

UFRB

Universidade Federal do
Recôncavo da Bahia

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS, AMBIENTAIS E BIOLÓGICAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL
CURSO DE MESTRADO

**TORTA DE AMENDOIM (*Arachis hypogaea*), ORIUNDA DO
BIODIESEL, NA ALIMENTAÇÃO DE NOVILHOS HOLANDÊS X ZEBU**

PAULO ANDRADE DE OLIVEIRA

CRUZ DAS ALMAS - BAHIA

FEVEREIRO - 2012

**TORTA DE AMENDOIM (*Arachis hypogaea*), ORIUNDA DO
BIODIESEL, NA ALIMENTAÇÃO DE NOVILHOS HOLANDÊS X ZEBU**

PAULO ANDRADE DE OLIVEIRA

Zootecnista

Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, 2009

Dissertação submetida ao colegiado do
Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal
da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
e, como requisito parcial para obtenção do grau
de Mestre em Ciência Animal.

Orientador: Ronaldo Lopes Oliveira

Co-Orientadora: Adriana Regina Bagaldo

CRUZ DAS ALMAS - BAHIA

FEVEREIRO - 2012

FICHA CATALOGRÁFICA

O48

Oliveira, Paulo Andrade de.

Torta de amendoim (*Arachis hypogaea*), oriunda do biodiesel, na alimentação de novilhos holandês x zebu / Paulo Andrade de Oliveira. _.
Cruz das Almas, BA, 2012.

81f.; il.

Orientador: Ronaldo Lopes Oliveira.

Coorientadora: Adriana Regina Bagaldo.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia,
Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas.

1.Nutrição animal – Ruminantes. 2.Oleaginosas – Biodiesel.
3.Amendoim – Alimentação e rações. I.Universidade Federal do
Recôncavo da Bahia, Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e
Biológicas. II. Título.

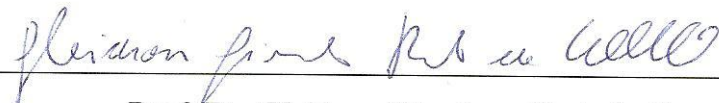
CDD: 636.08552

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS, AMBIENTAIS E BIOLÓGICAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL
CURSO DE MESTRADO

COMISSÃO EXAMINADORA DA DEFESA DE DISSERTAÇÃO DE
PAULO ANDRADE DE OLIVEIRA



Prof. Dr. Ronaldo Lopes Oliveira
Universidade Federal da Bahia
(Orientador)



Prof. Dr. Gleidson Giordano Pinto de Carvalho
Universidade Federal da Bahia



Prof.ª Dr.ª. Soraya Maria Palma Luz Jaeger
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia

CRUZ DAS ALMAS - BAHIA
FEVEREIRO - 2012

Dedicatória

A Deus e Nossa Senhora pela presença constante em minha vida.

Aos meus amados pais, Madaly Fernandes Andrade e Gabriel Jorge Carneiro de Oliveira, que me deram proteção e orientação para alcançar algo na vida.

Aos meus queridos tios, Nivaldo e Maria, Pedro e Mare, pelo aconchego em etapas conturbadas da vida.

Aos meus irmãos Pedro e Saulo pela companhia e felicidade de viver.

Aos meus avós maternos Nôca e Dio, pelo amor, companhia e paciência em seu lar.

A minha querida tia Marise pela dedicação em Salvador.

A meu avô Vitor pelo exemplo de coragem em viver da terra.

A família Carneiro de Riachão do Jacuípe-BA pela origem e convívio com a caatinga.

Dedico.

Agradecimentos

A Deus, por estar sempre junto de mim, dando-me força e proteção em todos os momentos da minha vida e por iluminar sempre meu caminho.

Ao CNPq, pelo apoio financeiro do projeto.

À FAPESB (Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Bahia), pelo suporte financeiro através da concessão da bolsa de estudos.

À Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, pela oportunidade para a realização deste curso.

À Universidade Federal da Bahia, por disponibilizar as instalações da Fazenda experimental de São Gonçalo dos Campos para a condução do experimento.

Ao Prof. Ronaldo Lopes Oliveira, pelo ofício de vossa orientação, pela confiança, ensinamentos e pela projeção na Acadêmia.

À Prof^a. Adriana Regina Bagaldo, pela co-orientação, sugestões e atenção.

Aos professores do curso de mestrado em Ciência Animal da UFRB, Gabriel Jorge Carneiro de Oliveira, Soraya Maria Palma Luz Jaeger e Ricardo Duarte Abreu, pelos ensinamentos de bioquímica, nutrição e alimentação de ruminantes.

Em especial a Prof. Meiby Carneiro de Paula Leite, pela atenção e ensinamentos na estatística.

Ao professor Jair de Araújo Marques pelos ensinamentos de comportamento e bem estar animal

Aos professores da UFBA, Gleidson Giordano Pinto de Carvalho, Ossival Lolato Ribeiro e Luís Fernando Batista Pinto pela atenção e ensinamentos.

Aos meus colegas de curso: Anselmo Lino, Arinalva, Tácio, Angela, Calena, Patrícia, Bianor, Rafael, Rone e Marcílio, pela amizade e pelas horas de descontração.

Ao doutorando e amigo Bráulio Rocha Correia, pelo incentivo e disposição em ajudar.

Ao mestrando Nivaldo Barreto de Santana Filho, pela parceria durante o período do experimento e análises.

Aos Doutorandos, Máikal Borja e Tadeu Mariniello por passarem sua experiência acadêmica.

Ao Professor do IF Baiano Campus Catu, Raimundo Luiz Nunes Vaz da Silva e a Doutoranda Ana Carolina Ferreira, pela atenção e ensinamentos.

À Arinalva, pelas orientações nas análises laboratoriais no LANA.

Aos Pós-Doutorandos André Gustavo Leão, Alyson Andrade Pinheiro e Márcia Cristina pelas sugestões.

Aos estagiários do LANA que me ajudaram neste trabalho: Josué, Soraia, Jéssica, Renato, Marcelo, José, Sidnei, Luciana, Laís, Jamille, Amanda e Vitor.

Aos funcionários da Fazenda Experimental de São Gonçalo dos Campos (UFBA) Giovane, Seu Antônio, Dona Joana, Renildo, Silvio, Seu Cheiro, Espedito e Carlos.

A todos o meu obrigado!

A gente trabalha certo!!

A gente sabe o que está fazendo!!!

Biografia

Paulo Andrade de Oliveira, filho de Madaly Fernades Andrade e Gabriel Jorge Carneiro de Oliveira, nasceu em Cruz das Almas-BA, no dia 17 de novembro de 1982.

Em dezembro de 2005, graduou-se em Administração pela Faculdade Adventista de Administração do Nordeste.

Em fevereiro de 2010, graduou-se em Zootecnia pela Universidade Federal do Recôncavo da Bahia.

Em março de 2010, iniciou o curso de Mestrado em Ciência Animal pela Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, concentrando seus estudos na área de Nutrição de Ruminantes, submetendo-se à defesa de dissertação em 13 de fevereiro de 2012.

ÍNDICE

Página

RESUMO

ABSTRACT

INTRODUÇÃO.....01

REVISÃO DE LITERATURA.....03

Capítulo 1

VALOR ALIMENTÍCIO E METABOLISMO DE DIETAS COM TORTA DE AMENDOIM (*Arachis hypogaea*), ORIUNDA DA PRODUÇÃO DO BIODIESEL, NA ALIMENTAÇÃO DE NOVILHOS HOLANDÊS X ZEBU.....18

Capítulo 2

COMPORTAMENTO INGESTIVO E RESPOSTAS FISIOLÓGICAS DE NOVILHOS HOLANDÊS X ZEBU SUBMETIDOS A DIETAS COM TORTA DE AMENDOIM (*Arachis hypogaea*).....45

CONSIDERAÇÕES FINAIS.....70

Torta de amendoim (*Arachis Hypogaea*), oriunda do biodiesel, na alimentação de novilhos Holandês x Zebu

Autor: Paulo Andrade de Oliveira

Orientador: Prof. Dr. Ronaldo Lopes Oliveira

RESUMO: Objetivou-se avaliar a torta de amendoim na dieta de novilhos, por meio do estudo do consumo, digestibilidade, características da fermentação ruminal, perfil metabólico, comportamento ingestivo e respostas fisiológicas. Foram utilizados cinco novilhos fistulados, dispostos em um quadrado latino 5 x 5. As dietas foram compostas de feno de capim tifton, milho moído, farelo de soja e torta de amendoim. Os tratamentos foram constituídos de zero (100% de farelo de soja), 25, 50, 75 e 100% de substituição do ingrediente protéico farelo de soja por torta de amendoim no concentrado. Os ingredientes das dietas, sobras e fezes de cada período, foram incubados *in situ* para obtenção do teor de fibra em detergente neutro indigestível consumido e excretado nas fezes. Coletou-se amostras do conteúdo ruminal para obter o pH e o teor de nitrogênio amoniacal do líquido ruminal. Amostras de sangue foram coletadas para análise das variantes do perfil metabólico. As atividades comportamentais foram registradas a intervalos de cinco minutos, durante 24 horas para obtenção do tempo e número de períodos de ingestão, ruminação e ócio. Foram aferidas a frequência respiratória, cardíaca e temperatura retal. Os dados referentes aos tratamentos foram submetidos à análise de variância e regressão. Os níveis de torta de amendoim não afetaram o consumo e a eficiência de ingestão e ruminação da matéria seca. A digestibilidade da matéria seca expressou efeito quadrático, com máxima de 56,51% no nível de 37,28% de substituição. Constatou-se redução linear no pH ruminal, ao passo que não houve efeito da concentração de nitrogênio amoniacal no líquido ruminal e das concentrações de uréia e glicose no plasma sanguíneo. Em relação às atividades comportamentais e respostas fisiológicas, apenas o número de períodos de ócio na manhã expressou efeito linear crescente. Pode-se substituir totalmente o farelo de soja por torta de amendoim no concentrado das dietas de novilhos.

Palavras-chave: alimento alternativo, comportamento ingestivo, fermentação ruminal, fisiologia, nutrição de ruminantes, perfil metabólico

Peanut cake (*Arachis hypogaea*), deriving of biodiesel, the feeding of Holstein x Zebu steers

Author: Paulo Andrade de Oliveira

Advisor: Prof. Dr. Ronaldo Lopes Oliveira

ABSTRACT: Aimed to evaluate the peanut cake in the diet of steers, by intermediate the study of the intake, digestibility, ruminal fermentation characteristics, metabolic profile, ingestive behavior and physiological responses. There were five steers fistulated, arranged in a 5 x 5 latin square. The diets were composed of tifton hay grass, ground corn, soybean meal and peanut cake. The treatments were constituted of zero (100% soybean meal), 25, 50, 75 and 100% replacement of soybean meal protein ingredient for peanut cake in the concentrate. The ingredients of the diet, rest and feces of each period, were incubated in situ to obtain a tenor of neutral detergent fiber indigestible intake and excreted in the feces. He collected the samples of rumen contents for to obtain the pH and the tenor of ammonia nitrogen in rumen fluid. Blood samples were collected for analysis of variants of the metabolic profile. The behavioral activities were registered at intervals of five minutes for 24 hours to obtain the time and number of periods of eating, ruminating and idleness. We measured the respiratory rate, heart rate and rectal temperature. The data referring to treatment were subjected to analysis of variance and regression. The levels of peanut cake did not affect the intake and feeding and rumination efficiency of dry matter. The dry matter digestibility expressed quadratic effect, with maximum of 56,51% on level 37,28% of substitution. To verify linear reduction in ruminal pH, whereas there was no effect of the concentration of ammonia nitrogen in ruminal fluid and concentrations of urea and glucose in blood plasma. In relation to activities behavioral and physiological responses, only the number of periods of idleness in the morning effect expressed increased linearly. You can totally replace soybean meal for peanut cake in concentrate diets for steers.

Key-words: alternative food, feeding behavior, metabolic profile, physiology, rumen fermentation, ruminant nutrition

Introdução

A pecuária é uma atividade do setor primário que alavanca a economia nacional. O Brasil é o país que detém o maior rebanho comercial de bovinos do mundo, com efetivo de 209,5 milhões de cabeças em 2010, que foram abatidas 29,265 milhões de cabeças de bovinos (IBGE, 2010).

As tortas de oleaginosas oriundas da extração de óleo para a produção do biodiesel constituem importante alternativa de substituição dos componentes protéicos das misturas concentradas.

Vários trabalhos de investigação da qualidade nutricional das tortas e farelos, oriundas da produção do biodiesel, têm mostrado potencial de utilização na alimentação dos ruminantes. Correia et al. (2011) avaliou as tortas de amendoim, girassol e dendê na alimentação de bovinos, Borja et al. (2010) testou a torta de licuri na alimentação de caprinos, Louvandini et al. (2007) utilizou o farelo de girassol na dieta de ovinos.

O governo federal, por meio do Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel, autorizou a adição de 3% do Biodiesel ao óleo diesel sendo que a partir de 2013, a adição de biodiesel ao óleo diesel deverá ser de 5% segundo a Lei N°11.097 de 2003. Com a elevação da produção de biodiesel para atender a demanda do mercado, a oferta da torta aumentará o que proporcionará maior disponibilidade aos pecuaristas.

O amendoim (*Arachis Hypogaea*) é uma leguminosa que produz um fruto subterrâneo, cujas sementes constituem interesse econômico, devido ao elevado teor de óleo. O Brasil cultivou na safra 2010/2011 uma área de 108 mil hectares de amendoim, com estimativa de produção em torno de 236 mil toneladas do produto.

A torta de amendoim, o foco de estudo da pesquisa é obtida durante o processo de prensagem das sementes para a extração do óleo. Segundo Abdalla et al. (2008) o teor protéico da torta de amendoim pode variar de 41 a 45%, o teor de lipídios é de 8 a 9%.

A extração de óleo a seco (sem solvente) faz com que o teor de lipídios da torta de amendoim seja superior ao farelo de soja de 3 a 4% (Abdalla et al. 2008), pois é proveniente de um processo de extração do óleo com uso de solventes químicos. Segundo Palmquist (1989), a vantagem da utilização de fontes de lipídios em dietas deve-se ao incremento da densidade calórica da dieta, em razão de seu elevado valor energético, que promove o aumento do consumo de energia e balanço mais adequado entre carboidratos estruturais e não estruturais para otimizar o consumo de fibra e energia digestível.

A determinação do valor nutricional dos alimentos envolve estudos que avaliam, conjuntamente, consumo, digestibilidade e parâmetros do metabolismo animal (Detmann et al. 2004). Em pesquisa sobre o consumo, digestibilidade e pH ruminal de novilhos submetidos a dietas com tortas oriundas da produção do biodiesel, Correia et al. (2011) obtiveram consumo de matéria seca de 2,17; 1,75; 2,12 e 2,16% do peso corporal, coeficiente de digestibilidade da matéria seca de 61,60; 62,52; 62,10 e 62,31%, para as dietas constituídas de farelo de soja, torta de dendê, torta de amendoim e torta de girassol, respectivamente. Os valores de pH das dietas oscilaram de 6,76 a 7,33, acima de 6,0, limite a partir do qual ocorre redução na digestão da fibra (Grant & Mertens, 1992).

Objetivou-se avaliar a substituição do farelo de soja por torta de amendoim na alimentação de novilhos Holandês x Zebu, por meio do estudo do consumo e digestibilidade, fermentação ruminal, perfil metabólico, comportamento ingestivo e respostas fisiológicas.

Revisão de literatura

➤ Biodiesel

A maior parte de toda a energia consumida no mundo provém do petróleo, do carvão e do gás natural. Atualmente, estudos sobre o emprego de fontes renováveis de energia têm sido intensificados, devido à utilização de fonte de energia fóssil ser ambientalmente impactante.

Nesse contexto, os óleos vegetais têm sido utilizado em adição ou substituição ao diesel nos setores de transportes e geração de energia em todo o mundo, a fim de minimizar os impactos ambientais (Knothe et al. 2006).

O biodiesel é um combustível biodegradável que promove redução substancial na emissão de monóxido de carbono e de hidrocarbonetos quando em substituição ao diesel convencional no motor (Storck Biodiesel, 2008).

O biodiesel é fabricado através de transesterificação, processo em que a glicerina é separada do óleo vegetal por adição de álcool (metanol ou etanol) na presença de catalisador, hidróxido de sódio (Santos et al. 2007) ou hidróxido de potássio (Oliveira et al. 2008) o processo gera os ésteres metílico ou etílico (biodiesel) e o subproduto denominado tortas de oleaginosas.

O governo federal, por meio do Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel, autorizou a adição de 3% deste combustível ao óleo diesel de origem fóssil sendo que a partir de 2013, a adição de biodiesel ao óleo diesel deverá ser de 5% segundo a Lei N°11.097 de 2003.

O Brasil é um país de destaque no cenário mundial de biocombustíveis devido à imensa extensão territorial que apresenta condições edafo-climáticas favoráveis para a produção de biomassa para fins energéticos.

Dentre as espécies vegetais oleaginosas cultiváveis no Brasil que podem ser utilizadas para a produção de biodiesel, a soja (*Glycine hispida*), o girassol (*Helianthus annuus*), a mamona (*Ricinus communis*), o dendê (*Elaeis guineensis*), o pinhão-manso (*Jatropha curcas*), o nabo forrageiro (*Raphanus sativus*), o algodão (*Gossypium herbaceum*), o amendoim (*Arachis hypogaea*), a canola (*Brassica napus*), o gergelim (*Sesamum indicum*), o babaçu (*Orbygnia martiana*) e a macaúba (*Acrocomia sclerocarpa*) (Storck Biodiesel, 2008; BiodieselBr.com, 2008; Petrobio, 2005).

A matéria-prima mais abundante para a produção de biodiesel no Brasil é o óleo de soja, é necessário programa e incentivo do governo ao cultivo de outras matérias-primas. A produção de oleaginosas em lavouras familiares faz com que o biodiesel seja uma alternativa importante de renda para a fixação do homem no campo e o desenvolvimento regional.

➤ **Amendoim**

O amendoim (*Arachis Hypogaea*) é uma espécie vegetal eudicotiledônea da família das leguminosas que produz um fruto subterrâneo, cujas sementes constituem a parte de maior interesse econômico, devido ao seu alto percentual de óleo, podendo chegar a 50% (Santos et al. 2000). Sendo atualmente a quarta mais produzida no mundo (João & Lourenzani, 2011).

Os maiores produtores mundiais de amendoim são a China, Índia e Estados Unidos com 13,6; 6,4 e 2,1 milhões de toneladas, respectivamente, o que corresponde a 70% da produção mundial (AGRIANUAL, 2009). A China consome 95% do que produz, os 5% restantes destinados a exportação faz da China, o maior exportador mundial (Banco do Nordeste, 2011).

O Brasil é sexto o maior exportador de amendoim, com quase 54 mil toneladas exportado em 2010, sendo o Estado de São Paulo responsável por 99,9% (Banco do Nordeste, 2011). A União Europeia é a maior importadora de amendoim, bloco econômico que determina o preço do mercado.

O Brasil cultivou na safra 2010/2011 uma área de 108 mil hectares de amendoim, com estimativa de produção em torno de 236 mil toneladas do produto. O Estado de São Paulo responde por cerca de 70% da produção brasileira de amendoim, com 169,92 mil toneladas colhidas (CONAB, 2011).

O Estado da Bahia cultivou na safra 2010/2011 uma área de 7,8 mil hectares de amendoim, com estimativa de produção em torno de 8,3 mil toneladas do produto (CONAB, 2011). Cultivadas nas regiões do Recôncavo, Litoral Norte e em áreas dispersas do Oeste. Na região semi-árida o município de Curaçá destaca-se por apresentar uma produtividade média de 3.550 Kg/ha, em uma área cultivada de 400 ha (Hectare), notavelmente sob condições de irrigação (CONAB, 2010). No Estado da Bahia, cerca de 80% da produção obtida é destinada ao mercado de consumo in natura (Peixoto et al. 2008).

Segundo Segato & Penariol (2007), os teores de água das vagens variam de 35 a 45% no momento do arranquio. O que faz do amendoim uma cultura altamente susceptível a infestação pós-colheita pelos fungos do gênero *Aspergillus* durante armazenamento ou depósito (Puzzi, 1986). O melhor controle para reduzir ou eliminar a contaminação é a redução do teor de umidade (Segato & Penariol, 2007).

O amendoim tem grande número de aplicações em diversos setores industriais. O óleo é utilizado para fabricação de cosméticos, sabões finos, tintas, vernizes, óleos lubrificantes, inseticidas e combustível.

Após a extração do óleo, obtém-se do amendoim, a torta, constituída de teor protéico de 41 a 45% e teor de lipídios de 8 a 9% (Abdalla et al. 2008).

Em pesquisa sobre o consumo e digestibilidade de dietas com tortas oriundas da produção do biodiesel na alimentação de novilhos, Correia et al. (2011) obtiveram consumo de matéria seca de 2,12% do peso corporal e coeficiente de digestibilidade da matéria seca de 62,10%, para a dieta constituídas de torta de amendoim no concentrado das dietas. Consistindo alternativa de substituição dos componentes protéicos das misturas concentradas.

➤ **Micotoxinas**

Um dos pontos críticos da utilização das tortas e farelos na alimentação animal é a infestação pós-colheita pelos fungos do gênero *Aspergillus* durante armazenamento ou depósito (Puzzi, 1986).

As aflatoxinas são metabólitos secundários tóxicos produzidos pelos fungos *Aspergillus flavus*, *A. parasiticus*, *A. nomius* e *A. pseudotamarii* (Cast, 2003). Dentre estes, os *A. parasiticus* e *A. nomius* são produtores de aflatoxinas da série B e G, enquanto que cepas de *A. flavus* e *A. pseudotamarii* são produtoras apenas da série B (Gourama & Bullerman, 1995; Ito et al. 2001). Dentre as aflatoxinas, destaca-se a B1, B2, G1 e G2, que são bem conhecidas e estudadas do ponto de vista toxicológico (Sharma & Salnke, 1991).

A hidrolização é um passo importante na excreção de metabólitos estranhos pelo corpo do animal, segundo Cruz (1995), os ruminantes quando adultos possuem capacidade de detoxificar parte da toxina no rúmen, portanto são menos susceptíveis à aflatoxicose, uma vez que nestes animais a absorção de nutrientes ocorre posteriormente à digestão fermentativa.

Aflatoxicose é uma micotoxicose causada por aflatoxinas, surtos documentados de aflatoxicose em bovinos são raros (Pierezan et al. 2010). A aflatoxicose em bovinos foi relatada na década de 1960 no Reino Unido (Loosmore & Markson, 1961) associada à ingestão de torta de amendoim contaminada pelo fungo e contendo aflatoxina.

O Ministério da Agricultura definiu através da Portaria N° 07 de 1988, o nível máximo de aflatoxinas de 50 ppb em qualquer matéria-prima a ser utilizada para rações destinadas ao consumo animal, para a soma das aflatoxinas B1, B2, G1 e G2.

A incidência de aflatoxinas nos alimentos é relativamente alta em regiões tropicais e subtropicais, onde o clima quente e úmido propicia condições para o desenvolvimento de fungos (Rustom, 1997). O melhor método para controlar problemas com aflatoxinas na ração animal é prevenir o desenvolvimento de fungos. Durante a estocagem, as rações devem estar em locais secos e limpos, e que não permitam a entrada de água.

➤ **Consumo de nutrientes**

O valor nutritivo de um alimento está correlacionado ao consumo voluntário. A mensuração do consumo de matéria seca (MS) é fundamental na nutrição animal, pois determina a quantidade de nutrientes, energia e proteína, que estarão disponíveis para atendimento das exigências de manutenção e produção (Alves et al. 2010). O termo consumo voluntário refere-se à quantidade máxima de matéria seca ingerida espontaneamente pelo animal.

Valadares et al. (1997) ao avaliarem níveis de proteína em dietas para bovinos, verificaram que o nível de proteína bruta (PB) superior a 7% na matéria seca (MS) promove crescimento microbiano adequado e otimiza o consumo de MS.

A fibra insolúvel em detergente neutro (FDN) é a fração de carboidratos estruturais dos alimentos que está relacionada à regulação do consumo. Dois importantes aspectos relacionados à resposta animal ao consumo de alimentos são: a quantidade de resíduos indigestíveis que empurram a digesta através do trato digestivo, e a digestão e absorção dos nutrientes digestíveis e metabolizáveis que entram no sistema metabólico dos animais (Van Soest, 1994).

Entre os componentes dos carboidratos não fibrosos (CNF), o amido é o principal componente energético do grão de cereais e raízes utilizados na alimentação de ruminantes. Devido às características químicas, esta fração nutricional apresenta uma disponibilidade energética superior aos carboidratos estruturais (Zeoula & Neto, 2001).

O extrato etéreo (EE) representa a fração mais energética dos componentes do NDT. Segundo Van Soest (1994) o teor de extrato etéreo (EE) na dieta dos ruminantes em até 7% é aceitável para o bom funcionamento do ecossistema ruminal, quando superior provocam decréscimo na degradação da fibra, pois os ácidos graxos insaturados possuem ação tóxica sobre os microrganismos ruminais gram-positivos, grupo em que estão inseridas as bactérias fibrolíticas.

Para Van Soest, (1994) o consumo é intrinsecamente regulado e limitado pelos requerimentos nutricionais, fisiologia e metabolismo do animal. De acordo com Mertens (1994), o papel dominante da regulação fisiológica e limitação física na ingestão são modificados por estímulos relacionados com a palatabilidade e o manejo alimentar.

➤ **Digestibilidade**

Em razão de o consumo ser influenciado por fatores alheios àqueles que caracterizam o alimento, a avaliação da digestibilidade torna-se alvo principal de estudos para determinar as características inerentes ao alimento (Cabral, 2002).

A qualidade nutricional de um alimento é intrínseca ao potencial de disponibilizar nutrientes, segundo Van Soest (1994), a digestão consiste em um processo de conversão de macromoléculas em compostos absorvíveis pelo trato gastrintestinal, e medidas de digestibilidade servem para qualificar os alimentos quanto ao seu valor nutritivo, sendo expressa pelo coeficiente de digestibilidade (CD), que está intrínsecamente no ruminante depende das características químicas relacionadas à digestibilidade da fibra, que têm correlação entre carboidratos estruturais e concentração de lignina (Nussio et al. 2006).

No rúmen, os microrganismos promovem parte da digestão atuando sobre o alimento através de suas vias metabólicas de extração de energia, produzindo principalmente ácidos graxos voláteis (AGVs), que, segundo Van Soest (1994), suprem mais de 85% das exigências energéticas do animal.

As estimativas dos valores de digestibilidade são obtidas a partir do uso de indicadores onde se utiliza uma substância de referência que é ingerida no alimento e totalmente recuperada nas fezes. Dentre os indicadores internos com potencial de serem utilizados, a fibra em detergente neutro indigestível (FDNi), permite a obtenção de estimativas confiáveis (Casali et al. 2008), sem diferença significativa para os nutrientes avaliados, comparado com a coleta total de fezes (Detmann et al. 2007), descartando

este procedimento trabalhoso e muitas vezes inviável financeiramente, uma vez que necessita de estrutura para conter os bovinos e armazenar seus dejetos.

Segundo a metodologia de (Casali et al. 2008), procede-se a coleta parcial de fezes em horários alternados, para se estimar o FDNi determinando a produção fecal através deste indicador. Para o cálculo da produção fecal leva-se em conta a quantidade do indicador fornecido ao animal e a sua concentração nas fezes após um período prévio de adaptação a dieta (Rodríguez et al. 2006).

➤ **Parâmetros ruminais**

O pH do líquido ruminal constitui um dos principais componentes químicos e fisiológicos modificadores da fermentação ruminal, que é afetado pela composição nutricional dos ingredientes da dieta. Segundo Van Soest (1994) o pH do líquido ruminal reflete o balanço entre a produção de ácidos graxos voláteis e saliva, constituída de fosfatos e bicarbonatos, substâncias determinantes para a estabilização do pH ruminal, devido ao alto poder tamponante.

As condições intrínsecas da dieta, como alta concentração de amido, moagem e redução do tamanho da partícula, proporcionam o acúmulo de íons de hidrogênio que promove a redução do pH do líquido ruminal, implicando efeitos maléficis como redução da síntese microbiana e digestão da fibra (Pereira et al. 2009).

Segundo Grant & Mertens (1992), a faixa ideal de pH deve se manter próxima de 6,2 para a digestão da fibra, uma vez que valores de pH inferiores a 6,0 minimizam a digestão da fibra. Baixos valores de pH no líquido ruminal também tendem a reduzir a atividade proteolítica e a capacidade das bactérias de deaminar os aminoácidos, reduzindo a produção de amônia no rúmen (Lana et al. 1998).

A amônia (N-NH₃) é a principal fonte de nitrogênio para as bactérias que degradam carboidratos estruturais (Pereira et al. 2010). A concentração de amônia é utilizada como indicador da degradação protéica, eficiência de utilização do nitrogênio da dieta e crescimento microbiano (Satter & Slyter, 1974; Leng & Nolan, 1984).

➤ **Perfil metabólico**

A fração protéica dos ingredientes da dieta exerce influência na concentração sanguínea de uréia que constitui produto de excreção do metabolismo do nitrogênio e

sua determinação em amostras de soro sanguíneo, predizem os níveis da atividade metabólica protéica do animal (González et al. 2000). Dietas com excesso de proteína degradável no rúmen (PDR), e o ineficaz sincronismo entre a degradação das proteínas e dos carboidratos, promovem aumento da concentração de uréia no sangue (Montemayor et al. 2009).

Devido ao local e extensão da fermentação ruminal, os ruminantes absorvem mais acetato e têm menos glicose no sangue em relação aos não-ruminantes (Valadares Filho & Pina, 2006). Em ruminantes a concentração plasmática dos metabólitos sanguíneos pode ser influenciada pelas frações nutricionais de determinados alimentos. O teor de amido, que representa a fração denominada carboidratos não fibrosos (CNF), promove maior produção de ácidos graxos voláteis, aumentando a produção de ácido propiônico. Esse ácido graxo gliconeogênico promove elevação da concentração de glicose sanguínea (Rigolon et al. 2009).

O fígado é o órgão responsável pela síntese da glicose produzida a partir da via da gliconeogênese. O ácido propiônico em ruminantes parece fornecer um mínimo de 50% e um máximo de 75% do requerimento de glicose. Os aminoácidos gliconeogênicos, glicerol e lactato são os precursores do restante da glicose (Bergman, 1990).

Nos ruminantes a glicose é pouco sensível às variações do aporte de energia da ração, uma vez que a concentração sanguínea é regulada por um eficiente mecanismo hormonal destinado a manter sua concentração constante (Wittwer et al. 1987).

➤ **Estimativas energéticas**

Estimativas acuradas da disponibilidade da energia contida nos alimentos são necessárias para se formular dietas e avaliar o valor nutricional e econômico dos alimentos (Costa et al. 2005).

Os alimentos utilizados nas dietas de ruminantes são caracterizados quanto à concentração de energia. O uso da energia pelos ruminantes depende da extensão da fermentação microbiana no rúmen (Van Soest, 1994).

Estimativas acuradas da digestibilidade dos nutrientes obtidas através de experimentos de digestão permitem a quantificação do teor energético, via nutrientes digestíveis totais (Detmann et al. 2006).

O sistema de energia líquida (EL) fornece valores de disponibilidade de energia mais precisos que o NDT, que não quantifica as perdas de calor, urina e gases metano

(CH₄) produzido durante a fermentação ruminal, valores necessários ao cálculo da energia metabolizável (EM).

A energia metabolizável ainda não é aquela que ficará disponível para a manutenção e os processos produtivos do animal. Durante o metabolismo ocorre a produção de calor decorrente da ingestão de alimentos denominada incremento calórico (IC), após descontarmos estas perdas obtemos a energia líquida do alimento.

Em gado de corte a energia líquida é utilizada para a manutenção das funções fisiológicas, denominadas, energia líquida para manutenção (ELM) e energia líquida para ganho de peso (ELG).

A exigência de energia líquida para manutenção é definida como a quantidade de energia ingerida que resultará em nenhuma perda ou ganho de peso pelo organismo do animal. Os processos ou funções que compreendem as exigências de energia para manutenção incluem a regulação da temperatura corporal, processos metabólicos essenciais as atividades fisiológicas e comportamentais.

A energia é retida no organismo animal como gordura ou proteína. A exigência de energia líquida para ganho é definida como o conteúdo de energia do tecido depositado pelo animal, que é uma função da proporção de gordura e proteína no ganho de tecido do corpo vazio (Branco, 2011).

➤ **Comportamento Ingestivo**

O estudo do comportamento ingestivo tem recebido atenção crescente de pesquisadores da área de nutrição animal (Silva et al. 2006; Carvalho et al. 2008; Marques et al. 2008), pois os ingredientes da dieta podem modificar as atividades comportamentais.

Os alimentos possuem características físicas e químicas intrínsecas, desta forma as atividades comportamentais são capazes de indicar a aceitabilidade do alimento. Segundo Santos et al. (2006), a seleção da dieta é determinante no processo, pois influencia a condição nutricional do animal, o que reforça a importância da seletividade para o desempenho animal. De fato a seletividade pode ser considerada aspecto importante do comportamento animal (Zanine et al. 2006; Ítavo et al. 2008).

Segundo Van Soest (1994), os ruminantes ajustam o comportamento alimentar de acordo com suas necessidades nutricionais, sobretudo de energia. O consumo diário de alimento pode ser descrito pelo número de períodos das atividades comportamentais.

A fibra insolúvel em detergente neutro (FDN) é a fração de carboidratos estruturais dos alimentos, que está correlacionada à regulação do consumo e atividade mastigatória dos ruminantes (Cardoso et al. 2006). Elevado teor de FDN na dieta requer tempo para a atividade de ruminação, pois a fibra compreende composto nutricional de lenta digestão que ocupa espaço no trato gastrointestinal dos animais ruminantes.

As mastigações meréricas são medidas utilizadas para avaliação das características físicas dos alimentos que compõem a dieta. Estão relacionadas à redução do tamanho das partículas e ao aumento da possibilidade de escape pelo orifício retículo-omasal e de sua passagem ao trato digestivo posterior (Mendes Neto et al. 2007) e das características químicas da dieta, pois, o teor de parede celular dos alimentos determina o tempo despendido à atividade de ruminação (Van Soest, 1994).

A atividade de mastigação está associada à taxa de secreção salivar, à solubilização de componentes do alimento e à quebra de partículas, facilitando os processos de colonização dessas partículas pelos microrganismos ruminais e a digestibilidade dos alimentos (Mendes Neto et al. 2007).

➤ **Bioclimatologia e Parâmetros Fisiológicos**

Os ruminantes são animais classificados como homeotérmicos, pois suas funções fisiológicas são destinadas a manter a temperatura corporal constante, denominada zona de conforto ou de termo-neutralidade (Nããs, 1989).

Para dissipar ou reter calor o animal utiliza-se de mecanismos fisiológicos e comportamentais, tais mecanismos contribuem para a manutenção da homeotermia. Dentre os mecanismos, para dissipar calor o aumento da taxa respiratória, dos batimentos cardíacos e diminuição na ingestão de alimentos. O aumento da frequência respiratória por períodos longos, segundo Matarazzo (2004), causa prejuízos ao organismo animal, tais como redução no consumo de forragens, produção de calor endógeno adicional devido ao exercício da ofegação, desvio de energia para outros processos metabólicos.

A temperatura retal (TR) é um bom indicador da temperatura corporal. A temperatura retal normal para bovinos está em torno de 38,3°C podendo haver variações de acordo com o nível nutricional (Martello et al. 2004).

O aferimento da temperatura retal, frequência respiratória e frequência cardíaca dos animais resultantes da interação das dietas com o ambiente, podem caracterizar o efeito de um determinado ingrediente da dieta sobre o calor endógeno.

O índice de temperatura e umidade (ITU) e o índice de temperatura de globo negro e umidade (ITGU) são utilizados na avaliação do conforto térmico dos animais domésticos. O ITU relaciona temperatura e umidade relativa do ar, sendo o índice mais utilizado pelos pesquisadores para avaliação do estresse térmico. O ITGU, desenvolvido por Buffington et al. (1981) com o objetivo de avaliar o conforto térmico dos animais expostos a ambientes com radiação solar direta e indireta, considera em seu cálculo a temperatura de globo negro e a temperatura de ponto de orvalho.

Grande parte do território brasileiro está localizado na faixa tropical, onde predominam altas temperaturas, elevada incidência de radiação solar, baixa amplitude térmica ao longo do ano e grande amplitude térmica diária (Pereira et al. 2008).

Em ambientes de temperaturas elevadas, nas quais a produção de calor excede a dissipação pelos animais, todas as fontes que geram calor endógeno são inibidas, principalmente o consumo de alimento, o metabolismo basal e o energético, enquanto a temperatura corporal, a frequência respiratória e a taxa de sudorese aumentam (Souza et al. 2007).

Referências

- ABDALLA, A.L.; SILVA FILHO, J.C.; GODOI, A.R. et al. Utilização de subprodutos da indústria de biodiesel na alimentação de ruminantes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, suplemento especial, p.258-260, 2008.
- AGRIANUAL 2009: anuário da agricultura brasileira. São Paulo: FNP Consultoria & Agroinformativo, p. 177-180, 2009.
- ALVES, A.F.; ZERVOUDAKIS, J.T.; ZERVOUDAKIS, L.K.H. et al. Substituição do farelo de soja por farelo de algodão de alta energia em dietas para vacas leiteiras em produção: consumo, digestibilidade dos nutrientes, balanço de nitrogênio e produção leiteira. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.3, p.532-540, 2010.
- BANCO DO NORDESTE. **Informe Rural Etene: Escritório Técnico de Estudos Econômicos do Nordeste**. Avaliação - AEPA Nº 03, 2011. 8 p.
- BERGMAN, E.N. Energy contributions of volatile fatty acids from the gastrointestinal tract in various species. **Physiological Reviews**, v.70, p.567, 1990.
- BIODIESEL BR.COM. [2008]. **Tudo sobre biodiesel**. Disponível em: <<http://www.biodieselbr.com/biodiesel/biodiesel.htm>> Acesso em: 20/03/2011.
- BORJA, M.S.; OLIVEIRA, R.L.; RIBEIRO, C.V.D.M. et al. Effects of Feeding Licury (*Syagrus coronate*) Cake to Growing Goats. **Asian Australasian Journal Animal Societies**. v.23, n.11, p.1436-1444, 2010.
- BRANCO, A.F. **Nutrição e formulação de rações para bovinos de corte com microcomputador**. Florianópolis: Instituto de estudos pecuários, 2011. p.32-52.
- BRASIL. Lei 11.097 [2003]. **Dispõe sobre a criação do programa nacional de produção e uso de biodiesel e sobre a adição de biodiesel ao óleo diesel**. Disponível em: <<http://www.anp.gov.br>> Acesso em: 20/06/2011.
- BUFFINGTON, D.E.; COLLAZO-AROCHO, A.; CANTON, G.H. et al. Black globe-humidity index (ITGU) as comfort equation for dairy cows. **Transactions of American Society of Agricultural Engineering**, v.24, n.3, p.14-711, 1981.
- CABRAL, L.S. **Avaliação de alimentos para ruminantes por intermédio de métodos in vivo e in vitro: validação**. 2002. 134f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.
- CARDOSO, A.R.; CARVALHO, S.; GALVANI, D.B. et al. Comportamento ingestivo de cordeiros alimentados com dietas contendo diferentes níveis de fibra em detergente neutro. **Ciência Rural**, v.36, n.2, p.604-609, 2006.
- CARVALHO, G.G.P.; PIRES, A.J.V.; SILVA, R.R. et al. Comportamento ingestivo de ovinos Santa Inês alimentados com dietas contendo farelo de cacau. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.4, p.660-665, 2008.
- CASALI, A.O.; DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S.C. et al. Influência do tempo de incubação e do tamanho de partículas sobre os teores de compostos indigestíveis em alimentos e fezes bovinas obtidos por procedimentos in situ. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.2, p.335-342, 2008.
- CAST (Council of Agricultural Science and Technology). **Mycotoxins: risks in plant, animal and human systems**. Task Force Report, n.139, EUA: CAST; 2003.
- CONAB. [2010]. **Companhia nacional de abastecimento**. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br/conabweb/download/safra>> Acesso em: 11/03/2011.
- CONAB. [2011]. **Companhia nacional de abastecimento**. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br/conabweb/download/safra>> Acesso em: 11/12/2011.
- CORREIA, B.R.; OLIVEIRA, R.L.; JAEGER, S.M.P.L. et al. Consumo, digestibilidade e pH ruminal de novilhos submetidos a dietas com tortas oriundas da produção do

- biodiesel em substituição ao farelo de soja. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.63, n.2, p.356-363, 2011.
- COSTA, M.A.L.; VALADARES FILHO, S.C.; VALADARES, R.F.D. et al. Validação das equações do NRC (2001) para predição do valor energético de alimentos nas condições brasileiras. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.1, p.280-287, 2005.
- CRUZ, L.C.H. Características gerais das micotoxinas e micotoxicoses: Reflexos na indústria avícola. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE MICOTOXINAS E MICOTOXICOSES EM AVES, 1., 1995, Curitiba. **Anais...** Curitiba: Facta, 1995. p.1-13.
- DETMANN, E.; PAULINO, M.F.; ZERVOUDAKIS, J.T. et al. Níveis de proteína bruta em suplementos múltiplos para terminação de novilhos mestiço em pastejo durante época seca: desempenho produtivo e característica de carcaça. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.1, p.169-180, 2004.
- DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S.C.; HENRIQUES, L.T. et al. Estimação da digestibilidade dos carboidratos não-fibrosos em bovinos utilizando-se o conceito de entidade nutricional em condições brasileiras. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.4, p.1479-1486, 2006.
- DETMANN, E.; SOUZA, A.L.; GARCIA, R. et al. Avaliação do vício de “tempo longo” de indicadores internos em ensaio de digestão com ruminantes. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.59, n.1, p.182-188, 2007.
- GONZÁLEZ, F.H.D.; BARCELLOS, J.O.; PATIÑO, H.O. et al. **Perfil metabólico em ruminantes: seu uso em nutrição e doenças nutricionais**. Porto Alegre: UFRGS, 2000. 108p.
- GOURAMA, H.; BULLERMAN, L.B. Aspergillus flavus and Aspergillus parasiticus: aflatoxigenic fungi of concern in foods and feeds: a review. **J. Food Prot.** v.58, n.12, p.1395-1404, 1995.
- GRANT, R.J.; MERTENS, D.R. Influence of butter pH and raw corn starch addition on in vitro fiber digestion kinetics. **Journal of Dairy Science**, v.75, n.10, p.2762-2768, 1992.
- IBGE. [2010]. **Instituto brasileiro de geografia e estatísticas - Censo 2010**. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/default_ant.php> Acesso em: 09/12/2011.
- ÍTAVO, L.C.V.; SOUZA, S.R.M.B.; RÍMOLI, O.J. et al. Comportamento ingestivo diurno de bovinos em pastejo contínuo e rotacionado. **Archivos de Zootecnia**, v.57, n.217, p.43-53, 2008.
- ITO, Y.; PETERSON, S.W.; WICKLOW, D.T. et al. Aspergillus pseudotamarii, a new aflatoxin producing species in Aspergillus section Flavi. **Mycol Res.**, v.105, n.2, p.233-239, 2001.
- JOÃO, I.S.; LOURENZANI, W.L. Análise swot do sistema agroindustrial do amendoim na região de tupã e marília – SP. **Organizações Rurais & Agroindustriais**, v.13, n.2, p.243-256, 2011.
- KNOTHE, G.; GERPEN, J.V.; KRAHL, J. et al. **Manual do Biodiesel**. São Paulo: Blücher, 2006. 352 p.
- LANA, R.P.; RUSSELL, J.B.; VAN AMBURGH, M.E. The role of pH in regulating ruminal methane and ammonia production. **Journal Animal Science**, v.76, p.2190-2196, 1998.
- LENG, R.A.; NOLAN, V. Nitrogen metabolism in the rumen. **Journal of Animal Science**, v.67, p.1072-1075, 1984.
- LOOSMORE, R.M.; MARKSON, L.M. Poisoning of cattle by Brazilian groundnut meal. **Vet. Rec.** v.73, p.813-814, 1961.

- LOUVANDINI, H.; NUNES, G.A.; GARCIA, J.A.S. Desempenho, características de carcaça e constituintes corporais de ovinos Santa Inês alimentados com farelo de girassol em substituição ao farelo de soja na dieta. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.3, p.603-609, 2007.
- MARQUES, J.A.; PINTO, A.P.; ABRAHÃO, J.J.S. et al. Intervalo de tempo entre observações para avaliação do comportamento ingestivo de tourinhos em confinamento. **Semina: Ciências Agrárias**, v.29, n.4, p.955-960, 2008.
- MARTELLO, L.S.; JÚNIOR, H.S.; LUZ, E. et al. Respostas fisiológicas e produtivas de vacas holandesas em lactação submetidas a diferentes ambientes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.1, p.181-191, 2004.
- MATARAZZO, S.V. **Eficiência do sistema de resfriamento adiabático evaporativo em confinamento do tipo freestall para vacas em lactação**. 2004. 143f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba.
- MENDES NETO, J.; CAMPOS, J.M.S.; VALADARES FILHO, S.C. et al. Comportamento ingestivo de novilhas leiteiras alimentadas com polpa cítrica em substituição ao feno de capim-tifton. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.3, p.618-625, 2007.
- MERTENS, D.R. Regulation of forage intake. In: forage quality, evaluation and utilization. **Madison: American Society of Agronomy**, 1994. p.450-493.
- MONTEMAYOR, H.A.; GASCA, T.G.; KAWAS, J. Ruminal fermentation modification of protein and carbohydrate by means of roasted and estimation of microbial protein synthesis. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, p.277-291, 2009.
- NÃÃS, I.A. **Princípios de conforto térmico na produção animal**. 1.ed. São Paulo: Ícone, 1989. 183p.
- NUSSIO, L.G.; CAMPOS, F.P.; LIMA, M.L.M. Metabolismo de carboidratos estruturais. In: BERCHIELLI, T.T.; PIRES, A.V.; OLIVEIRA, S.G. (Ed.) **Nutrição de Ruminantes**. 1. ed. Jaboticabal: FUNEP, 2006. p.183-223.
- OLIVEIRA, E.V.A.; DOMINIKI, T.; SANTA MARIA, L.C. Análise comparativa das rotas metílica e etílica para obtenção de biodiesel através da transesterificação do óleo de soja via catálise básica. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PLANTAS OLEAGINOSAS, ÓLEOS, GORDURAS E BIODIESEL, 5., 2008, Varginha. **Anais...** Varginha: [S.n.], 2008. p.369-375.
- PALMQUIST, D.L. Suplementação de lipídeos para vacas em lactação. In: SIMPÓSIO SOBRE PRODUÇÃO ANIMAL, 1989, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz, 1989. p.11-26.
- PEIXOTO, C.P.; GONÇALVES, J.A.; PEIXOTO, M.F.S.P. et al. Características agronômicas e produtividade de amendoim em diferentes espaçamentos e épocas de semeadura no Recôncavo Baiano. **Bragantia**, v.67, n.3, 2008.
- PEREIRA, J.C.; CUNHA, D.N.F.V.; CECON, P.R. et al. Desempenho, temperatura retal e frequência respiratória de novilhas leiteiras de três grupos genéticos recebendo dietas com diferentes níveis de fibra. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.2, p.328-334, 2008.
- PEREIRA, E.S.; MIZUBUTI, I.Y.; VILLARROEL, A.B.S. et al. Variáveis ruminais em novilhos alimentados com feno de Tifton 85 com diferentes tamanhos de partículas. **Semina: Ciências Agrárias**, v.30, n.1, p.243-250, 2009.
- PEREIRA, E.S.; PIMENTEL, P.G.; DUARTE, L.S. et al. Digestão intestinal da proteína de forrageiras e coprodutos da agroindústria produzidos no Nordeste brasileiro por

- intermédio da técnica de três estágios. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.11, n.2, p.403-413, 2010.
- PETROBIO. [2005]. **Biodiesel: viabilidade econômica**. Disponível em: <<http://www.plantebiodiesel.com.br/manuais%20do%20cd/27%20-20>> Acesso em: 10/02/2011.
- PIEREZAN, F.; OLIVEIRA FILHO, J.C.; CARMO, P.M. et al. Surto de aflatoxicose em bezerros no Rio Grande do Sul. **Pesquisa Veterinária Brasileira**. v.30, n.5, 2010.
- PUZZI, D. **Abastecimento e armazenagem de grãos**. Campinas: Instituto Campineiro de Ensino Agrícola, 1986. 603p.
- RIGOLON, L.P.; PRADO, I.N.; CAVALIERI, F.L.B. et al. Effect of the dry matter intake level on the sanguine profile of glucose, insulin, urea, estrogen and progesterone and concentration of IGF-I in the follicular liquid of crossbred heifers. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v.52, n.1, p.61-68, 2009.
- RODRÍGUEZ, N.M.; SALIBA, E.O.S.; JÚNIOR, R.G. Uso de indicadores para estimativa de consumo a pasto e digestibilidade. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 43., 2006, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa: Sociedade Brasileira de Zootecnia/Gmosis, [2006]. (CD-ROM).
- RUSTOM, I.Y.S. Aflatoxin in food and feed: occurrence, legislation and inactivation by physical methods. **Food Chem**, v.59, n.1, p.57-67, 1997.
- SANTOS, R.C.; MOREIRA, J.A.N.; FARIAS, R.H. et al. Classificação de genótipos de amendoim baseada nos descritores agromorfológicos e isoenzimáticos. **Ciência Rural**, v.30, n.1, p.55-59, 2000.
- SANTOS, E.M.; ZANINE, A.M.; PARENTE, H.N. et al. Comportamento ingestivo de bezerros em pastos de *Brachiaria brizantha* e *Brachiaria decumbens*. **Ciência Animal Brasileira**, v.7, n.2, p.142-151, 2006.
- SANTOS, T.M.B.; AQUINO, L.C.L.; CASTRO, A.A. et al. Estudo do processo de transesterificação alcalina dos óleos de soja residual e refinado visando à obtenção de biodiesel. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PLANTAS OLEAGINOSAS, ÓLEOS, GORDURAS E BIODIESEL, 4., 2007, Varginha. **Anais...** Varginha: [S.n.], 2007. p.1153-1160.
- SATTER, L.D.; SLYTER, L.L. Effect of ammonia concentration on rumen microbial protein production in vitro. **British Journal of Nutrition**, v.32, n.1, p.199-208, 1974.
- SEGATO, S. V.; PENARIOL, A. L. A cultura do amendoim em áreas de reforma de canavial. In: SEGATO, S. V.; FERNANDES, C.; SENE PINTO, A. de. **Expansão e Renovação de Canavial**. Piracicaba: Editora CP 2, 2007. p. 85-116.
- SHARMA, R.P.; SALUNKHE, D.K. Introduction to mycotoxins. In: SHARMA, R.P.; SALUNKHE, D.K. (Ed.). *Mycotoxins and phytoalexins*. London : CRC, 1991. p.3-12.
- SILVA, R.R.; SILVA, F.F.; PRADO, I.N. et al. Comportamento ingestivo de bovinos. Aspectos metodológicos. **Archivos de Zootecnia**, v.55, n.211, p.293-296, 2006.
- SOUZA, B.B.; SOUZA, E.D.; CEZAR, M.F. et al. Temperatura superficial e índice de tolerância ao calor de caprinos de diferentes grupos raciais no semi-árido nordestino. **Ciência e Agrotecnologia**, v.322, p.275-280, 2007.
- STORCK BIODIESEL. [2008]. **O que é o biodiesel?** Disponível em: <<http://www.storckbiodiesel.com.br>> Acesso em: 10/05/2011.
- VALADARES, R.F.D.; VALADARES FILHO, S.C.; GONÇALVES, L.C. et al. Concentrações de amônia ruminal e uréia plasmática e excreções de uréia e creatinina. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.26, n.6, p.1270-1278, 1997.

- VALADARES FILHO, S.C.; PINA, D.S. Fermentação ruminal. In: BERCHIELLI, T.T.; PIRES, A.V.; OLIVEIRA, S.G. (Ed.) **Nutrição de Ruminantes**. 1.ed. Jaboticabal: FUNEP, 2006. p.151-179.
- VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2.ed. Ithaca: Cornell University Press, 1994. 476p.
- WITTEWER, F.; BÖHMWALD, H.; CONTRERAS, P.A. et al. Análisis de los resultados de perfiles metabólicos obtenidos de rebaños lecheros em Chile. **Archivo de Medicina Veterinaria**, v.19, n.2, p.35-45, 1987.
- ZANINE, A.M.; SANTOS, E.M.; PARENTE, H.N. et al. Comportamento da ingestão em bovinos em pastagem de capim *Brachiaria decumbens* na região centro-oeste do Brasil. **Archives of Veterinary Science**, v.11, n.2, p.17-24, 2006.
- ZEOULA, L.M.; NETO, S.F.C. Recentes Avanços em Amido na Nutrição de Vacas Leiteiras. In: SIMPÓSIO INTERNAIONAL DE BOVINOCULTURA DE LEITE, 2., 2001, Lavras. **Anais...** Lavras: UFLA, 2001. p.228-243.

CAPÍTULO 1

**VALOR ALIMENTÍCIO E METABOLISMO DE DIETAS COM TORTA
DE AMENDOIM (*Arachis hypogaea*), ORIUNDA DA PRODUÇÃO DO
BIODIESEL, NA ALIMENTAÇÃO DE NOVILHOS HOLANDÊS X ZEBU**

Valor alimentício e metabolismo de dietas com torta de amendoim (*Arachis hypogaea*), oriunda da produção do biodiesel, na alimentação de novilhos Holandês x Zebu

Autor: Paulo Andrade de Oliveira

Orientador: Prof. Dr. Ronaldo Lopes Oliveira

RESUMO: Objetivou-se avaliar o melhor nível de substituição do farelo de soja por torta de amendoim no concentrado da dieta de novilhos, por meio do estudo do consumo, digestibilidade, características da fermentação ruminal, perfil metabólico e estimativas energéticas. Foram utilizados cinco novilhos fistulados, dispostos em um quadrado latino 5 x 5. As dietas foram compostas de feno de capim tifton, milho moído, farelo de soja e torta de amendoim, constituídas de zero (100% de farelo de soja), 25, 50, 75 e 100% de substituição do ingrediente protéico farelo de soja por torta de amendoim no concentrado. Os ingredientes das dietas, sobras e fezes de cada período foram incubados *in situ* para obtenção do teor de fibra em detergente neutro indigestível consumido e excretado nas fezes. Coletou-se amostras do conteúdo ruminal para obter o pH e o teor de nitrogênio amoniacal do líquido ruminal. Amostras de sangue foram coletadas para análise das variantes do perfil metabólico. Os dados referentes aos tratamentos foram submetidos à análise de variância e regressão. Os níveis de torta de amendoim não afetaram o consumo de matéria seca. A digestibilidade da matéria seca expressou efeito quadrático, com máxima de 56,51% no nível de 37,28% de substituição. Constatou-se redução linear no pH ruminal, ao passo que não houve efeito do teor de nitrogênio amoniacal no líquido ruminal e das concentrações de uréia e glicose no plasma sanguíneo. Verificou-se efeito quadrático, da energia líquida para ganho com máxima de 0,68 Mcal/kg no nível de 41,53% de substituição. O nível de 35% a 45% de substituição do farelo de soja por torta de amendoim foi o que proporcionou o melhor valor alimentício e metabólico para nutrição de novilhos.

Palavras-chave: alimento alternativo, estimativas energéticas, nutrição de ruminantes, parâmetros ruminais, perfil metabólico

Metabolism and food value of diets with peanut cake (*Arachis hypogaea*), deriving the production of biodiesel, the feeding of Holstein x Zebu steers

Author: Paulo Andrade de Oliveira

Advisor: Prof. Dr. Ronaldo Lopes Oliveira

ABSTRACT: Aimed to evaluate the best level of replacement of soybean meal for peanut cake in the concentrate of the diet of steers, by intermediate the study of the intake, digestibility, ruminal fermentation characteristics, metabolic profile and energy estimates. There were five steers fistulated, arranged in a 5 x 5 latin square. The diets were composed of tifton hay grass, ground corn, soybean meal and peanut cake, consisting of zero (100% soybean meal), 25, 50, 75 and 100% replacement of soybean meal protein ingredient for peanut cake in the concentrate. The ingredients of the diet, rest and feces of each period were incubated *in situ* to obtain a tenor of neutral detergent fiber indigestible intake and excreted in the feces. He collected the samples of rumen contents for to obtain the pH and the tenor of ammonia nitrogen in rumen fluid. Blood samples were collected for analysis of variants of the metabolic profile. The data referring to treatment were subjected to analysis of variance and regression. The levels of peanut cake did not affect dry matter intake. The dry matter digestibility expressed quadratic effect, with maximum of 56,51% on level 37,28% of substitution. To verify linear reduction in ruminal pH, whereas there was no effect of the concentration of ammonia nitrogen in ruminal fluid and concentrations of urea and glucose in blood plasma. To verify quadratic effect, the net energy gain with maximum of 0,68 Mcal/kg at 41,53% level of substitution. The level of 35% to 45% replacement of soybean meal for peanut cake was what proportionate the best value food and metabolic for nutrition of steers.

Key-words: alternative food, energy estimates, metabolic profile, ruminant nutrition, rumen parameters

Introdução

Alimentos alternativos estão sendo testados para substituir aquele considerado como padrão das misturas concentradas das dietas de ruminantes. As tortas de oleaginosas oriundas da extração de óleo para a produção do biodiesel constituem importante alternativa de substituição dos componentes protéicos das dietas de modo a reduzir os custos de produção e dar melhor destino aos primeiros, com agregação de valor e mitigação de impacto ambiental.

Vários trabalhos de investigação da qualidade nutricional das tortas e farelos, oriundas da produção do biodiesel, têm mostrado potencial de utilização na alimentação dos ruminantes. Correia et al. (2011) avaliou as tortas de amendoim, girassol e dendê na alimentação de bovinos, Borja et al. (2010) testou a torta de licuri na alimentação de caprinos, Louvandini et al. (2007) utilizou o farelo de girassol na dieta de ovinos.

O governo federal, por meio do Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel, autorizou a adição de 3% do Biodiesel ao óleo diesel sendo que a partir de 2013, a adição de biodiesel ao óleo diesel deverá ser de 5% segundo a Lei N°11.097 de 2003. Com a elevação da produção de biodiesel para atender a demanda do mercado, a oferta da torta aumentará o que proporcionará maior disponibilidade aos pecuaristas.

A maioria das tortas oriundas da extração de óleo para a produção do biodiesel possui características bromatológicas satisfatórias para sua utilização na alimentação animal, entretanto, carecem de estudos para melhor esclarecimento quanto ao seu uso potencial.

A torta de amendoim, o foco de estudo da pesquisa é obtida durante o processo de prensagem das sementes para a extração do óleo. Segundo Abdalla et al. (2008) o teor protéico da torta de amendoim pode variar de 41 a 45%, o teor de lipídios é de 8 a 9%. A extração de óleo a seco (sem solvente) faz com que o teor de lipídios da torta de amendoim seja superior ao farelo de soja de 3 a 4% na constituição da matéria seca (Abdalla et al. 2008), pois é proveniente de um processo de extração do óleo com uso de solventes químicos.

Segundo Palmquist (1989), a vantagem da utilização de fontes de lipídios em dietas deve-se ao incremento da densidade calórica da dieta, em razão de seu elevado valor energético, que promove o aumento do consumo de energia e balanço mais adequado entre carboidratos estruturais e não estruturais para otimizar o consumo de fibra e energia digestível.

A determinação do valor nutricional dos alimentos envolve estudos que avaliam, conjuntamente, consumo, digestibilidade e parâmetros do metabolismo animal (Detmann et al. 2004). Em pesquisa sobre o consumo, digestibilidade e pH ruminal de novilhos submetidos a dietas com tortas oriundas da produção do biodiesel, Correia et al. (2011) obtiveram consumo de matéria seca de 2,17; 1,75; 2,12 e 2,16% do peso corporal, coeficiente de digestibilidade da matéria seca de 61,60; 62,52; 62,10 e 62,31%, para as dietas constituídas de farelo de soja, torta de dendê, torta de amendoim e torta de girassol, respectivamente. Os valores de pH das dietas oscilaram de 6,76 a 7,33, acima de 6,0, limite apartir do qual ocorre redução na digestão da fibra (Grant & Mertens, 1992).

Objetivou-se avaliar o potencial de utilização da torta de amendoim em substituição ao farelo de soja na dieta de novilhos Holandês x Zebu por meio do estudo do consumo e digestibilidade de frações químico e bromatológica, características da fermentação ruminal, perfil metabólico e estimativas energéticas.

Material e Métodos

O experimento foi realizado de 25 de janeiro a 21 de março de 2010, na Fazenda Experimental da Escola de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade Federal da Bahia (UFBA), situada no Km 174 da rodovia BR 101, Distrito de Mercês, Município de São Gonçalo dos Campos (BA), localizada a 12° 23' 57.51" na latitude Sul e 38° 52' 44.66" na longitude Oeste, situada na mesorregião do Centro-Norte Baiano e microrregião de Feira de Santana-BA, distando 108 km de Salvador.

O clima da região, de acordo com a classificação climática de Wilhelm Köppen, é do tipo Am, caracterizado por apresentar temperatura média do mês mais frio sempre superior a 18°C e precipitação com cerca de 1.000 mm de chuva, clima predominante na faixa costeira interior do Estado da Bahia (Golfari et al. 1978).

As unidades geomórficas características dos solos da região, são formadas pelos tabuleiros interioranos e pré-litorâneos, o que confere à fazenda experimental topografia plana (SEI, 2009).

Foram utilizados cinco novilhos mestiços, Holandês x Zebu, castrados, fistulados no rúmen e com peso corporal médio de 550 kg, alojados em baias individuais de 3,0 x 6,0 m, dotada de comedouro e bebedouro individual. O delineamento experimental foi em quadrado latino 5 x 5 (cinco animais experimentais x cinco períodos x cinco tratamentos).

O período experimental constou de cinco períodos de avaliação constituídos de 11 dias, sendo sete dias para adaptação dos animais às dietas e os quatro últimos destinados à coleta de dados e amostras.

Os tratamentos foram constituídos de níveis de substituição do farelo de soja por torta de amendoim no concentrado das dietas. As dietas foram compostas de volumoso, concentrado e sal mineral.

O sal mineral foi fornecido *ad libitum* e apresentava os seguintes níveis de garantia (por Kg em elementos ativos): cálcio 240,00 g; fósforo 174,00 g; cobre 1.250,00 mg; cobalto 100,00 mg; ferro 1.795,00 mg; iodo 90,00 mg; manganês 2.000,00 mg; selênio 15,00 mg; zinco 5.270,00 mg; flúor máximo 1.740,00 mg.

A composição química e bromatológica dos ingredientes das dietas, feno de *Cynodon spp.* Cv. Tifton-85, milho moído (*Zea mays*), farelo de soja (*Glycine max*) e torta de amendoim (*Arachis hypogaea*) está apresentada na Tabela 1.

Tabela 1. Composição química e bromatológica dos alimentos das dietas experimentais

| Fração Analítica | Ingredientes | | | |
|---|----------------|-------------|----------------|-------------------|
| | Feno de Tifton | Milho Moído | Farelo de Soja | Torta de Amendoim |
| Matéria seca (%) | 86,42 | 93,40 | 89,75 | 89,53 |
| Matéria mineral ¹ | 7,89 | 1,41 | 6,54 | 6,45 |
| Matéria orgânica ¹ | 78,53 | 91,99 | 83,21 | 83,08 |
| Proteína bruta ¹ | 6,14 | 6,18 | 42,77 | 40,84 |
| Extrato etéreo ¹ | 1,78 | 5,79 | 3,49 | 9,56 |
| Fibra em detergente neutro ^{1,2} | 74,85 | 14,69 | 11,08 | 13,41 |
| Fibra em detergente ácido ¹ | 40,74 | 6,08 | 10,52 | 10,95 |
| PIDN ^{3,5} | 77,85 | 29,45 | 13,30 | 9,13 |
| PIDA ^{4,5} | 15,47 | 12,94 | 3,25 | 2,30 |
| Carboidratos não fibrosos ¹ | 9,34 | 71,93 | 36,12 | 29,74 |
| Celulose ¹ | 33,05 | 3,91 | 8,33 | 4,62 |
| Hemicelulose ¹ | 33,52 | 8,61 | 0,78 | 3,88 |
| Lignina ¹ | 8,28 | 2,17 | 1,97 | 4,91 |
| NDT estimado ^{1,6} | 51,60 | 86,61 | 77,04 | 83,48 |
| NDT estimado ^{1,7} | 57,04 | 85,70 | 73,37 | 75,75 |
| Micotoxinas ⁸ | ND | ND | ND | 22,18 |

¹Valor expresso em % da matéria seca, ²Corrigido para cinzas e proteína, ³Proteína insolúvel em detergente neutro, ⁴Proteína insolúvel em detergente ácido, ⁵Valor expresso em % da proteína bruta, ⁶Nutrientes digestíveis totais estimados pelas equações do NRC (2001), ⁷Nutrientes digestíveis totais estimados pelas equações de Detmann et al. (2006a, 2006b, 2006c, 2007, 2008a), ⁸Valor expresso em µg/Kg = PPB, ND = < limite de quantificação.

As dietas foram compostas de volumoso e concentrado em proporção 70:30 (Tabela 2) fornecidas na forma de dieta total misturada. O único volumoso utilizado foi o feno de capim tifton triturado em fragmentos de aproximadamente 10 cm de comprimento.

Tabela 2. Composição percentual dos ingredientes das dietas experimentais

| Ingrediente (% Dieta Total) | Níveis de substituição do farelo de soja por torta de amendoim (%) | | | | |
|--------------------------------|--|-----|-----|-----|-----|
| | 0 | 25 | 50 | 75 | 100 |
| Milho moído | 14 | 14 | 14 | 14 | 14 |
| Farelo de soja | 16 | 12 | 8 | 4 | 0 |
| Torta de amendoim | 0 | 4 | 8 | 12 | 16 |
| Feno de tifton-85 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 |
| Total | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |

As dietas foram compostas de feno de capim tifton, milho moído, farelo de soja e torta de amendoim constituída de zero (100% de farelo de soja), 25, 50, 75 e 100% de substituição por torta de amendoim no concentrado (Tabela 3).

Tabela 3. Composição química e bromatológica das dietas experimentais

| Fração Analítica | Níveis de substituição do farelo de soja por torta de amendoim (%) | | | | |
|---|--|-------|-------|-------|-------|
| | 0 | 25 | 50 | 75 | 100 |
| Matéria seca (%) | 87,93 | 87,92 | 87,91 | 87,90 | 87,89 |
| Matéria mineral ¹ | 6,77 | 6,76 | 6,76 | 6,76 | 6,75 |
| Proteína bruta ¹ | 12,01 | 11,93 | 11,85 | 11,77 | 11,70 |
| Matéria orgânica ¹ | 81,16 | 81,16 | 81,15 | 81,15 | 81,14 |
| Extrato etéreo ¹ | 2,62 | 2,86 | 3,10 | 3,34 | 3,59 |
| Fibra em detergente neutro ^{1,2} | 56,22 | 56,32 | 56,41 | 56,50 | 56,60 |
| Fibra em detergente ácido ¹ | 31,05 | 31,07 | 31,09 | 31,10 | 31,12 |
| PIDN ^{3,5} | 37,55 | 37,13 | 36,71 | 36,36 | 35,90 |
| PIDA ^{4,5} | 8,33 | 8,21 | 8,10 | 8,07 | 7,95 |
| Carboidratos não fibrosos ¹ | 22,39 | 22,13 | 21,88 | 21,62 | 21,37 |
| Celulose ¹ | 25,02 | 24,87 | 24,72 | 24,57 | 24,42 |
| Hemicelulose ¹ | 24,79 | 24,92 | 25,04 | 25,17 | 25,29 |
| Lignina ¹ | 6,42 | 6,53 | 6,65 | 6,77 | 6,89 |
| NDT estimado ^{1,6} | 60,54 | 60,79 | 61,02 | 61,23 | 61,48 |
| NDT estimado ^{1,7} | 63,66 | 63,72 | 63,77 | 63,81 | 63,89 |
| Micotoxinas ⁸ | ND | 0,89 | 1,77 | 2,66 | 3,55 |

¹Valor expresso em % da matéria seca, ²Corrigido para cinzas e proteína, ³Proteína insolúvel em detergente neutro, ⁴Proteína insolúvel em detergente ácido, ⁵Valor expresso em % da proteína bruta, ⁶Nutrientes digestíveis totais estimados pelas equações do NRC (2001), ⁷Nutrientes digestíveis totais estimados pelas equações de Detmann et al. (2006a, 2006b, 2006c, 2007, 2008a), ⁸Valor expresso em µg/Kg = PPB, ND = < limite de quantificação.

O arraçoamento foi realizado às 09:00 e às 16:00 horas, com ajuste diário para ocorrer de 10 a 20% de sobras.

O consumo diário foi mensurado por meio de pesagem do alimento fornecido e das respectivas sobras, por animal, em cada período de coleta.

Amostras dos ingredientes das dietas e das sobras foram coletadas nos quatro dias de coleta de cada período experimental, acondicionadas em sacos plásticos identificados e armazenadas a -20 °C para posteriores análises.

Para estimar a excreção fecal, foram realizadas coletas de fezes do oitavo ao décimo primeiro dia de cada período experimental, seguindo a distribuição: 8º dia – 12h00 e 18h00s, 9º dia – 10h00 e 14h00, 10º dia – 12h00 e 16h00 e no 11º dia – 8h00 e 14h00. As amostras de fezes foram colhidas diretamente no reto dos animais, acondicionadas em sacos plásticos, identificadas e armazenadas a -20 °C.

Ao final de cada período experimental, as amostras dos ingredientes, sobras e fezes foram submetidas à pré-secagem em estufa de ventilação forçada a 55 °C, por 72 horas, e moídas em moinho tipo “Willey”, em peneira com porosidade de 1 mm para

análise bromatológica e química e porosidade de 2 mm para obtenção do FDNi procedida *in situ*.

As determinações de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), matéria mineral (MM) nitrogênio total, extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro (FDN) dos alimentos, das sobras e das fezes, bem como, as estimativas de fibra em detergente ácido (FDA) e lignina dos alimentos foram realizadas conforme Silva & Queiroz (2002).

A hemicelulose foi calculada pela diferença entre os teores de FDN e FDA e a Lignina determinada em H₂SO₄ a 72%. A proteína bruta (PB) foi obtida pelo produto entre o teor de nitrogênio total e o fator 6,25. Os valores de proteína insolúvel em detergente neutro (NIDN) e proteína insolúvel em detergente ácido (NIDA) foram determinados nos resíduos obtidos após o tratamento das amostras, respectivamente, com detergente neutro ou ácido, observando-se os procedimentos preconizados por Pereira & Rossi Júnior (1994), permitindo a obtenção da fibra em detergente neutro isenta de cinzas e proteínas (FDNcp).

A porcentagem de carboidratos não-fibrosos (CNF) foi obtida pela equação de Sniffen et al. (1992): $CNF (\%MS) = 100 - (\%MM + \%PB + \%EE + \%FDN)$.

Para a estimativa dos teores de nutrientes digestíveis totais (NDT), cálculos foram conduzidos de acordo com a seguinte fórmula (NRC, 2001): $\%NDT = \%CNF-d + \%PB-d + (\%AG-d \times 2,25) + \%FDNn-d - 7$, em que: CNF-d corresponde aos carboidratos não fibrosos digestíveis, PB-d à proteína bruta digestível, AG-d aos ácidos graxos digestíveis, FDNn-d à fibra em detergente neutro corrigida para nitrogênio digestível; o valor 7 refere-se ao NDT fecal metabólico, ou seja, à correção utilizada, uma vez que as frações digestíveis dos alimentos consideradas para o cálculo do NDT referem-se à digestibilidade verdadeira e não à aparente.

Para o cálculo do %CNF-d, utilizou-se a seguinte equação: $\%CNF-d = 0,98 \times [100 - (\%PB + \%EE + \%FDNn + \%MM)] \times PAF$, onde: PAF é um fator de ajuste igual a 1 para todos os outros alimentos, conforme (NRC, 2001).

Para o cálculo do %PB-d, foram utilizadas as equações para alimentos volumosos: $\%PB-d = \%PB \times \exp [-1,2 \times (\%PIDA/\%PB)]$. Para o cálculo de %AG-d foram utilizadas as seguintes equações: $\%AG-d = \%EE - 1$, para $\%EE > 1$, sendo que, para alimentos com teores de $EE < 1$, $AG-d = 0$. Para o cálculo de %FDN-d, utilizou-se a expressão: $\%FDNn-d = 0,75 \times (\%FDNn - \%LIG) \times [1 - (\%LIG/\%FDNn)^{0,667}]$, onde: $\%FDNn = \%FDN - \%PIDN$, conforme (NRC, 2001).

Calculou-se também os nutrientes digestíveis totais (NDT) a partir das equações sugeridas por Detmann et al. (2006a, 2006b, 2006c, 2007) para animais em crescimento, por meio da equação: $NDT = \%PB_{ad} + \%FDN_{d} + \%CNF_{ad} + 2,25*\%EE_{ad}$, em que: PB_{ad} corresponde a proteína bruta digestível, EE_{ad} extrato etéreo digestível, CNF_{ad} carboidratos não-fibrosos digestíveis, FDN_{d} fibra em detergente digestível. Obtido por intermédio das equações $PB_{ad} = 0,7845 \times PB - 1,61$ (Detmann et al. 2006a), $EE_{ad} = 0,8596 \times EE - 0,18$ (Detmann et al. 2006b), $CNF_{ad} = 0,9507 \times CNF - 5,11$ (Detmann et al. 2006c), $FDN_{d} = 0,835 (FDN_{cp} - L) \times [1 - (L/FDN_{cp})^{0,85}]$, em que L = lignina (Detmann et al. 2007); FDN_{cp} teor de FDN corrigida para cinzas (matéria mineral).

Foram calculados os nutrientes digestíveis totais (NDT, %MS) obtido pelo ensaio de digestibilidade utilizando a equação: $NDT (\%MS) = PB_{d} + FDN_{d} + CNF_{d} + (EE_{d} \times 2,25)$, onde: PB_{d} = proteína bruta digestível; FDN_{d} = fibra em detergente neutro digestível; CNF_{d} = carboidratos não fibrosos digestível; EE_{d} = extrato etéreo digestível.

O coeficiente de digestibilidade das frações químico-bromatológicas foi obtido por intermédio da fibra em detergente neutro indigestível (FDN_{i}) como indicador interno.

Para determinação dos teores de fibra em detergente neutro indigestível (FDN_{i}), amostras dos ingredientes da dieta, sobras e fezes foram incubadas por 240 horas, com seis amostras em quantidade de 20 mg MS/cm² em sacos de tecido não-tecido (TNT - 100 g/m²) no rúmen de dois bovinos fistulados. Os ingredientes da dieta e as sobras de cada período para obtenção do consumo de FDN_{i} , e fezes para obter a concentração fecal de FDN_{i} e estimar a produção de MS fecal. Após esta etapa os materiais remanescentes da incubação foram submetidos à fervura em detergente neutro por uma hora, sendo o novo resíduo considerado como FDN_{i} (Casali et al. 2008).

A avaliação das equações do NRC (2001) e de Detmann et al. (2006a, 2006b, 2006c, 2007), para estimativa do valor energético dos alimentos (NDT), foi avaliada a partir da comparação entre os valores observados *in situ* (ensaio de digestibilidade) e os valores estimados por meio das equações.

O procedimento de avaliação das equações foi realizado por intermédio do ajuste de modelo de regressão linear simples dos valores preditos sobre os observados, de acordo com o seguinte modelo: $Y_i = b_1 x_i + e_i$, em que Y_i = valor de NDT predito, b_1 = coeficiente de inclinação da reta, x_i = NDT observado e e_i = erro aleatório associado a cada observação. A estimativa do parâmetro b_1 da equação de regressão foi testada sobre as seguintes hipóteses: $H_0 : b_1 = 1$ e $H_1 : b_1 \neq 1$.

Quando da não-rejeição da hipótese de nulidade, os valores preditos e observados são similares, enquanto, no caso da rejeição da hipótese de nulidade, verificou-se a presença do vício global de estimação (VGE). O vício global de estimação é considerado como: $VGE = (b1 - 1) \times 100$, em que, $b1$ = estimativa do coeficiente angular da equação de regressão sem intercepto e 1 = valor paramétrico para o coeficiente angular sob a pressuposição de H_0 ser verdadeira. Para todos os procedimentos estatísticos descritos, adotou-se valor $P = 0,05$ (Pereira et al. 2008).

Foram calculados os valores de energia metabolizável (EM, em Mcal/kg de MS), energia líquida para manutenção (ELM, em Mcal/kg de MS) e energia líquida para ganho (ELG, em Mcal/kg de MS), eficiência de manutenção (EFM, %), eficiência de ganho (EFG, %). As equações utilizadas foram: EM (Mcal/kg de MS) = $(NDT\% \times 3,62) / 100$; ELM (Mcal/kg de MS) = $(1,37 \times EM) - (0,138 \times EM^2) + (0,0105 \times EM^3) - 1,12$; ELG (Mcal/kg de MS) = $(1,42 \times EM) - (0,174 \times EM^2) + (0,0122 \times EM^3) - 1,65$; EFM (%) = $(ELM/EM) \times 100$; EFG (%) = $(ELG/EM) \times 100$ (Branco, 2011).

Para determinação de micotoxinas nos ingredientes das dietas experimentais (Tabela 4) utilizou-se a metodologia de extração, clarificação e derivação 100% automatizada e análise por cromatografia líquida de alta eficiência (HPLC) e cromatografia líquida acoplada à espectrometria de massa/massa para TRCs (LCMS/MS) no laboratório de análises micotoxicológicas da Universidade Federal de Santa Maria.

Tabela 4. Composição de micotoxinas dos ingredientes do concentrado das dietas experimentais

| Micotoxinas | Ingredientes | | |
|-------------|--------------|----------------|-------------------|
| | Milho Moído | Farelo de Soja | Torta de Amendoim |
| AF B1 | ND | ND | 14,45 |
| AF B2 | ND | ND | 2,64 |
| AF G1 | ND | ND | 3,40 |
| AF G2 | ND | ND | 1,69 |

*Resultados expressos em $\mu\text{g}/\text{Kg} = \text{ppb}$; ND = < limite de quantificação. AFB1 (aflatoxina B1), AFB2 (aflatoxina B2), AFG1 (aflatoxina G1), AFG2 (aflatoxina G2).

Para avaliação do pH e N-NH₃ ruminal foi realizada no 10º dia de cada período experimental coleta de amostras do conteúdo ruminal via cânula. Procederam-se coletas manual, na interface líquido:sólido do ambiente ruminal, em dez pontos diferentes.

Os horários de coleta obedeceram ao fornecimento da ração dos animais pela manhã com intervalo de duas horas entre cada coleta, sendo considerada a hora zero, correspondente a coleta que antecedeu a alimentação e 2, 4 e 6 horas após o fornecimento das dietas.

Após a filtração de 100 mL do líquido ruminal em dupla camada de gaze a leitura do pH foi imediatamente feita utilizando-se um potenciômetro digital (DIGIMED® DM20). Alíquotas de 50 mL de cada amostra de líquido ruminal foram acidificadas com a adição de 1 mL de ácido sulfúrico 1:1, condicionadas em frascos plásticos e congeladas a $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$, para posteriores determinações dos teores de N-NH_3 .

Após o degelo as amostras do líquido ruminal foram colocadas em tubos Vacutainer® de 1,5 mL e centrifugadas a 3.000 r.p.m., por 15 minutos.

Estimou-se a concentração de N-NH_3 utilizando alíquotas de 2,0 mL do sobrenadante do líquido ruminal por meio de sua destilação com 5,0 mL de hidróxido de potássio (KOH) 2N em aparelho tipo micro Kjeldahl, sendo o aparelho regulado para destilar o fluxo de 2,0 mL/min. Em que o destilado foi recebido em 10 mL de ácido bórico a 2% até um volume total de 50 mL, seguida pela titulação com ácido clorídrico 0,005 N, método padrão internacional (APHA, 1998).

Para determinação das variantes do perfil metabólico foi realizado no 11º dia de cada período coleta de amostras de sangue realizadas por punção da artéria coccígea com agulha 40/16. A primeira coleta foi realizada com os animais em jejum e as demais, a cada duas horas (2, 4 e 6 horas) a partir da alimentação, totalizando 4 amostras por animal.

As amostras foram armazenadas em tubos de ensaio contendo gel separador e ao final de cada coleta, procedeu-se a centrifugação a 2.500 rpm por 15 minutos para obtenção do soro sanguíneo que foram acondicionados em micro-tubos tipo “eppendorf” e congelados a $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$.

A análise plasmática de glicose foi determinada pelo método enzimático utilizando “kit” comercial Glicose PAP (ref:84) LABTEST®.

A análise de uréia no plasma sanguíneo foi determinada pelo método enzimático utilizando “Kit” comercial da marca LABORLAB®.

Os dados referentes ao consumo, digestibilidade das frações químico-bromatológicas e estimativas energéticas foram submetidos à análise de variância e regressão, que utilizou como fonte de variação o efeito das dietas utilizando o programa estatístico statistical analysis system (SAS Institute, 2003).

As variáveis pH, N-NH₃, uréia e glicose plasmática foram submetidas à análise de variância e regressão, utilizando-se como fonte de variação o efeito das dietas e o fator medidas repetidas no tempo, referentes aos horários de coleta das amostras avaliando a interação tempo × tratamento por meio da análise superfície resposta.

Resultados e Discussão

A substituição do farelo de soja por torta de amendoim não afetou ($P>0,05$) o consumo de matéria seca, matéria orgânica e fibra em detergente neutro (Tabela 5).

Tabela 5. Consumo diário de frações químico-bromatológicas expresso em quilograma por dia (CKg), em percentagem do peso corporal (CPC) e em grama por quilo de peso metabólico (CPM) por novilhos Holandês x Zebu submetidos a dietas com níveis de torta de amendoim no concentrado

| Ítem | Níveis de substituição do farelo de soja por torta de amendoim (%) | | | | | ¹ EPM | Valor P | |
|--|--|--------|--------|--------|--------|------------------|---------|------------|
| | 0 | 25 | 50 | 75 | 100 | | Linear | Quadrático |
| Matéria Seca | | | | | | | | |
| CKg | 13,95 | 13,75 | 13,42 | 13,04 | 13,06 | 0,7854 | 0,2976 | 0,8858 |
| CPC | 2,45 | 2,42 | 2,36 | 2,28 | 2,30 | 0,0745 | 0,0624 | 0,7754 |
| CPM | 119,58 | 118,05 | 115,05 | 111,61 | 112,17 | 4,2744 | 0,1091 | 0,8099 |
| Matéria Orgânica | | | | | | | | |
| CKg | 11,25 | 11,10 | 10,83 | 10,49 | 10,50 | 0,6418 | 0,2769 | 0,9193 |
| CPC | 1,97 | 1,95 | 1,90 | 1,84 | 1,85 | 0,0616 | 0,0591 | 0,8323 |
| CPM | 96,40 | 95,31 | 92,85 | 89,82 | 90,13 | 3,5256 | 0,1001 | 0,8630 |
| ² Proteína Bruta | | | | | | | | |
| CKg | 1,81 | 1,78 | 1,70 | 1,66 | 1,63 | 0,0958 | 0,1145 | 0,9185 |
| CPC | 0,32 | 0,31 | 0,30 | 0,29 | 0,29 | 0,0092 | 0,0084 | 1,0000 |
| CPM | 15,51 | 15,27 | 14,61 | 14,27 | 14,04 | 0,5052 | 0,0165 | 0,8608 |
| ³ Extrato Etéreo | | | | | | | | |
| CKg | 0,39 | 0,42 | 0,44 | 0,47 | 0,50 | 0,1244 | 0,0008 | 0,9476 |
| CPC | 0,07 | 0,07 | 0,08 | 0,08 | 0,09 | 0,0029 | 0,0001 | 0,8572 |
| CPM | 3,32 | 3,58 | 3,77 | 4,05 | 4,32 | 0,1354 | 0,0001 | 0,8582 |
| Fibra em Detergente Neutro | | | | | | | | |
| CKg | 7,52 | 7,41 | 7,33 | 7,09 | 7,18 | 0,4428 | 0,4580 | 0,8806 |
| CPC | 1,32 | 1,31 | 1,29 | 1,24 | 1,26 | 0,0454 | 0,1854 | 0,8010 |
| CPM | 64,49 | 63,66 | 62,75 | 60,75 | 61,64 | 2,5279 | 0,2672 | 0,7983 |
| ⁴ Carboidratos Não Fibrosos | | | | | | | | |
| CKg | 3,30 | 3,24 | 3,06 | 2,94 | 2,88 | 0,1877 | 0,0545 | 0,9339 |
| CPC | 0,58 | 0,57 | 0,54 | 0,52 | 0,51 | 0,0182 | 0,0026 | 0,8629 |
| CPM | 28,27 | 27,82 | 26,28 | 25,19 | 24,74 | 1,0364 | 0,0066 | 0,9101 |
| ⁵ Nutrientes Digestíveis Totais | | | | | | | | |
| CKg | 7,79 | 7,88 | 7,98 | 7,31 | 6,85 | 0,4435 | 0,0874 | 0,1248 |
| CPC | 1,37 | 1,38 | 1,40 | 1,28 | 1,20 | 0,0421 | 0,0072 | 0,0043 |
| CPM | 66,71 | 67,60 | 68,44 | 62,70 | 58,78 | 2,4045 | 0,0153 | 0,0123 |

¹EPM = erro padrão da média.; ²CPB, $\hat{Y} = 0,31720 - 0,00032000x$, $R^2 = 0,2653$; $\hat{Y} = 15,53320 - 0,01582x$, $R^2 = 0,2253$; ³CEE, $\hat{Y} = 0,38560 + 0,00116x$, $R^2 = 0,3960$; $\hat{Y} = 0,06800 + 0,00020000x$, $R^2 = 0,5682$; $\hat{Y} = 3,31440 + 0,00986x$, $R^2 = 0,6093$; ⁴CCNF, $\hat{Y} = 0,58000 - 0,00076800x$, $R^2 = 0,3319$; $\hat{Y} = 28,39720 - 0,03878x$, $R^2 = 0,2798$; ⁵CNDT, $\hat{Y} = 1,41160 - 0,00169x$, $R^2 = 0,2741$; $\hat{Y} = 68,99800 - 0,08302x$, $R^2 = 0,2299$; $\hat{Y} = 1,36503 + 0,00204x - 0,00003726x^2$, $R^2 = 0,3909$; $\hat{Y} = 66,68657 + 0,10189x - 0,00185x^2$, $R^2 = 0,3297$.

A análise de micotoxinas dos ingredientes do concentrado das dietas experimentais constatou aflatoxinas na torta de amendoim (Tabela 4). As dietas constituídas de níveis de torta de amendoim no concentrado contêm teor de aflatoxinas insignificante, pois o volumoso compôs 70% da dieta, então os níveis de aflatoxinas das dietas experimentais, não poderiam realmente afetar o consumo de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO) e fibra em detergente neutro (FDN).

O teor de FDN da torta de amendoim (Tabela 1) não influenciou o consumo de MS das dietas que correspondeu a valores de 2,45 e 2,30% do peso corporal, para as dietas, cujo concentrado foi composto de farelo de soja e torta de amendoim, respectivamente. O consumo de MS foi superior ao relatado por Correia et al. (2011), de 2,17 e 2,12% do peso corporal, para as dietas constituídas de farelo de soja e torta de amendoim no concentrado, respectivamente, das dietas em proporção 65:35 volumoso-concentrado, fator que se atribui ligeira diferença no consumo de MS.

O delineamento experimental em quadrado latino, devido às repetições entre os animais, tratamentos e períodos têm maior poder de detectar pequenas variações entre os tratamentos.

O consumo de proteína bruta em porcentagem do peso corporal (CPC) e em grama por quilo de peso metabólico (CPM) expressou efeito linear ($P < 0,05$) decrescente. Este resultado é atribuído a substituição do farelo de soja por torta de amendoim (Tabela 2), ingrediente com teor de PB ligeiramente inferior ao farelo de soja (Tabela 1). Entretanto, as dietas podem ser consideradas isonitrogenadas, pois o consumo de proteína bruta em quilograma por dia foi semelhante entre as dietas.

O consumo de extrato etéreo (EE) em quilograma por dia (CKg), em porcentagem do peso corporal (CPC) e em grama por quilo de peso metabólico (CPM) expressou efeito linear ($P < 0,05$) crescente conforme aumento dos níveis de torta de amendoim na dieta. Alimentos com elevado teor de lipídios podem ocasionar redução no consumo de MS. Segundo Van Soest (1994), o teor de EE na dieta dos ruminantes em até 7% é aceitável para o bom funcionamento do ecossistema ruminal, quando superior acarretam problemas relacionados ao decréscimo na degradação da fibra da dieta, pois os ácidos graxos insaturados possuem ação tóxica sobre os microrganismos ruminais gram-positivos, grupo no qual estão às bactérias fibrolíticas. A substituição do farelo de soja por torta de amendoim foi benéfica, pois não influenciou o consumo de MS das dietas e a utilização de lipídios em dietas pode ser benéfica, pois incrementa a densidade calórica da dieta, ocasionando maior consumo de energia (Palmquist, 1989).

O consumo de carboidratos não-fibrosos (CNF) expressou efeito linear ($P < 0,05$) decrescente em percentagem do peso corporal (CPC) e em grama por quilo de peso metabólico (CPM) com a elevação dos níveis de torta de amendoim no concentrado das dietas. Este fato é atribuído a substituição do farelo de soja por torta de amendoim, ingrediente com teor de CNF ligeiramente inferior ao farelo de soja (Tabela 1).

O consumo de nutrientes digestíveis totais (NDT) expressou efeito quadrático ($P < 0,05$) em percentagem do peso corporal (CPC) e em grama por quilo de peso metabólico (CPM) com a elevação dos níveis de torta de amendoim no concentrado das dietas. Este comportamento ocorre em virtude do consumo de EE apresentar efeito linear crescente, uma vez que esta fração é a mais energética dos componentes dos nutrientes digestíveis totais (NDT), observando-se consumo máximo de NDT de 1,39% do peso corporal no nível de 27,37% de substituição do farelo de soja por torta de amendoim no concentrado da dieta. Contudo, as dietas podem ser consideradas isoenergéticas, pois o consumo de nutrientes digestíveis totais em quilograma por dia foi semelhante entre as dietas.

O coeficiente de digestibilidade da MS e MO expressou efeito quadrático ($P < 0,05$), observando-se respectivamente máxima de 56,51% no nível de 37,28% e de 57,42% no nível de 38,13% de substituição do farelo de soja por torta de amendoim no concentrado da dieta.

O efeito quadrático da digestibilidade das frações bromatológicas MS e MO não pode ser atribuído a uma determinada fração química específica, pois os coeficientes de digestibilidade aparente das frações químicas PB, EE, FDN e CNF não foram influenciados ($P > 0,05$) pela substituição do farelo de soja por torta de amendoim no concentrado das dietas (Tabela 6).

Possivelmente isto ocorreu em razão deste nível de torta de amendoim no concentrado da dieta ter promovido um melhor sincronismo entre a liberação de nitrogênio amoniacal ($N-NH_3$) e fermentação dos carboidratos fibrosos elevando o coeficiente de digestibilidade das frações bromatológicas MS e MO. Isto, por sua vez, é capaz de maximizar a síntese de proteína microbiana e a produção de ácidos graxos voláteis.

Como existe relação positiva entre a digestibilidade das frações bromatológicas MS e MO e nível de nutriente ingerido, pressupõe-se que o nível de 37 e 38% de

substituição do farelo de soja por torta de amendoim no concentrado resultou em maior aporte de nutriente para o metabolismo energético-protéico dos ruminantes.

O efeito da torta de amendoim sobre a digestibilidade da MS e MO é relevante na nutrição de ruminantes, pois promove menor acúmulo de fibra no rúmen ao permitir maior rapidez na renovação do conteúdo ruminal, minimizando a limitação do consumo pelo efeito da repleção ruminal.

Tabela 6. Coeficiente de digestibilidade (CD) aparente total da matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro (FDN) e carboidratos não-fibrosos (CNF) de dietas contendo níveis de torta de amendoim em novilhos Holandês x Zebu

| CD (%) | Níveis de substituição do farelo de soja por torta de amendoim (%) | | | | | ¹ EPM | Valor P | |
|-----------------|--|-------|-------|-------|-------|------------------|---------|------------|
| | 0 | 25 | 50 | 75 | 100 | | Linear | Quadrático |
| ² MS | 54,62 | 55,30 | 57,51 | 53,56 | 50,48 | 0,4321 | 0,0028 | 0,0001 |
| ³ MO | 54,68 | 55,79 | 58,41 | 54,02 | 49,14 | 0,8289 | 0,0087 | 0,0001 |
| PB | 64,31 | 66,18 | 66,15 | 62,63 | 61,04 | 1,4402 | 0,0544 | 0,0762 |
| EE | 69,90 | 82,14 | 83,05 | 78,38 | 75,15 | 5,0953 | 0,6964 | 0,0693 |
| FDN | 51,31 | 53,86 | 54,57 | 51,35 | 49,91 | 1,4426 | 0,3376 | 0,0615 |
| CNF | 64,90 | 59,21 | 66,56 | 61,49 | 49,41 | 4,3634 | 0,0667 | 0,1576 |

¹EPM = erro padrão da média.; ²CDMS, $\hat{Y} = 56,29680 - 0,04004x$, $R^2 = 0,3279$; $\hat{Y} = 54,34223 + 0,11633x - 0,00156x^2$, $R^2 = 0,7655$; ³CDMO, $\hat{Y} = 56,98000 - 0,05142x$, $R^2 = 0,2634$; $\hat{Y} = 54,26857 + 0,16549x - 0,00217x^2$, $R^2 = 0,6734$.

As dietas não expressaram efeito significativo sobre a digestibilidade da PB, o que significa que a disponibilidade de PB da torta de amendoim é semelhante à do farelo de soja.

A substituição do farelo de soja por torta de amendoim no concentrado elevou o consumo de extrato etéreo (Tabela 5), entretanto, o coeficiente de digestibilidade do EE não foi afetado. O teor de extrato etéreo da dieta pode afetar a digestão da MS pela intoxicação dos microrganismos ruminais (Van Soest, 1994), portanto a elevação no consumo de EE não afetou a digestibilidade da MS, uma vez que a digestibilidade do EE não foi afetada com os níveis de torta de amendoim no concentrado das dietas.

Por ser indigestível e agir na redução da fração fibrosa potencialmente digestível da parede celular (Traxler et al. 1998), a lignina é aceita como a entidade primária responsável pela limitação da digestão das forragens (Smith et al. 1972; Van Soest, 1994). O teor de lignina da torta de amendoim (Tabela 1) elevou ligeiramente o teor de lignina das dietas (Tabela 3), entretanto o coeficiente de digestibilidade da FDN não foi

afetado. Os ruminantes são animais digestores de fibra e o processo de fermentação pré-gástrica é o resultado da atividade física e microbiológica. A principal fonte de energia utilizada pelos microrganismos são as frações nutricionais presentes na parede celular de vegetais. O que significa que a substituição do farelo de soja por torta de amendoim não afeta o fornecimento de energia à microbiota ruminal.

O pH do líquido ruminal (Tabela 7) expressou efeito linear decrescente ($P < 0,05$) com a elevação dos níveis de torta de amendoim no concentrado das dietas. Entretanto, os valores de pH ruminal observados não promoveram efeito sobre a digestibilidade da fibra (Tabela 6).

Grant & Mertens (1992) mencionaram que a faixa ideal de pH deve ser próxima de 6,2 para otimizar a digestão da fibra. As médias de pH mantiveram-se próximas de 6,4, o que proporcionou condições semelhantes as bactérias celulolíticas no rúmen para promover a digestão da fibra e operar atividade proteolítica para a síntese de proteína microbiana.

Tabela 7. pH ruminal de novilhos Holandês x Zebu alimentados com dietas constituídas de níveis de torta de amendoim no concentrado nos respectivos tempos de coleta 0, 2, 4 e 6 horas (H) após a alimentação

| Horas | Níveis de substituição do farelo de soja por torta de amendoim (%) | | | | | ¹ EPM | Valor P | |
|-------|---|------|------|------|------|------------------|---------|------------|
| | 0 | 25 | 50 | 75 | 100 | | Linear | Quadrático |
| 0 | 6,61 | 6,49 | 6,45 | 6,60 | 6,33 | 0,0719 | 0,1037 | 0,2579 |
| 2 | 6,43 | 6,39 | 6,35 | 6,43 | 6,18 | 0,0726 | 0,0636 | 0,1116 |
| 4 | 6,38 | 6,40 | 6,40 | 6,44 | 6,35 | 0,0846 | 0,9154 | 0,8623 |
| 6 | 6,55 | 6,48 | 6,44 | 6,49 | 6,29 | 0,0749 | 0,0059 | 0,0076 |

¹EPM = erro padrão da média.; valores em mg/dl; tratamentos: 0, 25, 50, 75, 100 níveis de substituição do farelo de soja por torta de amendoim, $\hat{Y} = 6,49770 - 0,00145x$, $R^2 = 0,0749$; tempos: 0, 2, 4, 6 horas, $\hat{Y} = 6,48940 - 0,07980x + 0,01250x^2$, $R^2 = 0,0741$.

O menor valor de pH para as dietas constituídas de níveis de torta de amendoim pode ser atribuído à maior taxa de hidrólise do amido e das frações fibrosas da torta de amendoim.

A substituição do farelo de soja por torta de amendoim na fração concentrada elevou o teor de hemicelulose das dietas (Tabela 2). A hemicelulose por ser constituída de cadeias ramificadas é mais rapidamente degradada que a celulose pelos microrganismos no rúmen. A celulose é mais difícil de ser degradada pelos microrganismos por ser constituída de cadeias lineares de moléculas de glicose unidas

por ligações β . A cada radical de glicose as ligações β exercem alta força de tensão, pois a hidroxila está numa posição plana (equatorial) o que dificulta a atuação das enzimas. A torta de amendoim é constituída de teor de celulose inferior ao farelo de soja (Tabela 1) o que reduziu ligeiramente o teor de celulose das dietas (Tabela 2). Desta forma as frações fibrosas da torta de amendoim ao sofrerem ação enzimática pelos microrganismos ruminantes produzem maior concentração de ácidos graxos voláteis durante a fermentação ruminal.

Correia et al. (2011) em trabalho com as tortas de oleaginosas oriundas da produção de biodiesel em substituição ao farelo de soja na dieta de novilhos Holandês x Zebu, também obteve pH ruminal de novilhos ligeiramente superior quando alimentados com farelo de soja no concentrado, desta forma este ingrediente protéico têm maior poder tamponante, pois contribui para uma maior resistência ao declínio do pH ruminal nos intervalos de tempo entre refeições.

O pH do líquido ruminal expressou efeito quadrático ($P < 0,05$) em função dos tempos de coleta após a alimentação, observando-se pH mínimo de 6,36 no tempo de 3,2 horas após a alimentação, ocorrendo elevação 4 horas após o início da ingestão. O que pode ser atribuído à dieta ser composta por uma proporção 70:30% volumoso e concentrado, respectivamente. Desta forma os CNF, fração química altamente fermentável sofre maior fermentação microbiana entre 2 e 4 horas após o início da alimentação, o que promoveu intensa produção de ácidos graxos voláteis (AGV's) acentuando a queda do pH no líquido ruminal. E a partir das 4 horas prevaleceu à fermentação da FDN, fração química lentamente fermentável, produzindo menos AGV's o que permitiu a elevação do pH.

A redução no pH do líquido ruminal com a elevação dos níveis de torta de amendoim das dietas não reduziu a atividade proteolítica e a capacidade das bactérias de desaminar os aminoácidos, uma vez que não houve efeito ($P > 0,05$) sobre a concentração nitrogênio amoniacal (N-NH₃) no líquido ruminal (Tabela 8).

A concentração média de N-NH₃ ruminal foi de 19,03 mg/dL, valor que está situado entre 15 e 20 mg/dL recomendado por Leng & Nolan (1984) para máximo crescimento microbiano. Portanto, os níveis de torta de amendoim no concentrado das dietas disponibilizaram N-NH₃ em quantidade suficiente para otimizar a síntese de proteína microbiana.

As concentrações de N-NH₃ do líquido ruminal expressou efeito quadrático ($P < 0,05$) em função do tempo pós-alimentação observando-se máxima de 24,86 mg/dL

no tempo de 3,4 horas após a alimentação. O que é atribuído a intensidade da atividade proteolítica das bactérias ruminais sobre os alimentos e a solubilização do nitrogênio não-protéico neste horário.

Tabela 8. Concentração de nitrogênio amoniacal (mg/dL), no líquido ruminal de novilhos Holandês x Zebu submetidos a dietas contendo níveis de torta de amendoim nos respectivos tempos de coleta 0, 2, 4 e 6 horas (H) após a alimentação

| Horas | Níveis de substituição do farelo de soja por torta de amendoim (%) | | | | | ¹ EPM | Valor P | |
|-------|--|-------|-------|-------|-------|------------------|---------|------------|
| | 0 | 25 | 50 | 75 | 100 | | Linear | Quadrático |
| 0 | 11,85 | 11,64 | 11,30 | 10,71 | 14,00 | 1,3670 | 0,4500 | 0,3242 |
| 2 | 24,13 | 26,40 | 22,93 | 28,15 | 25,35 | 2,1486 | 0,5625 | 0,8370 |
| 4 | 18,89 | 20,02 | 19,16 | 20,04 | 21,63 | 1,9191 | 0,3692 | 0,6304 |
| 6 | 18,18 | 17,91 | 18,86 | 18,60 | 20,84 | 2,1569 | 0,3752 | 0,0001 |

¹EPM = erro padrão da média.; valores em mg/dL; tempos: 0, 2, 4, 6 horas, $\hat{Y} = 13,06328 + 6,23754x - 0,91045x^2$, $R^2 = 0,3987$.

As dietas constituídas de níveis de torta de amendoim no concentrado mantiveram níveis elevados de N-NH₃ às 6 horas após o início da alimentação. O N-NH₃ é a principal fonte de nitrogênio para as bactérias que degradam carboidratos estruturais (Pereira et al. 2010). Portanto, a substituição do farelo de soja por torta de amendoim manteve subsídio a microbiota ruminal para a digestão da FDN (Tabela 6), uma vez que segundo Van Soest (1994) a concentração de N-NH₃ quando abaixo de 13 mg/dL no rúmen afeta a disponibilidade de nitrogênio para os microrganismos ruminais.

A amônia no rúmen é responsável por mais de 60% da uréia plasmática de bovinos (Huntington & Archibeque, 2000). A substituição do farelo de soja por torta de amendoim no concentrado da dieta não afetou ($P > 0,05$) as concentrações séricas de uréia plasmática, desta forma a semelhança na produção ruminal de N-NH₃ no líquido ruminal (Tabela 8) proporcionou teores de uréia plasmática equivalentes (Tabela 9).

Segundo Montemayor et al. (2009) dietas com excesso de proteína degradável no rúmen e um menor sincronismo entre a degradação da proteína e de carboidratos promovem aumento da concentração de uréia no sangue. Portanto como a substituição do farelo de soja por torta de amendoim no concentrado da dieta não afetou as concentrações séricas de uréia plasmática, o teor de proteína degradável no rúmen e o sincronismo entre a degradação da proteína e de carboidratos das dietas foram semelhantes.

Tabela 9. Concentração de uréia plasmática (mg/dL) de novilhos Holandês x Zebu submetidos a dietas com níveis de torta de amendoim nos respectivos tempos de coleta 0, 2, 4 e 6 horas (H) após a alimentação

| Horas | Níveis de substituição do farelo de soja por torta de amendoim (%) | | | | | ¹ EPM | Valor P | |
|-------|---|-------|-------|-------|-------|------------------|---------|------------|
| | 0 | 25 | 50 | 75 | 100 | | Linear | Quadrático |
| 0 | 27,60 | 26,00 | 25,20 | 24,60 | 24,20 | 2,3695 | 0,3003 | 0,5695 |
| 2 | 26,80 | 24,40 | 23,40 | 28,20 | 22,20 | 2,5964 | 0,5287 | 0,8159 |
| 4 | 24,40 | 26,60 | 25,00 | 26,20 | 22,60 | 2,3237 | 0,6087 | 0,5583 |
| 6 | 25,60 | 21,80 | 24,60 | 26,60 | 23,60 | 2,2616 | 0,9167 | 0,9909 |

¹EPM = erro padrão da média.

Não houve efeito ($P>0,05$) das concentrações séricas de uréia em função dos horários de coleta. Em todos horários respectivos aos tempos de coleta após a alimentação, observa-se que as concentrações de uréia plasmática estavam no limite a partir do qual estaria ocorrendo perda de nitrogênio dietético em ruminantes, que segundo Oliveira et al. (2001) está acima de 24 a 25 mg/dL de uréia plasmática.

Os níveis de substituição do farelo de soja por torta de amendoim no concentrado da dieta não influenciou ($P>0,05$) as concentrações de glicose no plasma sanguíneo (Tabela 10).

Tabela 10. Concentração de glicose plasmática (mg/dL) de novilhos Holandês x Zebu submetidos a dietas com níveis de torta de amendoim nos respectivos tempos de coleta 0, 2, 4 e 6 horas (H) após a alimentação

| Horas | Níveis de substituição do farelo de soja por torta de amendoim (%) | | | | | ¹ EPM | Valor P | |
|-------|---|-------|-------|-------|-------|------------------|---------|------------|
| | 0 | 25 | 50 | 75 | 100 | | Linear | Quadrático |
| 0 | 69,60 | 72,20 | 71,00 | 68,40 | 71,60 | 1,9016 | 0,9745 | 0,9991 |
| 2 | 67,60 | 68,00 | 67,60 | 67,20 | 67,60 | 1,9541 | 0,8979 | 0,9920 |
| 4 | 69,20 | 70,00 | 69,60 | 70,40 | 70,60 | 1,8263 | 0,5821 | 0,8624 |
| 6 | 74,00 | 68,80 | 70,40 | 68,40 | 71,80 | 1,8814 | 0,4791 | 0,1713 |

¹EPM = erro padrão da média.

A glicose representa uma importante via metabólica da energia, por ser a molécula alimentar mais utilizada como fonte de energia metabólica nos tecidos dos mamíferos, no entanto, a glicose é pouco sensível às variações do aporte de energia na dieta, uma vez que sua concentração sanguínea nos bovinos é regulada por um eficiente mecanismo hormonal destinado a manter constante as concentrações de glicose (Wittwer et al. 1987). Desta forma, subtende-se que o controle homeostático hormonal

realizado pelo organismo se sobrepõe às alterações que a torta de amendoim possa levar a dieta a causar efeito sobre este parâmetro.

O processo contínuo de glicólise fez com que os níveis de glicose nos bovinos se mantivessem semelhantes ($P>0,05$) em todos os horários de coleta após a alimentação dos novilhos.

Os alimentos utilizados nas dietas de ruminantes são caracterizados quanto à concentração de energia (Tabela 11). Às estimativas acuradas da digestibilidade dos nutrientes obtidas através de experimentos de digestão permite a obtenção de estimativas energéticas mais precisas dos alimentos a partir da obtenção das frações verdadeiramente digestíveis.

Tabela 11. Nutrientes digestíveis totais (NDT, %MS), energia metabolizável (EM, Mcal/kg), energia líquida para manutenção (ELM, Mcal/kg), energia líquida para ganho (ELG, Mcal/kg), eficiência de manutenção (EFM, %) e eficiência de ganho (EFG, %) obtida pelo ensaio de digestibilidade de dietas constituídas de níveis de torta de amendoim no concentrado

| Ítem | Níveis de substituição do farelo de soja por torta de amendoim (%) | | | | | ¹ EPM | Valor P | |
|------------------|--|-------|-------|-------|-------|------------------|---------|------------|
| | 0 | 25 | 50 | 75 | 100 | | Linear | Quadrático |
| ² NDT | 55,22 | 56,62 | 58,98 | 55,57 | 52,02 | 0,7704 | 0,0592 | 0,0001 |
| ³ EM | 1,20 | 2,05 | 2,13 | 2,01 | 1,88 | 0,0280 | 0,0569 | 0,0001 |
| ⁴ ELM | 1,15 | 1,20 | 1,28 | 1,16 | 1,04 | 0,0258 | 0,0535 | 0,0001 |
| ⁵ ELG | 0,59 | 0,63 | 0,71 | 0,60 | 0,49 | 0,0242 | 0,0559 | 0,0001 |
| ⁶ EFM | 57,56 | 58,44 | 59,83 | 57,78 | 55,16 | 0,5230 | 0,0417 | 0,0001 |
| ⁷ EFG | 29,52 | 30,90 | 33,08 | 29,87 | 25,78 | 0,8156 | 0,0420 | 0,0001 |

¹EPM = erro padrão da média.; ²NDT, $\hat{Y} = 54,93600 + 0,14921x - 0,00179x^2$, $R^2 = 0,6073$; ³EM, $\hat{Y} = 1,98823 + 0,00536x - 0,00006446x^2$, $R^2 = 0,6057$; ⁴ELM, $\hat{Y} = 1,14023 + 0,00509x - 0,00006126x^2$, $R^2 = 0,6160$; ⁵ELG, $\hat{Y} = 0,58103 + 0,00469x - 0,00005646x^2$, $R^2 = 0,6110$; ⁶EFM, $\hat{Y} = 58,85040 - 0,02190x$, $R^2 = 0,1683$; $\hat{Y} = 57,35640 + 0,09762x - 0,00120x^2$, $R^2 = 0,6071$; ⁷EFG, $\hat{Y} = 31,53640 - 0,03409x$, $R^2 = 0,1678$; $\hat{Y} = 29,20411 + 0,15249x - 0,00187x^2$, $R^2 = 0,6078$.

Os nutrientes digestíveis totais (NDT) obtidos das frações verdadeiramente digestíveis expressaram efeito quadrático ($P<0,05$), observando-se máxima de 58,04% no nível de 41,68% de substituição do farelo de soja por torta de amendoim no concentrado da dieta. O efeito quadrático ocorre em virtude da torta de amendoim elevar o teor de EE das dietas (Tabela 3) que constitui a fração mais energética do NDT. Níveis de substituição, acima de 50%, ocorre redução na disponibilidade de energia, pois à torta de amendoim, reduz ligeiramente o teor de CNF das dietas, carboidratos

altamente fermentecíveis e eleva ligeiramente a concentração de lignina das dietas (Tabela 3), fração da FDN indigestível (Van Soest, 1994).

A avaliação energética dos alimentos se baseia no NDT, sendo a EM e EL estimada a partir do NDT, sugerindo que o NDT é o componente primário a ser utilizado na formulação de rações.

A energia metabolizável expressou efeito quadrático ($P<0,05$), observando-se máxima de 2,10 Mcal/kg no nível de 41,58% de substituição do farelo de soja por torta de amendoim no concentrado da dieta.

O efeito quadrático da energia metabolizável das dietas comprova que o valor energético da torta de amendoim consiste uma estratégia nutricional para formulação de rações para ruminantes. Devido ao incremento da densidade calórica da dieta, em razão de seu elevado valor energético (Palmquist, 1989).

Além do valor nutricional dos alimentos, é importante o conhecimento da capacidade de utilização dos nutrientes das dietas pelo animal, o que pode ser obtido com estudos da energia líquida para manutenção e energia líquida para ganho.

A energia líquida de manutenção e de ganho expressou efeito quadrático ($P<0,05$), observando-se respectivamente máxima de 1,24 Mcal/kg no nível de 41,54% e de 0,68 Mcal/kg no nível de 41,53% de substituição do farelo de soja por torta de amendoim no concentrado das dietas.

O que corrobora a ação do elevado teor de EE da torta de amendoim e a redução na disponibilidade de energia aos animais a partir do nível de substituição superior a 41,5%, pois à torta de amendoim contém teor de CNF, carboidratos altamente fermentecíveis, inferior ao farelo de soja e de lignina, fração da FDN indigestível (Van Soest, 1994) superior ao farelo de soja (Tabela 1).

A eficiência com que os animais utilizam a energia metabolizável da dieta para as diferentes funções de manutenção e ganho de peso é variável, desta forma o estudo da eficiência de utilização da energia líquida para manutenção e ganho possibilita a visualização da eficácia do efeito da substituição do farelo de soja por torta de amendoim no animal. Uma vez que o efeito associativo entre alimentos e a elevação de um determinado ingrediente na dieta pode produzir mudanças no metabolismo.

As eficiências de manutenção e de ganho expressaram efeito quadrático ($P<0,05$), observando-se respectivamente máxima de 59,34% no nível de 40,67% e de 32,31% no nível de 40,77% de substituição do farelo de soja por torta de amendoim no concentrado da dieta.

A Figura 1 ilustra a dispersão dos pontos para a relação ideal ($Y=X$) entre os valores de NDT estimado pelas equações do NRC (2001) e de Detmann et al. (2006a, 2006b, 2006c, 2007) com os observados no ensaio de digestibilidade.

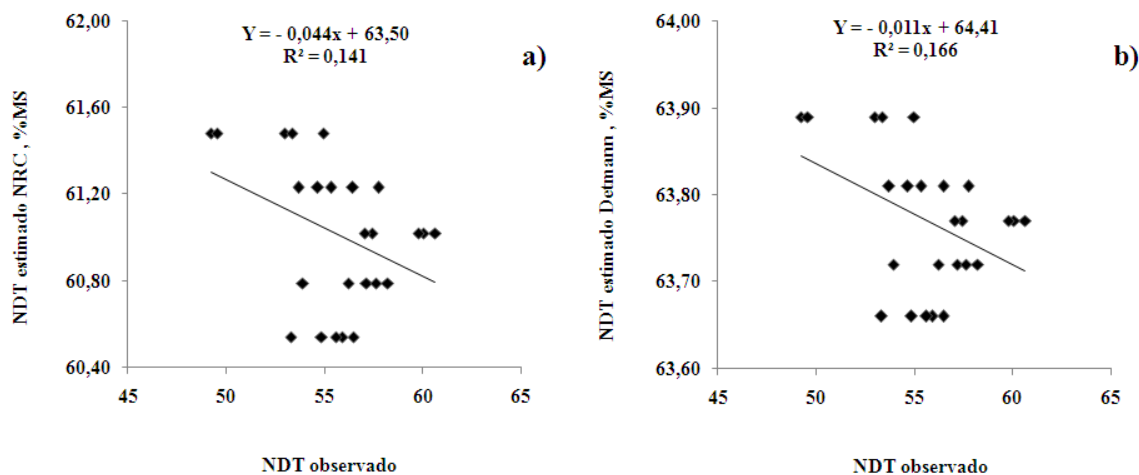


Figura 1. Relação entre os valores de NDT estimado pelas equações do NRC (2001) e de Detmann et al. (2006a, 2006b, 2006c, 2007) com os observados, para as dietas com níveis 0, 25, 50, 75 e 100% de substituição do farelo de soja por torta de amendoim no concentrado das dietas

Às estimativas dos coeficientes (b_1) das equações de regressão entre os valores de NDT observados e estimados pelas equações do NRC (2001) e de Detmann et al. (2006a, 2006b, 2006c, 2007), constatou-se estimativa de 0,6073 e coeficientes de determinação (r^2) das equações de regressão obtidas a partir das comparações dos valores de NDT observados com o estimado pelas equações do NRC (2001) de 0,141 e de Detmann et al. (2006a, 2006b, 2006c, 2007) de 0,166 (regressão: $Y_i = b_1 x_i + e_i$).

O coeficiente de inclinação da reta não diferiu estatisticamente de 1 para as variáveis analisadas, denotando que os valores de NDT observados foram similares aos estimados pelas equações do NRC (2001) e de Detmann et al. (2006a, 2006b, 2006c, 2007), comprovando que as equações propostas foram eficientes para estimar o valor energético das dietas com torta de amendoim no concentrado.

Conclusões

O nível de 35% a 45% de substituição do farelo de soja por torta de amendoim no concentrado das dietas foi o que proporcionou melhor valor alimentício e metabólico para nutrição de novilhos.

Referências

- ABDALLA, A.L.; SILVA FILHO, J.C.; GODOI, A.R. et al. Utilização de subprodutos da indústria de biodiesel na alimentação de ruminantes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, suplemento especial, p.258-260, 2008.
- AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION - APHA. **Standard methods for the Examination of Water and Wastewater**. 20.ed. Washington:APHA, 1998.
- BORJA, M.S.; OLIVEIRA, R.L.; RIBEIRO, C.V.D.M. et al. Effects of Feeding Licury (Syagrus coronate) Cake to Growing Goats. **Asian Australasian Journal Animal Societies**, v.23, n.11, p.1436-1444, 2010.
- BRANCO, A.F. **Nutrição e formulação de rações para bovinos de corte com microcomputador**. Florianópolis: Instituto de estudos pecuários, 2011. p.32-52.
- CASALI, A.O.; DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S.C. et al. Influência do tempo de incubação e do tamanho de partículas sobre os teores de compostos indigestíveis em alimentos e fezes bovinas obtidos por procedimentos in situ. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.2, p.335-342, 2008.
- CORREIA, B.R.; OLIVEIRA, R.L.; JAEGER, S.M.P.L. et al. Consumo, digestibilidade e pH ruminal de novilhos submetidos a dietas com tortas oriundas da produção do biodiesel em substituição ao farelo de soja. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.63, n.2, p.356-363, 2011.
- DETMANN, E.; ZERVOUDAKIS, J.T.; CABRAL, L.S. et al. Validação de Equações Preditivas da Fração Indigestível da Fibra em Detergente Neutro em Gramíneas Tropicais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.6, p.1866-1875, 2004.
- DETMANN, E.; PINA, D.S.; VALADARES FILHO, S.C. et al. Estimação da fração digestível da proteína bruta em dietas para bovinos em condições brasileiras. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.5, p.2101-2109, 2006a.
- DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S.C.; PINA, D.S. et al. Estimação da digestibilidade do extrato etéreo em ruminantes a partir dos teores dietéticos: desenvolvimento de um modelo para condições brasileiras. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.4, p.1469-1478, 2006b.
- DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S.C.; HENRIQUES, L.T. et al. Estimação da digestibilidade dos carboidratos não-fibrosos em bovinos utilizando-se o conceito de entidade nutricional em condições brasileiras. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.4, p.1479-1486, 2006c.
- DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S.C.; HENRIQUES, L.T. et al. Reparametrização do modelo baseado na lei de superfície para predição da fração digestível da fibra em detergente neutro em condições brasileiras. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.1, p.155-164, 2007.
- GOLFARI, L.; CASER, R.L.; MOURA, V.P.G. **Zoneamento ecologico esquematico para reflorestamento no Brasil**. 2.ed. Belo Horizonte: Centro de Pesquisa Florestal da Regiao do Cerrado, 1978. 66p.
- GRANT, R.J.; MERTENS, D.R. Influence of butter pH and raw corn starch addition on in vitro fiber digestion kinetics. **Journal of Dairy Science**, v.75, n.10, p.2762-2768, 1992.
- HUNTINGTON, G.B.; ARCHIBEQUE, S.L. Practical aspects of urea and ammonia metabolism in ruminants. **Journal of Animal Science**, v.77, p.1-11, 2000.
- LENG, R.A.; NOLAN, V. Nitrogen metabolism in the rumen. **Journal of Animal Science**, v.67, p.1072-1075, 1984.
- LOUVANDINI, H.; NUNES, G.A.; GARCIA, J.A.S. Desempenho, características de carcaça e constituintes corporais de ovinos Santa Inês alimentados com farelo de

- girassol em substituição ao farelo de soja na dieta. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.3, p.603-609, 2007.
- MONTEMAYOR, H.A.; GASCA, T.G.; KAWAS, J. Ruminal fermentation modification of protein and carbohydrate by means of roasted and estimation of microbial protein synthesis. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, p.277-291, 2009.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Nutrient requirements of dairy cattle**. 7.ed. Washington: National Academic of Sciences, 2001. 381p.
- OLIVEIRA, A.S.; VALADARES, R.F.D.; VALADARES FILHO, S.C. Produção de proteína microbiana e estimativas das excreções de derivados de purinas e de uréia em vacas lactantes alimentadas com rações isoprotéicas contendo diferentes níveis de compostos nitrogenados não-protéicos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.5, p.1621-1629, 2001.
- PALMQUIST, D.L. Suplementação de lipídeos para vacas em lactação. In: SIMPÓSIO SOBRE PRODUÇÃO ANIMAL, 1989, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz, 1989. p.11-26.
- PEREIRA, J.R.A.; ROSSI JÚNIOR, P. **Manual de avaliação nutricional de alimentos**. Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz, 1994. 34p.
- PEREIRA, E.S.; REGADAS FILHO, J.G.L.; ARRUDA, A.M.V. et al. Equações do NRC (2001) para predição do valor energético de co-produtos da agroindústria no nordeste brasileiro. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**. v.9, n.2, p. 258-269, 2008.
- PEREIRA, E.S.; PIMENTEL, P.G.; DUARTE, L.S. et al. Digestão intestinal da proteína de forrageiras e coprodutos da agroindústria produzidos no Nordeste brasileiro por intermédio da técnica de três estágios. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.11, n.2, p.403-413, 2010.
- SAS INSTITUTE. **SAS system for Windows. Version 8.0**. Cary: SAS Institute Inc. 2003.
- SEI-BA. **Informações geoambientais**. 2009. Disponível em: <<http://www.sei.ba.gov.br>>. Acesso em: 17 fev. 2011.
- SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. Viçosa, MG: UFV Imprensa Universitária, 2002. 235p.
- SMITH, L.W.; GOERING, H.K.; GORDON, C.H. Relationships of forage compositions with rates of cell wall digestion and indigestibility of cell walls. **Journal of Dairy Science**, v.55, n.8, p.1140-1147, 1972.
- SNIFFEN, C.J.; O'CONNOR, J.D.; VAN SOEST, P.J. et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, v.70, n.11, p.3562-3577, 1992.
- TRAXLER, M.J.; FOX, D.G.; VAN SOEST, P.J. et al. Predicting forage indigestible NDF from lignin concentration. **Journal of Animal Science**, v.76, n.5, p.1469-1480, 1998.
- VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2.ed. Ithaca: Cornell University Press, 1994. 476p.
- WITWER, F.; BÖHMWALD, H.; CONTRERAS, P.A. et al. Análisis de los resultados de perfiles metabólicos obtenidos de rebaños lecheros em Chile. **Archivo de Medicina Veterinaria**, v.19, n.2, p.35-45, 1987.

CAPÍTULO 2

**COMPORTAMENTO INGESTIVO E RESPOSTAS FISIOLÓGICAS DE
NOVILHOS HOLANDÊS X ZEBU SUBMETIDOS A DIETAS COM TORTA DE
AMENDOIM (*Arachis hypogaea*)**

Comportamento ingestivo e respostas fisiológicas de novilhos Holandês x Zebu submetidos a dietas com torta de amendoim (*Arachis hypogaea*)

Autor: Paulo Andrade de Oliveira

Orientador: Prof. Dr. Ronaldo Lopes Oliveira

RESUMO: Objetivou-se avaliar o efeito da substituição do farelo de soja por torta de amendoim no concentrado da dieta de novilhos, por meio do estudo do comportamento ingestivo e respostas fisiológicas. Foram utilizados cinco novilhos, dispostos em um quadrado latino 5 x 5. As dietas foram compostas de feno de capim tifton, milho moído, farelo de soja e torta de amendoim, constituídas de zero (100% de farelo de soja), 25, 50, 75 e 100% de substituição do farelo de soja por torta de amendoim no concentrado. As atividades comportamentais foram registradas a intervalos de cinco minutos, durante 24 horas para obtenção do tempo e número de períodos de ingestão, ruminação e ócio. Foram aferidas a frequência respiratória, cardíaca e temperatura retal. Os dados referentes aos tratamentos foram submetidos à análise de variância e regressão. Os níveis de torta de amendoim não afetaram o consumo e as eficiências de ingestão e ruminação da matéria seca, matéria orgânica e fibra em detergente neutro. Os consumos das frações químico-bromatológicas por bolo, o tempo de mastigação merícicas, o número de mastigações merícicas, o tempo de mastigação total e o número de bolos ruminados por dia não foram influenciados. Em relação às atividades comportamentais, apenas o número de períodos de ócio na manhã expressou efeito linear crescente. A substituição do farelo de soja por torta de amendoim não afetou a frequência respiratória, a frequência cardíaca e temperatura retal. A utilização das frações químico-bromatológicas das dietas por novilhos expressaram mesmo efeito em sua fisiologia e comportamento ingestivo, pode-se substituir totalmente o farelo de soja por torta de amendoim no concentrado das dietas de novilhos.

Palavras-chave: atividades comportamentais, co-produto, fisiologia, nutrição de ruminantes

**Ingestive behavior and physiological responses of Holstein x Zebu steers submit
the diets with peanut cake (*Arachis hypogaea*)**

Author: Paulo Andrade de Oliveira

Advisor: Prof. Dr. Ronaldo Lopes Oliveira

ABSTRACT: Aimed to evaluate the effect of replacing soybean meal by peanut cake in the concentrate diet of steers, by intermediate the study of ingestive behavior and physiological responses. There were five steers, arranged in a 5 x 5 latin square. The diets were composed of tifton hay grass, ground corn, soybean meal and peanut cake, consisting of zero (100% soybean meal), 25, 50, 75 and 100% replacement of soybean meal by peanut cake in concentrate. The behavioral activities were registered at intervals of five minutes, for 24 hours to obtain the time and number of periods of eating, ruminating and idleness. We measured the respiratory rate, heart rate and rectal temperature. The data regarding treatment were subjected to analysis of variance and regression. The levels of peanut cake did not affect intake and the efficiencies of feeding and rumination of dry matter, organic matter and neutral detergent fiber. The intake fraction chemical-grammatology by cake, the chewing time ruminating, chewing number ruminating, total chewing time and number of ruminated cake per day were not affected. In relation to behavioral activities, only the number of periods of idleness in the morning effect expressed increased linearly. The replacement of soybean meal by peanut cake did not affect the respiratory rate, heart rate and rectal temperature. The use of fraction chemical-grammatology of diets by steers expressed the same effect on your physiology and ingestive behavior, we can totality replace soybean meal for peanut cake in concentrate diets for steers.

Key-words: behavioral activities, co-product, physiology, ruminant nutrition

Introdução

Alimentos alternativos estão sendo testados para substituir aquele considerado como padrão das misturas concentradas da dieta de ruminantes. As tortas de oleaginosas oriunda da extração de óleo para a produção do biodiesel constituem importante alternativa de substituição dos componentes protéicos do concentrado, geralmente formulado à base de farelo de soja, que corresponde à fração de maior custo do concentrado (Correia et al. 2011). A disponibilidade regional das tortas de oleaginosas viabiliza a aquisição dos co-produtos de forma a minimizar o custo de alimentação.

O governo federal, por meio do Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel, autorizou a adição de 3% do Biodiesel ao óleo diesel sendo que a partir de 2013, a adição de biodiesel ao óleo diesel deverá ser de 5% segundo a Lei N°11.097 de 2003. Com a elevação da produção de biodiesel para atender a demanda do mercado, a oferta da torta aumentará o que proporcionará maior disponibilidade aos pecuaristas.

Vários trabalhos de investigação da qualidade nutricional das tortas e farelos, oriunda da produção do biodiesel, têm mostrado potencial de utilização na alimentação dos ruminantes. Correia et al. (2011) avaliou as tortas de amendoim, girassol e dendê na alimentação de bovinos, Borja et al. (2010) testou a torta de licuri na alimentação de caprinos, Louvandini et al. (2007) utilizou o farelo de girassol na dieta de ovinos.

A torta de amendoim, o foco de estudo da pesquisa é obtida durante o processo de prensagem das sementes para a extração do óleo. Segundo Abdalla et al. (2008) o teor protéico da torta de amendoim pode variar de 41 a 45%, o teor de lipídios é de 8 a 9%. A extração de óleo a seco (sem solvente) faz com que o teor de lipídios da torta de amendoim seja superior ao farelo de soja de 3 a 4% na constituição da matéria seca (Abdalla et al. 2008), pois é proveniente de um processo de extração do óleo com uso de solventes químicos.

Para entendimento completo do efeito da substituição de um determinado ingrediente na dieta é necessário estudar individualmente os componentes que abrangem o comportamento animal.

O estudo do comportamento ingestivo tem recebido atenção de pesquisadores da área de nutrição animal (Silva et al. 2006; Carvalho et al. 2008; Marques et al. 2008), visto que as modificações comportamentais estão associadas a dieta, pois os alimentos possuem características físicas e químicas intrínsecas.

As atividades comportamentais indicam a aceitabilidade dos alimentos fornecidos na dieta. Segundo Santos et al. (2006), a seleção da dieta é determinante, pois influencia a condição nutricional do animal.

As mastigações meréricas são medidas utilizadas para avaliação das características físicas dos ingredientes que compõem a dieta, pois estão relacionadas à redução do tamanho das partículas (Mendes Neto et al. 2007) e das características químicas da dieta, uma vez que o teor da parede celular dos alimentos determina o tempo despendido à atividade de ruminação (Van Soest, 1994).

As respostas fisiológicas dos animais podem caracterizar o efeito de um determinado ingrediente da dieta sobre o calor endógeno. A temperatura retal, a frequência respiratória e a frequência cardíaca dos animais é resultado da interação do ambiente com as dietas.

Grande parte do território brasileiro está localizado na faixa tropical, onde predominam altas temperaturas, elevada incidência de radiação solar, baixa amplitude térmica ao longo do ano e grande amplitude térmica diária (Pereira et al. 2008).

Em ambientes de temperaturas elevadas, nas quais a produção de calor excede a dissipação pelos animais, todas as fontes que geram calor endógeno são inibidas, principalmente o consumo de alimento, o metabolismo basal e o energético, enquanto a temperatura corporal, a frequência respiratória e a taxa de sudorese aumentam (Souza et al. 2007a).

Objetivou-se avaliar o efeito da substituição do farelo de soja por torta de amendoim no concentrado da dieta por intermédio do estudo do comportamento ingestivo e respostas fisiológicas de novilhos Holandês x Zebu.

Material e Métodos

O experimento foi realizado de 25 de janeiro a 21 de março de 2010, na Fazenda Experimental da Escola de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade Federal da Bahia (UFBA), situada no Km 174 da rodovia BR 101, Distrito de Mercês, Município de São Gonçalo dos Campos (BA), localizada a 12° 23' 57.51" na latitude Sul e 38° 52' 44.66" na longitude Oeste, situada na mesorregião do Centro-Norte Baiano e microrregião de Feira de Santana-BA, distando 108 km de Salvador.

O clima da região, de acordo com a classificação climática de Wilhelm Köppen, é do tipo Am, caracterizado por apresentar temperatura média do mês mais frio sempre superior a 18°C e precipitação com cerca de 1.000 mm de chuva, clima predominante na faixa costeira interior do Estado da Bahia (Golfari et al. 1978).

As unidades geomórficas características dos solos da região, são formadas pelos tabuleiros interioranos e pré-litorâneos, o que confere à fazenda experimental topografia plana (SEI, 2009).

Foram utilizados cinco novilhos mestiços, Holandês x Zebu, castrados, fistulados no rúmen e com peso corporal médio de 550 kg, alojados em baias individuais de 3,0 x 6,0 m, dotada de comedouro e bebedouro individual. O delineamento experimental foi em quadrado latino 5 x 5 (cinco animais experimentais x cinco períodos x cinco tratamentos).

O período experimental constou de cinco períodos de avaliação constituídos de 11 dias, sendo sete dias para adaptação dos animais às dietas e os quatro últimos destinados à coleta de dados e amostras.

Os tratamentos foram constituídos de níveis de substituição do farelo de soja por torta de amendoim no concentrado das dietas. As dietas foram compostas de volumoso, concentrado e sal mineral.

O sal mineral foi fornecido *ad libitum* e apresentava os seguintes níveis de garantia (por Kg em elementos ativos): cálcio 240,00 g; fósforo 174,00 g; cobre 1.250,00 mg; cobalto 100,00 mg; ferro 1.795,00 mg; iodo 90,00 mg; manganês 2.000,00 mg; selênio 15,00 mg; zinco 5.270,00 mg; flúor máximo 1.740,00 mg.

A composição química e bromatológica dos ingredientes das dietas, feno de *Cynodon spp.* Cv. Tifton-85, milho moído (*Zea mays*), farelo de soja (*Glycine max*) e torta de amendoim (*Arachis hypogaea*) está apresentada na Tabela 1.

Tabela 1. Composição química e bromatológica dos alimentos das dietas experimentais

| Fração Analítica | Ingredientes | | | |
|---|----------------|-------------|----------------|-------------------|
| | Feno de Tifton | Milho Moído | Farelo de Soja | Torta de Amendoim |
| Matéria seca (%) | 86,42 | 93,40 | 89,75 | 89,53 |
| Matéria mineral ¹ | 7,89 | 1,41 | 6,54 | 6,45 |
| Matéria orgânica ¹ | 78,53 | 91,99 | 83,21 | 83,08 |
| Proteína bruta ¹ | 6,14 | 6,18 | 42,77 | 40,84 |
| Extrato etéreo ¹ | 1,78 | 5,79 | 3,49 | 9,56 |
| Fibra em detergente neutro ^{1,2} | 74,85 | 14,69 | 11,08 | 13,41 |
| Fibra em detergente ácido ¹ | 40,74 | 6,08 | 10,52 | 10,95 |
| PIDN ^{3,5} | 77,85 | 29,45 | 13,30 | 9,13 |
| PIDA ^{4,5} | 15,47 | 12,94 | 3,25 | 2,30 |
| Carboidratos não fibrosos ¹ | 9,34 | 71,93 | 36,12 | 29,74 |
| Celulose ¹ | 33,05 | 3,91 | 8,33 | 4,62 |
| Hemicelulose ¹ | 33,52 | 8,61 | 0,78 | 3,88 |
| Lignina ¹ | 8,28 | 2,17 | 1,97 | 4,91 |
| NDT estimado ^{1,6} | 51,60 | 86,61 | 77,04 | 83,48 |
| NDT estimado ^{1,7} | 57,04 | 85,70 | 73,37 | 75,75 |
| Micotoxinas ⁸ | ND | ND | ND | 22,18 |

¹Valor expresso em % da matéria seca, ²Corrigido para cinzas e proteína, ³Proteína insolúvel em detergente neutro, ⁴Proteína insolúvel em detergente ácido, ⁵Valor expresso em % da proteína bruta, ⁶Nutrientes digestíveis totais estimados pelas equações do NRC (2001), ⁷Nutrientes digestíveis totais estimados pelas equações de Detmann et al. (2006a, 2006b, 2006c, 2007, 2008a), ⁸Valor expresso em µg/Kg = PPB, ND = < limite de quantificação.

As dietas foram compostas de volumoso e concentrado em proporção 70:30 (Tabela 2) fornecidas na forma de dieta total misturada. O único volumoso utilizado foi o feno de capim tifton triturado em fragmentos de aproximadamente 10 cm de comprimento.

Tabela 2. Composição percentual dos ingredientes das dietas experimentais

| Ingrediente (% Dieta Total) | Níveis de substituição do farelo de soja por torta de amendoim (%) | | | | |
|--------------------------------|--|-----|-----|-----|-----|
| | 0 | 25 | 50 | 75 | 100 |
| Milho moído | 14 | 14 | 14 | 14 | 14 |
| Farelo de soja | 16 | 12 | 8 | 4 | 0 |
| Torta de amendoim | 0 | 4 | 8 | 12 | 16 |
| Feno de tifton-85 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 |
| Total | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |

As dietas foram compostas de feno de capim tifton, milho moído, farelo de soja e torta de amendoim constituída de zero (100% de farelo de soja), 25, 50, 75 e 100% de substituição por torta de amendoim no concentrado (Tabela 3).

Tabela 3. Composição química e bromatológica das dietas experimentais

| Fração Analítica | Níveis de substituição do farelo de soja por torta de amendoim (%) | | | | |
|---|--|-------|-------|-------|-------|
| | 0 | 25 | 50 | 75 | 100 |
| Matéria seca (%) | 87,93 | 87,92 | 87,91 | 87,90 | 87,89 |
| Matéria mineral ¹ | 6,77 | 6,76 | 6,76 | 6,76 | 6,75 |
| Proteína bruta ¹ | 12,01 | 11,93 | 11,85 | 11,77 | 11,70 |
| Matéria orgânica ¹ | 81,16 | 81,16 | 81,15 | 81,15 | 81,14 |
| Extrato etéreo ¹ | 2,62 | 2,86 | 3,10 | 3,34 | 3,59 |
| Fibra em detergente neutro ^{1,2} | 56,22 | 56,32 | 56,41 | 56,50 | 56,60 |
| Fibra em detergente ácido ¹ | 31,05 | 31,07 | 31,09 | 31,10 | 31,12 |
| PIDN ^{3,5} | 37,55 | 37,13 | 36,71 | 36,36 | 35,90 |
| PIDA ^{4,5} | 8,33 | 8,21 | 8,10 | 8,07 | 7,95 |
| Carboidratos não fibrosos ¹ | 22,39 | 22,13 | 21,88 | 21,62 | 21,37 |
| Celulose ¹ | 25,02 | 24,87 | 24,72 | 24,57 | 24,42 |
| Hemicelulose ¹ | 24,79 | 24,92 | 25,04 | 25,17 | 25,29 |
| Lignina ¹ | 6,42 | 6,53 | 6,65 | 6,77 | 6,89 |
| NDT estimado ^{1,6} | 60,54 | 60,79 | 61,02 | 61,23 | 61,48 |
| NDT estimado ^{1,7} | 63,66 | 63,72 | 63,77 | 63,81 | 63,89 |
| Micotoxinas ⁸ | ND | 0,89 | 1,77 | 2,66 | 3,55 |

¹Valor expresso em % da matéria seca, ²Corrigido para cinzas e proteína, ³Proteína insolúvel em detergente neutro, ⁴Proteína insolúvel em detergente ácido, ⁵Valor expresso em % da proteína bruta, ⁶Nutrientes digestíveis totais estimados pelas equações do NRC (2001), ⁷Nutrientes digestíveis totais estimados pelas equações de Detmann et al. (2006a, 2006b, 2006c, 2007, 2008a), ⁸Valor expresso em µg/Kg = PPB, ND = < limite de quantificação.

O arraçoamento foi realizado às 09:00 e às 16:00 horas, com ajuste diário para ocorrer de 10 a 20% de sobras.

O consumo diário foi mensurado por meio de pesagem do alimento fornecido e das respectivas sobras, por animal, em cada período de coleta.

Amostras dos ingredientes das dietas e das sobras foram coletadas nos quatro dias de coleta de cada período experimental, acondicionadas em sacos plásticos identificados e armazenadas a -20 °C para posteriores análises.

Ao final de cada período experimental, as amostras dos ingredientes e sobras foram submetidas à pré-secagem em estufa de ventilação forçada a 55 °C, por 72 horas, e moídas em moinho tipo “Willey”, em peneira com porosidade de 1 mm para análise bromatológica e química.

As determinações de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), matéria mineral (MM) nitrogênio total, extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro (FDN) dos alimentos, das sobras e das fezes, bem como, as estimativas de fibra em detergente ácido (FDA) e lignina dos alimentos foram realizadas conforme Silva & Queiroz (2002).

A hemicelulose foi calculada pela diferença entre os teores de FDN e FDA e a Lignina determinada em H₂SO₄ a 72%. A proteína bruta (PB) foi obtida pelo produto entre o teor de nitrogênio total e o fator 6,25. Os valores de proteína insolúvel em detergente neutro (NIDN) e proteína insolúvel em detergente ácido (NIDA) foram determinados nos resíduos obtidos após o tratamento das amostras, respectivamente, com detergente neutro ou ácido, observando-se os procedimentos preconizados por Pereira & Rossi Júnior (1994), permitindo a obtenção da fibra em detergente neutro isenta de cinzas e proteínas (FDN_{ncp}).

A porcentagem de carboidratos não-fibrosos (CNF) foi obtida pela equação de Sniffen et al. (1992): $CNF (\%MS) = 100 - (\%MM + \%PB + \%EE + \%FDN)$.

Para a estimativa dos teores de nutrientes digestíveis totais (NDT), cálculos foram conduzidos de acordo com a seguinte fórmula (NRC, 2001): $\%NDT = \%CNF-d + \%PB-d + (\%AG-d \times 2,25) + \%FDNn-d - 7$, em que: CNF-d corresponde aos carboidratos não fibrosos digestíveis, PB-d à proteína bruta digestível, AG-d aos ácidos graxos digestíveis, FDNn-d à fibra em detergente neutro corrigida para nitrogênio digestível; o valor 7 refere-se ao NDT fecal metabólico, ou seja, à correção utilizada, uma vez que as frações digestíveis dos alimentos consideradas para o cálculo do NDT referem-se à digestibilidade verdadeira e não à aparente.

Para o cálculo do %CNF-d, utilizou-se a seguinte equação: $\%CNF-d = 0,98 \times [100 - (\%PB + \%EE + \%FDNn + \%MM)] \times PAF$, onde: PAF é um fator de ajuste igual a 1 para todos os outros alimentos, conforme (NRC, 2001).

Para o cálculo do %PB-d, foram utilizadas as equações para alimentos volumosos: $\%PB-d = \%PB \times \exp [-1,2 \times (\%PIDA/\%PB)]$. Para o cálculo de %AG-d foram utilizadas as seguintes equações: $\%AG-d = \%EE - 1$, para $\%EE > 1$, sendo que, para alimentos com teores de $EE < 1$, $AG-d = 0$. Para o cálculo de %FDN-d, utilizou-se a expressão: $\%FDNn-d = 0,75 \times (\%FDNn - \%LIG) \times [1 - (\%LIG/\%FDNn)^{0,667}]$, onde: $\%FDNn = \%FDN - \%PIDN$, conforme (NRC, 2001).

Calculou-se também os nutrientes digestíveis totais (NDT) a partir das equações sugeridas por Detmann et al. (2006a, 2006b, 2006c, 2007) para animais em crescimento, por meio da equação: $NDT = \%PBad + \%FDNd + \%CNFad + 2,25 \times \%EEad$, em que: PBad corresponde a proteína bruta digestível, EEad extrato etéreo digestível, CNFad carboidratos não-fibrosos digestíveis, FDNd fibra em detergente digestível. Obtido por intermédio das equações $PBad = 0,7845 \times PB - 1,61$ (Detmann et al. 2006a), $EEad = 0,8596 \times EE - 0,18$ (Detmann et al. 2006b), $CNFad = 0,9507 \times CNF - 5,11$ (Detmann

et al. 2006c), $FDNd = 0,835 (FDNcp - L) \times [1 - (L/FDNcp)^{0,85}]$, em que L = lignina (Detmann et al. 2007); FDNcp teor de FDN corrigida para cinzas (matéria mineral).

Para determinação de micotoxinas nos ingredientes das dietas experimentais (Tabela 4) utilizou-se a metodologia de extração, clarificação e derivação 100% automatizada e análise por cromatografia líquida de alta eficiência (HPLC) e cromatografia líquida acoplada à espectrometria de massa/massa para TRCs (LCMS/MS) no laboratório de análises micotoxicológicas da Universidade Federal de Santa Maria.

Tabela 4. Composição de micotoxinas dos ingredientes do concentrado das dietas experimentais

| Micotoxinas | Ingredientes | | |
|-------------|--------------|----------------|-------------------|
| | Milho Moído | Farelo de Soja | Torta de Amendoim |
| AF B1 | ND | ND | 14,45 |
| AF B2 | ND | ND | 2,64 |
| AF G1 | ND | ND | 3,40 |
| AF G2 | ND | ND | 1,69 |

*Resultados expressos em $\mu\text{g}/\text{Kg} = \text{ppb}$; ND = < limite de quantificação. AFB1 (aflatoxina B1), AFB2 (aflatoxina B2), AFG1 (aflatoxina G1), AFG2 (aflatoxina G2).

Os animais foram submetidos à observação visual para avaliação do comportamento ingestivo, no 8º dia de cada período experimental. As atividades comportamentais: ingestão, ruminação e ócio foram registradas em etograma específico a intervalos de cinco minutos, durante um período ininterrupto de 24 horas. Durante as observações noturnas, o ambiente foi mantido com iluminação artificial. A adaptação à luz noturna foi feita durante os quatro dias que antecederam o dia da observação.

As variáveis do comportamento animal foram registradas ao longo dos turnos do dia, manhã (06:05 às 12:00 h); tarde (12:05 às 18:00 h); noite (18:05 às 24:00 h) e madrugada (00:05 às 06:00 h). Foi determinado o tempo despendido (min/dia) às atividades de ingestão, ruminação e ócio e o número de períodos de ingestão, ruminação e ócio.

Procedeu-se a observação de nove bolos ruminais por animal em três turnos: manhã (06:05 às 12:00 h), tarde (12:05 às 18:00 h) e noite (18:05 às 24:00 h) para contagem do número de mastigações meréricas MMnb (n°/bolo) e tempo de mastigações meréricas TMMb (seg/bolo) de cada bolo obtidos simultaneamente utilizando-se um cronômetro digital.

As variáveis das características de mastigação foram calculadas conforme a metodologia descrita por Bürger et al. (2000).

Obteve-se o número de bolos ruminados por dia NBRd (nº/dia) após divisão do tempo total de ruminação por dia TRU (s/dia) pelo tempo médio de mastigações meréricas por bolo ruminal TMMb (seg/bolo).

O consumo de matéria seca CMSb (g/dia), matéria orgânica CMOb (g/dia) e fibra em detergente neutro CFDNb (g/dia) por bolo, foram obtidos dividindo-se o consumo individual de cada fração pelo número de bolos ruminados por dia NBRd (nº/dia).

As eficiências de ingestão (EI) e de ruminação (ERU), em Kg MS/hora, Kg MO/hora e kg FDN/hora foram calculados conforme a metodologia descrita por Bürger et al. (2000), por intermédio das seguintes equações:

$EIMS = CMS/TI$, $EIMO = CMO/TI$ e $EIFDN = CFDN/TI$, em que: EIMS: eficiência de ingestão de MS (kg MS ingerida/h); EIMO: eficiência de ingestão de MO (kg MO ingerida/h) e EIFDN: eficiência de ingestão de FDN (kg FDN ingerida/h); CMS (kg) = consumo diário de matéria seca; CMO (kg) = consumo diário de matéria orgânica e CFDN (kg) = consumo diário de fibra em detergente neutro; TI = tempo gasto em ingestão diariamente.

$ERUMS = CMS/TRU$, $ERUMO = CMO/TRU$ e $ERUFDN = CFDN/TRU$, em que: ERUMS: eficiência de ruminação da MS (Kg MS ruminada/h); ERUMO: eficiência de ruminação da MO (Kg MO ruminada/h) e ERUFDN: eficiência de ruminação da FDN (Kg FDN ruminada/h); CMS (Kg) = consumo diário de matéria seca; CMO (Kg) = consumo diário de matéria orgânica e CFDN (Kg) = consumo diário de fibra em detergente neutro; TRU = tempo gasto em ruminação diariamente (h).

$TMT = TI + TRU$ em que: TMT: tempo de mastigação total (min/dia).

Para o monitoramento do ambiente experimental, foram instalados nas baias termohigrômetro, para registro da temperatura ambiente (Ta), umidade relativa do ar (UR) e termômetro de globo negro a uma altura de 1,30 m do solo.

Para caracterizar o ambiente térmico foi instalado um termômetro de bulbo seco e de bulbo úmido para determinar o índice de temperatura do globo negro e umidade ($ITGU = TGN + 0,36 * (Tpo) + 41,5$), segundo metodologia de Buffington et al. (1981).

O índice de temperatura e umidade foi calculado segundo metodologia proposta por Baeta & Sousa (1997): $(ITU = Ta + 0,36 Tpo + 41,2)$. O ponto de orvalho foi calculado pela fórmula $(TPO = \sqrt[8]{UR/100 * [112 + (0,9 * T)] + (0,1 * T) - 112}$). As leituras das variáveis ambientais foram realizadas das 6 às 18 horas, de hora em hora, nos dias de avaliação dos parâmetros fisiológicos de cada período experimental.

As respostas fisiológicas dos animais foram avaliadas através do aferimento das seguintes variáveis: frequência respiratória (FR), frequência cardíaca (FC) e temperatura retal (TR). Os parâmetros foram aferidos no turno da manhã às 10:00 h e turno da tarde às 15:00 h no 9º dia de cada período experimental.

A frequência respiratória (FR) foi determinada por meio de avaliação visual, através da contagem dos movimentos do flanco de cada animal durante 15 segundos, e o valor multiplicado por quatro, determinando os movimentos por minuto (mov. min).

A frequência cardíaca (FC) foi aferida através da contagem dos batimentos cardíacos por meio de um estetoscópio flexível posicionado em contato com a região torácica esquerda. Contou-se o número de batimentos durante 15 segundos, e o valor obtido multiplicado por quatro, determinando os batimentos por minuto (bat. min).

A temperatura retal (TR) foi obtida utilizando um termômetro clínico veterinário INCOTERM L279/04, com escala até 44 °C, introduzido no reto do animal a uma profundidade de cinco cm, de forma que o bulbo ficasse em contato com a mucosa do reto do animal por um período de dois minutos.

Os dados referentes ao consumo e eficiência de ingestão e ruminação das frações químico-bromatológicas e às características de mastigação foram submetidos à análise de variância e regressão, que utilizou como fonte de variação o efeito das dietas.

As variáveis, tempo e número de períodos de ingestão, ruminação e ócio e os dados de parâmetros fisiológicos foram submetidos à análise de variância e regressão, que utilizou como fonte de variação o efeito das dietas e o fator medidas repetida no turno, avaliando-se as interações: turno × tratamento por meio da análise superfície resposta.

Os dados dos tempos, número de períodos das atividades comportamentais e respostas fisiológicas referentes aos turnos foram submetidos à comparação de médias pelo teste de Tukey, utilizando o programa estatístico statistical analysis system (SAS Institute, 2003).

Resultados e discussão

A substituição do farelo de soja por torta de amendoim não influenciou ($P>0,05$) o consumo de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO) e fibra em detergente neutro (FDN) em percentagem do peso corporal (Tabela 5). A ausência de efeito das dietas sobre o consumo de MS e MO é atribuído ao teor de FDN das dietas serem semelhantes (Tabela 3).

Tabela 5. Consumo diário de frações químico-bromatológicas em percentagem do peso corporal (CPC), eficiência de ingestão (EIF, kg/h) e eficiência de ruminação (ERU, kg/h), por novilhos Holandês x Zebu submetidos a dietas com níveis de torta de amendoim no concentrado da dieta

| Ítem | Níveis de substituição do farelo de soja por torta de amendoim (%) | | | | | ¹ EPM | Valor P | |
|----------------------------|--|------|------|------|------|------------------|---------|------------|
| | 0 | 25 | 50 | 75 | 100 | | Linear | Quadrático |
| Matéria Seca | | | | | | | | |
| CPC | 2,45 | 2,42 | 2,36 | 2,28 | 2,30 | 0,0745 | 0,0624 | 0,7754 |
| EFI | 2,60 | 2,63 | 2,47 | 2,65 | 2,68 | 0,1714 | 0,7665 | 0,6077 |
| ERU | 1,46 | 1,47 | 1,45 | 1,38 | 1,41 | 0,0473 | 0,2242 | 0,9153 |
| Matéria Orgânica | | | | | | | | |
| CPC | 1,97 | 1,95 | 1,90 | 1,84 | 1,85 | 0,0617 | 0,0591 | 0,8323 |
| EFI | 2,10 | 2,12 | 1,99 | 2,13 | 2,15 | 0,1384 | 0,7900 | 0,6325 |
| ERU | 1,17 | 1,19 | 1,17 | 1,11 | 1,13 | 0,0395 | 0,2287 | 0,8478 |
| Fibra em Detergente Neutro | | | | | | | | |
| CPC | 1,32 | 1,31 | 1,29 | 1,24 | 1,26 | 0,0454 | 0,1854 | 0,8010 |
| EFI | 1,41 | 1,42 | 1,35 | 1,44 | 1,47 | 0,0938 | 0,6214 | 0,5891 |
| ERU | 0,78 | 0,80 | 0,79 | 0,75 | 0,77 | 0,0307 | 0,5461 | 0,8412 |

¹EPM = erro padrão da média.

A análise de micotoxinas dos ingredientes do concentrado das dietas experimentais constatou aflatoxinas na torta de amendoim (Tabela 4), as dietas constituídas de níveis de torta de amendoim no concentrado contêm teor de aflatoxinas insignificante, pois o volumoso compôs 70% da dieta. Então os níveis de aflatoxinas das dietas experimentais, não poderiam realmente afetar o consumo de matéria seca, matéria orgânica e fibra em detergente neutro.

A substituição do farelo de soja por torta de amendoim no concentrado das dietas não influenciou ($P>0,05$) as eficiências de ingestão e ruminação expressa em kg MS/h, kg MO/h e kg FDN/h. Desta forma, o teor de FDN da torta de amendoim demonstra semelhança a do farelo de soja, uma vez que, a eficiência de ingestão e ruminação pode

ser alterada em função do teor de fibra dos alimentos da dieta. Carvalho et al. (2008) observaram efeito da substituição do farelo de soja pelo farelo de cacau em níveis de 10, 20 e 30% no concentrado, sobre a eficiência de ruminação da FDN em ovinos Santa Inês.

Os níveis de substituição do farelo de soja por torta de amendoim não influenciou ($P>0,05$) o consumo de MS, MO e FDN, por bolo em 24h (Tabela 6). Portanto, a forma física e a aceitabilidade da torta de amendoim não ocasionaram comportamento seletivo das dietas.

O tempo de mastigação merícicas (TMMb) e o número de mastigações merícicas por bolo (MMb) não foram influenciados ($P>0,05$) pelos níveis de torta de amendoim no concentrado das dietas, isto corrobora que o teor de FDN da torta de amendoim não elevou consideravelmente o teor de FDN das dietas. Pereira et al. (2007), avaliando o comportamento ingestivo de novilhas leiteiras submetidas a dietas constituídas de níveis de fibra, observaram que o aumento do nível de FDN na dieta elevou o número de mastigações por bolo.

Tabela 6. Consumo diário de frações químico-bromatológicas por bolo Cb (g/dia), tempo de mastigações merícicas TMMb (s/bolo), número de mastigações merícicas MMb (nº/bolo), número de bolos ruminados por dia NBRd (nº/dia) e tempo de mastigação total por dia TMT (min/dia), por novilhos Holandês x Zebu submetidos a dietas com níveis de torta de amendoim no concentrado das dietas

| Ítem | Níveis de substituição do farelo de soja por torta de amendoim (%) | | | | | ¹ EPM | Valor P | |
|-------|--|-------|-------|-------|-------|------------------|---------|------------|
| | 0 | 25 | 50 | 75 | 100 | | Linear | Quadrático |
| CMSb | 24,09 | 24,28 | 23,69 | 21,89 | 22,09 | 2,2420 | 0,3546 | 0,8843 |
| CMOb | 19,41 | 19,60 | 19,13 | 17,62 | 17,75 | 1,8128 | 0,3416 | 0,8617 |
| CFDNb | 12,99 | 13,08 | 12,96 | 11,92 | 12,11 | 1,2431 | 0,4450 | 0,8800 |
| TMMb | 59,40 | 59,40 | 58,40 | 57,00 | 56,20 | 4,7280 | 0,5395 | 0,9079 |
| MMb | 58,20 | 57,20 | 56,20 | 55,80 | 53,80 | 3,3981 | 0,3297 | 0,9110 |
| NBRd | 589 | 579 | 588 | 599 | 609 | 37,9087 | 0,6096 | 0,7712 |
| TMT | 897 | 881 | 889 | 862 | 854 | 39,1746 | 0,3969 | 0,8984 |

¹EPM = erro padrão da média.

A atividade de mastigação está associada à taxa de secreção salivar, à solubilização de componentes do alimento e à quebra de partículas (Mendes Neto et al. 2007). O tempo de mastigação total por dia e o número de bolos ruminados por dia não

foram influenciados ($P>0,05$) em função dos níveis de torta de amendoim no concentrado das dietas. O número de bolos ruminados por dia é dependente do tempo de ruminação e do tempo gasto para ruminar cada bolo, portanto a substituição do farelo de soja por torta de amendoim no concentrado das dietas não influenciou a taxa de secreção salivar, à solubilização de componentes do alimento e à quebra de partículas.

Os níveis de substituição do farelo de soja por torta de amendoim no concentrado das dietas não exerceram efeito ($P>0,05$) sobre o tempo despendido as atividades de ingestão, ruminação e ócio (Tabela 7), desta forma, os animais não têm preferência alimentar pelo farelo de soja ou pela torta de amendoim do concentrado, na dieta misturada, pois os animais não exerceram comportamento ingestivo seletivo das dietas.

Tabela 7. Tempo (minutos) despendido em ingestão, ruminação e ócio nos turnos da manhã (M), tarde (T), noite (N), madrugada (A) e diário (D) por novilhos Holandês x Zebu submetidos a dietas com níveis de torta de amendoim no concentrado das dietas

| Ítem | Níveis de substituição do farelo de soja por torta de amendoim (%) | | | | | ¹ EPM | Valor P | |
|------------------------------|--|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|------------------|---------|------------|
| | 0 | 25 | 50 | 75 | 100 | | Linear | Quadrático |
| Tempo de Ingestão (minutos) | | | | | | | | |
| M | 102 ^b | 101 ^b | 123 ^b | 105 ^b | 107 ^b | 8,2571 | 0,6207 | 0,5280 |
| T | 127 ^a | 127 ^a | 129 ^a | 123 ^a | 126 ^a | 12,6846 | 0,8774 | 0,9875 |
| N | 46 ^c | 43 ^c | 38 ^c | 45 ^c | 30 ^c | 9,9716 | 0,3586 | 0,6314 |
| A | 46 ^c | 50 ^c | 42 ^c | 22 ^c | 35 ^c | 11,0181 | 0,1746 | 0,4024 |
| D | 321 | 321 | 332 | 295 | 298 | 19,1343 | 0,2513 | 0,4469 |
| Tempo de Ruminação (minutos) | | | | | | | | |
| M | 123 ^b | 123 ^b | 88 ^b | 101 ^b | 96 ^b | 11,5542 | 0,0569 | 0,1200 |
| T | 109 ^b | 104 ^b | 111 ^b | 119 ^b | 108 ^b | 8,6762 | 0,6463 | 0,8556 |
| N | 176 ^a | 158 ^a | 164 ^a | 154 ^a | 176 ^a | 15,2937 | 0,9351 | 0,5421 |
| A | 168 ^a | 175 ^a | 194 ^a | 193 ^a | 176 ^a | 11,3051 | 0,3889 | 0,2298 |
| D | 576 | 560 | 557 | 567 | 556 | 28,4790 | 0,7099 | 0,9128 |
| Tempo de Ócio (minutos) | | | | | | | | |
| M | 135 ^a | 137 ^a | 148 ^a | 154 ^a | 157 ^a | 14,2228 | 0,1669 | 0,3925 |
| T | 123 ^b | 129 ^b | 120 ^b | 118 ^b | 126 ^b | 8,9936 | 0,8640 | 0,9379 |
| N | 138 ^a | 158 ^a | 158 ^a | 161 ^a | 154 ^a | 18,5795 | 0,5400 | 0,6263 |
| A | 147 ^{ab} | 135 ^{ab} | 125 ^{ab} | 145 ^{ab} | 149 ^{ab} | 13,2249 | 0,7384 | 0,4283 |
| D | 543 | 559 | 551 | 578 | 586 | 39,1746 | 0,3969 | 0,6983 |

a, b Médias nas colunas seguidas por letras iguais não diferem ($P>0,05$) pelo teste de tukey.

¹EPM = erro padrão da média.

Tempo superior de ingestão ao deste trabalho foi observado por Correia et al. (2012) em pesquisa com novilhos Holandês x Zebu alimentados com dieta constituída de torta de amendoim no concentrado, o qual obteve 330 min/dia. O que é atribuído a

fração concentrada que compõem 35% da dieta, enquanto que no presente trabalho compõem 30% da dieta total (Tabela 2). Maior proporção de concentrado eleva o teor de CNF da dieta, fração nutricional que promove um maior incremento de energia a fermentação ruminal permitindo a elevação do consumo de MS e conseqüentemente do tempo destinado à atividade de ingestão.

O tempo médio de ingestão 313 min, foi inferior ao tempo de ruminação 563 min. O elevado tempo de ruminação é atribuído ao teor de FDN do feno (Tabela 1) que compôs 70% da dieta. O tempo gasto pelo animal a atividade de ruminação é influenciado pela natureza da dieta e é proporcional ao teor de parede celular dos alimentos volumosos (Van Soest, 1994).

Animais mantidos em confinamento têm melhor desempenho em relação aos mantidos em pastagem por ficarem mais tempo em ócio (Souza et al. 2007b). No confinamento os animais são criados em espaço restrito e o alimento é disponibilizado no cocho, desta forma os animais não necessitam se deslocar a procura de alimentos, o que permite um maior tempo de permanência dos animais em ócio.

Os turnos do dia diferiram ($P < 0,05$) o tempo destinado a atividade de ingestão, que foi mais intensa nos turnos da manhã (06:05 às 12:00 h) e tarde (12:05 às 18:00 h) que representaram 74,66% da atividade de ingestão diária, turnos em que o arraçoamento foi realizado às 09:00 e 16:00 horas. Mendes Neto et al. (2007) avaliando o comportamento ingestivo de bovinos alimentados em confinamento, forneceram alimentação às 07:00 e 17:00 horas e registraram 75,68% do tempo destinado a atividade de ingestão no espaço de tempo compreendido entre 6 e 18 horas. Desta forma, os horários de fornecimento da dieta 09:00 e 16:00 horas ou 07:00 e 17:00 horas não influenciam o tempo destinado a atividade de ingestão nos turnos diurnos, os respectivos horários de fornecimento das dietas possibilitaram uma distribuição uniforme das atividades de ingestão durante as 24 horas do dia.

Miranda et al. (1999) avaliando o comportamento ingestivo de bovinos em confinamento, forneceram uma única refeição às 08:00 h e observaram que 84,96% do tempo despendido em ingestão ocorreu durante os turnos diurnos, condição que torna a distribuição das atividades de ingestão desuniforme durante as 24 horas do dia.

O confinamento de bovinos reflete o hábito de alimentação dos ruminantes em habitat natural que segundo Van Soest (1994) fazem duas grandes refeições, uma no início da manhã e outra entre a tarde e a noite.

A atividade de ruminção inicia aproximadamente 02:00 h após um período intenso de ingestão (Marques et al. 2008), desta forma, a atividade de ruminção ($P < 0,05$) foi mais intensa no turno da noite (18:05 às 24:00 h) e madrugada (24:05 às 06:00 h), que corresponderam a 61,58% do tempo destinado a atividade de ruminção. Esse resultado foi similar aos registrados por (Zanine et al. 2009) avaliando o comportamento ingestivo de bovinos em habitat natural que constataram 61,94% do tempo destinado a atividade de ruminção no turno da noite e madrugada (19:00 h às 06:50 h). Corroborando que as atividades comportamentais de bovinos alimentados sob fornecimento de duas ofertas diárias de alimento se assemelha à dos animais quando em habitat natural.

Os turnos do dia diferiram ($P < 0,05$) o tempo de permanência dos animais em ócio, observou-se que esta atividade foi maior no turno da manhã (06:05 às 12:00 h) e noite (18:05 às 24:00 h) que foram semelhantes. O turno da madrugada (24:05 às 06:00 h) e tarde (12:05 às 18:00 h) também foram semelhantes, isto significa que o confinamento possibilita uma distribuição mais uniforme do tempo destinado a esta atividade durante às 24 horas dia. Uma vez que, Zanine et al. (2009) em pesquisa com bovinos no habitat natural observaram tempo de permanência dos animais em ócio num espaço de tempo mais restrito das 10:00 às 13:00 h e 01:00 às 07:00 h do dia.

Os níveis de torta de amendoim no concentrado das dietas não afetaram ($P > 0,05$) o número de períodos de ingestão e ruminção (Tabela 8). Segundo Dado & Allen (1995), o número de períodos de ruminção aumenta com a elevação do teor de fibra da dieta, o que reflete a necessidade de um melhor processamento da digesta ruminal para elevar a eficiência digestiva. O que corrobora que o teor de FDN da torta de amendoim, não elevou consideravelmente o teor de FDN das dietas.

O consumo diário de alimento pode ser descrito pelo número de período de refeições por dia e pela duração das refeições (Mendes Neto et al. 2007). Assim, como o tempo e o número de períodos de ingestão não foram afetados, a duração média das refeições também não foi influenciada pela substituição do farelo de soja por torta de amendoim no concentrado das dietas.

O número de períodos de ócio no turno da manhã expressou efeito linear ($P < 0,05$) crescente com a substituição do farelo de soja por torta de amendoim no concentrado da dieta. A análise de micotoxinas dos ingredientes do concentrado das dietas experimentais constatou aflatoxinas na torta de amendoim (Tabela 4), o que pode ter contribuído para redução na aceitabilidade das dietas constituídas de níveis de torta de

amendoim no concentrado no turno da manhã, período no qual as sobras do oferecido no dia foram recolhidas às 8:40 horas. As dietas contêm teor de aflatoxinas insignificante, pois o volumoso compôs 70% da dieta. O que demonstra que a avaliação do comportamento ingestivo em um determinado espaço de tempo, tem poder de detectar pequenas variações entre as dietas experimentais.

Tabela 8. Número de períodos de ingestão, ruminação e ócio nos turnos da manhã (M), tarde (T), noite (N), madrugada (A) e diário (D) por novilhos Holandês x Zebu submetidos a dietas com níveis de torta de amendoim no concentrado das dietas

| Ítem | Níveis de substituição do farelo de soja por torta de amendoim (%) | | | | | ¹ EPM | Valor P | |
|--|--|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|------------------|---------|------------|
| | 0 | 25 | 50 | 75 | 100 | | Linear | Quadrático |
| Número de período de ingestão | | | | | | | | |
| M | 4,8 ^a | 4,6 ^a | 7,0 ^a | 4,8 ^a | 5,6 ^a | 0,8143 | 0,5355 | 0,6228 |
| T | 5,2 ^a | 6,4 ^a | 6,0 ^a | 5,2 ^a | 7,0 ^a | 0,9354 | 0,4196 | 0,7089 |
| N | 2,6 ^b | 2,8 ^b | 2,4 ^b | 3,2 ^b | 3,2 ^b | 0,6757 | 0,4510 | 0,7204 |
| A | 2,6 ^b | 3,0 ^b | 2,4 ^b | 1,80 ^b | 3,0 ^b | 0,5211 | 0,8233 | 0,7359 |
| D | 14,4 | 15,8 | 17,4 | 14,4 | 17,8 | 1,9902 | 0,4042 | 0,7096 |
| Número de período de ruminação | | | | | | | | |
| M | 3,8 ^b | 4,0 ^b | 3,2 ^b | 3,2 ^b | 3,6 ^b | 0,3699 | 0,3400 | 0,4610 |
| T | 3,4 ^b | 3,2 ^b | 3,6 ^b | 3,8 ^b | 3,6 ^b | 0,5625 | 0,5863 | 0,8616 |
| N | 5,2 ^a | 5,4 ^a | 4,8 ^a | 4,0 ^a | 5,4 ^a | 0,4474 | 0,5313 | 0,4144 |
| A | 4,8 ^a | 5,0 ^a | 4,4 ^a | 4,4 ^a | 5,0 ^a | 0,5279 | 0,9041 | 0,7725 |
| D | 16,4 | 16,8 | 15,8 | 15,0 | 17,0 | 1,2801 | 0,8820 | 0,7706 |
| ² Número de período de ócio | | | | | | | | |
| ² M | 6,3 ^{ab} | 6,9 ^{ab} | 7,5 ^{ab} | 8,0 ^{ab} | 8,6 ^{ab} | 0,7992 | 0,0465 | 0,0739 |
| T | 7,4 ^a | 7,4 ^a | 8,0 ^a | 8,0 ^a | 8,6 ^a | 0,8429 | 0,2556 | 0,5219 |
| N | 6,4 ^{bc} | 6,4 ^{bc} | 6,6 ^{bc} | 6,4 ^{bc} | 7,4 ^{bc} | 0,6202 | 0,3366 | 0,5149 |
| A | 6,6 ^c | 5,8 ^c | 5,4 ^c | 6,4 ^c | 6,4 ^c | 0,5281 | 0,9092 | 0,3402 |
| D | 25,6 | 26,0 | 28,0 | 26,8 | 29,8 | 1,5284 | 0,0752 | 0,2012 |

a, b Médias nas colunas seguidas por letras iguais não diferem ($P > 0,05$) pelo teste de tukey.

¹EPM = erro padrão da média.; ²Número de períodos de ócio no turno da manhã, $\hat{Y} = 6,32000 + 0,02320x$, $R^2 = 0,1614$.

Os turnos do dia diferiram ($P < 0,05$) o número de períodos destinados as atividades comportamentais. O número de períodos de ingestão foi mais intenso no turno da manhã (06:05 às 12:00 h) e da tarde (12:05 às 18:00 h), turnos em que os arraçoamentos foram realizados às 09:00 e 16:00 horas, e que contém maior disponibilidade de alimento.

O ato de redeglutir, remastigar e reinsalivar o bolo alimentar retornado do rumen promove um maior incremento de calor endógeno, o que explica fisiologicamente o

hábito dos animais ruminantes aproveitarem o turno noturno para ruminar por este apresentar temperatura ambiental inferior, proporcionando melhor conforto térmico. Fato, constatado pelo número de períodos de ruminação que foi mais intenso no turno da noite (18:05 às 24:00 h) e madrugada (24:05 às 06:00 h). Concordando, com Marques et al. (2005), que observaram maiores números de períodos de ruminação entre 22:00 e 05:00 horas. Segundo o autor o aumento da atividade de ruminação nos turnos mais frescos do dia indicam que o calor produzido por ela é mais tolerável nos momentos em que a temperatura é mais amena.

O maior número de períodos de ócio no turno da tarde (12:05 às 18:00 h) está associado ao desconforto térmico provocado pela elevada temperatura (Tabela 9) neste turno. Fato corroborado por Zanine et al. (2006) em pesquisa com bovinos em habitat natural que observaram maior número de períodos de ócio num espaço de tempo entre 11:00 e 14:00 horas.

Tabela 9. Valor médio da temperatura do bulbo seco (TBS), bulbo úmido (TBU), temperatura média (TM), termômetro de globo negro (TGN), umidade relativa do ar (UR), índice de temperatura do globo negro e umidade (ITGU), índice de temperatura e umidade (ITU), temperatura mínima (TMN), máxima (TMX), umidade mínima (UMN) e umidade máxima (UMX) obtidas nos turnos diurnos durante o período do experimento

| Variáveis climáticas | Turno | |
|----------------------|-------|-------|
| | Manhã | Tarde |
| TBS (°C) | 28,1 | 31,5 |
| TBU (°C) | 24,8 | 27,1 |
| TM (°C) | 28,7 | 32,2 |
| TGN (°C) | 32,4 | 35,1 |
| UR (%) | 76,9 | 54,2 |
| ITGU | 83,10 | 83,03 |
| ITU | 81,04 | 82,23 |
| TMN (°C) | | 22,46 |
| TMX (°C) | | 36,5 |
| UMN (%) | | 40,8 |
| UMX (%) | | 100 |

Os valores do índice de temperatura do globo negro e umidade (ITGU) e do índice de temperatura e umidade (ITU) foram elevados uma vez que os valores ideais são considerados menores de 77,8 ITGU e de até 76,0 ITU para ruminantes em ambiente tropical (Martello et al. 2004).

O elevado valor médio das variáveis ambientais ocorre em função do período do ano em que se desenvolveu a pesquisa, pois os meses de janeiro, fevereiro e março abrangem a estação do verão nos trópicos, aliado ao fato de corresponder à época de estiagem na zona da mata do Estado da Bahia, uma vez que o período regular de chuvas inicia a partir de março.

Observou-se uma condição de bem estar dos animais, bovinos mestiços Holandês x Zebu tem maior habilidade de manter a temperatura corporal normal em condições de temperatura ambiente elevada devido a heterose genética dos animais (Oliveira et al. 1980), aliado o fato do ambiente em que se desenvolveu a pesquisa conter boa condição de sombreamento artificial.

Não houve efeito ($P>0,05$) das dietas sobre a frequência respiratória (Tabela 10), desta forma subtende-se que os níveis de torta de amendoim no concentrado das dietas não promoveram variação do calor endógeno.

Segundo Hahn et al. (1997) a frequência de 60 movimentos respiratórios por minuto indica animais com ausência de estresse térmico ou que este é mínimo. Desta forma, a frequência respiratória observada corrobora o fato de que os bovinos estavam em condição normal de bem estar, mesmo sob condições de elevada temperatura ambiental no turno diurno.

Tabela 10. Frequência respiratória em movimentos por minuto, frequência cardíaca em batimentos por minuto e temperatura retal em ($^{\circ}\text{C}$) nos turnos da manhã (M) e tarde (T) de novilhos Holandês x Zebu submetidos a dietas com níveis de torta de amendoim no concentrado das dietas

| Turno | Níveis de substituição do farelo de soja por torta de amendoim (%) | | | | | ¹ EPM | Valor P | |
|-------------------------|--|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|------------------|---------|------------|
| | 0 | 25 | 50 | 75 | 100 | | Linear | Quadrático |
| Frequência Respiratória | | | | | | | | |
| M | 60,8 ^a | 52,8 ^a | 54,4 ^a | 64,0 ^a | 53,6 ^a | 6,7748 | 0,8824 | 0,9818 |
| T | 55,2 ^a | 52,0 ^a | 53,6 ^a | 57,6 ^a | 52,8 ^a | 4,1085 | 0,9508 | 0,9968 |
| Frequência Cardíaca | | | | | | | | |
| M | 89,6 ^a | 90,4 ^a | 84,8 ^a | 85,6 ^a | 84,0 ^a | 2,9223 | 0,1010 | 0,2660 |
| T | 88,0 ^a | 84,0 ^a | 85,6 ^a | 87,2 ^a | 86,4 ^a | 1,9507 | 1,0000 | 0,7128 |
| Temperatura Retal | | | | | | | | |
| M | 38,8 ^a | 39,0 ^a | 39,1 ^a | 39,0 ^a | 39,0 ^a | 0,1039 | 0,4413 | 0,3803 |
| T | 38,9 ^b | 38,7 ^b | 38,8 ^b | 38,8 ^b | 38,8 ^b | 0,1031 | 0,5962 | 0,6096 |

a, b Médias nas colunas seguidas por letras iguais não diferem ($P>0,05$) pelo teste de tukey.

¹EPM = erro padrão da média.

Avaliando a frequência cardíaca, os batimentos por minuto encontram-se no limite superior ao valor de referência para bovinos, que de acordo com Detweiler (1996) varia entre 48 a 80 batimentos por minuto. Isto é atribuído a movimentação dos animais ao serem deslocados ao brete para avaliação dos parâmetros fisiológicos.

Não houve efeito ($P>0,05$) dos níveis de substituição do farelo de soja por torta de amendoim no concentrado da dieta sobre a frequência cardíaca. As tortas não sofrem extração do óleo pelo uso de solventes, estas apresentam maior teor de EE, que não é fermentável no rúmen, o que poderia reduzir o calor endógeno produzido pela fermentação ruminal. O que não ocorreu, pois os batimentos cardíacos foram semelhantes para as dietas. Ferreira et al. (2010) avaliando as respostas fisiológicas de bovinos Holandês x Zebu submetidos a dietas com torta de dendê, constataram efeito linear decrescente da frequência cardíaca com a elevação dos níveis de inclusão da torta de dendê no concentrado das dietas.

Não houve efeito ($P>0,05$) da temperatura retal com a elevação dos níveis de substituição do farelo de soja por torta de amendoim no concentrado das dietas (Tabela 3). Desta forma, a ligeira redução no teor de carboidratos não fibrosos das dietas, carboidratos altamente fermentescíveis no rúmen, não afetou o calor endógeno.

Os valores de temperatura retal encontram-se entre os limites ideais de temperatura corporal entre 38°C e 39°C em bovinos (Pires et al. 1999). Tal resultado ratifica que os animais encontram-se dentro da faixa de conforto térmico nos turnos diurnos e demonstra que os fatores ambientais não influenciaram o consumo de matéria seca. Os animais homeotérmicos sob condições de estresse térmico reduzem o consumo de alimento na tentativa de diminuir a taxa metabólica e a produção de calor endógeno (Collier & Beede, 1985).

O valor médio da temperatura dos termômetros de bulbo seco, bulbo úmido e globo negro foram inferiores no turno da manhã. No turno da tarde, esses valores médios apresentaram elevação significativa, 31,5; 27,1 e 35,1 °C, respectivamente, para os termômetros de bulbo seco, bulbo úmido e globo negro (Tabela 9).

Houve efeito significativo ($P<0,05$) da temperatura retal quando se avaliou os turnos do dia. Bovinos são animais homeotérmicos, produzem constantemente calor para exercer suas funções fisiológicas e constantemente dissipam calor. O calor é perdido em função da superfície corporal, um corpo maior perde menos calor que um corpo menor devido à menor relação superfície/volume. Assim, os ruminantes de grande porte como os bovinos são capazes de armazenar durante o turno diurno mais

calor corporal que os ruminantes de pequeno porte. Fato corroborado por Martello et al. (2004) e Cunha et al. (2007) que observaram temperatura retal mais alta no turno da tarde em relação ao turno da manhã em bovinos. No turno noturno, o qual a temperatura ambiente é inferior, o excesso de calor armazenado é perdido para o ambiente, o que é corroborado pela temperatura retal inferior dos bovinos no turno da manhã.

Conclusões

A utilização das frações químico-bromatológicas das dietas por novilhos expressaram mesmo efeito em sua fisiologia e comportamento ingestivo, pode-se substituir totalmente o farelo de soja por torta de amendoim no concentrado das dietas de novilhos.

O confinamento de bovinos reflete o hábito de ingestão dos ruminantes em habitat natural e permite um maior tempo de permanência em ócio.

Referências

- ABDALLA, A.L.; SILVA FILHO, J.C.; GODOI, A.R. et al. Utilização de subprodutos da indústria de biodiesel na alimentação de ruminantes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, suplemento especial, p.258-260, 2008.
- BAÊTA, F.C.; SOUZA, C.F. **Ambiência em edificações rurais - conforto animal**. Viçosa: Editora UFV, 1997. 246p.
- BORJA, M.S.; OLIVEIRA, R.L.; RIBEIRO, C.V.D.M. et al. Effects of Feeding Licury (*Syagrus coronate*) Cake to Growing Goats. **Asian Australasian Journal Animal Societies**, v.23, n.11, p.1436-1444, 2010.
- BUFFINGTON, D.E.; COLAZZO-AROCHO, A.; CANTON, G.H. et al. Black Globe-Humidity Index (BGHI) as confort equation for dairy cows. **Transactions of the ASAE**, v.24, p.711-714, 1981.
- BÜRGER, P.J.; PEREIRA, J.C.; QUEIROZ, A.C. et al. Comportamento Ingestivo em bezerros holandeses alimentados com dietas contendo diferentes níveis de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.1, p.236-242, 2000.
- CARVALHO, G.G.P.; PIRES, A.J.V.; SILVA, R.R. et al. Comportamento ingestivo de ovinos Santa Inês alimentados com dietas contendo farelo de cacau. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.4, p.660-665, 2008.
- COLLIER, R.J.; BEEDE, D.K. Thermal stress as a factor associated with nutrient requirements and interrelationships. In: McDOWELL, L.R. (Ed.) **Animal feeding and nutrition – a series of monographs**. Orlando: Academic Press, 1985. p.59-71.
- CORREIA, B.R.; OLIVEIRA, R.L.; JAEGER, S.M.P.L. et al. Consumo, digestibilidade e pH ruminal de novilhos submetidos a dietas com tortas oriundas da produção do biodiesel em substituição ao farelo de soja. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.63, n.2, p.356-363, 2011.
- CORREIA, B.R.; OLIVEIRA, R.L.; JAEGER, S.M.P.L. et al. Comportamento ingestivo e parâmetros fisiológicos de novilhos alimentados com tortas do biodiesel em substituição ao farelo de soja. **Archivos de Zootecnia**, v.61, p.1-11, 2012.
- CUNHA, N.F.V.C.; CAMPOS, O.F.; PEREIRA, J.C. et al. Desempenho, variáveis fisiológicas e comportamento de bezerros mantidos em diferentes instalações: época chuvosa. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.4, p.1140-1146, 2007.
- DADO, R.G.; ALLEN, M.S. Intake limitations, feeding behavior, and rumen function of cows challenged with rumen fill from dietary fiber or inert bulk. **Journal of Dairy Science**, v.78, n.1, p.118-133, 1995.
- DETMANN, E.; PINA, D.S.; VALADARES FILHO, S.C. et al. Estimação da fração digestível da proteína bruta em dietas para bovinos em condições brasileiras. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.5, p.2101-2109, 2006a.
- DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S.C.; PINA, D.S. et al. Estimação da digestibilidade do extrato etéreo em ruminantes a partir dos teores dietéticos: desenvolvimento de um modelo para condições brasileiras. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.4, p.1469-1478, 2006b.
- DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S.C.; HENRIQUES, L.T. et al. Estimação da digestibilidade dos carboidratos não-fibrosos em bovinos utilizando-se o conceito de entidade nutricional em condições brasileiras. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.4, p.1479-1486, 2006c.
- DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S.C.; HENRIQUES, L.T. et al. Reparametrização do modelo baseado na lei de superfície para predição da fração digestível da fibra em detergente neutro em condições brasileiras. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.1, p.155-164, 2007.

- DETWEILER, D.K. Regulação cardíaca. In: DUKES, H.H. **Fisiologia dos animais domésticos**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1996. 856p.
- FERREIRA, A.C.; OLIVEIRA, R.L.; OLIVEIRA, P.A. et al. Respostas fisiológicas de bovinos submetidos a dietas com torta de dendê, oriunda da produção do biodiesel. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 47., 2010, Salvador. **Anais...** Salvador: Sociedade Brasileira de Zootecnia/Gmosis, [2010]. (CD-ROM).
- GOLFARI, L.; CASER, R.L.; MOURA, V.P.G. **Zoneamento ecológico esquemático para reflorestamento no Brasil**. 2.ed. Belo Horizonte: Centro de Pesquisa Florestal da Região do Cerrado, 1978. 66p.
- HAHN, G.L.; MADES, T.L. Heat waves in relation to thermoregulation, feeding behavior and mortality of feedlot cattle. In: INTERNATIONAL LIVESTOCK ENVIRONMENTAL SYMPOSIUM, 5., 1997, St. Joseph. **Proceedings...** St. Joseph: American Society of Agricultural Engineering, 1997.
- LOUVANDINI, H.; NUNES, G.A.; GARCIA, J.A.S. Desempenho, características de carcaça e constituintes corporais de ovinos Santa Inês alimentados com farelo de girassol em substituição ao farelo de soja na dieta. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.3, p.603-609, 2007.
- MARQUES, J.A.; BARBOSA, O.R.; ALBUQUERQUE, K.P. et al. Comportamento de novilhas bubalinas terminadas em confinamento usando promotor de crescimento ou esferas de chumbo no útero. **Acta Scientiarum Animal Sciences**, v.27, n.3, p.363-370, 2005.
- MARQUES, J.A.; PINTO, A.P.; ABRAHÃO, J.J.S. et al. Intervalo de tempo entre observações para avaliação do comportamento ingestivo de tourinhos em confinamento. **Semina: Ciências Agrárias**, v.29, p.93-98, 2008.
- MARTELLO, L.S.; SAVASTANO JUNIOR, H.; SILVA, S.L. et al. Respostas fisiológicas e produtivas de vacas holandesas em lactação submetidas a diferentes ambientes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.1, p.181-191, 2004.
- MENDES NETO, J.; CAMPOS, J.M.S.; VALADARES FILHO, S.C. et al. Comportamento ingestivo de novilhas leiteiras alimentadas com polpa cítrica em substituição ao feno de capim-tifton. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.3, p.618-625, 2007.
- MIRANDA, L.F.; QUEIROZ, A.C.; VALADARES FILHO, S.C. et al. Comportamento ingestivo de novilhas leiteiras alimentadas com dietas à base de cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.28, n.3, p.614-620, 1999.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Nutrient requirements of dairy cattle**. 7.ed. Washington: National Academic of Sciences, 2001. 381p.
- OLIVEIRA, J.S.; MILAGRES, J.C.; GARCIA, J.A. Comportamento de novilhas de três graus de sangue, expostas ao sol e a sombra, em Viçosa, MG. I. Temperatura retal e ritmo respiratório. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.9, n.1, p.46-71, 1980.
- PEREIRA, J.R.A.; ROSSI JÚNIOR, P. **Manual de avaliação nutricional de alimentos**. Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz, 1994. 34p.
- PEREIRA, J.C.; CUNHA, D.N.F.V.; CECON, P.R. et al. Comportamento ingestivo e taxa de passagem de partículas em novilhas leiteiras de diferentes grupos genéticos submetidas a dietas com diferentes níveis de fibra. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.6, p.2134-2142, 2007.
- PEREIRA, J.C.; CUNHA, D.N.F.V.; CECON, P.R. et al. Desempenho, temperatura retal e frequência respiratória de novilhas leiteiras de três grupos genéticos recebendo dietas com diferentes níveis de fibra. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.2, p.328-334, 2008.

- PIRES, M.F.A.; FERREIRA, A.M.; COELHO, S.G. Estresse calórico em bovinos de Leite. **Caderno Técnico de Veterinária e Zootecnia**, v.29, p.23-37, 1999.
- SANTOS, E.M.; ZANINE, A.M.; PARENTE, H.N. et al. Comportamento ingestivo de bezerros em pastos de *Brachiaria brizantha* e *Brachiaria decumbens*. **Ciência Animal Brasileira**, v.7, n.2, p.142-151, 2006.
- SAS INSTITUTE. **SAS system for Windows. Version 8.0**. Cary: SAS Institute Inc. 2003.
- SEI-BA. **Informações geoambientais**. 2009. Disponível em: <<http://www.sei.ba.gov.br>>. Acesso em: 17 fev. 2011.
- SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. Viçosa, MG: UFV Imprensa Universitária, 2002. 235p.
- SILVA, R.R.; SILVA, F.F.; CARVALHO, G.G.P. et al. Avaliação do comportamento ingestivo de novilhas 3/4 holandês vs. zebu alimentadas com silagem de capim-elefante acrescida de 10% de farelo de mandioca: aspectos metodológicos. **Ciência Animal Brasileira**, v.6, n.3, p.173-177, 2005.
- SILVA, R.R.; SILVA, F.F.; PRADO, I.N. et al. Comportamento ingestivo de bovinos. Aspectos metodológicos. **Archivos de Zootecnia**, v.55, n.211, p.293-296, 2006.
- SNIFFEN, C.J.; O'CONNOR, J.D.; VAN SOEST, P.J. et al. A net carbohydrate and protein system for evaluation cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, v.70, n.11, p.3562-3577, 1992.
- SOUZA, B.B.; SOUZA, E.D.; CEZAR, M.F. et al. Temperatura superficial e índice de tolerância ao calor de caprinos de diferentes grupos raciais no semi-árido nordestino. **Ciência e Agrotecnologia**, v.322, p.275-280, 2007a.
- SOUZA, S.R.M.B.O.; ÍTAVO, L.C.V.; RIMOLI, J. et al. Comportamento ingestivo diurno de bovinos em confinamento e em pastagens. **Archivos de Zootecnia**, v.56, p.67-70, 2007b.
- VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2.ed. Ithaca: Cornell University Press, 1994. 476p.
- ZANINE, A.M.; SANTOS, E.M.; PARENTE, H.N. et al. Comportamento da ingestão em bovinos em pastagem de capim *Brachiaria decumbens* na região centro-oeste do Brasil. **Archives of Veterinary Science**, v.11, n.2, p.17-24, 2006.
- ZANINE, A.M.; VIEIRA, B.R.; FERREIRA, D.J. et al. Comportamento ingestivo de vacas Girolandas em pastejo de *Brachiaria brizantha* e Coast-cross. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.10, n.1, p.85-95, 2009.

Considerações finais

O Brasil se destaca no cenário mundial de biocombustíveis devido a sua imensa extensão territorial que apresenta condições edafo-climáticas favoráveis para a produção de biomassa para fins energéticos.

O governo federal, por meio do Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel, autorizou a adição de 3% do Biodiesel ao óleo diesel sendo que a partir de 2013, a adição de biodiesel ao óleo diesel deverá ser de 5% segundo a Lei N°11.097 de 2003. Com a elevação da produção de biodiesel para atender a demanda do mercado, a oferta da torta aumentará o que proporcionará maior disponibilidade aos pecuaristas.

As tortas oriundas da extração de óleo vegetal para a produção do biodiesel possuem características químico-bromatológicas satisfatórias para seu emprego na alimentação de ruminantes, consistindo em alternativa para substituição dos ingredientes protéicos do concentrado, de modo que a disponibilidade regional da torta aos pecuaristas pode reduzir os custos de alimentação e dar melhor destino aos primeiros, com agregação de valor e mitigação de impacto ambiental.

A substituição do farelo de soja por torta de amendoim no concentrado das dietas mantém subsídio no fornecimento de N-NH₃ a microbiota ruminal.

O nível de 35% a 45% de substituição do farelo de soja por torta de amendoim no concentrado das dietas foi o que proporcionou melhor valor alimentício e metabólico para nutrição de novilhos.

A utilização das frações químico-bromatológicas das dietas por novilhos expressaram mesmo efeito em sua fisiologia e atividades comportamentais, pode-se substituir totalmente o farelo de soja por torta de amendoim no concentrado das dietas de novilhos.

O confinamento de bovinos reflete o hábito de ingestão dos ruminantes em habitat natural e permite um maior tempo de permanência em ócio.