

UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS

**Análise morfofisiológica de tecidos bovinos relacionados com a
produção animal.**

SIMONE SANTOS BARROS

ARAGUAINA-TO

2012

UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS

Análise morfofisiológica de tecidos bovinos relacionados com a produção animal.

SIMONE SANTOS BARROS

Dissertação apresentada para obtenção do título de Mestre, junto ao Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal Tropical da Universidade Federal do Tocantins.

Área de Concentração: Produção Animal

Orientador: Prof. Dr. Adriano Tony Ramos

Co-Orientador: Prof. Dr. Sandro Estevan Moron

Co-orientadora: Profa. Dra. Viviane Mayumi Maruo

ARAGUAINA-TO

2012

ANÁLISE MORFOFISIOLÓGICA DE TECIDOS BOVINOS RELACIONADOS COM A
PRODUÇÃO ANIMAL.

SIMONE SANTOS BARROS

Prof. Dr. Adriano Tony Ramos (Orientador) - UFT

Prof. Dr. Sandro Estevan Moron (Co-Orientador) -UFT

Prof. Dra. Viviane Mayumi Maruo (Co-orientadora)-UFT

Prof. PhD. João Restle- UFT

Prof. Dr. Claudio Severo Lombardo de Barros- UFMS

Dedico este trabalho ao meu melhor amigo Espírito Santo

Meus pais João Elias e Maria Eldivan

Meus irmãos Sandra Erleise e Elias Júnior

AGRADECIMENTOS

A Jesus Cristo, por ser minha razão de existir, maravilhoso conselheiro, que me sustentou e me faz todos os dias devolver a Ele a glória merecida. Amo-te meu Senhor e Salvador.

Aos meus pais João Elias e Maria Eldivan que em meio as dificuldades, esteve comigo e soube ser verdadeiros conselheiros. Meus irmãos Sandra Erleise e Elias Júnior por estarem ao meu lado sempre, me ajudando e poupando de tantas coisas. Amo vocês.

Aos professores do programa de Pós-graduação em Ciência Animal Tropical, por todo o conhecimento e busca ao conhecimento científico.

Ao meu Orientador Dr. Adriano Tony Ramos, pela dedicação irrestrita, orientação e agora, pela sua amizade. Obrigada, sem seu apoio eu não conseguiria.

Ao meu co-orientador Dr. Sandro Estevan pelas orientações e contribuição. À Dra. Domênica pela ajuda e amizade, amei conhecê-la. Ao Prof. Dr. Luciano pelo auxílio na estatística, ao Prof. Regis pelas orientações.

À coordenadora do programa de pós-graduação da UFT, Dra. Vera Lúcia de Araújo pela ajuda e compreensão a mim concedida.

À Prof. Dra. Katyane Almeida pela sua amizade, orações e amor, que sempre esteve comigo e sempre tinha uma palavra de Deus para mim (“E sabemos que todas as coisas contribuem juntamente para o bem daqueles que amam a Deus, daqueles que são chamados segundo o seu propósito”. Romanos 8:28).

As amigas-irmãs em Cristo Bilga Xavier, Leidiane Lopes, Marina Benetti, Kety Luana, Roberta Amanda, Lucivane e Nayara Pettine (Há amigos que são mais chegados que irmãos), amo vocês.

Aos pastores Amilson e Meire, Pr. João e Pra. Neide e toda a Igreja Batista Ágape pelo amor e orações. Aos pastores Fabian e Jocyléia, Pra. Carolina e todos da Igreja Batista da Orla pelas orações e sábias palavras que me sustentaram.

Aos amigos da pós-graduação Nekita Évely, Janaina Portalete, Lilia Alves, Isabela, Daniela, pelos bons momentos. À amiga Liana, pela ajuda e palavras de força. À Lelly Gouveia, Thiago Martins e Ana Flávia pelos bons momentos e pela ajuda que jamais esquecerei.

A todos os amigos da Adapec, que sempre me apoiaram dando força e conhecimento e por todo o auxílio para conclusão desse trabalho.

Ao Centro de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nivel Superior (Capes) pela bolsa concedida.

A todos que de alguma forma colaboraram com a realização deste trabalho.

OBRIGADA!

“Não que sejamos capazes, por nós, de pensar alguma coisa, como de nós mesmos; mas a nossa capacidade vem de Deus”.

2 Coríntios 3:5

SUMÁRIO

RESUMO	11
ABSTRACT.....	12
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS	13
LISTA DE ILUSTRAÇÃO.....	14
CAPÍTULO 1 - CONSIDERAÇÕES GERAIS	16
1 INTRODUÇÃO	16
1.1 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	19
1.1.1 Alimentos alternativos.....	19
1.1.1.1 Babaçu.....	19
1.1.2 Grupo genético.....	21
1.1.3 Fisiologia da digestão	23
1.1.3.1 Morfologia do rúmen.....	23
1.1.3.2 Mucosa intestinal	23
1.1.4 Glicogênio.....	26
1. 2 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	27
CAPÍTULO 2 - Avaliação do glicogênio celular e queratinização das papilas ruminais de tourinhos alimentados com dietas contendo diferentes níveis de concentrado e farelo do mesocarpo do babaçu	34
RESUMO	34
ABSTRACT.....	35
2.1 INTRODUÇÃO.....	36
2.2 MATERIAL E MÉTODOS.....	37
2.2.1 Local e época.....	37
2.2.2 Animais e dieta.....	37
2.2.3 Material para processamento das análises	38
2.2.4 Histomorfometria do lóbulo hepático.....	39
2.2.5 Bioquímica tecidual	39
2.2.6 Avaliação microscópica da camada de queratina do rúmen	39
2.2.7 Análise estatística.....	40
2.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	40
2.4 REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA.....	46
CAPÍTULO 3 - Resposta celular do glicogênio hepático e muscular e avaliação morfofisiológica das células mucosas de bovinos de diferentes grupos genéticos.	48
RESUMO	48

ABSTRACT.....	49
3.1 INTRODUÇÃO.....	50
3.2 MATERIAL E MÉTODOS.....	52
3.2.1 Local e época.....	52
3.2.2 Animais e dieta.....	52
3.2.3 Material para processamento das análises	53
3.2.4 Histomorfometria das células mucosas.....	53
3.2.5 Histomorfometria do lóbulo hepático.....	54
3.2.6 Análise estatística.....	55
3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	55
3.4 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	61

RESUMO

Análise morfofisiológica de tecidos bovinos relacionados com a produção animal.

A dimensão continental do Brasil, a variedade de ecossistemas e a diversidade socioeconômica das regiões, contribuíram para o desenvolvimento de uma gama considerável de sistemas de produção de carne bovina. Atualmente, a pecuária de corte é uma das principais atividades responsáveis pelo crescimento econômico do país. Dessa forma, torna-se importante estudos relacionados com a morfologia em animais submetidos a diferentes dietas e de animais de diferentes grupos genéticos, necessários para complementar dados produtivos como, por exemplo, ganho de peso. Assim, o presente estudo objetivou avaliar os parâmetros morfofisiológicos de tecidos bovinos relacionados com a produção animal. Dois estudos experimentais foram conduzidos. Primeiro experimento com tourinhos alimentados em confinamento com níveis de concentrado (650 e 710 g/kg de matéria seca) associados ou não à inclusão de 350 g/kg de matéria seca de farelo do mesocarpo de babaçu no concentrado foram avaliados. No segundo estudo procedeu-se a avaliação de grupos genéticos ($\frac{1}{2}$ Red Angus + $\frac{1}{2}$ Nelore, Mestiço leiteiro e Nelore) terminados em confinamento. Os resultados obtidos demonstram que a inclusão de quantidades moderadas de farelo do mesocarpo de babaçu na fração concentrada de dietas com elevada proporção de concentrado, não alterou a quantidade de glicogênio muscular, assim como as características das papilas ruminais de tourinhos confinados ($p > 0,05$), proporcionando carne com padrões de qualidade satisfatórios e adequados para comercialização. Em relação ao grupo genético, foi observado o aumento no número de mucosubstâncias ($p < 0,05$) nos animais Mestiços Leiteiros quando comparados ao Nelore e $\frac{1}{2}$ Red Angus + $\frac{1}{2}$ Nelore. Na análise histomorfométrica do glicogênio hepático verificou-se o aumento ($p < 0,05$) para dois grupamentos genéticos, Nelore e $\frac{1}{2}$ Red Angus + $\frac{1}{2}$ Nelore. Ainda, os valores do extrato etéreo hepático entre Mestiço Leiteiro e $\frac{1}{2}$ Red Angus + $\frac{1}{2}$ Nelore foram elevados ($p < 0,05$). Conclui-se que animais de diferentes grupos genéticos submetidos a uma alimentação a base de volumoso (20%) e concentrado (80%) apresentam alterações quanto à presença de glicoproteínas, nível de glicogênio hepático e extrato etéreo, sugerindo que fatores genéticos exercem influência sobre os parâmetros avaliados.

Palavras-chaves: babaçu, bovino, morfometria, glicoproteínas, glicogênio.

ABSTRACT

Morphophysiological analysis of bovine tissues related to animal production

The continental dimensions of Brazil, the variety of ecosystems and socioeconomic diversity of the regions contributed to the development of a considerable range of systems of beef production. Currently, the beef cattle industry is one of the main activities responsible for the country's economic growth. Thus, it becomes important studies on the morphology in animals submitted to different diets and animals of different genetic groups necessary for complementary data production such as, for example, weight gain. Thus, the present study aimed to evaluate the parameters of morphophysiological bovine tissues related to animal production. Two experimental studies were conducted. First experiment with bulls fed in confinement with concentrate levels (650 and 710 g/kg dry matter), with or without inclusion of 350 g/kg of dry bran babassu mesocarp in the concentrate were evaluated. In the second study conducted to evaluate genetic groups ($\frac{1}{2}$ + $\frac{1}{2}$ Red Angus Nellore and Nellore dairy Mestizo) feedlot. The results demonstrate that the inclusion of moderate amounts of babassu mesocarp meal in the concentrate fraction of diets with high concentrate, did not alter the amount of muscle glycogen as well as the characteristics of rumen papillae of young bulls confined ($p > 0,05$), giving beef with satisfactory quality standards and suitable for commercialization. Regarding to genetic group, were observed the increase in the number of mucus substances ($p < 0.05$) in animals Crossbred dairy when compared to Nellore and Red/Nellore. Histomorphometric analysis of liver glycogen showed a significant increase ($p < 0.05$) in two genetic groups, Nellore and Red/Nellore. Even, the values of ether extract in hepatocytes (EE) among Crossbred dairy and Red/Nellore were elevated ($p < 0.05$). Concludes that animals from different genetic groups, which were feeding with forage (20%) and concentrate (80%) showed alterations in the mucus substance, liver glycogen level and ether extract suggesting that genetic factors may influence on the parameters evaluated.

Keywords: babassu, veal, morphometry, glycoproteins, glycogen.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

%	Porcentagem
°C	Graus Celsius
µm	Micrometro
AB	Alcian Blue
dL	Decilitro
FMB	Farelo do Mesocarpo do Babaçu
g/Kg	Gramas por quilo
KOH	Hidróxido de potássio
mg	Miligrama
mm	Milímetro
PAS	Ácido Periódico de Schiff
pH	Potencial hidrogeniônico
AGV	Ácido Graxo Volátil

LISTA DE ILUSTRAÇÃO

- Figura 1- Cortes: transversal (a) e longitudinal (b). Componentes: epicarpo (a), mesocarpo (b), endocarpo (c) e amêndoa (d). Fonte: EMMERICH (1987).20
- Figura 2- Fotomicrografia de fígado de touros Nelore submetidos à dieta contendo FMB e nível de concentrado. A) e B) 65% e 71% de concentrado na dieta e 0 FMB, respectivamente; C) e D) 65% e 71% de MS de concentrado na dieta e 35% de FMB, respectivamente. Setas indicam grânulos de glicogênio reagente ao Ácido Periódico de Schiff (PAS). Aumento de 40X.40
- Figura 3 - Fotomicrografia das papilas ruminais, mostrando a camada de queratina (seta). A) grupo contendo 0FMB-65C; B) grupo contendo 0FMB-71C; C) grupo contendo 35FMB-65C e D) grupo contendo 35FMB -71C. Aumento de 40X.44
- Figura 4-Figura 1 - Fotomicrografia de mucinas nas vilosidades do intestino delgado de três grupos genéticos. A) AB pH 2,5, mostrando mucinas carboxiladas B) AB pH 1,0 mostrando mucinas sulfatadas; C) Ácido Periódico de Schiff (PAS) mostrando mucinas neutras e D) PAS = AB 2,5 mostrando glicoproteínas ácidas e neutras. Aumento de 40 X.....55
- Figura 5- Fotomicrografias das células mucosas do intestino de tourinhos utilizando-se PAS + AB pH 2,5. A) Aumento de 10X mostrando a distribuição dos tipos de glicoproteínas observadas, onde as que se coram em azul pelo AB pH 2,5 e as que se coram em roxo pelo PAS B) Aumento de 40X mostrando glicoproteínas coradas em fúcsia (seta preta preenchida); glicoproteínas coradas em azul (seta vazia) e glicoproteínas coradas em roxo (seta pontilhada).56

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Relação das principais glicoproteínas, coloração e função encontradas na mucosa intestinal.....	25
Tabela 2- Composição alimentar das dietas fornecidas aos animais.....	38
Tabela 3- Médias do glicogênio hepático pela Técnica de histomorfometria; dosagem bioquímica do glicogênio hepático e muscular e histomorfometria da camada de queratina das papilas ruminais de touros Nelores submetidos a uma dieta contendo farelo do mesocarpo do babaçu.	41
Tabela 4- Médias do Extrato etéreo hepático de tourinhos Nelore submetidos a quatro dietas, sendo duas com adição da farinha do mesocarpo do babaçu e duas sem adição da farinha..	43
Tabela 5- Método histoquímico e as reações químicas envolvidas.....	54
Tabela 6- Numero de células mucosas utilizando Reações histoquímicas de AB pH 1,0; AB pH 2,5 e PAS do duodeno de três grupos genéticos (½ Red angus + ½ Nelore, Mestiço leiteiro e Nelore.	57
Tabela 7- Ganho de peso médio diário por unidade de tamanho metabólico de três grupos genéticos.	58
Tabela 8- Reações histoquímicas de AB pH 2,5 + PAS do duodeno de três grupos genéticos (½Red Angus + ½Nelore, mestiço Leiteiro e Nelore).....	59
Tabela 9- Médias da histomorfometria do glicogênio hepático e extrato etéreo hepático de três grupos genéticos.....	60

CAPÍTULO 1 - CONSIDERAÇÕES GERAIS

1 INTRODUÇÃO

A pecuária é uma das principais atividades responsáveis pelo crescimento econômico do Brasil nos últimos anos. O Brasil é atualmente o maior exportador de carne bovina e o detentor do maior rebanho comercial do mundo, estimado em 209 milhões de cabeças (IBGE, 2010). No entanto, existem dificuldades econômicas e produtivas enfrentadas pela bovinocultura de corte, no que se refere a sua manutenção e expansão de mercado.

Segundo Brondani et al. (2006), a variação dos aspectos qualitativos da carne bovina brasileira pode ocorrer em decorrência de diversos fatores, sejam eles relacionados ao ambiente (alimentação, manejo, estresse) ou ao animal (genética, condição sexual, idade, peso de abate), concorrendo com outras espécies como aves e suínos, que apresentam constância de padrões de qualidade.

Este fato evidencia a necessidade de buscar alternativas tecnológicas para pecuária de corte, visando alcançar níveis produtivos elevados associados à eficiência econômica, para que seja possível atender a crescente demanda de carne bovina do mercado interno e se manter competitivo no mercado externo (RESTLE et al., 2000).

No Brasil a produção de bovinos de corte é desenvolvida em sua maioria de maneira extensiva, em pastagens tropicais do gênero *Brachiaria*, fazendo com que o desempenho dos animais seja limitado em decorrência do decréscimo quantitativo e qualitativo destas gramíneas, principalmente nos períodos de estiagem (REZENDE et al., 2011).

A competitividade dos mercados mundiais vem pressionando os produtores nacionais para a intensificação dos sistemas de produção de bovinos de corte. Neste contexto, a utilização estratégica da prática de confinamento vem se tornando cada vez mais importante para a cadeia produtiva da carne bovina. Dentre os benefícios da prática do confinamento, pode-se citar a melhoria no ganho de peso e redução na idade de abate, a melhoria na qualidade da carcaça e da carne e a intensificação do uso da terra (RESTLE et al., 2000; RESTLE; VAZ, 2003).

Nos sistemas de terminação de bovinos em confinamento cerca de 70% dos custos de produção são decorrentes da alimentação (PACHECO; RESTLE; VAZ, 2006). Visto ser a ração a base de grãos a fonte de energia mais utilizada nas formulações de rações e a mais onerosa (RODRIGUES et al., 2001), tem-se direcionado esforços para encontrar subprodutos de baixo custo que possam substituir total ou parcialmente o milho e o farelo de soja da dieta e possibilitar adequados lucros em confinamento.

O farelo do mesocarpo do babaçu, subproduto originado do processamento do fruto da palmeira do babaçu (*Orbygnya* sp.) que apresenta teor de amido na ordem de 520 g/kg de matéria seca (Pavlak et al., 2007), tem se tornado um subproduto como opção para a alimentação animal.

Outro fator de fundamental importância na viabilidade do sistema de produção e pode definir o sucesso econômico da atividade é a escolha do grupo genético (RESTLE e VAZ, 1999). Com o advento das tecnologias de sequenciamento e da genotipagem na pecuária, torna-se possível a amplificação dos genomas, e exploração da base genética para as diferenças na adaptação tropical (CHAN; NAGARAJ; REVERTER, 2010).

Cerca de 80% do rebanho brasileiro é composto por animais de raças zebuínas (*Bos indicus*), animais de comprovada rusticidade e adaptação ao ambiente predominante no Brasil (ANUALPEC, 2010). Nas regiões mais quentes, as raças da espécie *Bos indicus* prevalecem, em decorrência de sua maior adaptação, enquanto *Bos taurus* são mais utilizados nas regiões de clima ameno. Assim, considerando a variabilidade genética, é possível que a qualidade nutricional da carne brasileira apresente variações (ROSSATO et al., 2009).

Adicionalmente, um aspecto que tem despertado grande interesse na pecuária é a capacidade de adaptação morfofuncional do trato digestório e órgãos correlacionados de bovinos de diferentes perfis genéticos a diferentes tipos de alimentos e sua composição, fator que pode estar relacionado com maior capacidade digestiva e aproveitamento de nutrientes. Estudos demonstram que os componentes do peso vivo, também conhecidos como componentes não-carcaça, constituídos pelo sistema digestório, pele, pulmões com traqueia, fígado, coração, rins, baço, gordura interna e pélvica, testículos e cauda, são influenciados pela genética, idade, peso vivo, sexo e, especialmente, alimentação (GASTALDI et al., 2000).

A massa de órgãos viscerais, que fazem parte dos componentes do peso vivo, pode influenciar a eficiência alimentar do animal e a utilização dos nutrientes por vários tecidos do corpo (KOUAKOU et al., 1997). Estudos demonstram que variações na dieta interferem nas proporções entre peso vivo X massa do trato gastrointestinal em diferentes tipos genéticos em pequenos ruminantes (GASTALDI et al., 2000; OLIVEIRA et al., 2002; BROCHIER; CARVALHO, 2008).

Criar alternativas de produção animal de forma segura e principalmente responsável é a grande preocupação que existe atualmente, assim como investigar a variabilidade e adaptabilidade biológica de diferentes tipos genéticos bovinos aos alimentos alternativos, uma vez que a atual conjuntura da exploração de bovinos de corte exige a busca de melhoramento genético adaptados a cada sistema de produção e que atendam a demanda do mercado, principalmente em relação qualidade de carcaça e carne.

Sendo assim, objetivou-se avaliar a morfofisiologia de tecidos bovinos em resposta a dois diferentes tipos de análise, sendo o primeiro de touros raça Nelore alimentados em confinamento com dois níveis de concentrado (650 e 710 g/kg de matéria seca) associado ou não à inclusão de 350 g/kg de matéria seca de farelo do mesocarpo de babaçu no concentrado e, o segundo de três grupos genéticos ($\frac{1}{2}$ Red angus + $\frac{1}{2}$ Nelore, Mestiço leiteiro e Nelore) terminados em confinamento.

1.1 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

1.1.1 Alimentos alternativos

A utilização de subprodutos e de resíduos agroindustriais na alimentação animal é uma alternativa eficiente para a melhoria da produtividade, devendo atender adequadamente às exigências nutricionais do animal, contribuindo para um adequado consumo de nutrientes.

A prática da utilização de alimentos alternativos vem sendo realizada à centena de anos e, atualmente devido a questões ambientais e considerações econômicas, têm merecido considerável atenção dentre pecuaristas e nutricionistas, uma vez que o aproveitamento de subprodutos tem como importância diminuir a dependência dos bovinos por cereais que possam servir para a alimentação humana ou de animais monogástricos e eliminar a necessidade de criação de práticas onerosas de manejo de resíduos (IMAIZUMI, 2005).

O Brasil, por sua extensão continental e grande variabilidade climática, possui grande potencial de produção de diversos alimentos, resíduos agroindustriais e do beneficiamento de vários produtos que estão disponíveis, geralmente, no período de escassez de forragem verde, e que podem ser utilizados como suplemento na alimentação animal. Entretanto, a utilização desses subprodutos é regionalizada e, normalmente o seu verdadeiro valor nutricional é desconhecido, embora, segundo Valadares Filho (2000), a busca por alimentos alternativos eficientes e a menor custo conste de longas datas.

Contudo, para Kazama et al.(2008) pesquisas em nutrição de ruminantes envolvendo a avaliação do uso de subprodutos agroindustriais não devem restringir-se apenas a resultados de desempenho animal associados ao custo de produção, mas devem estar aliadas também ao impacto que esses subprodutos teriam sobre a qualidade da carne bovina, visto que as exigências impostas dos mercados consumidores por qualidade de carne têm aumentado constantemente.

1.1.1.1 Babaçu

A palmeira do babaçu pertence à família das palmáceas é classificada como *Orbignya oleífera*, *Orbignya espesiosa*, *Orbignya pharelhata* e *Orbignya spp.* A região dos babaçuais, localizada na faixa de transição para a floresta amazônica possui 18,5 milhões de hectares, e equivale a 75% da área do estado de São Paulo.

Sua área inclui terras de várias unidades da federação, principalmente do Maranhão, Pará, Piauí e Tocantins (CAMPOS, 2008).

Os frutos são compostos de quatro partes: a primeira parte que protege o fruto é denominada de epicarpo; a segunda parte é o mesocarpo rico em amido; a terceira é o endocarpo conteúdo mais resistente do fruto onde são alojadas as amêndoas (Figura 1) (CDT/UnB, 2007).

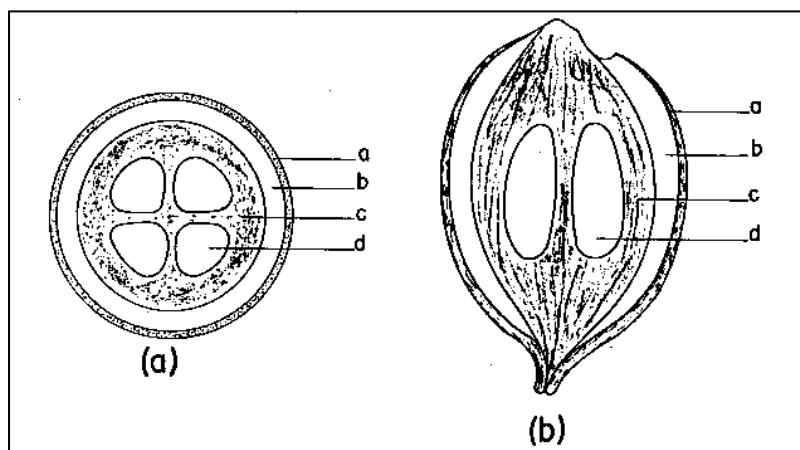


Figura 1- Cortes: transversal (a) e longitudinal (b). Componentes: epicarpo (a), mesocarpo (b), endocarpo (c) e amêndoa (d). Fonte: EMMERICH (1987).

Os principais produtos comerciais extraídos do Babaçu são o óleo, extraído da castanha, e a torta, resultado do processo de extração do óleo (EMBRAPA, 1984). As farinhas, amilácea fina, média e grossa são obtidas pelo processo de moagem do mesocarpo e são separadas pelo processo de fumação (SILVA, 2008).

Trabalhos têm sido desenvolvidos com o fim de se obter dados sobre a utilização do subproduto do farelo de babaçu na alimentação animal. Esse tem sido utilizado na alimentação de aves (CARNEIRO et al., 2009), pequenos ruminantes e ruminantes (XENOFONTE et al., 2008; SILVA, 2008; MIOTTO, 2011), peixes (LOPES et al., 2010) abelhas (PEREIRA et al., 2007) e, animais silvestres (ALBURQUEQUE, 2006).

Em pequenos ruminantes, Xenofonte et al. (2008) ao estudar dietas com farelo de babaçu (0, 10, 20 e 30%) em substituição ao feno de capim-colonião em ovinos, observou uma redução no consumo de nutrientes e o ganho de peso dos animais.

Silva (2006) ao substituir o farelo de trigo pela torta de babaçu na alimentação de vacas mestiças em lactação observou que a mesma supriu as necessidades de manutenção e produção dos animais estudados, apresentando favorável relação custo-benefício.

Silva (2008) ao avaliar quatro níveis de inclusão 0%, 20%, 40% e 60% de farinha amilácea de babaçu (farinha de mesocarpo) no concentrado sobre o desempenho de novilhos Nelore terminados em confinamento, observou que a mesma pode ser utilizada na alimentação de novilhos até o nível de 60% de inclusão no concentrado, em substituição ao milho.

Miotto (2011) ao estudar a substituição do milho por farelo do mesocarpo do babaçu na alimentação de tourinhos confinados observou semelhantes consumos de energia e ganho de peso diário para os animais que receberam o farelo na dieta.

1.1.2 Grupo genético

A produtividade de bovinos de corte depende, dentre outros fatores, da genética do animal e do consumo de nutrientes (VAN SOEST, 1994), sendo a escolha do grupo genético de fundamental importância na viabilização do sistema de produção (RESTLE; VAZ 1999).

De acordo com Forni; Federici e Albuquerque (2007) a herdabilidade para características da carcaça e da carne de bovinos é de moderada a alta, evidenciando que a utilização de raças especializadas nos programas de cruzamento dirigido e a seleção de indivíduos que expressam as características qualitativas, se constituem em importantes ferramentas para melhoria desses aspectos no rebanho por meio do genótipo.

No que tange as diferenças existentes entre grupamentos genéticos, diversas pesquisas apontam que, entre *Bos indicus* e *Bos taurus* existem diferenças reprodutivas (BARUSELLI; GIMENES; SALES, 2007); influência no perfil de colesterol e ácidos graxos; nos índices zootécnicos, caracterizando a qualidade final do produto, como na maciez da carne e textura da carne (RUBENSAM, FELÍCIO e TERMIGNONI, 1998). Entretanto, quando essa diferença está atrelada a eficiência bionutricional, além de poder variar com o grupo genético do animal, é dependente

do ponto de avaliação utilizado (tempo pré-definido, peso fixo e grau de terminação) (EUCLIDES FILHO et al., 2001).

A existência de diferenças quanto ao consumo alimentar e à habilidade de digerir alimentos entre *Bos taurus*, *Bos indicus* e seus mestiços têm sido motivos de controvérsias. Alguns estudos revelam que a concentração energética da ração exerce influência diferente nos animais das duas espécies (OLIVEIRA et al., 1991).

Observa-se que animais zebuínos e seus cruzamentos utilizam dietas baseadas em forragens de baixa qualidade de forma mais eficiente que taurinos (KARUE et al., 1972). Isso pode ser explicado, em parte, pela maior energia de manutenção necessária para animais que possuem elevada taxa de crescimento e maior tamanho e maturidade. No caso de animais *Bos indicus*, possui menor gasto com energia de manutenção, o que permitiria obtenção de desempenho melhor em ambientes com restrição nutricional (FRISCH; VERCOE, 1977). No caso de alimentação *ad libitum*, esses animais consumiriam menos, obtendo menores taxas de ganho em relação a *Bos taurus* (BEAVER et al., 1989).

Ledger et al. (1970) encontraram maior consumo por unidade de peso vivo para taurinos, quando comparado com zebuínos, e comportamento intermediário para os animais mestiços. Por outro lado, Valadares Filho et al. (1987) relataram que zebuínos têm maior capacidade de digerir alimentos fibrosos, devido a sua melhor capacidade de utilização do nitrogênio. Euclides Filho, Euclides e Figueiredo (1997), avaliando a conversão alimentar de grupos genéticos distintos, têm encontrado resultados que confirmam a inexistência de diferenças entre eles, o que segundo Vercoe (1967), são divergências bastante comuns em estudos de avaliações de eficiência alimentar envolvendo zebuínos e taurinos.

SHERBECK et al. (1995), testando diferentes genótipos de Hereford e Brahman, verificaram diferenças no ganho de peso, durante a terminação em confinamento, e nas características de carcaça e carne de animais de diferentes graus de sangue europeu x zebu. RESTLE; FELTEN e VAZ (1995) também verificaram diferenças nas características de desempenho em confinamento e de carcaça.

KOOHMARAIE (1994) afirmam que aproximadamente 46% das variações na maciez da carne bovina estão relacionadas à genética do animal quando o estudo é realizado entre raças diferentes. SILVEIRA et al. (2009) estudando a qualidade da carne de novilhos Charolês e Nelore terminados em confinamento, constataram que

os animais Charolês apresentaram carne mais macia, sendo necessária menor força de cisalhamento (3,79 vs 5,09 kg/cm).

Na ausência de restrições, segundo Frisch & Vercoe (1977, 1978), as diferenças de desempenho entre raças são frequentemente observadas e estão, quase sempre, associadas ao consumo de alimentos, ao metabolismo basal e ao requerimento para manutenção dos animais.

1.1.3 Fisiologia da digestão

1.1.3.1 Morfologia do rúmen

O estômago dos ruminantes é composto por quatro compartimentos morfológicamente distintos, os três primeiros, rúmen, retículo e omaso, correspondem à parte aglandular, e o abomaso é o compartimento glandular (Sisson e Grossman, 1986). A parte aglandular é constituída por quatro túnicas que são denominadas, a partir do lúmen do órgão em direção à cavidade abdominal, de mucosa, submucosa, muscular e serosa. O epitélio que reveste os compartimentos aglandulares é formado por quatro camadas: basal, espinhosa, granulosa e córnea ou queratinizada, sendo a última voltada para o lúmen do órgão (KIERSZENBAUM, 2008).

As papilas ruminais são projeções da túnica mucosa para o lúmen do órgão e são responsáveis por aumentar a área de superfície de contato, ou seja, a área de troca entre o conteúdo e a corrente sanguínea. São também responsáveis pela absorção dos ácidos graxos voláteis (DIRKSEN; LIEBICH; MAYER, 1985).

Mudanças na dieta causam alteração na microbiologia e nas características do epitélio ruminal. O aumento de grãos da dieta aumenta a concentração de ácido propiônico, que possui efeito mitogênico, e propicia o crescimento das papilas ruminais (DIRKSEN; LIEBICH; MAYER, 1985). Isso explica o fato de que nas áreas de maior absorção, há um maior desenvolvimento das papilas ruminais (SILVA; LEÃO, 1979).

1.1.3.2 Mucosa intestinal

A mucosa intestinal é um relevante aspecto da fisiologia da digestão, por representar uma extensa área envolvida na ingestão, digestão e absorção de

nutrientes (BLIKSLARGER; ROBERTS, 1997). É revestida por um epitélio simples cilíndrico contendo quatro tipos celulares principais: células absorptivas ou enterócitos, células caliciformes, células de Paneth e células enteroendócrinas. Células-tronco, células enteroendócrinas e células de Paneth são encontradas nas criptas de Lieberkühn (KIERSZENBAUM, 2008).

Os enterócitos são células tipicamente colunares. Ultra-estruturalmente, os enterócitos caracterizam-se pela grande quantidade de mitocôndrias e retículos endoplasmáticos lisos e rugosos, ribossomos e lisossomos (UNI; 1999). Essas células respondem pela digestão final do alimento e pelo transporte trans-epitelial dos nutrientes a partir do lúmen e/ou para o lúmen (PÁCHA, 2000). O transporte dos nutrientes a partir do lúmen corresponde à entrada e posterior saída dos nutrientes dos enterócitos em direção aos vasos sanguíneos, processo que recebe o nome geral de absorção (KIERSZENBAUM, 2008).

As células caliciformes intestinais possuem dois domínios: (1) um domínio apical, com formato de um cálice, contendo grandes grânulos de muco cujo conteúdo é liberado na superfície do epitélio, e (2) um estreito domínio basal, que se adere à lâmina basal e contém o retículo endoplasmático granular, no qual a porção protéica do muco é produzida. O aparelho Golgi, que adiciona grupos de oligopolissacarídeos ao muco, é proeminente e se situa acima do núcleo localizado na região basal (KIERSZENBAUM, 2008).

O produto secretado pelas células caliciformes são as glicoproteínas (80% de carboidratos e 20% de proteína) (KIERSZENBAUM, 2008) secretoras de mucina (MUC2) e moléculas bioativas, tais como mucina ligada à membrana (MUC1, MUC3, MUC17) (KIM e HO, 2012) e são liberadas por exocitose (FORSTNER; OLIVER; SYLVESTER, 1995). Tais células protegem o epitélio intestinal da ação de enzimas digestivas e efeitos abrasivos da digestão (ROBERTIS; HIB, 2001).

Mucina são cadeias de oligossacarídeos muitas vezes terminada com ácido siálico ou grupos sulfato, classificadas em subtipos neutros e ácidos. Estes últimos são ainda divididos em grupos dos sulfatados (sulfomucinas) ou não-sulfatados (sialomucinas) que contribui para a natureza polianiónica a um pH neutro. O subtipo de mucina e a distribuição de células variam espacialmente ao longo do trato gastrointestinal e temporalmente durante o desenvolvimento pós-natal em todas espécie de mamíferos (FORSTNER; OLIVER; SYLVESTER, 1995).

Mucina neutra parece ser o subtipo predominantemente expresso na mucosa gástrica (SHEAHAN; JERVIS, 1976). Mucinas ácidas são expressas em todo o epitélio intestinal e tendem a dominar no intestino grosso (SHEAHAN e JERVIS, 1976).

Mucinas ácidas protegem contra translocação bacteriana, uma vez que mucinas sulfatadas aparecem menos degradável por glicosidases bacterianas (ROBERTON; WRIGHT, 1997; FONTAINE et al., 1996) (Tabela 1). Esta ideia também é consistente com a observação de que células caliciformes em regiões intestinais densamente povoadas por micróbios expressam predominantemente mucinas ácidas (DEPLANCKE; HRISTOVA; OAKLEY et al., 2000; ROBERTON; WRIGHT, 1997; NIEUW AMERONGEN et al., 1998).

Tabela 1- Relação das principais glicoproteínas, coloração e função encontradas na mucosa intestinal.

Glicoproteínas	Coloração	Intestino	Função	Referência ¹
Neutras	Vermelho	TGT ²	Lubrifica e protege contra ação mecânica	Deplancke e Gaskins (2001)
Ácidas	Azul escuro	TGT (intestino grosso)	Protege contra ação bacteriana	Roberton e Wright (1997) e Fontaine et al.(1996)
<i>Sulfatadas</i>	Marrom	TGT (intestino grosso - cripta)	Protege contra ação bacteriana (nascimento)	Roberton e Wright (1997) e Fontaine et al.(1996)

¹ A referência é relacionada a função. ²TGT: Trato gastrointestinal.

Segundo Sharma e Schumacher (1995) ao observar padrões distintos de mucinas em ratos associadas à microbiota humana, sugere que essas mucinas podem refletir no organismo hospedeiro capacidade de resposta diferente às específicas comunidades bacterianas ou metabólitos.

Estudos têm demonstrado que fatores dietéticos podem afetar o número de células caliciformes e a heterogeneidade de mucina (McCRACKEN; GASKINS,

1995; SHARMA et al., 1996) além de modular a atividade secretora de células caliciformes (SATCHITHANANDAM et al., 1990; BARCELO et al., 2000).

Embora a organização citoarquitetural de células caliciformes e seus modos de secreção sejam relativamente bem descritos, pouco é conhecido sobre os fatores que contribuem para a heterogeneidade de glicoproteínas do muco intestinal ou fatores que influenciam a diferenciação de células caliciformes (FORSTNER; OLIVER; SYLVESTER, 1995).

Considerando-se que a camada de muco constitui-se uma barreira dinâmica defensiva (DEPLANCKE; GASKINS, 2001), é importante que estudos avaliem através da histoquímica as glicoproteínas presentes nas células do intestino, a fim de verificar possível relação entre o tipo de glicoproteína e os grupos genéticos bovinos.

1.1.4 Glicogênio

O fígado, maior glândula do organismo animal, é essencial para a vida, atuando tanto como glândula exócrina quanto endócrina. Recebe pela circulação portal as moléculas originadas da digestão e as transforma em moléculas de armazenamento (principalmente glicogênio e lipídeos). Por outro lado, o fígado fornece glicose (por glicogenólise ou por gliconeogênese) que pode ser oxidada em tecidos periféricos para fornecimento de energia (MOORE; CONNOLLY; CHERRINGTON, 1998; VARDANEGA-PEICHER et al., 2000; SOUZA et al., 2001). Também tem função central no metabolismo de lipídeos e lipoproteínas, como captação, oxidação ou conversão metabólica de ácidos graxos livres, síntese de colesterol e fosfolipídeos e formação de lipoproteínas plasmáticas (TAKIYA; BOROJEVIC, 2005).

Os hepatócitos são as células parenquimatosas do órgão, e constituem 80% da população celular. Estas células armazenam glicogênio, proteínas, vitaminas e alguns lipídeos, além de serem capazes de sintetizar proteínas (p.ex. albumina), glicose e ácidos graxos para a síntese de triglicerídeos, glicerol e fosfolipídeos. À microscopia de luz, os hepatócitos se apresentam como células poligonais com aproximadamente 30 μm de comprimento e 20 μm de largura, organizadas em fileiras formando traves ou placas geralmente com uma camada de células, que

partem da veia centrolobular e se dirigem ao espaço porta (TAKIYA; BOROJEVIC, 2005).

O citoplasma dos hepatócitos é granular, devido à presença de grande quantidade de mitocôndrias e grumos basofílicos, que representam o retículo endoplasmático rugoso. O glicogênio, em microscopia de luz, apresenta-se como grumos reativos ao ácido periódico de Schiff (PAS) esparsos no citoplasma. O acúmulo dessa molécula pode ser visto em células inativas ou durante o envelhecimento (TAKIYA; BOROJEVIC, 2005), mas seu aumento no hepatócito tem relação direta com dietas contendo altos níveis de carboidrato (LIMA et al., 2003). Entretanto, estudos sugerem que não existem diferenças entre as formas simples ou complexas de carboidratos no que diz respeito à repleção de glicogênio hepático (ROBERTS et al., 1988; KIENS et al., 1990; LIMA et al., 2003).

Alterações nas taxas de glicogênese e na glicogenólise podem contribuir para mudanças na glicemia pós-prandial (HWANG et al., 2005), sugerindo que diferenças na eficiência metabólica hepática entre tipos genéticos distintos pode interferir no consumo de alimentos e aproveitamento de nutrientes, com consequente desempenho da carcaça ao abate.

1. 2 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBUQUERQUE, N.I. Emprego do babaçu (*Orbignya phalerata*) como fonte energética para catetos (Tyyassu tajacu). **Tese doutorado**, piracicaba, 2006.

ANUALPEC. **Anuário estatístico da pecuária brasileira**. SãoPaulo:FNP CONSULTORIA & AGROINFORMATIVOS. 2010.

BARCELO A., CLAUSTRE J., MORO F., CHAYVIALLE J.A., CUBER J.C., PLAISANCIE P. Mucin secretion is modulated by luminal factors in the isolated vascularly perfused rat colon. **Gut**, v.46, p. 218–24, 2000.

BARUSELLI, P.S.; GIMENES, L.U.; SALES, J.N.S. Fisiologia reprodutiva de fêmeas taurinas e zebuínas. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**. Belo Horizonte, v.31, n.2, p.205-211, abr./jun. 2007.

BEAVER, E. E., J. E. WILLIAMS, S. J. MILLER, D. L. HANCOCK, S. M. HANNAH, AND D. L. OCONNOR. Influence of breed and diet on growth, nutrient digestibility, body composition and plasma hormones of Brangus and Angus steers. **Journal Animal Science**, v.67, p.2415–2425, 1989.

BLIKSLARGER, A.T.; ROBERTS, C. Mechanisms of intestinal mucosal repair. **Journal of American Veterinary Medical Association**, Washington, v. 211, n. 9, p.1437-1441, 1997.

BROCHIER, M.A.; CARVALHO, S. Peso e rendimento dos componentes do peso vivo de cordeiros terminados em confinamento com dietas contendo proporções crescentes de resíduo úmido de cervejaria. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 60, p.1213-1218, 2008.

BRONDANI, I. L.; SAMPAIO, A. A. M.; RESTLE, J.; ALVES FILHO, D. C.; FREITAS, L. DA S.; AMARAL, G. A. DO.; SILVEIRA, M. F. DA.; CEZIMBRA, I. M. Composição física da carcaça e aspectos qualitativos da carne de bovinos de diferentes raças alimentados com diferentes níveis de energia. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n. 5, p.2034-2042, 2006.

CAMPOS, A. **Babaçu livre Agências de Notícias Repórter Brasil** - 03-04-2006. Disponível em www.reporterbrasil.com.br/exibe.php?id=521. Acesso em 10 de Abril de 2008.

CARNEIRO, A.P.M.; PASCOAL, L.A.F.; WATANABE, P.H.; SANTOS, I.B.; J.M. E ARRUDA, J.C.B. Farelo de babaçu em rações para frangos de corte na fase final: desempenho, rendimento de carcaça e avaliação econômica. **Ciência Animal Brasileira**, v. 10, n. 1, p. 40-47, jan./mar. 2009

CDT/UnB – Centro de Apoio ao Desenvolvimento Tecnológico – Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas - SBRT – <http://www.sbrt.ibict.br> acesso em 10 de julho de 2008.

CHAN, E. K. F.; NAGARAJ, S. H.; REVERTER, A. The evolution of tropical adaptation: comparing taurine and zebu cattle. **Animal Genetics**, v.41, n.467–477, 2010.

DEPLANCKE B., HRISTOVA K.R., OAKLEY H.A. Molecular ecological analysis of the succession and diversity of sulfate-reducing bacteria in the mouse gastrointestinal tract. **Appl Environ Microbiol** n.66, p. 2166–74, 2000.

DIRKSEN, G. U.; LIEBICH, I. I. G.; MAYER, E. Adaptive changes of the ruminal mucosa and their functional and clinical significance. **Bovine Pract.** v. 20, p. 116-120, 1985.

EMBRAPA, Babaçu - Programa Nacional de Pesquisa. Brasília: EMBRAPA, 1984.

EMMERICH, F. G. Modelo granular, percolação resistividade, RSE e módulo de elasticidade de materiais carbonosos: aplicação ao endocarpo de babaçu tratado termicamente até 2200°C. Campinas: Instituto de Física "Gleb Wataghin", tese de Doutorado 1987.

EUCLIDES FILHO, K.; EUCLIDES, V.P.B.; FIGUEIREDO, G.R. OLIVEIRA, M.P. de. Avaliação de animais nelore e seus mestiços com Charolês, Fleckvieh e Chianina, em três dietas. 1. Ganho de peso e conversão alimentar. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.26, n.1, p.66-72, 1997.

EUCLIDES FILHO, K.; EUCLIDES, V.P.B.; FIGUEIREDO, G.R.; BARBOSA, R.A. Eficiência Bionutricional de Animais Nelore e seus Mestiços com Simental e Aberdeen Angus, em Duas Dietas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.1, p.77-82, 2001.

FONTAINE N, MESLIN JC, LORY S, ANDRIEUX C. Intestinal mucin distribution in the germ-free rat and in the heteroxenic rat harbouring a human bacterial flora: effect of inulin in the diet. **Br J Nutr**. v.75, p. 881–92, 1996.

FORNI, S.; FEDERICI, J.F.; ALBUQUERQUE, L.G. Tendências genéticas para escores visuais de conformação, precocidade e musculatura à desmama de bovinos Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.36, n.3, p.572-577, 2007.

FORSTNER J.F., OLIVER M.G., SYLVESTER F.A. Production, structure, and biologic relevance of gastrointestinal mucins. In: Blaser MJ, Smith PD, Ravdin JI, Greenberg HB, Guerrant RL, eds. **Infections of the gastrointestinal tract**. New York: Raven Press, p.71–88, 1995.

FRISCH, J.E.; VERCOE, J.E. Food intake, eating rate, weight gains, metabolic rate and efficiency of feed utilization in *Bos taurus* and *Bos indicus* crossbred cattle. **Animal Production**, v.24, n.1, p.343-358, 1977.

FRISCH, J.E.; VERCOE, J.E. Utilizing breed differences in growth of cattle in the tropics. **World Animal Review**, v.25, n.1, p.8-12, 1978.

GASTALDI, K.A., et al. Influência de diferentes relações volumoso:concentrado e pesos de abate de cordeiros confinados. 3. componentes do peso vivo. In: **Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa: SBZ, 2000, p. 653-656.

HWANG J.H.; PERSEGHIN G.; ROTHMAN D.L.; CLINE G.W.; MAGNUSSON I.; PETERSEN K.F.; SHULMAN G.I. Impaired net hepatic glycogen synthesis in insulin-dependent diabetic subjects during mixed meal ingestion. A ¹³C nuclear magnetic resonance spectroscopy study. **The Journal of Clinical Investigation**. v. 95, p. 783-787, 1995.

IMAIZUME, H. **Suplementação protéica, uso de subprodutos agroindustriais e processamento do milho, em dietas para vacas leiteiras em confinamento**. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. Tese (Doutorado em Ciência Animal e Pastagem). Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2005.

In: SIMCORTE – SIMPÓSIO DE PRODUÇÃO DE GADO DE CORTE, 4., 2004, INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. Levantamento sistemático da produção agrícola, indicadores agropecuários 2011. (publicado em 02/02/2011).

www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/agropecuaria/indicadoresagro

KARUE, C. N., J. L. EVANS, AND A. D. TILLMAN. Metabolism of nitrogen in Boran and in Hereford-Boran crossbred steers. **Journal Animal Science**, v. 35, p.1025–1030, 1972.

- KAZAMA, R. et al._____.In: Características quantitativas e qualitativas da carcaça de novilhas alimentadas com diferentes fontes energéticas em dietas à base de cascas de algodão e de soja. **Revista brasileira de Zootecnia**, v. 37, n. 2, p. 350-357. 2008.
- KIENS, B., RABERN, B., VALEUR, A.K., AND RICHTER, E.A. Benefit of dietary simple carbohydrates on the early postexercise muscle glycogen repletion in male athletes [abstract 524]. **Medicine and Science in Sports and Exercise**. v, 22, n.88, 1990.
- KIERSZENBAUN, A. L. **Histologia e biologia celular: uma introdução à patologia**. Rio de Janeiro, Editora Elsevier, 2008, 677p.
- KIM, Y.S. E HO, S.B. Intestinal Goblet Cells and Mucins in Health and Disease: Recent Insights and Progress. **Current Gastroenterology Reports**, v.12, p.319–330, 2012.
- KOOHMARIE, M. Muscle proteinases and meat aging. **Meat Science**, v.36, n.3, p.93-104, 1994.
- KOUAKOU, B.; GOETSCH, A.L.; PATIL, A.R. et al. Visceral organ mass in wethers consuming diets with different forages and grain levels. *Livestock Production Science*, v.47, p.125-137, 1997.
- LEDGER, H. P., A. ROGERSON, E G. H. FREEMAN. 1970. Further studies on the voluntary food intake of *Bos indicus* and *Bos taurus* and crossbred cattle. **Anim. Prod.** 12:425–431.
- LIMA, H.M.; BARCELOS, M. DE F.P.; SOUZA, R.V. DE.; MORAIS. A.R. DE. Influência das formas de carboidratos no treinamento físico e na supercompensação glicogênica de ratos. **Ciência e Agrotecnologia**. v. 27, 2003.
- LOPES, J.M.; PASCOAL, FONSECA, L.A.; SILVA FILHO, F.P. DA; SANTOS, I.B.; WATANABE, P.H.; ARAÚJO, D.M.; PINTO, D.C.; OLIVEIRA, P.S. Farelo de babaçu em dietas para tambaqui¹ **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.11, n.2, p. 519-526 abr/jun, 2010.
- MCCRACKEN B.A., GASKINS H.R., RUWE-KAISER P.J., KLASING K.C., JEWELL D.E. Diet dependent and diet-independent metabolic responses underlie growth stasis of pigs at weaning. **J Nutr.** v.125, p. 2838–45, 1996.
- MOORE, M.C.; CONNOLLY, C.C.; CHERRINGTON, A.D. Autoregulation of hepatic glucose production. **European Journal of Endocrinology**. v. 138, p. 40-48, 1998.
- NIEUW AMERONGEN AV, BOLSCHER JGM, BLOEMENA E, VEERMAN ECI. Sulfomucins in the human body. **Biol Chem**, v.379, p.1–18, 1998.
- OLIVEIRA M.V.M., PÉREZ J.R.O.; ALVES E.L.; MARTINS, A.R.V.; LANA, R.P. Avaliação da composição de cortes comerciais, componentes corporais e órgãos internos confinados e alimentados com dejetos de suínos. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 31, p.1459-1469, 2002.

OLIVEIRA, R.F.M., et al. Consumo e digestibilidade de dietas com duas proporções de concentrados fornecidos a bovinos de três grupos genéticos. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.20, p. 513-521, 1991.

PÁCHA, J. Development of intestinal transport function in mammals. **Physiology Review**, Canadá, v. 80, n. 4, p.1633-1667, 2000.

PACHECO, P.S.; RESTLE, J.; VAZ, F.N.; FREITAS, A.K; PADUA, J.T.; NEUMANN, M.; ARBOITTE, M.Z. Avaliação econômica da terminação em confinamento de novilhos jovens e superjovens de diferentes grupos genéticos *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, v.35, n.1, p.309-320, 2006.

PAVLAK, M.C.M.; ZUNIGA, A.D.; ABREU LIMA, T.L. Aproveitamento da farelo do mesocarpo do babaçu (*Orbignya martiana*) para obtenção de etanol. **Evidência**,v.7, n.1, p.7-24, 2007.

PEREIRA, F.M.; FREITAS, B.M.; VIEIRA NETO, J.M.; LOPES, M.T.R.; BARBOSA, A.L.; CAMARGO, R.C.R.; RIBEIRO, V.Q.; ROCHA, R.S. Efeito tóxico de alimentos alternativos para abelhas *Apis mellifera*. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.37, n.2, p.533-538, mar-abr, 2007.

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, 2000.

RESTLE, J., FELTEN, H.G., VAZ, F.N. Efeito de raça e heterose para desempenho em confinamento de novilhos de corte. In: REUNIÓN LATINOAMERICANA DE PRODUCCIÓN ANIMAL, 14, 1995. Mar del Plata. *Memorias...* Balcarce: ALPA, 1995. p. 852-854.

RESTLE, J., VAZ, F.N. Confinamento de bovinos definidos e cruzados. In: LOBATO, J.F.P., BARCELLOS, J.O.J., KESSLER, A.M. (Eds.) *Produção de bovinos de corte*. Porto Alegre: EDIPUCRS. 1.ed. p.141-167, 1999.

RESTLE, J.; VAZ, F.N. Eficiência e qualidade na produção de carne bovina. In: **Reunião Anual da Sociedade Brasileira De Zootecnia**, Santa Maria: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2003, p. 40.

REZENDE, P.L.P.; RESTLE, J.; FERNANDES, J.J.R.; PÁDUA, J.T.; NETO, M.D.F.; ROCHA, F.M. Desempenho e desenvolvimento corporal de bovinos leiteiros mestiços submetidos a níveis de suplementação em pastagem de *Brachiaria brizantha*. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 41, n. 8 p. 231-242, 2011.

ROBERTIS, E. M. F. de; HIB, J. **Bases da biologia celular e molecular**. 3ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan. 2001. 408 p.

ROBERTON AM, WRIGHT DP. Bacterial glycosulphatases and sulphomucin degradation. **Can J Gastroenterol**. n. 11, p. 361-6, 1997.

ROBERTS, K. M.; NOBEL, E. G.; HAYDEN, D. B.; TAYLOR, A. W. Simple and complex carbohydrate rich diets and muscle glycogen content of marathon runners. **European Journal of Applied Physiology**, Heidelberg, v. 57, n. 1, p. 70, Jan. 1988.

RODRIGUES, P.B.; ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T. et al. Valores energéticos do milho, do milho e subprodutos do milho, determinados com frangos de corte e galos adultos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.6, p.1767-1778, 2001.

ROSSATO, L. V. BRESSAN, M. C.; RODRIGUES, E. C.; CAROLINO, M. I. A DE C. M.; RUI BESSA, J. B.; ALVES, S. P. P. Composição lipídica de carne bovina de grupos genéticos taurinos e zebuínos terminados em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.9, p.1841-1846, 2009.

RUBENSAM, J.M.; FELÍCIO, P.E. de; TERMIGNONI, C. **Ciência Tecnologia Alimentar**, Campinas SP, v.18, n.4, p.405-409, 1998.

SATCHITHANANDAM S., VARGOFCAK-APKER M., CALVERT R.J., LEEDS A.R., CASSIDY M.M. Alteration of gastrointestinal mucin by fiber feeding in rats. **J Nutr** v.120, p.1179–84, 1990.

SHARMA R, SCHUMACHER U. Morphometric analysis of intestinal mucins under different dietary conditions and gut flora in rats. **Dig Dis Sci** 1995;40:2532–9.

SHARMA R., SCHUMACHER U., RONAASEN V., COATES M. Rat intestinal mucosal responses to a microbial flora and different diets. **Gut**, v.36, p. 209–14, 1996.

SHEAHAN DG, JERVIS HR. Comparative histochemistry of gastrointestinal mucosubstances. **Am J Anat** v.146, p.103–31, 1976.

SHERBECK, J.A., TATUM, J.D., FIELD, T.G. et al. 1995. Feedlot performance, carcass traits, and palatability traits of Hereford and Hereford Brahman steers. **Journal Animal. Science**, v.73, n.12, p. 3613-3620.

SILVA, N.R. Desempenho produtivo de bovinos de corte alimentados com dietas contendo diferentes níveis de farinha amilácea de babaçu. TESE_2008.

SILVEIRA, M.F.; BRONDANI, I.L.; ARBOITTE, M.Z.; ALVES FILHO, D.C.; RESTLE, J.; PIZZUTI, L.A.D.; LUZ, T.R.R.; RETORE, M. Composição física da carcaça e qualidade da carne de novilhos Charolês e Nelore que receberam diferentes proporções de concentrado na dieta. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.61, n.2, p.467-474, 2009.

SISSON, S.; GROSSMAN, J. D. Anatomia dos animais domésticos. 5. ed. Rio de Janeiro: Interamericana, cap. 29, p. 830, 1986.

SOUZA. H.M. DE; BORBA-MURAD, G.R.; CEDDIA, R.B.; CURI, R.; VARDANEGA-PEICHER, M. AND BAZOTTE, R.B. Rat liver responsiveness to gluconeogenic substrates during insulin-induced hypoglycemia. **Brazilian Journal of Medical and Biological Research**. v. 34, p. 771-777, 2001.

TAKIYA, C.M.; BOROJEVIC, R. Hepatócitos. In: **Células – Uma Abordagem Multidisciplinar**, Barueri: Manole, 2005, p. 146-155.

UNI, Z.; NOY, Y.; SKLAN, D. Posthatch development of small intestinal function in the poultry. **Poultry Science**. v. 78, p. 215-222, 1999.

VALADARES FILHO, S. C. Nutrição , avaliação de alimentos e tabelas de composição de alimentos para bovinos. In : XXXVII REUNIÃO ANUAL DA SBZ, 7. 2000. Viçosa. **Anais...** Viçosa, 2000. p.267- 330.

VALADARES FILHO, S.C., SILVA, J.F.C., LEÃO, M.I. et al. Estudo comparativo da digestão da matéria seca e carboidratos em bovinos e bubalinos alimentados com diferentes rações. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**. v. 16, p.120-30, 1987.

VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2.ed. New York: Cornell University Press, 1994. 476p.

VARDANEGA-PEICHER, M.; LOPES, G.; LIMA, F.B.; CURTI, R.; NAKANO, L.C AND BAZOTTE, R.B. Time sequence of changes in the responsiveness of glycogen breakdown to adrenergic agonists in perfused liver of rats with insulin-induced hypoglycemia. **Brazilian Journal of Medical and Biological Research**. v. 33, p. 805-813, 2000.

VERCOE, J.E. Breed and nutritional effects on the composition of faeces, urine, and plasma from Hereford and Brahman x Hereford steers fed on high and low quality diets. **Australian Journal of Agriculture Research**, v.18, n.10, p.1003-1013, 1967.

Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2004. 30p.

XENOFONTE, A.R.B. CARVALHO, F.F.R.; BATISTA, A.M.V.; MEDEIROS, G.R.; ANDRADE, R.P.X. Desempenho e digestibilidade de nutrientes em ovinos alimentados com rações contendo farelo de babaçu. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.11, p.2063-2068, 2008.

CAPÍTULO 2 - Avaliação do glicogênio celular e queratinização das papilas ruminais de tourinhos alimentados com dietas contendo diferentes níveis de concentrado e farelo do mesocarpo do babaçu

RESUMO

Avaliou-se o nível celular do glicogênio hepático e muscular, bem como os padrões de queratinização das papilas ruminais de tourinhos terminados em confinamento. Foram utilizados 28 animais, com idade inicial de 21 meses e peso corporal inicial de $356,7 \pm 19$ kg, distribuídos inteiramente ao acaso nos seguintes tratamentos: dois níveis de concentrado na dieta (65 e 71 %) associados ou não à inclusão de 35% de farelo do mesocarpo do babaçu no concentrado. Fragmentos do fígado, músculo e rúmen foram obtidos após abate. Para a análise histológica do fígado utilizou-se fotomicrografias em aumento de 40x de cinco áreas. A presença de glicogênio foi quantificada pelo software Image Tool 3. Para a avaliação bioquímica do glicogênio utilizou-se a metodologia proposta por Handel (1965). A técnica de Hematoxilina-Eosina foi utilizada para a avaliação da camada de queratina. A inclusão de farinha do mesocarpo do babaçu da dieta não alterou as quantidades de glicogênio hepático e muscular ($P > 0,05$), bem como não induziu a hiperqueratinização das papilas ruminais. A inclusão de quantidades moderadas de farelo do mesocarpo de babaçu em dietas com elevada proporção de concentrado, não altera a quantidade de glicogênio muscular e as características das papilas ruminais de tourinhos confinados, proporcionando carne com padrões de qualidade satisfatórios e adequada para comercialização.

Palavras-Chave: biodiesel, bovino de corte, fígado, hiperqueratinização, papila ruminal

Assessment of glycogen cell keratinization and rumen papillae of young bulls fed diets containing different levels of bran concentrate and babassu mesocarp

ABSTRACT

The cellular level of liver and muscle glycogen as well as patterns of keratinization of the rumen papillae of young bulls fed in confinement was evaluate. A total 28 yung bulls, initial age 21 months and body weight of 356.7 ± 19 kg, were randomized in the treatments: two concentrate levels in diet (65 and 71%), with and without inclusion of 35% of babassu mesocarp bran in the concentrate. Fragments of liver, muscle and rumen were obtained after slaughter. For the histological analysis of liver was used photomicrographs at 40X magnification of five areas. The presence of glycogen was quantified by Image Tool software 3. For biochemical evaluation of glycogen was used the methodology proposed by Handel (1965). The hematoxylin-eosin technique was used to evaluate the keratin layer. The inclusion of the babassu mesocarp bran in diet did not alter the liver and muscle glycogen ($P > 0.05$) and did not induce hyperkeratinization rumen papillae. The inclusion of moderate amounts of babassu mesocarp bral in diets with high concentrate, does not alter the amount of muscle glycogen and characteristics of rumen papillae of young bulls confined, giving beef with satisfactory quality standards and suitable for commercialization.

Keywords: biodiesel, beef cattle, liver, hyperkeratinization, rumen papillae.

2.1 INTRODUÇÃO

O crescente consumo de carne bovina no Brasil e a ampliação das exportações tem incentivado o aumento na criação de bovinos e, também, levado à necessidade de melhorar o desempenho produtivo dos rebanhos (Euclides Filho et al., 2001). Dentre as alternativas utilizadas para terminação de bovinos pode-se destacar o confinamento estratégico durante o período de escassez de forragem. Apesar de importante, a viabilidade de utilização desta tecnologia tem sido questionada, principalmente em função do elevado preço dos grãos normalmente utilizados na alimentação animal, notadamente o milho. Dessa forma, o uso de resíduos agroindustriais assume relevada importância quando o objetivo é a redução do custo de produção em confinamento (Furusho-Garcia et al., 2000).

O subproduto originado do processamento do fruto da palmeira do babaçu (*Orbygnya* sp.) conhecido como farelo do mesocarpo do babaçu apresenta teor de amido na ordem de 52% (Pavlak et al., 2007), fato que tem tornado este subproduto opção para a alimentação animal, principalmente na Região Norte, em virtude do incentivo para produção de biocombustíveis.

As oportunidades de expansão do mercado de carne bovina estão intimamente associadas à qualidade da carne (Paz e Luchiari Filho, 2000). No processo de transformação do músculo em carne, a quantidade do glicogênio armazenado no interior das células no momento do abate e, a velocidade do metabolismo muscular pós-morte são fatores que irão influenciar a qualidade da carne (Barbosa et al., 2000), uma vez que o glicogênio é o principal responsável pelo valor final de pH alcançado na carne (Pereda, 2005).

A concentração de glicogênio muscular pode ser influenciada pela dieta fornecida aos animais. McVeigh e Tarrant (1982), comparando grupos de bovinos alimentados com cevada ou feno e grupos que jejuaram, constataram que os níveis de glicogênio do músculo L. dorsi diminuíam com o aumento do tempo de jejum, principalmente em relação à dieta de cevada. Bovinos em jejum ainda podem manter o glicogênio em níveis suficientes para proporcionar acidificação post mortem normal, sendo um fator, segundo Jones et al. (1988), pouco predisponente para formação de carne enegrecida, conhecida como Dark, Firm, Dry (DFD). Entretanto, em condições inadequadas, o jejum sempre vem acompanhado de outros fatores estressores e esta associação contribuiria para reduzir a qualidade das carnes.

Apesar da intensificação de estudos com o subproduto babaçu nas mais variadas espécies (Xenofonte et al., 2008; Pascoal et al., 2006; Lopes et al., 2010; Pereira et al., 2007; Albuquerque, 2006), não existem estudos relacionados com a quantificação do glicogênio hepático e muscular, bem como o estudo morfológico das papilas ruminais de bovinos submetidos à dietas com farelo do mesocarpo do babaçu. O presente estudo objetivou avaliar o nível celular de glicogênio hepático e muscular, como também a camada de queratina da mucosa ruminal de tourinhos terminados em confinamento submetidos à dieta contendo farelo do mesocarpo do babaçu.

2.2 MATERIAL E MÉTODOS

2.2.1 Local e época

O trabalho foi desenvolvido no Departamento de Zootecnia da Universidade Federal do Tocantins, campus Araguaína, localizado a 07°11'28" de Latitude Sul e 48°12'26" de Longitude Oeste. Os valores médios para a temperatura máxima, mínima e média, umidade relativa do ar e precipitação durante o período experimental foram de 35,5°C; 17,8°C; 25,67°C, 53,67% e 0,33 mm, respectivamente.

2.2.2 Animais e dieta

Utilizaram-se 28 tourinhos da raça Nelore desmamados aos sete meses de idade e recriados em pastagem de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu com suplementação mineral, apresentando ao início do experimento 18 ± 1 mês e $356,66 \pm 19,25$ kg de peso corporal. As dietas experimentais foram compostas por dois níveis de concentrado (65 e 71%) associados ou não à inclusão de 35% de farelo do mesocarpo de babaçu no concentrado (Tabela 2).

Tabela 2- Composição alimentar das dietas fornecidas aos animais.

g/kg de matéria seca	Dietas			
	65C-0FMB	71C-0FMB	65C-35FMB	71C-35FMB
Silagem de braquiária ¹	350,0	290,0	350,0	290,0
Farelo do babaçu ²	0,0	0,0	226,8	254,6
Grão de milho moído	549,7	628,0	324,6	367,4
Farelo de soja	74,9	58,0	66,7	57,0
Uréia pecuária	09,1	8,8	15,1	15,0
Calcário calcítico	8,2	7,8	8,1	7,7
Núcleo mineral ³	5,1	4,4	5,1	4,8
Sal comum	2,1	2,0	2,0	1,9
Sulfato de amônio	0,9	1,0	1,7	1,7
Composição química				
Matéria seca	700,0	726,7	701,0	728,0
Proteína bruta	124,6	120,0	125,8	122,4
NDT	738,4	760,4	673,3	686,9

650C e 710C = 650 e 710 g/kg de matéria seca de concentrado na dieta, respectivamente; 0FMB e 350FMB = 0 e 350 g/kg de matéria seca de farelo do mesocarpo do babaçu na fração concentrada da dieta; ¹Silagem de *Brachiária brizanta* cv. Piatã; ²Farelo do mesocarpo do babaçu; NDT = nutrientes digestíveis totais. Adaptado de Cruz (2011)

O farelo do mesocarpo de babaçu foi obtido pela extração da casca do fruto do babaçu separada do epicarpo, sendo posteriormente moída.

2.2.3 Material para processamento das análises

Os animais foram abatidos em frigorífico comercial localizado na cidade de Araguaína TO, de acordo com normas do Serviço de Inspeção Federal (SIF). Após o abate, as carcaças foram identificadas, pesadas e levadas ao resfriamento por 24 horas em temperatura variando de 0 e 2°C. Durante abate, foram colhidos fragmentos do rúmen e do fígado e congeladas para posterior processamento. Nas

carcaças resfriadas foi colhida uma amostra do músculo *Longissimus dorsi* da secção retirada entre 10^a e 12^a costelas da carcaça direita. Essa amostra foi embalada e identificada, sendo congelado a -18°C, para avaliação do teor de glicogênio muscular.

Fragmentos do fígado e rúmen obtidos durante o abate foram excisados e lavados em solução fisiológica e fixados em solução Bouin. Após fixação, o tecido foi desidratado em séries crescentes de etanol embebido em parafina e cortado numa espessura de 3 µm. Para a identificação e visualização do glicogênio, as lâminas foram submetidas ao método histoquímico do Ácido Periódico de Schiff (PAS) conforme descrito por Yashpal et al. (2007). Para avaliação da queratina, secções de rúmen coradas por Hematoxilina-Eosina e feita a morfometragem.

2.2.4 Histomorfometria do lóbulo hepático

Foram realizadas leituras em cinco áreas para cada lâmina microscópica de fígado avaliada. A análise morfológica foi realizada avaliando-se presença de glicogênio por região metabólica e área circulatória, por meio um microscópico binocular Leica DM 500 em aumento de 40x, acoplado a uma câmera Leica ICC 50 HD. Foi utilizado programa Leica Application Suite EZ (LAS-EZ) versão 2.0 para captura das imagens que foram analisadas pelo programa Image Tool 3.0. A área PAS positiva de 5 lóbulos selecionados aleatoriamente em secções transversais de cada lâmina foi analisada para a estimativa.

2.2.5 Bioquímica tecidual

Para quantificar o glicogênio muscular e hepático foi utilizada a técnica da bioquímica tecidual. Duzentos gramas de amostras do músculo *Longissimus dorsi* e duzentos gramas de amostras do fígado foram coletadas durante o abate, colocadas em tubo de ensaio contendo 2 ml de KOH à 30%, conforme método descrito por Handel (1965). A quantidade de extrato etéreo do fígado foi analisada segundo metodologia descrita por AOAC (1995).

2.2.6 Avaliação microscópica da camada de queratina do rúmen

Para a determinação da espessura da camada de queratina do epitélio ruminal foram realizadas mensurações utilizando uma lente ocular micrométrica, em microscópico óptico com aumento de 400 vezes. Foram realizadas dez medidas por animal, em pontos aleatórios da mucosa do epitélio de revestimento papilar. O valor

para cada animal foi a média das dez medições das papilas, totalizando 280 medições.

2.2.7 Análise estatística

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado com quatro tratamentos e sete repetições. Os dados foram submetidos a análise de normalidade e análise de variância, sendo as médias comparadas pelo teste Tukey. Quando não satisfeitas as pressuposições de normalidade as médias foram comparadas pelo teste Kruskal Wallis, considerando 5% como nível crítico de significância.

2.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise macroscópica do fígado mostrou que não houve alteração nos padrões de cor e textura desse órgão para todas as dietas (Figura 2).

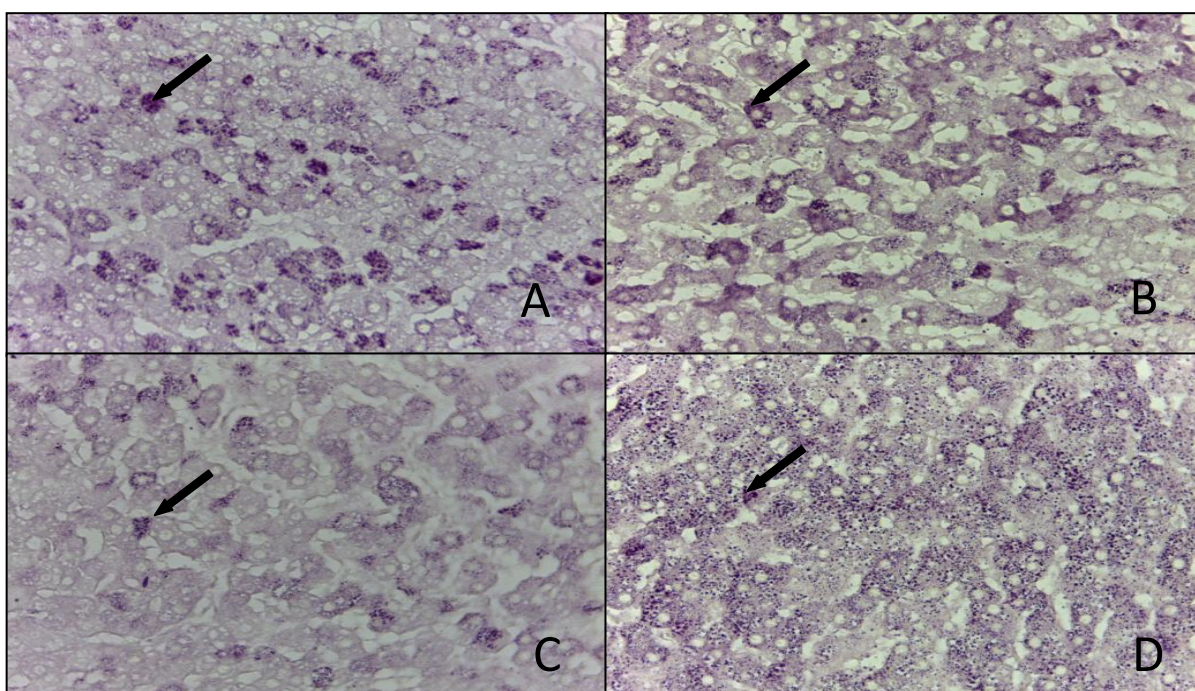


Figura 2- Fotomicrografia de fígado de touros Nelore submetidos à dieta contendo FMB e nível de concentrado. A) e B) 65% e 71% de concentrado na dieta e 0 FMB, respectivamente; C) e D) 65% e 71% de MS de concentrado na dieta e 35% de FMB, respectivamente. Setas indicam grânulos de glicogênio reagente ao Ácido Periódico de Schiff (PAS). Aumento de 40X.

O glicogênio, em microscopia de luz, apresentou-se como grumos reativos ao ácido periódico de Schiff (PAS) esparsos no citoplasma tanto no grupo que recebeu a dieta contendo farelo do mesocarpo do babaçu, quanto no grupo que recebeu o

concentrado sem adição da FMB. As cinco áreas avaliadas em cada animal, revelaram distribuição heterogênea e difusa de glicogênio, porém com quantidades que variaram de moderada a discreta, apresentando hepatócitos alternativamente positivos e negativos, independente da região avaliada.

Da mesma forma que verificado pela técnica da histomorfometria, o glicogênio hepático não apresentou variação significativa entre dietas quando avaliado pela técnica bioquímica (Tabela 3), reflexo do semelhante consumo de energia ocorrido entre as dietas experimentais (Cruz, 2011). Pela análise de correlação verificou-se que as técnicas apresentaram coeficiente de correlação de 0,45 ($P=0,01$), demonstrando que ambas as técnicas podem ser utilizadas para a quantificação do glicogênio hepático. É importante destacar que mesmo submetidos a jejum pré-abate, não era esperado que os resultados quanto ao glicogênio hepático sofressem variação em função das dietas, pois estas apresentaram similares teores de energia e proteína.

Tabela 3- Médias do glicogênio hepático pela Técnica de histomorfometria; dosagem bioquímica do glicogênio hepático e muscular e histomorfometria da camada de queratina das papilas ruminais de touros Nelores submetidos a uma dieta contendo farelo do mesocarpo do babaçu.

Dietas	Técnicas			
	Histomorfometria (μm)		Bioquímica (mg/dL)	
	GH	QPR	GH	GM
0FMB-65C	5,932	4,000	0,138	0,087
0FMB-71C	6,385	4,457	0,156	0,083
35FMB-65C	6,198	3,371	0,139	0,085
35FMB-71C	6,294	3,514	0,191	0,093

GH = glicogênio hepático; QPR = queratinização das papilas ruminais; GM = glicogênio muscular. Probabilidade para os efeitos dos fatores sobre as variáveis estudadas: nível de concentrado ($P=0,3032$), nível de farelo de babaçu no concentrado ($P = 0,6087$), interação entre fatores ($P = 0,1180$).

Os resultados obtidos no presente estudo são discordantes aos verificados por Henriques et al. (2009), os quais verificaram diminuição do glicogênio hepático em ratos alimentados com farinha amilácea do babaçu. Estes autores atribuíram estes resultados a presença de substâncias bioativas e de fibras solúveis e insolúveis presentes neste subproduto, o que pode provocar resposta glicêmica discreta. Vale destacar que trabalhos relacionados são limitados em número, principalmente ao que se refere aos subprodutos utilizados para produção de biodiesel no Brasil. É importante destacar, que os resultados obtidos são importantes para explicar, a nível celular, os resultados equivalentes para ganho de peso e rendimento de carcaça analisados por Cruz et al. (2011), que observou bons índices zootécnicos ao submeter tourinhos a dietas contendo farelo do mesocarpo do babaçu. Segundo Lima et al. (2003) dietas ricas em carboidratos aumentam significativamente os níveis de glicogênio hepático, resultando em maior aporte energético para o organismo, fato que não foi observado no presente estudo pelo aumento do nível de concentrado na dieta.

O glicogênio muscular não foi alterado ($P>0,05$) pelas dietas experimentais (Tabela 3). O metabolismo do glicogênio presente no músculo estriado assume grande importância para a transformação do músculo em carne (ROÇA e SERRANO, 2004), já que a concentração de glicogênio a nível muscular momentos antes do abate define de maneira significativa a formação de ácido láctico e a consequente queda do pH, influenciando a maciez, a retenção de água, bem como determinando alterações no tempo de prateleira da carne.

Apesar de dietas não serem consideradas os principais fatores da variação do teor de glicogênio muscular, alguns trabalhos tem destacado a importância destas o glicogênio muscular (Batista de Deus et al., 1999). Nesse sentido, McVeigh e Tarrant (1982) ao comparar grupos de bovinos alimentados com cevada ou feno com grupos que jejuaram, constataram que os níveis de glicogênio do músculo *L. dorsi* diminuía com o aumento do tempo de jejum, principalmente em relação à dieta de cevada. Deve-se destacar que os valores de glicogênio muscular verificados podem ser considerados baixos, o que se deve ao fato quantificação do mesmo ter sido realizada após o *rigor mortis*, onde os níveis baixos de glicogênio são esperados (ROÇA e SERRANO, 2004).

Considerando o exposto e os resultados obtidos pode-se inferir que a adição do farelo do mesocarpo do babaçu em dietas com elevadas proporções de

concentrado, bem como a pequena variação da fração concentrada nestas dietas, não prejudica os teores de glicogênio muscular necessário para que ocorra a glicólise anaeróbica, mantendo o valor de pH baixo, ideal para a transformação do músculo em carne obtendo, dessa forma, uma carne de boa qualidade.

Os valores de extrato etéreo hepático não foram influenciados ($p>0,05$) pela inclusão do farelo do mesocarpo do babaçu, bem como pelo aumento do nível de concentrado (Tabela 4), fato associado ao semelhante nível energético das dietas e ganho de peso dos animais experimentais. Os quilomícrons, oriundos da dieta, são importantes como suprimento de energia para o músculo, e no tecido hepático, podem ser incorporados aos triacilgliceróis e colesterol sintetizados pelo fígado, sendo responsável pela síntese das lipoproteínas plasmáticas (MARZZOCO e TORRES, 1999). Considerando o exposto, pode-se inferir que tanto a inclusão de 35% de farelo do mesocarpo do babaçu no concentrado, como a variação em pequenas magnitudes da fração concentrada em dietas com elevadas proporções de concentrado não alteram o metabolismo hepático dos ácidos graxos.

Tabela 4- Médias do Extrato etéreo hepático de tourinhos Nelore submetidos a quatro dietas, sendo duas com adição da farinha do mesocarpo do babaçu e duas sem adição da farinha..

Dietas	Médias
	Extrato etéreo (%)
0FMB-65C	11,1278 ^a
0FMB-71C	11,6541 ^a
35FMB-65C	11,6722 ^a
35FMB-71C	12,5001 ^a

Concentrado $p=0,4793$; FMB $p= 0,4678$; interação RVC*FMB $p= 0,8742$.

Microscopicamente, as papilas do rúmen apresentaram-se bem desenvolvidas e com camada de queratina pouco espessa (Figura 3).

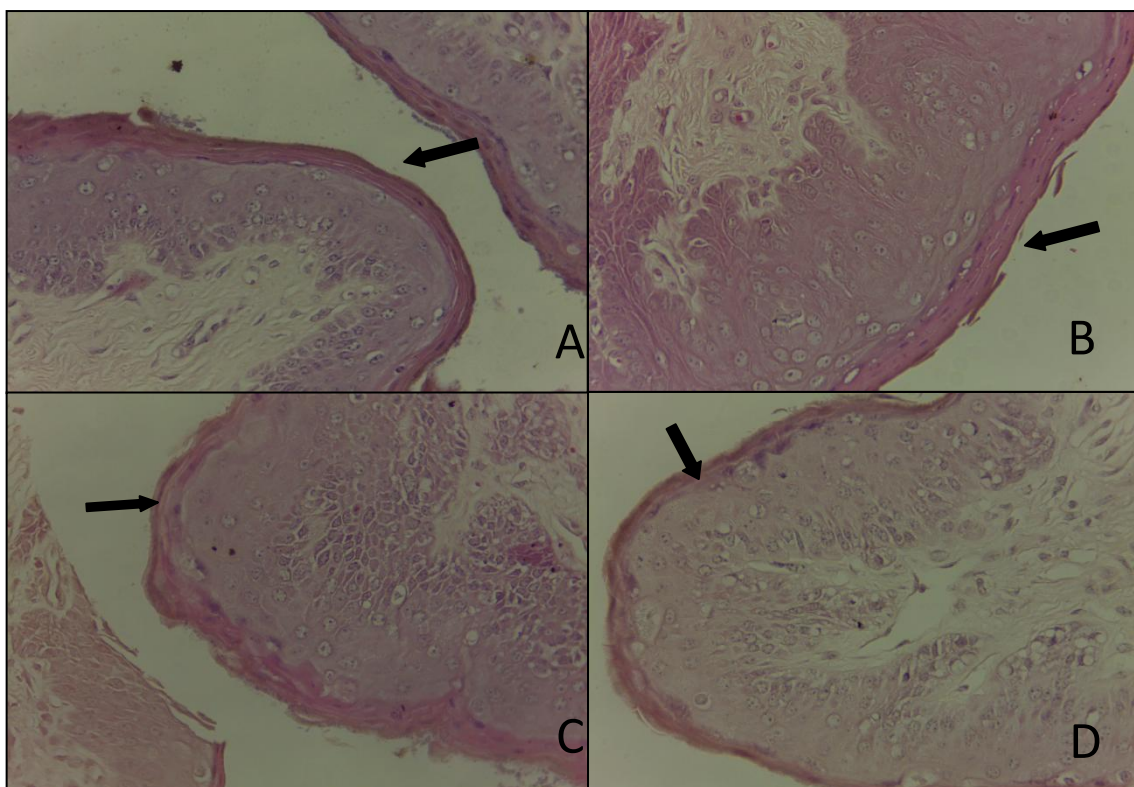


Figura 3 - Fotomicrografia das papilas ruminais, mostrando a camada de queratina (seta). A) grupo contendo 0FMB-65C; B) grupo contendo 0FMB-71C; C) grupo contendo 35FMB-65C e D) grupo contendo 35FMB -71C. Aumento de 40X.

Os fatores avaliados não induziram ($P>0,05$) a queratinização do epitélio ruminal (Tabela 3). Estes resultados não eram esperados, já que acreditava-se esta característica fosse sensível aos elevados níveis de concentrado utilizados no presente estudo. Estes resultados foram discordantes aos obtidos por Melo (2007), o qual ao avaliar vacas Holandesas, Girolando e Jersey alimentadas respectivamente, com dieta rica em grãos, silagem de milho + pastagem tropical + concentrado comercial e exclusivamente a pasto, onde observou que a camada de queratina reduziu cerca de quase duas vezes a espessura ($9,1 \mu\text{m}$) nas vacas Holandesas quando comparada com as vacas Jersey alimentadas exclusivamente a pasto ($16,8 \mu\text{m}$).

Os resultados para avaliação da camada de queratina das papilas ruminais, mostram que a inclusão de quantidades moderadas de farelo do mesocarpo do babaçu em dietas com elevada proporção de concentrado não altera a camada de queratina da mucosa ruminal (Tabela 3). Tal fato explica o bom desempenho de

animais relacionado a uma maior absorção dos AGV (Ácidos Graxos Voláteis) produzidos no rúmen e absorvidos pelas papilas ruminais uma vez que segundo Melo (2007) a maior superfície de absorção esta associada a menor espessura do epitélio, e resulta na redução da camada queratinizada.

Outro fator que pode estar associado à espessura da camada de queratina encontrada é a adaptação dos animais a dieta, já que dietas ricas em concentrados podem provocar hiperqueratose nas papilas ruminais (Goodlad, 1981; Gilliland et al., 1962). O espessamento da camada córnea resulta em uma barreira física que reduz o transporte de AGV para as camadas mais profundas (Hinders e Owen, 1965), principalmente a espinhosa (Dellman e Brown, 1982), responsável por absorver e metabolizar os AGV. Animais capazes de manter um ambiente ruminal menos ácido tem mucosa ruminal mais desenvolvida e são mais eficientes em absorver AGV (MELO, 2007). Na medida em que esta adaptação acontece, ocorre também a adaptação do epitélio ruminal, evitando, dessa forma a ocorrência de acidose, caracterizada principalmente pelo fornecimento de dietas excessivamente acidogênicas.

Weigand et al. (1975) ao submeter novilhos a dois tipos de tratamento, um grupo alimentado com forragem e o outro com concentrado, observou que as papilas ruminais dos animais alimentados com forragem apresentaram papilas restritas as áreas centrais dos sacos ruminais, com pigmentação, tamanho e forma uniformes. Já nos que receberam dieta exclusiva de concentrado, as papilas estavam bem maiores e com pigmentação, tamanho e forma bem variadas, e às vezes agrupadas. Alterações nas camadas estruturais da mucosa podem resultar em uma menor absorção de AGVs.

A inclusão de 35% de farelo do mesocarpo do babaçu em dietas com elevada proporção de concentrado é alternativa alimentar viável, não altera a quantidade de glicogênio muscular e as características das papilas ruminais de tourinhos confinados, proporcionando carne com padrões de qualidade satisfatórios e adequada para comercialização.

2.4 REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

- ALBUQUERQUE, N.I. Emprego do babaçu (*Orbignya phalerata*) como fonte energética para catetos (*Tyassu tajacu*). **Tese doutorado**, Piracicaba, 2006.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS – AOAC. **Official methods of analysis**. 16.ed. Arlington: AOAC International, 1995, 1025p.
- BARBOSA, I. D.; OSÓRIO, M. T. M. ; SOARES, G. J. D. Influência da genética de bovinos na velocidade do metabolismo *post mortem*. **Revista Brasileira de Agrociência**, v.6 n.3, p.243-247, 2000.
- BATISTA DE DEUS, J.C., SILVA, W. P. da e SOARES, G. J. D. Efeito da distância de transporte de bovinos no metabolismo post mortem. **Revista Brasileira de AGROCIÊNCIA**, v.5 n. 2, 152-156,1999
- CRUZ, R.S. DA; ALEXANDRINO, E.; MISSIO, R.L.; NEIVA, J.N.M.; RESTLE, J.; MELO, J.C.; JÚNIOR, A. DE S.; RESENDE, J.M DE. Feeding behaviors of feedlot bulls fed concentrate levels and babassu mesocarp meal. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.41, n.7, p.1727-1736, 2012.
- EUCLIDES FILHO, K.; EUCLIDES, V.P.B.; FIGUEIREDO, G.R. de.; BARBOSA, R.A. Eficiência Bionutricional de Animais Nelore e seus Mestiços com Simental e Aberdeen Angus, em Duas Dietas **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.1, p.77-82, 2001.
- FURUSHO-GARCIA, I.F.; PEREZ, J.R.O.; TEIXEIRA, J.C. et al. Desempenho de cordeiros Texel x Bergamácia, Texel x Santa Inês e Santa inês puros, terminados em confinamento, alimentados com casca de café como parte da dieta. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, p.564-572, 2000.
- GILLIAND, R.L.; BUSH, L.J.; FRIEND, J.D. Relation of ration composition to rumen development in early-weaned dairy calves with observations on ruminal parakeratosis. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v.45, n.10, p.1211-1217, oct. 1962.
- GOODLAD, R.A. Some effects of diet on the mitotic index and the cell cycle of the ruminal epithelium of sheep. **Quartely Journal of Experimental Physiology**, New York, v.66, n.4, p.487-299, oct.1981.
- HANDEL, V. E. Estimation of Glycogen in Small Amounts of Tissue. **Analytical Biochemistry**, v. 11, p.256-265, 1965.
- HENRIQUES GS; UNICKI PC; IBÃNEZ FS; SIMEONE MLF. A farinha do mesocarpo do babaçu (*Orbignya phalerata*) como componente de uma mistura protéica em dieta semipurificada e seus reflexos sobre a colesterolemia e a trigliceridemia em ratos. **Revista do Médico Residente**, v. 11, n.2p. 61-68, 2009.
- HINDERS, R.G.; OWEN, F.G Relation of ruminal parakeratosis development to volatile fatty acid absorption. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v.48, n.8, p.1069-1073. Aug.1965.
- JONES, S.D.M., SCHAEFER, A.L., TONG, A.K.W. & VINCENT, B.C. The ffects of fasting and transportation on beef cattle. II body component changes, arcass composition and meat quality. **Livestock Production Science**, v. 20, p. 23-25, 1988.

LIMA, H.M., M. DE F. P. BARCELOS, R. V. DE SOUZA, A. R. DE MORAIS.

Influência das formas de carboidratos no treinamento físico e na supercompensação glicogênica de ratos. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 27, 2003.

LOPES, J.M.; PASCOAL, L.A.F.; SILVA FILHO, F.P. da; SANTOS, I.B.; WATANABE, P.H.; ARAÚJO, D.M.; PINTO, D.C.; OLIVEIRA, P.S. Farelo de babaçu em dietas para tambaqui. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.11, n.2, p. 519-526 abr/jun, 2010.

MARZZOCO A; TORRES, B.B. **Bioquímica básica**. 2º Ed. Guanabara koogan. Rio de janeiro, 360 p. 1999.

MC VEIGH, J.M. & TARRANT, P.V. Glycogen content and repletion rates in beef muscle. Effect of feeding and fasting. **Journal Nutritime**, v. 112, p. 1306-1314, 1982.

MELO, L.Q. Morfometria ruminal e efeito do pH e do volume da digesta sobre a absorção de ácidos gráxos voláteis. **Tese - Mestrado**, 2007.

PASCOAL, L.A.F., BEZERRA, A.P.A, GONÇALVES, J.S. Farelo de babaçu: valor nutritivo e utilização na alimentação animal. **Revista Eletrônica Nutritime**, v.3, n. 4, p.339-345, julho/agosto 2006.

PAVLAK, M.C.M.; ZUNIGA, A.D.; ABREU LIMA, T.L. et al. Aproveitamento da farelo do mesocarpo do babaçu (*Orbignya martiana*) para obtenção de etanol. **Evidência**, v.7, n.1, p.7-24, 2007.

PAZ, C.C.P; LUCHIARI FILHO, A. Melhoramento genético e diferenças de raças com relação à qualidade da carne bovina. **Pecuária de corte**, n.101, p.58-63, 2000.

PEREDA, J.A. O. **Tecnologia de alimentos** – Origem animal. PORTO ALEGRE: ARTMED, 279P, 2005.

PEREIRA, F.M.; FREITAS, B.M.; VIEIRA NETO, J.M.; LOPES, M.T.R.; BARBOSA, A.L.; CAMARGO, R.C.R.; RIBEIRO, V.Q.; ROCHA, R.S. Efeito tóxico de alimentos alternativos para abelhas *Apis mellifera*. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.37, n.2, p.533-538, 2007.

ROÇA, R.O., SERRANO, A.M. Abate de bovinos: conversão do músculo em carne. **Higiene Alimentar**, São Paulo, v. 8, n.33, p.7-12, 1994.

WEIGAND, E.; YOUNG, J.W.; MCGILLIARD, A.D. Volatile fatty acid metabolism by rumen mucosa from cattle fed hay or grain. **Journal of Dairy Science, Savoy**, v.58, n.9, p.1294-1300, sept. 1975.

YASHPAL, M., KUMARI, U., MITTAL, S., MITTAL, A.K. Histochemical characterization of glycoproteins in the buccal epithelium of a catfish *Rita rita*. **Acta Histochemica**. v.109, p.285–303, 2007.

CAPÍTULO 3 - Resposta celular do glicogênio hepático e muscular e avaliação morfofisiológica das células mucosas de bovinos de diferentes grupos genéticos.

RESUMO

O nível celular do glicogênio hepático e muscular e as glicoproteínas do duodeno de bovinos foram avaliados por meio de técnicas histoquímicas. Para tal, foram utilizados 24 tourinhos com peso médio inicial de 337 Kg e idade média aproximada de 21 meses oriundos de três grupos genéticos ($\frac{1}{2}$ Red Angus + $\frac{1}{2}$ Nelore, Mestiço leiteiro e Nelore). Amostras de fragmentos do fígado e intestino após o abate dos animais foram utilizadas. Para a análise histológica do fígado utilizou-se fotomicrografias de cinco áreas, a presença de glicogênio foi quantificada pelo software Image Tool 3. Os fragmentos de duodeno foram corados mediante as técnicas histoquímicas de PAS, PAS + AB 2,5, AB 1,0 e AB 2,5 no qual se observou a presença de glicoproteínas. Em todos os grupos genéticos avaliados foram encontradas glicoproteínas neutras, glicoproteínas ácidas sulfatadas e glicoproteínas ácidas carboxiladas. O número de mucopolissacarídeos foi elevado ($p < 0,05$) nos animais mestiços leiteiros quando comparados aos Nelore e $\frac{1}{2}$ Red Angus + $\frac{1}{2}$ Nelore. Na análise histomorfométrica do glicogênio hepático foi observada diferença significativa ($p < 0,05$) para Nelore e o $\frac{1}{2}$ Red Angus + $\frac{1}{2}$ Nelore. Os valores do extrato etéreo (EE) hepático foram elevados ($p < 0,05$) entre Mestiço Leiteiro e Red Nelore. Conclui-se que animais de diferentes grupos genéticos, submetidos à alimentação a base de volumoso (20%) e concentrado (80%) apresentam alterações quanto à presença de glicoproteínas, nível de glicogênio hepático e extrato etéreo, demonstrando que fatores genéticos exercem influência sobre os parâmetros avaliados.

Palavras-Chaves: genética, glicogênio, fígado, células mucosas.

Cellular response of muscle and liver glycogen and evaluation morphophysiological of intestinal goblet cells from cattle of different genetic groups

ABSTRACT

The cellular level of liver glycogen and glycoproteins of the duodenum of livestock were evaluated by histochemical techniques. Twenty four animals, with initial body weight of 337 kg, age of approximately 21 months from three genetic groups ($\frac{1}{2}$ + $\frac{1}{2}$ Red Angus/Nellore, Crossbred dairy and Nellore dairy) were evaluated. Samples of liver and intestine after slaughter were used. To histological analyses were used liver photomicrographs of at 40X magnification and were selected five areas for glycogen quantification by Image Tool Software 3. The duodenum fragments were stained by the histochemical PAS, PAS + AB 2.5, AB 2.5 AB 1.0 which were observed the presence of glycoproteins. In all analyzed genetic groups were found mucus substances neutral, acidic sulfated glycoproteins and acidic carboxylated glycoproteins. The number of mucus substances was elevated ($p < 0.05$) in Crossbred dairy animals when compared to Nellore and Red/Nellore. Histomorphometric analysis of liver glycogen showed significant difference ($p < 0.05$) to Nellore and Red/Nellore. The ether extract values (EE) of liver were elevated ($p < 0.05$) among Crossbred dairy and Red/Nellore. Concludes that animals from different genetic groups feeding with grass silage (20%) and concentrate (80%) showed alterations in the mucus substance, liver glycogen level and ether extract suggesting that genetic factors may influence on the parameters evaluated.

Key words: Genetic, glycogen, liver, development, mucus cells.

3.1 INTRODUÇÃO

A escolha do grupo genético é de fundamental importância na viabilidade do sistema de produção de gado de corte (RESTLE; VAZ, 2002) e pode definir o sucesso econômico da atividade (RESTLE; VAZ, 1999). Considerando as dimensões e a variabilidade genética existente no Brasil, é possível que a qualidade nutricional da carne brasileira apresente variações (ROSSATO et al., 2009).

A genética do animal está associada à qualidade final da carne, pois pode intensificar o estresse *ante mortem*, que provoca alterações metabólicas associadas à excessiva depleção de glicogênio na fibra muscular, principalmente quando o tipo de comportamento da raça acelera o mecanismo fisiológico de resposta neuromuscular (DIKEMAN, 1991).

O comportamento agitado de bovinos pode ser atribuído à influência genética (GRANDIN, 1993) e pode produzir, antes do abate, uma reação generalizada denominada “resposta de alarme”, que ocorre quando o Sistema Nervoso Simpático (SNS) descarrega um impulso, decorrente de uma estimulação prévia do hipotálamo, por medo, dor intensa ou susto. Essa descarga aumenta drasticamente a atividade muscular, através de maior pressão arterial, aumentos de fluxo e concentração de glicose sanguínea, entre outras (GUYTON & HALL, 1997).

O glicogênio encontra-se distribuído principalmente no fígado e músculo. Tendo em vista que a concentração de glicogênio, a nível muscular momentos antes do abate, definirá de maneira significativa a formação de ácido láctico e a consequente queda do pH, é importante considerá-lo no fígado e no músculo estriado onde o seu metabolismo assume maior significado na transformação do músculo em carne (ROÇA e SERRANO, 1994).

Não há diferença significativa no pH final das carcaças de *Bos indicus* e *Bos taurus* (WYTHES et al. 1989), ou seja, em condições normais, os músculos de ambos apresentam concentrações similares de compostos energéticos. Entretanto, o pH final pode diferir entre esses grupos genéticos dependendo de determinadas condições estressantes, associadas ao temperamento.

O teor de glicogênio muscular é de $94 \pm 5,6 \mu\text{mol.g}^{-1}$ e $90 \pm 4,0 \mu\text{mol.g}^{-1}$, para o animal estressado e não estressado, respectivamente (McVEIGH & TARRANT, 1982). O pH final varia inversamente à taxa de glicogênio no músculo no momento do abate. O pH será mais elevado no músculo vermelho e de contração lenta, pobre

em glicogênio, devido a inativação da ATPase responsável pela acidificação (MONIN, 1991; OALI, 1991).

O efeito na qualidade decorre, principalmente, da velocidade da glicólise anaeróbia, nos primeiros momentos do *post mortem*, quando a temperatura do animal ainda está alta (BRISKEY, 1964), aumentando a desnaturação das proteínas (carne pálida, mole e exudativa - PSE), com perda de cor e de capacidade de retenção de água.

Estudos demonstram que os componentes do peso vivo, também conhecidos como componentes não-carcaça, constituídos pelo sistema digestório, pele, pulmões com traquéia, fígado, coração, rins, baço, gordura interna e pélvica, testículos e cauda, são influenciados pela genética, idade, peso vivo, sexo e, especialmente, alimentação (GASTALDI et al., 2000).

A mucosa intestinal é um relevante aspecto da fisiologia da digestão, por representar uma extensa área envolvida na ingestão, digestão e absorção de nutrientes (BLIKSLARGER; ROBERTS, 1997). Os enterócitos (células de absorção) respondem pela digestão final do alimento e pelo transporte trans-epitelial dos nutrientes a partir do lúmen e/ou para o lúmen (HILL, 1976; PÁCHA, 2000).

As células caliciformes intestinais secretam mucinas. Estas são cadeias de proteínas O-glicosilada, muitas vezes terminada com ácido siálico (sialomucinas) ou grupos sulfatados (sulfomucinas) (FORSTNER; OLIVER; SYLVESTER, 1995) que cobre todas as superfícies da mucosa. Elas desempenham um importante papel protetor por formar uma substância química, física e imunológica barreira entre o ambiente e a organismo. As mucinas podem ser amplamente divididas em duas famílias estruturalmente diferentes: a secretada e da membrana associada mucinas (ROBERTIS; HIB, 2001).

Segundo Lindén, Florin e Mc Guckin (2008) células caliciformes reagentes ao Alcian Blue (AB) caracterizam-se como mucinas ácidas, corando-se com azul, enquanto que células caliciformes reagentes ao PAS caracterizam-se como mucinas neutras e, por fim, misturas de mucinas neutras e ácidas coram-se com roxo. HOORENS et al.(2011) ao estudar a caracterização da família de genes para mucina em bovinos e sua regulação da transcrição no trato gastrointestinal observou que a arquitetura de domínio das mucinas associadas à membrana é semelhante entre os seres humanos e bovinos, enquanto que a arquitetura das proteínas de

formação de gel de mucinas pareceu ser menos conservada nos bovinos em comparação com os humanos.

Considerando-se que a histoquímica compreende métodos de localização de diferentes substâncias nos tecidos, que se baseiam em reações químicas específicas, tendo como resultado a produção de compostos insolúveis nas células (Junqueira e Carneiro, 2004), a caracterização das glicoproteínas em células secretoras da mucosa intestinal pode promover uma melhor compreensão da adaptação fisiológica do intestino em relação ao seu hábito e genética. Diante disso, avaliou-se os tipos de mucinas presentes na mucosa intestinal de três grupos genéticos ($\frac{1}{2}$ Red angus + $\frac{1}{2}$ Nelore, Mestiço leiteiro e Nelore) terminados em confinamento, como também a quantificação de glicogênio hepático e muscular.

3.2 MATERIAL E MÉTODOS

3.2.1 Local e época

O trabalho foi realizado na Escola de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade Federal do Tocantins, Campus de Araguaína, localizado nas coordenadas geográficas 07°11'28" de latitude sul e 48°12'26" de longitude oeste, no período de agosto a outubro de 2011.

3.2.2 Animais e dieta

Foram utilizados 24 tourinhos com peso médio inicial de 337 Kg e idade média aproximada de 21 meses oriundos de três grupos genéticos ($\frac{1}{2}$ Red angus + $\frac{1}{2}$ Nelore, Mestiço leiteiro e Nelore). Antes do início do ensaio experimental, os animais foram identificados individualmente através de brincos, desverminados (com produto à base de doramectina, na proporção de 1,0 ml para cada 50 kg de peso vivo) e suplementados com complexo vitamínico injetável (ADE).

A base da dieta foi cana-de-açúcar hidrolisada (0,5% de CaOH) como volumoso (20%) e concentrado (80%) composto por milho moído, farelo de soja, uréia, calcário e núcleo mineral.

3.2.3 Material para processamento das análises

Os animais foram abatidos em frigorífico comercial localizado na cidade de Araguaína TO, de acordo com normas do Serviço de Inspeção Federal (SIF). Após o abate, as carcaças foram identificadas, pesadas e resfriadas por 24 horas em temperatura que variou de 0 a 2°C.

Durante abate, foram coletados fragmentos do intestino delgado e do fígado para fixação e amostra do fígado para congelamento e posterior processamento. Nas carcaças resfriadas foi coletado uma amostra do músculo *Longissimus dorsi* da secção retirada entre 10^a e 12^a costelas da carcaça direita, a qual foi embalada e identificada, sendo congelado a -18°C, para posterior avaliação de glicogênio muscular.

Fragmentos do fígado e intestino delgado obtido durante o abate foram excisados e lavados em solução salina fisiológica. Posteriormente, foram fixados em solução Bouin. Após fixação, o tecido foi desidratado em séries crescentes de etanol e embebido em parafina e cortados a uma espessura de 3 µm. Para a identificação e visualização simultânea de diferentes classes de glicoproteicas nas células secretoras, as lâminas de intestino foram submetidas a uma série de métodos histoquímicos segundo Yashpal et al. (2007) sendo hematoxilina e eosina (H/E), Ácido Periódico de Schiff (PAS), Alcian Blue pH 1,0%, Alcian Blue pH 2,5% e Ácido Periódico de Schiff + Alcian Blue pH 1,0. Para a identificação e visualização do glicogênio, as lâminas foram submetidas ao método histoquímico do Ácido Periódico de Schiff (PAS) segundo Yashpal et al. (2007).

3.2.4 Histomorfometria das células mucosas

A contagem de células mucoprotéicas da mucosa intestinal, utilizada para todos os métodos histoquímicos avaliados foi realizada pelo somatório da quantidade de células dispostas na vilosidade. Para isso, foi utilizada uma ocular milimetrada com uma escala graduada em unidades de 1 / 100 (1 divisão = 0,01 milímetros), acoplada a um microscópio binocular Leica DM 500 em aumento de 40 X. Foram selecionadas aleatoriamente dez vilosidades de cada animal representado por uma lâmina. Para a contagem das células analisadas a escala graduada era colocada sobre a vilosidade e, fazia-se a contagem do número de células coradas na região de sobreposição da régua utilizada. Cada grupo continha oito animais,

sendo assim, totalizou-se na contagem de 80 vilosidades para cada grupo genético estudado.

Tabela 5- Método histoquímico e as reações químicas envolvidas.

Método histoquímico	Reação química envolvida	Resultado
PAS ¹ <i>McManus (1946)</i>	Oxidação de grupos vic-gliol em aldeídos pelo ácido periódico. Os aldeídos formam complexos corados com reativo de Schiff.	Polissacarídeos e Mucossubstâncias coram-se em vermelho.
AB 2,5 ² <i>Mowry (1956)</i>	Promove dissociação dos radicais - COOH e HSO ₃ dos carboidratos, os quais formam complexos corados com AB.	Carboximucinas e as Sulfomucinas fracamente ácidas coram-se em azul. Sulfomucinas muito ácidas não se coram ou o fazem fracamente.
AB 1,0 ³ <i>Prophet et al. (1992)</i>	Promove dissociação dos grupamentos HSO ₃ das sulfomucinas para se combinarem com AB.	Sulfomucinas fraca e fortemente ácidas coram-se, especificamente em azul.

Métodos histoquímicos utilizados na demonstração de glicoproteínas, carboidratos e proteínas.

¹Periodic Acid Schiff; ²Alcian blue em pH 2,5; ³Alcian blue em pH 0,4 (Adaptado de Santana, 2006).

3.2.5 Histomorfometria do lóbulo hepático

A análise morfológica foi realizada avaliando-se a presença de glicogênio reagente ao PAS por meio de imagens microscópicas do fígado em 5 áreas escolhidas aleatoriamente para cada lâmina, avaliada mediante um microscópio binocular Leica DM 500 em aumento de 40x, acoplado a uma câmera Leica ICC 50 HD. Foi utilizado programa Leica Application Suite EZ (LAS-EZ) versão 2.0 para captura das imagens. Estas foram analisadas utilizando programa Image Tool 3.0. Por meio de histogramas de cor em RGB o sistema software determinou a intensidade da cor, em número de pixels em cada campo selecionado, e transformou

os dados finais em porcentagem expressões por campos analisados. O valor final tomada para cada campo medido foi a média dos valores encontrados na avaliação dos cinco campos diferentes.

3.2.6 Análise estatística

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado com três tratamentos e sete repetições (animais). Os dados foram submetidos a análise de normalidade, correlação de Sperman e análise de variância, sendo as médias comparadas pelo teste Tukey. Quando não satisfeitas as pressuposições de normalidade as médias foram comparadas pelo teste Kruskal Wallis, considerando 5% como nível crítico de significância.

3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O epitélio do duodeno apresentou reação PAS e AB pH 1,0 e pH 2,5 positiva indicando a existência de glicoproteínas neutras, glicoproteínas ácidas sulfatadas e glicoproteínas ácidas carboxiladas, respectivamente (Figura 1).

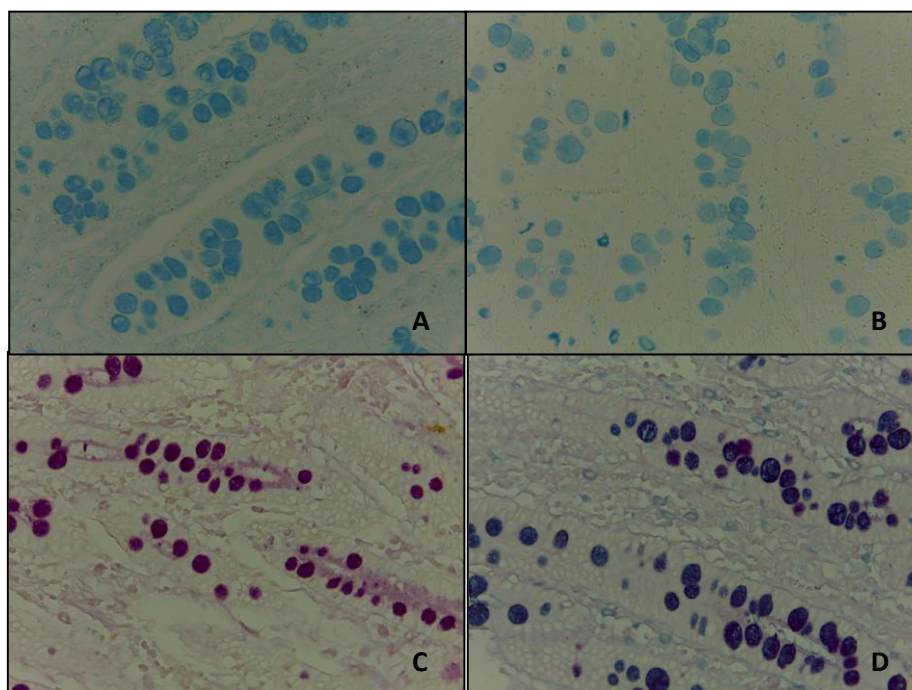


Figura 4-Figura 1 - Fotomicrografia de mucinas nas vilosidades do intestino delgado de três grupos genéticos. A) AB pH 2,5, mostrando mucinas carboxiladas B) AB pH 1,0 mostrando mucinas sulfatadas; C) Ácido Periódico de Schiff (PAS) mostrando mucinas neutras e D) PAS = AB 2,5 mostrando glicoproteínas ácidas e neutras. Aumento de 40 X.

Todos os grupos analisados apresentaram reação que variaram do moderado ao forte para o AB pH 1,0, 2.5 e PAS indicando, respectivamente, a presença significativa de glicoproteínas ácidas sulfatadas, ácidas carboxiladas e neutras.

Quanto à presença das glicoproteínas no intestino delgado, esses resultados estão de acordo com os achados por Lindén, Florin e Mc Guckin (2008) que ao estudarem a dinâmica das glicoproteínas em ratos infectados com *E. coli* observaram a presença de mucinas ácidas e neutras, ambas apresentando-se coradas pelo AB pH 1,0; pH 2,5 e PAS, respectivamente. Nonose et al. (2009) também observaram a presença de glicoproteínas ácidas e neutras ao quantificar a expressão tecidual de glicoproteínas neutras e ácidas na mucosa do cólon de ratos com e sem trânsito intestinal. As proporções entre glicoproteínas neutras e ácidas e entre sulfomucinas e sialomucinas são geralmente constante ao longo da totalidade da superfície do intestino e pode apresentar diferenças quantitativas quando o animal é acometido de doenças (Clamp, Fraser e Read, 1981).

Foi observado quanto à distribuição que as glicoproteínas ácidas tenderam mais para a parte apical do vilô, enquanto que glicoproteínas neutras tenderam mais para a parte das criptas (Figura 2A e B).

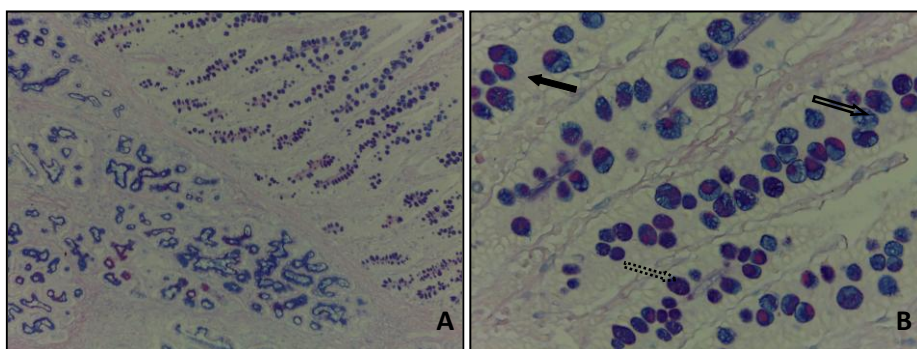


Figura 5- Fotomicrografias das células mucosas do intestino de tourinhos utilizando-se PAS + AB pH 2,5. A) Aumento de 10X mostrando a distribuição dos tipos de glicoproteínas observadas, onde as que se coram em azul pelo AB pH 2,5 e as que se coram em roxo pelo PAS B) Aumento de 40X mostrando glicoproteínas coradas em fúcsia (seta preta preenchida); glicoproteínas coradas em azul (seta vazia) e glicoproteínas coradas em roxo (seta pontilhada).

No que se refere à distribuição das glicoproteínas na região do intestino, tais resultados discordam dos achados por Lindén, Florin e Mc Guckin (2008) que observaram exatamente o oposto, mucinas ácidas tenderam mais para a parte das criptas, enquanto que glicoproteínas neutras tenderam mais para a parte apical do

vilo, fato esse que pode estar relacionado à infecção pela *E. coli* a que os animais por eles estudado foram submetidos.

Houve diferença significativa na análise histoquímica do número de glicoproteínas para os diferentes grupos genéticos estudados na reação com Alcian Blue pH 2,5 (Tabela 8), sendo superior para os mestiços leiteiros em relações aos demais grupos genéticos.

Tabela 6- Numero de células mucosas utilizando Reações histoquímicas de AB pH 1,0; AB pH 2,5 e PAS do duodeno de três grupos genéticos (½ Red angus + ½ Nelore, Mestiço leiteiro e Nelore.

Grupos genéticos	Médias (NCM)		
	AB (pH 1,0)	AB (pH 2,5)	PAS
Nelore	26,6000 ^a	28,9875 ^{ab}	30,2750 ^a
Mestiço Leiteiro	26,3125 ^a	32,0375 ^b	32,8625 ^a
½ Red Angus + ½ Nelore	27,4750 ^a	28,1625 ^a	31,8875 ^a
Erro Padrão	1,8875	1,2605	1,5314

NCM: Número de células mucosas; AB: Alcian Blue pH 1,0; AB: Alcian Blue pH 2,5; PAS: Ácido Periódido de Shiff.

A superioridade de glicoproteínas ácidas para o grupo de animais mestiços leiteiros pode estar indicando a maior adaptabilidade deste grupo genético à dietas com elevadas proporções de concentrado, justificando em parte o maior ($p < 0,05$) desempenho deste grupo genético em relação ao Nelore (Tabela 9). Segundo Robertis e Hib (2001) as glicoproteínas protegem o epitélio intestinal, principalmente no que se diz respeito aos enterócitos, principal célula envolvida na ingestão, digestão e absorção de nutrientes, da ação de enzimas digestivas e efeitos abrasivos da digestão.

Tabela 7- Ganho de peso médio diário por unidade de tamanho metabólico de três grupos genéticos.

Grupos genéticos	Médias
Nelore	17,08 ^b
Mestiço Leiteiro	19,98 ^a
½ Red Angus + ½ Nelore	16,94 ^b

p=0,0392

Outro aspecto sugestivo para a maior presença de glicoproteínas ácidas seria relacionado a uma maior capacidade dos Mestiços Leiteiros de proteger o epitélio intestinal em resposta a infecções, quando comparados aos demais grupos estudados. Segundo Kishioka et al. (2001) as mucinas ácidas carboxiladas protegem contra a infecção por micro-organismos, onde os carboidratos se ligam a superfície celular, e genes de mucina parecem ser sobrerregulada por substâncias derivadas de bactérias, por exemplo, lipopolissacarídeos.

Kim et al. (2009) sugere que as mucinas são ligadas à membrana principalmente presentes na membrana apical do epitélio celular, onde elas têm sido sugeridas para desempenhar um papel na sinalização celular. Barcelo et al. (2000) sugerem que alguns componentes de alimentos e os produtos de sua fermentação também podem regular a função secretora de células caliciformes do intestino. Ao estudarem dois polissacarídeos de algas dois ácidos urônicos, esses autores observaram que a cadeia curta de acetato de ácidos graxos e butirato induziram o aumento na secreção de mucina no cólon de ratos e sugere que algumas fibras alimentares e ácidos graxos de cadeia curta, pode servir de proteção contra várias doenças intestinais estimulando a secreção de muco no cólon.

Utilizando o PAS + AB pH 2,5 em conjunto para quantificar o número de glicoproteínas, foi notado a presença de quatro tipos de células que reagiram diferentemente. As glicoproteínas ácidas coraram-se de azul, fúcsia que representa as glicoproteínas neutras de fúcsia e por fim, as glicoproteínas que reagiram as duas colorações, corando-se com o roxo. Ao avaliar quantitativamente essas

glicoproteínas, não se observou diferença significativa ($p>0,05$) para os grupos genéticos estudados (Tabela 10).

Tabela 8- Reações histoquímicas de AB pH 2,5 + PAS do duodeno de três grupos genéticos ($\frac{1}{2}$ Red Angus + $\frac{1}{2}$ Nelore, mestiço Leiteiro e Nelore).

Tratamento	Médias			
	Azul	Roxo	Fúcsia	Fúcsia + Azul
Nelore	2,4347	4,0879	1,0781	1,2207
Mestiço Leiteiro	2,8558	4,1606	1,1390	1,3053
RedNelore	3,0341	4,3187	1,2423	1,5758
Erro Padrão	0,3030	0,2207	0,1809	0,5337

Azul: células mucosas reagentes ao AB; Roxo: células mucosas reagentes ao AB+PAS; Fúcsia: células mucosas reagentes ao PAS; Fúcsia+azul: células mucosas reagentes ao AB e PAS.

O glicogênio hepático foi alterado ($p<0,05$) em função dos grupos genéticos (Tabela 11). Os resultados para a quantidade de glicogênio hepático entre Nelore e RedNelore ($p<0,05$) mostra que pode existir diferenças na quantidade mobilizada de glicose originária da dieta para formação do glicogênio hepático, nos grupos genéticos avaliados. Quando em balanço energético positivo, a glicose dá origem a glicogênio, que esta presente nas células hepáticas e musculares e que atua como uma forma de armazenamento de energia nas células. O glicogênio é observado a uma concentração menor que 3 % no fígado seco de ruminantes e a 0,5% na musculatura esquelética (Kozloski, 2008). Este também afirma que a obtenção de glicose a partir da mobilização de glicogênio para o fornecimento de energia e manutenção da glicemia, não é tão representativa em ruminantes como o é para monogástricos, exceto em situações de estresse ou aumento da demanda muscular.

Tabela 9- Médias da histomorfometria do glicogênio hepático e extrato etéreo hepático de três grupos genéticos.

	Histomorfometria (hepática)	EE hepático	Glicogênio muscular
Nelore	5,3553 ^a	12,1105 ^{ab}	0,1114 ^a
Mestiço Leiteiro	5,9733 ^{ab}	9,7637 ^a	0,1186 ^a
½ Red Angus + ½ Nelore	6,4744 ^b	13,0102 ^b	0,1148 ^a
Erro Padrão	0,2270	0,6754	0,0062

Teste T, P=0,7248.

Não houve diferença significativa ($p > 0,05$) para a quantidade de glicogênio muscular na avaliação bioquímica (Tabela 11). O glicogênio muscular atua como uma fonte facilmente viável para oxidação e síntese de ATP no próprio músculo e, conforme Batista de Deus et al. (1999) a concentração de glicogênio muscular é que determina o pH final da carcaça, sendo esse o principal responsável pela garantia de uma carne de qualidade. Diante dos resultados obtidos, o que se observa é que não houve diferenças quanto à qualidade da carne entre os grupos genéticos estudados.

Entretanto, coloração mais escura da carne de bovinos com predominância da raça Nelore no genótipo foi descrita por RESTLE, PASCOAL e FATURI (2002) e SILVEIRA et al. (2009). Os possíveis escurecimentos da carne em animais com predominância desse genótipo poderiam ser explicados com base na maior concentração de glicogênio muscular, em decorrência da maior susceptibilidade destes animais as condições de estresse pré-abate. Segundo SHORTHOSE e HARRIS (1991) o aumento da concentração de glicogênio no músculo em decorrência de condições de estresse pré-abate pode resultar em escurecimento da carne em virtude da redução da taxa de queda do pH “post mortem” que favorece a formação de metamioglobina na carne.

O aumento do EE e do glicogênio hepático no grupo ½ Red Angus + ½ Nelore pode estar relacionada com a precocidade para deposição de gordura. Tal fato fica evidente no trabalho de Costa et al. (2002), os quais avaliaram Novilhos Red Angus superprecoces abatidos com diferentes pesos e observaram que, devido a grande capacidade de deposição de gordura característico da raça, é necessário que seu

peso de abate não ultrapasse 400 Kg, para não exceder os 6 mm de gordura de cobertura da carcaça, abacamento considerado como limite superior adequado por Restle et al. (1999).

3.4 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARCELO, A.; CLAUSTRE, J.; MORO, F.; CHAYVIALLE, J.A.; CUBER, J.C.; PLAISANCIÉ, P. Mucin secretion is modulated by luminal factors in the isolated vascularly perfused rat colon. **Gut**, v.46, p.218–224, 2000.

BATISTA DE DEUS, J.C.; SILVA, W. P. da e SOARES, G. J. D. Efeito da distância de transporte de bovinos no metabolismo post mortem. **Revista Brasileira de Agrociência**, v.5 n. 2, p.152-156. mai-ago,1999.

BLIKSLARGER, A.T.; ROBERTS, C. Mechanisms of intestinal mucosal repair. **Journal of American Veterinary Medical Association**, Washington, v. 211, n. 9, p.1437-1441, 1997.

BRISKEY, E. J. *Advances in Food Research*. nº14, p. 89, 1964.

CLAMP JR, FRASER G, READ AE. Study of the carbohydrate content of mucus glycoproteins from normal and diseased colons. **Clin Sci**, v.61, n.2, p.:229-34, 1981.

COSTA DA, E.D.; RESTLE, J.;FABIANO NUNES VAZ, F.N. ALVES FILHO, D.C.;BERNARDES, R.A.L.C.; KUSS, F. Características da Carcaça de Novilhos Red Angus Superprecoce Abatidos com Diferentes Pesos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.1, p.119-128, 2002.

DIKEMAN, M. E. Growth carcass characteristics and meat quality. **37º International Congress of Meat Science and Technology**, September 1 - 6, Kulmbach. Germany. 1991.

FORSTNER J.F., OLIVER M.G., SYLVESTER F.A. Production, structure, and biologic relevance of gastrointestinal mucins. In: Blaser MJ, Smith PD, Ravdin JI, Greenberg HB, Guerrant RL, eds. *Infections of the gastrointestinal tract*. New York: Raven Press, p. 71–88, 1995.

GASTALDI, K.A., et al. Influência de diferentes relações volumoso:concentrado e pesos de abate de cordeiros confinados. 3. componentes do peso vivo. In: **Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa: SBZ, 2000, p. 653-656.

GRANDIN, T. Behavioral agitation during handling in cattle is persistent over time. **Applied Animal Behaviour Science**, Amsterdam, n. 36, p. 1-9. 1993.

GUYTON, A. C. & HALL, J. E. *Tratado de fisiologia médica*. Ed.Guanabara. 1014p.,1997.

HILL, K. J. The anatomy and general physiology of the alimentary tract. In: BOORMAN, K. N.; FREEMAN, B. M. (Ed.). **Digestion in the fowl**, Brazillian Poultry Science, 1976, p. 3-24.

HOORENS, P.R.; RINALDI, M.; LI, R.W.; GODDEERIS, B.; CLAEREBOUT, B.; VERCRUYSSSE, J.; GELDHOF, P. Genome wide analysis of the bovine mucin genes and their gastrointestinal transcription profile. **Genomics**, v.12, n.140, p.1-12, 2011.

JUNQUEIRA L.C.; BIGNOLAS G.; BRENTANI R.R. Picrosirius staining plus polarization microscopy, a specific method for collagen detection in tissue sections. **Histochemistry Journal**.v.11, n.4, p.447-455, 1979.

KIM, C.H.; KIM, D.; HA, Y.; CHO, K-D.; LEE, B.H.; SEO, I.W; KIM, S.H. AND CHAE, C. Expression of Mucins and Trefoil Factor Family Protein-1 in the Colon of Pigs Naturally Infected with Salmonella typhimurium. *J. Comp. Path.* v. 140, p.38e42, 2009.

KISHIOKA C, OKAMOTO K, KIM J, RUBIN BK .Regulation of secretion from mucous and serous cells in the excised ferret trachea. **Respir Physiol** v.126, p.163–171, 2001.

LINDE´N, S.K.; FLORIN, T.H.J.; MCGUCKIN, M.A. Mucin Dynamics in Intestinal Bacterial Infection, v. 3, n.12, p. 1-14, 2008.

McMANUS, J.F.A. Histological demonstration of mucin after periodic acid. **Nature**, v. 158, n.1, p. 202. 1946.

McVEIGH, J. M. & TARRANT, P. V. Behavioral stress and skeletal muscle lycogen metabolism in young bulls. **Journal of Animal Science**, v. 54, p. 790- 95, 1982.

MONIN, G. Facteurs biologiques des qualités de la viande bovine. **Production Animal**, v.4, n.2, p.151-160, 1991.

MOWRY, R.W. Alcian Blue technique for the histochemical study of acidic carbohydrates. **Journal of Histochemistry Cytochemistry**, v. 4, n.1, p. 407, 1956.

NONOSEI, R.; SPADARIII, A.P.P.; PRIOLLI, D.G.; MÁXIMO, F.R.; PEREIRA, J.A.; MARTINEZ, C.A.R. Tissue quantification of neutral and acid mucins in the mucosa of the colon with and without fecal tream in rats. **Acta Cirúrgica Brasileira**, v. 24, n.4, 2009.

OALI, A. Consequences des traitements technologiques sur la qualité de La viande. **Prodc. Animal**, v.4, n.3, p. 195-208, 1991.

PÁCHA, J. Development of intestinal transport function in mammals. **Physiology Review**, Canadá, v. 80, n. 4, p.1633-1667, 2000.

PROPHET, E.B.; MILLS, B.; ARRINGTON, J.B. et al. **Afip laboratory methods in histotechnology**. Washington: Am. Registry of Pathology, 1992. 278p.

- RESTLE, J., VAZ, F.N. 1999. Confinamento de bovinos definidos e cruzados. In: LOBATO, J.F.P., BARCELLOS, J.O.J., KESSLER, A.M. (Eds.) *Produção de bovinos de corte*. Porto Alegre: EDIPUCRS. 1.ed. p.141-167.
- RESTLE, J.; BRONDANI, I.L.; BERNARDES, R.A.C. O novilho superprecoce. In: RESTLE, J. (Ed.) **Confinamento, pastagens e suplementação para produção de bovinos de corte**. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 1999. p.191-214.
- RESTLE, J.; PASCOAL, L.L.; FATURI, C. et al. 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.
- ROBERTIS, E. M. F. de; HIB, J. **Bases da biologia celular e molecular**. 3ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan. 2001. 408 p.
- ROBERTIS, E. M. F. de; HIB, J. **Bases da biologia celular e molecular**. 3ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan. 2001. 408 p.
- ROÇA, R.O., SERRANO, A.M. Abate de bovinos: conversão do músculo em carne. *Higiene Alimentar*, São Paulo, v.8, n.33, p.7-12, 1994. **Revista Nacional da Carne**, São Paulo, v.19, n.212, p.87-94, 1994.
- SHORTHOSE, W.R.; HARRIS, P.V. Effects of growth and composition on meat quality. In: **Growth regulation in farm animals** (Advances in meat research).
- SILVEIRA, M.F.; BRONDANI, I.L.; ARBOITTE, M.Z.; ALVES FILHO, D.C.; RESTLE, J.; PIZZUTI, L.A.D.; LUZ, T.R.R.; RETORE, M. Composição física da carcaça e qualidade da carne de novilhos Charolês e Nelore que receberam diferentes proporções de concentrado na dieta. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.61, n.2, p.467-474, 2009.
- YASHPAL, M., KUMARI, U., MITTAL, S., MITTAL, A.K. Histochemical characterization of glycoproteins in the buccal epithelium of a catfish *Rita rita*. **Acta Histochemica**. v.109, p.285–303, 2007.
- WYTHES, J. R.; SHORTHOSE, W. R.; DODT, R. M., DICKINSON, R. F. Carcass and meat quality of *Bos indicus* x *Bos taurus* and *Bos taurus* cattle in northern Austrália. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, v. 29, p. 757- 63, (Abstract), 1989.