

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA  
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA  
CAMPUS DE BOTUCATU

**USO DE COPRODUTO DA PRODUÇÃO DE BIODIESEL COMO  
ALIMENTO PARA BOVINOS CONFINADOS**

ANGELO POLIZEL NETO

Tese apresentada ao Programa de  
Pós-graduação em Zootecnia como parte das  
exigências para obtenção do título de Doutor.

BOTUCATU - SP  
Abril – 2011

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA  
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA  
CAMPUS DE BOTUCATU

**USO DE COPRODUTO DA PRODUÇÃO DE BIODIESEL COMO  
ALIMENTO PARA BOVINOS CONFINADOS**

ANGELO POLIZEL NETO  
Médico Veterinário

Orientador: Roberto de Oliveira Roça  
Co-Orientadora: Renata Helena Branco

Tese apresentada ao Programa de  
Pós-graduação em Zootecnia como parte das  
exigências para obtenção do título de Doutor.

BOTUCATU - SP  
Abril – 2011

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉCNICA DE AQUISIÇÃO E TRATAMENTO DA INFORMAÇÃO - SERVIÇO TÉCNICO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - UNESP - FCA - LAGEADO - BOTUCATU (SP)

P769u Polizel Neto, Angelo, 1982-  
Uso de coproduto da produção de biodiesel como alimento para bovinos confinados / Angelo Polizel Neto. - Botucatu : [s.n.], 2011  
x, 78 f. : il., tabs.

Tese (Doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Botucatu, 2011  
Orientador: Roberto de Oliveira Roça  
Co-orientadora: Renata Helena Branco  
Inclui bibliografia

1. Carcaça. 2. Carne bovina. 3. Gordura animal. 4. Lipídios. I. Roça, Roberto de Oliveira. II. Branco, Renata Helena. III. Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" Campus de Botucatu). Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia. IV. Título.

*A DEUS, por tudo e sempre.*

**AGRADEÇO.**

*À minha BELA esposa HELEN, pelo companheirismo, dedicação e amor.*

**DEDICO.**

*À minha linda família, da qual muito me orgulho.*

*Aos meus amadíssimos pais, Luiz e Luzia, os verdadeiros mestres.*

*Aos meus irmãos e cunhados, Luiz H. e Carolina, Aline e Victor.*

*Às minhas preciosas sobrinhas, Ana Clara e Valentina.*

*Aos meus queridos sogros, Douglas e Heloísa, e a cunhada, Jéssica.*

**OFEREÇO.**

## **AGRADECIMENTOS**

**Ao meu orientador, incentivador, apoiador e amigo, Prof. Dr. Roberto de Oliveira Roça, obrigado por toda confiança, ensinamentos, paciência e conselhos. Saiba que muito se aprende convivendo com o Senhor.**

**À minha co-orientadora e amiga, Dra. Renata Helena Branco, que foi a pessoa que sempre acreditou em mim, até mesmo quando eu não acreditava. Obrigado por todo apoio e incentivo.**

**À Dra. Sarah Figueiredo Martins Bonilha pelas sugestões e apoio indispensáveis para o desenvolvimento deste projeto, e demais pesquisadores do CAPTA Bovinos de Corte, Sertãozinho - SP.**

**À Dra. Rosana Possenti pelo auxílio nas análises laboratoriais, fundamentais para conclusão deste projeto.**

**Ao Prof. Dr. Heraldo Cesar Gonçalves pela amizade e apoio, assim como pelas valiosíssimas sugestões e discussões estatísticas.**

**Ao Prof. Dr. Mario De Beni Arrigoni pela amizade e valorosas contribuições na elaboração e desenvolvimento deste projeto de tese.**

**Ao Prof. Dr. Paulo Sérgio de Andrade Moreira pela amizade, apoio profissional e sugestões na conclusão deste trabalho.**

**Aos meus grandes amigos, Ernani Nery de Andrade e Tatiana Lucila Corvino, que foram imprescindíveis na execução deste projeto, saibam que foi muito produtivo e amigável trabalhar com vocês.**

**Às minhas amigas de pós-graduação, Elaine, Aurélia, Quézia, Natália, pelo apoio e excelente convívio diário.**

**Aos funcionários do CAPTA Bovino de Corte, em especial ao Sr. José Furtado e Flávio Franchini, pela dedicação, amizade, responsabilidade na condução do experimento e alegre convívio diário.**

**Aos técnicos do Departamento de Gestão e Tecnologia de Agroindustrial, em especial à Maria Cecília e João.**

**Aos funcionários da pós-graduação, Seila Cassineli e Danilo Dias, pela presteza e disposição.**

**Aos colegas docentes, técnicos e discentes da Universidade Federal do Amazonas, campus de Parintins-AM.**

**Ao Prof. Cláudio Araújo pelas orientações estatísticas e aos demais outros colegas docentes, técnicos e discentes da Universidade Federal do Mato Grosso, campus de Sinop – MT.**

**À BUNGE ALIMENTOS, em nome dos Senhores Silvio Souza e Rodrigo César Correia, por acreditarem no sucesso deste projeto.**

**À FAPESP pelo apoio financeiro concedido.**

**E a todos que, de alguma forma, contribuíram para o sucesso deste projeto.**

## SUMÁRIO

|                                                                                                                                                                   | Página |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| <b>CAPÍTULO I</b> .....                                                                                                                                           | 1      |
| Considerações iniciais.....                                                                                                                                       | 2      |
| Viabilidade do biodiesel.....                                                                                                                                     | 2      |
| Coproduto agroindustrial.....                                                                                                                                     | 3      |
| Produção de carne bovina.....                                                                                                                                     | 6      |
| Inclusão de lipídeos na dieta de ruminantes.....                                                                                                                  | 8      |
| Referências.....                                                                                                                                                  | 11     |
| <br><b>CAPÍTULO II</b> .....                                                                                                                                      | 18     |
| DESEMPENHO, COMPORTAMENTO INGESTIVO E CARACTERÍSTICAS DE<br>CARCAÇA DE BOVINOS NELORE TERMINADOS EM CONFINAMENTO COM<br>TORTA DE ALGODÃO COMO FONTE LIPÍDICA..... | 18     |
| Resumo.....                                                                                                                                                       | 19     |
| Abstract.....                                                                                                                                                     | 20     |
| Introdução.....                                                                                                                                                   | 21     |
| Material e métodos.....                                                                                                                                           | 22     |
| Animais, instalações e manejo.....                                                                                                                                | 22     |
| Tratamentos.....                                                                                                                                                  | 23     |
| Desempenho.....                                                                                                                                                   | 25     |
| Comportamento ingestivo.....                                                                                                                                      | 26     |
| Abate e amostragem.....                                                                                                                                           | 26     |
| Análise estatística.....                                                                                                                                          | 28     |
| Resultados e discussão.....                                                                                                                                       | 30     |
| Conclusões.....                                                                                                                                                   | 40     |
| Referências.....                                                                                                                                                  | 40     |

|                                                                                                                                                | Página |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| <b>CAPÍTULO III</b> .....                                                                                                                      | 45     |
| COMPOSIÇÃO E PARÂMETROS QUALITATIVOS DA CARNE DE BOVINOS<br>NELORE TERMINADOS EM CONFINAMENTO COM TORTA DE ALGODÃO<br>COMO FONTE LIPÍDICA..... | 45     |
| Resumo.....                                                                                                                                    | 46     |
| Abstract.....                                                                                                                                  | 47     |
| Introdução.....                                                                                                                                | 48     |
| Material e métodos.....                                                                                                                        | 49     |
| Animais, instalações e manejo.....                                                                                                             | 49     |
| Tratamentos.....                                                                                                                               | 50     |
| Abate e amostragem.....                                                                                                                        | 52     |
| Avaliações químicas e físicas.....                                                                                                             | 53     |
| Avaliações sensoriais.....                                                                                                                     | 54     |
| Análise estatística.....                                                                                                                       | 54     |
| Resultados e discussão.....                                                                                                                    | 56     |
| Conclusões.....                                                                                                                                | 71     |
| Referências.....                                                                                                                               | 71     |
| <b>CAPÍTULO IV</b> .....                                                                                                                       | 77     |
| Implicações.....                                                                                                                               | 78     |

## LISTA DE TABELAS

|                                                                                                                                                                                                              | Página        |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| <b>CAPÍTULO II.....</b>                                                                                                                                                                                      | <b>18</b>     |
| Tabela 1. Composição das dietas fornecidas aos animais confinados.....                                                                                                                                       | 24            |
| Tabela 2. Médias estimadas do desempenho, consumo de matéria seca e custo do ganho de bovinos Nelore alimentados com torta de algodão, em três teores de extrato etéreo na dieta.....                        | 30            |
| Tabela 3. Médias estimadas do consumo de nutrientes de bovinos Nelore alimentados com torta de algodão, em três teores de extrato etéreo na dieta.....                                                       | 34            |
| Tabela 4. Comportamento ingestivo médio de bovinos Nelore alimentados com torta de algodão, em três teores de extrato etéreo na dieta.....                                                                   | 36            |
| Tabela 5. Médias estimadas das características de carcaça de bovinos Nelore alimentados com torta de algodão, em três teores de extrato etéreo na dieta.....                                                 | 38            |
| <br><b>CAPÍTULO III.....</b>                                                                                                                                                                                 | <br><b>45</b> |
| Tabela 1. Composição das dietas fornecidas aos animais confinados.....                                                                                                                                       | 51            |
| Tabela 2. Médias de pH e coloração da carne ( <i>M. longissimus lumborum</i> ) e da gordura subcutânea de bovinos Nelore alimentados com torta de algodão, em três teores de extrato etéreo na dieta.....    | 57            |
| Tabela 3. Médias de força de cisalhamento e oxidação lipídica da carne ( <i>M. longissimus lumborum</i> ) de bovinos Nelore alimentados com torta de algodão, em três teores de extrato etéreo na dieta..... | 59            |
| Tabela 4. Médias da composição centesimal da carne ( <i>M. longissimus lumborum</i> ) de bovinos Nelore alimentados com torta de algodão, em três teores de extrato etéreo na dieta.....                     | 60            |
| Tabela 5. Médias da avaliação do aroma da carne ( <i>M. longissimus lumborum</i> ) de bovinos Nelore alimentados com torta de algodão, em três teores de extrato etéreo na dieta.....                        | 61            |

## Página

|                                                                                                                                                                                                                          |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabela 6. Médias da composição de ácidos graxos da carne ( <i>M. longissimus lumborum</i> ) de bovinos Nelore alimentados com torta de algodão, em três teores de extrato etéreo na dieta.....                           | 63 |
| Tabela 7. Médias das proporções e índices qualitativos da fração lipídica da carne ( <i>M. longissimus lumborum</i> ) de bovinos Nelore alimentados com torta de algodão, em três teores de extrato etéreo na dieta..... | 65 |
| Tabela 8. Médias da composição de ácidos graxos da gordura subcutânea de bovinos Nelore alimentados com torta de algodão, em três teores de extrato etéreo na dieta.....                                                 | 68 |
| Tabela 9. Médias das proporções e índices qualitativos da fração lipídica da gordura subcutânea de bovinos Nelore alimentados com torta de algodão, em três teores de extrato etéreo na dieta.....                       | 70 |

**LISTA DE FIGURAS**

|                                                                 | Página |
|-----------------------------------------------------------------|--------|
| <b>CAPÍTULO II</b> .....                                        | 18     |
| Figura 1 – Descrição esquemática das etapas do experimento..... | 23     |
| <br><b>CAPÍTULO III</b> .....                                   | <br>45 |
| Figura 1 – Descrição esquemática das etapas do experimento..... | 50     |

## **CAPÍTULO I**

### **CONSIDERAÇÕES INICIAIS**

## **CONSIDERAÇÕES INICIAIS**

### **Viabilidade do biodiesel**

O biodiesel é o combustível obtido a partir de matérias-primas vegetais ou animais e, de acordo com o Plano Nacional de Agroenergia lançado pelo Governo Federal em dezembro de 2005, no Brasil as matérias-primas vegetais com potencial de utilização são óleos extraídos de sementes oleaginosas, como: algodão, amendoim, canola, colza, girassol, mamona, palma e soja; e de origem animal: sebo bovino, suíno e de aves. Esse combustível é utilizado em substituição aos combustíveis de origem fóssil, em percentuais adicionados ao óleo petrodiesel ou integral, nos motores à combustão para a geração de energia (BRASIL, 2005).

No Plano Governamental, ficou estabelecido a obrigatoriedade da adição de 2% de biodiesel no petrodiesel comercializado em todo país a partir de janeiro de 2008, devendo esse percentual ser elevado para 5% ou mais (até mesmo o biodiesel puro) a partir de janeiro de 2013, mediante autorização da Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis – ANP. No entanto, por meio de resolução, o Governo estabeleceu que, a partir de 1º de julho de 2008, o óleo diesel comercializado em todo o Brasil deverá conter, obrigatoriamente, 3% de biodiesel (BRASIL, 2008).

Contudo, o Conselho Nacional de Políticas Energéticas estabeleceu uma antecipação em três anos do cronograma e definiu que, a partir de janeiro de 2010, o diesel deve ser acrescido em 5% de biodiesel (BRASIL, 2009), sendo esse percentual vigente até os dias atuais.

O Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel, lançado pelo Governo Federal em dezembro de 2004, estabeleceu entre suas diretrizes linhas de créditos especiais para construção de usinas de biodiesel financiadas pelo Banco Nacional do Desenvolvimento Econômico e Social e outras fontes. Incentivo baseado na crescente demanda por combustíveis de fontes renováveis e no potencial brasileiro para atender parte expressiva dessas necessidades, gerando empregos e renda, contribuindo para a economia de divisas e melhorias nas condições ambientais e conseguindo segurança energética, fundamental para prover o crescimento de uma nação (BRASIL, 2004).

Demonstração do interesse do Governo Federal em fomentar a produção e o uso de biodiesel que, em 2006, lançou, por meio da Instrução Normativa n. 516, o

“Selo Combustível Social”, que estabeleceu redução ou até total isenção de alíquotas de contribuição (PIS/Pasep e Cofins), de acordo com a relevância social que a usina vier a propiciar na região (BRASIL, 2006).

Segundo Rodrigues (2006), o consumo interno de óleo petrodiesel no Brasil foi de 40 bilhões de litros/ano, e que, com a mistura de biodiesel na proporção de 2%, utilizou 800 milhões de litros/ano de biodiesel para abastecer o mercado interno, sendo que seriam necessários 2 bilhões de litros/ano a partir de 2013, quando a adição mínima passaria a ser de 5%. Com a antecipação da adição de 5%, o Brasil requereu 2,4 bilhões de litros de biodiesel no ano de 2010 (BRASIL, 2010b).

O Brasil está entre os maiores produtores e consumidores de biodiesel do mundo, com produção em 2009 de 1,6 bilhões de litros e capacidade instalada para o ano de 2010 de 4,7 bilhões de litros, segundo dados da ANP (BRASIL, 2010b).

Em vista desse crescimento, há forte preocupação do risco do desvio da produção agrícola alimentícia para a produção energética, sendo esta infundada, segundo Campos e Carmelio (2006), pois o óleo é empregado para produção de biodiesel e o que sobra do grão pode ser perfeitamente utilizado para ração animal ou fertilizante natural. Os mesmos autores adicionaram que o óleo representa entre 17% a 50% da composição das diversas matérias-primas, logo, no mínimo, a cada tonelada de oleaginosa destinada à produção de biodiesel, haverá também a produção de outra tonelada de torta para ração animal ou para uso como fertilizante natural, aumentando assim a produção alimentícia.

Assim, com a capacidade para produção de 4,7 bilhões de litros/ano (BRASIL, 2010b), pode ser estimada igual quantidade de coprodutos ofertados no mercado, a serem eficientemente utilizados na produção de alimentos. Portanto, o crescimento da produção e a adoção do uso de biodiesel no Brasil ficam inegáveis, provendo e requerendo pesquisas aprofundadas para o melhor uso desses coprodutos, sendo essa uma das dimensões definidas no Plano Nacional de Agroenergia (BRASIL, 2005).

### **Coproduto agroindustrial**

O termo coproduto refere-se ao material gerado no decorrer do processo de uma cadeia produtiva, sem que seja o produto principal. Como exemplo, na cotonicultura, o produto principal é a fibra ou pluma de algodão, e coproduto agrícola é o caroço de

algodão, e este, quando utilizado na cadeia de produção do biodiesel, produz, como produto principal, o óleo biodiesel e, como coproduto, a torta, gerada a partir da extração física do óleo.

Sendo assim, a torta é o produto secundário da extração física do óleo do grão e pode ser usada na forma como é obtida ou peletizada para alimentação animal. Em função do método utilizado na extração do óleo, podem-se produzir dois tipos de torta: a torta gorda proveniente apenas da extração física, com 6 a 10% de óleo residual, e a torta magra proveniente da extração química por solventes, com menos de 2% de óleo residual, da qual se produzem os tradicionais farelos (FREIRE, 2006).

O potencial brasileiro para produção de biodiesel é devido à grande variedade de grãos oleaginosos disponíveis, como algodão, amendoim, gergelim, girassol, mamona, soja (PERES e BELTRÃO, 2006). Meneghetti et al. (2006) relataram que a extração física do óleo do caroço de algodão tem por objetivo a obtenção do óleo vegetal amplamente utilizado na indústria de produtos alimentícios gordurosos, sendo cada vez mais viável também para a produção de biodiesel.

A cultura do algodão tem por objetivo principal a produção da fibra ou pluma para mais de 400 aplicações industriais, sendo hoje o consumo mundial em torno de 25 milhões de toneladas por ano. Essa demanda é crescente e pesquisas indicam que, no máximo em 15 anos, o mercado necessitará de mais de 35 milhões de toneladas do produto para atender essa demanda mundial (BELTRÃO, 2007). Para a safra de 2010/2011, o Brasil tem previsão de produção de 1,2 milhões de toneladas de fibra algodão, que resultarão em dois milhões de toneladas de caroço de algodão, segundo estimativas da Companhia Nacional de Abastecimento - CONAB (BRASIL, 2010a).

Winterholler et al. (2009) relataram, em estudos elaborados nos Estados Unidos, que, em resposta ao aumento da crescente demanda por óleo do caroço de algodão como matéria prima para produção de biocombustíveis, algumas indústrias elaboraram técnicas mecânicas de extração do óleo do caroço de algodão e um dos coprodutos desse processo é o farelo de algodão extrusado peletizado, nacionalmente conhecido como torta de algodão, que contém altos teores de proteína bruta (30,4%), 44% de fibra insolúvel em detergente neutro e 10,2% de gordura, com base na matéria seca. E os mesmos autores alertaram que, devido ao envolvimento de altas temperaturas no processo de extração, pode haver diminuição da degradabilidade ruminal do produto,

o que pode ser uma característica interessante quando, por exemplo, o intuito é elevar a quantidade de proteína não degradável no rúmen.

Diversas outras pesquisas têm sido realizadas para viabilização do uso dos coprodutos do algodão na alimentação de ruminantes, em especial o caroço (COSTA, 2009a; COSTA, 2009b; CRANSTON et al. 2006; AFERRI et al., 2005), o farelo (PINA et al., 2006) e a casca do algodão (CHIZZOTTI et al. 2005; MAGALHÃES et al., 2005; KAZAMA et al., 2008).

O potencial nutricional desses coprodutos está sendo amplamente explorado pelos bovinocultores de corte nacionais. Millen et al. (2009) relataram que 80% dos maiores nutricionistas brasileiros utilizam algum coproduto na alimentação de bovinos confinados, utilizando-se principalmente o caroço de algodão. Estudo similar realizado nos Estados Unidos mostrou que 82% dos nutricionistas americanos também utilizam, na alimentação animal, algum coproduto, principalmente coproduto de milho oriundo de destilaria do biocombustível etanol (VASCONCELOS e GALYEAN 2007).

Com base nos dados de Valadares Filho et al. (2006), uma limitação para maior utilização do caroço de algodão é o alto teor de gordura, 18,9%. Contudo, a principal desvantagem é a associação do caroço de algodão com problemas no sabor da carne (MEDEIROS et al., 2005).

Costa (2009b) verificou que a inclusão de 34,09% de caroço de algodão na dieta eleva a intensidade do sabor e aroma estranhos da carne bovina. Assim como, Pesce (2008) que encontrou alteração no sabor da carne de bovinos com a inclusão de 10% de caroço de algodão, em base de matéria seca, na dieta.

Outra preocupação do uso do caroço de algodão ou de seus coprodutos é a presença do gossipol. Porém, os animais ruminantes são pouco afetados por esse composto fenólico, pois ele se une a proteínas indigestíveis no rúmen, fato comprovado por Nikokyris et al. (1991) que, avaliando os níveis de gossipol no fígado de cordeiros submetidos a dietas de 0%, 15% e 30% de inclusão de torta algodão, não observaram qualquer nível anormal de gossipol.

Fornecendo para novilhas de corte dietas com caroço de algodão peletizado e sem linter, em teores de 15% e 25 % da matéria seca, Cranston et al. (2006) encontraram níveis de gossipol acima do limite recomendado de 5 µg/mL de plasma sanguíneo, contudo, afirmaram que as dietas com a inclusão desses coprodutos são seguras para terminação de bovinos de corte.

Apesar de conhecida a composição bromatológica da torta de algodão, que possui reduzidos teores de gordura (9,67% de extrato etéreo), 55,67% de fibra insolúvel em detergente neutro e bom valor energético bruto de 4,85 Mcal/kg de matéria seca (VALADARES FILHO et al., 2006), ainda são escassos os relatos na literatura sobre a utilização da torta de algodão em dietas de ruminantes e, principalmente, sobre o efeito dessa torta no desempenho de bovinos confinados e nas características sensoriais e de composição da carne.

### **Produção de carne bovina**

O Brasil possui atualmente números surpreendentes na pecuária bovina de corte, com total aproximado de 194 milhões de bovinos. Dados do balanço anual, elaborado pela Confederação Nacional da Agricultura (CNA, 2010), consolidam o Brasil como possuidor do maior rebanho comercial do mundo de acordo com o *United State Departure of Agriculture* (USDA, 2009). Desse total, 43,6 milhões de bovinos foram abatidos no ano de 2009, e produzindo 9,2 milhões de toneladas em equivalentes-carcaça (CNA, 2010) a serem comercializadas nos mercados nacional e internacional, esse último em franca expansão, o que coloca o Brasil como o país de maior volume de exportações do produto desde 2003 (USDA, 2009).

Ferraz e Felício (2010) apresentaram revisão do sistema produtivo brasileiro, mais especificamente do mercado de carnes, na qual ressaltaram alguns pontos relevantes, como 72% do total da carne produzida é consumida no mercado interno, algo próximo de 7 milhões de equivalentes-carcaça/ano, proporcionando um total de 37 kg de carne/habitante/ano. Considerando-se apenas os últimos 15 anos, o crescimento da produção de carne foi próximo de 60%, média de 4% ao ano, já o consumo interno cresceu apenas 30% no mesmo período, demonstrando o potencial exportador do Brasil.

O setor industrial, exportador da carne bovina, vem apresentando números recordes, com as exportações em produtos cárneos bovinos saltando de US\$ 1,0 bilhão em 2001 para US\$ 4,8 bilhões em 2010, ou seja, os valores exportados foram elevados em aproximadamente cinco vezes, com crescimento de apenas 30% do total produzido em equivalentes-carcaça (7,1 milhões de equivalentes-carcaça em 2001 para 9,3 milhões em 2010) segundo a Associação Brasileira de Indústrias Exportadoras de Carne - ABIEC (2011).

Esse desempenho é resultante principalmente da aplicação de técnicas modernas de produção, da utilização de cruzamentos e da estabilização da economia, que permitiram ao setor ganhos extraordinários em volume e produtividade. Esses ganhos foram determinantes para colocar o Brasil em condições de destaque como grande produtor de carne bovina (LUCHIARI FILHO, 2005).

O mercado mundial de carne se modernizou e vem requerendo dos sistemas produtivos: alta produção acoplada a baixo custo, padronização e regularidade do produto, além de eficiência no controle sanitário e na rastreabilidade, gerando assim discussão entre sistema de produção de bovinos e sistema de produção de carne bovina de qualidade, forçando os pesquisadores e produtores a buscarem um sistema produtivo altamente eficiente, com custo reduzido e produção de carne de qualidade (LUCHIARI FILHO, 2000).

Nesse contexto, o sistema de terminação em confinamento vem crescendo expressivamente, visto o adicional de um milhão de cabeças confinadas em relação aos dados de 1997, o que representa um crescimento aproximado de 55% no número de bovinos terminados nesse modelo de sistema produtivo (ANUALPEC, 2010).

A prática de confinamento é uma opção interessante, pois tem como vantagens: redução da idade de abate dos animais, retorno do capital investido em curto prazo, descanso das áreas de pastagens durante a seca, melhor rendimento de carcaça, entre outras (LUCHIARI FILHO, 2000). Contudo, tal sistema teve a lucratividade fortemente reduzida, em consequência do preço de venda dos animais não ter acompanhado os custos de produção (PACHECO et al., 2006).

Segundo Signoretti et al. (2006), gastos com alimentação em confinamento são altos, uma vez que os custos associados a esse fator podem chegar a 90% dos custos operacionais totais, dependendo da categoria animal utilizada e do nível de produção desejado. Assim, a substituição de ingredientes energéticos tradicionais por outras fontes na alimentação de ruminantes confinados, priorizando resíduos ou coprodutos agroindustriais, é de grande importância (PEDROSO et al., 2007), principalmente na tentativa de redução dos custos e no aumento da lucratividade do sistema.

Kazama et al. (2008) ressalta também que pesquisas em nutrição de ruminantes, envolvendo a avaliação do uso de coprodutos agroindustriais, não devem se restringir apenas a resultados de desempenho animal associados ao custo de produção, mas também devem estar aliadas ao impacto que esses coprodutos teriam sobre a

qualidade da carne bovina, visto que as exigências impostas pelos mercados consumidores por qualidade de carne têm aumentado constantemente.

### **Inclusão de lipídeos na dieta de ruminantes**

Os lipídeos fazem parte das exigências nutricionais dos animais por serem precursores dos ácidos graxos essenciais formadores de componentes de membranas celulares e precursores de moléculas reguladoras, como as prostaglandinas. Em termos gerais, o fornecimento de 1% de lipídeos na matéria seca da ração (2% da energia metabolizável) supre as carências de ácidos graxos (PALMQUIST e MATTOS, 2006). Além disso, quantidades mais elevadas de lipídeos podem ser usadas em situações de baixa ingestão de matéria seca, como, por exemplo, em ambientes frios ou com temperaturas mais elevadas. Essa é uma situação frequente no Brasil, visto que o incremento calórico dos lipídeos é menor que o de carboidratos e proteínas.

Em um estudo clássico de nível de fornecimento e fonte de lipídeos, Zinn (1989) avaliou 200 novilhos mestiços Brahman, confinados com dietas contendo óleo residual de restaurantes ou mistura de gordura animal e vegetal, e observou que o teor de extrato etéreo da dieta (2,0%, 5,5% e 9,0%) não afetou o consumo dos animais, elevou o ganho de corpo vazio e promoveu aumento linear no ganho de gordura, na retenção de energia por unidade de ganho de corpo vazio e na deposição de gordura cavitária. Em contrapartida, houve decréscimo linear da exigência de consumo de matéria seca por unidade de ganho de corpo vazio.

Com teores variando de 4,5% a 10% de extrato etéreo na dieta, Felton e Kerley (2004), utilizando soja grão como fonte lipídica, observaram efeito linear positivo no consumo de matéria seca de novilhos jovens cruzados com o aumento de extrato etéreo, em 52 dias de experimento. Os mesmos autores, utilizando teores próximos aos citados acima, porém em 72 dias de experimento, não encontraram efeito da inclusão de extrato etéreo no consumo de matéria seca. Vander Pol et al. (2009) avaliando dietas de 3,5% a 8,8% de extrato etéreo, em dois experimentos, também não observaram efeito no consumo de matéria seca dos animais.

Hess et al. (2008), em revisão dos efeitos inclusão de gordura na dieta no consumo de volumoso, reportaram teores de 3% de suplementação de gordura do

consumo de matéria seca como ótimo para maximizar consumo de forragem e teores de suplementação de 4% do consumo de matéria seca para elevar a ingestão de energia digestível.

Com o uso de maiores quantidades de lipídeos com alta concentração de ácidos graxos insaturados, haverá mais biohidrogenação ruminal, via que tem sido sugerida como mecanismo para eliminação de altas quantidades de equivalentes redutores e sequestro de hidrogênios livres, auxiliando no tamponamento do pH e controle na incidência de acidose láctica (PALMQUIST e MATTOS, 2006).

A adição lipídica também tem sido explorada como ferramenta promissora para a redução na metanogênese. Segundo revisão de Moraes et al. (2006), as vias pelas quais ocorrem essa redução são fundamentalmente devidas ao efeito tóxico dos ácidos graxos na população de protozoários e bactérias metanogênicas, à diminuição do consumo, à redução da fermentação ruminal da matéria orgânica e da fibra, ao aumento do propionato e à transferência do hidrogênio livre para a rota da biohidrogenação, diminuindo a disponibilidade de hidrogênio para síntese de metano.

Esse fato foi bem demonstrado por McGinn et al. (2004), em que, sem considerarem o consumo, demonstraram redução de 22% da emissão de metano, de 166,2 para 129 g/animal/dia, com a adição de 5% de óleo de girassol na dieta. Os mesmos dados corrigidos para a ingestão de matéria seca mostraram 8,5% de redução, de 22,64 para 18,81 g/kg matéria seca ingerida. Johnson et al. (2002) fornecendo dietas para vacas em lactação com 2,3%, 4,0% e 5,0% de extrato etéreo, utilizando canola e caroço de algodão como fontes lipídicas, observaram que o aumento de extrato etéreo reduziu a quantidade de metano produzido por unidade de leite.

Contudo, o fornecimento de altos níveis de gordura na dieta deve ser visto com cuidado, pois podem causar problemas na absorção de nutrientes, além de diminuir a digestibilidade da fibra pelo efeito tóxico dos ácidos graxos insaturados, principalmente de cadeia longa, sobre as bactérias ruminais e protozoários (HENDERSON, 1973).

Jenkins (1993) ressaltou que os estudos sobre metabolismo lipídico no rúmen devem ter dois objetivos principais. Primeiro, controlar os efeitos antimicrobianos dos ácidos graxos, de forma que a gordura adicional possa ser empregada na alimentação de ruminantes sem prejudicar a fermentação ruminal; e segundo, regular a biohidrogenação microbiana para controle da absorção de determinados ácidos

graxos, de forma que possa melhorar o desempenho animal ou reduzir a saturação da gordura da carne e do leite.

Outras justificativas da inclusão de maiores teores de lipídeos de origem vegetal na dieta de ruminantes são as direcionadas às modificações na composição corporal ou no perfil de ácidos graxos dos tecidos. O maior fornecimento de ácidos graxos poliinsaturados, principalmente de ácido linoléico conjugado (CLA), tem demonstrado efetiva alteração no metabolismo lipídico em animais de várias espécies em crescimento, com redução de gordura corporal (BAUMAN et al., 1999).

Os mecanismos que fazem a suplementação com CLA reduzir a deposição de gordura corporal em animais em crescimento ainda não estão bem esclarecidos. Bauman et al. (1999) descreve que esses efeitos podem ser devidos à redução na síntese *de novo*, redução no uso de ácidos graxos pré-formados por meio da inibição da enzima ácido graxo sintetase, aumento das taxas de lipólise ou combinação entre todos os efeitos.

A inclusão de lipídeos na dieta pode ser realizada na tentativa de elevar a concentração de CLA no produto final, sendo esse o objetivo de diversas pesquisas, conforme revisão de Schmid et al. (2006). Dentre os influenciadores na concentração de CLA da carne, a composição da dieta é o mais importante (BAUMAN et al., 1999), pois o maior fornecimento de ácidos graxos poliinsaturados levará à diminuição da biohidrogenação completa e, por consequência, ao aumento da absorção do ácido rumênico ( $C_{18:2}$ , *cis*-9, *trans*-11) e do *trans*-vaccênio ( $C_{18:1}$ , *trans*-11). Esse último é o maior precursor do CLA, por meio da desaturação endógena pela enzima estearoil-CoA dessaturase (GRINARI e BAUMAN, 1999).

Pesquisas recentes têm comprovado que o leite e a carne de ruminantes possuem substâncias com ação benéfica na prevenção de doenças vasculares, cardíacas e neoplásicas, devido a maiores concentrações de CLA e ácidos graxos da série ômega-3 (McGUIRE e McGUIRE, 1999; PARODI, 1999; TANAKA, 2005).

Nos últimos tempos, consumidores estão mais preocupados com a alimentação e, por isso, procuram mais informações a respeito dos possíveis efeitos de determinados alimentos ou nutrientes sobre a saúde. Observa-se, por parte desses consumidores, uma relação entre consumo de carne bovina e doenças vasculares. Na realidade, os ácidos graxos, responsáveis por promover o perfil de lipídeos no plasma e favorecer o aparecimento da arteriosclerose, compõem menos de 30% da gordura presente nas carnes bovina e ovina. Além disso, já vem sendo reconhecido que o

colesterol, contido nos produtos de origem animal, contribui pouco para elevar o teor de colesterol plasmático em humanos (PALMQUIST e MATTOS, 2006).

Torna-se reconhecido, portanto, o mérito de estudos que, além de aliarem o uso de matérias-primas não concorrentes com a alimentação humana, que promovam redução de custos e menor emissão de gases do efeito estufa na produção animal, e que propiciem o aumento do fornecimento de alimentos nobres, com qualidade e de maneira sustentável, à população humana.

Sendo assim, a necessidade de avaliar o uso da torta de algodão, como fonte lipídica na dieta de terminação de bovinos confinados, conduziram o desenvolvimento deste projeto de pesquisa, do qual resultou na elaboração de dois capítulos, obedecendo a normas da Revista Brasileira de Zootecnia, à qual serão submetidos.

No capítulo II, intitulado “DESEMPENHO, COMPORTAMENTO INGESTIVO E CARACTERÍSTICAS DE CARCAÇA DE BOVINOS NELORE TERMINADOS EM CONFINAMENTO COM TORTA DE ALGODÃO COMO FONTE LIPÍDICA”, objetivou-se avaliar os efeitos da inclusão da torta de algodão como fonte lipídica na terminação de bovinos confinados.

No capítulo III, intitulado “COMPOSIÇÃO E PARÂMETROS QUALITATIVOS DA CARNE DE BOVINOS NELORE TERMINADOS EM CONFINAMENTO COM TORTA DE ALGODÃO COMO FONTE LIPÍDICA”, objetivou-se avaliar os efeitos da inclusão da torta de algodão como fonte lipídica na composição e parâmetros qualitativos da carne e da gordura subcutânea de bovinos confinados.

## REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE INDÚSTRIAS EXPORTADORAS DE CARNE.  
**Relatório detalhado sobre as exportações de carne brasileira.** 2011. Disponível em: <[http://www.abiec.com.br/41\\_exportacao\\_ano.asp](http://www.abiec.com.br/41_exportacao_ano.asp)>. Acesso em: 28 fev. 2011.

AFERRI, G. et al. Desempenho e características de carcaça de novilhos alimentados com dietas contendo diferentes fontes de lipídios. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 34, n. 5, p. 1651-1658, 2005.

ANUALPEC 2010: anuário de pecuária brasileira. São Paulo, SP: Editora FNP, 2009. 369 p. Annual.

BAUMAN, D. E. et al. Biosynthesis of conjugated linoleic acid in ruminants. **Proceedings of the American Society of Animal Science**, Savoy, IL, 1999. Disponível em: <<http://www.asas.org/jas/symposia/proceedings/0937.pdf>>. Acesso em: 28 fev. 2011.

BELTRÃO, N. E. M. Algodão como alternativa energética. In: CONGRESSO BRASILEIRO DO ALGODÃO, 6., 2007, Uberlândia. **Anais...** Uberlândia: AMIPA, 2007. 1 CD-ROM.

BRASIL. Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis. **Biodiesel: introdução**. Brasília, DF, 2010a. Disponível em: <<http://www.anp.gov.br/?pg=17680&m=&t1=&t2=&t3=&t4=&ar=&ps=&cachebust=1273356739984>>. Acesso em: 8 out. 2010.

BRASIL. Companhia Nacional de Abastecimento. Brasília, DF, 2010. **Safras – Grãos: safra algodão 2010/2011**. 2010b. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br/conabweb/index.php?PAG=131>>. Acesso em: 28 fev. 2011.

BRASIL. Instrução Normativa n. 516, de 22 de fevereiro de 2005. Estabelece condições para o registro de produtor e importadores biodiesel e regime especial de apuração e pagamento dos tributos federais PIS/PASEP e COFINS. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, n. 628, 2 fev. 2006.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Plano nacional de agroenergia 2006-2011**. Brasília, DF, 2005. Disponível em: <[http://www.agricultura.gov.br/portal/page\\_pageid=33,2864458&\\_dad=portal&\\_schema=portal](http://www.agricultura.gov.br/portal/page_pageid=33,2864458&_dad=portal&_schema=portal)> Acesso em: 10 dez 2007.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. **Programa nacional de produção e uso de biodiesel**. Brasília, DF, 2004. Disponível em: < <http://www.biodiesel.gov.br>>. Acesso em: 28 out. 2011.

BRASIL. Resolução CNPE n. 6, de 16 de setembro de 2009. Estabelece em cinco por cento, em volume, o percentual mínimo obrigatório de adição de biodiesel ao óleo diesel comercializado ao consumidor final, de acordo com o disposto no art. 2º da Lei nº 11.097, de 13 de janeiro de 2005. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 26 out. 2009. Seção 1, p. 11.

BRASIL. Resolução nº 2, de 13 de março de 2008. Estabelece em três por cento, em volume, o percentual mínimo obrigatório de adição de biodiesel ao óleo diesel

comercializado ao consumidor final, nos termos do art. 2º da Lei nº 11.097, de 13 de janeiro de 2005. **Diário Oficial da União**. Brasília, DF, 13 mar. 2008. Seção 1, p. 10.

CAMPOS, A.; CARMELIO, E. C. Biodiesel e agricultura familiar no Brasil: resultados socioeconômicos e expectativa futura. In: BRASIL. Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior. **O futuro da indústria: Biodiesel**. Brasília, DF: Instituto Euvaldo Lodi, Núcleo Central, 2006. p. 49-66. Coletânea de artigos.

CHIZZOTTI, M. L. et al. Casca de algodão em substituição parcial à silagem de capim-elefante para novilhos. Consumo, degradabilidade e digestibilidade total e parcial. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 34, n. 6, p. 2093-2102, 2005.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA AGRICULTURA. **Fórum nacional permanente da pecuária de corte: Balanço da pecuária bovina de corte**. 2010. Disponível em: <<http://www.abiec.com.br/download/balanco.pdf>> Acesso em 08 out. 2010.

COSTA, D. P. B. **Características da carne de novilhos nelore alimentados com caroço de algodão**. 2009. 69 f. Tese (Doutorado em Zootecnia)-Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2009b.

COSTA, Q. P. B. **Desempenho e características da carcaça de bovinos Nelore terminados em confinamento com dietas a base de caroço de algodão**. 2009. 41 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia)-Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2009a.

CRANSTON, J. J. et al. Effects of feeding whole cottonseed and cottonseed products on performance and carcass characteristics of finishing beef cattle. **Journal of Animal Science**, Savoy, IL, v. 84, p. 2186-2199, 2006.

FELTON, E. E. D; KERLEY, M. S. Performance and carcass quality of steers fed whole raw soybeans at increasing inclusion levels. **Journal of Animal Science**, Savoy, IL, v. 82, p. 725-732, 2004.

FERRAZ, J. B. S; FELICIO, P. E. Review: production systems: an example from Brazil. **Meat Science**, Savoy, IL, v. 84, p. 238-243, 2010.

FREIRE, R. M. M. Coprodutos do algodão. In: BELTRÃO, N. E. M. **Cultivo do algodão herbáceo na agricultura familiar**. 2. ed. Brasília, DF: EMBRAPA, 2006. Disponível em: <[http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Algodao/AlgodaoAgriculturaFamiliar\\_2ed/coproduto.html](http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Algodao/AlgodaoAgriculturaFamiliar_2ed/coproduto.html)>. Acesso em: 16 abr. 2008.

GRIINARI, J. M.; BAUMAN, D. E. Biosynthesis of conjugated linoleic acid and its incorporation into meat and milk in ruminants. In: YURAWECZ, M. P. et al. **Advances**

**in conjugated linoleic acid research**, Champaign: AOCS Press, 1999. v. 1, p. 180-200.

HENDERSON, C. The effects of fatty acids on pure cultures of rumen bacteria. **Journal of Agricultural Science**, Cambridge, CB, v. 81, p. 107-115, 1973.

HESS, B. W. et al. A decade of developments in the area of fat supplementation research with beef cattle and sheep. **Journal of Animal Science**, Savoy, IL, v. 86, p. E188-E204, 2008.

JENKINS, T. C. Lipid metabolism in the rumen. **Journal of Dairy Science**, Savoy, IL, v. 76, p. 3851-3868, 1993.

JOHNSON, K. A. et al. The effect of oilseeds in diets of lactating cows on milk production and methane emissions. **Journal of Animal Science**, Savoy, IL, v. 85, p. 1509-1515, 2002.

KAZAMA, R. et al. Características quantitativas e qualitativas da carcaça de novilhas alimentadas com diferentes fontes energéticas em dietas à base de cascas de algodão e de soja. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 37, n. 2, p. 350-357, 2008.

LUCHIARI FILHO, A. **Pecuária da carne bovina**. São Paulo: O Autor, 2000. 134 p.

LUCHIARI FILHO, A. Sistema de produção de carne bovina no Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DA CARNE, 3., 2005. São Pedro, SP. **Anais...** Campinas: ITAL, 2005. 1 CD-ROM.

MAGALHÃES, K. A. et al. Desempenho, composição física e características da carcaça de novinhos alimentados com diferentes níveis de casca de algodão, em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 34, n. 6, p. 2466-2474, 2005.

McGINN, S. M. et al. Methane emissions from beef cattle: effects of monensin, sunflower oil, enzymes, yeast, and fumaric acid. **Journal of Animal Science**, Savoy, IL, v. 82, p. 3346-3356, 2004.

McGUIRE, M. C.; McGUIRE, M. K. Conjugated linoleic acid (CLA): a ruminant fatty acid with beneficial effects on human health. **Proceedings of the American Society of Animal Science**, Savoy, IL, 1999. Disponível em: <<http://www.asas.org/jas/symposia/proceedings/0938.pdf>>. Acesso em: 28 fev. 2011.

MEDEIROS, S. R. et al. Efeito do caroço de algodão na qualidade do *Longissimus dorsi* de bovinos de diferentes grupos genéticos terminados em confinamento. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 42., 2005, Goiânia. **Anais...** Goiânia: SBZ, 2005. 1 CD-ROM.

MENEGHETTI, S. M. P. et al. Ethanolysis of castor and cottonseed oil: a systematic study using classical catalysts. **Journal of the American Oil Chemists' Society**, Urbana, IL, v. 83, n. 9, p. 819-822, 2006.

MILLEN, D. D. et al. A snapshot of management practices and nutritional recommendations used by feedlot nutritionists in Brazil. **Journal of Animal Science**, Savoy, IL, v. 87, p. 3427-3439, 2009.

MORAIS, J. A. S. et al. Aditivos. In: BERCHIELLI, T. T. et al. **Nutrição de ruminantes**. Jaboticabal: FUNEP, 2006. p. 539-583.

NIKOKYRIS, P. et al. Effects of gossypol content of cottonseed cake on blood constituents in growing-fattening lambs. **Journal Dairy Science**, Savoy, IL, v. 74, p. 4305-4313, 1991.

PACHECO, P. S. et al. Avaliação econômica da terminação em confinamento de novilhos jovens e superjovens de diferentes grupos genéticos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 35, n. 1, p. 309-320, 2006.

PALMQUIST, D. L.; MATTOS, W. R. S. Metabolismo de lipídeos. In: BERCHIELLI, T. T. et al. **Nutrição de ruminantes**. Jaboticabal: FUNEP, 2006. p. 287-310.

PARODI, P. W. Conjugated linoleic acid and other anticarcinogenic agents of bovine milk fat. **Journal of Dairy Science**, Savoy, IL, v. 82, n. 6, p. 1339-1349, 1999.

PEDROSO, A. M. et al. Substituição do milho moído por casca de soja na ração de vacas leiteiras em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 36, n. 5, p. 1651-1657, 2007.

PERES, J. R. R.; BELTRÃO, N. E. M. Oleaginosas para biodiesel: situação atual e potencial. In: BRASIL. Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior. **O futuro da indústria: Biodiesel**. Brasília, DF: Instituto Euvaldo Lodi, Núcleo Central, 2006. p. 67-82. Coletânea de artigos.

PESCE, D. M. C. **Efeito da dieta contendo caroço de algodão no desempenho, características quantitativas da carcaça e qualitativas da carne de novilhos Nelore Confinados**. 2008. 155 f. Tese (Doutorado em Zootecnia)-Faculdade de

Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2008.

PINA, D. S. et al. Síntese de proteína microbiana e concentrações de uréia em vacas alimentadas com diferentes fontes de proteína. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 35, n. 4, p. 1552-1559, 2006.

RODRIGUES, R. A. Biodiesel no Brasil: diversificação energética e inclusão social com sustentabilidade. In: BRASIL. Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior. **O futuro da indústria: Biodiesel**. Brasília, DF: Instituto Euvaldo Lodi, Núcleo Central, 2006. p. 15-26. Coletânea de artigos.

SCHMID, A. et al. Conjugated linoleic acid in meat and meat products: a review. **Meat Science**, Savoy, IL, v. 73, p. 29-41, 2006.

SIGNORETTI, R. D. et al. Exploração de ganho compensatório como estratégia nutricional. In: \_\_\_\_\_. **Confinamento: gestão e economia**. Bebedouro: Scot Consultoria, 2006. p. 57-79.

TANAKA, K. Occurrence of conjugated linoleic acid in ruminant products and its physiological function. **Journal of Animal Science**, Savoy, IL, v. 76, n. 4, p. 291-303, 2005.

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE. **Livestock and poultry: world markets and trade**. Disponível em: <[http://www.fas.usda.gov/dlp/circular/2009/livestock\\_poultry\\_10-2009.pdf](http://www.fas.usda.gov/dlp/circular/2009/livestock_poultry_10-2009.pdf)>. Acesso em: 28 fev. 2011.

VALADARES FILHO, S. C. et al. **Tabelas brasileiras de composição de alimentos para bovinos**. 2. ed. Viçosa, MG: UFV, 2006. 329 p.

VANDER POL, K. J. et al. Performance and digestibility characteristics of finishing diets containing distillers grains, composites of corn processing coproducts, or supplemental corn oil. **Journal of Animal Science**, Savoy, IL, v. 87, p. 639-652, 2009.

VASCONCELOS, J. T.; GALYEAN, M. L. Nutritional recommendations of feedlot consulting nutritionists: The 2007 Texas Tech University survey. **Journal of Animal Science**, Savoy, IL, v. 85, p. 2772-2781, 2007.

WINTERHOLLER, S. J. et al. Supplemental energy and extruded-expelled cottonseed meal as a supplemental protein source for beef cows consuming low-quality forage. **Journal of Animal Science**, Savoy, IL, v. 87, p. 3003-3012, 2009.

ZINN, R. A. Influence of level and source of dietary fat on its comparative feeding value in finishing diets for steers: Feedlot cattle growth and performance. **Journal of Animal Science**, Savoy, IL, v. 67, p. 1029-1037, 1989.

## **CAPÍTULO II**

### **DESEMPENHO, COMPORTAMENTO INGESTIVO E CARACTERÍSTICAS DE CARCAÇA DE BOVINOS NELORE TERMINADOS EM CONFINAMENTO COM TORTA DE ALGODÃO COMO FONTE LIPÍDICA**

**Desempenho, comportamento ingestivo e características de carcaça de bovinos  
Nelore terminados em confinamento com torta de algodão**

**RESUMO:** Este estudo objetivou avaliar os efeitos da torta de algodão (TA) como fonte lipídica na terminação de bovinos confinados. Para tanto, foram utilizados 40 machos da raça Nelore, não-castrados, com idade média inicial de 17 meses e peso vivo médio inicial de  $313,8 \pm 41,2$  kg, confinados por 102 dias com dietas contendo TA ou soja (SO). A inclusão da TA foi com base no teor de extrato etéreo (EE) da dieta: 3%, 4% e 5%. Também foram testados outros dois tratamentos referências, com teores de 3% e 5% de EE, tendo SO como fonte lipídica. As médias foram comparadas por meio de quatro contrastes não ortogonais: C1 = 3SO versus 3TA; C2 = 5SO versus 5TA; C3 = 3TA versus 5TA, e C4 = 3TA + 5TA versus 4TA. Nas dietas com 3% de EE, a TA não alterou as variáveis estudadas, contudo, nas dietas com 5% de EE, os animais alimentados com TA apresentaram maior consumo de matéria seca, 8,94 para 10,3 kg/dia, e redução da eficiência alimentar, 166 g/kg com SO e 145 g/kg com TA. Porém, por ser um ingrediente de menor custo, houve redução do custo do ganho, 3,15 e 2,63 R\$/kg, respectivamente para SO e TA. Maior inclusão do teor de TA na dieta propiciou aumento do peso vivo final dos animais, respectivamente, 433, 454 e 467 kg nas dietas 3TA, 4TA e 5TA; e também aumentou o consumo de matéria seca, respectivamente, 8,34, 9,90 e 10,3 kg/dia. Além de, o aumento da TA nas dietas elevou o tempo despendido em ruminação pelos animais, sem alterar o tempo gasto na alimentação. Assim, o uso da torta de algodão não alterou o ganho de peso, as características de carcaça, e o comportamento ingestivo animais, contudo, nas dietas com maior teor lipídico, a TA elevou o consumo de matéria seca, mas reduziu o custo do ganho de peso. O aumento do teor de TA na dieta elevou o ganho de peso, o consumo de matéria seca, e o tempo despendido em ruminação pelos animais, sem alterar a eficiência alimentar, o custo do ganho, o tempo de alimentação, e as características de carcaça dos bovinos Nelore confinados.

**Palavras chaves:** coproduto, custo do ganho, ganho de peso, lipídios

**Performance, feeding behavior and carcass traits of Nellore bulls  
finished on feedlot with cottonseed cake**

**ABSTRACT:** This study aimed to evaluate effects of cottonseed cake (CC) inclusion as fat source in finishing diet of beef cattle. Forty Nellore males, no castrated, with 17 months of initial age and  $313.8 \pm 41.2$  kg of average initial weight, were finished on feedlot for 102 days with diets containing CC or soybean products (SO). CC inclusion was based on diet ether extract (EE): 3%, 4% and 5%. Others control treatments, with 3% and 5% of EE, having SO as fat source were also tested. Means were tested using four non-orthogonal contrasts: C1 = 3SO versus 3CC; C2 = 5SO versus 5CC; C3 = 3CC versus 5CC, e C4 = 3CC + 5CC versus 4CC. In diets with 3% of EE, CC did not change the variables studied, but, in diets with 5% of EE, animals fed with CC showed major dry matter intake, 8.94 to 10.3 kg/day, and gain:feed reduction, 166 g/kg to SO and 145 g/kg to CC. However, to be a cheap ingredient, promoted gain cost reduction, 3.15 and 2.63 R\$/kg, respectively to SO and CC. Major CC diet inclusion increased final live weight of the animals, respectively, 433, 454 and 467 kg on 3CC, 4CC and 5CC diets; and increased dry matter intake too, respectively, 8.34, 9.90 and 10.3 kg/day. In addition, major CC on diet increased chewing time, without changed intake spending time. So, CC use did not change weight gain, carcass traits, and intake behavior, but, in high fat level diets, CC increased dry matter intake and reduced gain cost of the animals. The diet CC inclusion, increased weight gain, dry matter intake, and chewing time, without change gain:feed, gain cost, intake spending time and carcass traits of Nellore bulls, on feedlot.

**KEY WORDS:** byproduct, gain costs, lipid, weight gain

## INTRODUÇÃO

A terminação de bovinos em confinamento defronta com os desafios da minimização dos custos com a alimentação dos animais, que representa maior parte das despesas, e adequação à crescente demanda de utilização racional e sustentável dos recursos naturais. Uma das alternativas utilizadas para essa minimização de custos é a substituição na alimentação animal de grãos cereais tradicionais por outras fontes protéicas e energéticas, que apresentem menor custo e que não concorram diretamente com os ingredientes utilizados na alimentação humana.

Millen et al. (2009) relataram que 80% dos maiores nutricionistas brasileiros utilizam algum coproduto em suas formulações para alimentação de bovinos confinados, principalmente o caroço de algodão. Estudo similar, realizado nos Estados Unidos, mostrou que 82% dos nutricionistas americanos também utilizam algum coproduto em suas formulações, principalmente o de milho oriundo de destilaria de etanol (VASCONCELOS e GALYEAN, 2007).

Berger e Singh (2010), baseados nas modificações do processo de produção de etanol, previram impactos na nutrição animal em vista do montante e das características nutricionais dos novos coprodutos. Os mesmos autores sugerem que os bovinos de corte podem utilizar eficientemente tais coprodutos em substituição a fontes tradicionais de proteína e energia.

A extração do óleo do caroço de algodão tem por objetivo a obtenção do óleo vegetal amplamente utilizado na indústria de produtos alimentícios gordurosos e cada vez mais viáveis para produção de biodiesel (MENEGETTI et al., 2006). Winterholler et al. (2009) reportaram que, em resposta à crescente demanda por óleo de algodão como matéria-prima para produção de biocombustíveis, algumas indústrias têm elaborado técnicas mecânicas para extração do óleo do caroço de algodão, gerando o farelo de algodão extrusado e peletizado como coproduto, que é nacionalmente conhecido como torta de algodão e contém altos teores de proteína bruta (30,4%) e menores teores de extrato etéreo (9,67%), em base da matéria seca (VALADARES FILHO et al. 2006).

Pesquisas têm sido realizadas para viabilização do uso dos coprodutos do algodão na alimentação de ruminantes, em especial o caroço (COSTA, 2009a; COSTA, 2009b; CRANSTON et al. 2006; AFERRI et al., 2005), o farelo (PINA et al., 2006), a casca (CHIZZOTTI et al. 2005; MAGALHÃES et al., 2005; KAZAMA et al., 2008) e a torta de algodão para vacas de leite (ALVES et al., 2010).

Contudo, existem poucos relatos quanto ao uso da torta de algodão para bovinos em confinamento, assim, objetivou-se avaliar, com este estudo, os efeitos da torta de algodão como fonte lipídica no desempenho e nas características de carcaça de bovinos Nelore confinados.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

### **Animais, instalações e manejo**

O experimento foi conduzido no Centro Avançado de Pesquisa Tecnológica do Agronegócio de Bovinos de Corte, órgão do Instituto de Zootecnia, vinculado à Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo, situado no município de Sertãozinho, a 21°10' de latitude Sul e 48°05' de longitude Oeste. É uma região de clima tropical úmido, com temperatura média anual de 24°C e precipitação média anual de 1.300 mm.

Foram utilizados 40 machos da raça Nelore, não-castrados, com idade média inicial de 17 meses e peso vivo médio após a adaptação às dietas (PVi) de 313,8±41,2 kg, distribuídos em oito blocos de acordo com o peso vivo antes da adaptação às dietas, conforme demonstrado na Figura 1.

Os animais foram alocados em baias individuais de forma que cada animal constituiu uma unidade experimental. As baias tinham 10 m<sup>2</sup> de área, parcialmente cobertas e de piso cimentado, com cocho individual de 1,5 metros lineares e bebedouro tipo australiano dividido entre duas baias, com capacidade de 100 litros.

Os animais foram identificados individualmente por meio de tatuagem na orelha esquerda, tratados contra endo e ectoparasitas, e vacinados contra clostridioses (*Clostridium sp*) e febre aftosa. No período que antecedeu o experimento, os animais foram mantidos em pastagem de *Brachiaria brizantha* com suplementação protéica energética em quantidade proporcional a 0,3% do peso vivo.

Os procedimentos adotados com os animais foram aprovados pela Câmara de Ética de Experimentação Animal da FMVZ/UNESP, Campus de Botucatu – SP, sob protocolo 148/2008-CEEA.

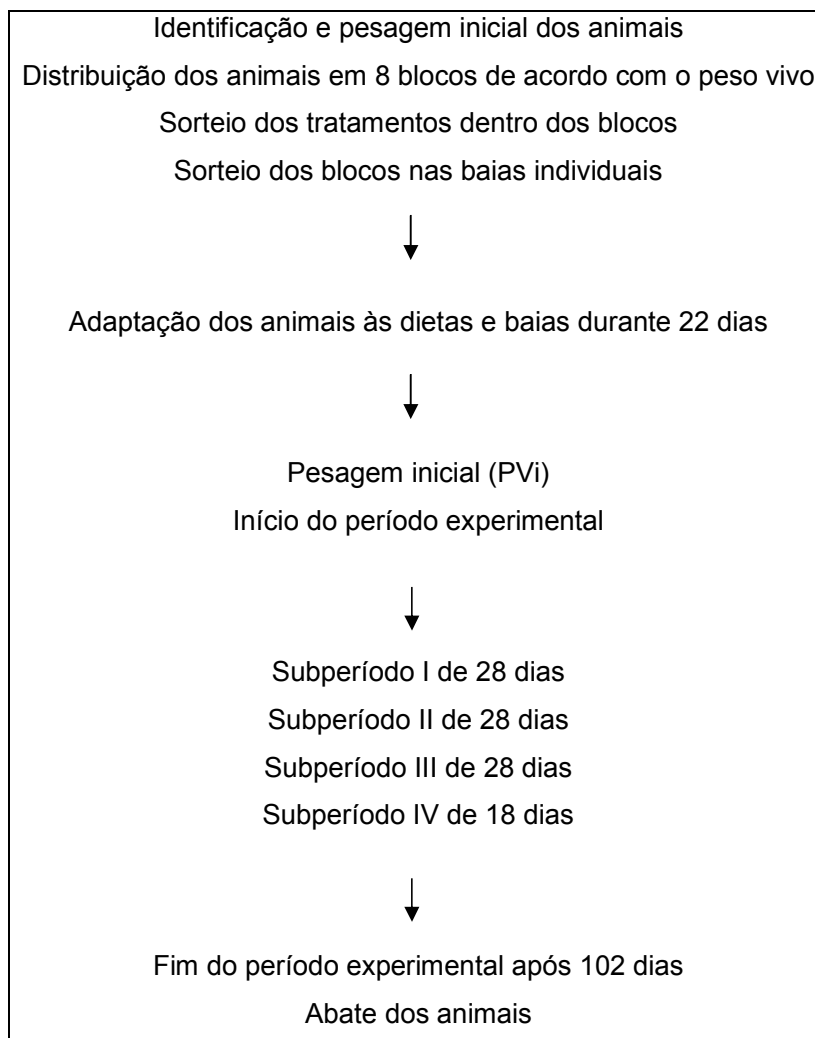


Figura 1 – Descrição esquemática das etapas do experimento.

### Tratamentos

As dietas foram formuladas com auxílio do CNCPS v. 6.1 – *Cornell Net Carbohydrate and Protein System*. A torta de algodão utilizada foi fornecida pela Bunge Alimentos e é comercialmente conhecida como Farelo de Algodão de Alta Energia (FAAE®), tratando-se de um coproduto proveniente da extração física do óleo do caroço de algodão semi deslintado, como descrito em Winterholler et al. (2009).

A inclusão da torta de algodão (TA) foi embasada no teor de extrato etéreo (EE) da dieta: 3%, 4% e 5%. Também foram testados mais dois tratamentos referências, com teores de 3% e 5% de EE tendo produtos de soja como fonte lipídica, perfazendo cinco dietas experimentais, apresentadas na Tabela 1, e simbolizadas:

3SO = 3,0% de extrato etéreo na dieta - fonte lipídica produtos de Soja;

5SO = 5,0% de extrato etéreo na dieta - fonte lipídica produtos de Soja;

3TA = 3,0% de extrato etéreo na dieta - fonte lipídica Torta de Algodão;

4TA = 4,0% de extrato etéreo na dieta - fonte lipídica Torta de Algodão; e

5TA = 5,0% de extrato etéreo na dieta - fonte lipídica Torta de Algodão.

Tabela 1. Composição das dietas fornecidas aos animais confinados

| Ingredientes, % da Matéria Seca                   | Dietas <sup>1</sup> |       |       |       |       |
|---------------------------------------------------|---------------------|-------|-------|-------|-------|
|                                                   | 3SO                 | 5SO   | 3TA   | 4TA   | 5TA   |
| Feno <i>Brachiaria sp</i>                         | 19,5                | 19,9  | 19,5  | 19,4  | 19,4  |
| Milho Moído                                       | 31,2                | 31,9  | 31,2  | 31,1  | 31,1  |
| Sorgo Moído                                       | 35,2                | 14,7  | 33,02 | 19,31 | 5,52  |
| Farelo de Soja 46                                 | 5,84                | 24,1  | -     | -     | -     |
| Óleo de soja acidulado                            | 1,66                | 7,43  | -     | -     | -     |
| Torta de Algodão (FAAE <sup>®</sup> )             | -                   | -     | 9,77  | 26,1  | 42,2  |
| Melaço                                            | 2,63                | 0,34  | 2,63  | 1,55  | 0,33  |
| Ureia                                             | 2,65                | 0,32  | 2,67  | 1,47  | 0,31  |
| Suplemento Mineral <sup>2</sup>                   | 1,10                | 1,10  | 1,10  | 1,10  | 1,10  |
| Custo, R\$/kg de Matéria Seca                     | 0,416               | 0,513 | 0,384 | 0,382 | 0,379 |
| Composição                                        |                     |       |       |       |       |
| Nutrientes Digestíveis Totais <sup>3</sup>        | 66,1                | 68,7  | 64,2  | 64,4  | 64,5  |
| Energia Metabolizável, Mcal/kg <sup>3</sup>       | 2,39                | 2,43  | 2,32  | 2,33  | 2,34  |
| Proteína Bruta <sup>4</sup>                       | 17,9                | 18,9  | 17,7  | 18,6  | 19,4  |
| Extrato Etéreo <sup>4</sup>                       | 3,07                | 5,00  | 3,01  | 3,86  | 4,79  |
| Fibra Insolúvel em Detergente Neutro <sup>4</sup> | 40,6                | 40,1  | 45,8  | 45,2  | 49,1  |
| Lignina <sup>4</sup>                              | 2,07                | 3,34  | 2,26  | 4,00  | 5,57  |

<sup>1</sup>3SO e 5SO = dietas com 3% e 5% de extrato etéreo e soja como fonte lipídica; 3TA, 4TA e 5TA = dietas com 3%, 4% e 5% de extrato etéreo e torta de algodão como fonte lipídica, respectivamente.

<sup>2</sup>Composição do suplemento mineral (quantidade/kg): 180g Ca; 90g P; 10g Mg; 13g S; 93g Na; 145g Cl; 17mg Se; 1000mg Cu; 826mg Fe; 4000mg Zn; 1500mg Mn; 150mg I; 80mg Co; 900mg F; 38,74 ppm Monensina.

<sup>3</sup>Teores calculado pelo CNCPS v. 6.1 – *Cornell Net Carbohydrate and Protein System*.

<sup>4</sup>Teores obtidos em análise química e bromatológica.

A opção pelo uso do farelo de algodão de alta energia (FAAE®) foi devido à regularidade do fornecimento e padronização do produto, sendo que, na análise bromatológica, esse ingrediente apresentou a seguinte composição: 91,2% de matéria seca; 9,33% de EE; 28,5% de proteína bruta; 51,7% de fibra insolúvel em detergente neutro (FDN) e 31,9% de fibra insolúvel em detergente ácido. O teor do gossipol ficou abaixo do limite mínimo de quantificação analítica (5mg/Kg). O óleo de soja acidulado trata-se de coproduto residual do processo de refinação do óleo comercial de soja, e apresentou a seguinte composição bromatológica: 56,3% de matéria seca e 38,4% de EE.

As dietas tiveram valores de proteína bruta extrapolados de forma a propiciar maiores inclusão de TA, assim foram formuladas com teores próximos de 18%, mantendo-se a proporção volumoso:concentrado próxima a 20:80 e incluído 31,5% de milho. Nas dietas de mesmo teor de EE, foram mantidas quantidades similares de uréia e melaço.

### **Desempenho**

A ração foi fornecida na forma de dieta total, duas vezes ao dia, às 08h e às 16h, em quantidade que permitia sobras entre 5 e 10% do consumo voluntário observado de matéria seca, sendo efetuados ajustes diários por meio da pesagem da quantidade ofertada e das sobras no dia posterior.

Amostras representativas das dietas e das sobras individualizadas por animal foram colhidas semanalmente, formando uma amostra composta de cada dieta e outra de sobras individuais em cada subperíodo.

As dietas e as sobras foram secas em estufa com circulação de ar forçada a  $55\pm 5^{\circ}\text{C}$  até peso constante e moídas em moinho estacionário do tipo Willey, utilizando peneira com crivos de um milímetro. Os teores de matéria seca e matéria mineral (item 934.01), extrato etéreo (item 920.39), proteína bruta pelo método micro-Kjeldahl (item 954.01) foram determinados segundo AOAC (2007). Os teores de lignina em detergente ácido e fibra insolúvel em detergente neutro foram mensurados segundo Van Soest et al. (1991); a fibra insolúvel em detergente ácido foi determinada de acordo com Goering e Van Soest (1970).

O período de adaptação teve duração de 22 dias, com o fornecimento inicial das dietas próximo de 2,3% do peso vivo, e seguindo o protocolo sequencial de redução na relação volumoso/concentrado: 5 dias 50:50, 5 dias 40:60, 5 dias 30:70 e, por fim, 7 dias 20:80. Ao final do período de adaptação os animais foram pesados, sendo esse peso considerado como o peso vivo do início do período experimental (PVi). Os animais foram novamente pesados após 28, 56, 84 e 102 dias do início do período experimental (Figura 1). Todas as pesagens foram realizadas após submissão dos animais a jejum prévio de sólidos por 14 horas.

### **Comportamento ingestivo**

O comportamento ingestivo dos animais foi observado em três dias, no 49º, 65º e 96º dia do período experimental, durante 24 horas, em intervalos de 10 minutos, mediante observação direta e individual dos animais, com objetivo de determinar o tempo despendido em alimentação e ruminação, assim como tempo em que o animal permaneceu deitado ou em estação. Durante a observação noturna, o ambiente foi mantido com iluminação artificial, com prévia habituação dos animais.

Os tempos de alimentação e de ruminação foram ajustados ao consumo de matéria seca médio observado em dois dias consecutivos: no dia que antecedeu e no dia da observação do comportamento. Esse procedimento foi realizado com o objetivo de ajustar o tempo de alimentação ao consumo, pois o início da observação nem sempre coincidia com o momento exato do fornecimento das dietas aos animais, e o tempo de ruminação ao consumo, pois o tempo despendido em ruminação também é reflexo do consumo realizado no dia anterior.

### **Abate e amostragem**

Os animais foram abatidos no Frigorífico Frigonobre, em Torrinha-SP, a 204 km de distância do local do experimento. Todos os animais foram abatidos em um único dia e no mesmo lote. No momento da sangria, os animais foram identificados pela tatuagem na orelha esquerda e numerados de forma ordinal conforme a entrada. Os animais foram insensibilizados com pistola pneumática de penetração e logo após foram realizados os procedimentos de sangria, esfolagem, evisceração e preparo das carcaças para o resfriamento, que envolve a divisão da carcaça ao meio, toalete,

pesagem e lavagem. No momento da evisceração e do toalete, foram recolhidos e pesados, respectivamente, o fígado e a gordura interna.

Após o período de resfriamento (24 horas a 7°C), as meias carcaças foram novamente pesadas para a obtenção do peso de carcaça resfriada. Na sequência, foi mensurado o comprimento interno das meias carcaças, distância entre a extremidade cranial da tuberosidade ilíaca e a borda cranial da primeira costela.

As meias carcaças foram divididas em cortes primários: dianteiro, composto pela porção cranial da secção transversal entre as 5ª e 6ª costelas, ponta de agulha, composta pela parte latero-ventral do abdome e das 6ª a 13ª costelas seccionadas dorsalmente  $\pm 20$  cm da linha mediana da meia carcaça, e traseiro serrote, composto pelo membro posterior e todo dorso desde 6ª costela.

O contrafilé (*Musculus longissimus lumborum*), assim como sua base óssea, foi seccionado entre as 12ª e 13ª costelas de forma a possibilitar a mensuração da área de olho de lombo por meio de traçado em papel vegetal para posterior avaliação em Mesa Digitalizadora modelo MDD 1812 (DIGICOM) e da espessura de gordura subcutânea no dorso com auxílio de paquímetro digital. As imagens de área de olho de lombo foram analisadas pelo programa SPLAN – Sistema de Planimetria Digitalizadora – (CINAG, Botucatu) no Laboratório de Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento do Departamento de Engenharia Rural - FCA, UNESP – Botucatu.

Os cortes cárneos comerciais do membro posterior: alcatra completa, patinho, coxão mole, coxão duro, lagarto e músculos foram pesados individualmente e somados para obter o peso total dos cortes cárneos comerciais do membro posterior, e calculado a relação percentual desses com o peso da meia carcaça resfriada.

A proporção de cortes cárneos de toda a carcaça foi calculada pela equação proposta por Cross et al. (1973), aceita atualmente pela USDA – *United States Department of Agriculture*:

$$\text{Cutability} = 51,34 - 2,277 \cdot \text{EGSDca} - 0,462 \cdot \text{GI} + 0,1147 \cdot \text{AOLca} - 0,0205 \cdot \text{PCQ}$$

em que: EGSDca = espessura de gordura no dorso medida na carcaça, cm; GI = gordura interna, % do peso da carcaça quente; AOLca = área de olho de lombo medida na carcaça, cm<sup>2</sup>; PCQ = peso da carcaça quente, kg.

### Análise estatística

Os dados de desempenho, consumo de matéria seca e de nutrientes foram avaliados pelo PROC GLM, com o peso vivo inicial dos animais (PVi) como covariável, e medidas repetidas (efeito dos subperíodos experimentais), utilizando o modelo I.

Modelo I:

$$Y_{ijkl} = \mu + D_i + B_j + b (X_{ijl} - X) + e_{ijl} + Per_k + D_i * Per_k + e_{ijkl},$$

em que:

$Y_{ijkl}$  = valor observado da característica tomado no animal l, na dieta i, no bloco j, ajustado ao PVi, no período k;

$\mu$  = constante inerente aos dados;

$D_i$  = efeito da dieta i, sendo i= dietas 3SO, 5SO, 3TA, 4TA e 5TA;

$B_j$  = efeito do bloco j, sendo j= distribuição dos animais nas baias individuais de acordo com o peso vivo antes da adaptação de 22 dias;

$b$  = coeficiente de regressão linear da característica em função do PVi (após a adaptação de 22 dias);

$X_{ijl}$  = peso vivo inicial do animal l, na dieta i, no bloco j;

$X$  = média do peso vivo inicial (PVi);

$e_{ijl}$  = erro aleatório referente à observação  $Y_{ijl}$ .

$Per_k$  = efeito do período k, sendo k = três períodos de 28 dias e um período de 18 dias;

$D_i * Per_k$  = efeito da interação dieta i e período k;

$e_{ijkl}$  = erro aleatório referente à observação  $Y_{ijkl}$ .

Os dados de comportamento ingestivo foram avaliados pelo PROC GLM utilizando o modelo II.

Modelo II:

$$Y_{ijk} = \mu + D_i + B_j + e_{ijk},$$

em que:

$Y_{ijk}$  = valor observado da característica tomado no animal k, na dieta i e no bloco j;

$\mu$  = constante inerente aos dados;

$D_i$  = efeito da dieta  $i$ , sendo  $i$ = dietas 3SO, 5SO, 3TA, 4TA e 5TA;

$B_j$  = efeito do bloco  $j$ , sendo  $j$ = localização das baias individuais com a distribuição dos animais de acordo com o peso vivo antes da adaptação de 22 dias;

$e_{ijk}$  = erro aleatório referente à observação  $Y_{ijk}$ .

Os dados de característica de carcaça foram avaliados pelo PROC GLM, tendo o peso vivo inicial dos animais (PVi) como covariável, utilizando o modelo III.

Modelo III:

$$Y_{ijk} = \mu + D_i + B_j + b (X_{ijk} - X) + e_{ijk},$$

em que:

$Y_{ijk}$  = valor observado da característica tomado no animal  $k$ , na dieta  $i$ , no bloco  $j$ , ajustados ao PVi;

$\mu$  = constante inerente aos dados;

$D_i$  = efeito da dieta  $i$ , sendo  $i$ = dietas 3SO, 5SO, 3TA, 4TA e 5TA;

$B_j$  = efeito do bloco  $j$ , sendo  $j$ = localização das baias individuais com a distribuição dos animais de acordo com o peso vivo antes da adaptação de 22 dias;

$b$  = coeficiente de regressão linear da característica em função do peso vivo inicial (após a adaptação as dietas por 22 dias);

$X_{ijk}$  = peso vivo inicial do animal  $k$ , da dieta  $i$  e bloco  $j$ ;

$X$  = média do peso vivo inicial (PVi);

$e_{ijk}$  = erro aleatório referente à observação  $Y_{ijk}$ .

As médias das variáveis foram testadas por meio de quatro contrastes não ortogonais, sendo os dois primeiros com o objetivo de analisar se, em mesmo teor de extrato etéreo, a torta de algodão diferiria da soja: C1 = 3SO versus 3TA e C2 = 5SO versus 5TA; o terceiro contraste objetivou avaliar os extremos de inclusão da torta de algodão: C3 = 3TA versus 5TA; e o último contraste objetivou avaliar se o teor intermediário de inclusão de torta de algodão diferiria da média dos extremos: C4= 3TA + 5TA versus 4TA.

Adicionalmente, as relações entre as variáveis e os teores crescentes de inclusão de torta de algodão, baseado nos teores de extrato etéreo na dieta, foram estudadas por meio de regressão linear, pelo PROC REG, quando evidenciada pela significância em C3 e/ou C4.

Todos os dados foram analisados pelo *Statistical Analysis System* - SAS 9.0 (2002) e os contrastes foram testados pelo teste Scheffé, a 5% de probabilidade.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados de desempenho, consumo de matéria seca e custo do ganho são apresentados na Tabela 2. A fonte lipídica influenciou o consumo de matéria seca, a eficiência alimentar e o custo do ganho, sendo que a maior inclusão de TA na dieta elevou o ganho de peso diário, o peso vivo final e o consumo de matéria seca.

Tabela 2. Médias estimadas do desempenho, consumo de matéria seca e custo do ganho de bovinos Nelore alimentados com torta de algodão, em três teores de extrato etéreo na dieta

| Variável <sup>2</sup>                 | Média | Tratamentos <sup>1</sup> |      |      |      |      | CV <sup>+</sup> | P <sup>++</sup> |      |      |      |
|---------------------------------------|-------|--------------------------|------|------|------|------|-----------------|-----------------|------|------|------|
|                                       |       | 3SO                      | 5SO  | 3TA  | 4TA  | 5TA  |                 | C1              | C2   | C3   | C4   |
| PV <sub>inicial</sub> , kg            | 314   | 309                      | 319  | 308  | 313  | 319  | -               | -               | -    | -    | -    |
| PV <sub>final</sub> , kg <sup>4</sup> | 452   | 440                      | 464  | 433  | 454  | 467  | 5,87            | 0,57            | 0,83 | 0,02 | 0,69 |
| GMD, kg/d <sup>5</sup>                | 1,35  | 1,24                     | 1,47 | 1,17 | 1,38 | 1,50 | 19,2            | 0,57            | 0,83 | 0,02 | 0,69 |
| CMS, kg/d <sup>6</sup>                | 9,20  | 8,43                     | 8,94 | 8,34 | 9,90 | 10,3 | 14,5            | 0,89            | 0,04 | 0,01 | 0,36 |
| CMS/PV <sup>7</sup> , %               | 2,41  | 2,27                     | 2,30 | 2,24 | 2,58 | 2,65 | 12,1            | 0,85            | 0,02 | 0,02 | 0,29 |
| EA, kg/kg                             | 0,15  | 0,15                     | 0,17 | 0,14 | 0,14 | 0,15 | 10,1            | 0,31            | 0,01 | 0,42 | 0,78 |
| Custo/GMD <sup>3</sup> , R\$/kg       | 2,85  | 2,86                     | 3,15 | 2,87 | 2,76 | 2,63 | 10,2            | 0,98            | 0,03 | 0,14 | 0,92 |

<sup>1</sup>3SO e 5SO = dietas com 3% e 5% de extrato etéreo e soja como fonte lipídica; 3TA, 4TA e 5TA = dietas com 3%, 4% e 5% de extrato etéreo e torta de algodão como fonte lipídica, respectivamente.

<sup>2</sup>PV = peso vivo; GMD = ganho de peso médio diário; CMS = consumo de matéria seca; EA = eficiência alimentar.

<sup>3</sup>Custo/GMD = custo do ganho, calculado pela equação: (CMS x Custo da Dieta)/GMD

<sup>4</sup>PV<sub>final</sub> = 79,53 + 1,07xPV<sub>inicial</sub> + 9,13xEE da dieta com TA (R<sup>2</sup>=0,69; P<0,001)

<sup>5</sup>GMD = 0,99 + 0,093xEE da dieta com TA (R<sup>2</sup>=0,07; P=0,22)

<sup>6</sup>CMS = 1,65 + 0,018xPV<sub>inicial</sub> + 0,534xEE da dieta com TA (R<sup>2</sup>=0,30; P=0,03)

<sup>7</sup>CMS/PV = 2,09 + 0,1xEE da dieta com TA (R<sup>2</sup>=0,07; P=0,21)

<sup>+</sup>CV = coeficiente de variação, <sup>++</sup>C1 = 3SO vs 3TA; C2 = 5SO vs 5TA; C3 = 3TA vs 5TA; C4 = 3TA + 5TA vs 4TA.

As fontes lipídicas utilizadas não alteraram o peso vivo final e no ganho de peso diário (C1 e C2), concordando com os relatos de Lofgreen (1965) com bovinos alimentados com óleo residual de restaurantes e caroço de algodão; e semelhante também aos relatos de Zinn (1989a), que comparou combinações de óleo residual de restaurante, gordura animal e vegetal na dieta de bovinos confinados; e similar ainda aos estudos de Cranston et al. (2006), que forneceram aos bovinos confinados dietas com caroço de algodão e coprodutos de caroço de algodão e não observaram diferença no ganho de peso dos animais.

Porém, a inclusão crescente de TA alterou o peso vivo final e o ganho de peso diário, sendo que, utilizando esse coproduto na dieta com 3% de EE, os animais apresentaram ganho de peso diário de 1,166 kg/dia, e, na dieta com 5% de EE, ganho de 1,501 kg/dia, 28% superior. Diferentemente de Gunn et al. (2009), que observaram redução do ganho de peso de bovinos Angus confinados com dietas com 9,2% de EE e fonte lipídica de resíduo de destilaria e óleo de soja, quando contrastada com a dieta com 6,6% de EE.

A diferença no C3 para peso vivo final e a não significância no C4 para a mesma variável apontam que a média do teor intermediário de inclusão de TA não difere da média dos teores extremos, indicando relação linear do peso vivo final com a inclusão crescente de TA, confirmado pela equação de regressão linear múltipla significativa, em que foi observado peso vivo final de 433, 454 e 467 kg para o aumento de 3%, 4% e 5% do teor de EE da dieta com TA como fonte lipídica.

Apesar de terem sido detectados contrastes significativos para o ganho de peso, assim como para o peso vivo final, os dados de ganho de peso não ajustaram a equação proposta, não sendo possível afirmar linearidade do ganho em função do teor crescente de TA na dieta. Similar aos estudos de Vander Pol et al. (2009), que forneceram a bovinos confinados coproduto de milho oriundo de destilaria em teores crescente de EE da dieta, 4,0% 6,4% e 8,8%, e não observaram alterações no desempenho animal.

Nas dietas com 3% de EE, o uso das fontes lipídicas não influenciou o consumo de matéria seca dos animais, sendo que foi observado consumo diário de 8,43 e 8,34 kg, respectivamente para soja e TA. Contudo, nas dietas com 5% de EE, foi observado maior consumo de matéria seca, em kg/dia e proporcional ao peso vivo, sendo que com a TA os animais consumiram em média diariamente 1,42 kg a mais de matéria seca, que, por consequência, reduziu a eficiência alimentar, 166 g/kg para

dietas com 5% de EE e soja, e 145 g/kg para dietas com mesmo teor de EE e inclusão de TA.

Diferenças no consumo de matéria seca relacionadas às fontes lipídicas também foram observadas por Cranston et al. (2006), usando caroço de algodão e seus coprodutos. Os mesmos autores relataram que o aumento no consumo de matéria seca, nas dietas com caroço de algodão e seus coprodutos, pode ser efeito do maior teor de fibra e da menor concentração energética dessas dietas.

A ocorrência de maior consumo e redução da eficiência com o uso da TA pode ser atribuída ao menor aporte energético desse ingrediente (Tabela 1), que possivelmente foi compensado com maior ingestão pelos animais, visto que a densidade energética da dieta é um importante fator regulatório do consumo (ZINN, 1989a).

Corroborando com os estudos de Galyean e Defoor (2003), que afirmaram que bovinos em situação de dietas menos energéticas podem elevar o consumo para atingir o mesmo nível energético, desde que não seja limitado pelo enchimento do trato digestivo.

Considerando o efeito volumoso da TA, coproduto que possui grande quantidade de casca do algodão, os dados deste estudo estão parcialmente em conformidade aos estudos de Chizzotti et al. (2005), que observaram que a casca de algodão elevou o consumo de matéria seca sem alterar o ganho de peso. Moore et al. (1990) observaram que os animais, que consumiram casca de algodão ao invés de feno de alfafa, tinham maior homogeneidade da dieta no rúmen e provavelmente maior escape ruminal, e, por consequência, tiveram o consumo favorecido.

Entretanto, nas dietas com maior teor de EE, o maior consumo de matéria seca dos animais que receberam TA não inviabilizou sua utilização, por ser um ingrediente mais barato [em 2009, sem considerar frete, o custo do ingrediente foi de R\$ 812,00 e R\$ 328,00, respectivamente para cada tonelada de matéria seca de farelo de soja e de torta de algodão]. O uso da TA tornou menor o custo da dieta (Tabela 1) e, com isso, reduziu o custo do ganho, mesmo com maior consumo: 3,15 R\$/kg de ganho com a utilização de soja e 2,63 R\$/kg com TA, nas dietas com 5% de EE.

Assim como foi observada a diferença no consumo de matéria seca nas fontes lipídicas, os teores crescentes de inclusão de TA elevaram linearmente o consumo de matéria seca, 8,34, 9,90 e 10,3 kg/dia de matéria seca, respectivamente, para dietas

com 3%, 4% e 5% de EE, tendo TA como fonte lipídica. Discordando dos dados de Zinn (1989a), que trabalhando com mestiços Brahman confinados, observou que o teor de EE das dietas, 2,0%, 5,5% e 9,0% não afetou o consumo de matéria seca dos animais.

Felton e Kerley (2004a), inicialmente, observaram efeito linear positivo no consumo de matéria seca de novilhos jovens cruzados em função do teor de EE da dieta, em 52 dias de experimento, com dietas variando de 4,5% a 10% de EE, utilizando soja grão com fonte lipídica. Mas, os mesmos autores, em um segundo experimento com 72 dias de duração, não encontraram efeito do teor crescente de EE das dietas no consumo de matéria seca dos animais. Vander Pol et al. (2009), em dois experimentos relatados, com dietas variando de 3,5% a 8,8% de EE, também não observaram efeito no consumo de matéria seca dos animais.

Contrário aos estudos de Costa (2009a), que observou diminuição linear do consumo de matéria seca dos bovinos com teores crescentes de caroço de algodão; e, justificou essa diminuição do consumo como efeito da redução da digestibilidade da fibra e aumento do tempo de retenção ruminal da ingesta, causados pelo maior teor de EE da dieta. Além disso, o mesmo autor acrescentou que esse efeito ocorreu com dietas que apresentaram teores de EE acima de 5%, sendo que, neste experimento, 5% foi o limiar máximo utilizado.

A média geral do consumo de matéria seca proporcional ao peso vivo foi de 2,41%, sendo próximo do valor 2,55%, encontrado por Machado Neto et al. (2010) para Nelore confinados. Ítavo et al. (2002), estudando bovinos Nelore confinados com diferentes teores de proteína na dieta, encontraram proporção de 2,21% para dietas com teores de 18% de proteína bruta.

Os dados absolutos e relativos do consumo observado de nutrientes são apresentados na Tabela 3. Foi observada influência das fontes lipídicas e dos teores crescentes de TA no consumo de proteína e consumo de extrato etéreo.

Nas dietas com 3% de EE, as fontes lipídicas não influenciaram o consumo de proteína bruta, absoluto e relativo ao peso vivo, contudo, nas dietas com 5% de EE, foi observado maior consumo de proteína bruta dos animais alimentados com TA. Esse maior consumo deve-se ao maior consumo de matéria seca (Tabela 2), uma vez que os teores de proteína bruta das dietas foram similares (Tabela 1), fato esse que também explica o maior consumo de EE no mesmo contraste.

Tabela 3. Médias estimadas do consumo de nutrientes de bovinos Nelore alimentados com torta de algodão, em três teores de extrato etéreo na dieta

| Variável <sup>2</sup>      | Média | Tratamentos <sup>1</sup> |      |      |      |      | CV <sup>+</sup> | P <sup>++</sup> |      |      |      |
|----------------------------|-------|--------------------------|------|------|------|------|-----------------|-----------------|------|------|------|
|                            |       | 3SO                      | 5SO  | 3TA  | 4TA  | 5TA  |                 | C1              | C2   | C3   | C4   |
| CPB, kg/d <sup>3</sup>     | 1,56  | 1,40                     | 1,56 | 1,29 | 1,68 | 1,85 | 14,4            | 0,32            | 0,02 | 0,00 | 0,25 |
| CPB/PV, kg/kg <sup>4</sup> | 0,41  | 0,38                     | 0,40 | 0,35 | 0,44 | 0,47 | 11,9            | 0,21            | 0,01 | 0,00 | 0,17 |
| CEE, kg/d <sup>5</sup>     | 0,31  | 0,26                     | 0,36 | 0,24 | 0,34 | 0,37 | 14,8            | 0,21            | 0,01 | 0,00 | 0,17 |
| CEE/PV, kg/kg <sup>6</sup> | 0,08  | 0,07                     | 0,09 | 0,06 | 0,09 | 0,09 | 12,2            | 0,16            | 0,93 | 0,00 | 0,02 |
| CFDN, kg/d                 | 6,31  | 6,62                     | 5,81 | 6,83 | 6,40 | 5,81 | 23,1            | 0,47            | 0,99 | 0,12 | 0,94 |
| CFDN/PV, kg/kg             | 1,66  | 1,78                     | 1,50 | 1,84 | 1,67 | 1,50 | 17,5            | 0,35            | 0,97 | 0,08 | 0,93 |

<sup>1</sup>3SO e 5SO = dietas com 3% e 5% de extrato etéreo e soja como fonte lipídica; 3TA, 4TA e 5TA = dietas com 3%, 4% e 5% de extrato etéreo e torta de algodão como fonte lipídica, respectivamente.

<sup>2</sup>CPB = consumo de proteína bruta; PV = peso vivo; CEE = consumo de extrato etéreo; CFDN = consumo de fibra insolúvel em detergente neutro.

<sup>3</sup>CPB =  $-0,26 + 0,003 \times \text{PVi} + 0,21 \times \text{EE da dieta com TA}$  ( $R^2=0,53$ ;  $P<0,001$ )

<sup>4</sup>CPB/PV =  $0,28 - 2,1 \times 10^{-4} \times \text{PVi} + 0,05 \times \text{EE da dieta com TA}$  ( $R^2=0,42$ ;  $P=0,002$ )

<sup>5</sup>CEE =  $-0,07 + 6,4 \times 10^{-4} \times \text{PVi} + 0,046 \times \text{EE da dieta com TA}$  ( $R^2=0,51$ ;  $P<0,001$ )

<sup>6</sup>CEE/PV =  $0,038 + 0,01 \times \text{EE da dieta com TA}$  ( $R^2=0,40$ ;  $P<0,001$ )

<sup>+</sup>CV = coeficiente de variação. <sup>++</sup>C1 = 3SO vs 3TA; C2 = 5SO vs 5TA; C3 = 3TA vs 5TA; C4 = 3TA + 5TA vs 4TA.

A não significância dos contrastes que comparam o consumo de fibra insolúvel em detergente neutro (FDN) em função das fontes lipídicas (C1 e C2), foi contrário ao esperado, principalmente sobre as dietas com 5% de EE, visto que, a dieta com TA apresentou maior consumo de matéria seca (Tabela 2) e a mesma apresentava numericamente maior teor de FDN quando comparada a dieta com soja (Tabela 1). Matematicamente, esperava-se maior consumo de FDN, o que não ocorreu, provavelmente devido à característica de seletividade do animal que evitava a ingestão dos ingredientes mais volumosos.

Detmann et al. (2003), embasado em dados de bovinos de todas as categorias, relataram redução do consumo de matéria seca em função do aumento do teor de FDN da dieta, e os mesmos autores verificaram que o ponto máximo de consumo de matéria seca [2,95% do peso vivo] foi com 40,4% de FDN na dieta.

Foi observada diferença no consumo dos nutrientes entre os teores extremos de inclusão de TA, com relação linear positiva para o consumo de proteína bruta e de EE em função do teor crescente de TA, provavelmente devido ao aumento linear do consumo de matéria seca, que elevou a ingestão desses nutrientes. Porém, o

consumo de FDN não foi alterado com os teores crescentes de TA, mesmo ocorrendo aumento linear positivo do consumo de matéria seca, sendo que as médias observadas do consumo de FDN proporcional ao peso vivo foram 1,84%, 1,67% e 1,50%, para os tratamentos 3TA, 4TA e 5TA.

A média geral de consumo de FDN, relativas ao peso vivo, foi de 1,66%, sendo que Detmann et al. (2003), baseados em revisão dos dados publicados na Revista Brasileira de Zootecnia de 1999 a 2000, observaram consumo de FDN na proporção de 1,12%, com variação de 0,03% a 2,21%, considerando animais de várias categorias e 48,4% de teor médio de FDN das dietas. Ítavo et al. (2002) observaram consumo de FDN médio de 0,99% do peso vivo para bovinos Nelore em idade e peso similares aos utilizados nesse experimento, utilizando dietas com 18% de proteína bruta. O maior consumo proporcional de FDN se deve ao uso da TA, que, apesar de ter sido incluída na dieta como fonte lipídica, trata-se de um ingrediente também rico em fibra e proteína.

Em suma, o uso crescente de TA influenciou o ganho de peso dos animais, elevou o consumo de matéria seca e de nutrientes, o que, conseqüentemente, reduziu a eficiência alimentar dos animais, contudo reduziu o custo do ganho, por ser um ingrediente de menor custo.

As avaliações do comportamento ingestivo dos animais são apresentadas na Tabela 4. Não foi observada influência da fonte lipídica e teor de inclusão de TA no tempo de alimentação, porém houve efeito da inclusão crescente da TA no tempo de ruminação dos animais confinados.

O consumo de matéria seca dos dias de observação não seguiu o padrão de diferença do consumo médio de todo experimento, pois, nos dias de observação do comportamento foi verificada maior ingestão de matéria seca com o uso de TA nas dietas com 5% de EE, contudo, não houve diferença de consumo com inclusão de TA, como ocorreu na média do experimento (Tabela 2).

As fontes lipídicas, soja e TA, e tampouco nos teores crescentes de TA, não alteraram os tempos de alimentação, absoluto e relativo ao consumo de matéria seca. Com o maior consumo de matéria seca nas dietas com 5% de EE e TA como fonte lipídica, esperava-se maior tempo de alimentação, mas não foi observada tal diferença, demonstrando boa aceitação da TA pelos animais.

Tabela 4. Comportamento ingestivo médio de bovinos Nelore alimentados com torta de algodão, em três teores de extrato etéreo na dieta

| Variável <sup>2</sup>       | Média | Tratamentos <sup>1</sup> |      |      |      |      | CV <sup>+</sup> | P <sup>++</sup> |      |      |      |
|-----------------------------|-------|--------------------------|------|------|------|------|-----------------|-----------------|------|------|------|
|                             |       | 3SO                      | 5SO  | 3TA  | 4TA  | 5TA  |                 | C1              | C2   | C3   | C4   |
| CMS, kg/d                   | 8,27  | 7,84                     | 7,49 | 8,12 | 8,80 | 8,89 | 18,5            | 0,73            | 0,04 | 0,34 | 0,66 |
| TAL, min/d                  | 164   | 156                      | 155  | 180  | 164  | 171  | 18,5            | 0,17            | 0,32 | 0,59 | 0,41 |
| TAL/MS, min/kg              | 20,8  | 21,1                     | 20,3 | 25,1 | 19,0 | 19,5 | 25,8            | 0,19            | 0,79 | 0,07 | 0,18 |
| TRU, min/d <sup>3</sup>     | 298   | 267                      | 287  | 225  | 338  | 370  | 21,9            | 0,21            | 0,12 | 0,00 | 0,17 |
| TRU/MS, min/kg <sup>4</sup> | 37,1  | 33,9                     | 38,9 | 31,1 | 36,6 | 42,7 | 18,0            | 0,46            | 0,26 | 0,00 | 0,91 |
| DEITADO, min/d              | 897   | 893                      | 929  | 881  | 897  | 884  | 6,43            | 0,68            | 0,13 | 0,92 | 0,57 |
| ESTAÇÃO, min/d              | 543   | 547                      | 511  | 559  | 543  | 556  | 10,6            | 0,68            | 0,13 | 0,92 | 0,57 |

<sup>1</sup>3SO e 5SO = dietas com 3% e 5% de extrato etéreo e soja como fonte lipídica; 3TA, 4TA e 5TA = dietas com 3%, 4% e 5% de extrato etéreo e torta de algodão como fonte lipídica, respectivamente.

<sup>2</sup>CMS = consumo de matéria seca encontrado nos dias de observação do comportamento ingestivo; TAL = tempo de alimentação; TAL/MS = tempo de alimentação ajustado ao consumo de matéria seca; TRU = tempo de ruminação; TRU/MS = tempo de ruminação ajustado ao consumo de matéria seca.

<sup>3</sup>TRU =  $21,11 + 72,5 \times \text{EE}$  da dieta com TA ( $R^2=0,47$ ;  $P<0,001$ )

<sup>4</sup>TRU/MS =  $13,77 + 5,79 \times \text{EE}$  da dieta com TA ( $R^2=0,30$ ;  $P<0,001$ )

<sup>+</sup>CV = coeficiente de variação. <sup>++</sup>C1 = 3SO vs 3TA; C2 = 5SO vs 5TA; C3 = 3TA vs 5TA; C4 = 3TA + 5TA vs 4TA.

Assim como no tempo da alimentação, as fontes lipídicas não alteraram o tempo despendido com a ruminação, contudo, o acréscimo da TA na dieta aumentou linearmente o tempo despendido em ruminação. Essa observação, em conjunto ao aumento da TA não alterar o consumo de FDN (Tabela 3), demonstra a característica de efetividade física da fibra desse coproduto, devido à relação positiva entre tempo de ruminação e teor de FDN fisicamente efetiva (BEAUCHEMIN e YANG, 2005). Esses mesmos autores observaram que o aumento da FDN fisicamente efetiva na dieta eleva o número de mastigações, o tempo de alimentação e de ruminação em vacas de leite de alta produção, contudo não afirmaram melhorias no pH ruminal e redução na incidência de acidose subclínica.

Outra possível explicação para o aumento do tempo de ruminação, pode ser devido a maior ingestão de EE pelos animais, o que provavelmente causou diminuição da digestibilidade aparente da fibra, essa sendo um dos fatores responsáveis por estimular à ruminação, como observado por Zinn (1989b). Contudo, desde que não reduza o desempenho animal (Tabela 2) e que não prejudique características de carcaça (Tabela 5), essa aparente redução da digestibilidade da fibra pode ser vista

como uma vantagem no uso de dietas mais concentradas, por aumentar o tempo de ruminação devido à efetividade física da fibra e consequente tamponamento do pH ruminal (BEAUCHEMIN et al., 2003), e assim evitar quadro de acidose clínica e subclínica, além de permitir a inclusão de maior proporção de ingredientes concentrados, com redução proporcional de ingredientes volumosos.

Os dados quantitativos e qualitativos da carcaça são apresentados na Tabela 5. As fontes lipídicas não influenciaram as características de carcaça dos animais, concordando com Zinn (1989a), Felton e Kerley (2004b), Cranston et al. (2006), Larraín et al.(2009), Vander Pol et al. (2009), os quais também não encontraram alterações nas características de carcaça utilizando diferentes fontes lipídicas nas dietas para bovinos confinados.

Os teores extremos de TA alteraram a quantidade de gordura interna depositada, mas os dados não se ajustaram a uma equação de regressão linear e o efeito tornou não significativo quando dos dados foram corrigidos em termos relativos ao peso de carcaça quente.

Também foi observada maior quantidade de dianteiro no tratamento 5TA em relação ao 3TA (C3), com relação linear positiva com o acréscimo de TA na dieta, contudo quando o dianteiro foi expresso proporcional ao peso de carcaça fria, não foram detectadas diferenças. Logo, não houve efeito da inclusão crescente de TA nas características de carcaças, semelhante às observações de Felton e Kerley (2004a) que não verificaram alterações de carcaça em animais alimentados com teores crescentes de soja.

A média geral da porcentagem de gordura interna em relação ao peso de carcaça quente foi superior que a observada por Cranston et al. (2006), 2,33% versus 4,68% observada neste estudo, contudo os animais apresentaram médias de peso de carcaça quente distintas, 362,2 versus 250,4 kg neste estudo.

O valor médio da porcentagem de gordura interna também foi superior ao observado por Bonilha et al. (2008), em dados sumarizados de oito progênies de animais Nelore de mesma linhagem que os utilizados neste estudo, encontraram média de gordura interna de 7,62 kg e peso de carcaça quente de 277,5 kg, que proporciona uma relação percentual de 2,74%.

Tabela 5. Médias estimadas das características de carcaça de bovinos Nelore alimentados com torta de algodão, em três teores de extrato etéreo na dieta

| Variável <sup>2</sup>      | Média | Tratamentos <sup>1</sup> |      |      |      |      | CV <sup>+</sup> | P <sup>++</sup> |      |      |      |
|----------------------------|-------|--------------------------|------|------|------|------|-----------------|-----------------|------|------|------|
|                            |       | 3SO                      | 5SO  | 3TA  | 4TA  | 5TA  |                 | C1              | C2   | C3   | C4   |
| PCQ, kg                    | 250   | 245                      | 257  | 239  | 254  | 256  | 6,84            | 0,49            | 0,84 | 0,09 | 0,36 |
| PCF, kg                    | 247   | 243                      | 254  | 236  | 251  | 253  | 6,79            | 0,44            | 0,87 | 0,09 | 0,38 |
| RCQ, %                     | 55,4  | 55,7                     | 55,8 | 55,2 | 55,6 | 54,7 | 2,42            | 0,45            | 0,13 | 0,55 | 0,30 |
| RCF, %                     | 54,7  | 55,1                     | 55,1 | 54,5 | 54,8 | 54,1 | 2,35            | 0,30            | 0,15 | 0,60 | 0,34 |
| Comprimento, cm            | 125   | 126                      | 125  | 124  | 124  | 125  | 3,09            | 0,56            | 0,99 | 0,67 | 0,54 |
| ICC, kg/cm                 | 1,98  | 1,93                     | 2,02 | 1,89 | 2,02 | 2,01 | 6,36            | 0,53            | 0,82 | 0,10 | 0,21 |
| Fígado, kg                 | 5,09  | 5,04                     | 5,19 | 4,76 | 5,29 | 5,19 | 11,5            | 0,36            | 0,99 | 0,19 | 0,23 |
| Fígado/PCQ, %              | 2,05  | 2,07                     | 2,02 | 2,00 | 2,09 | 2,04 | 10,9            | 0,36            | 0,79 | 0,59 | 0,13 |
| GI, kg <sup>3</sup>        | 11,8  | 11,1                     | 12,3 | 9,8  | 12,4 | 12,6 | 18,8            | 0,26            | 0,79 | 0,03 | 0,03 |
| GI/PCQ                     | 4,68  | 4,58                     | 4,75 | 4,06 | 4,87 | 4,90 | 16,3            | 0,19            | 0,70 | 0,06 | 0,07 |
| Traseiro, kg               | 118   | 116                      | 121  | 115  | 118  | 120  | 7,75            | 0,84            | 0,80 | 0,27 | 0,90 |
| Traseiro/PCF, %            | 48,6  | 48,6                     | 48,7 | 49,6 | 47,7 | 48,3 | 3,11            | 0,19            | 0,65 | 0,14 | 0,06 |
| PA, kg                     | 35,0  | 34,2                     | 35,6 | 34,0 | 36,2 | 35,3 | 10,7            | 0,93            | 0,89 | 0,52 | 0,36 |
| PA/PCF, %                  | 14,4  | 14,4                     | 14,6 | 14,1 | 14,2 | 14,7 | 5,92            | 0,51            | 0,97 | 0,34 | 0,60 |
| Dianteiro, kg <sup>4</sup> | 90,3  | 88,3                     | 93,2 | 83,2 | 93,2 | 93,5 | 6,52            | 0,09            | 0,90 | 0,02 | 0,07 |
| Dianteiro/PCF, %           | 37,0  | 37,1                     | 37,1 | 35,8 | 37,7 | 37,5 | 4,28            | 0,11            | 0,64 | 0,06 | 0,13 |
| Cortes, kg                 | 84,5  | 82,3                     | 87,2 | 82,4 | 84,5 | 86,0 | 8,55            | 0,99            | 0,74 | 0,37 | 0,92 |
| Cortes/PCF, %              | 34,8  | 34,6                     | 34,9 | 35,6 | 34,1 | 34,6 | 3,81            | 0,14            | 0,63 | 0,19 | 0,10 |
| AOLca, cm <sup>2</sup>     | 74,7  | 74,7                     | 78,6 | 74,0 | 77,3 | 68,8 | 10,3            | 0,86            | 0,12 | 0,22 | 0,09 |
| AOLca/PCQ, cm <sup>2</sup> | 30,1  | 30,5                     | 31,0 | 31,1 | 30,7 | 27,3 | 11,1            | 0,73            | 0,09 | 0,08 | 0,31 |
| EGSDca, mm                 | 3,62  | 3,27                     | 3,45 | 3,46 | 4,87 | 3,05 | 47,0            | 0,82            | 0,64 | 0,66 | 0,14 |
| EGDca/PCQ, mm              | 1,46  | 1,35                     | 1,37 | 1,45 | 1,90 | 1,22 | 44,3            | 0,77            | 0,66 | 0,53 | 0,15 |
| Cutability, %              | 51,8  | 52,1                     | 52,2 | 52,3 | 51,5 | 51,1 | 7,87            | 0,61            | 0,34 | 0,65 | 0,63 |
| Cutability, kg             | 128   | 127                      | 132  | 124  | 129  | 129  | 6,51            | 0,49            | 0,43 | 0,26 | 0,44 |

<sup>1</sup>3SO e 5SO = dietas com 3% e 5% de extrato etéreo e soja como fonte lipídica; 3TA, 4TA e 5TA = dietas com 3%, 4% e 5% de extrato etéreo e torta de algodão como fonte lipídica, respectivamente.

<sup>2</sup>PCQ e RCQ = peso e rendimento de carcaça quente; PCF e RCF = peso e rendimento de carcaça resfriada; ICC = índice de compactidade da carcaça (PCF/comprimento); GI = gordura interna; PA = ponta de agulha; Cortes = cortes cárneos do membro posterior; AOLca = área de olho de lombo medida na carcaça; AOLca/PCQ = AOLca ajustada a 100 kg de PCQ; EGSDca = espessura de gordura subcutânea do dorso medida na carcaça; EGSDca/PCQ = EGSDca ajustada a 100 kg de PCQ.

<sup>3</sup>GI =  $1,3 + 0,02xPVi + 0,7xEE$  da dieta com TA ( $R^2=0,20$ ;  $P=0,08$ )

<sup>4</sup>Dianteiro =  $-7,76 + 0,26xPVi + 3,59xEE$  da dieta com TA ( $R^2=0,72$ ;  $P=0,01$ )

<sup>+</sup>CV = coeficiente de variação, <sup>++</sup>C1 = 3SO vs 3TA; C2 = 5SO vs 5TA; C3 = 3TA vs 5TA; C4 = 3TA + 5TA vs 4TA.

Larraín et al. (2009) encontraram média de gordura interna de 3,64% em Angus com peso de carcaça médio de 354 kg. Esse maior percentual da gordura interna pode ser atribuído ao fato de as carcaças estarem mais leves de forma que elevam a representação proporcional dessa gordura.

Considerando as recomendações de Luchiari Filho (2000), que propõe para se ter bom rendimento de cortes o valor da área de olho de lombo de  $29 \text{ cm}^2/100 \text{ kg}$  de peso de carcaça quente (PCQ) e que a cobertura de gordura esteja em 2 a 2,5 mm/100 kg de PCQ, os dados médios observados estão acima para área de olho de lombo ( $30,1 \text{ cm}^2/100 \text{ kg}$  de PCQ) e bem abaixo para cobertura de gordura (1,46 mm/100 kg de PCQ).

A constatação de que esses animais demonstraram maior percentual de gordura interna em relação ao peso de carcaça fria, somado à descrição da curva normal de crescimento dos bovinos, elaborada por Owens et al. (1995), que relataram forte crescimento muscular na puberdade do animal, e que isso tende a desacelerar e ocorrer maior deposição de gordura: primeiramente gordura interna, seguida da subcutânea e por fim de marmoreio. Ou seja, remete ao fato de que esses animais foram abatidos depois da fase de acelerado crescimento muscular, principalmente estimulado pelos altos teores protéicos das dietas (18% de proteína bruta), e após a deposição de gordura interna sem que ocorresse maior deposição de gordura subcutânea.

De forma geral, foram obtidos 55,4% de rendimento de carcaça quente, 48,6% de traseiro serrote, 37,0% de dianteiro e 14,4% de ponta de agulha, valores próximos aos relatados por Leme et al. (2000) com bovinos Nelore não castrados, respectivamente: 53,7%; 46,8%; 40,6% e 12,6%. Em termos de proporção de *Cutability*, a média geral foi de 51,8% de rendimento de cortes, valor próximo aos 50,5% relatados por Larraín et al. (2009).

Enfim, os resultados observados para as características de carcaça estão condizentes para bovinos Nelore terminados em confinamento e o uso da TA não causou alterações nessas características, podendo ser adotado como fonte lipídica para bovinos de corte confinados objetivando obter carcaças de qualidade.

## CONCLUSÕES

O uso da torta de algodão, como fonte lipídica, comparada aos produtos de soja, não alterou o peso vivo final, o ganho de peso, as características de carcaça, e o comportamento ingestivo dos animais. Contudo, nas dietas com maior teor lipídico, a torta de algodão elevou o consumo de matéria seca dos animais, que, por consequência, reduziu a eficiência alimentar, mas, por se tratar de um ingrediente de menor valor, proporcionou menor custo do ganho de peso.

O aumento do teor de torta de algodão na dieta elevou o ganho de peso, o consumo de matéria seca, e o tempo despendido em ruminação pelos animais; sem alterar a eficiência alimentar, o custo do ganho de peso, o tempo de alimentação, e as características de carcaça dos bovinos Nelore confinados.

## REFERÊNCIAS

AFERRI, G. et al. Desempenho e características de carcaça de novilhos alimentados com dietas contendo diferentes fontes de lipídios. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 34, n. 5, p. 1651-1658, 2005.

ALVES, et al. Substituição do farelo de soja por farelo de algodão de alta energia em dietas para vacas leiteiras em produção: consumo, digestibilidade dos nutrientes, balanço de nitrogênio e produção leiteira. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 39, n. 3, p. 532-540, 2010.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTRY **Official methods of analysis of AOAC international**: current through revision 2. 18th ed. Gaithersburg, MD, 2007. 1 v.

BEAUCHEMIN, K. A. et al. Effects of particle size of alfalfa-based dairy cow diets on chewing activity, rumen fermentation, and milk production. **Journal of Dairy Science**, Savoy, IL, v. 86, p. 630-643, 2003.

BEAUCHEMIN, K. A.; YANG, W. Z. Effects of physically effective fiber on intake, chewing activity, and ruminal acidosis for dairy cows fed diets based on corn silage. **Journal of Dairy Science**, Savoy, IL, v. 88, p. 2117-2129, 2005.

BERGER, L.; SINGH, V. Changes and evolution of corn coproducts for beef cattle. **Journal of Animal Science**, Savoy, IL, v. 88, p. E143-E150, 2010.

BONILHA, S. F. M et al. Evaluation of carcass characteristics of *Bos indicus* and tropically adapted *Bos taurus* breeds selected for postweaning weight. **Journal of Animal Science**, Savoy, IL, v. 86, p. 1770-1780, 2008.

CHIZZOTTI, M. L. et al. Casca de algodão em substituição parcial à silagem de capim-elefante para novilhos. Consumo, degradabilidade e digestibilidade total e parcial. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 34, n. 6, p. 2093-2102, 2005.

COSTA, D. P. B. **Características da carne de novilhos nelore alimentados com caroço de algodão**. 2009. 69 f. Tese (Doutorado em Zootecnia)-Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2009a.

COSTA, Q. P. B. **Desempenho e características da carcaça de bovinos Nelore terminados em confinamento com dietas a base de caroço de algodão**. 2009. 41 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia)-Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2009b.

CRANSTON, J. J. et al. Effects of feeding whole cottonseed and cottonseed products on performance and carcass characteristics of finishing beef cattle. **Journal of Animal Science**, Savoy, IL, v. 84, p. 2186-2199, 2006.

CROSS, H. R. et al. Equations for estimating boneless retail cut yields from beef carcasses. **Journal of Animal Science**. Savoy, IL, v. 37, p. 1267-1272, 1973.

DETMANN, E. et al. Consumo de fibra em detergente neutro por bovinos em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 32, n. 6, p. 1763-1777, 2003. Suplemento 1.

FELTON, E. E. D; KERLEY, M. S. Performance and carcass quality of steers fed whole raw soybeans at increasing inclusion levels. **Journal of Animal Science**, Savoy, IL, v. 82, p. 725-732, 2004a.

FELTON, E. E. D; KERLEY, M. S. Performance and carcass quality of steers fed different sources of dietary fat. **Journal of Animal Science**, Savoy, IL, v. 82, p. 1794-1805, 2004b.

GALYEAN, M. L.; DEFOOR, P. J. Effects of roughage source and level on intake by feedlot cattle. **Journal of Animal Science**, Savoy, IL, v. 81, p. E8-E16, 2003.

GOERING, H. K.; VAN SOEST, P. J. **Forage fiber analysis**: apparatus, reagents, procedures and some applications. Washington, DC: United States Department of Agriculture, 1970. 20 p. (Agricultural handbook, 379).

GUNN, P. J. et al. Effects of dietary fat and crude protein on feedlot performance, carcass distillers grains with solubles characteristics, and meat quality in finishing steers fed differing levels of dried. **Journal of Animal Science**, Savoy, IL, v. 87, p. 2882–2890, 2009.

ÍTAVO, L. C. V. et al. Níveis de concentrado e proteína bruta na dieta de bovinos nelore nas fases de recria e terminação: consumo e digestibilidade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 31, n. 2, p. 1033-1041, 2002. Suplemento.

KAZAMA, R. et al. Características quantitativas e qualitativas da carcaça de novilhas alimentadas com diferentes fontes energéticas em dietas à base de cascas de algodão e de soja. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 37, n. 2, p. 350-357, 2008.

LARRAÍN, R. E et al. Finishing steers with diets based on corn, high-tannin sorghum, or a mix of both: Feedlot performance, carcass characteristics, and beef sensory attributes. **Journal of Animal Science**, Savoy, IL, v. 87, p. 2089-2095, 2009.

LEME, P. R. et al. Desempenho em confinamento e características de carcaça de bovinos machos de diferentes cruzamentos abatidos em três faixas de peso. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 29, p. 2347-2353, 2000. Suplemento 2.

LOFGREEN G. P. Net energy of fat and molasses for beef heifers with observations on the method for net energy determination. **Journal of Animal Science**, Savoy, IL, v. 24, p. 480-487, 1965.

LUCHIARI FILHO, A. **Pecuária da carne bovina**. São Paulo: O Autor, 2000. 134 p.

MACHADO NETO, O. R. et al. Feed intake and prediction assessments using the NRC, CNCPS and BR-CORTE systems in Nellore and Red Norte steers finished in feedlot. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 39, n. 2, p. 394-401, 2010.

MAGALHÃES, K. A. et al. Desempenho, composição física e características da carcaça de novilhos alimentados com diferentes níveis de casca de algodão, em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 34, n. 6, p. 2466-2474, 2005.

MENEGHETTI, S. M. P. et al. Ethanolysis of castor and cottonseed oil: a systematic study using classical catalysts. **Journal of the American Oil Chemists' Society**, Urbana, IL, v. 83, n. 9, p. 819-822, 2006.

MILLEN, D. D. et al. A snapshot of management practices and nutritional recommendations used by feedlot nutritionists in Brazil. **Journal of Animal Science**, Savoy, IL, v. 87, p. 3427-3439, 2009.

MOORE, J. A. et al. 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**, Savoy, IL, v. 68, p. 3412-3420, 1990.

OWENS, F. N. et al. **Review of some aspects of growth and development of feedlot cattle.** **Journal of Animal Science**, Savoy, IL, v.73, p.3152-3172, 1995.

PINA, D. S. et al. Síntese de proteína microbiana e concentrações de uréia em vacas alimentadas com diferentes fontes de proteína. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 35, n. 4, p. 1552-1559, 2006.

STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM . **The SAS system for windows.** release 9.0. Cary, NC: SAS Institute, 2002. 1 CD-ROM.  
VALADARES FILHO, S. C. et al. **Tabelas brasileiras de composição de alimentos para bovinos.** 2. ed. Viçosa, MG: UFV, 2006. 329 p.

VAN SOEST, P. J. et al. Methods of dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of Dairy Science**, Savoy, IL, v. 74, p. 3583-3597, 1991.

VANDER POL, K. J. et al. Performance and digestibility characteristics of finishing diets containing distillers grains, composites of corn processing coproducts, or supplemental corn oil. **Journal of Animal Science**, Savoy, IL, v. 87, p. 639-652, 2009.

VASCONCELOS, J. T.; GALYEAN, M. L. Nutritional recommendations of feedlot consulting nutritionists: the 2007 Texas Tech University survey. **Journal of Animal Science**, Savoy, IL, v. 85, p. 2772-2781, 2007.

WINTERHOLLER, S. J. et al. Supplemental energy and extruded-expelled cottonseed meal as a supplemental protein source for beef cows consuming low-quality forage. **Journal of Animal Science**, Savoy, IL, v. 87, p. 3003-3012, 2009.

ZINN, R. A. Influence of level and source of dietary fat on its comparative feeding value in finishing diets for steers: Feedlot cattle growth and performance. **Journal of Animal Science**, Savoy, IL, v. 67, p. 1029-1037, 1989a.

ZINN, R. A. Influence of level and source of dietary fat on its comparative feeding value in finishing diets for feedlot steers: metabolism. **Journal of Animal Science**, Savoy, IL, v. 67, p. 1038-1049, 1989b.

### **CAPÍTULO III**

#### **COMPOSIÇÃO E PARÂMETROS QUALITATIVOS DA CARNE DE BOVINOS NELORE TERMINADOS EM CONFINAMENTO COM TORTA DE ALGODÃO COMO FONTE LIPÍDICA**

### **Composição e parâmetros qualitativos da carne de bovinos Nelore terminados em confinamento com torta de algodão**

**RESUMO:** Este estudo objetivou avaliar os efeitos da torta de algodão (TA) como fonte lipídica na composição e parâmetros qualitativos da carne e da gordura subcutânea de bovinos confinados. Foram utilizados 40 machos da raça Nelore, não-castrados, com peso vivo médio inicial de  $313,8 \pm 41,2$  kg e final de  $452 \pm 48,4$  kg, e idade média inicial de 17 meses, confinados por 102 dias com dietas contendo TA ou produtos de soja (SO). A inclusão da TA foi com base no teor de extrato etéreo (EE) da dieta: 3%, 4% e 5%. Também testaram outros dois tratamentos referências, com teores de 3% e 5% de EE, tendo SO como fonte lipídica. As médias foram testadas por meio de quatro contrastes não ortogonais: C1 = 3SO versus 3TA; C2 = 5SO versus 5TA; C3 = 3TA versus 5TA; e C4 = 3TA + 5TA versus 4TA. O uso de TA como fonte lipídica, comparada a SO, não alterou o pH, a maciez, a composição centesimal, e a coloração da carne e da gordura subcutânea. O processo de maturação reduziu a força de cisalhamento da carne, e os valores médios, sem e com maturação por 21 dias, foram 5,71 e 4,65 kg, respectivamente. Na carne, o uso da TA, nas dietas de menores teores lipídicos, reduziu a proporção de ácido heptadenóico ( $C_{17:0}$ ), nas dietas de maiores teores lipídicos, elevou do ácido linoléico ( $C_{18:2}$ ). O aumento da TA, como fonte lipídica na dieta dos bovinos, elevou a cor vermelha da carne e a presença de aroma estranho na carne maturada e cozida, contudo essas variáveis não diferiram da carne de bovinos alimentados com SO. A inclusão de TA também aumentou a proporção de ácido linoléico na carne, sendo que, para configuração *cis* ( $C_{18:2,6c}$ ), foi observado 0,010%, 0,079% e 0,411%, e, para *trans* ( $C_{18:2,6t}$ ), 0,084%, 0,172% e 0,298%, respectivamente com 3%, 4% e 5% de EE da dieta, tendo TA como fonte lipídica. Não foram encontradas diferenças significativas na composição de ácidos graxos da gordura subcutânea dos animais.

**Palavras chaves:** coproduto, gordura, maciez, sensorial

**Beef composition and quality parameters of Nellore bulls finished on  
feedlot with cottonseed cake**

**ABSTRACT:** This study aimed to evaluate the effects of cottonseed cake (CC) inclusion as fat source in qualitative aspects, beef and subcutaneous fat composition of confined cattle. Forty Nellore males, no castrated, with  $313.8 \pm 41.2$  kg of initial and  $452.3 \pm 48.4$  kg of final live weight, and 17 months of initial age, were finished on feedlot for 102 days with diets containing CC or soybean products (SO). Means were tested using four non-orthogonal contrasts: C1 = 3SO versus 3CC; C2 = 5SO versus 5CC; C3 = 3CC versus 5CC; e C4 = 3CC + 5CC versus 4CC. The use of CC, as fat source, compared to SO, did not change beef pH, tenderness, chemical composition and color, and subcutaneous fat color. The beef aging process reduced shear force, and were observed 5.71 and 4.65 kg of shear force means, respectively, without and with 21 days aged process. On beef, the use of CC, in low fat diet, reduced heptadenoic acid ( $C_{17:0}$ ) proportion, and in high fat diet, increased ( $C_{18:2}$ ) linoleic acid. CC inclusion, as fat source in diet of the animals, increased beef red color and off-smell aroma on aged and cooked beef, however, this variables did not differ of beef from bulls fed with SO as fat source. CC inclusion increased linoleic fat acid proportion too, being that to *cis* configuration ( $C_{18:2,6c}$ ) was observed 0.010%, 0.079% and 0.411%, and to *trans* ( $C_{18:2,6t}$ ) 0.084%, 0.172% and 0.298%, respectively to 3%, 4% and 5% diet EE and CC as fat source. No significant differences were detected for subcutaneous fat fatty acid composition of the animals.

**KEY WORDS:** byproducts, fat, tenderness, sensorial

## INTRODUÇÃO

O consumidor moderno de carne bovina é mais bem informado e exigente quanto aos aspectos qualitativos da carne que está adquirindo. Não basta apenas saber o sexo do animal ou fazer uma avaliação rápida dos aspectos de coloração, pelo contrário, busca informações sobre maciez, maturação, marmoreio, composição de ácidos graxos, aspectos ambientais e humanitários aos quais os animais foram submetidos na cadeia produtiva.

A composição de ácidos graxos da gordura de bovinos tem recebido atenção devido às implicações sobre a saúde humana (WOOD et al., 2008). Sendo que é possível a modificação dessa composição por meio de estratégias de alimentação fornecida aos animais, mas os resultados são afetados por diversos fatores, como: músculo amostrado, raça do animal, tempo de consumo de ácidos graxos Omega 3, consumo diário de matéria seca, fonte lipídica e proteção à bio-hidrogenação ruminal da fonte lipídica (KRONBERG et al., 2006).

Segundo Ludden et al. (2009), o método mais comum para modificar a composição de ácidos graxos da carne é a adição de ácido graxo insaturado na dieta dos animais, usualmente óleo de soja, contudo, acrescentam os mesmos autores, que esse ingrediente representa um aumento no custo de produção.

Assim, na alimentação de ruminantes, é cada vez mais importante a substituição de fontes lipídicas tradicionais por outras fontes com potencial de modificação do perfil de ácidos graxos da carne, priorizando resíduos ou coprodutos agroindustriais, principalmente na tentativa de redução dos custos e aumento da lucratividade do sistema (PEDROSO et al., 2007).

Nessa perspectiva, algumas pesquisas têm mostrado diferenças em aspectos qualitativos da carne quando utilizadas fontes alternativas de lipídios na dieta dos animais. Pesce (2008) e Costa (2009) observaram aroma estranho na carne de bovinos confinados com caroço de algodão, e Nute et al. (2007) encontraram aumento de ácido linoléico (C18:2) e aroma estranho na carne de cordeiros alimentados com óleo de linhaça, óleo de peixe, lipídeos protegidos.

Kazama et al. (2008) ressaltaram que pesquisas em nutrição de ruminantes envolvendo a avaliação do uso de coprodutos agroindustriais não devem se restringir apenas a resultados de desempenho animal associados ao custo de produção, mas

devem aliar o impacto que esses coprodutos teriam sobre a qualidade da carne bovina, visto que as exigências impostas pelo consumidor por qualidade de carne vêm aumentando constantemente.

Assim, objetivou-se com este estudo avaliar os efeitos da inclusão da torta de algodão como fonte lipídica na composição e parâmetros qualitativos da carne e da gordura subcutânea de bovinos Nelore confinados.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

### **Animais, instalações e manejo**

O experimento foi conduzido no Centro Avançado de Pesquisa Tecnológica do Agronegócio de Bovinos de Corte, órgão do Instituto de Zootecnia, vinculado à Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo, situado no município de Sertãozinho, a 21°10' de latitude Sul e 48°05' de longitude Oeste. É uma região de clima tropical úmido, com temperatura média anual de 24°C e precipitação média anual de 1.300 mm.

Foram utilizados 40 machos da raça Nelore, não-castrados, com peso vivo médio inicial de 313,8±41,2 kg e final de 452,0±48,4 kg, e com idade média inicial de 17 meses, distribuídos em oito blocos de acordo com o peso vivo antes da adaptação às dietas, conforme demonstrado na Figura 1.

Os animais foram alocados em baias individuais de forma que cada animal constituiu uma unidade experimental. As baias tinham 10 m<sup>2</sup> de área, parcialmente cobertas e de piso cimentado, com cocho individual de 1,5 metros lineares e bebedouro tipo australiano dividido entre duas baias, com capacidade de 100 litros.

Os animais foram identificados individualmente por meio de tatuagem na orelha esquerda, tratados contra endo e ectoparasitas, e vacinados contra clostridioses (*Clostridium* sp) e febre aftosa. No período que antecedeu o experimento, os animais foram mantidos em pastagem de *Brachiaria brizantha* com suplementação protéica energética em quantidade proporcional a 0,3% do peso vivo. Os procedimentos adotados com os animais, nesse experimento foram aprovados pela Câmara de Ética de Experimentação Animal da FMVZ/UNESP, Campus de Botucatu – SP, sob protocolo 148/2008-CEEA.

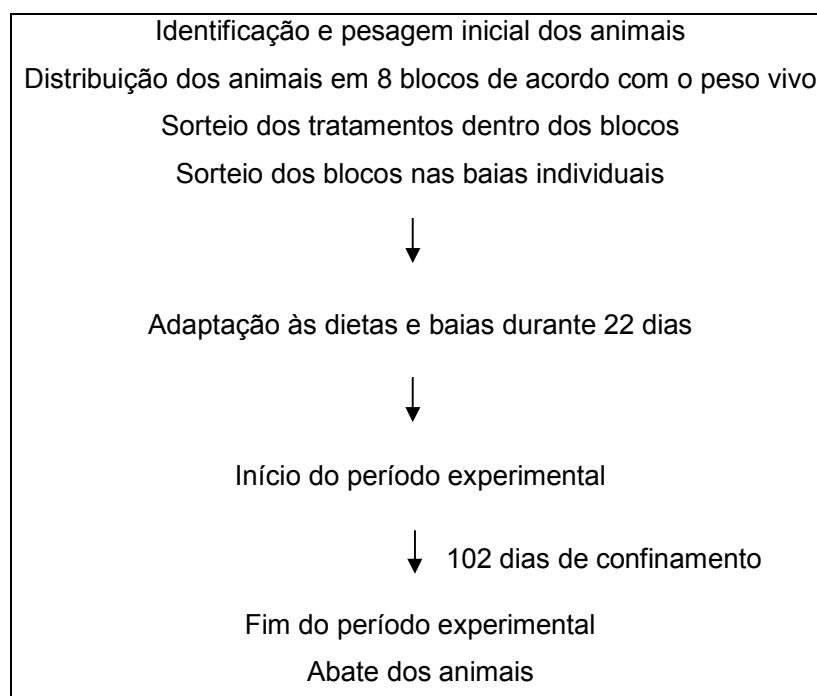


Figura 1 – Descrição esquemática das etapas do experimento.

### Tratamentos

As dietas foram formuladas com auxílio do CNCPS v. 6.1 – *Cornell Net Carbohydrate and Protein System*. A torta de algodão utilizada foi fornecida pela Bunge Alimentos e é comercialmente conhecida como Farelo de Algodão de Alta Energia (FAAE®), tratando-se de um coproduto proveniente da extração física do óleo do caroço de algodão semi deslintado, como descrito em Winterholler et al. (2009).

A inclusão da torta de algodão (TA) foi embasada no teor de extrato etéreo (EE) da dieta ofertada, em três teores: 3%, 4% e 5% de extrato etéreo. Também foram testados mais dois tratamentos referências, com teores de 3% e 5% de EE tendo produtos de soja como fonte lipídica, perfazendo cinco dietas experimentais, apresentadas na Tabela 1, e simbolizadas:

3SO = 3,0% de extrato etéreo na dieta - fonte lipídica produtos de Soja;

5SO = 5,0% de extrato etéreo na dieta - fonte lipídica produtos de Soja;

3TA = 3,0% de extrato etéreo na dieta - fonte lipídica Torta de Algodão;

4TA = 4,0% de extrato etéreo na dieta - fonte lipídica Torta de Algodão;

5TA = 5,0% de extrato etéreo na dieta - fonte lipídica Torta de Algodão.

Tabela 1. Composição das dietas fornecidas aos animais confinados

| Ingredientes, % Matéria Seca                      | Dietas <sup>1</sup> |        |       |       |       |
|---------------------------------------------------|---------------------|--------|-------|-------|-------|
|                                                   | 3SO                 | 5SO    | 3TA   | 4TA   | 5TA   |
| Feno <i>Brachiaria sp</i>                         | 19,5                | 19,9   | 19,5  | 19,4  | 19,4  |
| Milho Moído                                       | 31,2                | 31,9   | 31,2  | 31,1  | 31,1  |
| Sorgo Moído                                       | 35,2                | 14,7   | 33,02 | 19,31 | 5,52  |
| Farelo de Soja 46                                 | 5,84                | 24,1   | -     | -     | -     |
| Borra Acidulada de Soja                           | 1,66                | 7,43   | -     | -     | -     |
| Farelo de Algodão de Alta Energia                 | -                   | -      | 9,77  | 26,1  | 42,2  |
| Melaço                                            | 2,63                | 0,34   | 2,63  | 1,55  | 0,33  |
| Uréia                                             | 2,65                | 0,32   | 2,67  | 1,47  | 0,31  |
| Suplemento Mineral <sup>2</sup>                   | 1,10                | 1,13   | 1,10  | 1,10  | 1,10  |
| Composição                                        |                     |        |       |       |       |
| Nutrientes Digestíveis Totais <sup>3</sup>        | 66,1                | 68,7   | 64,2  | 64,4  | 64,5  |
| Energia Metabolizável, Mcal/kg <sup>3</sup>       | 2,39                | 2,43   | 2,32  | 2,33  | 2,34  |
| Proteína Bruta <sup>4</sup>                       | 17,9                | 18,9   | 17,7  | 18,6  | 19,4  |
| Extrato Etéreo <sup>4</sup>                       | 3,07                | 5,00   | 3,01  | 3,86  | 4,79  |
| Fibra Insolúvel em Detergente Neutro <sup>4</sup> | 40,6                | 40,1   | 45,8  | 45,2  | 49,1  |
| Lignina <sup>4</sup>                              | 2,07                | 3,34   | 2,26  | 4,00  | 5,57  |
| Composição <sup>5</sup>                           |                     |        |       |       |       |
| C6:0                                              | 0,000               | 0,000  | 0,109 | 0,030 | 0,395 |
| C10:0                                             | 0,000               | 0,000  | 0,000 | 0,000 | 0,565 |
| C11:0                                             | 0,368               | 0,092  | 0,400 | 0,090 | 0,985 |
| C12:0                                             | 0,153               | 0,000  | 0,000 | 0,000 | 0,899 |
| C14:0                                             | 2,862               | 3,731  | 2,654 | 2,623 | 2,403 |
| C14:1                                             | 0,533               | 0,155  | 1,509 | 0,500 | 0,789 |
| C15:0                                             | 0,169               | 0,404  | 0,000 | 0,166 | 0,085 |
| C16:0                                             | 17,55               | 17,69  | 18,37 | 22,63 | 18,67 |
| C16:1                                             | 11,00               | 10,240 | 8,800 | 10,08 | 12,40 |
| C17:0                                             | 8,344               | 6,106  | 1,928 | 0,806 | 4,997 |
| C17:1                                             | 0,000               | 0,287  | 0,123 | 0,000 | 0,000 |
| C18:0                                             | 16,59               | 20,790 | 17,74 | 17,31 | 16,64 |
| C18:1 $\omega$ 9c                                 | 29,08               | 24,526 | 25,06 | 27,98 | 28,29 |
| C18:1 $\omega$ 9t                                 | 11,25               | 14,401 | 16,04 | 14,54 | 11,33 |
| C18:3 $\omega$ 6                                  | 0,019               | 0,093  | 0,000 | 0,000 | 0,000 |
| C20:0                                             | 0,778               | 0,386  | 2,749 | 0,471 | 0,404 |
| C20:1                                             | 0,250               | 0,000  | 0,000 | 0,915 | 0,000 |
| C22:1 $\omega$ 9                                  | 1,338               | 0,616  | 3,215 | 0,000 | 2,758 |
| NI <sup>++</sup>                                  | 1,727               | 0,546  | 2,072 | 1,832 | 1,907 |
| Ácidos Graxos Saturados (AGS)                     | 46,81               | 49,20  | 43,96 | 44,14 | 46,05 |
| Ácidos Graxos Monoinsaturados (AGMI)              | 53,45               | 50,22  | 54,76 | 54,02 | 55,65 |
| Ácidos Graxos Poliinsaturados (AGPI)              | 0,019               | 0,093  | 0,000 | 0,000 | 0,000 |
| Ácidos Graxos Insaturados (AGI)                   | 53,45               | 50,24  | 54,76 | 54,02 | 55,74 |
| AGMI/AGS                                          | 1,142               | 1,021  | 1,246 | 1,224 | 1,208 |
| AGI/AGS                                           | 1,142               | 1,021  | 1,246 | 1,224 | 1,211 |

<sup>1</sup>3SO e 5SO = dietas com 3% e 5% de extrato etéreo e soja como fonte lipídica; 3TA, 4TA e 5TA = dietas com 3%, 4% e 5% de extrato etéreo e torta de algodão como fonte lipídica, respectivamente.

<sup>2</sup>Composição do suplemento mineral (quantidade/kg): 180g Ca; 90g P; 10g Mg; 13g S; 93g Na; 145g Cl; 17mg Se; 1000mg Cu; 826mg Fe; 4000mg Zn; 1500mg Mn; 150mg I; 80mg Co; 900mg F; 38,7 ppm Monensina. <sup>++</sup>Não identificado

<sup>3</sup>Teores calculado pelo CNCPS v. 6.1 – *Cornell Net Carbohydrate and Protein System*, % da matéria seca.

<sup>4</sup>Teores obtidos em análise química e bromatológica.

<sup>5</sup>Teores obtidos em análise química, % dos ácidos graxos.

A opção pelo uso do farelo de algodão de alta energia (FAAE®), como torta de algodão, foi devido à regularidade do fornecimento e padronização do produto, sendo que, na análise bromatológica, esse ingrediente apresentou a seguinte composição: 91,2% de matéria seca; 9,33% de EE; 28,5% de proteína bruta; 51,7% de fibra insolúvel em detergente neutro (FDN) e 31,9% de fibra insolúvel em detergente ácido. O teor do gossipol ficou abaixo do limite mínimo de quantificação analítica (5 mg/Kg). O óleo de soja acidulado trata-se de coproduto residual do processo de refinação do óleo comercial de soja, e apresentou a seguinte composição bromatológica: 56,3% de matéria seca e 38,4% de EE.

As dietas tiveram valores de proteína bruta extrapolados de forma a propiciar maiores inclusão de TA, assim foram formuladas com teores próximos de 18%, mantendo-se a proporção volumoso:concentrado próxima a 20:80 e incluído 31,5% de milho. Nas dietas de mesmo teor de EE, foram mantidas quantidades similares de uréia e melaço.

### **Abate e amostragem**

Os animais foram abatidos no Frigorífico Frigonobre, em Torrinha-SP, a 204 km de distância do local do experimento. Todos os animais foram abatidos em um único dia e no mesmo lote. No momento da sangria, os animais foram identificados pela tatuagem na orelha esquerda e numerados de forma ordinal conforme a entrada. Os animais foram insensibilizados com pistola pneumática de penetração, e, logo após, foram realizados os procedimentos de sangria, esfolagem, evisceração e preparo das carcaças para o resfriamento.

Após o período de resfriamento (24 horas a 7 °C), o pH foi aferido a 5 cm de profundidade no contrafilé (*Musculus longissimus lumborum*) entre as 12ª e 13ª costelas por meio de potenciômetro de penetração, marca Sentron.

A carne utilizada para as análises de qualidade foi o corte comercial contrafilé, que foi retirado de sua base óssea, embalado em filme plástico e transportado para o laboratório em caixa térmica com gelo.

No laboratório, o contrafilé foi subdividido em bifos-amostra de aproximadamente 2,5 cm de espessura, embalados a vácuo, e direcionado às avaliações: composição centesimal, força de cisalhamento e avaliações sensoriais do aroma após 0 e 21 dias de maturação, além da avaliação da coloração e perfil de ácidos graxos da carne e da

gordura subcutânea. Os bifes-amostra, depois de embalados a vácuo e maturados, foram congelados e mantidos a -18°C até o início das avaliações.

### **Avaliações químicas e físicas**

As avaliações químicas e físicas foram realizadas após os bifes serem descongelados em geladeira por 20 horas, até atingirem 5±2°C.

A avaliação da composição centesimal foi realizada nas amostras de carne *in natura* referente ao *Musculus longissimus lumborum*. Foram avaliados segundo métodos recomendados pela AOAC (2007): umidade (item 39.1.02), extrato etéreo (item 39.1.05), resíduo mineral fixo (item 39.1.09.) e proteína, pelo método de Kjeldahl-micro (item 39.1.19).

A coloração da carne e da gordura subcutânea foi determinada, após a retirada do bife da embalagem e exposição ao oxigênio por 30 minutos, mediante leituras em cinco pontos na carne e três pontos na gordura subcutânea, por meio do colorímetro Minolta CR-410, conforme metodologia de Honikel (1998).

A coloração da carne e da gordura subcutânea também foi avaliada subjetivamente por técnicos treinados, em escala estruturada de sete cores, variando para carne de 1 = vermelho extremamente claro a 7 = vermelho extremamente escuro, e para gordura subcutânea de 1 = branco a 7 = amarelo (ouro).

A força de cisalhamento foi determinada segundo método descrito por Savell et al. (2010) com as amostras submetidas à cocção, em aparelho elétrico *grill*, até a temperatura interna de 71°C, aferida com termômetro digital. Após resfriamento a 4°C por 12 horas, as amostras foram cortadas em cilindros de 1,10<sup>o</sup>cm, com auxílio de uma furadeira de bancada, evitando-se nervos e gorduras; em seguida foi mensurada a força de cisalhamento por meio do texturômetro TA XT-Plus Texture Analyser 2i, marca Stable Micro System (UK), equipado com conjunto de lâmina Warner-Bratzler (capacidade de 25kg e velocidade do seccionador de 20cm/min).

A oxidação lipídica foi determinada pela mensuração da quantidade de substâncias reativas ao ácido 2- tiobarbitúrico (SRTBA), segundo Wyncke (1970), em amostras de carne após doze meses de armazenamento. A avaliação da composição de ácidos graxos foi realizada por meio de cromatografia gasosa, sendo os ésteres de ácidos graxos avaliados em cromatógrafo Shimadzu, com coluna capilar de sílica fundida (FOLCH et al., 1957; HARTMAN e LAGO, 1973).

### **Avaliações sensoriais do aroma**

As avaliações sensoriais foram realizadas, conforme Meilgaard et al. (1990), com 10 provadores treinados (ROÇA e BONASSI, 1985). Em decorrência da utilização de seres humanos como provadores, os procedimentos utilizados nas avaliações sensoriais desse experimento foram aprovados pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Medicina de Botucatu, UNESP/Campus de Botucatu – SP, sob número 301/2008-CEP.

Nas avaliações sensoriais, foram sorteados quatro bifes/tratamento, descongelados em geladeira por 20 horas, até atingirem  $5\pm 2^{\circ}\text{C}$ , e fragmentados em vários pedaços menores livres de gordura subcutânea aparente, perfazendo um grupo de sub-amostras do tratamento.

Parte desse grupo de sub-amostras foi apresentado aos provadores *in natura* em placa de Petri de vidro tampada mantida à temperatura máxima  $15^{\circ}\text{C}$ . Outra parte desse grupo de sub-amostras foi pesada, acondicionada em béqueres de bordas altas e adicionado o dobro do peso em água destilada e submetido à cocção em banho-maria até atingirem temperatura interna de  $71^{\circ}\text{C}$ . A apresentação aos provadores após cocção foi no próprio béquer tampado com placa de Petri de vidro, sobre chapa aquecida a  $50^{\circ}\text{C}$ .

Na avaliação das amostras *in natura* e cozidas, foi aplicado aos provadores o método de escala não estruturada de 9 cm para os atributos de intensidade do aroma característico de carne bovina. E escala estruturada de 1 a 9 para os atributos de intensidade do aroma estranho, em que 1 pontuava aquele grupo de amostra como não possuindo aroma estranho e 9 possuindo aroma estranho extremamente forte.

### **Análise estatística**

Os dados de pH, coloração, composição centesimal e de ácidos graxos da carne e da gordura subcutânea foram avaliados pelo PROC GLM utilizando o modelo I.

Modelo I:

$$Y_{ijk} = \mu + D_i + B_j + e_{ijk},$$

em que:

$Y_{ijk}$  = valor observado da característica tomado no animal k, na dieta i e no bloco j;

$\mu$  = constante inerente aos dados;

$D_i$  = efeito da dieta  $i$ , sendo  $i$  = dietas 3SO, 5SO, 3TA, 4TA e 5TA;

$B_j$  = efeito do bloco  $j$ , sendo  $j$  = distribuição dos animais nas baias individuais de acordo com o peso vivo antes da adaptação de 22 dias;

$e_{ijk}$  = erro aleatório referente à observação  $Y_{ijk}$ .

Os dados de maciez, oxidação lipídica e avaliação do aroma da carne foram avaliadas pelo PROC GLM como medidas repetidas (efeito do processo de maturação) utilizando o modelo II.

Modelo II:

$$Y_{ijkl} = \mu + D_i + B_j + e_{ijl} + Mat_k + D_i * Mat_k + e_{ijkl},$$

em que:

$Y_{ijkl}$  = valor observado da característica tomado no animal  $l$ , na dieta  $i$ , no bloco  $j$ , na maturação  $k$ ;

$\mu$  = constante inerente aos dados;

$D_i$  = efeito da dieta  $i$ , sendo  $i$  = dietas 3SO, 5SO, 3TA, 4TA e 5TA;

$B_j$  = efeito do bloco  $j$ , sendo  $j$  = distribuição dos animais nas baias individuais de acordo com o peso vivo antes da adaptação de 22 dias;

$e_{ijl}$  = erro aleatório referente à observação  $Y_{ijl}$ .

$Mat_k$  = efeito da maturação  $k$ , sendo  $k$  = 0 e 21 dias de maturação;

$D_i * Mat_k$  = efeito da interação dieta  $i$  e maturação  $k$ ;

$e_{ijkl}$  = erro aleatório referente à observação  $Y_{ijkl}$ .

Na análise dos dados da avaliação do aroma da carne, o efeito do bloco foi substituído pelo efeito inerente aos provadores.

As médias das variáveis foram testadas por meio de quatro contrastes não ortogonais, sendo os dois primeiros com o objetivo de analisar se, em mesmo teor de extrato etéreo, a torta de algodão diferiria da soja: C1 = 3SO versus 3TA e C2 = 5SO versus 5TA; o terceiro contraste objetivou avaliar os extremos de inclusão

da torta de algodão: C3 = 3TA versus 5TA; e o último contraste objetivou avaliar se o teor intermediário de inclusão de torta de algodão diferiria da média dos extremos: C4= 3TA + 5TA versus 4TA.

Adicionalmente, as relações entre as variáveis e os teores crescentes de inclusão de torta de algodão, baseado nos teores de extrato etéreo na dieta, foram estudadas por meio de regressão linear, pelo PROC REG, quando evidenciada pela significância em C3 e/ou C4.

Todos os dados foram analisados pelo *Statistical Analysis System* - SAS 9.0 (2002) e os contrastes foram testados pelo teste Scheffé, a 5% de probabilidade.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados de pH 24 horas *post mortem*, coloração da carne e da gordura subcutânea são apresentados na Tabela 2. Não houve diferença nessas variáveis em função das fontes lipídicas utilizadas, e, para os teores crescentes de torta de algodão foi observada diferença apenas na coloração da carne.

O pH final médio foi de 5,72, situado no intervalo de 5,4 a 5,8, considerado como adequado por Mach et al. (2008), sendo esse um dos fatores relevantes para a manutenção da vida de prateleira da carne. O pH final da carne corresponde ao acúmulo de ácido láctico oriundo da síntese do ATP a partir da glicose proveniente das reservas de glicogênio (NEATH et al., 2007) e a queda do pH é um dos requisitos mais importantes na transformação do tornar o músculo em carne de alta qualidade (POSO e PUOLANNE, 2005).

A média do tratamento 5TA, apesar de não diferente das demais, ficou com o pH final acima do limiar 5,8, sugerido com ideal por Mach et al. (2008). Esse maior valor médio foi consequência de características individuais de três animais deste tratamento (37,1% dos animais do tratamento), os quais produziram carne com pH maior que 6,0 e assim elevaram a média do tratamento, possivelmente devido à ocorrência de estresse *ante-mortem*. A causa não foi identificada, uma vez que muitos fatores podem atuar no desencadeamento do estresse pré-abate e, por consequência, reduzir as reservas de glicogênio muscular e determinar carnes com valores de pH elevado (JELENÍKOVÁ et al., 2008).

Tabela 2. Médias de pH e coloração da carne (*M. longissimus lumborum*) e da gordura subcutânea de bovinos Nelore alimentados com torta de algodão, em três teores de extrato etéreo na dieta

| Variável                          | Média | Tratamentos <sup>1</sup> |      |      |      |      | CV <sup>+</sup> | P <sup>++</sup> |      |      |      |
|-----------------------------------|-------|--------------------------|------|------|------|------|-----------------|-----------------|------|------|------|
|                                   |       | 3SO                      | 5SO  | 3TA  | 4TA  | 5TA  |                 | C1              | C2   | C3   | C4   |
| pH 24 h <i>post-mortem</i>        | 5,72  | 5,71                     | 5,66 | 5,59 | 5,66 | 5,98 | 5,86            | 0,20            | 0,17 | 0,12 | 0,92 |
| L* da Carne                       | 38,8  | 39,1                     | 39,2 | 39,7 | 38,3 | 38,0 | 6,81            | 0,71            | 0,35 | 0,21 | 0,64 |
| a* da Carne                       | 16,8  | 16,6                     | 16,4 | 16,8 | 16,3 | 17,8 | 8,81            | 0,10            | 0,63 | 0,17 | 0,15 |
| b* da Carne <sup>2</sup>          | 4,62  | 4,64                     | 5,14 | 5,37 | 4,11 | 3,83 | 28,4            | 0,28            | 0,06 | 0,03 | 0,39 |
| L* da Gordura                     | 68,7  | 69,7                     | 68,4 | 68,6 | 67,8 | 69,0 | 5,79            | 0,59            | 0,76 | 0,84 | 0,55 |
| a* da Gordura                     | 7,21  | 5,45                     | 7,80 | 6,78 | 8,45 | 7,60 | 37,6            | 0,33            | 0,89 | 0,55 | 0,29 |
| b* da Gordura                     | 7,51  | 7,03                     | 8,25 | 7,79 | 7,18 | 7,29 | 18,5            | 0,28            | 0,18 | 0,48 | 0,56 |
| Cor da Carne (1 - 7) <sup>3</sup> | 3,75  | 3,88                     | 3,38 | 3,00 | 3,88 | 4,63 | 35,9            | 0,20            | 0,07 | 0,02 | 0,92 |
| Cor da Gordura (1 - 7)            | 3,58  | 3,38                     | 3,50 | 3,75 | 3,38 | 3,88 | 41,2            | 0,61            | 0,61 | 0,87 | 0,50 |

<sup>1</sup>3SO e 5SO = dietas com 3% e 5% de extrato etéreo e soja como fonte lipídica; 3TA, 4TA e 5TA = dietas com 3%, 4% e 5% de extrato etéreo e torta de algodão como fonte lipídica, respectivamente.

<sup>2</sup>b\* da carne =  $7,52 - 0,77 \times \text{EE da dieta com TA}$  ( $R^2=0,17$ ;  $P=0,04$ )

<sup>3</sup>Cor da Carne =  $0,58 + 0,81 \times \text{EE da dieta com TA}$  ( $R^2=0,23$ ;  $P=0,02$ )

<sup>+</sup>CV = coeficiente de variação; <sup>++</sup>C1 = 3SO vs 3TA; C2 = 5SO vs 5TA; C3 = 3TA vs 5TA; C4 = 3TA + 5TA vs 4TA.

As fontes lipídicas, nos dois teores de EE das dietas, não alteraram a coloração da carne (C1 e C2), o mesmo que Nelson et al. (2004), que não observaram diferença para coloração da carne utilizando óleo residual de restaurante e sebo animal na alimentação de bovinos cruzados confinados. Entretanto, foi observada diferença entre os teores extremos de inclusão de torta de algodão (C3) para o índice de cromaticidade b\* (amarelo), respectivamente, 5,37 e 3,83 para os tratamentos 3TA e 5TA. Ou seja, dieta com maior teor de EE, tendo TA com fonte lipídica, propicia carne menos amarela, o que ajuda a explicar a diferença na avaliação subjetiva da coloração da carne, em que houve diferença no mesmo contraste, com maior valor para o tratamento 5TA, caracterizando relação linear do maior teor de TA na dieta dos animais com a coloração vermelha mais intensa e/ou amarela menos intensa da carne.

As médias gerais para coloração da carne foram 38,8 para luminosidade (L\*), 16,8 para intensidade do vermelho (a\*) e 4,68 para intensidade do amarelo (b\*). Segundo revisão de Muchenje et al. (2009) em bovinos, o índice de luminosidade varia de 33,2 a 41,0, vermelho de 11,1 a 23,6, e amarelo de 6,1 a 11,3. Desta forma,

os parâmetros de luminosidade e coloração vermelha da carne desse experimento estão nos intervalos relatados na revisão desses autores, porém neste experimento foi observado carne com intensidade de amarelo inferior que o encontrado pelos autores.

Entretanto, Abularach et al. (1998) avaliaram o contrafilé de 51 bovinos Nelore jovens terminados em confinamento e encontraram variação de luminosidade de 29,68 a 38,51, intensidade de vermelho de 14,83 e 29,27, e amarelo de 3,40 a 8,28, utilizando colorímetro Minolta CR300. Em comparação a esses intervalos, a carne desse estudo estaria em concordância quanto à intensidade de vermelho e amarelo, porém mais clara, uma vez que tem matiz de luminosidade maior que o limiar máximo observado pelos autores. Wulf e Wise (1999), utilizando o colorímetro Minolta CR-310, avaliaram a coloração de 145 carcaças de animais confinados e encontraram média de luminosidade de 38,3 (variando de 31,5 a 46,5), intensidade de vermelho de 23,4 (variando de 15,5 a 31,4) e de amarelo 9,7 (variando de 4,4 a 13,9), ou seja, todas as matizes de cromaticidade, observadas neste estudo, estão inseridas nos intervalos encontrados pelos autores.

A utilização de torta de algodão não alterou a coloração da gordura subcutânea, avaliada objetivamente pelo sistema CIEL\*a\*b\* e subjetivamente pelos técnicos. Esse mesmo resultado foi encontrado por Nelson et al. (2004) com gordura de novilhos cruzados alimentados com diferentes fontes lipídicas. As médias das matizes de cromaticidade da gordura subcutânea, encontradas nesse estudo, foram 68,7 para luminosidade ( $L^*$ ), 7,21 para intensidade de vermelho ( $a^*$ ) e 7,51 para amarelo ( $b^*$ ), valores esses próximos aos observado por Andrade (2010) ao avaliar a coloração da gordura subcutânea de animais cruzados Angus x Nelore, com o mesmo modelo de colorímetro.

Os resultados da força de cisalhamento e oxidação lipídica são apresentados na Tabela 3. Não houve influência da fonte lipídica e do teor de EE da dieta, com torta de algodão, na força de cisalhamento e oxidação lipídica da carne.

Foi observada influência do processo de maturação na força de cisalhamento e oxidação lipídica da carne: a carne, sem maturação, apresentou média de 5,70 kg de força de cisalhamento e a carne, submetida ao processo de maturação por 21 dias, 4,65 kg, demonstrando os benefícios do processo de maturação em reduzir a força de cisalhamento. Wicklund et al. (2005) também relataram esse benefício com estudo da influência da maturação na maciez e características sensoriais da carne de bovinos.

Tabela 3. Médias de força de cisalhamento e oxidação lipídica da carne (*M. longissimus lumborum*) de bovinos Nelore alimentados com torta de algodão, em três teores de extrato etéreo na dieta

| Maturação                                                              | Média <sup>+++</sup> | Tratamentos <sup>1</sup> |      |      |      |      | CV <sup>+</sup> | P <sup>++</sup> |      |      |      |
|------------------------------------------------------------------------|----------------------|--------------------------|------|------|------|------|-----------------|-----------------|------|------|------|
|                                                                        |                      | 3SO                      | 5SO  | 3TA  | 4TA  | 5TA  |                 | C1              | C2   | C3   | C4   |
| Força de Cisalhamento, kg                                              |                      |                          |      |      |      |      |                 |                 |      |      |      |
| 0 dia                                                                  | 5,71a                | 6,03                     | 5,93 | 5,62 | 6,03 | 4,92 | 22,8            | 0,49            | 0,09 | 0,24 | 0,14 |
| 21 dias                                                                | 4,65b                | 4,37                     | 4,79 | 4,59 | 5,11 | 4,38 |                 | 0,70            | 0,50 | 0,72 | 0,23 |
| Oxidação Lipídica (SRTBA <sup>2</sup> ), mg de Malonaído/kg de amostra |                      |                          |      |      |      |      |                 |                 |      |      |      |
| 0 dia                                                                  | 0,018a               | 0,02                     | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 40,1            | 0,62            | 0,43 | 0,54 | 0,98 |
| 21 dias                                                                | 0,031b               | 0,03                     | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,03 |                 | 0,97            | 0,73 | 0,97 | 0,36 |

<sup>1</sup>3SO e 5SO = dietas com 3% e 5% de extrato etéreo e soja como fonte lipídica; 3TA, 4TA e 5TA = dietas com 3%, 4% e 5% de extrato etéreo e torta de algodão como fonte lipídica, respectivamente.

<sup>2</sup>SRTBA - Substâncias reativas ao ácido 2- tiobarbitúrico.

<sup>+</sup>CV = coeficiente de variação, <sup>++</sup>C1 = 3SO vs 3TA; C2 = 5SO vs 5TA; C3 = 3TA vs 5TA; C4 = 3TA + 5TA vs 4TA.

<sup>+++</sup>Médias seguidas de letras distintas na mesma coluna, na mesma fonte de variação, diferem entre si ( $P < 0,05$ ).

Não foi observada diferença na oxidação lipídica entre as fontes lipídicas utilizadas e nos teores de inclusão de TA. Maiores quantidades de ácidos graxos insaturados tornam a carne mais susceptível à oxidação e tem sido associada ao sabor desagradável (MOTTRAM, 1998). Gill et al. (2008) não observaram efeito do uso de resíduo úmido e seco de destilaria de milho e de sorgo na oxidação lipídica da carne, contudo encontraram maior oxidação lipídica na carne dos bovinos que receberam dietas com feno de alfafa e resíduo seco de destilaria de sorgo do que na carne dos bovinos alimentados com mesma fonte energética e sem feno de alfafa.

A composição centesimal da carne é apresentada na Tabela 4. As fontes lipídicas e teores de inclusão de TA nas dietas não causaram diferenças na composição centesimal da carne.

Os valores médios de umidade, resíduo mineral fixo, proteína bruta e gordura intramuscular foram 74,3%, 1,28%, 22,9% e 1,63%, respectivamente. Esses valores estão próximos dos observados por Andrade et al. (2010) ao analisar carne de bovinos Nelore terminados em confinamento, contudo distancia numericamente quanto aos teores de gordura intramuscular, uma vez que os autores supracitados observaram teor médio de 2,40%, porém utilizando animais três meses mais velhos e 30 kg mais pesados, comparados ao deste experimento.

Tabela 4. Médias da composição centesimal da carne (*M. longissimus lumborum*) de bovinos Nelore alimentados com torta de algodão, em três teores de extrato etéreo na dieta

| Variável, %           | Média | Tratamentos <sup>1</sup> |      |      |      |      | CV <sup>+</sup> | P <sup>++</sup> |      |      |      |
|-----------------------|-------|--------------------------|------|------|------|------|-----------------|-----------------|------|------|------|
|                       |       | 3SO                      | 5SO  | 3TA  | 4TA  | 5TA  |                 | C1              | C2   | C3   | C4   |
| Umidade               | 74,3  | 73,7                     | 74,3 | 74,1 | 74,0 | 75,2 | 1,61            | 0,55            | 0,13 | 0,08 | 0,25 |
| Resíduo Mineral Fixo  | 1,28  | 1,25                     | 1,35 | 1,26 | 1,31 | 1,25 | 10,1            | 0,93            | 0,12 | 0,85 | 0,35 |
| Proteína              | 22,9  | 23,6                     | 23,0 | 22,7 | 22,9 | 22,7 | 3,42            | 0,15            | 0,46 | 0,90 | 0,49 |
| Gordura Intramuscular | 1,63  | 1,58                     | 1,60 | 1,53 | 1,72 | 1,71 | 42,5            | 0,88            | 0,77 | 0,62 | 0,75 |

<sup>1</sup>3SO e 5SO = dietas com 3% e 5% de extrato etéreo e soja como fonte lipídica; 3TA, 4TA e 5TA = dietas com 3%, 4% e 5% de extrato etéreo e torta de algodão como fonte lipídica, respectivamente.

<sup>+</sup>CV = coeficiente de variação, <sup>++</sup>C1 = 3SO vs 3TA; C2 = 5SO vs 5TA; C3 = 3TA vs 5TA; C4 = 3TA + 5TA vs 4TA.

Como foi observado apenas diferença na coloração da carne com maior inclusão de torta de algodão, contudo sem diferença entre as fontes lipídicas (C1 e C2) na coloração, pH, maciez e composição centesimal da carne, permite recomendar o uso desse coproduto na dieta de terminação para bovinos confinados visando a produção de carne de qualidade.

Na Tabela 5, são apresentados os resultados da avaliação sensorial do aroma da carne, com e sem maturação, cozida e *in natura*. Houve influência do processo de maturação no aroma da carne *in natura*, e, na carne maturada e cozida foi observado aumento do aroma estranho.

O processo de maturação elevou a intensidade do aroma característico da carne apenas na carne *in natura*, sem diferença na carne cozida. Estudos clássicos atribuem aroma mais intenso na carne maturada devido ao aumento de ácidos graxos livres (HOOD e ALLEN, 1971), hidrocarbonetos e compostos benzenóicos (COPPOCK e MACLEOD, 1977).

Para a carne maturada, foi observada maior intensidade do aroma estranho na carne cozida com a maior proporção de TA na dieta dos animais, 1,44 para dieta com 3% de EE e 3,11 para dieta com 5% de EE, ambas com TA. Não foi observada relação linear da carne cozida e teores de inclusão de EE, tendo TA como fonte lipídica.

Tabela 5. Médias da avaliação do aroma da carne (*M. longissimus lumborum*) de bovinos Nelore alimentados com torta de algodão, em três teores de extrato etéreo na dieta

| Maturação                                              | Média <sup>+++</sup> | Tratamentos <sup>1</sup> |      |      |      |      | CV <sup>+</sup> | P <sup>++</sup> |      |      |      |
|--------------------------------------------------------|----------------------|--------------------------|------|------|------|------|-----------------|-----------------|------|------|------|
|                                                        |                      | 3SO                      | 5SO  | 3TA  | 4TA  | 5TA  |                 | C1              | C2   | C3   | C4   |
| Intensidade do Aroma da Carne <i>In Natura</i> (1 – 9) |                      |                          |      |      |      |      |                 |                 |      |      |      |
| 0 dia                                                  | 5,13b                | 5,57                     | 4,46 | 5,32 | 4,74 | 5,57 | 21,2            | 0,76            | 0,08 | 0,77 | 0,18 |
| 21 dias                                                | 6,20a                | 6,09                     | 6,11 | 5,56 | 6,83 | 6,39 |                 | 0,49            | 0,72 | 0,22 | 0,20 |
| Aroma Estranho da Carne <i>In Natura</i> (1 – 9)       |                      |                          |      |      |      |      |                 |                 |      |      |      |
| 0 dia                                                  | 2,33                 | 2,00                     | 2,78 | 2,22 | 2,11 | 2,56 | 34,1            | 0,69            | 0,94 | 0,49 | 0,52 |
| 21 dias                                                | 2,22                 | 2,00                     | 2,44 | 3,33 | 1,33 | 2,00 |                 | 0,13            | 0,58 | 0,10 | 0,08 |
| Intensidade do Aroma da Carne Cozida (1 – 9)           |                      |                          |      |      |      |      |                 |                 |      |      |      |
| 0 dia                                                  | 6,41                 | 6,22                     | 5,71 | 6,76 | 7,03 | 6,34 | 9,73            | 0,28            | 0,31 | 0,31 | 0,26 |
| 21 dias                                                | 6,66                 | 6,46                     | 6,68 | 6,72 | 6,84 | 6,61 |                 | 0,15            | 0,48 | 0,43 | 0,27 |
| Aroma Estranho da Carne Cozida (1 – 9)                 |                      |                          |      |      |      |      |                 |                 |      |      |      |
| 0 dia                                                  | 2,16                 | 1,67                     | 2,78 | 2,33 | 2,11 | 1,89 | 28,8            | 0,23            | 0,08 | 0,32 | 0,88 |
| 21 dias <sup>2</sup>                                   | 2,09                 | 2,44                     | 1,97 | 1,44 | 1,78 | 3,11 |                 | 0,35            | 0,09 | 0,04 | 0,06 |

<sup>1</sup>3SO e 5SO = dietas com 3% e 5% de extrato etéreo e soja como fonte lipídica; 3TA, 4TA e 5TA = dietas com 3%, 4% e 5% de extrato etéreo e torta de algodão como fonte lipídica, respectivamente.

<sup>2</sup>Aroma estranho =  $-0,55 + 0,66 \times \text{EE da dieta com TA}$  ( $R^2=0,14$ ;  $P=0,09$ )

<sup>+</sup>CV = coeficiente de variação. <sup>++</sup>C1 = 3SO vs 3TA; C2 = 5SO vs 5TA; C3 = 3TA vs 5TA; C4 = 3TA + 5TA vs 4TA;

<sup>+++</sup>Médias seguidas de letras distintas na mesma coluna, na mesma fonte de variação, diferem entre si ( $P<0,05$ ).

Nos estudos realizados por Nute et al. (2007), verificaram diferença de aroma com o fornecimento de óleo de linhaça, óleo de peixe, lipídeos protegidos para cordeiros confinados. Entretanto, observaram diminuição do sabor característico e aumento do sabor estranho na carne dos animais alimentados com óleo de peixe e lipídeos protegidos, e os autores argumentaram que a redução do sabor característico pode estar relacionada ao aumento do ácido linoléico ( $C_{18:2,6}$ ). Similar ao ocorrido neste experimento, em que houve aumento do sabor estranho com o aumento desse mesmo ácido graxo (Tabela 6).

Costa (2009) avaliou a inclusão crescente de caroço de algodão na dieta de bovinos confinados e, apesar de não discutir em proporções de EE da dieta, como neste experimento, observou que 27,51% de inclusão de caroço de algodão, tendo como base o teor de matéria seca da dieta, ocasionaram presença de aroma estranho na carne.

Além disso, Pesce (2008) encontrou maior presença de aroma estranho na carne de bovinos alimentados com 10% de caroço de algodão. Esse mesmo autor afirma que essa diferença categorizaria a carne desse tratamento como de aroma estranho extremamente fraco ou muito fraco, e que essa diferença deveu-se mais à variabilidade dos provadores do que ao efeito do tratamento em si.

Contrário aos estudos de Gibb et al. (2004), que avaliaram efeito de semente de girassol e não verificaram alteração de aroma da carne de bovinos, e de Gill et al. (2008), que não observaram diferença na avaliação sensorial de carne de bovinos confinados alimentados com milho floculado e resíduo de destilaria.

A significância no C3 torna-se menos importante com a não significância nos C1 e C2, pois, apesar do aumento de TA na dieta elevar presença de aroma estranho na carne maturada e cozida, esse aumento não a diferencia da carne produzida com a fonte lipídica soja, visto a não significância no C1 e C2 na mesma variável.

A composição de ácidos graxos da carne (*M. longissimus lumborum*) é apresentada na Tabela 6. Foram observadas diferenças apenas para o ácido heptadenóico (C<sub>17:0</sub>) e ácido linoléico (C<sub>18:2,6</sub>); nos demais outros ácidos graxos os contrastes testados não foram significativos.

A fonte lipídica TA condicionou menor proporção de ácido graxo heptadenóico (C<sub>17:0</sub>) quando comparado com a soja, e a diferença foi observada apenas nas dietas com teor de 3% de EE (C1), sendo que, nas dietas com 5%, não foi observada diferença entre as fontes (C2).

Gill et al. (2008) também observaram diferença na proporção do ácido heptadenóico (C<sub>17:0</sub>) quando contrastaram carne de bovinos alimentados com milho floculado e com resíduo úmido de destilaria, e relataram que o aumento desse ácido graxo não é de muita importância, uma vez que não causa alteração do colesterol sanguíneo em humanos (BAGHURST, 2004 citado por GILL et al., 2008).

Tabela 6. Médias da composição de ácidos graxos da carne (*M. longissimus lumborum*) de bovinos Nelore alimentados com torta de algodão, em três teores de extrato etéreo na dieta

| Ácido Graxo, %        | Média | Tratamentos <sup>1</sup> |       |       |       |       | CV <sup>+</sup> | P <sup>++</sup> |      |      |      |
|-----------------------|-------|--------------------------|-------|-------|-------|-------|-----------------|-----------------|------|------|------|
|                       |       | 3SO                      | 5SO   | 3TA   | 4TA   | 5TA   |                 | C1              | C2   | C3   | C4   |
| C4:0                  | 0,145 | 0,134                    | 0,151 | 0,119 | 0,173 | 0,148 | 61,3            | 0,86            | 0,98 | 0,74 | 0,59 |
| C6:0                  | 0,172 | 0,228                    | 0,037 | 0,290 | 0,269 | 0,035 | 57,5            | 0,74            | 0,99 | 0,18 | 0,52 |
| C8:0                  | 0,318 | 0,514                    | 0,206 | 0,512 | 0,095 | 0,264 | 81,7            | 0,96            | 0,82 | 0,34 | 0,19 |
| C10:0                 | 0,321 | 0,525                    | 0,201 | 0,528 | 0,143 | 0,206 | 71,4            | 0,99            | 0,99 | 0,26 | 0,37 |
| C11:0                 | 0,680 | 1,057                    | 0,396 | 1,266 | 0,288 | 0,393 | 106,1           | 0,72            | 0,97 | 0,15 | 0,30 |
| C12:0                 | 0,623 | 1,691                    | 0,184 | 0,833 | 0,166 | 0,237 | 81,1            | 0,37            | 0,96 | 0,53 | 0,65 |
| C14:0                 | 4,942 | 4,967                    | 4,609 | 6,163 | 4,372 | 4,598 | 34,7            | 0,34            | 0,99 | 0,22 | 0,35 |
| C14:1                 | 3,997 | 4,702                    | 3,520 | 2,189 | 3,979 | 5,593 | 71,2            | 0,12            | 0,20 | 0,06 | 0,95 |
| C15:0                 | 2,710 | 3,426                    | 2,268 | 1,496 | 2,547 | 3,813 | 73,6            | 0,06            | 0,13 | 0,07 | 0,90 |
| C15:1                 | 1,446 | 1,475                    | 1,209 | 0,799 | 1,457 | 2,290 | 122             | 0,45            | 0,23 | 0,10 | 0,91 |
| C16:0                 | 21,07 | 18,67                    | 22,59 | 22,50 | 22,13 | 19,46 | 10,4            | 0,13            | 0,21 | 0,22 | 0,59 |
| C16:1                 | 2,861 | 3,531                    | 2,329 | 1,304 | 2,839 | 4,300 | 90,9            | 0,09            | 0,13 | 0,07 | 0,97 |
| C17:0                 | 1,987 | 3,238                    | 1,738 | 1,359 | 1,223 | 2,377 | 42,7            | 0,00            | 0,23 | 0,06 | 0,16 |
| C17:1                 | 0,388 | 0,622                    | 0,210 | 0,136 | 0,253 | 0,720 | 109             | 0,11            | 0,10 | 0,07 | 0,50 |
| C18:0                 | 18,66 | 11,87                    | 22,74 | 19,65 | 22,67 | 16,35 | 22,6            | 0,13            | 0,22 | 0,52 | 0,29 |
| C18:1ω9c              | 28,58 | 28,84                    | 29,49 | 28,96 | 27,84 | 27,79 | 27,9            | 0,99            | 0,83 | 0,88 | 0,94 |
| C18:1ω9t              | 1,364 | 1,305                    | 1,014 | 1,552 | 1,192 | 1,755 | 81,4            | 0,65            | 0,18 | 0,71 | 0,33 |
| C18:2ω6c <sup>2</sup> | 0,152 | 0,193                    | 0,065 | 0,010 | 0,079 | 0,411 | 79,3            | 0,14            | 0,01 | 0,00 | 0,22 |
| C18:2ω6t <sup>3</sup> | 0,163 | 0,132                    | 0,132 | 0,084 | 0,172 | 0,298 | 31,0            | 0,53            | 0,03 | 0,00 | 0,26 |
| C18:3ω3               | 0,559 | 1,177                    | 0,222 | 0,311 | 0,395 | 0,692 | 99,4            | 0,07            | 0,26 | 0,36 | 0,77 |
| C18:3ω6               | 0,616 | 0,826                    | 0,515 | 0,570 | 0,498 | 0,670 | 60,4            | 0,20            | 0,43 | 0,61 | 0,47 |
| C20:0                 | 0,381 | 0,485                    | 0,165 | 0,305 | 0,416 | 0,533 | 97,0            | 0,48            | 0,15 | 0,37 | 0,99 |
| C20:1                 | 1,112 | 1,300                    | 0,793 | 1,015 | 1,012 | 1,443 | 87,9            | 0,54            | 0,17 | 0,36 | 0,59 |
| C20:2                 | 1,662 | 1,488                    | 1,820 | 1,536 | 1,531 | 1,937 | 41,6            | 0,90            | 0,77 | 0,31 | 0,55 |
| C20:3ω3               | 0,373 | 0,709                    | 0,139 | 0,160 | 0,251 | 0,606 | 59,2            | 0,11            | 0,23 | 0,24 | 0,47 |
| C20:3ω6               | 0,280 | 0,366                    | 0,256 | 0,180 | 0,294 | 0,304 | 47,2            | 0,11            | 0,68 | 0,28 | 0,60 |
| C20:4ω6               | 0,053 | 0,051                    | 0,015 | 0,075 | 0,023 | 0,101 | 25,2            | 0,60            | 0,08 | 0,59 | 0,12 |
| C20:5ω3               | 0,058 | 0,122                    | 0,010 | 0,030 | 0,089 | 0,039 | 17,6            | 0,16            | 0,65 | 0,90 | 0,33 |
| C21:0                 | 0,028 | 0,079                    | 0,002 | 0,000 | 0,025 | 0,034 | 277             | 0,05            | 0,42 | 0,39 | 0,81 |
| C22:0                 | 0,051 | 0,050                    | 0,053 | 0,012 | 0,082 | 0,058 | 192             | 0,45            | 0,92 | 0,36 | 0,28 |
| C22:1ω9               | 0,482 | 0,952                    | 0,105 | 0,950 | 0,190 | 0,212 | 226             | 0,96            | 0,86 | 0,24 | 0,47 |
| C22:2                 | 0,198 | 0,144                    | 0,154 | 0,241 | 0,240 | 0,210 | 68,9            | 0,12            | 0,36 | 0,60 | 0,78 |
| C22:6n3               | 0,055 | 0,063                    | 0,073 | 0,036 | 0,049 | 0,054 | 179             | 0,63            | 0,72 | 0,75 | 0,94 |
| C23:0                 | 0,003 | 0,004                    | 0,000 | 0,000 | 0,003 | 0,009 | 336             | 0,45            | 0,09 | 0,09 | 0,75 |
| C24:0                 | 0,495 | 0,383                    | 0,680 | 0,536 | 0,451 | 0,428 | 40,1            | 0,15            | 0,12 | 0,30 | 0,73 |
| C24:1                 | 0,004 | 0,003                    | 0,000 | 0,000 | 0,011 | 0,004 | 410             | 0,64            | 0,61 | 0,61 | 0,21 |
| NI <sup>+++</sup>     | 2,995 | 4,663                    | 1,896 | 4,273 | 2,538 | 1,604 | 135             | 0,86            | 0,89 | 0,22 | 0,83 |

<sup>1</sup>3SO e 5SO = dietas com 3% e 5% de extrato etéreo e soja como fonte lipídica; 3TA, 4TA e 5TA = dietas com 3%, 4% e 5% de extrato etéreo e torta de algodão como fonte lipídica, respectivamente.

<sup>2</sup>C<sub>18:2n6c</sub> = -0,63 + 0,2xEE da dieta com TA (R<sup>2</sup>=0,31; P=0,004)

<sup>3</sup>C<sub>18:2n6t</sub> = -0,24 + 0,11xEE da dieta com TA (R<sup>2</sup>=0,27; P=0,008)

<sup>+</sup>CV = coeficiente de variação, <sup>++</sup>C1 = 3SO vs 3TA; C2 = 5SO vs 5TA; C3 = 3TA vs 5TA; C4 = 3TA + 5TA vs 4TA.

<sup>+++</sup>Não Identificado.

Foi observado efeito da inclusão crescente de TA na proporção de ácido linoléico ( $C_{18:2,6}$ ) da carne, em que a proporção desse ácido graxo aumentou linearmente na configuração *cis* ( $C_{18:2,6c}$ ) 0,010%, 0,079% e 0,411%, e na configuração *trans* ( $C_{18:2,6t}$ ) 0,084%, 0,172% e 0,298%, respectivamente com o aumento de 3%, 4% e 5% do teor de EE da dieta tendo TA como fonte lipídica. Esse resultado é similar aos estudos realizados por Nute et al. (2007), que encontraram aumento desse mesmo ácido graxo e diferenças sensoriais na carne de cordeiros, como discutido anteriormente. O estudo confirma, portanto, que a composição de ácidos graxos pode afetar as características sensoriais da carne (FORD et al., 1976), sendo influenciado principalmente por ácido linoléico ( $C_{18:2}$ ) e linolênico ( $C_{18:3}$ ), segundo Larick e Turner (1990).

Felton e Kerley (2004) analisaram o perfil de ácidos graxos da carne de bovinos alimentados com dietas com altos teores de lipídeos à base de farelo de soja e milho, e verificaram que na carne dos animais que receberam maiores teores de lipídeos, continham menores concentrações de ácido mirístico ( $C_{14:0}$ ) e palmítico ( $C_{16:0}$ ). Neste estudo, não foi observada diferença desses ácidos graxos com o aumento do teor de EE da dieta, o que o torna similar aos relatos de Costa (2009), que também não observou alterações desses ácidos graxos com tourinhos confinados recebendo dietas com aumento crescente de caroço de algodão.

Na média, a proporção de ácido cáprico ( $C_{10:0}$ ) foi similar ao valor observado por Jenschke et al. (2008) para o mesmo ácido graxo em estudo com 185 bovinos cruzados confinados. Contudo, a proporção de ácido mirístico ( $C_{14:0}$ ), encontrado neste experimento, é maior que a relatada pelos autores, já a proporção de ácido palmítico ( $C_{16:0}$ ) é menor, provavelmente devido à característica da alimentação fornecida aos animais, pois, neste experimento, os animais foram alimentados com uma dieta mais concentrada, a qual favoreceu a incorporação de ácido mirístico e reduziu palmítico.

A somatória das proporções e os índices qualitativos dos ácidos graxos da carne são apresentados na Tabela 7. Não foi observada diferença para as proporções e índices qualitativos dos ácidos graxos da carne nos contrastes estudados. Concordando com Wistuba et al. (2007), que não observaram diferença na proporção de ácidos graxos poliinsaturados na carne de bovinos cruzados alimentados em confinamento com óleo de peixe. Felton e Kerley (2004) também não constataram alteração da concentração de ácidos graxos saturados, monoinsaturados e

poliinsaturados na carne de bovinos alimentados com dietas com altas quantidades de lipídeos.

Tabela 7. Médias das proporções e índices qualitativos da fração lipídica da carne (*M. longissimus lumborum*) de bovinos Nelore alimentados com torta de algodão, em três teores de extrato etéreo na dieta

| Variável <sup>2</sup>  | Média | Tratamentos <sup>1</sup> |      |      |      |      | CV <sup>+</sup> | P <sup>++</sup> |      |      |      |
|------------------------|-------|--------------------------|------|------|------|------|-----------------|-----------------|------|------|------|
|                        |       | 3SO                      | 5SO  | 3TA  | 4TA  | 5TA  |                 | C1              | C2   | C3   | C4   |
| AGS                    | 52,6  | 47,3                     | 56,0 | 55,6 | 55,1 | 49,0 | 4,02            | 0,10            | 0,16 | 0,18 | 0,51 |
| AGMI                   | 40,2  | 42,7                     | 38,7 | 36,9 | 38,8 | 44,1 | 10,4            | 0,34            | 0,37 | 0,24 | 0,74 |
| AGPI                   | 4,17  | 5,28                     | 3,41 | 3,24 | 3,63 | 5,33 | 40,4            | 0,08            | 0,10 | 0,07 | 0,50 |
| AGI                    | 44,4  | 48,0                     | 42,1 | 40,1 | 42,4 | 49,4 | 8,08            | 0,18            | 0,21 | 0,12 | 0,64 |
| AGMI/AGS               | 0,82  | 0,93                     | 0,74 | 0,74 | 0,77 | 0,90 | 36,0            | 0,25            | 0,31 | 0,31 | 0,72 |
| AGPI/AGS               | 0,08  | 0,11                     | 0,06 | 0,06 | 0,07 | 0,11 | 20,4            | 0,15            | 0,16 | 0,15 | 0,49 |
| AGI/AGS                | 0,90  | 1,04                     | 0,80 | 0,80 | 0,84 | 1,02 | 33,0            | 0,15            | 0,20 | 0,20 | 0,65 |
| HIPER                  | 26,0  | 23,6                     | 27,2 | 28,7 | 26,5 | 24,1 | 25,4            | 0,09            | 0,14 | 0,13 | 0,94 |
| HIPO                   | 29,6  | 30,6                     | 30,0 | 29,5 | 28,6 | 29,4 | 21,6            | 0,89            | 0,94 | 0,99 | 0,90 |
| HIPO/HIPER             | 1,11  | 1,26                     | 1,09 | 1,00 | 1,07 | 1,17 | 3,26            | 0,29            | 0,74 | 0,49 | 0,95 |
| Omega 3 ( $\omega$ 3)  | 1,05  | 2,07                     | 0,45 | 0,54 | 0,79 | 1,39 | 113             | 0,12            | 0,14 | 0,18 | 0,74 |
| Omega 6 ( $\omega$ 6)  | 1,27  | 1,57                     | 0,99 | 0,92 | 1,07 | 1,79 | 59,9            | 0,12            | 0,06 | 0,24 | 0,42 |
| Omega 9                | 30,4  | 31,1                     | 30,6 | 31,5 | 29,2 | 29,8 | 18,4            | 0,96            | 0,91 | 0,82 | 0,83 |
| $\omega$ 6/ $\omega$ 3 | 1,98  | 1,56                     | 2,89 | 2,15 | 1,50 | 1,79 | 58,1            | 0,31            | 0,06 | 0,53 | 0,34 |

<sup>1</sup>3SO e 5SO = dietas com 3% e 5% de extrato etéreo e soja como fonte lipídica; 3TA, 4TA e 5TA = dietas com 3%, 4% e 5% de extrato etéreo e torta de algodão como fonte lipídica, respectivamente.

<sup>2</sup>AGS = ácidos graxos saturados; AGMI = ácidos graxos monoinsaturados; AGPI = ácidos graxos poliinsaturados; AGI = ácidos graxos insaturados; HIPO = C<sub>18:1cis9</sub> + C<sub>18:2 $\omega$ 6</sub> + C<sub>18:3 $\omega$ 3</sub> + C<sub>20:4 $\omega$ 6</sub> + C<sub>20:5 $\omega$ 3</sub> + C<sub>22:6 $\omega$ 3</sub>; HIPER = C<sub>14:0</sub> + C<sub>16:0</sub>.

<sup>+</sup>CV = coeficiente de variação, <sup>++</sup>C1 = 3SO vs 3TA; C2 = 5SO vs 5TA; C3 = 3TA vs 5TA; C4 = 3TA + 5TA vs 4TA.

Na média, a carne dos bovinos apresentou 44,4% de ácidos graxos insaturados, 52,6% de ácidos graxos saturados, e uma razão entre eles de 0,90, enquanto as dietas fornecidas mantiveram essa razão próximo de 1,17 (Tabela 1). Esses números demonstram a característica dos animais ruminantes em reduzir a quantidade de ácidos graxos insaturados e/ou elevar a quantidade de ácidos graxos saturados por meio da biohidrogenação realizada pela flora microbiana no rúmen.

O ácido graxo de maior proporção é o *cis*-oléico ( $C_{18:1,9c}$ ), que, segundo Wood et al. (2008), é o ácido graxo de maior concentração na carne. Os mesmos autores acrescentaram que esse ácido graxo é formado principalmente do ácido esteárico ( $C_{18:0}$ ) por ação da enzimas estearoil-CoA dessaturases endógenas. De forma que explica o aumento de ácidos graxos poliinsaturados na carne em relação às dietas, devido à presença quase nula desses ácidos nas dietas fornecidas (Tabela 1) e ao aparecimento de aproximadamente 4,2% na carne, consequência da ação dessas enzimas, as quais têm importante função na modificação da composição de ácidos graxos da gordura, convertendo principalmente ácido graxo esteárico ( $C_{18:0}$ ) em oléico ( $C_{18:1}$ ), e oléico ( $C_{18:1}$ ) em linoléico ( $C_{18:2}$ ).

Diferentemente, nos estudos de Ludden et al. (2009) não ocorreu dessaturação dos ácidos graxos depositados na carne e na gordura subcutânea com a suplementação de óleo de soja para bovinos confinados. Os mesmos autores acrescentam que esse resultado era esperado, pois a inclusão de ácidos graxos poliinsaturados na dieta, incluindo ácido linoléico ( $C_{18:2}$ ), inibe a atividade da enzima dessaturase por meio da regulação da expressão genética (SMITH et al., 2002). Assim, demonstra que as dietas, utilizadas neste experimento, tinham baixa concentração de ácidos graxos poliinsaturados, e, dessa forma, não ocorreu inibição das enzimas dessaturases, que permitisse a conversão de ácidos graxos monoinsaturados em poliinsaturados.

A razão média entre ácidos graxos poliinsaturados e saturados foi de 0,08. Na mesma razão, Duckett et al. (1993) observaram valor médio de 0,07; Enser et al. (1998) 0,11 e French et al. (2000) 0,10, ambos em bovinos confinados.

Segundo o *Department of Health and Social Security* (1984), a razão entre ácidos graxos poliinsaturados e saturados deve ser sempre apresentada e discutida devido sua potencialidade na indução do aumento de colesterol sanguíneo do consumidor humano, e esse mesmo órgão recomenda alimentos com razão acima ou próximo de 0,45. Contudo, Willians (2000) discutiu que essa razão deve ser usada com restrições, pois não considera a quantidade de ácidos graxos monoinsaturados, que assim como ocorre nos ruminantes, podem sofrer dessaturação e serem utilizados como poliinsaturados no organismo humano.

A quantificação de ácidos hiper (HIPER) e hipocolesterolêmicos (HIPO) é importante na busca de alimentos mais saudáveis aos consumidores humanos, e maior razão entre HIPO:HIPER é sempre mais interessante, pois demonstra um

alimento que possui maior proporção de ácidos hipocolesterolêmicos. A quantidade de ácidos graxos hiper e hipocolesterolêmicos não foi modificada pelas dietas com diferentes fontes lipídicas e tampouco pelo aumento de TA na dieta. Da mesma forma, Andrade (2010) não encontrou diferença para teor de ácidos hiper e hipocolesterolêmicos entre os tratamentos com e sem lipídeos protegidos fornecidos a bovinos confinados. Costa (2009) e Huerta-Leidenz et al. (1991) também não encontraram diferença entre os tratamentos com e sem caroço de algodão, e observaram razão HIPO:HIPER variando de 1,58 a 2,82. Neste estudo, a mesma razão variou de 1,00 a 1,26.

A razão média entre ácidos graxos Omega 6 e Omega 3 ( $\omega 6:\omega 3$ ) encontrada na carne foi de 1,98, sem diferença entre as fontes lipídicas e nos teores crescente de TA. O valor médio encontrado é considerado como ideal, pois o *Department of Health and Social Security* (1984) recomenda alimentos com essa razão abaixo de 4,0 como sendo desejáveis para prevenção de riscos cardiovasculares. A razão encontrada se distancia do valor 3,61 observado Wistuba et al. (2007), contudo se aproxima do valor 2,1 sugerido para carne na revisão de Wood et al. (2008) e dos estudos de Andrade (2010), com variação de 0,93 a 1,69, em bovinos confinados com lipídeos protegidos.

Na Tabela 8, é apresentada a composição de ácidos graxos da gordura subcutânea em função dos tratamentos estudados. Não foram encontradas diferenças nos contrastes testados, caracterizando que não ocorreu influência da fonte lipídica e da inclusão de TA na composição de ácidos graxos da gordura subcutânea depositada.

Alguns ácidos graxos saturados da gordura subcutânea possui maior relevância, como o ácido mirístico ( $C_{14:0}$ ), palmítico ( $C_{16:0}$ ) e esteárico ( $C_{18:0}$ ) por estarem associados ao aumento de colesterol LDL plasmáticos e, portanto, é um fator de risco para cardiopatias (SPADY et al., 1993).

Neste estudo, foram observados valores médios na gordura subcutânea de 6,93%, 26,7% e 7,76%, respectivamente para o ácido mirístico ( $C_{14:0}$ ), palmítico ( $C_{16:0}$ ) e esteárico ( $C_{18:0}$ ), que, comparados aos valores observados por Jenschke et al. (2008) na gordura subcutânea de bovinos cruzados, a proporção de ácido mirístico ( $C_{14:0}$ ) e esteárico ( $C_{18:0}$ ) foi numericamente menor, enquanto a proporção de ácido palmítico ( $C_{16:0}$ ) foi similar.

Tabela 8. Médias da composição de ácidos graxos da gordura subcutânea de bovinos Nelore alimentados com torta de algodão, em três teores de extrato etéreo na dieta

| Ácido Graxo, %    | Média | Tratamentos <sup>1</sup> |       |       |       |       | CV <sup>+</sup> | P <sup>++</sup> |      |      |      |
|-------------------|-------|--------------------------|-------|-------|-------|-------|-----------------|-----------------|------|------|------|
|                   |       | 3SO                      | 5SO   | 3TA   | 4TA   | 5TA   |                 | C1              | C2   | C3   | C4   |
| C4:0              | 0,002 | 0,004                    | 0,000 | 0,007 | 0,000 | 0,000 | 421             | 0,55            | 0,94 | 0,19 | 0,48 |
| C6:0              | 0,002 | 0,000                    | 0,002 | 0,002 | 0,002 | 0,001 | 231             | 0,46            | 0,55 | 0,78 | 0,58 |
| C8:0              | 0,006 | 0,000                    | 0,004 | 0,000 | 0,022 | 0,001 | 432             | 0,96            | 0,85 | 0,94 | 0,10 |
| C10:0             | 0,022 | 0,005                    | 0,010 | 0,004 | 0,074 | 0,012 | 36,6            | 0,98            | 0,97 | 0,87 | 0,13 |
| C11:0             | 0,139 | 0,135                    | 0,127 | 0,116 | 0,176 | 0,139 | 23,4            | 0,64            | 0,77 | 0,59 | 0,19 |
| C12:0             | 0,045 | 0,052                    | 0,041 | 0,025 | 0,065 | 0,039 | 21,5            | 0,33            | 0,94 | 0,62 | 0,17 |
| C14:0             | 6,932 | 6,582                    | 7,260 | 6,878 | 6,818 | 7,200 | 11,8            | 0,48            | 0,89 | 0,46 | 0,55 |
| C14:1             | 0,187 | 0,185                    | 0,147 | 0,248 | 0,165 | 0,192 | 18,1            | 0,14            | 0,30 | 0,20 | 0,14 |
| C15:0             | 1,245 | 1,316                    | 1,369 | 1,077 | 1,280 | 1,163 | 14,7            | 0,24            | 0,36 | 0,28 | 0,42 |
| C15:1             | 0,140 | 0,115                    | 0,135 | 0,122 | 0,150 | 0,177 | 34,0            | 0,89            | 0,41 | 0,28 | 0,98 |
| C16:0             | 26,83 | 25,96                    | 27,14 | 27,38 | 26,34 | 27,57 | 7,57            | 0,21            | 0,71 | 0,87 | 0,25 |
| C16:1             | 5,839 | 5,541                    | 5,748 | 6,646 | 5,683 | 5,619 | 27,4            | 0,15            | 0,87 | 0,20 | 0,50 |
| C17:0             | 5,046 | 5,149                    | 5,279 | 4,456 | 5,136 | 5,236 | 23,2            | 0,25            | 0,94 | 0,21 | 0,58 |
| C17:1             | 1,269 | 1,307                    | 1,388 | 1,051 | 1,272 | 1,332 | 34,0            | 0,27            | 0,81 | 0,24 | 0,69 |
| C18:0             | 7,763 | 8,972                    | 8,222 | 7,596 | 6,387 | 7,754 | 37,0            | 0,40            | 0,78 | 0,93 | 0,37 |
| C18:1 $\omega$ 9c | 39,31 | 38,98                    | 37,76 | 39,98 | 41,19 | 38,17 | 8,36            | 0,61            | 0,84 | 0,38 | 0,22 |
| C18:1 $\omega$ 9t | 2,713 | 3,041                    | 2,659 | 2,511 | 2,620 | 2,746 | 18,7            | 0,12            | 0,80 | 0,50 | 0,98 |
| C18:2 $\omega$ 6c | 0,304 | 0,314                    | 0,336 | 0,242 | 0,325 | 0,299 | 44,0            | 0,32            | 0,63 | 0,46 | 0,40 |
| C18:2 $\omega$ 6t | 0,415 | 0,460                    | 0,412 | 0,350 | 0,414 | 0,444 | 33,4            | 0,14            | 0,67 | 0,22 | 0,79 |
| C18:3 $\omega$ 3  | 0,441 | 0,487                    | 0,481 | 0,316 | 0,449 | 0,469 | 52,5            | 0,17            | 0,92 | 0,24 | 0,60 |
| C18:3 $\omega$ 6  | 0,570 | 0,630                    | 0,625 | 0,459 | 0,563 | 0,567 | 33,7            | 0,13            | 0,61 | 0,35 | 0,60 |
| C20:0             | 0,306 | 0,330                    | 0,340 | 0,193 | 0,344 | 0,319 | 61,0            | 0,25            | 0,87 | 0,31 | 0,40 |
| C20:1             | 0,144 | 0,137                    | 0,167 | 0,091 | 0,167 | 0,162 | 28,6            | 0,69            | 0,97 | 0,56 | 0,70 |
| C20:2             | 0,021 | 0,010                    | 0,029 | 0,003 | 0,025 | 0,036 | 251             | 0,82            | 0,83 | 0,26 | 0,82 |
| C20:3 $\omega$ 3  | 0,011 | 0,000                    | 0,027 | 0,001 | 0,007 | 0,020 | 301             | 0,91            | 0,69 | 0,32 | 0,79 |
| C20:3 $\omega$ 6  | 0,023 | 0,009                    | 0,017 | 0,010 | 0,038 | 0,043 | 106             | 0,95            | 0,07 | 0,12 | 0,33 |
| C20:5 $\omega$ 3  | 0,001 | 0,000                    | 0,000 | 0,000 | 0,002 | 0,003 | 394             | 0,98            | 0,14 | 0,14 | 0,48 |
| C22:0             | 0,005 | 0,000                    | 0,000 | 0,011 | 0,016 | 0,001 | 339             | 0,24            | 0,88 | 0,22 | 0,16 |
| C22:1 $\omega$ 9  | 0,115 | 0,130                    | 0,118 | 0,110 | 0,108 | 0,107 | 50,0            | 0,60            | 0,79 | 0,95 | 0,99 |
| C22:2             | 0,003 | 0,002                    | 0,001 | 0,004 | 0,004 | 0,001 | 134             | 0,43            | 0,82 | 0,21 | 0,45 |
| C24:0             | 0,005 | 0,000                    | 0,005 | 0,000 | 0,018 | 0,001 | 235             | 0,93            | 0,75 | 0,88 | 0,10 |
| NI <sup>+++</sup> | 0,131 | 0,134                    | 0,135 | 0,096 | 0,123 | 0,164 | 71,3            | 0,44            | 0,58 | 0,20 | 0,88 |

<sup>1</sup>3SO e 5SO = dietas com 3% e 5% de extrato etéreo e soja como fonte lipídica; 3TA, 4TA e 5TA = dietas com 3%, 4% e 5% de extrato etéreo e torta de algodão como fonte lipídica, respectivamente.

<sup>+</sup>CV = coeficiente de variação, <sup>++</sup>C1 = 3SO vs 3TA; C2 = 5SO vs 5TA; C3 = 3TA vs 5TA; C4 = 3TA + 5TA vs 4TA.

<sup>+++</sup>Não Identificado.

Segundo revisão de Wood et al. (2008), a composição de ácidos graxos na gordura subcutânea é 3,7%, 26,1% e 12,2%, respectivamente para os o ácido mirístico ( $C_{14:0}$ ), palmítico ( $C_{16:0}$ ) e esteárico ( $C_{18:0}$ ). Dados observados, neste estudo, encontram-se acima quanto ao valor de ácido mirístico, similares para ácido palmítico e inferiores para ácido esteárico.

Ludden et al. (2009) observaram influência na deposição do ácido palmítico ( $C_{16:0}$ ) com fornecimento de óleo de soja a bovinos, além de efeitos lineares descritos por Pavan e Duckett (2007), os quais reportaram diminuição do ácido palmítico com o aumento do suplementação de óleo para bovinos em pastejo. Contudo, assim como neste experimento, Beaulieu et al. (2002) não observaram diferenças do ácido palmítico na gordura subcutânea de bovinos confinados com e sem óleo de soja.

Similar ao presente estudo, os dados de Pavan e Duckett (2007) e Gillis et al. (2004) também não encontraram alterações na concentração de ácido esteárico ( $C_{18:0}$ ) em bovinos alimentados com dieta suplementada com óleo de milho, e os relatos de Huerta-Leidenz et al. (1991), os quais observaram similaridade na proporção do ácido esteárico e demais outros ácidos graxos da gordura subcutânea de bovinos alimentados com 0%, 15% e 30% de caroço de algodão. Diferentemente de Preston et al. (1989), que relataram aumento do teor do ácido esteárico ( $C_{18:0}$ ) na gordura subcutânea com o fornecimento de caroço de algodão a bovinos.

A somatória das proporções e os índices qualitativos dos ácidos graxos da gordura subcutânea são apresentados na Tabela 9. Não foi observada diferença para as proporções e índices qualitativos dos ácidos graxos nos contrastes estudados. Fato similar aos relatos de Ludden et al. (2009), que, avaliando a composição de ácido graxos da gordura subcutânea com suplementação de óleo de soja para bovinos, não observaram diferenças das dietas suplementadas com a dieta controle para o total de ácidos graxos saturado e poliinsaturado. Contudo, os mesmos autores relataram diferenças para ácidos graxos monoinsaturados.

Na gordura subcutânea, foram observados valores médios de 48,4% de ácidos graxos saturados, 51,5% de insaturados e 0,04 para a razão entre ácidos graxos poliinsaturados e saturados. Esses valores estão próximos aos observados por Jenschke et al. (2008), que verificaram uma variação de ácidos graxos saturados na gordura subcutânea de 44,5% a 46,5%, e de insaturados de 53,5% a 55,5%. Wood et al. (2008) relataram razão entre ácidos graxos poliinsaturados e saturados de 0,05 para gordura subcutânea de bovinos.

Tabela 9. Médias das proporções e índices qualitativos da fração lipídica da gordura subcutânea de bovinos Nelore alimentados com torta de algodão, em três teores de extrato etéreo na dieta

| Variável <sup>2</sup>  | Média | Tratamentos <sup>1</sup> |      |      |      |      | CV <sup>+</sup> | P <sup>++</sup> |      |      |      |
|------------------------|-------|--------------------------|------|------|------|------|-----------------|-----------------|------|------|------|
|                        |       | 3SO                      | 5SO  | 3TA  | 4TA  | 5TA  |                 | C1              | C2   | C3   | C4   |
| AGS                    | 48,4  | 48,5                     | 49,8 | 47,7 | 46,7 | 49,4 | 7,24            | 0,69            | 0,86 | 0,40 | 0,26 |
| AGMI                   | 49,7  | 49,4                     | 48,1 | 50,8 | 51,4 | 48,5 | 7,47            | 0,47            | 0,84 | 0,25 | 0,29 |
| AGPI                   | 1,79  | 1,92                     | 1,93 | 1,39 | 1,83 | 1,89 | 40,6            | 0,19            | 0,91 | 0,24 | 0,58 |
| AGI                    | 51,5  | 51,4                     | 50,1 | 52,2 | 53,2 | 50,4 | 6,94            | 0,68            | 0,87 | 0,38 | 0,26 |
| AGMI/AGS               | 1,04  | 1,03                     | 0,97 | 1,07 | 1,12 | 1,00 | 14,5            | 0,63            | 0,75 | 0,41 | 0,23 |
| AGPI/AGS               | 0,04  | 0,04                     | 0,04 | 0,03 | 0,04 | 0,04 | 42,3            | 0,22            | 0,93 | 0,31 | 0,39 |
| AGI/AGS                | 1,08  | 1,07                     | 1,01 | 1,10 | 1,16 | 1,04 | 14,5            | 0,73            | 0,77 | 0,49 | 0,21 |
| HIPER                  | 33,8  | 32,5                     | 34,4 | 34,3 | 33,2 | 34,8 | 7,34            | 0,22            | 0,80 | 0,72 | 0,27 |
| HIPO                   | 40,5  | 40,2                     | 39,0 | 40,9 | 42,4 | 39,4 | 7,63            | 0,73            | 0,84 | 0,44 | 0,18 |
| HIPO/HIPER             | 1,21  | 1,25                     | 1,14 | 1,20 | 1,29 | 1,14 | 11,1            | 0,47            | 0,92 | 0,51 | 0,09 |
| Omega 3 ( $\omega$ 3)  | 0,45  | 0,49                     | 0,51 | 0,32 | 0,46 | 0,49 | 55,6            | 0,21            | 0,91 | 0,21 | 0,64 |
| Omega 6 ( $\omega$ 6)  | 1,31  | 1,42                     | 1,39 | 1,06 | 1,34 | 1,36 | 33,6            | 0,16            | 0,89 | 0,26 | 0,54 |
| Omega 9                | 42,1  | 42,2                     | 40,5 | 42,6 | 43,9 | 41,0 | 7,12            | 0,80            | 0,79 | 0,39 | 0,18 |
| $\omega$ 6/ $\omega$ 3 | 3,18  | 3,02                     | 2,92 | 3,31 | 2,87 | 2,95 | 28,5            | 0,22            | 0,96 | 0,20 | 0,11 |

<sup>1</sup>3SO e 5SO = dietas com 3% e 5% de extrato etéreo e soja como fonte lipídica; 3TA, 4TA e 5TA = dietas com 3%, 4% e 5% de extrato etéreo e torta de algodão como fonte lipídica, respectivamente.

<sup>2</sup>AGS = ácidos graxos saturados; AGMI = ácidos graxos monoinsaturados; AGPI = ácidos graxos poliinsaturados; AGI = ácidos graxos insaturados; HIPO =  $C_{18:1cis9} + C_{18:2\omega6} + C_{18:3\omega3} + C_{20:4\omega6} + C_{20:5\omega3} + C_{22:6\omega3}$ ; HIPER =  $C_{14:0} + C_{16:0}$ .

<sup>+</sup>CV = coeficiente de variação, <sup>++</sup>C1 = 3SO vs 3TA; C2 = 5SO vs 5TA; C3 = 3TA vs 5TA; C4 = 3TA + 5TA vs 4TA.

A gordura subcutânea, como parte do alimento utilizado pelos seres humanos, também deve ter os teores de ácidos graxos hiper (HIPER) e hipocolesterolêmicos (HIPO), Omega 6 ( $\omega$ 6) e Omega 3 ( $\omega$ 3) avaliados. As fontes lipídicas e os teores crescentes de TA nas dietas não modificaram as concentrações desses índices na gordura subcutânea. Neste estudo, razão HIPO:HIPER variou de 1,14 a 1,29, e a razão média de  $\omega$ 6: $\omega$ 3 foi de 3,18, contudo Huerta-Leidenz et al. (1991) relataram variação para a razão HIPO:HIPER de 2,56, 2,36 e 2,40 com o fornecimento de 0%, 15% e 30% de caroço de algodão para bovinos confinados. Wood et al. (2008) apresentaram 2,10 na razão média de  $\omega$ 6: $\omega$ 3 na gordura subcutânea de bovinos.

## CONCLUSÕES

A utilização de torta de algodão como fonte lipídica na dieta de terminação de bovinos Nelore confinados, quando comparado com a soja, não modificou o pH, a maciez, a coloração e a composição centesimal da carne, assim como não alterou a coloração e composição de ácidos graxos da gordura subcutânea. Contudo, nas dietas com menores teores lipídicos, o uso de torta de algodão reduziu a proporção do ácido heptadenóico, e nas dietas com maiores teores lipídicos, a torta de algodão elevou a proporção de ácido linoléico na carne.

A inclusão crescente de torta de algodão nas dietas, em base do teor de extrato etéreo, ocasionou na carne dos bovinos uma coloração vermelha mais intensa, maior presença de aroma estranho e maior proporção de ácido linoléico. Contudo, a coloração e a presença do aroma estranho da carne dos bovinos, alimentados com maior teor de torta de algodão na dieta, não diferiram da carne de bovinos alimentados com soja.

## REFERÊNCIAS

- ABULARACH, M. L. S. et al. Características de qualidade do contrafilé (*M. Longissimus dorsi*) de touros jovens da raça Nelore. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 18, n. 2, p. 205-210, 1998.
- ANDRADE, E. N. **Influência da utilização de lipídio protegido na dieta sobre o perfil de ácidos graxos e qualidade da carne de bovinos jovens Nelore-Angus**. 2010. 111 f. Tese (Doutorado em Zootecnia)-Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2010.
- ANDRADE, P. L. et al. Qualidade da carne maturada de bovinos Red Norte e Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 39, n. 8, p. 1791-1800, 2010.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTRY. **Official methods of analysis of AOAC international**: current through revision 2. 18th ed. Gaithersburg, MD, 2007.

BEAULIEU, A. D. et al. Concentrations of conjugated linoleic acid (*cis*-9, *trans*-11-octadecadienoic acid) are not increased in tissue lipids of cattle fed a high-concentrate diet supplemented with soybean oil. **Journal of Animal Science**, Savoy, IL, v. 80, p. 847-861, 2002.

COPPOCK, B. M.; MACLEOD, G. The effect of ageing on the sensory and chemical properties of boiled beef aroma. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, Malden, MA, v. 28, n. 2, p. 206-214, 1977.

COSTA, D. P. B. **Características da carne de novilhos nelore alimentados com caroço de algodão**. 2009. 69 f. Tese (Doutorado em Zootecnia)-Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2009.

DEPARTMENT OF HEALTH AND SOCIAL SECURITY. **Diet and cardiovascular disease**. London: HMSO, 1984. Report on Health and Social Subjects, n. 28.

DUCKETT, S. K. et al. Effects of time on feed on beef nutrient composition. **Journal of Animal Science**, Savoy, IL, v. 71, p. 2079-2088, 1993.

ENSER, M. K. et al. Fatty acid content and composition of UK beef and lamb muscle in relation to production system and implications for human nutrition. **Meat Science**, Savoy, IL, v. 49, p. 329-341, 1998.

FELTON, E. E. D; KERLEY, M. S. Performance and carcass quality of steers fed different sources of dietary fat. **Journal of Animal Science**, Savoy, IL, v. 82, p. 1794-1805, 2004.

FOLCH, J. et al. Simple method for isolation and purification of total lipids from animal tissue. **Journal Biological Chemistry**, Bethesda, MD, v. 226, p. 497-509, 1957.

FORD, A. L. et al. Effect of a protected lipid supplement on flavor properties of beef. **Journal of Food Science**, Chigaco, IL, v. 41, p. 94-96, 1976.

FRENCH, P. et al. Fatty acid composition, including conjugated linoleic acid, of intramuscular fat from steers offered grazed grass, grass silage, or concentrate-based diets. **Journal of Animal Science**, Savoy, IL, v. 78, p. 2849-2855, 2000.

GIBB, D. J. et al. Value of sunflower seed in finishing diets of feedlot cattle. **Journal of Animal Science**, Savoy, IL, v. 82, p. 2679-2692, 2004.

GILL, R. K. et al. Impact of beef cattle diets containing corn or sorghum distillers grains on beef color, fatty acid profiles, and sensory attributes. **Journal of Animal Science**, Savoy, IL, v. 86, p. 923-935, 2008.

GILLIS, M. H. et al. Effects of supplemental rumen-protected conjugated linoleic acid or corn oil on fatty acid composition of adipose tissues in beef cattle. **Journal of Animal Science**, Savoy, IL, v. 82, p. 1419-1427, 2004.

HARTMAN, L.; LAGO, B. C. A. **Rapid preparation of fatty methyl esters from lipids**. London, DC: Laboratory Practical, 1973.

HONIKEL, K. O. Reference methods for the assessment of physical characteristics of meat. **Meat Science**, Savoy, IL, v. 49, n. 4, p. 447-457, 1998.

HOOD, R. L.; ALLEN, E. Influence of sex and postmortem aging on intramuscular and subcutaneous bovine lipids. **Journal of Food Science**, Malden, MA, n. 5, v. 36, p. 786-790, 1971.

HUERTA-LEIDENZ, N. O. et al. Growth, carcass traits, and fatty acid profiles of adipose tissues from steers fed whole cottonseed. **Journal of Animal Science**, Savoy, IL, v. 69, p. 3665-3672, 1991.

JELENÍKOVÁ, J. et al. The influence of ante-mortem treatment on relationship between pH and tenderness of beef. **Meat Science**, Savoy, IL, v. 80, p. 870-874, 2008.

JENSCHKE, B. E. et al. Chemical and sensory properties of beef of known source and finished on wet distillers grains diets containing varying types and levels of roughage. **Journal of Animal Science**, Savoy, IL, v. 86, p. 949-959, 2008.

KAZAMA, R. et al. Características quantitativas e qualitativas da carcaça de novilhas alimentadas com diferentes fontes energéticas em dietas à base de cascas de algodão e de soja. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 37, n. 2, p. 350-357, 2008.

KRONBERG, S. L. et al. Bovine muscle n-3 fatty acid is increased with flaxseed feeding. **Lipids**, New York, NY, v. 41, n. 11, p. 1059-1068, 2006.

LARICK, D. K.; TURNER, B. E. Flavour characteristics of forage on grain-fed beef as influenced by phospholipid and fatty acid composition differences. **Journal of Food Science**, Chigaco, IL, v. 55, p. 312-317, 1990.

LUDDEN, P. A. et al. Growth and carcass fatty acid composition of beef steers fed soybean oil for increasing duration before slaughter. **Meat Science**, Savoy, IL, v. 82, p. 185–192, 2009.

MACH, N. et al. Association between animal, transportation, slaughterhouse practices, and meat pH in beef. **Meat Science**, Savoy, IL, v. 78, p. 232-238, 2008.

MEILGAARD, M. et al. **Sensory evaluation techniques**. Boca Raton: CRC Press, 1990. 281 p.

MOTTRAN, D. S. Flavour formation in meat and meat products: a review. **Food Chemistry**, Whiteknights, v. 62, n. 4, p. 415-424, 1998.

MUCHENJEA, V. et al. Some biochemical aspects pertaining to beef eating quality and consumer health: a review. **Food Chemistry**, Whiteknights, v. 112, p. 279-289, 2009.

NEATH, K. E. et al. Difference in tenderness and pH decline between water buffalo meat and beef during postmortem aging. **Meat Science**, Savoy, IL, v. 75, p. 499–505, 2007.

NELSON, M. L. et al. Effects of supplemental fat on growth performance and quality of beef from steers fed barley-potato product finishing diets I: feedlot performance, carcass traits, appearance, water binding, retail storage, and palatability attributes. **Journal of Animal Science**, Savoy, IL, v. 82, p. 3600-3610, 2004.

NUTE, G. R. et al. Effect of dietary oil source on the flavour and the colour and lipid stability of lamb meat. **Meat Science**, Savoy, IL, v. 77, p. 547–555, 2007.

PAVAN, E.; DUCKETT, S. K. Corn oil supplementation to steers grazing endophyte-free tall fescue II: effects on longissimus muscle and subcutaneous adipose fatty acid composition and stearoyl-CoA desaturase activity and expression. **Journal of Animal Science**, Savoy, IL, v. 85, p. 1731-1740, 2007.

PEDROSO, A. M. et al. Substituição do milho moído por casca de soja na ração de vacas leiteiras em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 36, n. 5, p. 1651-1657, 2007.

PESCE, D. M. C. **Efeito da dieta contendo caroço de algodão no desempenho, características quantitativas da carcaça e qualitativas da carne de novilhos Nelore Confinados**. 2008. 155 f. Tese (Doutorado em Zootecnia)-Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2008.

POSO, A. R.; PUOLANNE, E. Carbohydrate metabolism in meat animals: review. **Meat Science**, Savoy, IL, v. 70, p. 423-434, 2005.

PRESTON, R. L. et al. Effect of whole cottonseeds in cattle finishing diets on growth, efficiency and body composition. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**, Seoul, v. 2, n. 2, p. 505-506, 1989.

ROÇA, R. O.; BONASSI, I. A. Seleção de provadores para produtos cárneos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, 7., 1985, Itabuna/Ilhéus, BA, 1985. **Anais...** Itabuna/Ilhéus, BA: SBCTA, 1985. p. 83.

SAVELL, J. et al. **Standardized Warner-Bratzler shear force procedures for genetic evaluation**. 2010. Disponível em: <<http://meat.tamu.edu/shear.pdf>>. Acesso em: 24 out. 2010.

SMITH, S. B. et al. Conjugated linoleic acid depresses the delta-9 desaturase index and stearoyl coenzyme A desaturase enzyme activity in porcine subcutaneous adipose tissue. **Journal of Animal Science**, Savoy, IL, v. 80, p. 2110-2115, 2002.

SPADY, D. K. et al. Regulation of plasma LDL-cholesterol levels by dietary cholesterol and fatty acids. **Annual Review of Nutrition**, Palo Alto, CA, v. 13, p. 355-381, 1993.

STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM . **The SAS system for windows**. release 9.0. Cary, NC: SAS Institute, 2002. 1 CD-ROM.

WICKLUND, S. E. et al. Aging and enhancement effects on quality characteristics of beef strip steaks. **Journal of Food Science**, Chicago, IL, v. 70, n. 3, S242-S248, 2005. Supplement.

WILLIAMS, C. M. Dietary fatty acids and human health. **Annales de Zootechnie**, Paris, v. 49, n. 3, p. 165-180, 2000.

WINTERHOLLER, S. J. et al. Supplemental energy and extruded-expelled cottonseed meal as a supplemental protein source for beef cows consuming low-quality forage. **Journal of Animal Science**, Savoy, IL, v. 87, p. 3003-3012, 2009.

WISTUBA, T. J. et al. Feeding feedlot steers fish oil alters the fatty acid composition of adipose and muscle tissue. **Meat Science**, Savoy, IL, v. 77, p. 196-203, 2007.

WOOD, J. D. et al. Fat deposition, fatty acid composition and meat quality: a review. **Meat Science**, Savoy, IL, v. 78, p. 343-358, 2008.

WULF, D. M.; WISE, J. W. Measuring muscle color on beef carcasses using the L\*a\*b\* color space. **Journal of Animal Science**, Savoy, IL, v. 77, p. 2418-2427, 1999.

WYNCKE, W. Direct determination of the thiobarbituric acid value in trichloroacetic acid extracts of fish as a measure of oxidative rancidity. **Fette-Scifen Anstrichmittel**, v. 72, p. 1084-1087, 1970.

## **CAPÍTULO IV**

### **IMPLICAÇÕES**

## **IMPLICAÇÕES**

O uso da torta de algodão, por ter proporcionado melhoras no desempenho animal, com aumento do ganho de peso e redução do custo do ganho, sem influenciar as características de carcaça, e por apenas elevar a proporção de ácido linoléico na carne, torna-a uma fonte lipídica interessante a ser inserida na dieta dos bovinos confinados, principalmente no intuito de elevar a produção animal com o fornecimento de um ingrediente não concorrente com a nutrição humana.

Contudo, o uso da torta de algodão elevou o consumo de matéria seca e reduziu a eficiência alimentar dos animais, mas, em se tratando de um ingrediente de menor valor comercial, reduziu o custo de produção neste experimento. Assim, é válido sugerir que, no momento da adoção deste coproduto, que seja realizado uma análise econômica criteriosa, pois a alimentação representa o maior percentual dos custos de produção de animais em confinamento. Ressaltando que por se tratar de uma fonte lipídica, deve ter sua inclusão na dieta também avaliada tecnicamente, devido aos efeitos adversos de uma grande quantidade de gordura no sistema digestivo animal.

O maior tempo de ruminação observado nos bovinos alimentados com torta de algodão gera a possibilidade de um novo projeto de pesquisa com enfoque em saúde ruminal, devido à característica de efetividade física da fibra deste coproduto, aliada a uma boa fonte de proteínas aos animais confinados.