	N ¹	Média	DP ²	EPM ³	CV% ⁴	Mínimo	Máximo
0	40	4,02 ^{ab}	3,37	0,53	83,83	0	10,80
1	40	5,18 ^b	4,29	0,68	82,82	0	14,30
2	40	4,56 ^{ab}	3,82	0,60	83,77	0	15,90
3	40	4,43 ^{ab}	4,24	0,67	95,71	0	11,90
4	40	3,28 ^a	3,85	0,61	117,38	0	14,00

Letras diferentes na mesma coluna indicam diferença estatística ($P < 0,05$)

1 N – Número de animais por grupo; 2 DP – Desvio padrão; 3 EPM – Erro padrão da média; 4 CV% – Coeficiente de variação

Figura 36 – Concentrações séricas de GGT (U/L) de machos da raça Purunã de acordo com o tempo em confinamento (meses)

Os bovinos têm um aumento na atividade sérica de CK em vários tipos de lesões musculares e doenças, podendo estar associada a decúbito prolongado ou necrose muscular por pressão. A mensuração da CK tem a vantagem sobre a aspartato aminotransferase por ser específica para lesões musculares, não sendo afetada por uma lesão hepatocelular (KANEKO, 2008).

Os valores encontrados nesse trabalho são altos (Tabela 40; Figura 37) e sugerem que os animais no confinamento estavam com lesões musculares. Takeuti et al. (2011)

encontraram valores menores que os dos grupos 2, 3 e 4 em bovinos intoxicados por *Senna occidentalis* e que apresentavam lesão muscular.

As lesões podem ser causadas pelo tempo excessivo em decúbito e pela restrição de espaço que se tinha no confinamento, contudo esses animais não apresentavam alterações visíveis.

Tabela 40 – Concentrações séricas de CK (U/L) de machos da raça Purunã de acordo com o tempo em confinamento (meses)

Grupo	N ¹	Média	DP ²	EPM ³	CV% ⁴	Mínimo	Máximo
0	40	60,25 ^a	30,81	4,87	51,14	25,60	167,00
1	40	128,02 ^a	153,45	24,26	119,86	19,20	872,50
2	40	361,23 ^b	372,36	58,88	103,08	57,30	1918,00
3	40	332,37 ^b	293,79	46,45	88,39	64,90	1617,00
4	40	730,64 ^c	540,51	85,46	73,98	175,70	2466,00

Letras diferentes na mesma coluna indicam diferença estatística ($P < 0,05$)

1 N – Número de animais por grupo; 2 DP – Desvio padrão; 3 EPM – Erro padrão da média; 4 CV% – Coeficiente de variação

Figura 37 – Concentrações séricas de CK (U/L) de machos da raça Purunã de acordo com o tempo em confinamento (meses)

Todos os teores séricos analisados neste trabalho foram correlacionados com os ganhos de peso médio diário durante o confinamento e ao final do confinamento e nenhum deles teve uma correlação alta, fato este que pode ser atribuído a exclusão dos animais que

não acompanhavam o desenvolvimento dos demais. Outros estudos podem ser conduzidos para avaliar uma possível correlação, contudo, será necessário manter os animais que tenham ganhos menores.

5.3 CONCLUSÃO

A alimentação em bovinos altera os valores bioquímicos do perfil energético, pois os animais no momento 0 que estavam a pasto, tiveram valores diferentes dos demais que já estavam confinados.

No proteinograma não foi observado alterações em nenhum dos momentos observados.

Os animais confinados tiveram valores de ureia pouco menor que os animais a pasto, mesmo com uma dieta mais proteica.

No último mês de confinamento os valores de CK e AST se elevaram sugerindo lesão muscular.

O manejo de confinamento não alterou os valores de GGT.

Os resultados encontrados servem como valor de referência para animais cruzados em confinamento.

CAPÍTULO 4 - INFLUENCIA DA CASTRAÇÃO NO METABOLISMO DE BOVINOS DA RAÇA PURUNÃ

7 INTRODUÇÃO

A castração de bovinos é uma prática comum nas fazendas de gado de corte no estado do Paraná, e esta prática de manejo ocorre, pois, animais castrados tem maior deposição de gordura que animais inteiros (MOLETTA, 2011). Contudo, o animal mantido inteiro possui maior ganho médio diário de peso, e esta diferença é explicada pela supressão, após a castração, dos hormônios esteróides, os quais exercem função importante no crescimento dos animais (PÁDUA et al., 2004). Esta característica de carcaça com maior acúmulo de gordura é também descrita por outros autores para ruminantes castrados quando comparados a animais mantidos inteiros (MORGAN et al., 1993; ARNOLD et al., 1997; BRANDSTETTER et al., 1998; HOCQUETTE et al., 1998; RESTLE et al., 2000a,b; KUSS et al., 2009).

A prática do manejo de castração se justifica, pois segundo Almeida et al. (2010), a terminação de bovinos de corte no Brasil, ainda é predominantemente realizada em pastagens, equivalendo a aproximadamente 93% do total produzido. Desta forma, aproximadamente 3 milhões de cabeças dos 45 milhões de animais abatidos anualmente são terminados em confinamento, por isso como terminar uma carcaça com adequada cobertura de gordura sem uso de concentrados é mais difícil, a técnica da castração se fixou na pecuária de corte.

Como ocorre diferença nos ganhos de peso diários, na deposição de gordura da carcaça e na conversão de matéria seca (MOLETTA, 2011), isso sugere que ocorram alterações bioquímicas entre animais inteiros e castrados, pois existe diferente comportamento metabólico para bovinos que apresentam ou não as gônadas, mesmo diante de mesmas condições nutricionais (BRANDSTETTER et al., 1998).

Este capítulo teve como objetivo determinar as influências da castração no metabolismo lipídico, glicemia, proteinograma e funções hepática e renal – colesterol, triglicérides, B-HBO e NEFA séricos, glicose plasmática, e proteína total, albumina, GGT, AST, CK, ureia e creatinina séricas – de bovinos machos da raça Purunã.

7.1 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em janeiro de 2010, nas instalações da Estação Experimental Fazenda Modelo, do Instituto Agronômico do Paraná – IAPAR, no município de Ponta Grossa, Paraná, localizado a uma altitude de 868,5 m, tendo como coordenadas geográficas, 25°05'38" de latitude Sul e 50°09'30" de longitude Oeste.

Para realização do experimento foram utilizados 70 machos da raça Purunã entre 14 e 16 meses de idade, orquiequitomizados (castrados) aos 3 meses de vida ou não (inteiros). Os animais foram dispostos em dois grupos, como exposto no quadro 5. Todos os animais foram mantidos em pastagens de *Hemarthria altissima* cv. Flórida e livre acesso a sal mineral.

Os animais utilizados na realização deste projeto de pesquisa foram escolhidos de acordo com as necessidades para a formação dos grupos experimentais, sendo que previamente a colheita, os animais foram submetidos a uma avaliação clínica, quando foram excluídos da pesquisa aqueles considerados doentes. Após esta seleção, as amostras de sangue foram colhidas através da punção da veia jugular externa, utilizando-se o Sistema Vacutainer®.

Quadro 5 - Constituição dos grupos experimentais para estabelecer os valores de referência e avaliar a influência da castração sobre o perfil bioquímico de bovinos machos da raça Purunã

Grupos	Descrição do grupo experimental	Amostras Colhidas
Castrados	Machos castrados, com idade entre 14 e 16 meses	35
Inteiros	Machos inteiros, com idade entre 14 e 16 meses	35

As amostras para avaliação do colesterol, triglicérides, ácidos graxos não esterificados (NEFA), β -hidroxibutirato (B-HBO), ureia, creatinina, proteína total, albumina, aspartato-aminotransferase (AST), gama glutamil transferase (GGT) e creatina quinase (CK) foram colhidas em tubos de vidro siliconados de 9 mL sem anti-coagulantes, e mantidas em temperatura ambiente para facilitar a retração do coágulo. As amostras para a determinação dos teores plasmáticos de glicose foram colhidas em tubos de vidro siliconados de 4 mL contendo fluoreto de sódio e mantidas refrigeradas durante o transporte.

No laboratório as amostras foram centrifugadas com força real de centrifugação igual a 2200 rpm, durante 15 minutos, para a ocorrência da sinérese do coágulo ou sedimentação dos elementos figurados do sangue, sendo, a seguir, o soro e o plasma sanguíneos separados por aspiração em duas alíquotas cada, totalizando quatro alíquotas de tubos tipo Eppendorf por animal. As amostras foram conservadas em freezer a menos 20°C até a realização das provas.

As amostras sanguíneas de todos os animais foram submetidas às técnicas para determinação dos teores séricos de colesterol, triglicérides, ácidos graxos não esterificados (NEFA), β -hidroxibutirato (B-HBO), ureia, creatinina, proteína total, albumina, aspartato-aminotransferase (AST), gama glutamil transferase (GGT) e creatina quinase (CK), e plasmáticos de glicose.

Os valores da média aritmética, desvio padrão, erro padrão da média, coeficiente de variação e valores mínimo e máximo foram calculados utilizando o procedimento *Means* do SAS versão 9.2 (SAS/STAT, SAS Institute Inc., Cary, NC).

Os testes de normalidade dos resíduos e homogeneidade das variâncias foram realizados utilizando o Procedimento Univariate do SAS. Dados que não preencheram os pressupostos para a análise de variância (ANOVA) foram transformadas em conformidade. Os dados foram analisados por ANOVA, usando o procedimento *GLM* do SAS. A comparação entre as médias dos grupos foi realizada por meio do teste t (student) do SAS, onde consideramos diferença para $P \leq 0,05$ (confiança $\geq 95\%$).

7.2 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As concentrações de colesterol sérico se mantiveram entre médias de 100 e 140 mg/dL em machos da raça Purunã, inteiros ou castrados. Além disso, foi possível observar maiores concentrações deste metabólito para animais castrados (Tabela 41; Figura 38).

Tabela 41 – Concentrações séricas de colesterol (mg/dL) de machos da raça Purunã castrados ou inteiros

Grupo	N ¹	Média	DP ²	EPM ³	CV% ⁴	Mínimo	Máximo
Castrados	35	136,05 ^a	20,21	3,98	14,85	100,20	176,10
Inteiros	35	100,11 ^b	26,52	3,98	26,49	11,70	143,80

Letras diferentes na mesma coluna indicam diferença estatística ($P < 0,05$)

¹ N – Número de animais por grupo; ² DP – Desvio padrão; ³ EPM – Erro padrão da média; ⁴ CV% – Coeficiente de variação

Figura 38 – Concentrações séricas de colesterol (mg/dL) de machos da raça Purunã castrados ou inteiros

As quantidades de colesterol presentes na circulação refletem o acetil-CoA disponível para a geração de energia, oriundo basicamente da ingestão de comida (KANEKO, 2008). Em casos de ingestão de alimento, aumento de insulina e aumento da leptina (CHILLIARD et al., 2001; CHILLIARD; DELAVAL; BONNET, 2005), assim como no caso da formação dos ácidos graxos de cadeia longa para composição do tecido adiposo, a produção do colesterol também é estimulada.

Em se tratando de ingestão de alimento, tanto os animais castrados quanto os inteiros desta pesquisa foram criados sob semelhante condição nutricional, ou seja, com a mesma disponibilidade quantitativa e qualitativa de comida, pois ambos os grupos encontravam-se nas mesmas pastagens de *Hemarthria altissima* cv. Flórida. Experimento realizado com controle de ingestão de matéria seca mostrou que apesar do consumo médio de matéria seca ser semelhante entre bovinos castrados e inteiros, a conversão alimentar e o ganho médio diário de peso foram superiores para os animais inteiros (MORGAN et al., 1993; RESTLE et al., 2000a), o que sugere diferente comportamento metabólico para bovinos que apresentam

ou não as gônadas, mesmo diante de mesmas condições nutricionais (BRANDSTETTER et al., 1998).

O maior ganho de peso constatado para ruminantes com concentrações circulantes de testosterona mantidas pode ser atribuído às maiores taxas de transcrição das proteínas musculares ou devido as menores taxas de degradação do RNA muscular (ARNOLD et al., 1997), bem como maiores taxas de degradação proteica para os animais castrados (MORGAN et al., 1993).

Comportamento semelhante ao descrito nesta pesquisa também foi observado em experimento comparando a ingestão de matéria seca, ganho médio diário de peso e concentrações circulantes de leptina, insulina, colesterol e triglicérides de bovinos fêmeas e machos inteiros (BAN TOKUDA et al., 2007). Sob mesmas condições nutricionais, ingestão de alimento e ganho médio diário de peso, as fêmeas apresentaram maiores concentrações de leptina, insulina e colesterol em relação aos machos inteiros, o que foi atribuído as diferentes quantidades acumuladas de gordura visceral e na carcaça destas fêmeas. Esta característica de carcaça com maior acúmulo de gordura é também descrita para ruminantes castrados quando comparados a animais mantidos inteiros (MORGAN et al., 1993; ARNOLD et al., 1997; BRANDSTETTER et al., 1998; HOCQUETTE et al., 1998; RESTLE et al., 2000a,b; KUSS et al., 2009).

Em discussão, Ban Tokuda et al. (2007) lançam a hipótese de que o maior acúmulo de gordura em fêmeas geraria maiores concentrações circulantes de insulina, o que desencadearia maior síntese e produção de colesterol à nível hepático, supostamente semelhante aos machos castrados desta pesquisa. A insulina é um hormônio lipogênico que interfere diretamente no controle das enzimas hepáticas responsáveis pela liberação da produção de colesterol (principalmente a 3-hidroxi-3metilglutaril CoA redutase – HMG-CoA redutase) (KANEKO, 2008). Em situações de maior produção de insulina, como as encontradas em animais com grandes quantidades de deposição de gordura (fêmeas ou animais castrados), ou em casos de obesidade e resistência à insulina, as concentrações de colesterol estarão aumentadas (HOCQUETTE et al., 1998; BAN TOKUDA et al., 2007).

As concentrações de colesterol em torno de 100 e 140 mg/dL encontradas nesta pesquisa se mantiveram semelhantes as de todas as pesquisas compiladas na literatura nacional (COSTA, 1991; MANCIO, 1994; OLIVEIRA, 1995; BORGES et al., 2001; RENNÓ NETO, 2004; SOUZA, 2005; POGLIANI E BIRGEL JUNIOR, 2007; SOUZA et al., 2010).

As concentrações séricas de triglicérides encontradas se mantiveram em torno de 23 a 24 mg/dL. Não foram observadas diferenças deste metabólito entre os machos castrados ou inteiros (Tabela 42; Figura 39).

Tabela 42 – Concentrações séricas de triglicérides (mg/dL) de machos da raça Purunã castrados ou inteiros

Grupo	N ¹	Média	DP ²	EPM ³	CV% ⁴	Mínimo	Máximo
Castrados	35	23,81 ^a	7,07	1,43	29,69	10,70	37,30
Inteiros	35	23,46 ^a	9,68	1,43	41,26	10,30	49,00

Letras diferentes na mesma coluna indicam diferença estatística ($P < 0,05$)

¹ N – Número de animais por grupo; ² DP – Desvio padrão; ³ EPM – Erro padrão da média; ⁴ CV% – Coeficiente de variação

Figura 39 – Concentrações séricas de triglicérides (mg/dL) de machos da raça Purunã castrados ou inteiros

Triglicérides disponíveis na circulação sanguínea são aqueles formados por moléculas de gordura no intestino, na forma de quilomícrons, como também aqueles reesterificados no fígado, por meio de uma molécula de glicerol mais ácidos graxos de cadeia longa (entre estes o NEFA liberado após lipólise), que são carregados por lipoproteínas na forma de VLDL (KANEKO, 2008).

No entanto, diferentemente de alguns mamíferos que apresentam maior proporção de lipoproteínas ricas em triglicérides, os ruminantes mantém maior proporção de lipoproteínas carregadoras ricas em colesterol, o que demonstra a menor importância dos triglicérides para suprir as demandas energéticas da musculatura esquelética em relação a outras fontes de energia, como os ácidos graxos livres (principalmente acetato) e ácidos graxos de cadeia

longa (principalmente NEFA) (HOCQUETTE et al., 1998). Os mesmo autores também descrevem importância secundária para a glicose para os corpos cetônicos circulantes como fonte energética da musculatura esquelética de ruminantes.

As quantidades de triglicérides observadas se mantiveram semelhantes às observadas nas referências utilizadas como valores de referência para bovinos (COSTA, 1991; RENNÓ NETO, 2004; SOUZA, 2005; POGLIANI E BIRGEL JUNIOR, 2007; SOUZA et al., 2010).

As concentrações séricas de NEFA encontradas em machos da raça Purunã se mantiveram entre médias de 150 e 400 mmol/L. Foi observada diferença entre as quantidades deste metabólito nos machos desta raça, onde os animais castrados mantiveram maiores concentrações de NEFA circulantes (Tabela 43; Figura 40).

Tabela 43 – Concentrações séricas de NEFA (mmol/L) de machos da raça Purunã castrados ou inteiros

Grupo	N ¹	Média	DP ²	EPM ³	CV% ⁴	Mínimo	Máximo
Castrados	35	0,367 ^a	0,220	0,028	59,95	0,083	0,779
Inteiros	35	0,169 ^b	0,097	0,028	57,40	0,091	0.602

Letras diferentes na mesma coluna indicam diferença estatística ($P < 0,05$)

1 N – Número de animais por grupo; 2 DP – Desvio padrão; 3 EPM – Erro padrão da média; 4 CV% – Coeficiente de variação

Figura 40 – Concentrações séricas de NEFA (mmol/L) de machos da raça Purunã castrados ou inteiros

Os NEFA presentes na circulação são os ácidos graxos de cadeia longa liberados do tecido adiposo durante a lipólise, sendo uma das principais fontes de energia para o ruminante

durante períodos de escassez energética (KANEKO, 2008). A concentração de NEFA basicamente reflete a magnitude da mobilização do tecido adiposo durante um período de balanço energético negativo (PULLEN et al., 1989). No entanto, quando dentro dos limites fisiológicos, também pode sinalizar a quantidade de NEFA que está deixando de ser utilizada para suprir as necessidades energéticas corpóreas.

Após os triglicérides carregados por lipoproteínas (quilomícrons e VLDL) sofrerem ação da enzima lipoproteína lipase (LPL), presente na superfície dos tecidos corpóreos, os NEFA remanescentes se ligam às albuminas circulantes, podendo ou não ser aproveitados pelas células musculares como fonte energética. O que determina a utilização dos NEFA como substrato é o balanço energético, geralmente regido pelas concentrações circulantes de insulina (HOCQUETTE et al., 1998).

Quando as concentrações de insulina estão baixas, o NEFA circulante ligado às albuminas é capturado pelas proteínas musculares ligadoras de ácidos graxos (*muscle-type fatty acid binding proteins* - FABP), que passa para um reservatório (*pool*) de ácidos graxos no citoplasma dos miócitos (HOCQUETTE et al., 1998). A oxidação dos NEFA nas mitocôndrias para formar acetil-CoA acontece somente na presença da enzima carnitina aciltransferase I (CAT I). Nessas condições, a CAT I catalisa a entrada do NEFA na mitocôndria, no entanto, essa enzima pode ser inativada pelo metilmalonil-CoA, um metabólito do propionato que está presente somente durante a lipogênese, ou seja, maiores concentrações de insulina (KANEKO, 2008).

Além disso, Hocquette et al. (1998) acrescentam que, quando em repouso, o tecido muscular esquelético utiliza a glicose como sua maior fonte de substrato energético. No entanto, quando sai do repouso, o tecido muscular pode utilizar os NEFA em mais de 50% das suas atividades totais de oxidação aeróbica. Esta atividade pode ser mensurada por enzimas que indicam que tipo de atividade metabólica o tecido preconiza para geração de energia: metabolismo glicolítico pela utilização de substratos da glicose (lactato desidrogenase - LDH) ou metabolismo oxidativo por meio da utilização de ácidos graxos como ácidos graxos livres, triglicérides, corpos cetônicos e ácidos graxos de cadeia longa, principalmente os NEFA (isocitrato desidrogenase - ICDH).

Em experimento realizado com bovinos inteiros, Jurie et al. (1995) demonstraram que a expressão muscular da enzima ICDH cresce fisiologicamente a partir dos 12 a 16 meses de idade. Em contrapartida, foi demonstrada diferença na expressão de ICDH no tecido muscular de bovinos com 16 meses, quando foram ou não castrados aos 2 meses de idade

(BRANDSTETTER et al., 1998). Observou-se que quando os animais castrados atingiam os 16 meses, expressavam menor metabolismo oxidativo na musculatura esquelética (menor atividade da ICDH) quando comparados aos bovinos mantidos inteiros.

Diante das semelhantes condições nutricionais a que os bovinos desta pesquisa foram expostos, tanto os animais castrados quanto os inteiros criados sob pastejo contínuo, e levando em consideração as diferenças metabólicas apresentadas, parece que os animais castrados apresentaram perfil energético mais próximo a condição de maiores quantidades de insulina circulantes, diferentemente dos animais mantidos inteiros, que demonstraram atividade metabólica semelhante a descrita para condições de menor concentração de insulina e, como consequência, maior utilização de ácidos graxos como fonte energética.

As quantidades de NEFA encontradas nos animais desta pesquisa foram semelhantes à maioria dos trabalhos encontrados na literatura (COSTA, 1991; SUCUPIRA, 2003; RENNÓ NETO, 2004; SOUZA, 2005; POGLIANI; BIRGEL JUNIOR, 2007). Sendo, no entanto, inferiores as concentrações de NEFA descritas por Souza et al. (2010), que citaram média de $720,68 \pm 411,48$ mmol/L para vacas Holandesas durante diversos momentos do parto.

Os valores médios de B-HBO foram similares entre os animais castrados e inteiros (Tabela 44; Figura 41). Os valores médios de B-HBO encontrados nesta pesquisa (0,340 e 0,386 mmol/L) foram um pouco menores aos encontrados por alguns autores (SUCUPIRA, 2003; POGLIANI; BIRGEL JUNIOR, 2007), sendo estes menores aos encontrados por outros autores em vacas leiteiras (0,550 a 0,600 mmol/L) próximas ao parto e pico de lactação (SOUZA, 2005; SOUZA et al., 2010).

Tabela 44 – Concentrações séricas de B-HBO (mmol/L) de machos da raça Purunã castrados ou inteiros

Grupo	N ¹	Média	DP ²	EPM ³	CV% ⁴	Mínimo	Máximo
Castrados	35	0,340 ^a	0,121	0,018	35,59	0,151	0,629
Inteiros	35	0,386 ^a	0,095	0,018	24,61	0,210	0,574

Letras diferentes na mesma coluna indicam diferença estatística ($P < 0,05$)

¹ N – Número de animais por grupo; ² DP – Desvio padrão; ³ EPM – Erro padrão da média; ⁴ CV% – Coeficiente de variação

Figura 41 – Concentrações séricas de B-HBO (mmol/L) de machos da raça Purunã castrados ou inteiros

O butirato, ácido graxo volátil (AGV) produzido no rúmen, é convertido no epitélio ruminal no corpo cetônico beta-hidroxibutirato (B-HBO). Quando esse AGV adentra a corrente sanguínea, pode ser utilizado como energia ou fonte de AGCL (KANEKO, 2008). Normalmente, o B-HBO plasmático provém da fermentação ruminal (MARUTA, 2005) uma vez que os ruminantes diferem, entre outros aspectos, dos demais monogástricos à medida que grandes quantidades de corpos cetônicos alimentares são liberadas na veia porta.

Como o B-HBO em ruminantes é basicamente proveniente da fermentação ruminal, e os animais estavam em mesmo manejo nutricional, os valores não sofreram alteração, desta forma a influência do fator sexual não altera este metabólito.

Os valores séricos médios de glicose não diferiram significativamente entre os grupos castrados e inteiros. Os valores médios de glicose ficaram em 66,90 e 63,88 mg/dL para castrados e inteiros respectivamente (Tabela 45; Figura 42).

Tabela 45 – Concentrações plasmáticas de glicose (mg/dL) de machos da raça Purunã castrados ou inteiros

Grupo	N ¹	Média	DP ²	EPM ³	CV% ⁴	Mínimo	Máximo
Castrados	35	66,90 ^a	8,01	1,11	11,97	42,20	87,60
Inteiros	35	63,88 ^a	4,85	1,11	7,59	51,60	75,00

Letras diferentes na mesma coluna indicam diferença estatística ($P < 0,05$)

¹ N – Número de animais por grupo; ² DP – Desvio padrão; ³ EPM – Erro padrão da média; ⁴ CV% – Coeficiente de variação

Nos ruminantes, grande parte da energia utilizada no seu metabolismo é obtida de ácidos graxos voláteis provenientes da fermentação ruminal, sendo que a síntese de glicose a partir dos ácidos graxos voláteis é dependente do perfeito funcionamento do fígado, uma vez que este órgão é o regulador da concentração de glicose no sangue e da oferta de glicose aos tecidos, sendo essencialmente o único local para a gliconeogênese (formação de glicose a partir de compostos carbônicos), ainda que exista uma pequena contribuição do córtex renal (HERDT, 2000).

O ácido graxo volátil propionato, apesar de também poder ser utilizado para a formação de AGCL nas mitocôndrias do fígado e para formação de glicerol no tecido adiposo, é essencialmente utilizado para a formação de glicose (KANEKO, 2008).

Como a glicose em ruminantes é basicamente proveniente da fermentação ruminal e produção de propionato, e os animais estavam em mesmo manejo nutricional, os valores não sofreram alteração, desta forma a influência do fator sexual não altera este metabólito.

Figura 42 – Concentrações plasmáticas de glicose (mg/dL) de machos da raça Purunã castrados ou inteiros

As concentrações séricas de proteína total e albumina demonstraram valores médios de respectivamente 6,50 a 7,50 g/dL e 3,00 a 3,50 g/dL. Ambas as proteínas quantificadas foram maiores nos animais castrados, quando comparadas as concentrações obtidas para os animais inteiros (Tabelas 46 e 47; Figuras 43 e 44).

Tabela 46 – Concentrações séricas de proteína (g/dL) de machos da raça Purunã castrados ou inteiros

Grupo	N ¹	Média	DP ²	EPM ³	CV% ⁴	Mínimo	Máximo
Castrados	35	7,43 ^a	0,41	0,07	5,52	6,56	8,35
Inteiros	35	6,71 ^b	0,50	0,07	7,45	5,71	7,77

Letras diferentes na mesma coluna indicam diferença estatística ($P < 0,05$)

1 N – Número de animais por grupo; 2 DP – Desvio padrão; 3 EPM – Erro padrão da média; 4 CV% – Coeficiente de variação

As proteínas são o componente mais abundante do plasma sanguíneo, sendo a albumina, a quantitativamente mais expressiva das proteínas. Dentre as principais funções das proteínas está o transporte de substâncias hidrofóbicas, como é o caso de alguns dos mais importantes ácidos graxos do organismo (KANEKO, 2008). Dentre os ácidos graxos mais dependentes das proteínas para serem transportados pela circulação estão os NEFA, que, como discutido anteriormente, exercem função essencial como substrato energético muscular esquelético fora do repouso (HOCQUETTE et al., 1998).

Figura 43 – Concentrações séricas de proteína (g/dL) de machos da raça Purunã castrados ou inteiros

Tabela 47 – Concentrações séricas de albumina (g/dL) de machos da raça Purunã castrados ou inteiros.

Grupo	N ¹	Média	DP ²	EPM ³	CV% ⁴	Mínimo	Máximo
Castrados	35	3,27 ^a	0,15	0,03	4,59	2,9	3,6
Inteiros	35	2,96 ^b	0,24	0,03	8,11	2,5	3,5

Letras diferentes na mesma coluna indicam diferença estatística ($P < 0,05$)

1 N – Número de animais por grupo; 2 DP – Desvio padrão; 3 EPM – Erro padrão da média; 4 CV% – Coeficiente de variação

As maiores quantidades de proteína e, mais especificamente, albumina nos animais castrados provavelmente esteja relacionada às concentrações circulantes de NEFA presentes, já que estas substâncias são totalmente dependentes das proteínas carreadoras para migrar entre os tecidos (HOCQUETTE et al., 1998). Acrescido a isso, e não menos importante, as menores quantidades de proteína encontradas nos animais inteiros podem estar relacionada às maiores quantidades de aminoácidos necessárias para a síntese proteica de DNA, RNA e massa muscular esquelética que acontece em machos na presença de testosterona (ARNOLD et al., 1997), quando comparados aos animais castrados.

As concentrações de proteína total e albumina circulante estão de acordo com as quantidades anteriormente citadas para bovinos criados nas condições brasileiras (BARROS FILHO, 1995; SOUZA, 1997; BIRGEL JUNIOR et al., 2003; SOUZA et al., 2004; SOUZA et al., 2008).

Figura 44 – Concentrações séricas de albumina (g/dL) de machos da raça Purunã castrados ou inteiros

As concentrações de GGT não diferiram significativamente entre elas, e as médias foram baixas e com pouca diferença entre elas, contudo foram os resultados que mais tiveram variação entre mínimo e máximo, tendo alto coeficiente de variação entre eles (Tabela 48; Figura 45). Barros Filho (1995) em animais Nelore, Gregory et al. (1999) em vacas Jersey, Birgel Junior et al. (2003) em vacas Holandesas, Souza (2004) em vacas Holandesas e Jersey, e Souza (2008) em vacas Holandesas também encontraram valores com alta variação, sendo que em nenhum destes estudos se tem valores semelhantes aos encontrados nesse trabalho.

Somente Souza (1997) em vacas Holandesas e Gir encontrou valores médios com pouca variação.

No fígado, a GGT está principalmente associada com as células epiteliais biliares, sendo identificada nas superfícies canalicular e sinusoidal dos hepatócitos. O aumento mínimo na atividade da GGT no soro após a lesão hepatocelular se deve ao fato de GGT estar principalmente associada com células epiteliais biliares. Aumentos no soro GGT são mais frequentemente observados após quadros de colestase e condições resultantes de hiperplasia biliar (KANEKO, 2008).

Tabela 48 – Concentrações séricas de GGT (U/L) de machos da raça Purunã castrados ou inteiros

Grupo	N ¹	Média	DP ²	EPM ³	CV% ⁴	Mínimo	Máximo
Castrados	35	3,33 ^a	3,37	0,52	101,20	0	10,00
Inteiros	35	4,32 ^a	2,78	0,52	64,35	0	9,20

Letras diferentes na mesma coluna indicam diferença estatística ($P < 0,05$)

1 N – Número de animais por grupo; 2 DP – Desvio padrão; 3 EPM – Erro padrão da média; 4 CV% – Coeficiente de variação

Figura 45 – Concentrações séricas de GGT (U/L) de machos da raça Purunã castrados ou inteiros

As concentrações séricas de AST não diferiram (Tabela 49; Figura 46). Os valores dos grupos foram pouco maiores aos encontrados por Barros Filho (1995) em nelore, Souza (1997) em vacas Holandesas e Gir, Tabeleão et al. (2007) em bovinos de corte mestiços e Gregory et al. 1999 em vacas Jersey, e são similares aos encontrados por Souza (2004) em vacas Jersey.

Não houve diferença para as concentrações de AST e GGT entre animais inteiros e castrados. Isso demonstra que esses não tinham alterações hepáticas e que se tivessem alterações hepáticas em algum dos grupos, as diferenças entre os grupos que ocorreram para as concentrações de albumina e proteína poderiam ser explicadas por doença hepática, contudo os resultados de AST e GGT reforçam que as diferenças entre os grupos para os valores de albumina e proteína, são efeito da castração.

Tabela 49 – Concentrações séricas de AST (U/L) de machos da raça Purunã castrados ou inteiros

Grupo	N ¹	Média	DP ²	EPM ³	CV% ⁴	Mínimo	Máximo
Castrados	35	41,30 ^a	6,86	1,20	16,61	26,00	58,10
Inteiros	35	44,08 ^a	7,35	1,20	16,67	32,40	66,80

Letras diferentes na mesma coluna indicam diferença estatística ($P < 0,05$)

1 N – Número de animais por grupo; 2 DP – Desvio padrão; 3 EPM – Erro padrão da média; 4 CV% – Coeficiente de variação

Figura 46 – Concentrações séricas de AST (U/L) de machos da raça Purunã castrados ou inteiros.

Os valores de CK não tiveram diferença entre eles (Tabela 50; Figura 47). Os bovinos têm um aumento na atividade sérica de CK em vários tipos de lesões musculares e doenças, podendo estar associada a decúbito prolongado ou necrose muscular por pressão. A mensuração da CK tem a vantagem sobre a aspartato aminotransferase por ser específica para lesões musculares, não sendo afetada por uma lesão hepatocelular (KANEKO, 2008).

Os resultados encontrados podem servir de referência para bovinos machos em sistema de pastagem.

Tabela 50 – Concentrações séricas de CK (U/L) de machos da raça Purunã castrados ou inteiros

Grupo	N ¹	Média	DP ²	EPM ³	CV% ⁴	Mínimo	Máximo
Castrados	35	62,61 ^a	14,76	3,34	23,57	39,60	117,10
Inteiros	35	65,69 ^a	23,80	3,34	36,23	33,30	141,20

Letras diferentes na mesma coluna indicam diferença estatística ($P < 0,05$)

1 N – Número de animais por grupo; 2 DP – Desvio padrão; 3 EPM – Erro padrão da média; 4 CV% – Coeficiente de variação

Figura 47 – Concentrações séricas de CK (U/L) de machos da raça Purunã castrados ou inteiros

As concentrações de ureia e creatinina encontradas se mantiveram, respectivamente, entre médias de 15,00 e 30,00 mg/dL e 1,00 e 2,00 mg/dL. As quantidades de ambos os metabólitos relativos à função renal apresentaram-se maiores para os animais castrados em relação aos animais inteiros (Tabelas 51 e 52; Figuras 48 e 49).

A ureia é um metabolito processado no fígado a partir da reciclagem do bicarbonato circulante e da amônia absorvida na parede ruminal (VISEK, 1979). Este composto é de fundamental importância para animais ruminantes, pois além de ser a principal forma de excreção do nitrogênio em excesso no organismo, é também utilizado como substância tamponante do ambiente ruminal altamente fermentativo, através da secreção salivar (NOLAN, 1993). Já a creatinina é um metabolito produzido por meio da degradação da creatina e da creatina-fosfato, molécula esta especializada no armazenamento de energia, principalmente presente na musculatura esquelética (KANEKO, 2008).

Tabela 51 – Concentrações séricas de ureia (mg/dL) de machos da raça Purunã castrados ou inteiros

Grupo	N ¹	Média	DP ²	EPM ³	CV% ⁴	Mínimo	Máximo
Castrados	35	26,20 ^a	9,64	1,27	36,79	10,80	42,30
Inteiros	35	18,89 ^b	4,45	1,27	23,56	10,30	31,00

Letras diferentes na mesma coluna indicam diferença estatística ($P < 0,05$)

1 N – Número de animais por grupo; 2 DP – Desvio padrão; 3 EPM – Erro padrão da média; 4 CV% – Coeficiente de variação

Figura 48 – Concentrações séricas de ureia (mg/dL) de machos da raça Purunã castrados ou inteiros

Além da amônia absorvida pelas paredes do rúmen, uma das principais fontes deste composto nitrogenado utilizado para a formação da ureia no fígado é o catabolismo dos aminoácidos, abundantemente presentes na musculatura esquelética (KANEKO, 2008). Logo, tanto a creatinina quanto a ureia séricas, direta ou indiretamente, demonstram o balanço entre o nitrogênio que é ingerido, utilizado, degradado e reaproveitado pelos tecidos orgânicos, ou simplesmente excretado pela via urinária dos ruminantes.

Um metabólito que serve como indicador do grau de catabolismo proteico, principalmente muscular, é a *N*^ε-metil histidina (N-MH), um composto nitrogenado também eliminado pela urina que serve como método diagnóstico não invasivo das taxas de degradação proteica muscular em animais de produção (HAVERBERG et al., 1975; GOPINATH; KITTS, 1984; JONES et al., 1990; SMITH et al., 1992; MORGAN et al., 1993).

A excreção da N-MH foi correlacionada positivamente com as taxas de ganho médio diário de peso em ratos (HAVERBERG et al., 1975), novilhas (SMITH et al., 1992) e bovinos castrados (GOPINATH; KITTS, 1984; JONES et al., 1990). No entanto, os reais efeitos da

testosterona no metabolismo muscular continuam incertos, já que foi encontrado somente um trabalho que investigou os efeitos da castração sobre as taxas de síntese e degradação da musculatura esquelética (MORGAN et al., 1993), com resultados diferentes dos descritos pelos autores discutidos acima.

Quando comparado desempenho produtivo de bovinos castrados ou inteiros, Morgan et al. (1993) observaram que os animais mantidos inteiros apresentaram maiores taxas de ganho de peso, bem como menores taxas de excreção de N-MH e de degradação fracional da musculatura esquelética em relação aos bovinos que foram castrados. Desempenho semelhante foi observado quando Arnold et al. (1997) confrontaram ganho de peso e taxa de concentração de DNA e RNA muscular de carneiros inteiros ou castrados com implantes de testosterona contra carneiros castrados sem implantes de testosterona.

Em contrapartida, quando ratos inteiros (HAVERBERG et al., 1975) e bovinos castrados (JONES et al., 1990) foram submetidos a períodos de restrição alimentar seguidos de realimentação normal, apesar das quantidades de N-MH excretadas acompanharem o ganho de peso compensatório advindo com o reestabelecimento da alimentação, foram descritas menores concentrações urinárias de creatinina (HAVERBERG et al., 1975), ureia e nitrogênio total, bem como maiores taxas de síntese fracional e síntese absoluta de proteína muscular durante o ganho compensatório dos animais que sofreram restrição alimentar (JONES et al., 1990). Este comportamento de animais em ganho de peso compensatório se assemelhou ao quadro de maior ganho de massa muscular e menores concentrações circulantes de NEFA, proteína total, albumina, ureia e creatinina dos animais mantidos inteiros nesta presente pesquisa.

As concentrações de ureia e creatinina observadas nesta pesquisa se mantiveram dentro dos valores encontrados na literatura nacional referente aos metabólitos da função renal (BARROS FILHO, 1995; GREGORY et al., 2004).

Tabela 52 – Concentrações séricas de creatinina (mg/dL) de machos da raça Purunã castrados ou inteiros

Grupo	N ¹	Média	DP ²	EPM ³	CV% ⁴	Mínimo	Máximo
Castrados	35	1,68 ^a	0,21	0,36	12,50	1,36	2,21
Inteiros	35	1,32 ^b	0,21	0,36	15,91	0,99	1,72

Letras diferentes na mesma coluna indicam diferença estatística ($P < 0,05$)

¹ N – Número de animais por grupo; ² DP – Desvio padrão; ³ EPM – Erro padrão da média; ⁴ CV% – Coeficiente de variação

Figura 49 – Concentrações séricas de creatinina (mg/dL) de machos da raça Purunã castrados ou inteiros

7.3 CONCLUSÃO

A castração altera o perfil metabólico elevando os valores médios de NEFA e colesterol.

Os valores de AST e GGT não diferiram entre animais inteiros e castrados.

Animais castrados tiveram valores significativamente maiores de ureia plasmática quando comparados a animais inteiros.

Animais castrados tiveram valores significativamente maiores de creatinina plasmática quando comparados a animais inteiros.

Algumas análises bioquímicas podem sofrer alteração em função da castração.

8 CONCLUSÕES

Algumas análises bioquímicas podem sofrer alteração em função da castração.

Em bovinos de corte da raça Purunã criados em sistema extensivo, as alterações bioquímicas encontradas no puerpério são mais intensas no perfil metabólico.

A alimentação pode induzir a alterações bioquímicas.

Bovinos em diferentes categorias podem ter alterações em valores bioquímicos.

A avaliação da nutrição, dos fatores etários, dos fatores sexuais e da fase em que os animais se encontram, deve ser levada em consideração para interpretação dos resultados de exames bioquímicos.

REFERÊNCIAS

- ALLAIN, C. C.; POON, L. S.; CHAN, C. S. G.; RICHMOND, W.; FU, P. C. Enzymatic determination of total serum cholesterol. **Clinical Chemistry**, v. 20, n. 4, p. 470-475, 1974.
- ALMEIDA, R.; MEDEIROS, S. R.; CALEGARE, L.; ALBERTINI, T. S.; LANNA, D. P. D. Fazendas de Terminação. In: PIREZ, A. V. **Bovinocultura de Corte**. Piracicaba: Fealq, 2010. p. 183-198.
- ARNOLD, A. M; PERALTA, J. M; THONNEY, M. L. Effect of testosterone on differential muscle growth and on protein and nucleic acid concentrations in muscles of growing Lambs. **Journal of Animal Science**, v. 75, p. 1495–1503, 1997.
- ARRIGONI, M. B.; ALVES JÚNIOR, A.; DIAS, P. M. A.; LUDOVICO, C.; CERVIERI, R. C.; SILVEIRA, A. C.; OLIVEIRA, H. N.; CHARDULO, L. A. L. Desempenho, fibras musculares e carne de bovinos jovens de três grupos genéticos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 39, p. 1033-1039, 2004.
- ASBIA. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE INSEMINAÇÃO. **Artificial. Índex ASBIA:** importação, exportação e comercialização de sêmen. 2012. Disponível em: <http://www.asbia.org.br/novo/upload/mercado/index2012.pdf>. Acesso em: 10 jun. 2013.
- BAN-TOKUDA, T.; ORDEN, E. A.; BARRIO, A. N.; LAPITAN, R. M.; DELAVALAUD, C.; CHILLIARD, Y.; FUJIHARA, T. L.; CRUZ, C.; HOMMA, H.; KANAI, Y. Effects of species and sex on plasma hormone and metabolite concentrations in crossbred Brahman cattle and crossbred water buffalo. **Livestock Science**, v. 107, p. 244–252, 2007.
- BARBOSA, P. F. **A raça Canchim em cruzamentos para a produção de carne bovina**. São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste. 2004. 29 p. Circular Técnica 36.
- BARHAM, D.; TRINDER, P. An Improved colour reagent for the determination of blood glucose by the oxidase system. **Analyst**, v. 97, p. 142-145, 1972.
- BARROS FILHO, I. R. **Contribuição ao estudo da bioquímica em zebuínos da raça Nelore (Bos indicus, Linnaeus 1758) criados no Estado de São Paulo**. 1995. 133 f. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1995.
- BEITZ, D. C. **Dukes - Fisiologia dos animais domésticos**. 11. ed. Rio de Janeiro: Guanabara-Koogan, 1996.
- BIRGEL JUNIOR, E. H.; NEVES, F. S.; SALVATORE, L. C. A.; MIRANDOLA, R. M. S.; TÁVORA, J. P. F.; BIRGEL, E. H. Avaliação da influência da gestação e do puerpério sobre a função hepática de bovinos da raça holandesa. **Ars Veterinaria**, Jaboticabal, v. 19, n. 2, p. 172-178, 2003.

BOHMAN, V. R. Crecimiento compensatorio de ganado bovino - el efecto de la madurez con forraje. **Journal of Animal Science**, v. 14, p. 249-255, 1955.

BOLAÑOS, J. M.; MENESES, A.; FORSBERG, M. Resumption of ovarian activity in zebu cows (*Bos indicus*) in the humid tropics: influence of body condition and levels of certain blood components related to nutrition. **Tropical Animal Health Production**, v. 28, n. 3, p. 237-246, 1996.

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.

BRANDSTETTER, A. M.; PICARD, B.; GEAY, Y. Muscle fibre characteristics in four muscles of growing male cattle II. Effect of castration and feeding level. **Livestock Production Science**, v. 53, p. 25-36, 1998.

CAMPOS, R.; LACERDA, L. A.; TERRA, S. R.; GONZALES, F. H. D. Parâmetros hematológicos e níveis de cortisol plasmático em vacas leiteiras de alta produção no Sul do Brasil. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, v. 45, n. 5, p. 354-361, 2008.

CHILLIARD, Y.; BONNET, M.; DELAVAL, C.; FAULCONNIER, Y.; LEROUX, C.; DJIANE, J.; BOCQUIER, F. Leptin in ruminants. Gene expression in adipose tissue and mammary gland, and regulation of plasma concentration. **Domestic Animal Endocrinology**, v. 21, p. 271-295, 2001.

CHILLIARD, Y.; DELAVAL, C.; BONNET, M. Review: leptin expression in ruminants: nutritional and physiological regulations in relation with energy metabolism. **Domestic Animal Endocrinology**, v. 29, p. 3-22, 2005.

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.

CUBAS, A. C.; PEROTTO, D.; ABRAHÃO, J. J. S.; MELLA, S. C. Desempenho até a Desmama de Bezerros Nelore e Cruzas com Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30, n. 3, p. 694-701, 2001.

CUNNINGHAM, J. G. **Tratado de fisiologia veterinária**. 2. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1999.

DIRKSEN, G.; BREITNER, W. New quick-test for semi quantitative determinations of beta-hydroxybutyric acid in bovine milk. **Journal Veterinary Medical Animal Physiology Pathology Clinical Medical**, v. 40, p. 779-784, 1993.

DOUMAS, B. T.; BIGGS, H.G.; WATSON, W. Albumin standards and the measurement of serum albumin with bromocresol green. **Clinica Chimica Acta**, Amsterdam, v. 31, p. 87-96, 1971.

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

DUCATTI, T.; PRADO, I. N.; ROTTA, P. P.; PRADO, R. M.; PEROTTO, D.; MAGGIONI, D.; VISENTAINER, J. V. Chemical Composition and Fatty Acid Profile in Crossbred (*Bos taurus* vs. *Bos indicus*) Young Bulls Finished in a Feedlot. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**, v. 22, n. 3, p. 433-439, 2009.

ELPHICK, M. C. Modified colorimetric ultramicro method for estimating NEFA in serum. **Journal of Clinical Pathology**, v. 21, n. 5, p. 567-570, 1968.

ESPASANDIN, A. C.; PACKER, I. U.; ALENCAR, M. M. Produção de leite e comportamento de amamentação em cinco sistemas de produção de gado de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30, n. 3, p. 702-708, 2001.

FERREIRA, M. M. **Fatores produtivos e industriais que interferem na qualidade da carne bovina**. 2004. 120 p. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Ciência Agrárias e Veterinárias. UNESP, Jaboticabal, 2004.

FOSSATI, P.; PRENCIPE, L. Serum triglycerides determined colorimetrically with an enzyme that produces hydrogen peroxide. **Clinical Chemistry**, v. 28, p. 2077-2080, 1982.

GONZÁLEZ, F. H. D.; SCHEFFER, J. S. F. Perfil sanguíneo: Ferramenta de análise clínica, metabólica e nutricional. In: GONZÁLEZ, F. H. D. Avaliação metabólico-nutricional de vacas leiteiras por meio de fluídos corporais (sangue, leite e urina). In: CONGRESSO NACIONAL DE MEDICINA VETERINÁRIA, 29., 2002. Gramado, RS. 2002. p. 5-17.

GOPINATH, R.; KITTS, W. D. Growth, N^T -methylhistidine excretion and muscle protein degradation in growing beef steers. **Journal of Animal Science**, v. 59, n. 5, p. 1262-1269, 1984.

GORNALL, A. G.; BARDAWILL, C. J.; DAVID, M. M. Determination of serum proteins by means of biuret reaction. **Journal of Biological Chemistry**, v. 177, p. 751-66, 1949.

GREGORY, L.; BIRGEL JUNIOR, E. H.; D'ANGELINO, J. L.; BENESI, F. J.; ARAÚJO, W. P.; BIRGEL, E. H. Valores de referência dos teores séricos da ureia e creatinina em bovinos da raça Jersey criados no estado de São Paulo. Influência dos fatores etários, sexuais e da infecção pelo vírus da leucose dos bovinos. **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 71, n. 3, p. 339-345, 2004.

GREGORY, L.; BIRGEL JUNIOR, E. H.; MIRANDOLA, R. M. S.; ARAÚJO, W. P.; BIRGEL, E. H. Valores de referência da atividade enzimática da aspartato-aminotransferase e da gama-glutamyltransferase em bovinos da raça Jersey. Influência dos fatores etários, sexuais e da infecção pelo vírus da leucose dos bovinos. **Arquivos Brasileiros de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 51, n. 6, p. 512-522, 1999.

HAVERBERG, L. N.; DECKELBAUM, L.; BILMAZES, C.; MUNRO, H. N.; YOUNG, V. R. Myofibrillar protein turnover and urinary N^T -methylhistidine output. response to dietary supply of protein and energy. **Biochemical Journal**, v. 152, p. 503-510, 1975.

HEITMANN, R. N.; DAWES, D. J.; SENSENIG, S. C. Hepatic ketogenesis and peripheral ketone body utilization in the ruminant. **Journal of Nutrition**, v. 177, p. 1174-1180, 1987.

HERDT, T. H. Ruminant adaptation to negative energy balance. Influences on the etiology of ketosis and fatty liver. **Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice**, v. 16, n. 2, p. 215-230, 2000.

HOCQUETTE, J. F.; ORTIGUES-MARTY, I.; PETHICK, D.; HERPIN, P.; FERNANDEZ, X. Nutritional and hormonal regulation of energy metabolism in skeletal muscles of meat-producing animals. **Livestock Production Science**, v. 56, p. 115-143, 1998.

HOUCQUETTE, J. F.; BAUCHART, D. Intestinal absorption, blood transport and hepatic and muscle metabolism of fatty acids in preruminant and ruminant animals. **Reproduction Nutrition Development**, v. 39, n. 1, p. 27-48, 1999.

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Produção da pecuária municipal**. Rio de Janeiro: IBGE, 2011. v. 39, 60 p.

ITO, R. H.; PRADO, I. N.; VISENTAINER, J. V.; PRADO, R. M.; FUGITA, C. A.; PIRES, M. C. O. Carcass characteristics, chemical and fatty acid composition of *Longissimus* muscle of Purunã bulls slaughtered at 18 or 24 months of age. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 32, n. 3, p. 299-307, 2010.

JONES, S. J.; STARKEY, D. L.; CALKINS, C. R.; CROUSE, J. D. Myofibrillar protein turnover in feed-restricted and realimented beef cattle. **Faculty Papers and Publications in Animal Science**, n. 575, p. 2707-2715, 1990.

JURIE, C.; ROBELIN, J.; PICARD, B.; GEAY, Y. Post-natal Changes in the Biological Characteristics of Semitendinosus Muscle in Male Limousin Cattle. **Meat Science**, v. 41, n. 2, p. 125-135, 1995.

KANEKO. **Clinical biochemistry of domestic animals**. 6. ed. San Diego: Academic Press, 2008.

KUSS, F.; LÓPEZ, J.; BARCELLOS, J. O. B.; RESTLE, J.; MOLETTA, J. L.; PEROTTO, D. Características da carcaça de novilhos não-castrados ou castrados terminados em confinamento e abatidos aos 16 ou 26 meses de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n. 3, p. 515-522, 2009.

KWEON, O. K.; ONO, H.; OSACA, K.; ONDA, M.; OBOSHI, K.; UCHISUGI, H.; KUROSAWA, S.; YAMASHIMA, Y.; KANAGAWA, H. Factors affecting serum total cholesterol level of lactating Holstein cows. **Japanese Journal Veterinary Science**, v. 48, n. 3, p. 481-486, 1986.

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

LEE, A. J.; TWARDOCK, A. R.; BUBAR, R. H.; HALL, J. E.; DAVIS, C. L. Blood metabolic profile: their use and relation to nutritional status of dairy cows. **Journal Dairy Science**, v. 61, p. 1652-1670, 1978.

LOMAX, M. A.; BAIRD, G. D. Blood flow and nutrient exchange across the liver and gut of the dairy cow: effects of lactation and fasting. **British Journal of Nutrition**, v. 49, n. 1, p. 481-496, 1983.

LUTSGARTEN, J. A.; WENK, R. E. Simple, rapid, kinetic method for serum creatinine measurement. **Clin. Chem.**, v. 18, n. 11, p. 1419-1422, 1972.

MANCIO, A. B. **Plano nutricional, gonadotrofina coriônica humana (hCG) e amamentação na função reprodutiva e metabólica de fêmeas bovinas**. 1994. 158 p. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1994.

MARUTA, C. A. **Perfil metabólico e ruminal de garrotes submetidos às condições de alimentação normal, jejum e realimentação**. 2005. 93 f. Tese (Doutorado em Clínica Veterinária) - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2005.

MOLLETA, J. L. **Desempenho, características da carcaça e da carne de bovinos não castrados e castrados terminados em confinamento e alimentados com três níveis de concentrado**. 2011. 90 f. Tese (Doutorado em zootecnia). Programa de Pós Graduação em Zootecnia da Universidade Estadual de Maringá, Paraná, 2011.

MORGAN, J. B.; WHEELER, T. L.; KOOHMARAIE, M.; CROUSE, J. D.; SAVELL, J. W. Effect of castration on myofibrillar protein turnover, endogenous proteinase activities, and muscle growth in bovine skeletal muscle. **Journal of Animal Science**, v. 71, p. 408-414, 1993.

MOURA, I. C. F.; KUSS, F.; MOLETTA, J. L.; MENEZES, L. F. G.; HENRIQUE, D. S.; LIPINSKI, L. C. Desempenho produtivo e reprodutivo de vacas de corte de diferentes categorias. In: CONGRESSO AGROPECUÁRIO, INDUSTRIAL E TECNOLÓGICO DO PARANÁ. CONAITEC, 2012, Ponta Grossa, 2012.

NOLAN, J. V. Nitrogen metabolism by ruminal microorganisms: current understanding and future perspectives. **Australian Journal of Agricultural and Research**, v. 47, n. 2, p. 227-246, 1993.

OLIVEIRA, F. N. **Concentrações sanguíneas de progesterona e metabólitos lipídicos em novilhas tratadas com Norgestomet e valerato de estradiol (Syncro-Mate B) e submetidas à dieta hiperlipidêmica**. 1995. 75 p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Viçosa, MG, Viçosa, 1995.

OLIVEIRA, V. S. A.; BONATO, G. L.; SANTOS, R. M. Eficiência reprodutiva de vacas primíparas da raça Nelore. **Acta Scientiae Veterinariae**, v. 39, n. 2, p. 963, 2011.

OVERTON, T. R. **Update on biology and management of transition cows**. [2013].

Disponível em:

<http://vaca.agro.uncor.edu/~pleche/material/Material%20II/A%20archivos%20internet/Alimentacion/transicion.pdf>. Acesso em: 10 jun. 2013.

PADUA, J. T.; MAGNABOSCO, C. U.; SAINZ, R. D.; MIYAGI, E. S.; PRADO, C. S.; RESTLE, J.; RESENDE, L. S. Genótipo e classe sexual no desempenho e nas características de carcaça de bovinos de corte superjovens. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 33, n. 6, p. 2330-2342, 2004. (Suplemento 3).

PAYNE, J. M.; PAYNE, S. **The metabolic profile**. Oxford: Oxford University Press, 1987.

PEROTTO, D. **Reportagem da Folha Rural**. 03 mai. 2008. Disponível em: <http://www.iapar.br/modules/noticias/article.php?storyid=344>. Acesso em: 22 jul. 2008.

PINTO, A. A. **Desempenho e características de carcaça de bovinos de diferentes grupos genéticos abatidos com 16 ou 22 meses e com 422, 470 ou 520 kg de peso vivo**. 2010. 75 f. Tese (Doutorado). – Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2010.

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

POGLIANI, F. C.; AZEDO, M. R.; SOUZA, R. M.; RAIMONDO, R. F. S.; BIRGEL JUNIOR, E. H. Influência da gestação e do puerpério no lipidograma de bovinos da raça Holandesa. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 62, n. 2, p. 273-280, 2010.

POGLIANI, F. C.; BIRGEL JUNIOR, E. H. Valores de referência do lipidograma de bovinos da raça Holandesa, criados no Estado de São Paulo. **Brazilian Journal Veterinary Research Animal Science**, São Paulo, v. 44, n. 5, p. 373-383, 2007

PRADO I. N.; ARICETTI J. A.; ROTTA P. P.; PRADO, R. M.; PEROTTO, D.; VISENTAINER, J. V.; MATSUSHITA, M. Carcass characteristics, chemical composition and fatty acid profile of the *Longissimus* muscle of bulls (*Bos taurus indicus* vs. *Bos taurus taurus*) finished in pasture systems. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**, v. 21, n. 10, p. 1449-1457, 2008.

PRADO, J. M.; PRADO, I. N.; VISENTAINER, J. V.; ROTTA, P. P.; PEROTTO, D.; MOLETTA, J. L.; PRADO, I. M.; DUCATTI, T. The effect of breed on the chemical composition and fatty acid profile of the *Longissimus dorsi* muscle of Brazilian beef cattle. **Journal of Animal and Feed Sciences**, v. 18, p. 231-240, 2009.

PULLEN, D. L.; PALMQUIST, D. L.; EMERY, R. S. Effects on day of lactation and methionine hydroxy analog on incorporation of plasma fatty acids into plasma triglycerides. **Journal of Dairy Science**, v. 72, n. 1, p. 49-58, 1989.

QUIGLEY, J. D.; CALDWELL, L. A.; SINKS, G. D.; HEITMANN, R. N. Changes in Blood Glucose, Non-esterified Fatty Acids, and Ketones in Response to Weaning and Feed Intake in Young Calves. **Journal of Dairy Science**, v. 74, p. 250-257, 1991.

RENNÓ NETO, B. P. **Influência da aplicação da somatotropina recombinante bovina na função hepática, renal e lipidograma de bovinos da raça holandesa em lactação.** 2004. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004.

RENNÓ, L. N.; VALADARES, R. F. D.; VALADARES FILHO, S. C.; LEÃO, M. I.; SILVA, J. F. C.; CECON, P. R.; GOLÇALVES, L. C.; DIAS, H. L. C.; LINHARES, R. S. Concentração plasmática de ureia e excreções de ureia e creatinina em novilhos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, n. 4, p. 1235-1243, 2000.

RESTLE, J.; ALVES FILHO, D. C.; FATURI, C.; ROSA, J. R. P.; PASCOAL, L. L.; BERNARDES, R. A. C.; KUSS, F. Desempenho na fase de crescimento de machos bovinos inteiros ou castrados de diferentes grupos genéticos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, n. 4, p. 1036-1043, 2000a.

RESTLE, J.; PASCOAL, L. L.; FATURI, C.; ALVES FILHO, D. C.; BRONDANI, I. L.; PACHECO, P. S.; PEIXOTO, L. A. O. Efeito do Grupo Genético e da Heterose nas Características Quantitativas da Carcaça de Vacas de Descarte Terminadas em Confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 31, n. 1, p. 350-362, 2002. Suplemento.

RESTLE, J.; VAZ, F. N.; FEIJÓ, G. L. D.; BRONDANI, I. L.; ALVES FILHO, D. C.; BERNARDES, R. A. C.; FATURI, C.; PACHECO, P.S. Características de Carcaça de Bovinos de Corte Inteiros ou Castrados de Diferentes Composições Raciais Charolês x Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, n.5, p.1371-1379, 2000b.

RODRIGUES, K. K. N. L. **Avaliação do desempenho e características de carcaça de bovinos mestiços Purunã, alimentados com diferentes níveis de energia.** 2006. 115 f. Dissertação (mestre em Ciências Veterinárias). Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias - Universidade Federal do Paraná, Paraná, 2006.

ROTTA, P. P.; PRADO, R. M.; PRADO, I. N.; VALERO, M. V.; VISENTAINER, J. V.; SILVA, R. R. The Effects of Genetic Groups, Nutrition, Finishing Systems and Gender of Brazilian Cattle on Carcass Characteristics and Beef Composition and Appearance: A Review. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**, v. 22, n. 12, p. 1718–1734, 2009.

RUAS, J. R. M.; TORRES, C. A. A.; BORGES, L. E.; MARCATTI NETO, A.; MACHADO, G. V.; BORGES, A. M. Efeito da suplementação protéica a pasto sobre eficiência reprodutiva e concentrações sanguíneas de colesterol, glicose e ureia, em vacas Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, n. 6, p. 2043-2050, 2000.

RUSSEL, J. B.; ONODERA, R.; HINO, T. Ruminant protein fermentation: new perspectives and previous contradictions. In: TSUDA, T.; SASAKI, Y.; KAWASHIMA, R. **Physiological aspects of digestion and metabolism in ruminants.** New York, Academic Press, 1991. p. 681 – 697.

SCHMID, M.; VON FORSTNER, L. **Laboratory testing in veterinary medicine diagnosis and clinical monitoring.** 3. ed. Mannheim: Boehringer Mannheim, 1986. p. 25-48.

SCHWARTZKOPF-GENSWEIN, K. S.; BEAUCHEMIN, K. A.; GIBB, D. J.; CREWS, D. H.; HICKMAN, D. D.; STREETER, M.; MCALLISTER, T. A. Effect of bunk management

on feeding behavior, ruminal acidosis and performance of feedlot cattle: A review. **Journal of Animal Science**, v. 81, p. 149-158, 2003.

SINCLAIR, K. D.; YILDIZ, S.; QUINTANS, G. GEBBIE, F. E. Annual energy intake and the performance of beef cows differing in body size and milk potential. **Animal Science**, v. 66, p. 643-655, 1998.

SMITH, S. B.; PRIOR, R. L.; KOONG, L. J.; MERSMANN, H. J. Nitrogen and lipid metabolism in heifers fed at increasing levels of intake. **Journal of Animal Science**, v. 70, p. 152-160, 1992.

SOUZA, P. 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. **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. 192 f. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2005.

SOUZA, R. M.; BIRGEL JUNIOR, E. H.; AYRES, M. C. C.; BIRGEL, E. H. Influência dos fatores raciais na função hepática de bovinos da raça Holandesa e Jersey. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, v. 41, p. 306-312, 2004.

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**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MEDICINA VETERINÁRIA, 28, 2001, Salvador. **Anais...** Salvador, 2001.

SOUZA, R. M.; GARCIA, N. A. C. R.; BIRGEL, D. B.; BIRGEL JUNIOR, E. H. Influência do puerpério e da fase pós-puerperal na função hepática de vacas da raça Holandesa criadas no Estado de São Paulo. **Ciência Animal Brasileira**, v. 9, n. 1, p. 140-147, 2008.

SOUZA, R. M.; YASUOKA, M. M.; LEÃO, D. A.; BIRGEL JUNIOR, E. H. Inter-relações entre a função hepática, lipidograma e os distúrbios inflamatórios do endométrio (endometrites puerperais agudas, retenção dos anexos fetais e catarros genitais) de fêmeas bovinas da raça holandesa. **Ciência Animal Brasileira**, v. 11, n. 4, p. 880-887, 2010.

STRUFALDI, B. **Prática de bioquímica clínica**. São Paulo: Faculdade de Ciências Farmacêuticas da Universidade de São Paulo, 1987.

SUCUPIRA, M. C. A. **Estudo Comparativo de exames clínico-laboratoriais no diagnóstico de carência energética prolongada em garrotes**. 2003, 173 f. Tese (Doutorado) Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2003.

TABELEÃO, V. C.; GOULART, M. A.; SCHWEGLER, E.; WEISER, M. A.; MOURA, S. V.; SILVA, V. M.; PEREIRA, V. S.; PINO, F. A. B.; CORRÊA, M. N. Avaliação ruminal e

metabólica de bovinos machos e fêmeas, mantidos em sistema de semi-confinamento. **Archivos de Zootecnia**, v. 57, n. 218, p. 147-154, 2008.

TALKE, H.; SCHUBERT, G. E. Enzymatische Harnstoffbestimmung in blut und serum im optischen test nach warburg. **Klinische Wochenschrift**, v. 43, n. 174-175, 1965.

TAKEUTI, K. L.; RAYMUNDO, D. L.; BANDARRA, P. M.; OLIVEIRA, L. G. S.; BOABAI, F. M.; BARRETO, L.; DRIEMEIER, D. Surto de intoxicação por *Senna occidentalis* em bovinos em pastoreio. **Acta Scientiae Veterinariae**, v. 39, n. 1, p. , 2011.

VALADARES, R. F. D.; VALADARES FILHO, S. C.; GOLÇALVES, L. C. Níveis de proteína em dietas de bovinos. Concentrações de amônia ruminal e ureia plasmática e excreções de ureia e creatinina. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 26, n. 6, p. 1270-1278, 1997.

WISEK, W. J. Ammonia metabolism, urea cycle capacity and their biochemical assessment. **Nutrition Reviews**, v. 37, n. 9, p. 273-282, 1979.

VOGEL, J.; RUSSO, E.; SZECHY, A. M. Contribuição a bioquímica do sangue de zebu (*Bos indicus*) das raças Nelore e Guzará. **Revista Militar de Remonta e Veterinária**, v. 17, n. 1, p. 47-55, 1957.

WEDEKIN, V. S. P.; BUENO, C. R. F.; AMARAL, A. M. P. Análise econômica do confinamento de bovinos. **Informações Econômicas**, São Paulo, v. 24, n. 9, p. 123-131, 1994.

WILLIAMSON, D. H.; MELLANBY, J.; KREBS, H. A. Enzymatic determination of D(-) β -hydroxybutyric acid and acetoacetic acid in blood. **Biochemical Journal**, v. 82, p. 90, 1962.