

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

CASCAS DE ALGODÃO E DE SOJA E FARELOS DE  
GÉRMEN DE MILHO OU DE ARROZ NA ALIMENTAÇÃO  
DE NOVILHAS MESTIÇAS: DESEMPENHO,  
DIGESTIBILIDADE APARENTE E COMPOSIÇÃO FÍSICO-  
QUÍMICA DO MÚSCULO *LONGISSIMUS DORSI*

Autor: Ricardo Kazama  
Orientadora: Prof<sup>a</sup>.Dr<sup>a</sup>. Lúcia Maria Zeoula  
Co-Orientador: Prof. Dr. Ivanor Nunes do Prado

Dissertação apresentada, como parte das exigências para obtenção do título de MESTRE EM ZOOTECNIA, no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Estadual de Maringá – Área de Concentração Produção Animal.

MARINGÁ  
Estado do Paraná  
março - 2006

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

CASCAS DE ALGODÃO E DE SOJA E FARELOS DE  
GÉRMEN DE MILHO OU DE ARROZ NA ALIMENTAÇÃO  
DE NOVILHAS MESTIÇAS: DESEMPENHO,  
DIGESTIBILIDADE APARENTE E COMPOSIÇÃO FÍSICO-  
QUÍMICA DO MÚSCULO *LONGISSIMUS DORSI*

Autor: Ricardo Kazama  
Orientadora: Prof<sup>a</sup>.Dr<sup>a</sup>. Lúcia Maria Zeoula  
Co-Orientador: Prof. Dr. Ivanor Nunes do Prado

Dissertação apresentada, como parte das exigências para obtenção do título de MESTRE EM ZOOTECNIA, no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Estadual de Maringá – Área de Concentração Produção Animal.

MARINGÁ  
Estado do Paraná  
março - 2006

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)  
(Biblioteca Central - UEM, Maringá – PR., Brasil)

K23c Kazama, Ricardo  
Cascas de algodão e de soja e farelos de gérmen de milho ou de arroz na alimentação de novilhas mestiças: desempenho, digestibilidade aparente e composição físico-química do músculo Longissimus Dorsi / Ricardo Kazama. - Maringá, PR : [s.n.], 2006.  
62 f. : il.

Orientadora : Prof. Dr. Lúcia Maria Zeoula.  
Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual de Maringá. Programa de Pós-graduação em Zootecnia, 2006.

1. Novilhas mestiças - Cascas de algodão e de soja - Desempenho, características da carcaça e qualidade da carne. 2. Novilhas mestiças - Farelos de gérmen de milho e de arroz integral - Desempenho, características da carcaça e qualidade da carne. 3. Novilhas mestiças - Subprodutos agroindustriais - Digestibilidade aparente. 4. Novilhas mestiças - Composição de ácidos graxos - Carne (Longissimus dorsi). I. Universidade Estadual de Maringá. Programa de Pós-graduação em Zootecnia. II. Título.

CDD 21.ed.636.2085

*“A alegria está na luta, na tentativa e no sofrimento envolvido. Não na vitória propriamente dita”*

*Mahatma Gandhi*

*Aos*

Meus pais

Tameo Kazama e Hiroko Sakakibara Kazama

Responsáveis por tudo, principalmente pelo apoio, amor e compreensão.

*À*

Minha família

Edson, Dilene, Edson Júnior, Guilherme e Bruno Kazama;

Mauro, Renata e Camila Kazama.

Pela amizade, incentivo e amor.

*À*

Minha noiva Daniele Cristina da Silva

Pelo amor, carinho, companhia, apoio, amizade e compreensão.

*À*

Deus

Pelo dom da vida, sabedoria e amor.

***DEDICO***

## AGRADECIMENTOS

À Universidade Estadual de Maringá pela oportunidade do ensino gratuito e por possibilitar a realização deste trabalho;

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico por conceder a bolsa de estudos durante o período de Mestrado;

À Prof<sup>ª</sup>. Dra. Lúcia Maria Zeoula pela orientação, incentivo, dedicação, ensinamentos, amizade e confiança;

Ao Prof. Dr. Ivanor Nunes do Prado pelo apoio, ensinamentos, compreensão, dedicação e amizade;

Aos professores Dr. Makoto Matsushita (UEM) e Dra. Ana Maria Bridi (UEL) pelos ensinamentos e valiosa contribuição nas análises;

A todos os professores do Curso de Zootecnia pelos ensinamentos e amizade;

Aos colegas de trabalho Daniele Cristina da Silva, Valter Harry Bumbieris Junior, Roberto Cornelis Jonker, Guido Jacobi, Stefanos Antunes de Ornellas, Marcia Aparecida Boza, Silvia Cristina Aguiar, Luiz Juliano Valério Geron, Maximiliane Alavarse Zambom, Sandra Galbeiro, Adalfredo Rocha Lobo Júnior, Taciana Ducati, Lívia Maria Araújo Macedo, Juliana Martin do Prado, Vanderlei Xavier Scomparim e Paulo Henrique Moura Dian pelos dias cansativos, porém compensadores que passamos juntos e pelos laços de amizades que criamos durante esse tempo;

Aos funcionários José Carlos da Silva (Fazenda Experimental de Iguatemi), Dilma Figueiredo Botter, Olga Fracaro da Silva, Cleuza Volpato (Laboratório de Análise de Alimentos e Nutrição Animal) e Dirceu Batista de Souza (Laboratório de Análise de Alimentos - Química) pelo empenho e colaboração para a realização do trabalho;

À minha noiva Daniele Cristina da Silva pela ajuda nas análises, carinho e amor;

À minha família que representa tudo em minha vida;

A todos que de alguma maneira contribuíram para a realização deste trabalho.

## BIOGRAFIA

Ricardo Kazama, filho de Tameo Kazama e Hiroko Sakakibara Kazama, nasceu em Assis Chateaubriand, estado do Paraná, no dia 31 de outubro de 1977.

Em Fevereiro de 2004, concluiu o Curso de Zootecnia, pela Universidade Estadual de Maringá.

Em Março de 2004, iniciou o Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, em nível de Mestrado, área de Concentração Produção Animal, na Universidade Estadual de Maringá, realizando estudos na área de nutrição de ruminantes.

No dia 15 de Março de 2006, submeteu-se à banca examinadora para defesa da Dissertação de Mestrado.

## ÍNDICE

	Página
RESUMO .....	01
ABSTRACT.....	03
CAPÍTULO I - INTRODUÇÃO GERAL .....	05
1. Subprodutos Agroindustriais em Confinamento de Bovinos .....	05
2. Fibras de Fontes Não-Forragem (FFNF) .....	10
3. Ácido Linoléico Conjugado na Carne Bovina .....	12
Referências .....	15
OBJETIVOS GERAIS .....	18
CAPÍTULO II – Cascas de Algodão e de Soja e Farelos de Gérmen de Milho ou de Arroz na Alimentação de Novilhas Mestiças: Degradabilidade Ruminal, Digestibilidade Aparente e Desempenho .....	19
Resumo .....	19
Abstract .....	20
Introdução .....	21
Material e Métodos .....	23
Resultados e discussão .....	30
Conclusões .....	39
Referências .....	40
CAPÍTULO III – Cascas de Algodão e de Soja e Farelos de Gérmen de Milho ou de Arroz na Alimentação de Novilhas Mestiças: Características Quantitativas e Qualitativas de Carcaças .....	43

Resumo .....	43
Abstract .....	44
Introdução .....	45
Material e Métodos .....	47
Resultados e Discussão .....	51
Conclusões .....	59
Referencias .....	60
CONCLUSÕES GERAIS .....	62

## ÍNDICE DE TABELAS E FIGURAS

	Página
 CAPÍTULO I	
TABELA 1. Produção agrícola das principais culturas brasileiras e possíveis subprodutos originados da agroindústria – Safra 2004/2005 .....	07
 CAPÍTULO II	
TABELA 1. Composição química dos alimentos (%MS) .....	24
TABELA 2. Percentual dos ingredientes e composição química das rações experimentais .....	25
TABELA 3. Frações solúvel (a) e insolúvel potencialmente degradável (b), taxa de degradação da fração “b” (c), degradabilidade potencial (DP) e degradabilidade efetiva (DE) da matéria seca (MS) e proteína bruta (PB) dos subprodutos agroindustriais para as taxas de passagem de 2%/h, 5%/h e 8%/h .....	31
TABELA 4. Ingestão média diária da matéria seca e demais nutrientes, kg e % do peso vivo (PV), das rações experimentais com milho moído (MIL), farelo de gérmen de milho (GMI) ou farelo de arroz integral (FAR) .....	34
TABELA 5. Coeficiente de digestibilidade aparente total da matéria seca (CDMS) e dos demais nutrientes (CDN) das rações experimentais com milho moído (MIL), farelo de gérmen de milho (GMI) ou farelo de arroz integral (FAR) .....	36

TABELA 6. Desempenho de novilhas em confinamento alimentadas com diferentes rações experimentais com milho moído (MIL), farelo de gérmen de milho (GMI) ou farelo de arroz integral (FAR) .....	38
---	----

### CAPÍTULO III

TABELA 1. Percentual dos ingredientes e composição química das rações experimentais .....	49
TABELA 2. Características de carcaça de novilhas mestiças alimentadas com rações com diferentes fontes energéticas como o milho moído (MIL), farelo de gérmen de milho (GMI) ou farelo de arroz integral (FAR) .....	52
TABELA 3. Composição físico-química do músculo <i>Longissimus dorsi</i> de novilhas mestiças alimentadas com rações com milho moído (MIL), farelo de gérmen de milho (GMI) ou farelo de arroz integral (FAR) .....	54
TABELA 4. Composição de ácidos graxos do músculo <i>Longissimus dorsi</i> de novilhas mestiças alimentadas com milho moído (MIL), farelo de gérmen de milho (GMI) ou farelo de arroz integral (FAR) .....	57

## RESUMO

Objetivou-se avaliar a degradabilidade ruminal de alguns subprodutos agroindustriais, a digestibilidade aparente das dietas, desempenho animal, características de carcaça, composição físico-química e composição de ácidos graxos do músculo *Longissimus dorsi* de novilhas mestiças em confinamento alimentadas com rações que continham cascas de algodão (CAL) e de soja (CSO), como volumosos, e com diferentes fontes energéticas, milho moído (MIL), farelo de gérmen de milho (GMI) ou farelo de arroz integral (FAR). Para o ensaio de degradabilidade ruminal foram utilizados três bovinos da raça Holandesa, portadores de cânula ruminal e com peso vivo médio de  $400 \pm 64$  kg. Para a determinação da digestibilidade aparente das dietas, desempenho animal, características de carcaça e análises do músculo *Longissimus dorsi* (LD) foram utilizadas 24 novilhas mestiças, distribuídas em três tratamentos em delineamento inteiramente casualizado. Dentre os alimentos volumosos, a CAL mostrou uma degradação ruminal mais lenta que a CSO. O FAR e o GMI apresentaram degradabilidade efetiva da matéria seca (MS) e da proteína bruta (PB) (5%/h) maiores que o MIL. Não houve diferença ( $P > 0,05$ ) entre as novilhas alimentadas com as diferentes rações experimentais para o consumo de MS (10,32 kg/dia) e demais nutrientes, com exceção no consumo de extrato

etéreo (EE), que foi maior para as rações com GMI e FAR (0,41 kg/dia) em relação a ração MIL (0,25 kg/dia). A ração com GMI apresentou maiores coeficientes de digestibilidade aparente da MS, PB e EE em relação a ração com MIL. O desempenho das novilhas não diferiu ( $P>0,05$ ) entre as rações com MIL, GMI ou FAR, apresentando ganho médio diário de 1,23 kg/dia e conversão alimentar da MS de 8,45 kg de MS/kg de ganho. Não houve diferença ( $P>0,05$ ) entre os animais quanto às características de carcaça e para a composição físico-química do músculo LD. A composição de ácidos graxos do músculo LD foi modificada em novilhas que receberam a ração GMI e apresentaram maiores concentrações de CLA (0,48%), *trans*-vacênico (7,69%) e pior relação  $\omega 6/\omega 3$ , e em novilhas alimentadas com a ração FAR apresentaram maior concentração de ácido esteárico no músculo. Os subprodutos agroindustriais testados podem ser utilizados na dieta de novilhas em confinamento sem comprometer o desempenho animal, as características de carcaça e a qualidade da carne.

Palavras-chave: características de carcaça, fonte energética alternativa, composição de ácidos graxos, produção animal, subprodutos agroindustriais

## ABSTRACT

It was aimed to evaluate ruminal degradability of some agroindustrial by-products, apparent digestibility of diets, animal performance, carcass characteristics, physico-chemical composition and fatty acids composition of *Longissimus dorsi* muscle from feedlot crossbred heifers fed with rations with cottonseed hulls (CSH) and soybean hulls (SBH) as roughages, and with different energy sources: ground corn (COR), corn germ meal (CGM) or rice bran (RIB). Three Holstein steers, each fitted with a ruminal cannula and weighing  $400 \pm 64$  kg, were used for ruminal degradability trial. Twenty-four crossbred heifers were allocated in a completely randomized design with three treatments for the determination of diet apparent digestibility, animal performance, carcass characteristics and *Longissimus dorsi* (LD) analysis. Regarding roughage feeds, CSH presented slower ruminal degradation than SBH. RIB and CGM presented higher dry matter (DM) and crude protein (CP) effective degradability (5%/h) than COR. There wasn't any difference ( $P>0.05$ ) among heifers fed different experimental rations in DM intake (10.32 kg/day) and other nutrients, exception to ether extract (EE) intake, which was higher for CGM and RIB rations (0.41 kg/day) in relation to COR ration (0.25 kg/day). CGM ration presented higher apparent digestibility coefficient of DM,

CP and EE when compared to COR ration. The performance of feedlot heifers didn't differ ( $P>0.05$ ) among rations with COR, CGM or RIB, presenting an average daily gain of 1.23 kg/day and feed conversion of 8.45 kg of DM/kg of gain. There wasn't any difference ( $P>0.05$ ) among animals in carcass characteristics and physico-chemical compositions of LD. Fatty acids composition of LD were modified on heifers fed CGM ration and presented higher concentrations of CLA (0.48%), *trans*-vaccenic acid (7.69%) but worse omega3/omega6 ratio, and heifers fed RIB ration presented higher concentration of stearic acid in the muscle. These agroindustrial by-products can be used on diets for feedlot heifers because they didn't modify animal performance, carcass characteristics and meat quality.

Keywords: agroindustrial by-products, alternative energy source, animal production, carcass characteristics, fatty acids composition

## CAPÍTULO I INTRODUÇÃO GERAL

### 1. Subprodutos Agroindustriais em Confinamento de Bovinos

Países tropicais, como o Brasil, apresentam alto potencial para produção de forrageiras, devido à elevada temperatura e alta luminosidade, principalmente no período do verão (setembro a maio). A grande desvantagem no que concerne à região tropical é a alteração sazonal, encontrando período de chuvas regulares com temperaturas elevadas (alta produção forrageira) e período de ausência de chuvas com temperaturas mais amenas (baixa produção forrageira) (Prado & Moreira, 2002).

Para equacionar o problema na época das secas, onde as pastagens tropicais apresentam baixa capacidade produtiva, principalmente em regiões áridas e semi-áridas, dentre os diversos sistemas de produção em bovinocultura de corte, encontra-se a terminação de animais em confinamento.

O confinamento é um dos sistemas empregados para o aumento dos índices de produtividade da pecuária de corte, com reflexos positivos sobre a qualidade da carcaça e a oferta de carne na entressafra (Prado et al., 2000).

No entanto, este sistema é considerado bastante oneroso devido à grande utilização de insumos, tanto para alimentos volumosos quanto para concentrados, sendo este último um dos responsáveis pela elevação da receita na atividade, fazendo

com que a alimentação represente 70 a 80% do custo do confinamento. Sendo assim, o êxito na exploração intensiva de bovinos de corte em confinamento está relacionado à disponibilidade e ao custo dos alimentos utilizados.

Deste modo, cresce a procura, identificação e utilização de subprodutos agroindustriais na alimentação de animais de interesse zootécnico, devido às questões ambientais e econômicas, contribuindo com a diminuição da dependência dos bovinos por cereais que possam servir para alimentação humana ou de monogástricos.

Segundo Fadel (1999), o subproduto pode ser definido como aquele material que possui valor como alimento para animais, sendo obtido ao final da colheita de alguma cultura ou após o processamento agroindustrial de alguma *commodity* destinada à alimentação humana, podendo ser de origem animal ou vegetal.

Os subprodutos da agroindústria são considerados uma alternativa bastante interessante para alimentação de ruminantes e sua inclusão na dieta depende de vários fatores, sendo a disponibilidade, composição química, preço, custo do transporte, facilidade de armazenamento e a presença de compostos tóxicos e/ou antinutricionais, pontos importantes a serem avaliados para adquiri-los e incluí-los nas rações dos animais (Lima, 2005).

Estimativas globais indicam que os resíduos da agroindústria contribuem com até 2,9 trilhões de Mcal de energia metabolizável (EM), e os subprodutos processados com aproximadamente 0,6 trilhões de Mcal de EM, anualmente (Oltjen & Beckett, 1996). No Brasil não há estatísticas da disponibilidade e utilização de subprodutos agroindustriais em dietas de ruminantes, porém, pode-se observar alguns dados de produção, área cultivada e os subprodutos obtidos a partir de algumas culturas importantes na produção agrícola brasileira (Tabela 1).

TABELA 1 - Produção agrícola das principais culturas brasileiras e possíveis subprodutos originados da agroindústria – Safra 2004/2005

CULTURA	ÁREA (x 1000 ha)	PRODUÇÃO (x 1000 t)	SUBPRODUTOS
Algodão	1.172,4	2.110,3	Caroço integral, casca e farelo
Amendoim	129,5	301,7	Casca
Arroz	3.916,3	13.227,3	Farelo integral e desengordurado
Cana-de-açúcar	5.634,6	416.256,6	Bagaço cru, levedura e melaço
Milho	12.025,7	34.976,9	Gérmen, glúten e resíduo úmido
Soja	23.301,1	51.090,1	Casca e resíduos
Trigo	2.756,3	5.845,9	Farelo

Fonte: CONAB

A cada tonelada de grão de soja processada para extração de óleo, cerca de 2% (0-3%) é transformado em casquinha (Zambom et al, 2001), e para cada tonelada de caroço de algodão processado, são obtidos aproximadamente 245 kg de casca (Hall & Akinyode, 2000). Sendo assim, segundo dados de produção agrícola apresentada na Tabela 1, as produções de casca de soja e casca de algodão provavelmente alcançaram valores de 1.021.802 e 517.024 toneladas, respectivamente.

A viabilidade da utilização de subprodutos agroindustriais na nutrição de ruminantes requer trabalhos de pesquisa e desenvolvimento, visando à sua caracterização, aplicação de métodos de tratamento, determinação de seu valor nutritivo, além de sistemas de conservação, armazenagem e comercialização. Pois, sabe-se que uma das características da maioria dos subprodutos agroindustriais é a heterogeneidade de sua composição bromatológica, devido ao fato de serem considerados resíduos, podendo existir contaminantes, variações no valor nutritivo entre indústrias e entre épocas do ano.

Existem diversos subprodutos da agroindústria disponíveis no mercado, dentre eles pode-se destacar o farelo de gérmen de milho e o farelo de arroz integral, como alimentos energéticos alternativos, e a casca de algodão e casca de soja, como fontes de volumoso para dietas de ruminantes.

O farelo de gérmen de milho é obtido pelo processamento por via seca e com a extração por solvente, gerando o óleo (Fernandes, 1998), apresenta 9,3% de proteína bruta, 7,2% de extrato etéreo e 32,4% de fibra em detergente neutro, expressos em porcentagem da matéria seca (Rocha Jr. et al., 2003). É um subproduto produzido em grande escala e com valor nutritivo ainda pouco conhecido, sendo assim, necessita-se mais estudos para intensificar sua utilização na alimentação animal.

Ezequiel et al. (2004) e Mendes et al. (2005), substituindo 50% do milho por farelo de gérmen de milho para bovinos (Nelore e  $\frac{3}{4}$  Simental +  $\frac{1}{4}$  Nelore, respectivamente), não encontraram diferença para o ganho de peso e características de carcaça desses animais, porém, no primeiro trabalho observou-se indício de maior deposição de gordura subcutânea quando se utilizou o farelo de gérmen de milho.

O farelo de arroz integral é o resultado do processo de polimento dos grãos de arroz, quando são removidas as camadas do pericarpo e tegumento, além de partículas remanescentes da casca, normalmente acrescenta-se o “brunido”, constituído da porção amilácea interna e da camada aleurona. A adição da casca aumenta seus teores de sílica, lignina e fibra bruta, o que deprecia o seu valor nutritivo. O farelo de arroz representa em média 12% (5 a 14%) do grão de arroz com casca. Este rendimento varia de acordo com o processo de beneficiamento, além, evidentemente, de fatores como variedade do arroz, área de cultivo e tratamentos culturais (adubação, irrigação, etc). Porém, arroz de mesma origem e variedade, beneficiado da mesma forma, fornece produto praticamente uniforme (Prates, 1995).

O farelo de arroz integral apresenta 13,7% de proteína bruta e 24,1% de fibra em detergente neutro, expressos em porcentagem da matéria seca (Rocha Jr. et al., 2003), possui teores variáveis de extrato etéreo (entre 6,4-21,0%), é rico

predominantemente em lipídios neutros (lipídios de reservas), sendo que a principal classe são os triglicerídeos. O total de ácidos graxos saturados é de 14,7% e de ácidos graxos insaturados é de 74,3% (Prates, 1995).

O milho tem um bom equilíbrio no metabolismo dos ruminantes em função das suas características inerentes (matriz protéica, baixa degradabilidade ruminal, alta digestibilidade do amido no intestino delgado, entre outros fatores), segundo Zeoula & Caldas Neto (2001). Dessa forma, parece oportuno fazer comparações do milho com outras fontes energéticas no desempenho de animais em terminação e avaliando as características químicas e cinéticas de degradação de subprodutos agroindustriais, devido também, às possíveis oscilações de preços, trazendo alternativas de alimentos energéticos para este fim.

A casca de algodão é um subproduto obtido após o esmagamento do grão para extração do óleo, antes da laminação para formação do farelo, apresenta 3,8% de proteína bruta, 88,9% de fibra em detergente neutro e 55,6% de fibra em detergente ácido (Silva et al., 2004). Considerada como alimento fibroso e de baixo valor nutricional, a casca de algodão tem como componente principal a fibra em detergente neutro e uma proporção relativamente considerável de fibra em detergente ácido, na qual tendem a se correlacionar negativamente com a digestibilidade da matéria seca e da fibra em detergente neutro.

No entanto, a casca de algodão possui boa palatabilidade, favorecendo o aumento do consumo pelos animais (Moore et al., 1990; Torrent et al., 1994; Hall & Akinyode, 2000; Rogers et al., 2002).

A casca de algodão é bastante utilizada em dietas para bovinos em terminação em outros países, constituindo, em algumas situações, a principal fonte de volumoso

disponível para os animais devido à facilidade de manipulação, aceitabilidade, disponibilidade e baixo custo.

A casca do grão de soja é, fisicamente, o envoltório do grão separado do embrião no processamento industrial, possui 13,8% de proteína bruta, alto teor de fibra em detergente neutro (64,3%) e fibra em detergente ácido (48,6%), mas baixa quantidade de lignina (em torno de 2%), expressos em porcentagem da matéria seca (Silva et al., 2004). Possui também uma fina película, rica em pectina que compreende 30% dos carboidratos insolúveis (Gnanasambandam & Proctor, 1999), conferindo ao resíduo, alta digestibilidade, superior a 90% (Zambom et al., 2001).

Em relação à sua composição química, a casca de soja pode ser considerada como alimento fibroso caracterizado por degradação ruminal mais lenta que alimentos concentrados e mais rápida que alimentos volumosos convencionais, o que leva este subproduto a provocar uma diminuição menos drástica no pH ruminal. No entanto, para utilizá-la deve-se corrigir alguns fatores nutricionais, pois a casca de soja possui baixos teores de fibra fisicamente efetiva, havendo, assim necessidades de inclusões de outras fontes fibrosas, como a casca do caroço de algodão, para estimular a mastigação e ruminação pelo animal, obtendo assim boas condições ruminais.

## 2. Fibra de Fontes Não-Forragem (FFNF)

A fibra é definida nutricionalmente como a fração do alimento lentamente digestível e uma fração indigestível, que ocupa espaço no trato gastrintestinal dos animais (Mertens, 1992). O papel primário das forragens é prover fibra. A fibra provém fonte de carboidratos utilizados como fonte de energia (ácidos graxos

voláteis) pelos microrganismos do rúmen, sendo também essencial para estimular a mastigação e ruminação pelo animal.

Além da forragem, outras fontes de alimentos, como os subprodutos agroindustriais e alimentícias, contribuem para o fornecimento de fibra na dieta de ruminantes. Entre eles, destacam-se a casca de algodão, casca de soja, polpa cítrica, resíduo de cervejaria, bagaço de cana, entre outros. A maioria dos subprodutos possui uma quantidade relativamente alta de fibra potencialmente digestível e baixo conteúdo de lignina, podendo contribuir para o valor da fibra na formulação de dietas para ruminantes (Armentano & Pereira, 1997)

Quando uma grande quantidade de fibra oriunda de forragens é incluída na dieta e a densidade energética da mesma é baixa, ocorrerá redução no consumo e conseqüentemente na produtividade animal. Alimentos ricos em fibra e pouco digestíveis geralmente reduzem o consumo de matéria seca, como conseqüência da quantidade de material indigestível, que ocupa espaço dentro do rúmen, causando distensão física do epitélio ruminal (Church, 1993).

Apesar do elevado teor de fibra em detergente neutro e fibra em detergente ácido da casca de algodão, este subproduto tem a característica peculiar de não afetar o consumo. Ao contrário, diversos autores relataram aumento linear do consumo por bovinos de corte e de leite alimentados com este subproduto (Hall & Akinyode, 2000).

Segundo Chizzotti et al. (2005), o fornecimento de casca de algodão até o nível de 30% na MS total favoreceu o consumo dos nutrientes sem afetar a digestibilidade dos mesmos. Magalhães et al. (2005), encontraram desempenho adequado de novilhos mestiços de origem leiteira em confinamento, não afetando as

características de carcaça dos animais alimentados com 30% na MS total de casca de algodão, como fonte alternativa de fibra.

Alguns autores definem a casca de soja como um volumoso-concentrado, pois tem a função fisiológica de fibra vegetal e funciona como um grão de cereal em termos de disponibilidade de energia. Além de possuir uma boa aceitabilidade, a sua inclusão em dietas à base de forragens (como suplemento) proporciona efeitos associativos positivos, pois promove a manutenção do pH ruminal e assim, não prejudica a digestibilidade da fibra (McGregor et al, 1976; Sudweeks, 1977; Anderson et al., 1988; Martin & Hibberd, 1990; Grigsby et al., 1993).

Em determinadas condições de preço, os subprodutos podem minimizar os custos da alimentação, já que forragens conservadas, geralmente, são uma fonte volumosa mais cara em relação a fibras de fonte não-forragem.

### 3. Ácido Linoléico Conjugado na Carne Bovina

Atualmente, em países mais desenvolvidos, há uma preocupação com a saúde alimentar humana, não somente no que diz respeito à qualidade sanitária dos alimentos, mas principalmente em relação aos possíveis efeitos (maléficos ou benéficos) de determinados alimentos ou nutrientes para a saúde dos consumidores.

A associação entre ingestão de gordura e problemas de saúde, focando principalmente a gordura animal (gordura saturada), particularmente os ácidos mirístico (C<sub>14:0</sub>) e palmítico (C<sub>16:0</sub>), sobre a concentração plasmática das lipoproteínas de baixa densidade (LDL) foi adotada com vigor pelos consumidores.

Porém, novos estudos têm demonstrado falhas nessa concepção simplista, principalmente quando as gorduras são desagregadas, chegando aos ácidos graxos isoladamente. Ao contrário do que se pensava, pesquisas recentes têm mostrado que

o leite e a carne também possuem substâncias com ação benéfica na prevenção de doenças vasculares, cardíacas e neoplásicas, como o ácido linoléico conjugado (CLA) e os ácidos graxos da série ômega-3.

O CLA é um termo utilizado para descrever a mistura de isômeros geométricos e de posição do ácido octadecadienóico, que possuem uma dupla ligação após duas ligações simples. Esta alternância entre uma ligação dupla e uma ligação simples é denominada "conjugação". O isômero principal de CLA na gordura do leite de vacas é *cis*-9, *trans*-11, representando 80 a 90% do CLA total, sendo também o isômero predominante na carne de ruminantes, porém em menor quantidade quando comparado ao leite (Parodi, 1977; Bauman et al., 1999; Sehat et al., 1999).

A isomerização da cadeia na dupla *cis*-12 representa o passo inicial durante a biohidrogenação dos ácidos graxos que contêm *cis*-9, *cis*-12 C<sub>18</sub> (ácido linoléico ou linolênico). A enzima isomerase linoleato (EC 5.2.1.5) está ligada à membrana da célula bacteriana e demonstra uma exigência absoluta de substrato de sistema duplo *cis*-9, *cis*-12 e um grupo carboxila livre para formar cadeias duplas conjugadas.

Baseado nas cinéticas de biohidrogenação do rúmen, para o qual o *trans*-11 C<sub>18:1</sub> pode ser disponível para a absorção, foi proposto que uma porção do CLA na gordura dos ruminantes era de origem endógena (Griinari et al., 1999). Foi concluído por hipótese que o *cis*-9, *trans*-11 CLA endógeno originaria da dessaturação do *trans*-11 C<sub>18:1</sub> pela enzima  $\Delta^9$ -*dessaturase*.

A glândula mamária, para vacas em lactação, e o tecido adiposo, para animais em crescimento, são os locais aparentes da síntese endógena de *cis*-9, *trans*-11 CLA baseados na atividade da enzima  $\Delta^9$ -*dessaturase*, na qual *vai* introduzir uma cadeia dupla-*cis* entre os carbonos 9 e 10 dos ácidos graxos. O estearoil-CoA e palmitoil-CoA são os substratos principais para a  $\Delta^9$ -*dessaturase*. Os produtos dos ácidos

graxos desta reação são componentes importantes de fosfolipídeos e triacilgliceróis, particularmente, para manutenção do fluido de membrana (Pollard et al., 1980).

A segunda reação é uma redução onde o *cis*-9, *trans*-11 CLA é convertido a *trans*-11 C<sub>18:1</sub>, caso o CLA não seja absorvido através da parede do rúmen. Em estudos *in vitro*, utilizando ácido linoléico marcado cultivado em conteúdos ruminais, demonstraram que a isomerização da cadeia dupla do *cis*-12 foi seguida por conversão rápida de *cis*-9, *trans*-11 CLA para o ácido *trans*-vacênico (*trans*-11 C<sub>18:1</sub>). A hidrogenação do *trans*-11 C<sub>18:1</sub> aconteceu mais vagarosamente, ocorrendo um aumento na concentração (Singh & Hawke, 1979). Então, a redução na concentração do *trans*-11 C<sub>18:1</sub>, parece ser a seqüência da biohidrogenação dos ácidos graxos insaturados C<sub>18</sub> mais limitante. Como consequência, este intermediário na biohidrogenação, acumula no rúmen, sendo mais disponível para a absorção.

Vários estudos sugerem diferentes mecanismos pelo qual o CLA poderia atuar como anticarcinogênico, antioxidante, prevenção do colesterol e indutor da aterosclerose, redução do acúmulo de gordura corporal, habilidade de melhorar a promoção de crescimento, melhora da diabetes e melhora do metabolismo ósseo (Tanaka, 2005).

A descoberta de novos componentes naturais em alimentos com propriedades anticarcinogênicas é atualmente um importante elemento na estratégia de prevenção do câncer. A maioria das substâncias naturais que exibem atividades anticarcinogênicas é originada de plantas. Uma exceção é o ácido linoléico conjugado (CLA), um ácido graxo presente em gorduras de produtos de ruminantes (carne e leite), podendo ser um grande avanço para que os consumidores e a sociedade médica mudem seus conceitos e aceitem a carne vermelha como um produto saudável.

## REFERÊNCIAS

- ANDERSON, K.N.; MERRIL, J.K.; McDONNELL, M.L.; KLOPFENSTEIN, T.J. Digestibility and utilization of mechanically processed soybean hulls by lambs and steers. **Journal of Animal Science**, v.66, p.2965-2976. 1988.
- ARMENTANO, L.; PEREIRA, M. Measuring the effectiveness of fiber by animal response trials. **Journal of Dairy Science**, v.80, n.7, p.1416-1425, 1997.
- BAUMAN, D. E., BAUMGARD, L. H., CORL, B. A et al. Biosynthesis of conjugated linoleic acid in ruminants. **Proceedings**. 1999. Cornell University, Ithaca, New York. And Helsinki University, Helsinki, Finland. 1999.
- CHIZZOTTI, M.L.; VALADARES FILHO, S.C.; LEÃO, M.I. et al. Casca de algodão em substituição parcial à silagem de capim-elefante para novilhos. 1. Consumo, degradabilidade e digestibilidade total e parcial. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.6, p. 2093-2102. 2005.
- CHURCH, D.C. **The ruminant animal** – Digestive physiology and nutrition. Illinois: Waveland Press, 1993. 564p.
- CONAB - <http://www.conab.gov.br/centro.asp?aPAG=9>, acessado em 14 de dezembro de 2005.
- EZEQUIEL, J.M.B.; GALATI, R.L.; MENDES, A.R. et al. Desempenho e características de carcaça de bovinos da raça Nelore alimentados com diferentes fontes energéticas, em confinamento. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 41., 2004, Campo Grande. **Anais...** Campo Grande: Sociedade Brasileira de Zootecnia, [2004]. CD-ROOM. Nutrição de Ruminantes.
- FADEL, J.G. Quantitative analyses of selected plant by-product feedstuffs, a global perspective. **Animal Feed Science and Technology**, v.79, n.4, p.255-268, 1999.
- FERNANDES, V.G. **Subprodutos na industrialização do milho**. Mogi Guaçu: Corn Products do Brasil, 1998. Não paginado. Apostila.
- GNANASAMBANDAM, R.; PROCTOR, A. Preparation of soy hull pectin. **Food Chemistry, Exeter**, v.65, p.461-467, 1999.
- GRIGSBY, K.N.; KERLEY, M.S.; PATERSON, J.A. WEIGEL, J.C. Combinations of starch and digestible fiber in supplements for steers consuming a low-quality bromegrass hay diet. **Journal of Animal Science**, v.71, n.4, p.1057-1064. 1993.
- GRIINARI, J.M.; NURMELA, K.; DWYER, D.A. Variation of milk fat concentration of conjugated linoleic acid and milk fat percentage is associated with a change in ruminal biohydrogenation. **Journal of Animal Science**, Savoy, v.77, Suppl. 1, p.117-118, 1999.

- HALL, M.B.; AKINYODE, A. Cottonseed hulls: working with a novel fiber source. In: ANNUAL FLORIDA RUMINANT NUTRITION SYMPOSIUM, 11., 2000, Gainesville. **Proceedings...** Gainesville, 2000. p.179-186.
- LIMA, M.L.M. Uso de subprodutos da agroindústria na alimentação de bovinos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 42., 2005, Goiânia, GO. **Anais...**Goiânia: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2005. p.322-329.
- MAGALHÃES, K.A.; VALADARES FILHO, S.C.; PAULINO, M.F. et al. Desempenho, composição física e características de carcaça de novilhos alimentados com diferentes níveis de casca de algodão, em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.6, p.2466-2474. 2005.
- MARTIN, S.K.; HIBBERD, C.A. Intake and digestibility of low-quality native grass hay by beef cows supplemented with graded levels of soybean hulls. **Journal of Animal Science**, v.68, n.12, p.4319-4325. 1990.
- McGREGOR, C.A.; OWEN, F.G.; McGILL, L.D. Effect of increasing ration fiber with soybean mill run on digestibility and lactation performance. **Journal of Dairy Science**, v.59, p.682-689, 1976.
- MENDES, A.R.; EZEQUIEL, J.M.B.; GALATI, R.L.; FEITOSA, J.V. Desempenho, parâmetros plasmáticos e características de carcaça de novilhos alimentados com farelo de girassol e diferentes fontes energéticas, em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.2, p.692-702. 2005.
- MERTENS, D.R. Analysis of fiber in feeds and its use in feed evaluation and ration formulation. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE RUMINANTES, Lavras, 1992. **Anais...** Lavras: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1992. p. 1-32.
- MOORE, J.A.; POORE, M.H.; SWINGLE, R.S. Influence of roughage source on kinetics of digestion and passage, and on calculated extents of ruminal digestion in beef steers fed 65% concentrate diets. **Journal of Animal Science**, v.68, n.10, p.3412-3420, 1990.
- OLTJEN, J.W. & BECKETT, P.V. Role of ruminant livestock in sustainable agricultural systems. **Journal of Animal Science**, v.74, n.6, p.1406-1409. 1996.
- PARODI, P.W. Conjugated octadecadienoic acids of milk fat. **Journal of Dairy Science**, v.60, p.1550-1553, 1977.
- POLLARD, M.R.; GUNSTONE, F.D.; JAMES, A.T.; MORRIS, L.J. Desaturation of positional and geometric isomers of monoenoic fatty acids by microsomal preparations from rat liver. **Lipids**, v.15, p.306-314, 1980.
- PRADO, I.N. & MOREIRA, F.B. **Suplementação de bovinos no pasto e alimentos alternativos usados na bovinocultura**. Maringá: Eduem, 2002. 162p.
- PRADO, I.N.; MARTINS, A.S.; ALCALDE, C.R. et al. Desempenho de novilhas alimentadas com rações contendo milho ou casca de mandioca como fonte energética e farelo de algodão ou levedura como fonte protéica. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.1, p.278-287, 2000.
- PRATES, E.R. Arroz e cereais de inverno. In: SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE BOVINOS, 6., 1995, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz – FEALQ, 1995. p.73-98.
- ROCHA JÚNIOR, V.R.; VALADARES FILHO, S.C.; BORGES, A.M. et al. Determinação do valor energético de alimentos para ruminantes pelo sistema de equações. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.2, p.473-479, 2003.
- ROGERS, G.M.; POORE, M.H.; PASCHAL, J.C. Feeding cotton products to cattle. **The Veterinary Clinics Food Animal Practice**, v.18, p.267-294. 2002.

- SEHAT, N.; RICKERT, R.; MOSSOBA, M.M. et al. Improved separation of conjugated fatty acid methyl esters by silver ion-high-performance liquid chromatography. **Lipids**, v.34, p.407-413, 1999.
- SILVA, D.C.; KAZAMA, R.; FAUSTINO, J.O. et al. Digestibilidade *in vitro* e degradabilidade *in situ* da casca do grão de soja, resíduo de soja e casca de algodão. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v.26, n.4, p.501-506. 2004.
- SINGH, S.; HAWKE, J.C. The *in vitro* lipolysis and biohydrogenation of monogalactosyldiglycerides by whole rumen contents and its fractions. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v.30, p. 603-612, 1979.
- SUDWEEKS, E.M. Digestibility by sheep of diets of citrus pulp, corn or soybean mill feed with three forages. **Journal of Dairy Science**, v.60, p.1410-1415. 1977.
- TANAKA, K. Occurrence of conjugated linoleic acid in ruminant products and its physiological function. **Animal Science Journal**, v.76, n.4, p.291-303. 2005.
- TORRENT, J.; JOHNSON, D.E.; KUJAWA, M.A. Co-product fiber digestibility: kinetic and *in vivo* assessment. **Journal of Animal Science**, v.72, n.3, p.790-795, 1994.
- ZAMBOM, M.A.; SANTOS, G.T.; MODESTO, E.C. et al. Valor nutricional da casca do grão de soja, farelo de soja, milho moído e farelo de trigo para bovinos. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v.23, n.4, p.937-943. 2001.
- ZEOULA, L.M. & CALDAS NETO, S.F. Recentes avanços em amido na nutrição de vacas leiteiras. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE BOVINOCULTURA DE LEITE - SINLEITE, 2., 2001, Lavras. Anais... Lavras: UFLA, 2001. p.228-243.

## OBJETIVOS GERAIS

O objetivo deste trabalho foi avaliar fontes energéticas alternativas, como o gérmen de milho ou farelo de arroz em substituição ao milho, sobre o desempenho animal, digestibilidade aparente das dietas, características e qualidade de carcaça de novilhas mestiças em confinamento recebendo uma dieta exclusivamente composta por subprodutos agroindustriais como fonte volumosa (casca de algodão e casca de soja), onde foram avaliados:

1. Degradabilidade ruminal dos subprodutos agroindustriais utilizados como ingredientes das rações experimentais, digestibilidade aparente das rações experimentais e desempenho de novilhas mestiças em confinamento;
2. Características de carcaça, composição físico-química, força de cisalhamento e composição de ácidos graxos do músculo *Longissimus dorsi* de novilhas mestiças em confinamento.

## CAPÍTULO II

### **Cascas de Algodão e de Soja e Farelos de Gérmen de Milho ou de Arroz na Alimentação de Novilhas Mestiças: Degradabilidade Ruminal, Digestibilidade Aparente e Desempenho**

**Resumo:** Objetivou-se avaliar a degradabilidade ruminal de alguns subprodutos agroindustriais, a digestibilidade aparente das dietas e o desempenho de novilhas mestiças em confinamento alimentadas com cascas de algodão (CAL) e de soja (CSO), como volumosos, e com diferentes fontes energéticas como o milho moído (MIL), farelo de gérmen de milho (GMI) ou farelo de arroz integral (FAR). Para o ensaio de degradabilidade ruminal foram utilizados três bovinos da raça Holandesa, portadores de cânula ruminal e com peso vivo médio de  $400 \pm 64$  kg. Para a determinação da digestibilidade aparente das rações experimentais e desempenho animal foram utilizadas 24 novilhas mestiças, com peso vivo médio de  $286 \pm 35$  kg, distribuídas em três tratamentos em delineamento inteiramente casualizado. Dentre os alimentos volumosos, a CAL mostrou uma degradação ruminal mais lenta que a CSO, com degradabilidade efetiva da matéria seca (DEMS) (5%/h) de 20,21% e 40,06%, respectivamente. O FAR e o GMI apresentaram DEMS e degradabilidade efetiva da proteína bruta (DEPB) (5%/h), maior que o MIL. Não houve diferença ( $P>0,05$ ) entre as novilhas alimentadas com as diferentes rações experimentais para o consumo de matéria seca (MS) (10,32 kg/dia) e demais nutrientes, com exceção no consumo de extrato etéreo (EE), que foi maior para as rações com GMI e FAR (0,41 kg/dia) em relação a ração MIL (0,25 kg/dia), devido ao maior teor de EE presente nestas rações. A ração com GMI apresentou maior digestibilidade aparente da MS, PB e EE em relação a ração com MIL. O desempenho de novilhas mestiças em confinamento não diferiu ( $P>0,05$ ) entre as rações com MIL, GMI e FAR, apresentando ganho médio diário de 1,23 kg/dia e conversão alimentar da MS de 8,45 kg de MS/kg de ganho.

Palavras-chave: alimentos energéticos, ganho médio diário, produção animal, subprodutos agroindustriais

## **Cottonseed Hulls and Soybean Hulls, Corn Germ Meal or Rice Bran in Crossbred Heifer Feeding: Ruminal Degradability, Apparent Digestibility and Performance**

**Abstract:** It was aimed to evaluate ruminal degradability of some agroindustrial by-products, apparent digestibility of diets and performance of feedlot heifers fed cottonseed hulls (CSH) and soybean hulls (SBH) as roughage, and different energy sources like ground corn (COR), corn germ meal (CGM) or rice bran (RIB). Three Holstein steers, each fitted with a ruminal cannula and weighing  $400 \pm 64$  kg, were used for ruminal degradability trial. Twenty-four crossbred heifers were allocated in a completely randomized design with three treatments for the determination of experimental ration apparent digestibility and animal performance. Regarding roughage feeds, CSH presented slower ruminal degradation than SBH, with dry matter effective degradability (DMED) values of 20.21% and 40.06%, respectively. RIB and CGM presented higher DMED and crude protein effective degradability (CPED) (5%/h) than COR. There wasn't any difference ( $P>0.05$ ) among heifers fed different experimental rations in dry matter intake (10,32 kg/day) and other nutrient intake, exception to ether extract (EE) intake, which was higher in CGM and RIB rations (0.41 kg/day) when compared to COR ration (0.25 kg/day) due to higher content of ether extract in these rations. The CGM ration presented higher apparent digestibility of DM, CP and EE in relation to COR ration. The performance of feedlot heifers didn't differ ( $P>0.05$ ) among rations with COR, CGM and RIB, providing an average daily gain of 1.23 kg/day and feed conversion of 8.45 kg of DM/kg of gain.

**Keywords:** agroindustrial by-products, alternative energy source, animal production, average daily gain

## **Introdução**

A utilização de novilhas em confinamento deve-se ao descarte das mesmas no momento da reposição do plantel em função do aumento da fertilidade do rebanho nacional. O Brasil apresenta excelentes condições para produção de bovinos a pasto, no entanto, na época das secas (inverno), a baixa capacidade vegetativa das pastagens devido ao déficit hídrico, principalmente em regiões áridas e semi-áridas, acarretaria em maior tempo para que as novilhas atingissem o peso de abate em relação ao confinamento.

O sistema intensivo de confinamento acarreta em grande utilização de insumos, fazendo com que a alimentação represente em torno de 70-80% dos custos, tornando o sistema bastante oneroso.

Sendo assim, cresce a procura e a utilização de subprodutos agroindustriais na alimentação de ruminantes, devido às questões ambientais e econômicas. Os subprodutos agroindustriais são caracterizados pela heterogeneidade de sua composição bromatológica, oscilando seu valor nutritivo entre indústrias e épocas do ano. Desta forma, é de suma importância a sua caracterização química, para que sejam corretamente utilizados na dieta de bovinos.

Existem diversos subprodutos agroindustriais disponíveis no mercado, dentre eles podem-se destacar as cascas de algodão e de soja (fontes alternativas de fibra) e farelos de gérmen de milho e arroz integral (fontes alternativas de energia).

A casca de algodão é um subproduto obtido após o esmagamento do grão para extração do óleo, antes da laminação para formação do farelo, apresenta 3,8% de proteína bruta, 88,9% de fibra em detergente neutro e 55,6% de fibra em detergente ácido, expressos em porcentagem da matéria seca (MS) (Silva et al., 2004), sendo considerada como um alimento fibroso e de baixo valor nutricional.

A casca do grão de soja é o envoltório do grão separado do embrião no processamento industrial, possui 13,8% de proteína bruta, alto teor de fibra em detergente neutro (64,3%) e fibra em detergente ácido (48,6%) (% da MS), mas baixa quantidade de lignina (em torno de 2%) (Silva et al., 2004). Possui também uma fina película, rica em pectina que compreende 30% dos carboidratos insolúveis (Gnanasambandam & Proctor, 1999), conferindo ao resíduo alta digestibilidade, superior a 90% (Zambom et al., 2001).

Segundo a CONAB, as culturas de soja e algodão (safra 2004/2005) tiveram uma produção de 51.090.100 e 2.110.300 toneladas, respectivamente. A cada tonelada de grão de soja processada para extração de óleo, cerca de 2% é transformado em casquinha (Zambom et al., 2001), e para cada tonelada de caroço de algodão processado, são obtidos aproximadamente 245 kg de casca (Hall & Akinyode, 2000). Sendo assim, as produções de cascas de soja e algodão provavelmente alcançaram valores de 1.021.802 e 517.024 toneladas, respectivamente.

O farelo de gérmen de milho é obtido pelo processamento por via seca e com a extração por solvente, gerando o óleo (Fernandes, 1998), apresenta 9,3% de proteína bruta, 7,2% de extrato etéreo e 32,4% de fibra em detergente neutro (% da MS) (Rocha Jr. et al., 2003). É um subproduto produzido em grande escala e com valor nutritivo ainda pouco conhecido, sendo assim, necessita-se mais estudos para intensificar sua utilização na alimentação animal.

O farelo de arroz integral é o resultado do processo de polimento dos grãos de arroz, quando são removidas as camadas do pericarpo e tegumento, além de partículas remanescentes da casca, apresenta 13,7% de proteína bruta e 24,1% de fibra em detergente neutro (% da MS) (Rocha Jr. et al., 2003), possui teores variáveis

de extrato etéreo (6,4 - 21,0%), é rico predominantemente em lipídios de reservas (neutros), sendo que a principal classe são os triglicerídeos (Prates, 1995).

O milho tem um bom equilíbrio no metabolismo dos ruminantes em função das suas características inerentes (matriz protéica, baixa degradabilidade ruminal, alta digestibilidade do amido no intestino delgado, entre outros fatores), segundo Zeoula & Caldas Neto (2001). Dessa forma, parece oportuno fazer comparações do milho com outras fontes energéticas no desempenho e características de carcaça de animais em terminação, trazendo alternativas de alimentos energéticos para este fim.

Objetivou-se avaliar a degradabilidade ruminal da matéria seca e proteína bruta dos alimentos, digestibilidade aparente das dietas e desempenho de novilhas mestiças em confinamento alimentadas com uma dieta composta exclusivamente por subprodutos da agroindústria, tendo como volumosos, as cascas de algodão e de soja, e como fontes energéticas, o farelo de gérmen de milho ou farelo de arroz integral em substituição ao milho.

### **Material e Métodos**

O experimento foi conduzido no setor de Bovinocultura de Corte da Fazenda Experimental de Iguatemi e as análises químicas no Laboratório de Análises de Alimentos e Nutrição Animal, pertencentes ao Departamento de Zootecnia da Universidade Estadual de Maringá (UEM).

Para avaliar a degradabilidade ruminal da matéria seca (MS) e proteína bruta (PB) dos alimentos foram utilizados três bovinos da raça Holandesa, castrados, portadores de cânula ruminal, com peso vivo médio de  $400 \pm 64$  kg.

Para avaliar a digestibilidade aparente das rações experimentais e o desempenho animal foram utilizadas 24 novilhas mestiças ( $4 \frac{1}{2}$  Limousin +  $\frac{1}{2}$

Nelore; 9 ½ Limousin + ¼ Nelore + ¼ Red Angus; 4 ½ Limousin + ¼ Nelore + ¼ Simental; 2 ½ Marchigiana + ¼ Nelore + ¼ Simental; 5 ¾ Red Angus + ¼ (Nelore+Guzerá)), com aproximadamente 20 meses de idade e peso vivo médio de 286 ± 35 kg.

As rações experimentais foram formuladas de acordo com o NRC (1996) para ganho de 1,20 kg/dia, foram isoprotéicas e isoenergéticas, com relação volumoso:concentrado 67:33. A composição química dos alimentos presente nas rações encontra-se na Tabela 1. A fração volumosa das rações foi constituída de casca de soja e casca de algodão (68:32) e o concentrado continha diferentes fontes energéticas: milho moído (MIL) ou farelo de gérmen de milho (GMI) ou farelo de arroz integral (FAR), perfazendo três rações experimentais (Tabela 2).

TABELA 1 - Composição química dos alimentos (%MS)

TABLE 1 - Chemical composition of feeds (%DM)

Nutrientes <i>Nutrients</i>	Alimentos <i>Feeds</i>					
	CAL <i>CSH</i>	CSO <i>SBH</i>	FAL <i>CSM</i>	FAR <i>RIB</i>	GMI <i>CGM</i>	MIL <i>COR</i>
MS <i>DM</i>	90,16	90,10	90,18	91,03	89,59	88,59
MO <i>OM</i>	97,55	95,81	93,68	94,74	96,37	98,16
MM <i>MM</i>	2,45	4,19	6,32	5,26	3,63	1,84
PB <i>CP</i>	4,35	9,94	46,69	16,93	10,17	8,89
PDR (%PB) <i>RDP (%CP)</i>	21,38	57,04	55,39	69,58	73,55	47,13
EE <i>EE</i>	1,50	1,65	1,17	16,52	11,54	4,80
FDN <i>NDF</i>	91,64	71,43	35,73	21,89	15,36	27,08
FDA <i>NDA</i>	59,63	53,54	21,49	8,78	4,96	6,65
LIG <i>LIG</i>	10,19	6,09	4,15	3,60	1,05	1,96
FDNi <i>iNDF</i>	38,78	3,56	8,68	11,17	2,57	0,80
CHOT <i>TCHO</i>	91,70	84,22	45,81	61,29	74,66	84,47
NDT <sup>1</sup> <i>TDN</i>	49,79	67,59	67,88	87,17	86,44	81,92

CAL: casca de algodão; CSO: casca de soja; FAL: farelo de algodão; FAR: farelo de arroz integral; GMI: farelo de gérmen de milho; MIL: milho moído. MS: matéria seca; MO: matéria orgânica; MM: matéria mineral; PB: proteína bruta; PDR: proteína degradável no rúmen; EE: extrato etéreo; FDN: fibra em detergente neutro; FDA: fibra em detergente ácido; LIG: lignina; FDNi: fibra em detergente neutro indigestível; CHOT: carboidratos totais; NDT: nutrientes digestíveis totais. <sup>1</sup>Valores estimados através das equações descritas por Kears (1982).

*CSH: cottonseed hulls; SBH: soybean hulls; CSM: cottonseed meal; RIB: rice bran; CGM: corn germ meal; COR: ground corn; DM: dry matter; OM: organic matter; MM: mineral matter; CP: crude protein; RDP: rumen degradable protein; EE: ether extract; NDF: neutral detergent fiber; ADF: acid detergent fiber; LIG: lignin; iNDF: indigestible neutral detergent fiber; TCHO: total carbohydrate; TDN: total digestible nutrients. <sup>1</sup>Estimated values by equations from Kears (1982).*

TABELA 2 - Percentual dos ingredientes e composição química das rações experimentais

TABLE 2 - Percentage of ingredients and chemical composition of experimental rations

Ingredientes <i>Ingredients</i>	Rações experimentais <i>Experimental rations</i>		
	MIL <i>COR</i>	GMI <i>CGM</i>	FAR <i>RIB</i>
Casca de Algodão <i>Cottonseed hulls</i>	21,49	21,53	21,49
Casca de Soja <i>Soybean hulls</i>	45,07	45,18	45,08
Farelo de Algodão <i>Cottonseed meal</i>	7,05	7,06	7,05
Farelo de Arroz Integral <i>Rice bran</i>	-	-	17,08
Gérmen de Milho <i>Corn Germ meal</i>	-	23,86	-
Milho moído <i>Ground corn</i>	23,55	-	6,93
Sal Mineral <i>Mineral salt</i>	0,78	0,78	0,78
Calcário <i>Limestone</i>	0,78	0,78	0,78
Uréia <i>Urea</i>	1,25	0,78	0,78
Monensina <i>Monensin</i>	0,03	0,03	0,03
Nutrientes (%MS) <i>Nutrients (%DM)</i>			
Matéria seca <i>Dry matter</i>	90,01	90,21	90,38
Matéria orgânica <i>Organic matter</i>	95,14	94,70	94,55
Proteína bruta <i>Crude protein</i>	14,05	13,18	14,24
Proteína degradável no rúmen (%PB) <i>Rumen degradable protein (%CP)</i>	62,78	63,81	62,57
Extrato etéreo <i>Ether extract</i>	2,28	3,91	4,30
Matéria mineral <i>Mineral matter</i>	4,86	5,30	5,45
Fibra em detergente neutro <i>Neutral detergent fiber</i>	60,78	58,18	60,03
Fibra em detergente ácido <i>Acid detergent fiber</i>	40,03	39,72	40,43
Lignina <i>Lignine</i>	5,69	5,49	5,98
Carboidratos totais <i>Total carbohydrates</i>	78,82	77,61	76,00
Nutrientes digestíveis totais <sup>1</sup> <i>Total digestible nutrients</i>	65,24	66,67	66,52

MIL: milho moído; GMI: farelo de gérmen de milho; FAR: farelo de arroz integral. <sup>1</sup>Valores estimados através das equações descritas por Kearn (1982).

*COR: ground corn; CGM: corn germ meal; RIB: rice bran.* <sup>1</sup>Estimated values by equations from Kearn (1982).

O ensaio de degradabilidade ruminal da MS e PB foi estimado pela técnica *in situ*, utilizando-se sacos de monofilamento de poliéster, lacrados pelo calor, fabricados em náilon (ANKOM - USA), com dimensões de 10cm x 17cm e com diâmetro de poros de 53 micra. Os animais foram alimentados com a ração FAR (Tabela 2), duas vezes ao dia, às 08:30 e às 16:00 horas. Os alimentos foram moídos em peneira com crivos de 5 mm e, aproximadamente, 6 g de amostras foram pesadas em cada saco e em seguida foram incubadas em cada um dos animais em delineamento de blocos casualizados. Os sacos foram presos em triplicata a uma

barra cilíndrica de ferro inoxidável, com peso de 600 g, suspensa por um fio a fistula ruminal.

Os tempos de incubação empregados foram de 2, 4, 6, 8, 12, 24, 48, 72 e 96 horas e a introdução dos sacos no rúmen foi realizada no mesmo horário, antes do fornecimento da alimentação da manhã (8:00 h) o que permitiu que todos os sacos estivessem nas mesmas condições de fermentação. No primeiro dia foram incubados os tempos de 2, 4 e 96 horas, no segundo dia os tempos de 6, 8 e 72 horas, no terceiro dia o tempo de 48 horas e no quarto dia os tempos de 12 e 24 horas. Os tempos de 2, 4, 6, 8 e 12 horas foram retirados ao atingirem o tempo de incubação e o restante foi retirado ao mesmo tempo, às 8:00 horas do quinto dia.

Após a remoção, os sacos foram lavados em água corrente e posteriormente em máquina de lavar, em cinco ciclos por 10 min. As amostras do tempo zero hora foram colocadas em banho-maria a 39° C por 60 minutos e depois foram lavadas. Em seguida, os sacos foram submetidos à secagem em estufa de ventilação forçada, a 55°C, por 72 horas. As porcentagens de desaparecimento da MS e PB, por tempo de incubação, foram calculadas pela proporção de alimento que restaram nos sacos após incubação ruminal.

As degradabilidades da MS e PB foram calculadas através da equação descrita por Mehrez & Orskov (1977):  $p = a + b(1 - e^{-c \cdot t})$ , onde: p: taxa de degradação no tempo t; a: interceptor representando a porção prontamente solúvel no rúmen; b: fração insolúvel, mas potencialmente degradável; c: taxa constante de degradabilidade da fração b; t: tempo de incubação;  $a + b \leq 100$ .

Os parâmetros não-lineares a, b e c foram estimados pelos procedimentos iterativos de quadrados mínimos (iterative least-squares). A degradabilidade efetiva (DE) da MS e PB no rúmen foi calculada através da equação descrita por Orskov &

McDonald (1979):  $DE = a + (b * c / c + k)$ , onde: k: taxa de passagem de sólidos no rúmen, estimada para 2, 5 e 8%/h que são atribuídas, respectivamente, ao nível baixo, médio e alto de ingestão alimentar (AFRC, 2000) e os demais parâmetros foram descritos na equação anterior.

Antes do período de adaptação das novilhas ao confinamento, que foi de 14 dias, as mesmas foram vermifugadas e identificadas com brincos de plástico. Pelo fato de as novilhas apresentarem diferentes graus de sangue e para prevenir que este efeito influenciasse as variáveis medidas, os animais foram distribuídos de modo casual, mas de forma que em cada ração experimental houvesse números iguais de graus de sangue. Em seguida, as novilhas foram alojadas individualmente em baias de 10 m<sup>2</sup>. As baias eram cercadas com vergalhões de aço, piso de concreto, sendo metade da baia coberta com telha de zinco. Os bebedouros, com capacidade para 250 litros de água, eram localizados na área descoberta de cada baia. Os comedouros, construídos de alvenaria, estavam disponíveis na parte coberta, com 2m lineares/baia. A limpeza das baias foi realizada três vezes por semana.

Durante o período experimental foi avaliado o ganho médio diário, consumo e conversão alimentar. Os animais foram pesados no início do experimento e, posteriormente, a cada 28 dias, totalizando um período de 52 dias de confinamento. As pesagens foram efetuadas pela manhã, com jejum de sólidos, antes dos animais receberem a primeira alimentação do dia.

Para avaliar o consumo médio das rações, determinado a cada 28 dias, estas foram pesadas e acondicionadas em tambores de 200 litros para cada animal. O abastecimento de ração foi realizado conforme a necessidade, anotando sempre, a quantidade de ração introduzida nos tambores. No final do período de 28 dias, pesava-se a quantia restante no tambor e a sobra no comedouro referente a cada

animal, subtraindo do total de ração introduzida no tambor. A quantidade de ração fornecida foi dividida pelo número de dias (28), obtendo-se assim, o consumo médio diário de cada animal.

Na última semana do experimento, procedeu-se a coleta de fezes dos animais, durante sete dias, para determinação dos coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca (CDMS), matéria orgânica (CDMO), proteína bruta (CDPB), extrato etéreo (CDEE), fibra em detergente neutro (CDFDN), fibra em detergente ácido (CDFDA) e carboidratos totais (CDCHOT). As amostras de fezes foram coletadas, pela manhã, no chão, com auxílio de uma colher com haste longa, imediatamente após os animais defecarem, para evitar possíveis contaminações. As amostras de fezes foram acondicionadas em sacos plásticos, identificados por tratamento, baia e animal, sendo armazenadas sob congelamento a  $-20^{\circ}\text{C}$ , para que posteriormente fossem efetuadas as análises laboratoriais.

Para obtenção das estimativas de excreção fecal foi utilizado como indicador a FDN indigestível (FDNi), conforme proposto por Cochran et al. (1986). A FDNi foi estimada pela incubação ruminal de amostras de alimentos e fezes acondicionadas em filtros F57 da Ankom®, por 196 horas. Em seguida, procedeu-se análise de fibra em detergente neutro.

Como as rações experimentais tinham o aspecto físico farelado e homogêneo, o que impossibilitava a seleção de alimentos pelos animais, as sobras no cocho foram pesadas, porém não foram amostradas para as análises químicas.

A excreção fecal dos animais foi calculada através da equação:

$$EF = \frac{CFDNi}{FDNiF} \quad \text{onde: } CFDNi: \text{ consumo de FDNi (kg/dia);}$$
$$FDNiF: \text{ concentração de FDNi nas fezes (kg/kg).}$$

Os coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca (CDMS) e dos nutrientes (CDN) foram determinados, conforme descrito abaixo:

$$\text{CDMS} = 100 - 100 * ((\% \text{ indicador ingerido}) / (\% \text{ indicador nas fezes}))$$

$$\text{CDN} = 100 - \frac{100 * ((\% \text{ indicador na MS ingerida} * \% \text{ nutrientes nas fezes})}{(\% \text{ indicador na MS das fezes} * \% \text{ do nutriente ingerido))}$$

Os teores de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), matéria mineral (MM), extrato etéreo (EE) e lignina (LIG) foram realizados de acordo com as metodologias citadas por Silva & Queiróz (2002). A determinação de fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) foram realizadas de acordo com Van Soest et al. (1991). Os valores de proteína degradável no rúmen (PDR) dos alimentos utilizados nas rações experimentais foram obtidos por meio da degradabilidade ruminal *in situ*. Os carboidratos totais (CHOT) foram calculados segundo metodologia descrita por Sniffen et al. (1992), onde  $\text{CHOT} = 100 - (\% \text{PB} + \% \text{EE} + \% \text{MM})$ .

Os resultados obtidos foram analisados através do programa SAEG (Universidade Federal de Viçosa, 1997), na qual foram submetidos à análise de variância e as médias foram comparadas pelo teste de Tuckey ao nível de 5% de significância.

O delineamento experimental utilizado para o desempenho animal e para avaliar a digestibilidade aparente das rações experimentais foi o inteiramente casualizado, com três tratamentos e oito repetições, sendo as variáveis analisadas de acordo com o seguinte modelo matemático:  $Y_{ij} = \mu + T_i + e_{ij}$ ; onde:  $Y_{ij}$ : observação do desempenho do animal  $j$  que recebeu o tratamento  $i$ ;  $\mu$ : constante comum a todas as observações;  $T_i$ : efeito do tratamento  $i$ , sendo  $i = 1, 2$  e  $3$ ;  $e_{ij}$ : erro aleatório associado a cada observação.

## Resultados e Discussão

Dentre os subprodutos agroindustriais com elevado teor de FDN, a casca de algodão (CAL) apresentou menor valor da fração solúvel “a” da MS e PB, e maior valor da fração potencialmente degradável no rúmen “b” da PB, porém, com menor taxa de degradação da fração “b” (c), tanto da MS quanto da PB. Apresentou também uma degradabilidade efetiva (5%/h) da MS e PB baixas (20,21 e 21,43%), caracterizando como alimento de lenta degradabilidade ruminal (Tabela 3).

A CAL apresentou menor valor da fração “a” e maior valor da fração “b” em relação aos valores encontrados na literatura. Silva et al. (2004) e Chizzotti et al. (2005) encontram valores da fração “a” da MS de 20,03 e 25,00%, e da fração “b” da MS de 39,26 e 62,28%, respectivamente, isso pode ser devido às diferentes granulometrias utilizadas quando as amostradas foram incubadas no rúmen, na qual esses autores utilizaram peneiras com crivos de 2 mm e no presente trabalho foi utilizado peneira com crivos de 5 mm. Silva et al. (2004) encontraram para a taxa de degradação da fração “b” (c), valor superior (2,92 %/h), porém, Hsu et al. (1987) e Chizzotti et al. (2005) encontraram valores mais próximos, 0,80 e 1,42%/h, respectivamente. O baixo valor da fração “c” pode ser devido ao elevado teor de lignina (10,19% na MS) presente na FDN (91,64% na MS) da CAL, pois, segundo Garleb et al. (1991), a presença de elevados teores de lignina e a cristalinidade da celulose afeta potencialmente a fibra da CAL, sendo responsável pelo lento desaparecimento da FDN em ensaios *in situ* e *in vivo*.

A CSO apresentou valores para as frações “a”, “b” e “c” da MS semelhantes ao encontrados por Zambom et al. (2001), de 16,75%, 73,84% e 3,10%/h, respectivamente. Silva et al. (2004) encontraram valor superior para a fração “c”, 7,45%/h. No entanto, Silva et al. (2004) trabalharam com amostras moídas em

peneira com crivo de 2 mm, enquanto que neste trabalho e também no de Zambom et al. (2001), a granulometria das amostras utilizadas foi de 5 mm. Estas diferenças de granulometria podem interferir nos resultados, pois em amostras moídas a 2 mm, poderá disponibilizar uma maior área de superfície do alimento para contato com os microrganismos ruminais, ocasionando em maior degradação do alimento, e também, poderá facilitar o escape de partículas através dos poros do saco de náilon, acarretando em maior valor da fração “a”.

TABELA 3 - Frações solúvel (a) e insolúvel potencialmente degradável (b), taxa de degradação da fração “b” (c), degradabilidade potencial (DP) e degradabilidade efetiva (DE) da matéria seca (MS) e proteína bruta (PB) dos subprodutos agroindustriais para as taxas de passagem de 2%/h, 5%/h e 8%/h

TABLE 3 - Soluble (a) and potentially degradable insoluble fractions (b), degradation rate of “b” fraction (c), potential degradability (PD) and effective degradability (ED) of dry matter (DM) and crude protein (CP) of agroindustrial by-products at passage rates of 2%/h, 5%/h and 8%/h.

Parâmetros <i>Parameters</i>	Alimentos Feeds						<sup>1</sup> CV% <i>VC%</i>
	CAL <i>CSH</i>	CSO <i>SBH</i>	FAL <i>CSM</i>	FAR <i>RIB</i>	GMI <i>CGM</i>	MIL <i>COR</i>	
			%MS		%DM		
a	7,44 d	16,84 c	33,62 b	58,36 a	57,59 a	19,09 c	2,98
b	76,72 a	69,53 a	55,08 b	24,61 d	40,83 c	73,74 a	5,64
c	0,01 b	0,03 ab	0,03 ab	0,05 a	0,03 ab	0,04 ab	44,06
DP% PD%	84,16	86,37	86,70	82,97	98,42	92,82	
DE ED (2%/h)	32,93 e	55,43 d	67,29 c	74,79 b	82,63 a	61,34 cd	3,57
DE ED (5%/h)	20,21 d	40,06 c	55,47 b	69,57 a	73,50 a	44,88 c	4,44
DE ED (8%/h)	15,96 d	33,44 c	49,82 b	66,93 a	69,26 a	37,65 c	4,63
			%PB		%CP		
a	7,34 d	33,29 b	30,41 b	58,36 a	57,59 a	19,47 c	4,47
b	78,89 a	65,03 b	54,69 c	24,61 e	41,13 d	77,34 a	4,31
c	0,01 b	0,03 ab	0,04 ab	0,05 a	0,03 ab	0,03 ab	42,43
DP% PD%	86,23	98,31	85,09	82,97	98,72	96,81	
DE ED (2%/h)	35,06 e	71,70 bc	67,31 cd	74,79 b	82,80 a	64,46 d	3,47
DE ED (5%/h)	21,43 d	57,09 b	55,38 b	69,57 a	73,60 a	47,14 c	4,33
DE ED (8%/h)	16,79 d	50,53 b	49,32 b	66,93 a	69,33 a	39,45 c	4,58

CAL: casca de algodão; CSO: casca de soja; FAL: farelo de algodão; FAR: farelo de arroz integral; GMI: farelo de gérmen de milho; MIL: milho moído; <sup>1</sup>CV: coeficiente de variação. Médias na mesma linha, seguidas de letras diferentes diferem (P<0,05) pelo teste de Tukey.

CAL: cottonseed hulls; CSO: soybean hulls; FAL: cottonseed meal; FAR: rice bran; GMI: corn germ meal; MIL: ground corn; <sup>1</sup>VC: variation coefficient. Averages in the same line, followed by different letters are different (P<0.05) by Tukey's test.

A degradabilidade efetiva da MS (DEMS) da CSO, a uma taxa de passagem de sólidos de 5%/h, foi de 40,06%, próximo ao resultado encontrado por Zambom et al. (2001) de 43,92%. Apesar do elevado teor de FDN (71,43% na MS) encontrado na CSO, a taxa de degradação da fração “b” e a DEMS foram superiores aos valores encontrados para a CAL. Isto pode ser devido à menor quantidade de lignina (6,09% na MS) presente na CSO e também pela presença de pectina, um carboidrato que compõe a parede celular e que possui alta digestibilidade, apresentado 98% de digestibilidade verdadeira, segundo Van Soest (1994), e também com valores elevados de digestibilidade *in vitro* da MS (94,96%) e da parede celular (95,69%) da CSO, obtidos por Zambom et al. (2001).

O FAL foi utilizado como alimento alternativo protéico e apresentou valores para as frações “a”, “b” e “c” da PB próximos aos encontrados por Valadares Filho et al. (2002) e Caldas Neto et al. (2003), de 30,44%, 57,39% e 7,46%/h, e, de 29,80%, 58,20% e 5,00%/h, respectivamente. A DEMS e a DEPB (5%/h) foi próximo ao encontrado por Caldas Neto et al. (2003) de 56,64 e 58,90%, respectivamente, porém, inferiores aos obtidos por Martins et al. (1999) de 65,90 e 81,40%.

Dentre as fontes energéticas avaliadas, o FAR e o GMI obtiveram valores superiores da fração “a” da MS em relação ao MIL (58,36% e 57,59% vs 19,09%), porém o MIL apresentou maior valor da fração “b” em relação ao FAR e o GMI (73,74% vs 24,61% e 40,83%). Não houve diferença ( $P>0,05$ ) na taxa de degradação da fração “b” da MS entre os alimentos energéticos.

A DEMS (5%/h) foi superior para o FAR (69,57%) e o GMI (73,50%) em relação ao MIL (44,88%), isto pode ser devido à maior quantidade de extrato etéreo (EE) presente no FAR (16,52%) e no GMI (11,54%), já que a hidrólise dos ácidos graxos no rúmen pelos microrganismos ruminais ocorre rapidamente após a sua

ingestão (Van Soest, 1994). Galati et al. (2002) encontraram valores de DE (5%/h) da MS (71,9%) e PB (74,4%) do GMI próximos aos encontrados neste trabalho, e superior para a DEMS (67,9%) e DEPB (66,0%) do MIL. Todavia, Valadares Filho et al. (1991), Martins et al. (1999) e Caldas Neto et al. (2002), encontraram valores de DEMS (5%/h) para o MIL de 36,7%, 37,6% e 43,18%, respectivamente, pouco inferior ao encontrado no presente trabalho. O baixo valor de DEMS do MIL pode estar relacionado à estrutura do grão, com maior quantidade de endosperma periférico e matriz protéica, o que poderá diminuir a solubilidade do amido presente, e conseqüentemente, a degradabilidade da MS. Fato que pode ser comprovado pela menor DEPB do MIL em relação aos alimentos energéticos, GMI e FAR.

As diferentes fontes energéticas que compuseram as rações experimentais não influenciaram o consumo de MS, MO, PB, PDR, FDN, FDA, Lignina, CHOT e NDT entre os animais (Tabela 4). Porém, houve diferença ( $P < 0,05$ ) na ingestão de EE, isto foi devido a maior quantidade desse nutriente nas rações GMI (3,91%) e FAR (4,30%) em relação à ração com MIL (2,28%).

A IMS de novilhas recebendo a ração MIL foi 6% e 16% superior, em relação às rações GMI e FAR, respectivamente. Este menor consumo de MS para as rações GMI e FAR em relação ao MIL, pode ser devido ao maior teor de EE presente nestas rações, observa-se que mesmo com menor IMS, a IEE foi maior ( $P < 0,05$ ).

Segundo Mertens (1994), o consumo de FDN deveria ser próximo de 1,2% do PV/dia, para permitir suplementação adequada de concentrado e prevenir a limitação do consumo pelo enchimento do rúmen. Hall & Akinyode (2000) observaram consumo de FDN próximo ao recomendado, quando utilizou forragem como principal fonte de FDN da dieta. No presente trabalho observa-se um consumo de FDN de 1,88; 1,71 e 1,67% PV/dia, para as rações MIL, GMI e FAR,

respectivamente. Apesar do consumo de FDN ser acima do recomendado por Mertens (1994), não foi observado restrição alimentar, apresentando valores de IMS de 3,10, 2,94 e 2,78% PV/dia, para as rações MIL, GMI e FAR, respectivamente.

TABELA 4 - Ingestão média diária de matéria seca e demais nutrientes, kg e % do peso vivo (PV), das rações experimentais com milho moído (MIL), farelo de germen de milho (GMI) ou farelo de arroz integral (FAR)

TABLE 4 - Average daily intake of dry matter and other nutrients, kg and % of body weight (BW), of experimental rations with ground corn (COR), corn germ meal (CGM) or rice bran (RIB)

Ingestão <i>Intake</i>	Rações experimentais <i>Experimental rations</i>			erro padrão <i>standard error</i>	Médias <i>Average</i>	CV (%) <i>VC (%)</i>
	MIL <i>COR</i>	GMI <i>CGM</i>	FAR <i>RIB</i>			
	kg/dia			<i>kg/day</i>		
IMS <i>DMI</i>	11,04	10,38	9,52	1,13	10,32 ± 0,65	24,43
IMO <i>OMI</i>	10,50	9,83	9,00	1,07	9,78 ± 0,62	24,42
IPB <i>CPI</i>	1,55	1,37	1,37	0,16	1,43 ± 0,09	24,43
IPDR <i>RDPI</i>	0,97	0,87	0,85	0,10	0,90 ± 0,06	24,43
IEE <i>EI</i>	0,25 b	0,41 a	0,41 a	0,04		25,89
IFDN <i>NDFI</i>	6,71	6,04	5,72	0,67	6,16 ± 0,39	24,41
IFDA <i>ADFI</i>	4,42	4,12	3,85	0,45	4,13 ± 0,26	24,44
ILIG <i>LIGI</i>	0,63	0,57	0,57	0,06	0,59 ± 0,04	24,48
ICHOT <i>TCHOI</i>	8,70	8,06	7,24	0,87	8,00 ± 0,50	24,39
INDT <i>TDNI</i>	6,88	7,54	6,50	0,77	6,98 ± 0,44	24,62
	% peso vivo (PV)*			% <i>body weight (BW)</i>		
IMS <i>DMI</i>	3,10	2,94	2,78	0,21	2,94 ± 0,12	15,64
IMO <i>OMI</i>	2,95	2,79	2,63	0,19	2,79 ± 0,11	15,63
IPB <i>CPI</i>	0,43	0,39	0,40	0,03	0,41 ± 0,02	15,75
IPDR <i>RDPI</i>	0,27	0,25	0,25	0,02	0,26 ± 0,01	15,72
IEE <i>EI</i>	0,07 b	0,11 a	0,12 a	0,01		17,65
IFDN <i>NDFI</i>	1,88	1,71	1,67	0,12	1,75 ± 0,07	15,63
IFDA <i>ADFI</i>	1,24	1,17	1,12	0,08	1,18 ± 0,05	15,69
ILIG <i>LIGI</i>	0,18	0,16	0,17	0,01	0,17 ± 0,01	15,86
ICHOT <i>TCHOI</i>	2,44	2,28	2,11	0,16	2,28 ± 0,09	15,53
INDT <i>TDNI</i>	1,93	2,14	1,90	0,14	1,99 ± 0,08	15,86

IMS: ingestão de matéria seca; IMO: ingestão de matéria orgânica; IPB: ingestão de proteína bruta; IPDR: ingestão de proteína degradável no rúmen; IEE: ingestão de extrato etéreo; IFDN: ingestão de fibra em detergente neutro; IFDA: ingestão de fibra em detergente ácido; ILIG: ingestão de lignina; ICHOT: ingestão de carboidratos totais; INDT: ingestão de nutrientes digestíveis totais. \*Peso Vivo médio das novilhas recebendo a ração com MIL, GMI e FAR foram de 345,75 kg, 355,88 kg e 346,50 kg, respectivamente. Médias na mesma linha, seguidas de letras diferentes diferem ( $P < 0,05$ ) pelo teste de Tukey.

*DMI: dry matter intake; OMI: organic matter intake; CPI: crude protein intake; RDPI: rumen degradable protein intake; EEI: ether extract intake; NDFI: neutral detergent fiber intake; ADFI: acid detergent fiber intake; LIGI: lignin intake; TCHOI: total carbohydrates intake; TDNI: total digestible nutrients intake. \*Average body weight of heifers fed with COR, CGM and RIB rations were 345.75 kg, 355.88 kg e 346.50 kg, respectively. Averages in the same line, followed by different letters are different ( $P < 0.05$ ) by Tukey's test.*

Embora o teor de FDN esteja correlacionado negativamente ao consumo de MS, o tipo de fibra presente nos volumosos utilizados pode ter contribuído para os altos valores de ingestão. Aumento no consumo de dietas contendo casca de algodão foi verificado por Moore et al. (1990), Bartle et al. (1994), Hall & Akinyode (2000) e Chizzotti et al. (2005), indicando que a casca de algodão não tem o mesmo efeito de diminuir o consumo que outros volumosos. A casca de soja, por ser uma fibra de alta digestibilidade (92,73%; 95,69%; 83,00%; 85,65%, observados por Masoero et al., 1994; Zambom et al., 2001; Miron et al., 2001; Silva et al., 2004, respectivamente), possui também partículas pequenas, acarretando em aumento da taxa de passagem (Nakamura et al., 1989).

Deve-se considerar também que as dietas foram fornecidas na forma farelada e não possuíam forragens como fonte de fibra, colaborando com o aumento na taxa de passagem pelo trato gastrintestinal, retardo na distensão ruminal e ausência de estímulo dos receptores de tensão e táteis do epitélio do retículo-rúmen, afetando positivamente o consumo do alimento pelo animal.

Com exceção para o CDMS, CDPB e CDEE, não houve diferença ( $P>0,05$ ) entre as rações experimentais para os CDMO, CDFDN, CDFDA e CDCHOT, como podem ser observados na Tabela 5.

O CDMS da ração GMI foi superior ( $P<0,05$ ) a ração MIL. Entretanto, não houve diferença ( $P>0,05$ ) da ração FAR em relação às demais. A maior ingestão de EE pelos animais que receberam a ração GMI aliado ao maior valor de degradabilidade efetiva (5%/h) da MS e PB do GMI em relação ao MIL, pode ter contribuído ao maior CDMS da ração GMI em relação a ração MIL no trato digestivo total. O CDMS da ração MIL foi próximo ao obtido por Mendes et al. (2005), de 60,37%, na qual forneceram uma dieta com silagem de milho, como

volumoso, e milho, como fonte energética, porém, o CDMS da ração GMI do presente trabalho foi superior ao encontrado por este autor (59,18%) em que substituíram 58% do MIL pelo GMI. Vale ressaltar que no presente trabalho, o MIL foi totalmente substituído pelo GMI, apresentando uma ração com menor quantidade de FDN e FDA, e com maior quantidade de EE, tornando uma ração mais digestível no trato gastrointestinal do animal.

TABELA 5 - Coeficiente de digestibilidade aparente total da matéria seca (CDMS) e dos demais nutrientes (CDN) das rações experimentais com milho moído (MIL), farelo de gérmen de milho (GMI) ou farelo de arroz integral (FAR) (%)

TABLE 5 - Total apparent digestibility coefficient of dry matter (DMDC) and other nutrients (NDC) of experimental rations with ground corn (COR), corn germ meal (CGM) or rice bran (RIB) (%)

Coeficientes <i>Coefficients</i>	Rações experimentais <i>Experimental rations</i>			erro padrão <i>standard error</i>	Médias Average	CV (%) VC (%)	Valor P <i>P value</i>
	MIL	GMI	FAR				
	<i>COR</i>	<i>CGM</i>	<i>RIB</i>				
CDMS <i>DMDC</i>	62,8 b	71,2 a	65,8 ab	2,2		7,4	<0,05
CDMO <i>OMDC</i>	62,9	71,3	66,1	2,3	66,7 ± 1,3	7,8	0,07
CDPB <i>CPDC</i>	69,0 b	77,0 a	72,2 b	1,3		3,8	<0,01
CDFDN <i>NDFDC</i>	46,6	49,2	46,0	3,8	47,3 ± 2,2	17,9	ns
CDFDA <i>ADFDC</i>	41,7	44,9	38,0	4,5	41,5 ± 2,6	24,2	ns
CDEE <i>EEDC</i>	86,3 b	92,4 a	92,4 a	0,8		1,9	<0,01
CDCHOT <i>TCHODC</i>	60,8	68,5	62,6	2,8	64,0 ± 1,6	9,6	0,16
*NDT <i>TDN</i>	62,4 b	72,6 a	68,3 ab	2,2		7,3	<0,05

CDMS: coeficiente de digestibilidade da matéria seca; CDMO: coeficiente de digestibilidade da matéria orgânica; CDPB: coeficiente de digestibilidade da proteína bruta; CDFDN: coeficiente de digestibilidade da fibra em detergente neutro; CDFDA: coeficiente de digestibilidade da fibra em detergente ácido; CDEE: coeficiente de digestibilidade do extrato etéreo; CDCHOT: coeficiente de digestibilidade dos carboidratos totais. \*Nutrientes digestíveis totais calculados através do CNCPS (Cornell Net Carbohydrate and Protein System):  $NDT(\%) = PBD(\%) + 2,25 * EED(\%) + CHOTD(\%)$ . Médias na mesma linha, seguidas de letras diferentes diferem ( $P < 0,05$ ) pelo teste de Tukey.

*DMDC: dry matter digestibility coefficient; OMDC: organic matter digestibility coefficient; CPDC: crude protein digestibility coefficient; NDFDC: neutral detergent fiber digestibility coefficient; ADFDC: acid detergent fiber digestibility coefficient; EEDC: ether extract digestibility coefficient; TCHODC: total carbohydrates digestibility coefficient. \*Total digestible nutrients calculated by CNCPS (Cornell Net Carbohydrate and Protein System):  $NDT(\%) = PBD(\%) + 2,25 * EED(\%) + CHOTD(\%)$ . Averages in the same line, followed by different letters are different ( $P < 0.05$ ) by Tukey's test.*

O CDPB foi superior para o GMI (76,99%) em relação ao FAR (72,22%) e MIL (69,01%). Isto pode ser devido ao comportamento de degradação da PB no rúmen desses alimentos, já que o farelo de gérmen de milho apresentou maior degradabilidade efetiva da PB, seguido pelo FAR e MIL. A maior degradabilidade ruminal da PB observado para o GMI em relação ao FAR e MIL pode ter propiciado maior digestibilidade no trato digestivo total.

O CDEE foi superior para as rações GMI (92,42%) e FAR (92,40%) em relação à ração MIL (86,27%), é provável que a maior ingestão desse nutriente nas rações GMI e FAR, como observado na Tabela 4, e por essa fração ser altamente digestível, podem explicar esses resultados. Mendes et al. (2005) ofereceram a novilhos de corte cruzados uma dieta com 60% de silagem de milho com diferentes fontes energéticas (MIL e GMI) e encontraram valores semelhantes para o CDEE de rações que continham MIL (82,65%) e valores inferiores ao presente trabalho quando substituíram 58% do MIL pelo GMI (79,61%).

O valor de NDT das rações experimentais calculados por meio dos coeficientes de digestibilidade aparente obtidos foi maior ( $P < 0,05$ ) para a ração GMI em relação ao MIL. A ração FAR obteve valor intermediário, não diferindo ( $P > 0,05$ ) das demais. Isto pode ser explicado devido ao maior valor de CDMS, CDPB e CDEE da ração GMI, conforme mencionado anteriormente.

As novilhas alimentadas com as rações MIL, GMI e FAR apresentaram GMD de 1,25, 1,32 e 1,11 kg/dia, respectivamente, com média de 1,23 kg/animal/dia (Tabela 6), atingindo o GMD previsto de 1,2 kg/animal/dia, segundo recomendações do NRC (1996). Ezequiel et al. (2004), utilizaram novilhos da raça Nelore e forneceram cana-de-açúcar como volumoso e substituíram 50% do MIL por GMI e observaram GMD de 1,11 e 1,10 kg/dia, respectivamente. Galati et al. (2003)

fornecheram a novilhas da raça Nelore rações que continham como fonte energética o MIL e substituíram 70% do MIL por GMI com 60% de silagem de milho como fonte de volumoso, encontraram valores semelhantes de GMD (1,3 e 1,4 kg/dia), IMS (9,7 e 9,9 kg/dia) e CAMS (7,3 e 7,3 kg MS/kg PV) para as rações MIL e GMI, respectivamente. Convém ressaltar que os resultados obtidos neste trabalho foram para novilhas e as dietas continham diferentes fontes energéticas substituindo o MIL e foram compostas exclusivamente de subprodutos das indústrias de extração de óleo de soja e de algodão, como as cascas de soja e de algodão, perfazendo a fração volumosa da dieta.

A utilização de aproximadamente 21,50% de casca de algodão e 45,00% de casca de soja na dieta, como fontes de fibra de baixa e alta digestibilidade, respectivamente, aparentemente não restringiram a IMS das novilhas durante o confinamento, pois foi observado alta IMS em relação ao PV, média de 3,2% PV.

TABELA 6 - Desempenho de novilhas em confinamento alimentadas com diferentes rações experimentais com milho moído (MIL), farelo de gérmen de milho (GMI) ou farelo de arroz integral (FAR)

TABLE 6 - Performance of feedlot heifers fed with different experimental rations with ground corn (COR), corn germ meal (CGM) or rice bran (RIB)

Características <i>Characteristics</i>	Rações experimentais <i>Experimental rations</i>			erro padrão <i>standard error</i>	Média <i>Average</i>	CV, % VC, %	Valor P <i>P value</i>
	MIL	GMI	FAR				
	COR	CGM	RIB				
PVI, kg <i>IBW</i>	280,9	287,1	289,0	12,9	285,7 ± 7,4	12,7	ns
PVF, kg <i>FBW</i>	345,8	355,9	346,5	13,1	349,4 ± 7,5	10,6	ns
PVM, kg <i>MBW</i>	313,3	321,5	317,8	12,8	317,5 ± 7,4	11,4	ns
GMD, kg <i>ADG</i>	1,3	1,3	1,1	0,1	1,2 ± 0,1	19,0	0,19
IMS, kg/dia <i>DMI</i>	10,4	10,0	9,8	0,5	10,1 ± 0,3	14,9	ns
IMS, %PV <i>DMI</i>	3,4	3,2	3,1	0,2	3,2 ± 0,1	18,7	ns
CAMS, kg/kg <i>DMIGR</i>	8,6	7,6	9,2	0,6	8,5 ± 0,3	19,9	0,20

PVI: peso vivo inicial; PVF: peso vivo final; PVM: peso vivo médio; GMD: ganho médio diário; IMS: ingestão de matéria seca; CAMS: conversão alimentar da matéria seca. Médias na mesma linha, seguidas de letras diferentes diferem ( $P < 0,05$ ) pelo teste de Tukey.

*IBW: initial body weight; FBW: final body weight; MBW: medium body weight; ADG: average daily gain; DMI: dry matter intake; DMIGR: dry matter intake/gain ratio. Averages in the same line, followed by different letters are different ( $P < 0.05$ ) by Tukey's test.*

Apesar de não apresentar diferença ( $P>0,05$ ) no GMD e na CAMS entre as rações MIL, GMI e FAR, verifica-se, numericamente, melhor CAMS para as novilhas alimentadas com GMI. Estes animais apresentaram GMD de 70 g a mais que aquelas alimentadas com MIL e de 210 g a mais que as alimentadas com FAR. Em relação à CAMS, a ração GMI foi 11,81% melhor que a ração MIL e 20,73% melhor que a ração FAR, ou seja, as novilhas consumiram 1,0 e 1,60 kg a menos da ração GMI para ganhar 1 kg de peso em relação às novilhas que consumiram as rações MIL e FAR, respectivamente. Isto pode ser explicado devido ao maior CDMS da ração GMI, e conseqüentemente à maior ingestão de NDT em relação às demais rações experimentais.

### **Conclusões**

A substituição do milho pelo farelo de gérmen de milho aumentou a digestibilidade aparente da matéria seca, proteína bruta e extrato etéreo e os nutrientes digestíveis totais.

As fontes energéticas alternativas como o farelo de gérmen de milho ou farelo de arroz em substituição ao milho em rações que continham cascas de algodão e de soja como volumosos não comprometeram o desempenho de novilhas confinadas.

## Referências

- AGRICULTURAL AND FOOD RESEARCH COUNCIL – AFRC. **Energy and Protein Requirements of Ruminants**. Wallingford, UK. CAB international. 2000, 159p.
- BARTLE, S.J.; PRESTON, R.L.; MILLER, M.F. Dietary energy source and density: effects of roughage source, roughage equivalent, tallow level and steer type on feedlot performance and carcass characteristics. **Journal of Animal Science**, v.72, n.8, p.1943-1953, 1994.
- CALDAS NETO, S.F.; ZEOULA, L.M.; PRADO, I.N. et al. Degradabilidade ruminal da matéria seca e proteína bruta de alguns alimentos em novilhos de corte. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39, 2002, Recife. **Anais...** Recife: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2002. 5p. (CD ROOM).
- CALDAS NETO, S.F.; ZEOULA, L.M.; PRADO, I.N. et al. Degradabilidade ruminal da matéria seca e proteína bruta de alguns alimentos em novilhos de corte. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 40, 2003, Santa Maria. **Anais...** Santa Maria: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2003. 5p. (CD ROOM).
- CHIZZOTTI, M.L.; VALADARES FILHO, S.C.; LEÃO, M.I. et al. Casca de algodão em substituição parcial à silagem de capim-elefante para novilhos. 1. Consumo, degradabilidade e digestibilidade total e parcial. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.6, p.2093-2102, 2005.
- COCHRAN, R.C., ADAMS, D.C., WALLACE, J.D. et al. Predicting digestibility of different diets with internal markers: evaluation of four potential markers. **Journal of Animal Science**, v.63, n.5, p.1476-1483, 1986.
- CONAB - <http://www.conab.gov.br/centro.asp?aPAG=9>, acessado em 14 de dezembro de 2005.
- EZEQUIEL, J.M.B.; GALATI, R.L.; MENDES, A.R. et al. Desempenho e características de carcaça de bovinos da raça Nelore alimentados com diferentes fontes energéticas, em confinamento. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 41, 2004, Campo Grande. **Anais...** Campo Grande: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2004. 4p. (CD ROOM).
- FERNANDES, V.G. **Subprodutos na industrialização do milho**. Mogi Guaçu: Corn Products do Brasil, 1998. Não paginado. Apostila.
- GALATI, R.L.; EZEQUIEL, J.M.B.; CRUZ E SILVA, O.G. et al. Desempenho e características de carcaça de novilhos Nelore alimentados com dietas contendo casca de soja ou farelo de germen de milho substituindo parcialmente o milho. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 40, 2003, Santa Maria. **Anais...** Santa Maria: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2003. 5p. (CD ROOM).
- GALATI, R.L.; EZEQUIEL, J.M.B.; MENDES, A.R. et al. Cinética da digestão ruminal *in situ* de fontes energéticas fornecidas a bovinos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39, 2002, Recife. **Anais...** Recife: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2002. 5p. (CD ROOM).
- GARLEB, K.A.; BOURQUIN, L.D.; HSU, J.T. et al. Isolation and chemical analyses of nonfermented fiber fractions of oat hulls and cottonseed hulls. **Journal of Animal Science**, v.69, n.3, p.1255-1271, 1991.
- GNANASAMBANDAM, R.; PROCTOR, A. Preparation of soy hull pectin. **Food Chemistry, Exeter**, v.65, p.461-467, 1999.

- HALL, M.B.; AKINYODE, A. Cottonseed hulls: working with a novel fiber source. In: ANNUAL FLORIDA RUMINANT NUTRITION SYMPOSIUM, 11., 2000, Gainesville. **Proceedings...** Gainesville, 2000. p.179-186.
- HSU, J.T.; FAULKNER, D.B.; GARLEB, K.A. et al. Evaluation of corn fiber, cottonseed hulls, oat hulls and soybean hulls as roughage sources for ruminants. **Journal of Animal Science**, v.65, n.1, p.244-255, 1987.
- KEARL, L.C. **Nutrient requirements of ruminant in development countries**. Logan: Utah State University. 1982. 381p.
- MARTINS, A.S., ZEOULA, L.M., PRADO, I.N. et al. Degradabilidade ruminal in situ da matéria seca e proteína bruta das silagens de milho e sorgo e de alguns alimentos concentrados. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.28, n.5, p.1109-1117, 1999.
- MASOERO, F.; FIORENTINI, L.; ROSSI, F. et al. Determination of nitrogen intestinal digestibility in ruminants. **Animal Feed Science and Technology**, v.48, n.3-4, p.253-263, 1994.
- MEHREZ, A.Z. & ORSKOV, E.R. A study of the artificial fiber bag technique for determining the digestibility of feeds in the rumen. **Journal of Agriculture Science**, v.88, n.1, p.6450-6550, 1977.
- MENDES, A.R.; EZEQUIEL, J.M.B.; GALATI, R.L. et al. Consumo e digestibilidade aparente total e parcial de dietas utilizando farelo de girassol e três fontes de energia em novilhos confinados. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.2, p.679-691, 2005.
- MERTENS, D.R. Regulation of forage intake. In: FAHEY Jr., G.C. (Ed.) **Forage quality, evaluation and utilization**. In: NATIONAL CONFERENCE ON FORAGE QUALITY, EVALUATION AND UTILIZATION. American Society of Agronomy, 1994. p.450-493.
- MIRON, J.; YOSEJ, E.; BEN-GHEDALIA, D. Composition and *in vitro* digestibility of monosaccharide constituents of selected by-product feeds. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.49, n.5, p.2322-2326, 2001.
- MOORE, J.A.; POORE, M.H.; SWINGLE, R.S. Influence of roughage source on kinetics of digestion and passage, and on calculated extents of ruminal digestion in beef steers fed 65% concentrate diets. **Journal of Animal Science**, v.68, n.10, p.3412-3420, 1990.
- NAKAMURA, T.; OWEN, F.G. High amounts of soyhulls for pelleted concentrate diets. **Journal of Dairy Science**, v.72, n.5, p.988-1003, 1989.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Nutrient Requirements of Beef Cattle**. Washington, D.C.: 1996. 242p.
- ORSKOV, E.R. & McDONALD, I. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. **Journal of Agriculture Science**, v.92, n.2, p.499-504, 1979.
- PRATES, E.R. Arroz e cereais de inverno. In: SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE BOVINOS, 6, 1995, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz – FEALQ, 1995. p. 73-98.
- ROCHA JÚNIOR, V.R.; VALADARES FILHO, S.C.; BORGES, A.M. et al. Determinação do valor energético de alimentos para ruminantes pelo sistema de equações. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.2, p.473-479, 2003.
- SILVA, D.J. & QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos (Métodos químicos e biológicos)**. 3ª ed., Viçosa, MG: UFV. 2002. 235p.

- SILVA, D.C.; KAZAMA, R.; FAUSTINO, J.O. et al. Digestibilidade *in vitro* e degradabilidade *in situ* da casca do grão de soja, resíduo de soja e casca de algodão. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v.26, n.4, p.501-506. 2004.
- SNIFFEN, C.J.; 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 Animal Science**, v.70, n.11, p.3.562-3.577, 1992.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA – UFV. SAEG – **Sistema de análises estatísticas e genéticas. Versão 7.1**. Viçosa, MG. 150p. (Manual do usuário). 1997.
- VALADARES FILHO, S.C., COELHO DA SILVA, J.F.C., LEÃO, M.I. et al. . Degradabilidade *in situ* da proteína bruta e matéria seca de alguns alimentos em vacas gestantes e lactantes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.20, n.1, p.111-122, 1991.
- VALADARES FILHO, S.C.; ROCHA J.R.; CAPPELLE, E.R. **Tabelas Brasileiras de composição de alimentos para bovinos**. 1. ed. Viçosa: UFV, 2002. 297p.
- VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2<sup>a</sup> ed. London: Constock Publishing Associates, 1994. 476p.
- VAN SOEST, P.J., ROBERTSON, J.B., LEWIS, B.A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of Dairy Science**, v. 74, n. 12, p. 3583-3597, 1991.
- ZAMBOM, M.A.; SANTOS, G.T.; MODESTO, E.C. et al. Valor nutricional da casca do grão de soja, farelo de soja, milho moído e farelo de trigo para bovinos. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v.23, n.4, p.937-943, 2001.
- ZEOULA, L.M. & CALDAS NETO, S.F. Recentes avanços em amido na nutrição de vacas leiteiras. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE BOVINOCULTURA DE LEITE - SINLEITE, 2., 2001, Lavras. **Anais...** Lavras: UFLA, 2001. p.228-243.

## CAPÍTULO III

### Cascas de Algodão e de Soja e Farelos de Gérmen de Milho ou de Arroz na Alimentação de Novilhas Mestiças: Características Quantitativas e Qualitativas de Carcaça

**Resumo:** Objetivou-se avaliar as características de carcaça, composição físico-química e composição de ácidos graxos do músculo *Longissimus dorsi* de novilhas mestiças em confinamento alimentadas com cascas de algodão (CAL) e de soja (CSO), como volumosos, e com diferentes fontes energéticas como o milho moído (MIL), farelo de gérmen de milho (GMI) ou farelo de arroz integral (FAR). Foram utilizadas 24 novilhas mestiças, com peso vivo médio de  $350 \pm 35$  kg, distribuídas em três tratamentos em delineamento inteiramente casualizado. As novilhas foram abatidas com jejum de sólidos de 24 horas, as carcaças foram identificadas, pesadas e armazenadas em câmara fria a 2°C até a manhã seguinte para efetuar as avaliações de carcaça. Não houve diferença ( $P > 0,05$ ) entre os animais alimentados com as diferentes rações experimentais quanto às características de carcaça, na qual apresentaram rendimento de carcaça quente de 51,4%, área de olho de lombo de  $50,8 \text{ cm}^2$  e espessura de gordura de cobertura de 3,3 mm. As diferentes rações experimentais também não influenciaram a composição físico-química do músculo, na qual apresentaram 73,4% de umidade, 23,0% de proteína bruta, 48,2 mg/100g de colesterol e  $4,84 \text{ kgf/cm}^3$  de força de cisalhamento, sendo considerado como uma carne macia. A composição de ácidos graxos do músculo *Longissimus dorsi* foi modificada de acordo com a maior ingestão de determinados ácidos graxos. Animais alimentados com a ração GMI apresentaram maiores concentrações de CLA (0,48%), *trans*-vacênico (7,69%) e pior relação  $\omega 6/\omega 3$ , devido ao maior fornecimento de ácido linoléico desta ração. Animais alimentados com a ração FAR apresentaram maior concentração de ácido esteárico no músculo, provavelmente pelo maior fornecimento de ácido oléico na ração.

Palavras-chave: ácido linoléico conjugado, ácido *trans*-vacênico, características de carcaça, força de cisalhamento, composição de ácidos graxos

**Cottonseed Hulls and Soybean Hulls, Corn Germ Meal or Rice Bran in  
Crossbred Heifer Feeding: Quantitative and Qualitative Carcass  
Characteristics**

**Abstract:** It was aimed to evaluate carcass characteristics, physico-chemical composition and fatty acids composition of *Longissimus dorsi* muscle from feedlot crossbred heifers fed cottonseed hulls (CSH) and soybean hulls (SBH) as roughage, and different energy sources like ground corn (COR), corn germ meal (CGM) or rice bran (RIB). Twenty-four crossbred heifers ( $350 \pm 35$  kg) were allocated in a completely randomized design with three treatments. Heifers were slaughtered after submitted to a 24-hour fasting, then carcasses were identified, weighed and stored in a cold chamber at 2°C until the following morning in order to perform carcass evaluations. There wasn't any difference ( $P>0.05$ ) among animals fed different experimental rations in carcass characteristics, presenting 51.4% of hot dressing percentage, 50.8 cm<sup>2</sup> of *Longissimus dorsi* area and 3.3 mm of fat cover thickness. Different experimental rations didn't modify physico-chemical composition of muscle, which showed 73.4% of moisture, 23.0% of crude protein, 48.2 mg/100g of cholesterol and 4.84 kgf/cm<sup>3</sup> of shear force, which indicates that the meat is soft. Fatty acids composition of *Longissimus dorsi* was modified by a greater intake of some fatty acids. Animals fed CGM ration presented higher concentrations of CLA (0.48%), *trans*-vaccenic acid (7.69%) and worse omega6/omega3 ratio due to higher supply of linoleic acid provided by such diet. Animals fed RIB ration presented higher concentration of stearic acid in the muscle, probably because of higher supply of oleic acid from this ration.

**Keywords:** carcass characteristics, conjugated linoleic acid, fatty acids composition, shear force, *trans*-vaccenic acid

## Introdução

A crescente procura e utilização de subprodutos da agroindústria para terminação de animais em confinamento são devido a grande utilização de insumos, na qual torna o sistema oneroso, fazendo com que a alimentação represente 70 a 80% dos custos do confinamento.

Um dos nutrientes de maior importância para o acabamento de animais em terminação é a energia, sendo o milho, um dos alimentos tradicionais mais empregados para este fim. Existem diversos subprodutos agroindustriais disponíveis no mercado, dentre eles destaca-se o farelo de gérmen de milho e o farelo de arroz integral, como fontes alternativas de energia para dietas de ruminantes.

O farelo de gérmen de milho é obtido pelo processamento por via seca e, com a extração por solvente do óleo de milho (Fernandes, 1998), apresenta 9,3% de proteína bruta, 7,2% de extrato etéreo e 32,4% de fibra em detergente neutro (% da MS) (Rocha Jr. et al., 2003). O farelo de arroz integral é o resultado do processo de polimento dos grãos de arroz, quando são removidas as camadas do pericarpo e tegumento, além de partículas remanescentes da casca, apresenta 13,7% de proteína bruta e 24,1% de fibra em detergente neutro (% da MS) (Rocha Jr. et al., 2003), possui teores variáveis de extrato etéreo (6,4 - 21,0%), é rico predominantemente em lipídios de reservas (neutros), sendo que a principal classe são os triglicerídeos. O total de ácidos graxos saturados é de 14,7% e de ácidos graxos insaturados é de 74,3% (Prates, 1995).

No entanto, pesquisas em nutrição de ruminantes não devem restringir apenas em excelentes resultados no desempenho animal associado ao custo de produção, a utilização de subprodutos agroindustriais que compõem a dieta de ruminantes devem

estar aliados também à qualidade da carne bovina, para atender às exigências impostas pelos mercados consumidores internacionais.

A avaliação da qualidade da carne pelos consumidores inicia pela cor da carne e quantidade de gordura de cobertura, seguidas por aspectos envolvidos no processamento, como perda de líquidos no descongelamento e na cocção e, finalmente, a maciez, considerada como o mais importante aspecto qualitativo da carne bovina (Luchiari Filho, 2000).

Atualmente, há uma preocupação com a saúde alimentar humana, não somente no que diz respeito à qualidade sanitária dos alimentos, mas principalmente em relação aos possíveis efeitos (maléficos ou benéficos) de determinados alimentos ou nutrientes para a saúde dos consumidores. A associação entre ingestão de gordura e problemas de saúde, focando principalmente a gordura animal (gordura saturada), particularmente os ácidos mirístico ( $C_{14:0}$ ) e palmítico ( $C_{16:0}$ ) sobre a concentração plasmática das lipoproteínas de baixa densidade (LDL), foi adotada com vigor pelos consumidores.

Porém, novos estudos têm demonstrado falhas nessa concepção simplista, principalmente quando as gorduras são desagregadas, chegando aos ácidos graxos isoladamente. Ao contrário do que se pensava, pesquisas recentes têm mostrado que o leite e a carne também possuem substâncias com ação benéfica na prevenção de doenças vasculares, cardíacas e neoplásicas, como o ácido linoléico conjugado (CLA) e os ácidos graxos da série ômega-3.

O isômero principal de CLA na gordura do leite de vacas é o *cis*-9, *trans*-11, representando 80 a 90% do CLA total (Parodi, 1977; Sehat et al., 1999), sendo também o isômero predominante na carne de ruminantes, porém em menor quantidade quando comparado ao leite (Bauman et al., 1999). Tanaka (2005) sugere

diferentes mecanismos pelos quais os CLA poderiam atuar como anticarcinogênicos, antioxidantes, prevenção do colesterol, melhora da resposta imune, melhora da diabetes, melhora do metabolismo ósseo, melhora na promoção de crescimento e redução do acúmulo de gordura corporal.

A maioria das substâncias naturais que exibem atividade anticarcinogênica é originada de plantas, uma exceção é o CLA, podendo ser um grande avanço para que os consumidores e a sociedade médica mudem seus conceitos e aceitem a carne vermelha como um produto saudável.

Objetivou-se avaliar fontes energéticas alternativas, como o farelo de gérmen de milho ou farelo de arroz integral em substituição ao milho, sobre as características de carcaça, composição físico-química, força de cisalhamento e composição de ácidos graxos do músculo *Longissimus dorsi* de novilhas mestiças em confinamento recebendo uma dieta exclusivamente composta por subprodutos agroindustriais.

### **Material e Métodos**

O experimento foi realizado no setor de bovinocultura de corte da Fazenda Experimental de Iguatemi, no laboratório de Análise de Alimentos e Nutrição Animal, pertencentes ao Departamento de Zootecnia, e no laboratório de Análise de Alimentos, pertencente ao Departamento de Química, da Universidade Estadual de Maringá (UEM). As análises de força de cisalhamento e perdas de líquidos por descongelamento e por cocção foram realizadas no laboratório de Análise Sensorial, pertencente ao Departamento de Tecnologia de Alimentos da Universidade Estadual de Londrina (UEL).

Foram utilizadas 24 novilhas mestiças confinadas (4  $\frac{1}{2}$  Limousin +  $\frac{1}{2}$  Nelore; 9  $\frac{1}{2}$  Limousin +  $\frac{1}{4}$  Nelore +  $\frac{1}{4}$  Red Angus; 4  $\frac{1}{2}$  Limousin +  $\frac{1}{4}$  Nelore +  $\frac{1}{4}$  Simental; 2

$\frac{1}{2}$  Marchigiana +  $\frac{1}{4}$  Nelore +  $\frac{1}{4}$  Simental;  $5 \frac{3}{4}$  Red Angus +  $\frac{1}{4}$  (Nelore+Guzerá)), com aproximadamente 20 meses de idade e peso vivo médio final de  $350 \pm 35$  kg. Estes animais foram divididos em três grupos de oito animais, na qual receberam três diferentes rações experimentais e água *ad libitum*, com relação volumoso:concentrado de 67:33%, contendo diferentes fontes energéticas: milho moído (MIL) ou farelo de gérmen de milho (GMI) ou farelo de arroz integral (FAR) (Tabela 1).

Ao final do período experimental (confinamento), as novilhas foram submetidas a um jejum de sólidos de 24 horas e posteriormente abatidas em frigorífico da região. Logo após o abate, as carcaças foram identificadas e pesadas, sendo em seguida, armazenadas em câmara fria a 2°C, até a manhã seguinte para efetuar as avaliações de carcaça.

Durante a manhã foram efetuadas as medidas de carcaça (espessura de coxão, comprimento de perna e comprimento de coxa), logo após, realizou-se um corte entre a 12<sup>a</sup> e 13<sup>a</sup> costelas para retirada de uma porção do músculo *Longissimus dorsi* da meia carcaça do lado direito, para determinação da área de olho de lombo por meio de uma grade reticulada (cm<sup>2</sup>) e a espessura da gordura de cobertura, através de três medições no músculo utilizando um paquímetro digital.

A determinação da porcentagem de músculo, osso e gordura foi realizada pela separação física destes componentes na porção do músculo *Longissimus dorsi* da meia carcaça do lado direito, conforme técnica descrita por Hankins & Howe (1946), adaptada por Muller et al. (1973).

TABELA 1 - Percentual dos ingredientes e composição química das rações experimentais

TABLE 1 - Percentage of ingredients and chemical composition of experimental rations

Ingredientes <i>Ingredients</i>	Rações experimentais <i>Experimental rations</i>		
	MIL <i>COR</i>	GMI <i>CGM</i>	FAR <i>RIB</i>
Casca de algodão <i>Cottonseed hulls</i>	21,49	21,53	21,49
Casca de soja <i>Soybean hulls</i>	45,07	45,18	45,08
Farelo de algodão <i>Cottonseed meal</i>	7,05	7,06	7,05
Farelo de arroz integral <i>Rice bran</i>	-	-	17,08
Gérmen de milho <i>Corn Germ meal</i>	-	23,86	-
Milho moído <i>Ground corn</i>	23,55	-	6,93
Sal mineral <i>Mineral salt</i>	0,78	0,78	0,78
Calcário <i>Limestone</i>	0,78	0,78	0,78
Uréia <i>Urea</i>	1,25	0,78	0,78
Monensina <i>Monensin</i>	0,03	0,03	0,03
Nutrientes (%MS) <i>Nutrients (%DM)</i>			
Matéria seca <i>Dry matter</i>	90,01	90,21	90,38
Matéria orgânica <i>Organic matter</i>	95,14	94,70	94,55
Proteína bruta <i>Crude protein</i>	14,05	13,18	14,24
Proteína degradável no rúmen (%PB) <i>Rumen degradable protein (%CP)</i>	62,78	63,81	62,57
Extrato etéreo <i>Ether extract</i>	2,28	3,91	4,30
Matéria mineral <i>Mineral matter</i>	4,86	5,30	5,45
Fibra em detergente neutro <i>Neutral detergent fiber</i>	60,78	58,18	60,03
Fibra em detergente ácido <i>Acid detergent fiber</i>	40,03	39,72	40,43
Lignina <i>Lignine</i>	5,69	5,49	5,98
Carboidratos totais <i>Total carbohydrates</i>	78,82	77,61	76,00
Nutrientes digestíveis totais <sup>1</sup> <i>Total digestible nutrients</i>	62,36	72,64	68,29
Ácido Palmítico (C <sub>16:0</sub> ) <i>Palmitic acid</i>	13,37	11,61	13,10
Ácido Estearico (C <sub>18:0</sub> ) <i>Stearic acid</i>	4,39	3,11	2,96
Ácido Oléico (C <sub>18:1 w9</sub> ) <i>Oleic acid</i>	26,49	28,52	35,47
Ácido Linoléico (C <sub>18:2 w6</sub> ) <i>Linoleic acid</i>	44,09	42,75	33,70
Ácido Linolênico (C <sub>18:3 w3</sub> ) <i>Linolenic acid</i>	2,54	1,54	1,82

MIL: milho moído; GMI: farelo de gérmen de milho; FAR: farelo de arroz integral. <sup>1</sup>Valores calculados segundo CNCPS (Cornell Net Carbohydrate and Protein System): NDT(%) = PBD(%) + 2,25 \* EED(%) + CHOTD(%), onde PBD: proteína bruta digestível, EED: extrato etéreo digestível, CHOTD: carboidratos totais digestíveis.

*COR*: ground corn; *CGM*: corn germ meal; *RIB*: rice bran. <sup>1</sup>Estimated values by CNCPS (Cornell Net Carbohydrate and Protein System): TDN (%) = DCP(%) + 2,25\*DEE(%) + DTCHO(%), CPD: digestible crude protein, EED: digestible ether extract, TCHOD: digestible total carbohydrates.

Foram extraídas duas fatias de 2,5 cm de espessura do músculo *Longissimus dorsi*, perpendicularmente ao sentido das fibras musculares. Essas fatias foram pesadas, acondicionadas em geladeira por 24 horas a 5°C, para posterior pesagem, obtendo-se assim a perda de água por descongelamento. Em seguida, efetuou-se o

cozimento a uma temperatura interna das amostras de 70°C, para determinar a perda de água por cocção após pesagem. Nesta mesma fatia foram retiradas as amostras para determinar a maciez por meio do aparelho Warner-Bratzler shear force, segundo Wheeler et al. (2001).

A determinação das análises de composição química da carne (teores de umidade, matéria mineral e proteína bruta) foi realizada segundo a AOAC (1980). A matéria graxa total foi determinada segundo a metodologia de Bligh & Dyer (1959).

Para análise da composição de ácidos graxos, a matéria graxa total foi separada e os lipídeos transesterificados para a formação dos ésteres metílicos de ácidos graxos (AOAC, 1980). Os ésteres de ácidos graxos depois de isolados foram analisados através do cromatógrafo gasoso Shimadzu 14A, equipado com detector de ionização de chama e coluna capilar de sílica fundida (100 m de comprimento, 0,25 mm de diâmetro e 0,20 µm de Carbowax 20M). As temperaturas do injetor e detector foram 220 e 245°C, respectivamente. A temperatura da coluna foi de 150°C por três minutos, sendo então elevada para 240°C a uma taxa de 10°C/minuto. Os fluxos de gases foram: 1,2 mL/minuto para o gás de arraste (H<sub>2</sub>); 30 mL/minuto para o auxiliar (N<sub>2</sub>); 300 mL/minuto para o ar e 30 mL/minuto para o H<sub>2</sub> da chama. A razão de divisão da amostra foi de 1/100. As áreas de pico foram determinadas através de Integrador-Processador CG-300. A identificação dos principais picos foi realizada por comparação com padrões Sigma (EUA).

Os dados foram analisados através do programa SAEG (Universidade Federal de Viçosa, 1997) e as médias foram comparadas pelo teste de Tuckey ao nível de 5% de significância. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com três tratamentos e oito repetições.

## Resultados e Discussão

Não houve diferença ( $P>0,05$ ) entre as novilhas mestiças confinadas recebendo diferentes rações experimentais sobre o rendimento de carcaça quente (RCQ), espessura da gordura de cobertura (EGC), área de olho de lombo (AOL), espessura de coxão (ECO), comprimento de coxa (CCOXA) e porcentagem de músculo, osso e gordura (Tabela 2). As rações experimentais não influenciaram na uniformidade do lote, na qual, apresentaram pesos de carcaças quentes semelhantes. Observou-se diferença ( $P<0,05$ ) para o comprimento de perna das novilhas, com valores de 63,00, 67,25 e 65,75 cm para as rações com MIL, GMI e FAR, respectivamente.

Os animais apresentaram valor médio de AOL de  $28,43 \text{ cm}^2/100 \text{ kg}$  de carcaça, valor próximo da recomendação mínima de  $29 \text{ cm}^2/100 \text{ kg}$  de carcaça, segundo Luchiari Filho (2000). Este valor é uma referência, pois à medida que aumenta a AOL, aumenta a porção comestível da carcaça, sendo então, um indicador de desenvolvimento muscular.

Mendes et al. (2005), trabalharam com novilhos mestiços com 24 meses de idade e forneceram dietas com silagem de milho, como volumoso, milho em grão ou substituição de 48% do milho em grão por farelo de gérmen de milho, como fontes energéticas, obtiveram valores ligeiramente inferiores de AOL, de 27,48 e 25,27  $\text{cm}^2/100 \text{ kg}$  de carcaça, respectivamente. Ezequiel et al. (2004) forneceram uma dieta contendo 100% milho moído ou 50% milho moído + 50% farelo de gérmen de milho, como fontes energéticas, para bovinos Nelore com 32 meses de idade e encontraram valores inferiores de AOL em relação ao presente trabalho, de 24,16 e 22,95  $\text{cm}^2/100 \text{ kg}$  de carcaça, respectivamente.

TABELA 2 - Características de carcaça de novilhas mestiças alimentadas com rações com diferentes fontes energéticas como o milho moído (MIL), farelo de gérmen de milho (GMI) ou farelo de arroz integral (FAR)

TABLE 2 - Carcass characteristics of feedlot heifers fed with rations with different energy sources like ground corn (COR), corn germ meal (CGM) or rice bran (RIB)

Características <i>Characteristics</i>	Rações experimentais <i>Experimental rations</i>			Erro padrão <i>Standard error</i>	Média <i>Average</i>	CV,% VC, %
	MIL <i>COR</i>	GMI <i>CGM</i>	FAR <i>RIB</i>			
PVF, kg <i>FBW</i>	345,75	355,88	346,50	13,06	349,38 ± 7,54	10,57
IMS, kg/dia <i>DMI, kg/day</i>	10,38	9,98	9,80	0,53	10,05 ± 0,31	14,94
PCQ, kg <i>HCW</i>	176,13	181,06	181,31	6,29	179,50 ± 3,63	9,91
RCQ, % <i>HDP</i>	51,00	50,90	52,40	0,58	51,43 ± 0,34	3,22
AOL, cm <sup>2</sup> <i>LDA</i>	50,50	49,00	53,00	1,83	50,83 ± 1,05	10,16
AOL, cm <sup>2</sup> /100 kg <i>LDA, cm<sup>2</sup>/100 kg</i>	28,71	27,21	29,38	1,00	28,43 ± 0,57	9,90
EGC, mm <i>CFT</i>	3,03	3,00	3,98	0,49	3,33 ± 0,28	41,65
ECO, cm <i>BRT</i>	22,88	23,38	23,88	0,47	23,38 ± 0,27	5,73
CPER, cm <i>LL</i>	63,00 b	67,25 a	65,75 ab	1,06		4,59
CCOX, cm <i>TL</i>	127,69	130,19	128,38	1,35	128,75 ± 0,78	2,98
Músculo, % <i>Muscle</i>	55,82	56,79	56,12	1,40	56,24 ± 0,81	7,02
Osso, % <i>Bone</i>	18,75	19,02	18,50	0,66	18,76 ± 0,38	9,95
Gordura, % <i>Fat</i>	25,42	24,20	25,37	1,61	25,00 ± 0,93	18,20

PVF: peso vivo final; IMS: ingestão de matéria seca; PCQ: peso da carcaça quente; RCQ: rendimento de carcaça quente; AOL: área de olho de lombo; EGC: espessura de gordura de cobertura; ECO: espessura de coxão; CPER: comprimento de perna; CCOX: comprimento de coxa. Médias na mesma linha, seguidas de letras diferentes diferem ( $P < 0,05$ ) pelo teste de Tukey. *FBW: final body weight; DMI: dry matter intake; HCW: hot carcass weight; HDP: hot dressing percentage; LDA: Longissimus dorsi area; CFT: covering fat thickness; BRT: beef round thickness; LL: leg length; TL: thigh length. Averages in the same line, followed by different letters are different ( $P < 0,05$ ) by Tukey's test.*

A exigência mínima de EGC é variável geograficamente, porém do ponto de vista qualitativo, é necessário um mínimo de 2-3 mm (Luchiari Filho, 2000). A média de 3,33 mm de EGC da carcaça observada está pouco acima do limite mínimo, observa-se uma tendência de maior deposição de EGC para novilhas alimentadas com a ração FAR, na qual obtiveram 3,98 mm de EGC. Ezequiel et al. (2004) e Mendes et al. (2005) encontraram valores superiores para a EGC em relação ao presente trabalho, com valores de 4,4 e 4,2 mm para as rações com MIL, respectivamente, e 5,6 e 4,9 mm para as rações com GMI.

Os altos valores de EGC relacionados com valores inferiores de AOL encontrados por estes autores em relação ao presente trabalho, parecem concordar com a correlação negativa entre EGC e porção comestível, segundo Luchiari Filho (2000). Sendo assim, a gordura subcutânea em pequena quantidade ocasiona problemas no manuseio da carcaça e encurtamento celular durante a estocagem, devido ao frio e em relação ao paladar da carne. Por outro lado, altos teores de gordura, além de indesejáveis, diminuem o rendimento da porção comestível e necessita ser aparado para comercialização, implicando em desperdícios.

Os valores médios de porcentagem de músculo, osso e gordura foram de 56,24%, 18,76% e 25,00%, respectivamente. Costa et al. (2002) trabalhando com novilhos Red Angus e abatendo os animais com 340 kg, peso de abate semelhante ao presente trabalho, encontraram valor superior para o músculo (63,53%), valor inferior para osso (15,06%) e valor inferior para gordura (21,69%). A menor porcentagem de músculo e maior de gordura observado para as novilhas com o mesmo peso de abate podem estar relacionados ao sexo, pois as fêmeas apresentam menos músculo e mais gordura que machos (Luchiari Filho, 2000).

As diferentes fontes energéticas fornecidas às novilhas não influenciaram ( $P>0,05$ ) os teores de umidade (UMI), proteína bruta (PB), matéria graxa total (MGT), matéria mineral (MM) e colesterol (COL) no músculo *Longissimus dorsi*, apresentando valores médios de 73,36%, 22,98%, 2,63%, 1,04% e 48,21mg/100g, respectivamente (Tabela 3). Esses valores estão dentro da amplitude de composição química do músculo esquelético de mamíferos, citados por Forrest (1975), de 65-80% de UMI, 16-22% de PB, 1,5-13% de Lipídios e 1,0% de MM.

Costa et al. (2002) observaram valores semelhantes de MGT e COL, de 2,29% e 42,88 mg/100g, respectivamente, de novilhos Red Angus abatidos com 340 kg. O

colesterol é um composto necessário para o organismo, envolvido com a síntese de hormônios e sais biliares, sendo que metade do colesterol do organismo tem sua origem na produção endógena e o restante é proveniente da dieta (Nelson & Cox, 2002).

TABELA 3 - Composição físico-química do músculo *Longissimus dorsi* de novilhas mestiças alimentadas com rações com milho moído (MIL), farelo de gérmen de milho (GMI) ou farelo de arroz integral (FAR)

TABLE 3 - Physico-chemical composition of *Longissimus dorsi* muscle of feedlot heifers fed with rations with ground corn (COR), corn germ meal (CGM) or rice bran (RIB)

Características <i>Characteristics</i>	Rações experimentais <i>Experimental rations</i>			Erro padrão <i>Standard error</i>	Média <i>Average</i>	CV,% <i>VC, %</i>
	MIL <i>COR</i>	GMI <i>CGM</i>	FAR <i>RIB</i>			
UMI, % <i>MOI</i>	73,12	73,73	73,23	0,37	73,36 ± 0,21	1,42
PB, % <i>CP</i>	23,30	22,47	23,17	0,31	22,98 ± 0,18	3,80
MGT, % <i>TFM</i>	2,54	2,78	2,57	0,39	2,63 ± 0,23	42,12
MM, % <i>MM</i>	1,05	1,03	1,03	0,02	1,04 ± 0,01	4,44
COL, mg/100g <i>COL, mg/100g</i>	50,44	47,59	46,61	2,84	48,21 ± 1,64	16,65
PD, % <i>TL</i>	9,96	10,11	9,28	1,33	9,78 ± 0,77	38,46
PC, % <i>CL</i>	27,82	25,63	27,51	1,79	26,99 ± 1,03	18,77
CIS, kgf/cm <sup>3</sup> <i>SHE</i>	4,41	5,00	5,10	0,48	4,84 ± 0,28	28,29

UMI: umidade; PB: proteína bruta; MGT: matéria graxa total; MM: matéria mineral; COL: colesterol; PD: perda por descongelamento; PC: perda por cocção; CIS: força de cisalhamento. Médias na mesma linha, seguidas de letras diferentes diferem (P<0,05) pelo teste de Tukey.

*MOI: moisture; CP: crude protein; TFM: total fat matter; MM: mineral matter; COL: cholesterol; TL: thawing losses; CL: cooking losses; SHE: shear force. Averages in the same line, followed by different letters are different (P<0.05) by Tukey's test.*

A perda de água por descongelamento (PD) e cocção (PC) não diferiram (P>0,05) no músculo entre as novilhas, apresentando médias de 9,78% e 26,99%, respectivamente. Durante o descongelamento, ocorre perda de água liberada pelas células que foram seccionadas ou se romperam pelo aumento da pressão interna durante o congelamento. A perda por cocção é maior, principalmente pela perda de água mais uma porção menor de gordura fundida, componentes nitrogenados e minerais (Lawrie, 1981).

Não houve diferença ( $P>0,05$ ) para a força de cisalhamento do músculo *Longissimus dorsi* das novilhas alimentadas com as diferentes rações experimentais, apresentando valor médio de  $4,84 \text{ kgf/cm}^3$ , considerada como carne macia segundo Felício (1997), na qual, a faixa aceitável de maciez é abaixo de  $5 \text{ kgf/cm}^3$ .

Entre os ácidos graxos saturados da carne bovina, a maior preocupação recai sobre o ácido palmítico ( $C_{16:0}$ ), considerado como hipercolesterêmico, como o  $C_{14:0}$  e  $C_{12:0}$ . As diferentes rações experimentais não influenciaram ( $P>0,05$ ) na concentração do ácido palmítico, apresentando valor médio de 24,96%, resultado semelhante ao encontrado por Ito et al. (2005) e Wada et al. (2005) de 26,93% e 26,15%, respectivamente (Tabela 4).

O músculo *Longissimus dorsi* de novilhas alimentadas com a ração com MIL apresentou maior concentração de ácido margárico ( $C_{17:0}$ ) (1,17%) em relação a GMI (0,93%), no entanto, a FAR (1,06%) não diferiu das demais. A ração com MIL apresentou também maior concentração de ácido 8-heptadecenóico ( $C_{17:1}$  w9) (0,63%) em relação a FAR (0,51%), no entanto, a GMI (0,52%) não diferiu das demais. Da mesma forma, resultado semelhante ao presente trabalho foi observado por Ito et al. (2005), que forneceram ração com MIL para bovinos inteiros, e encontraram maiores concentrações de ácido margárico (0,81%) e ácido 8-heptadecenóico (0,63%) quando comparados com dietas contendo semente de linhaça e óleo de soja.

O produto final da biohidrogenação ruminal, ácido esteárico ( $C_{18:0}$ ), foi maior quando os animais foram alimentados com a ração FAR (17,87%) em relação a GMI e a MIL. Isto pode ser devido ao maior fornecimento de ácido oléico ( $C_{18:1}$  w9) aos animais alimentados com FAR (149,0 g/dia) em relação a GMI (111,2 g/dia) e a MIL (63,6 g/dia), pois, segundo Harfoot & Hazlewood (1997), bactérias do gênero

*Fusocillus sp.* possuem 73 a 79% de capacidade para hidrogenar o ácido oléico em ácido esteárico. Embora a gordura saturada da carne de bovinos contribua significativamente para elevação dos teores de colesterol circulante em humanos, sabe-se que gorduras ricas em ácido esteárico não apresentam essa característica, pois é classificado como ácido graxo neutro (Bessa, 1999).

Animais que receberam a ração com GMI obtiveram maior concentração de ácido *trans*-vacênico (7,69%) em relação a MIL (4,63%), porém a FAR (6,50%) não diferiu ( $P>0,05$ ) entre as dietas. Essa diferença pode ser devido à maior ingestão de ácido linoléico ( $C_{18:2}$  w6) proveniente da dieta GMI (166,7 g/dia), em relação ao FAR (141,5 g/dia) e MIL (105,8 g/dia). O ácido *trans*-vacênico, embora não tenha uma importância reconhecida, mostra-se como importante precursor de CLA. Essa transformação dependerá da atividade da enzima  $\Delta^9$ -dessaturase, na qual é menor no tecido adiposo em relação à glândula mamária.

Necessita-se mais estudos para conhecer o real papel do ácido *trans*-vacênico, pois, segundo Geay et al. (2001), este ácido é considerado um risco para doenças coronarianas. No entanto, segundo Salminen et al. (1998), nos humanos existe apenas a indicação indireta de que a ingestão de ácidos *trans* aumenta 2,5 vezes a mais a concentração sérica de CLA, quando comparados com uma dieta controle de ácido esteárico, com ingestão semelhante de CLA entre as duas dietas, significando ser benéfico para a saúde humana.

As novilhas alimentadas com a ração com GMI apresentaram maior concentração de CLA no músculo *Longissimus dorsi* em relação àquelas alimentadas com a ração com FAR. No entanto, as novilhas alimentadas com a ração com MIL apresentaram valores intermediários, não diferindo dos demais. Isto pode ser também, devido à maior ingestão de ácido linoléico, como citado anteriormente.

TABLEA 4 – Composição de ácidos graxos do músculo *Longissimus dorsi* de novilhas mestiças alimentadas com rações com milho moído (MIL), farelo de gérmen de milho (GMI) ou farelo de arroz integral (FAR)

TABLE 4 - Fatty acids composition of *Longissimus dorsi* muscle of feedlot heifers fed with rations with ground corn (COR), corn germ meal (CGM) or rice bran (RIB)

Características <i>Characteristics</i>	Rações experimentais <i>Experimental rations</i>			Erro padrão <i>Standard error</i>	Média <i>Average</i>	CV,% <i>VC, %</i>
	MIL	GMI	FAR			
	<i>COR</i>	<i>CGM</i>	<i>RIB</i>			
<sup>1</sup> C14:0	1,86	1,80	2,06	0,15	1,91 ± 0,09	22,68
<sup>2</sup> C16:0	25,69	23,90	25,29	0,59	24,96 ± 0,34	6,64
<sup>3</sup> C16:1 w7	1,74	1,69	1,52	0,13	1,65 ± 0,07	22,03
<sup>4</sup> C16:1 w5	0,69	0,64	0,68	0,03	0,67 ± 0,02	13,55
<sup>5</sup> C17:0	1,17 a	0,93 b	1,06 ab	0,06		15,02
<sup>6</sup> C17:1 w9	0,63 a	0,52 ab	0,51 b	0,03		16,27
<sup>7</sup> C18:0	15,22 b	14,55 b	17,87 a	0,43		7,66
<sup>8</sup> C18:1 t11	4,63 b	7,69 a	6,50 ab	0,71		32,06
<sup>9</sup> C18:1 w9	35,06	34,05	32,82	1,37	33,98 ± 0,79	11,44
<sup>10</sup> C18:2 w6	6,04	6,53	4,84	0,68	5,80 ± 0,39	33,23
<sup>11</sup> C20:0	0,13	0,13	0,15	0,01	0,14 ± 0,01	27,13
<sup>12</sup> C18:3 w3	0,44	0,39	0,33	0,04	0,38 ± 0,02	29,60
<sup>13</sup> C18:2 c9,t11	0,38 ab	0,48 a	0,35 b	0,03		23,86
<sup>14</sup> C22:0	0,32	0,31	0,27	0,04	0,30 ± 0,02	40,35
<sup>15</sup> C20:4 w6	1,12	0,96	0,88	0,15	0,99 ± 0,09	42,37
<sup>16</sup> C20:4 w3	0,33	0,24	0,25	0,04	0,27 ± 0,02	42,81
<sup>17</sup> C22:5 w3	0,64	0,50	0,52	0,07	0,55 ± 0,04	37,79
<sup>18</sup> C22:6 w3	0,08	0,05	0,06	0,01	0,06 ± 0,01	43,08
Não identificados <i>Not identified</i>	3,83	4,64	4,03	0,58	4,17 ± 0,34	39,37
AGPI PUFA	9,03	9,14	7,23	0,95	8,46 ± 0,55	31,77
AGMI MUFA	42,75	44,59	42,03	1,05	43,12 ± 0,61	6,92
AGS SFA	44,40 a	41,63 b	46,71 a	0,66		4,19
AGPI/AGS PUFA/SFA	0,20	0,22	0,16	0,02	0,19 ± 0,01	34,64
w6	7,80	7,98	6,25	0,89	7,34 ± 0,51	34,14
w3	1,48	1,18	1,16	0,15	1,27 ± 0,09	33,67
w6/w3	5,36 b	6,86 a	5,35 b	0,27		13,05

<sup>1</sup>ácido mirístico; <sup>2</sup>ácido palmítico; <sup>3</sup>ácido palmitoléico; <sup>4</sup>ácido 11-hexadecenóico; <sup>5</sup>ácido margárico; <sup>6</sup>ácido 8-heptadecenóico; <sup>7</sup>ácido esteárico; <sup>8</sup>ácido trans-vacênico; <sup>9</sup>ácido oléico; <sup>10</sup>ácido linoléico; <sup>11</sup>ácido araquídico; <sup>12</sup>ácido linolênico; <sup>13</sup>ácido linoléico conjugado (CLA); <sup>14</sup>ácido behênico; <sup>15</sup>ácido araquidônico; <sup>16</sup>ácido 8,11,14,17-eicosatetraenóico; <sup>17</sup>DPA; <sup>18</sup>DHA; AGPI: ácido graxo poliinsaturado; AGMI: ácido graxo monoinsaturado; AGS: ácido graxo saturado; w6: omega-6; w3: omega-3. Médias na mesma linha, seguidas de letras diferentes diferem (P<0,05) pelo teste de Tukey. PUFA: poly-unsaturated fatty acid; MUFA: mono-unsaturated fatty acid; SFA: saturated fatty acid; w6: omega-6; w3: omega-3. Averages in the same line, followed by different letters are different (P<0.05) by Tukey's test.

Izumi et al. (2002) e An et al. (2003) investigaram a ocorrência e o tempo-dependente de transformação do CLA e do *trans*-vacênico no rúmen utilizando

carneiros com fistulas ruminais e alimentados com uma dieta contendo gordura poliinsaturada. Nesses estudos, a concentração de *trans*-vacênico (0,3 - 0,4 mg/g) foi maior que o CLA (menor que 0,05 mg/g), sugerindo que a taxa de conversão dos ácidos linoléico e  $\alpha$ -linolênico em *trans*-vacênico são mais rápidos que o *trans*-vacênico para ácido esteárico. Assim, o CLA produzido pela biohidrogenação ruminal do ácido linoléico é um intermediário transiente, enquanto que o *trans*-vacênico é acumulado no rúmen, sendo mais disponível para a absorção.

Não houve diferença ( $P>0,05$ ) sobre a quantidade de AGPI e AGMI no músculo *Longissimus dorsi* de novilhas mestiças alimentadas com as rações experimentais, apresentando médias de 8,46% e 43,12%, respectivamente. Houve ligeira queda na quantidade de AGS no músculo de novilhas alimentadas com a ração GMI em relação a MIL e FAR. Todavia, a relação AGPI/AGS não diferiu entre as novilhas alimentadas com as diferentes rações experimentais, apresentando valor médio de 0,19, valor inferior da relação ideal, na qual recomenda ser acima de 0,40, segundo Wood et al. (2003) baseado em informações do departamento da saúde da Inglaterra sobre doenças cardiovasculares.

Novilhas alimentadas com a ração com GMI ( $\approx 7:1$ ) apresentaram pior relação w6/w3 no músculo *Longissimus dorsi* em relação às novilhas alimentadas com as rações com MIL ( $\approx 5:1$ ) e com FAR ( $\approx 5:1$ ), isto pode ser devido à maior ingestão de ácido linoléico dos animais alimentados com a ração com GMI. As novilhas alimentadas com as rações com MIL e com FAR obtiveram relação w6/w3 próximos à relação ideal, ou seja, abaixo de 5:1 (Holman, 1998).

## Conclusões

A utilização de fontes energéticas alternativas, como o farelo de gérmen de milho e o farelo de arroz integral, não influenciaram nas características de carcaça e na composição físico-química do músculo *Longissimus dorsi* de novilhas mestiças confinadas.

As diferentes concentrações de alguns ácidos graxos na dieta podem modificar a composição de ácidos graxos no músculo de novilhas. O maior fornecimento de ácido linoléico na dieta de novilhas alimentadas com a ração com farelo de gérmen de milho (GMI) promoveu um aumento no teor de ácido linoléico conjugado (CLA) e ácido *trans*-vacênico, ocasionando também em uma pior relação omega 6:omega 3 no músculo *Longissimus dorsi*. Novilhas alimentadas com a ração com farelo de arroz integral (FAR) apresentaram maior teor de ácido esteárico no músculo *Longissimus dorsi*, devido ao maior fornecimento de ácido oléico na dieta.

## Referências

- AN, J.K.; KANG, C.W.; IZUMI, Y. et al. Effects of dietary fat sources on occurrences of conjugated linoleic acid and trans fatty acids in rumen contents. **Asian-Australian Journal of Animal Science**, v.16, p.222-226. 2003.
- AOAC, Association Official Analytical Chemists. **Official methods of analysis**. 13. ed. Washington: AOAC, 1980, 1015p.
- BAUMAN, D. E., BAUMGARD, L. H., CORL, B. A et al. Biosynthesis of conjugated linoleic acid in ruminants. **Proceedings**. 1999. Cornell University, Ithaca, New York. And Helsinki University, Helsinki, Finland. 1999.
- BESSA, R.J.B. Revalorização nutricional das gorduras dos ruminantes. In: CALERO, R.; GÓMEZ-NIEVES, J.M. (Ed.) SYMPOSIUM EUROPEO – ALIMENTACIÓN EN EL SIGLO XXI, 1999, Badajoz. **Anais...** Badajoz: Colegio Oficial de Veterinarios de Badajoz, 1999. p.283-313.
- BLIGH, E. G. & DYER, W. J. A rapid method of total lipid extraction and purification. **Canada Journal Biochemical Physiology**, v.37, n.8, p.911-917, 1959.
- COSTA, E.C.; RESTLE, J.; BRONDANI, I. et al. Composição física da carcaça, qualidade da carne e conteúdo de colesterol no músculo *Longissimus dorsi* de novilhos Red Angus superprecoces, terminados em confinamento e abatidos com diferentes pesos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.1, p.417-428, 2002.
- EZEQUIEL, J.M.B.; GALATI, R.L.; MENDES, A.R. et al. Desempenho e características de carcaça de bovinos da raça Nelore alimentados com diferentes fontes energéticas, em confinamento. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 41, 2004, Campo Grande. **Anais...** Campo Grande: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2004. 4p. (CD ROOM).
- FELÍCIO, E.P. Fatores *ante e post-mortem* que influenciam na qualidade da carne bovina. In: PEIXOTO, A.M.; MOURA, J.C.; FARIA, V.P. **Produção do novilho de corte**. Piracicaba: FEALQ, 1997, p. 79-97.
- FERNANDES, V.G. **Subprodutos na industrialização do milho**. Mogi Guaçu: Corn Products do Brasil, 1998. Não paginado. Apostila.
- FORREST, J.C.; ABERLE, E.D.; HEDRICK, H.B.; JUDGE, M.D.; MERKEL, R.A. **Principles of Meat Science**. San Francisco: W.H. Freeman and Company, 1975. 417p.
- GEAY, Y.; BAUCHARI, D.; HOCQUETTE, J.F. et al. Effect of nutritional factors on biochemical, structural and metabolic characteristics of muscles in ruminants, consequences on dietetic value and sensorial qualities of meat. **Reproduction Nutrition Development**, v.41, p.1-26. 2001.
- HARFOOT, C.G.; HAZLEWOOD, G.P. Lipid metabolism in the rumen. In: HOBSON, P.N.; STEWART, C.S. (Ed.) **The rumen microbial ecosystem**. 2.ed. London: Chapman & Hall, 1997. p.382-426.
- HOLMAN, R.T. The slow discovery of the importance of omega 3 essential fatty acids in human health. **Journal of Nutrition**, v.128, p.427S-433S. 1998.
- ITO, R.H.; SOUZA, N.E.; PRADO, J.M. et al. Perfil de ácidos graxos do músculo “*Longissimus dorsi*” de bovinos mestiços inteiros terminados em confinamento alimentados com óleo de soja e semente de linhaça. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 42, 2005, Goiânia. **Anais...** Goiânia: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2005. 5p. (CD ROOM).

- IZUMI, Y.; AN, J.K.; KOBAYASHI, Y. et al. **Effects of fresh grass feeding on the formation of conjugated linoleic acid (CLA) and vaccenic acid (trans-11C18:1) in the rumen.** Japanese Society for Rumen Metabolism and Physiology, v.15, p.43-46. 2002.
- LAWRIE, R. **Developments in meat science.** London: Elsevier Applied Science, 1981. 342 p.
- LUCHIARI FILHO, A. **Pecuária da carne bovina.** 1. ed. São Paulo: A. Luchiari Filho. 2000. 134p.
- MENDES, A.R.; EZEQUIEL, J.M.B.; GALATI, R.L. et al. Desempenho, parâmetros plasmáticos e características de carcaça de novilhos alimentados com farelo de girassol e diferentes fontes energéticas, em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.2, p.692-702, 2005.
- MÜLLER, L.; MAXON, W.E.; PALMER, A.Z. et al. Evaluación de técnicas para determinar la composición de la canal. In: ASSOCIAÇÃO LATINA DE PRODUÇÃO ANIMAL, 1973. Guadalajara-México. **Anais...** Guadalajara: [s.n.]. 1973.
- NELSON, D.L.; COX, M.M. **Lehninger – Princípios de bioquímica.** 3.ed. São Paulo: Sarvier, 2002. 975p.
- PARODI, P.W. Conjugated octadecadienoic acids of milk fat. **Journal of Dairy Science**, v.60, p.1550-1553, 1977.
- PRATES, E.R. Arroz e cereais de inverno. In: SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE BOVINOS, 6, 1995, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz – FEALQ, 1995. p. 73-98.
- ROCHA JÚNIOR, V.R.; VALADARES FILHO, S.C.; BORGES, A.M. et al. Determinação do valor energético de alimentos para ruminantes pelo sistema de equações. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.2, p.473-479, 2003.
- SALMINEN, I.; MUTANEN, M.; JAUHAINEN, M. et al. Dietary trans fatty acids increase conjugated linoleic acid levels in human serum. **Journal of Nutrition Biochemistry**, v.9, p.93-98. 1998.
- SEHAT, N.; RICKERT, R.; MOSSOBA, M.M. et al. Improved separation of conjugated fatty acid methyl esters by silver ion-high-performance liquid chromatography. **Lipids**, v.34, p.407-413, 1999.
- TANAKA, K. Occurrence of conjugated linoleic acid in ruminant products and its physiological function. **Animal Science Journal**, v.76, n.4, p.291-303. 2005.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA – UFV. SAEG – **Sistema de análises estatísticas e genéticas. Versão 7.1.** Viçosa, MG. 150p. (Manual do usuário). 1997.
- WADA, F.Y.; SOUZA, N.E.; MOREIRA, A.F.P. et al. Grãos de linhaça e canola sobre o perfil de ácidos graxos do músculo “Longissimus dorsi” de novilhas Nelore em confinamento. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 42, 2005, Goiânia. **Anais...** Goiânia: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2005. 5p. (CD ROOM).
- WHEELER, T.L.; SHACKELFORD, S.D.; KOOHMARAIE, M. **Shear force procedures for meat tenderness measurement.** Roman L. Hruska U.S. Meat Animal Research Center, USDA, Clay Center, NE, 2001.
- WOOD, J.D.; RICHARDSON, R.I.; NUTE, G.R. et al. Effects of fatty acids on meat quality: a review. **Meat Science**, v.66, p.21-32. 2003.

## CONCLUSÕES GERAIS

A substituição do milho pelo farelo de gérmen de milho aumentou a digestibilidade total de matéria seca, proteína bruta, extrato etéreo e os nutrientes digestíveis totais, no entanto, as fontes energéticas alternativas como o farelo de gérmen de milho ou farelo de arroz integral em substituição ao milho em rações que continham cascas de algodão e de soja como volumosos não influenciaram no desempenho, características de carcaça e na composição físico-química do músculo *Longissimus dorsi* de novilhas mestiças em confinamento.

As diferentes concentrações de alguns ácidos graxos na dieta podem modificar a composição de ácidos graxos no músculo de novilhas. O maior fornecimento de ácido linoléico na dieta de novilhas alimentadas com a ração com farelo de gérmen de milho (GMI) promoveu um aumento no teor de ácido linoléico conjugado (CLA) e ácido *trans*-vacênico, ocasionando também em uma pior relação omega 6:omega 3 no músculo *Longissimus dorsi*. Novilhas alimentadas com a ração com farelo de arroz integral (FAR) apresentaram maior teor de ácido esteárico no músculo *Longissimus dorsi*, devido ao maior fornecimento de ácido oléico na dieta.