

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

SUPLEMENTAÇÃO DE ÁCIDOS GRAXOS POLI-INSATURADOS  
PROTEGIDOS NO DESEMPENHO E RESPOSTAS IMUNOLÓGICAS  
DE BOVINOS NELORES CONFINADOS

LUÍS MARCELO NAVE SARTI

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

BOTUCATU – SP  
Janeiro de 2014

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

SUPLEMENTAÇÃO DE ÁCIDOS GRAXOS POLI-INSATURADOS  
PROTEGIDOS NO DESEMPENHO E RESPOSTAS IMUNOLÓGICAS  
DE BOVINOS NELORES CONFINADOS

LUÍS MARCELO NAVE SARTI  
Zootecnista

Orientador: MÁRIO DE BENI ARRIGONI  
Co-orientadora: CYNTHIA LUDOVICO MARTINS

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

BOTUCATU – SP  
Janeiro de 2014

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

S249f      Sarti, Luis Marcelo Nave, 1982-  
Suplementação de ácidos graxos poli-insaturados protegidos no desempenho e respostas imunológicas de bovinos Nelores confinados / Luis Marcelo Nave Sarti. - Botucatu : [s.n.], 2014  
vi, 98 f. : tabs., grafs.

Tese (Doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Botucatu, 2014

Orientador: Mário De Beni Arrigoni  
Coorientador: Cyntia Ludovico Martins  
Inclui bibliografia

1. Bovino de corte - Alimentação e rações. 2. Bovino - Imunidade. 3. Ácidos graxos. I. Arrigoni, Mário De Beni. II. Martins, Cyntia Ludovico. III. Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (Campus de Botucatu). Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia. IV. Título.

### **Dedicatória**

Aos meus pais, Isabel Cristina Nave Sarti e Luiz Antônio Sarti, pois nada na vida paga o amor incondicional dos pais, não importa a situação, sempre estarão ao lado dos filhos. Este trabalho é apenas uma parcela da formação e educação que me deram e amor de vocês por mim.

## **Agradecimentos**

A Deus, pois sem fé o homem não é nada.

Às pessoas que participaram da longa caminhada acadêmica:

Professor Dr. Mário De Beni Arrigoni, orientador e conselheiro, pela confiança depositada, me inspirando em ter mais confiança fazendo com que eu crescesse profissionalmente e pessoalmente.

Professora Dra. Cyntia Ludovico Martins, co-orientadora e amiga, pela atenção, e dedicação, contribuindo de forma significativa na elaboração desta tese além de me acompanhar durante minha formação acadêmica e profissional.

Robson Sfaciotti Barducci, doutorando, amigo, companheiro de longa caminhada, obrigado, por dividir todos os momentos e estar ao meu lado neste processo experimental, acadêmico e participar de minha vida desde o início de graduação, mestrado e doutorado.

Maria Caroline da Silva Franzoi, mestranda, amiga, participativa, obrigado pela enorme força e dedicação durante o experimento e durante a caminhada.

Felipe Azevedo Ribeiro, mestrando, amigo e irmão, obrigado por proporcionar meu maior crescimento pessoal.

Professor Dr. Danilo Domigues Millen, sempre disposto a ajudar, pelo auxílio, orientações na elaboração, condução e conclusão do trabalho.

Professor Reinaldo Fernandes Cooke, pela instrução, orientação e auxílio na análise de dados.

Thaila Putarov, pela ajuda, atenção e organização em momentos importantes de experimento.

Luiz Carlos Vieira Júnior, Marco Aurélio Factori, Alexandre Perdigão, Fernando Salvador Parra, João Ricardo Rockensel, amigos de pós-graduação, pelo apoio constante durante a trajetória.

Aparecido Lopes dos Santos (Cido), Claudemir Aparecido Seisdodos, José Sidney do Império, Arivaldo Inácio Primo Júnior (Dinho), João Fogaça e João Rati, funcionários da faculdade, exemplos de vida, e todos os estagiários e alunos que estiveram presente durante o experimento.

Felipe Pelicia Luiz, Marina de Toledo Cesar, Carolina Floret, muito obrigado pela ajuda e dedicação, boa sorte na caminhada de pós-graduação.

Renata Campos Capela, Ana Paula Doria e Loreta Casquel de Tomasi, pelo auxílio laboratorial, na análise das amostras, em especial Caroline de Lima Francisco, colega de graduação e pós-graduação, pela grande atenção na condução das análises.

Professor Dr. João Alberto Negrão, FZEA USP Pirassununga, pelo auxílio nas análises e discussão de dados.

Sandra Aparecida de Oliveira, USP Pirassununga, pela disponibilidade e atenção.

Professor Paulo Roberto Leme, FZEA USP Pirassununga, Paulo Roberto de Lima Meirelles e ao amigo Rodrigo Dias Lauritano Pacheco, pós doutorando da Faculdade De Agronomia e Medicina Veterinária da UFMT/Cuiabá, pelo aceite no convite de participar da banca de defesa.

Às pessoas que fazem parte de minha vida:

Milene Fernanda Camili, namorada, obrigado pela paciência e desabafos, por sempre estar ao meu lado.

César Rodrigo N. Sarti e José Henrique N. Sarti, irmãos e apoiadores.

Lídia e Ataliba Sarti, avós, obrigado pelas orações e conselhos.

Às instituições e laboratórios:

Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da UNESP, Campus Botucatu – SP, e departamentos envolvidos (DMNA e DPA) e Pós Graduação em Zootecnia.

Laboratório de Clínica Médica da Faculdade de Medicina da Unesp - Campus Botucatu, pelas análises laboratoriais.

Laboratório de Fisiologia Animal (LAFA) da Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos – FZEA/USP, Pirassununga.

Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de São Paulo – FAPESP, pela bolsa e auxílio concedidos (Bolsa Processo nº 2011/01715-8, Auxílio Processo nº 2012/00884-3).

OBRIGADO!

"Surpreenda sua cara no espelho!  
Dê um sorriso bem de manhã,  
Seja o que for, sorrindo melhora,  
Sorrir é a hora de vingar-se da dor.

Não deixe a saudade sair do seu passo.  
Saudade é a sorte de se ter um passado.  
Esqueça o tempo... O atraso condiz,  
Com a condição de pessoa feliz.

Reze um poema antes de dormir,  
Acorde um poeta no céu pra te ouvir.  
Poema oração é bom pra acalmar,  
Poema em canção é bom pra sonhar"

Isaias Andrade

“Posso dizer que encontrei a medida da paz que todos nós procuramos, mas que poucos acham”

## SUMÁRIO

|                                                                                                                                                                   | Páginas |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| CAPÍTULO 1.....                                                                                                                                                   | 7       |
| Considerações Iniciais.....                                                                                                                                       | 8       |
| Estresse fisiológico e sistema imune dos bovinos.....                                                                                                             | 9       |
| Resposta inflamatória e reação de fase aguda em bovinos.....                                                                                                      | 12      |
| Suplementação de lipídios sobre a imunidade e desempenho de bovinos.....                                                                                          | 16      |
| Referências Bibliográficas.....                                                                                                                                   | 21      |
| <br>CAPÍTULO 2.....                                                                                                                                               | <br>32  |
| DESEMPENHO E CARACTERÍSTICAS DE CARCAÇA DE BOVINOS<br>NELORE CONFINADOS APÓS PRÉ-CONDICIONAMENTO,<br>ALIMENTADOS COM FONTES DE ÁCIDOS GRAXOS POLI-<br>INSATURADOS |         |
| Resumo.....                                                                                                                                                       | 33      |
| Abstract.....                                                                                                                                                     | 35      |
| Introdução.....                                                                                                                                                   | 37      |
| Material e Métodos.....                                                                                                                                           | 38      |
| Resultados e Discussão.....                                                                                                                                       | 44      |
| Conclusões.....                                                                                                                                                   | 52      |
| Literatura Citada.....                                                                                                                                            | 53      |
| <br>CAPÍTULO 3.....                                                                                                                                               | <br>57  |
| RESPOSTA IMUNOLÓGICA E INCIDÊNCIA DE ENFERMIDADES<br>EM BOVINOS NELORES CONFINADOS, ALIMENTADOS COM<br>FONTES DE ÁCIDOS GRAXOS POLI-INSATURADOS                   |         |
| Resumo.....                                                                                                                                                       | 58      |
| Abstract.....                                                                                                                                                     | 60      |
| Introdução.....                                                                                                                                                   | 62      |
| Material e Métodos.....                                                                                                                                           | 64      |



|                             |        |
|-----------------------------|--------|
| Resultados e Discussão..... | 72     |
| Conclusões.....             | 88     |
| Literatura Citada.....      | 89     |
| <br>CAPÍTULO 4.....         | <br>96 |
| IMPLICAÇÕES.....            | 97     |

## **CAPÍTULO 1**

## CONSIDERAÇÕES INICIAIS

A tendência dos sistemas de produção da carne é a constante intensificação dos processos de produção, objetivando atender a crescente demanda do mercado pelo produto final. Toda essa intensificação recai, principalmente, Na atividade de confinamento dos animais. Contudo, para suprir as necessidades dessa atividade e, conseqüentemente, beneficiar a produtividade e eficiência do sistema, existe a necessidade do fornecimento de “matéria prima” (o próprio animal) de qualidade, que possa expressar todo potencial para ganho em menor tempo.

Alguns fatores contribuem para enfraquecimento desse potencial. Dentre esses fatores, o processo de transporte e chegada dos animais ao confinamento, pode proporcionar possíveis situações de estresse, e este acarretar diminuição da capacidade imune, aumentando as chances, principalmente, de ocorrência de problemas respiratórios.

Neste contexto, o pré-condicionamento de animais antes do confinamento com o intuito de melhorar condições de saúde animal, vem sendo alvo de futuros estudos com potencial para impacto científico e econômico, sendo a dieta um componente adicional importante para a prevenção das doenças que apresentam alterações na resposta imune.

Além disso, não há estudos desenvolvidos nas condições brasileiras, principalmente com animais *Bos taurus indicus* (com maior representatividade no rebanho) que contemplam o uso de fontes de lipídeos naturais passíveis de degradação ruminal e protegidos contra degradação ruminal durante a fase que antecede transporte e entrada no confinamento em somatória a fase de confinamento, podendo contribuir para se obter melhor desempenho associado ao bem estar e saúde dos animais, refletindo, provavelmente, na melhor qualidade do produto final.

A suplementação com ácidos graxos poli-insaturados inertes no rúmen, principalmente na fase que antecede o transporte e chegada dos animais no confinamento, pode ser uma alternativa de manejo nutricional com o objetivo de aumentar as quantidades de ácidos graxos poli-insaturados que chegam ao intestino delgado, proporcionando precursores essenciais para a modulação do sistema imune.

Portanto, sua utilização torna-se um novo e amplo campo para pesquisa com potencial para impacto científico e econômico dentro da bovinocultura de corte, aliado

às pesquisas já desenvolvidas e em andamento na UNESP, campus de Botucatu, na linha de pesquisa referente à adaptação de bovinos para confinamento, tendo como meta a busca de respostas de cunho científico, destacando-se, principalmente, o uso de animais da raça Nelore.

### **Estresse fisiológico e sistema imune dos bovinos**

Muitos fatores atuam como causadores de estresse em bovinos. Segundo Loerch e Fluharty (1999) a comercialização e transporte dos animais causam diminuição da ingestão da água e alimentos. As mudanças do clima, excesso de lotação, ruídos altos e inesperados, má qualidade do ar, falta de higienização, são outros estressores muitas vezes sentidos pelos animais durante o processo de transporte. Durante a fase de recria, principalmente nas condições encontradas no Brasil, grande parte do gado sofre com o estresse nutricional, decorrente da deficiência de nutrientes nas forrageiras, geralmente agravados por efeito da sazonalidade. Procedimentos, tais como vacinação, castração e descorna são estressores comumente encontrados em diversas fases da vida do bovino.

À chegada ao confinamento, os animais são expostos a dietas novas, comedouros e bebedouros desconhecidos. No ambiente de confinamento, os animais também podem ter de se adaptar a um novo domínio social e exposição a novos patógenos (Loerch e Fluharty, 1999).

Os efeitos do transporte nos componentes do soro do sangue têm sido estudados por vários grupos. Grandes aumentos nas concentrações de cortisol, epinefrina e norepinefrina foram observados nos animais após o desmame e transporte (Cole et al., 1988), apesar de corticosteróides terem sido os mais sensíveis para o estresse de transporte. Agnes (1990) comparou isoladamente os efeitos metabólicos do estresse causado pelo transporte, carga e ruído; os três causaram o rápido aumento de cortisol. Além disso, estudos relataram que concentrações elevadas de corticosteróides podem estimular a síntese hepática de proteínas associadas com a resposta de fase aguda (Yoshino et al., 1993, Higuchi et al., 1994), afetando a imunidade animal.

O manejo com o gado, proporcionando o temperamento excitado dos animais, estimula a secreção e concentrações circulantes de ACTH (hormônio adrenocorticotrófico) e cortisol (Curley et al., 2008). A aclimatação dos animais para

procedimentos de manejo, segundo pesquisas, é uma alternativa para evitar concentrações elevadas de cortisol em resposta ao estresse (Crookshank et al., 1979; Andrade et al., 2001; Curley et al., 2006).

O estresse é considerado um fator prejudicial ao crescimento e ganho de peso dos animais. O crescimento faz parte de uma sequência de eventos geneticamente programados no animal jovem (Klasing e Korver, 1997) e quando essa sequência é interrompida pelo estresse, várias mudanças fisiológicas contribuem para favorecer processo de realocação de recursos importantes na sobrevivência do animal. Conceitualmente, o status do sistema imune (imunossupressão versus imunopotenciação) dependerá do efeito líquido dessas mudanças (Khansari et al., 1990). Animais com infecções clínicas e subclínicas comem menos, crescem mais devagar, e apresentam conversão alimentar ineficiente (Johnson, 1998), sugerindo que um status imunitário suprimido pode interagir com o sistema nervoso central modulando a ingestão alimentar. Em resumo, o sistema imunológico é capaz de usar as citocinas para entrega de informação a outros sistemas, incluindo o sistema nervoso central, em relação ao nível de atividade imunológica.

Selye (1976) afirma que o estresse biológico é a resposta não específica do organismo a qualquer exigência, e quando os animais estão expostos ao stress, eles reagem em um processo de três etapas com o nome "Síndrome Geral de Adaptação". A primeira resposta a esta síndrome é chamado de "reação de alarme" e é caracterizada por vocalização, resposta eixo hipotálamo-pituitária-adrenal e catabolismo. A segunda fase é chamada de "resistência" que se caracteriza por anabolismo e maior consumo de ração. Quando a resistência não for bem sucedida, os animais começam a terceira e última etapa da síndrome chamada de "exaustão". Nesta fase, a capacidade adaptativa do animal é limitada, resultando em exaustão antes de ele se adaptar ao estressor. Sobrevivência e/ou recuperação de animais estressados são dependentes do nível de estresse a que foram expostos antes, durante e após o processo de comercialização e transporte.

De acordo com Loerch e Fluharty (1999), o consumo de massa seca (CMS), volume ruminal e peso do conteúdo ruminal diminuíram com o aumento da duração da falta dos alimentos e falta de água. No entanto, quatro dias após a chegada dos animais no confinamento, não houve diferenças de CMS ou no peso do conteúdo ruminal. Estes

resultados podem indicar que a capacidade fermentativa e digestiva tem menor contribuição na baixa ingestão de alimentos durante as duas primeiras semanas após a chegada ao confinamento. Provavelmente, o impacto mais importante do estresse sobre o consumo de alimentos é devido aos seus efeitos negativos sobre a imunocompetência animal. Os desafios de estresse, que estimulam a produção de cortisol, estão associados positivamente com a reação de proteínas de fase aguda em bovinos (Crookshank et al., 1979; Arthington et al., 2003; Cooke et al., 2010).

Um dos efeitos fisiológicos de cortisol durante a resposta de estresse é degradar os tecidos do corpo, tais como as células do tecido hepático e adiposo (Nelson e Cox, 2005) para aumentar a disponibilidade de nutrientes para a circulação do animal com o objetivo de combater o estresse e restaurar homeostase (Carroll e Forsberg, 2007). Por outro lado, a degradação dos tecidos pode ser reconhecida pelo sistema imune inato como uma perturbação da homeostasia (Abbas e Lichtman, 2007). Por sua vez, os leucócitos são ativados a sintetizar citocinas pró-inflamatórias (Gabay e Kushner, 1999), desencadeando a resposta de fase aguda e resposta imune para eliminar as células danificadas (Carroll e Forsberg, 2007).

Pesquisas mostraram que a resposta de fase aguda em bovinos é iniciada por infecções, traumas e doenças (Carroll e Forsberg, 2007). Procedimentos de manejo, como desmame e transporte, de acordo com algumas pesquisas, também estimularam reação de fase aguda em bovinos saudáveis (Arthington et al., 2005; Cooke et al., 2011).

Condições estressantes para o animal, normalmente predisõem a queda do sistema imunológico, tanto na resposta humoral quanto celular (Fluharty e Loerch, 1997), na qual fragiliza o bovino acometido ao surgimento de outras enfermidades, como as broncopneumonias (Radostits et al., 2007).

Devido à imunossupressão desencadeada por demais enfermidades ou agentes, como o vírus da rinotraqueíte infecciosa bovina ou diarreia viral bovina, bactérias oportunistas, em especial, as do gênero *Mannheimia* (antiga *Pasteurella haemolytica*) são as principais causadoras de broncopneumonia em bovinos confinados. Tais bactérias são habitantes comensais da microbiota do trato respiratório superior que, em condições normais não habitam os pulmões devido aos mecanismos de defesa do órgão em questão, como por exemplo, os pneumócitos tipo II. Mas, associada a um quadro de imunossupressão, estes agentes invadem e colonizam as porções anteriores dos lobos

pulmonares, na qual geram quadros inflamatórios severos, com destruição do parênquima do órgão em questão, conferindo aspecto de hepatização (Radostits et al., 2007; Thacker, 2008; Willian e Green, 2008).

Segundo estudo de Arthington et al. (2013), num período de duas semanas após a vacinação contra *Mannheimia haemolytica* e *Clostridium*, novilhos apresentaram resposta de proteínas de fase aguda, o que pode resultar em menores ganho de peso e eficiência alimentar.

A ocorrência de broncopneumonias por bactérias do gênero *Mannheimia* é bastante frequente em bovinos mantidos em regime de confinamento, sendo uma das principais causas de mortalidade nestes animais (Radostits et al., 2007) e, segundo Millen et al. (2009), doenças respiratórias estão como o principal problema enfrentado nos confinamentos brasileiros, acometendo os animais principalmente nos primeiros dias de confinamento.

### **Resposta inflamatória e reação de fase aguda em bovinos**

A reação de fase aguda envolve uma resposta do organismo aos distúrbios da sua homeostase devido à infecção, lesão tecidual, crescimento neoplásico, ou doenças imunológicas (Heinrich et al., 1990). Consiste em uma reação antecipada e local na lesão caracterizada pelo acúmulo e ativação de leucócitos, principalmente de granulócitos e células mononucleares, fibroblastos e células endoteliais, que por sua vez na liberação de mediadores de glicoproteína de fase aguda, chamadas citocinas. A reação de fase aguda pode ser benéfica para o organismo lesado com o objetivo de restaurar a homeostase perturbada (Pepys e Balyz, 1983).

As citocinas agem em receptores específicos em vários órgãos e tecidos, levando a uma reação sistêmica caracterizada principalmente por febre, leucocitose, aumento do hormônio adrenocorticotrófico secreção e glicocorticóides, a ativação da cascata de coagulação, e as mudanças dramáticas na concentração plasmática de algumas proteínas derivadas do fígado chamadas proteínas de fase aguda (Heinrich et al., 1990). Monócitos e macrófagos secretam três citocinas que têm um profundo efeito metabólico no organismo: interleucina-1 (IL-1), interleucina-6 (IL-6) e fator de necrose tumoral- $\alpha$  (TNF- $\alpha$ ). Pelo fato de monócitos e macrófagos representarem a primeira linha de defesa

do sistema imunológico, no conjunto, esses três mediadores imunes são reconhecidos como citocinas pró-inflamatórias (Johnson, 1997). A primeira citocina a ser liberada em resposta à endotoxina bacteriana é o fator de necrose tumoral- $\alpha$  é, seguido por IL-1 e IL-6. A produção de IL-1 e IL-6 também é estimulada por TNF- $\alpha$  (Peck, 1994).

As citocinas pró-inflamatórias podem atuar em uma série de eventos que são susceptíveis de contribuir para a menor ingestão e crescimento de animais imunologicamente desafiados (Klasing e Korver, 1997). O estresse imunológico é caracterizado por impactos diretos e indiretos das citocinas no sistema nervoso central e outros sistemas do órgão (Johnson, 1997). A atividade biológica de citocinas pró-inflamatórias é altamente pleiotrópica, redundante, sobreposta (Ozaki e Leonard, 2002), e ainda não completamente esclarecida em bovinos de corte (Cooke et al., 2011).

De fato, numerosos estudos que avaliaram as interações entre as respostas inflamatórias e de estresse em animais, produziram resultados contraditórios em relação à síntese e atividade de citocinas pró-inflamatórias (Turnbull e Rivier, 1999). Devido à importância de citocinas pró-inflamatórias na saúde e desempenho de bovinos (Klasing e Korver, 1997), pesquisas adicionais são necessárias para compreender a resposta de citocinas pró-inflamatórias induzida pelo estresse em bovinos.

Após a síntese e liberação para a circulação, citocinas pró-inflamatórias provocam duas principais respostas de fase aguda: 1) aumento da temperatura corporal e 2) alteração do metabolismo do fígado e regulação gênica, favorecendo a síntese hepática de proteínas de fase aguda (Carroll e Forsberg, 2007).

A análise das concentrações plasmáticas de proteínas de fase aguda (APP: “acute-phase proteins”) é comumente usada como um indicador sensível de inflamação em mamíferos (Breazile, 1996). Além de sua resposta secundária a um sistema imunológico ativado, as APP também têm outras funções vitais no organismo, específicas de cada proteína. Algumas das APP mais estudadas em bovinos são a ceruloplasmina (Cp) e a haptoglobina (Hp).

Ceruloplasmina, também conhecido como ferroxidase, é uma enzima que contém seis átomos de carbono em sua estrutura. É a principal proteína de transporte de cobre no sangue e participa na homeostase de ferro. As concentrações de Cp podem aumentar devido à inflamação. A haptoglobina é responsável por ligar a hemoglobina livre no sangue, formando o complexo Hp-hemoglobina. Além disso, ele previne a perda de



ferro no organismo e suas concentrações são normalmente indetectáveis no sangue de bovinos a menos que haja danos aos tecidos.

A reação de fase aguda é caracterizada pelo aumento da temperatura retal e aumento das concentrações plasmáticas de IL-6 e proteínas de fase aguda em relação às concentrações basais (Cooke e Bohnert, 2011). Este resultado é atribuído aos efeitos catabólicos do cortisol nos tecidos corporais, incluindo a liberação de ácidos graxos não esterificados de tecidos adiposos, o qual pode ser reconhecido pelo sistema imune como uma perturbação da homeostasia (Abbas e Lichtman, 2007). Além disso, Higuchi et al. (1994) relataram que a síntese de proteínas de fase aguda em culturas de fígado de bovino era dependente da concentração de glicocorticóides adicionados aos meios de cultura, sendo estes hormônios, importantes reguladores das funções imunológicas e homeostáticas.

Uma associação positiva foi encontrada entre a concentração de Hp sistêmica e subsequente doença respiratória bovina (BRD) e lesões pulmonares no abate (Young et al., 1996). Svensson et al. (2006) concluíram que Hp não foi muito útil no diagnóstico de BRD em bezerros. No entanto, em combinação com a temperatura retal, poderia ser usado como um marcador de BRD, especialmente para o diagnóstico do efetivo pecuário.

Outros estudos têm demonstrado que Hp seria útil na identificação de bezerros de corte com BRD que necessitam de tratamento e no acompanhamento da eficácia do tratamento (Carter et al., 2002; Berry et al., 2004; Humblet et al., 2004). Soethout et al. (2003) utilizaram com sucesso Hp sistêmica para quantificar a gravidade da BRD em um estudo sobre o papel da expressão da integrina- $\alpha 4$  em neutrófilos pulmonares durante a pneumonia.

O sistema imunológico pode ser afetado de diversas maneiras. Segundo alguns autores (Krauser e Oetzel, 2006; Radostits et al., 2002, Radostits et al., 2007; Thompson et al., 2008), quadros de acidose ruminal, independente da sua etiologia, além de gerar ruminite e abscessos hepáticos, predispõe a uma queda do sistema imunológico, tanto na resposta humoral quanto celular, na qual fragiliza o bovino acometido ao surgimento de outras enfermidades, como as broncopneumonias. Além disso, focos de necrose endotelial, promovidos por endotoxinas produzidas por bactérias afetando o pulmão, possibilitam a liberação de êmbolos sépticos, que podem se alojar em outros órgãos

mais irrigados como o fígado (Radostits et al., 2007; Thacker, 2008), podendo gerar abscessos hepáticos. Portanto, associação entre broncopneumonias e outras enfermidades como abscessos hepáticos e quadros de ruminites, ou vice e versa, podem ocorrer, sendo fator importante e foco de estudos que possibilitem a melhor tomada de decisão para driblar a incidência de tais enfermidades em bovinos confinados.

Além disso, a resposta de fase aguda é um componente-chave do sistema imune inato, mas pode ser prejudicial para o desempenho dos animais (Carroll e Forsberg, 2007). Concentrações circulantes de proteínas de fase aguda foram associadas negativamente com GMD e o CMS em bovinos em crescimento (Cooke et al., 2009a; Araujo et al., 2010) e com o desempenho reprodutivo de vacas de corte (Cooke et al., 2009b). Nos bovinos, a reação das APPs após transporte dos animais, tem sido caracterizada por Arthington et al. (2003). A magnitude desta resposta pode ser um indicador chave de produtividade posterior do confinamento, especialmente durante o período de recepção inicial (Qiu et al., 2007; Arthington et al., 2005).

Arthington et al. (2005) observaram aumento das concentrações plasmáticas de Cp e Hp em novilhos após 24 horas de transporte, e que a concentração dessas APP foi maior nos bezerros desmamados e transportados, quando comparados com bezerros que foram desmamados 211 dias antes do seu transporte. Em outro experimento, Arthington et al. (2008) avaliaram o desempenho e a reação de fase aguda após o transporte de novilhos submetidos a quatro estratégias de desmame, sendo 1) Controle: desmame no dia do transporte, 2) alimentados com creep-feeding: permitido o acesso livre escolha de concentrado antes do desmame e transporte; 3) pré-desmame: desmame com fornecimento de concentrado no pasto antes do transporte, e 4) desmamados precocemente: desmamados aos 70 a 90 dias de idade e mantidos em pastagem. Durante o período de 29 dias de recepção, as concentrações plasmáticas de Cp foram reduzidas para o grupo pré-desmame, quando comparado ao grupo controle ou novilhos alimentados em creep-feeding. Além disso, o GMD, IMS, e a eficiência alimentar foram maiores para novilhos a pré-desmame em comparação com animais controle. Estes dados são apoiados por Dhuyvetter et al. (2005), que indicaram que o pré-condicionamento antes da comercialização de bovinos ajudou a evitar a depressão do desempenho e da saúde à chegada ao confinamento. Assim, as estratégias de manejo que diminuem a magnitude da resposta de fase aguda demonstraram beneficiar a

produtividade da atividade pecuária e a eficiência de produção de gado de corte (Duff e Galyean, 2007).

No entanto, os mecanismos através dos quais os estímulos não patogênicos (manejo, desmame, transporte...) desencadeiam a resposta de fase aguda em bovinos são pouco estudados, sendo que tal resposta constitui-se numa sequência de eventos relativamente estereotipados, em resposta ao trauma orgânico (fraturas, lesões teciduais, estresse) e/ou infecção.

### **Suplementação de lipídios sobre a imunidade e desempenho de bovinos**

A resposta de fase aguda pode ser prejudicial para o desempenho de novilhos, especialmente durante o período de recebimento no confinamento (Arthington et al., 2008), enquanto que ácidos graxos poli-insaturados (PUFA) podem modular o sistema imune, alterando as reações inflamatórias (Miles e Calder, 1998).

Vários autores investigaram os efeitos da quantidade e do tipo de gordura na dieta sobre as reações imunológicas (Yaqoob e Calder, 1993; Jolly et al, 1997), e a inclusão de PUFA em dietas têm se mostrado como importante função de modulador imune na célula (Calder et al., 2002). Os mecanismos pelo quais os ácidos graxos agem como importantes moduladores da função imune ainda não são totalmente conhecidos, mas aparentemente PUFA podem alterar a produção de mediadores envolvidos na comunicação entre as células do sistema imune por meio da síntese de eicosanóides, citocinas e óxido nítrico (Miles e Calder, 1998), e podem alterar a expressão de moléculas de adesão que estão envolvidas no contato direto entre as células (Calder, 1999).

Dentro dos efeitos imunomoduladores dos PUFA, o ácido linolênico é responsável por promover uma resposta anti-inflamatória. Por outro lado, o ácido linoléico favorece a síntese de citocinas pró-inflamatórias (IL-1, IL-6 e TNF- $\alpha$ ) que desencadeiam a síntese hepática de proteínas de fase aguda (Carroll e Forsberg, 2007). Mais especificamente, o ácido linolênico e seus derivados  $\omega$ -3 servem como precursores do ácido eicosapentaenóico (EPA) e docosahexaenóico (DHA), que promovem a síntese de eicosanóides, como prostaglandinas da série 3 (PGE3), e que não provocam a resposta de proteínas de fase aguda. Por outro lado, o ácido linoléico e

seus derivados  $\omega$ -6 servem como precursores do ácido aracdônico, que promove a síntese de PGE<sub>2</sub>, um potente estimulador da fase aguda e outras respostas inflamatórias, como produção de IL-1, IL-6 e TNF $\alpha$  (Yaqoob e Calder, 1993; Schmitz e Ecker, 2008). Portanto, quantidades reduzidas do ácido linolênico podem ser suficientes para acionar uma resposta anti-inflamatória e superar os efeitos pró-inflamatórios do ácido linoléico (Cooke et al., 2010). No entanto, novas pesquisas são necessárias para abordar este assunto.

Segundo Cooke et al. (2010), a suplementação de PUFA pode ser uma alternativa para melhorar parâmetros de saúde e desempenho em confinamento de bovinos em crescimento. Em estudo de Araujo et al. (2010), a suplementação com gordura poli-insaturada inerte no rúmen na alimentação de bovinos antes e após o transporte diminuiu as concentrações de proteínas de fase aguda durante 8 dias após a chegada dos animais ao confinamento em relação ao tratamento sem inclusão de gordura inerte no rúmen. Outros estudos avaliaram concentrações plasmáticas de proteínas de fase aguda até 28 dias após o transporte dos animais, e constatarem respostas de tratamento em três dias ou após este período (Arthington et al., 2005; Arthington et al., 2008). Além disso, estudos relataram que a suplementação com PUFA aumentou as concentrações plasmáticas de ácidos linoléico e linolênico em bovinos, aumentando a disponibilidade para os tecidos (Lessard et al., 2003; Lessard et al., 2004; Farran et al., 2008).

Contudo, em estudo de Araújo et al. (2010), os resultados indicaram que o tratamento com suplementação de ácidos graxos protegidos no rúmen (150g por cabeça) sem adaptação prévia ao tratamento, proporcionou menor taxa de crescimento das novilhas, principalmente por prejudicar a ingestão de massa seca.

Outros autores também relataram diminuição da IMS e ganho de peso vivo quando bovinos foram suplementados com fontes de gordura (Harrison et al., 1995; Gibb et al., 2004; Pavan et al., 2007), particularmente quando gorduras protegidas na forma de sabões de cálcio são utilizados (Simas et al., 1995; Bateman et al., 1996, Ngidi et al., 1990). Além disso, as fontes de ácidos graxos poli-insaturados (PUFA), na forma de sabões de cálcio ou não, são mais prejudiciais ao consumo comparadas com fontes de ácidos graxos saturados (SFA) (Elliott et al., 1996; Allen, 2000).

Segundo Hess et al. (2008), a digestibilidade ruminal não é prejudicada se a dieta de alto concentrado contiver menos de 6% (base na MS) de gordura. Da mesma

forma, a inclusão (base da matéria seca) de sabões de cálcio de gorduras saturadas até 6% da dieta, ou com fontes de PUFA até 9,4% da dieta, não prejudicou os parâmetros de digestibilidade ruminal em ovinos e bovinos alimentados com dietas de alto concentrado (Ngidi et al., 1990; Kucuk et al., 2004; Atkinson et al., 2006).

Por outro lado, a suplementação de PUFA como sabões de cálcio, pode prejudicar IMS afetando outros fatores, tais como a palatabilidade da dieta, a motilidade do intestino e liberação de hormônios intestinais que controlam a saciedade (Allen, 2000).

Grummer et al. (1990) relataram que gorduras na forma de sabões de cálcio são menos aceitáveis pelo gado em comparação com outras fontes de ácido graxo, tais como a gordura saturada, quando estas fontes de gordura são oferecidas apenas sobre o alimento, ou misturado com outros componentes da dieta. Além disso, os PUFA podem diminuir a motilidade do intestino e aumentar a liberação de colecistoquinina (hormônio relacionado com a sensação de saciedade) em maior extensão em comparação com ácidos graxos saturados (Drackley et al., 1992; Allen, 2000), diminuindo assim o consumo de alimento.

As fontes de gordura, em especial as PUFA em forma de sabões de cálcio, devem ser introduzidas na alimentação de bovinos gradualmente para facilitar a aceitação e adaptação a estes ingredientes (Zinn, 1988, 1989; Grummer et al., 1990). Portanto, a aceitabilidade reduzida e efeitos potenciais da adição de gordura protegida na dieta sobre a motilidade do intestino e da saciedade, combinado com a falta de um período de adaptação correta, pode ser a provável causa para a menor IMS detectada em bovinos alimentados com PUFA em comparação com os outros tratamentos, segundo estudo de Araújo et al. (2010).

Contudo, outros estudos indicam que os usos de fontes de gorduras na alimentação de bovinos promovem, através de outros mecanismos de ação como a modulação do sistema imune, melhora no ganho de peso além de proporcionar benefícios à saúde animal.

Cullens et al. (2004) relataram que dietas contendo uma fonte de PUFA protegida no rúmen (Megalac-R®, Church & Dwight Co., Princeton, NJ, com 30,5% de C18:2 e 2,4% de C18:3) proporcionou diminuição das concentrações circulantes de proteínas de fase aguda em vacas leiteiras no periparto. Cooke et al. (2010) observaram

aumento do ganho de peso dos animais suplementados com fonte de gordura poli-insaturada (contendo 28,1% de 18:2 e 2,5% de 18:3) comparado com o tratamento sem gordura. Este aumento no ganho diário, segundo os autores, pode ser atribuído, em parte, aos efeitos benéficos da suplementação de PUFA na resposta de fase aguda após o transporte e a entrada no confinamento.

Além disso, segundo Cooke et al. (2011), os efeitos de tratamento detectados em concentrações plasmáticas de TNF- $\alpha$  sugerem que a suplementação de PUFA durante o pré-condicionamento, pelo menos parcialmente, aliviaram a resposta inflamatória induzida pelo transporte e entrada no confinamento, enquanto que as concentrações de cortisol semelhantes indicaram que em todos os tratamentos, os animais passaram por desafio de estresse semelhante durante o mesmo período (Crookshank et al., 1979; Sapolsky et al., 2000).

Ainda segundo Cooke et al. (2011), o maior ganho de peso observado em novilhos alimentados com gordura protegida em comparação com os grupos alimentados sem adição de gordura pode ser atribuído, pelo menos parcialmente, para a resposta aliviada de TNF- $\alpha$  após o transporte e entrada ao confinamento. Citocinas pró-inflamatórias têm efeitos prejudiciais sobre o desempenho animal através de vários mecanismos, tais como aumento nas exigências de manutenção, reduzindo desenvolvimento muscular e dos ossos e prejudicando o metabolismo hepático e o eixo somatotrófico (Elsasser et al., 1997; Johnson, 1997).

No entanto, a redução da ingestão de alimentos é o principal mecanismo pelo qual as citocinas pró-inflamatórias prejudicam as taxas de crescimento, e, segundo Klasing e Korver (1997), citocinas pró-inflamatórias sintetizadas durante a resposta de fase aguda, tais como IL-1, IL-6 e fator de necrose tumoral  $\alpha$  (TNF- $\alpha$ ), pode reduzir o consumo de ração por modulação do sistema nervoso central e endócrino, e também pela inibição da motilidade e esvaziamento gástrico e secreção de ácido gástrico.

Sendo assim, o manejo da dieta antes do embarque pode tornar-se uma prática importante para diminuir a morbidade e mortalidade de bovinos transportados. Em adição, a suplementação de PUFA antes e durante o recebimento dos animais ao confinamento poderá aliviar a resposta de proteínas de fase aguda estimulada pelo transporte e entrada no confinamento e, conseqüentemente, beneficiar o desempenho do animal.

Os capítulos a seguir estão redigidos conforme normas de publicação do *Journal of Animal Science*, exceto pelo idioma e posicionamento das tabelas e figuras, sendo:

Capítulo 2, **“Desempenho e características de carcaça de bovinos Nelore confinados após pré-condicionamento, alimentados com fontes de ácidos graxos poli-insaturados”** com o objetivo de avaliar a influência do uso de fontes de lipídios no desempenho de bovinos no confinamento, bem como características de carcaça após abate.

Capítulo 3, **“Resposta imunológica e incidência de enfermidades em bovinos Nellores confinados, alimentados com fontes de ácidos graxos poli-insaturados”** com o objetivo de avaliar o uso de fontes de lipídios como moduladores do sistema imune de bovinos Nelore durante pré-condicionamento ao transporte e entrada em confinamento.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABBAS, A. K.; LICHTMAN, A. H. Cellular and Molecular Immunology, 6th ed. Saunders Co., Philadelphia, PA, 2007.

AGNES, F.; SARTORELLI, P.; ABDI, B. H.; LOCATELLI, A. Effect of transport loading or noise on blood biochemical variables in calves. **American Journal of Veterinary Research**, 51: 1679-1681, 1990.

ALLEN, M. S. Effects of diet on short-term regulation of feed intake by lactating dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, 83:1598–1624, 2000.

ANDRADE, O.; ORIHUELA, A.; SOLANO, J.; GALINA, C. S. Some effects of repeated handling and the use of a mask on stress responses in zebu cattle during restraint. **Applied Animal Behaviour Science**, 71:175–181, 2001.

ARAUJO, D. B.; COOKE, R. F.; HANSEN, G. R.; STAPLES, C. R.; ARTHINGTON, J. D. Effects of rumen-protected polyunsaturated fatty acid supplementation on performance and physiological responses of growing cattle following transportation and feedlot entry. **Journal of Animal Science**, 87:4125–4132, 2010.

ARTHINGTON, J. D.; COOKE, R. F.; MADDOCK, T. D.; ARAUJO, D. B.; MORIEL, P.; DILORENZO, N.; LAMB, G. C. Effects of vaccination on the acute-phase protein response and measures of performance in growing beef calves. **Journal of Animal Science**, 91:1831-1837, 2013.

ARTHINGTON, J. D.; SPEARS, J. W.; MILLER, D. C. The effect of early weaning on feedlot performance and measures of stress in beef calves. **Journal of Animal Science**. 83:933–939, 2005.



ARTHINGTON, J. D.; EICHERT, S. D.; KUNKLE, W. E.; MARTINS, F. G. Effect of transportation and commingling on the acute-phase protein response, growth, and feed intake of newly weaned beef calves. **Journal of Animal Science**. 81:1120–1125, 2003.

ARTHINGTON, J. D.; QIU, X.; COOKE, R. F.; VENDRAMINI, J. M. B.; ARAUJO, D. B.; CHASE JR, C. C.; COLEMAN, S. W. Effects of pre-shipping management on measures of stress and performance of beef steers during feedlot receiving. **Journal of Animal Science**, 86:2016–2023, 2008.

ATKINSON, R. L.; SCHOLLJEGERDES, E. J.; LAKE, S. L.; NAYIGIHUGU, V.; HESS, B. W.; RULE, D. C. Site and extent of digestion, duodenal flow, and intestinal disappearance of total and esterified fatty acids in sheep fed a high-concentrate diet supplemented with high-linoleate safflower oil. **Journal of Animal Science**. 84:387–396, 2006.

BAKER, G. A.; GUILBERT, H. R. Non-randomness of variations in daily weights of cattle. **Journal of Animal Science**, v. 1, p. 293-299, 1942.

BATEMAN, H. G. II; SPAIN, J. N.; ELLERSIECK, M. R. Influence of by-product feeds and tallow on lactation performance of Holstein cows during two seasons. **Journal of Dairy Science**, 79:114–120, 1996.

BERRY B.A.; CONFER, A.W.; KREHBIEL, C.R.; GILL, D.R.; SMITH, R.A.; MONTELONGO, M. Effects of dietary energy and starch concentrations for newly received feedlot calves: II. Acute-phase protein response. **Journal of Animal Science**, 82:845-850, 2004.

BIGHAM, M. L., MCMANUS, W. R. Whole wheat grain feeding of lambs. effects of roughage and wheat grain mixtures. **Australian Journal of Agriculture Research**, 26:1053-1062, 1975.

BREAZILE, J. E. The physiology of stress and its relationship to mechanisms of disease and therapeutics. **Veterinary Clinics of North America**, 4:441-480, 1996.

CALDER, P. C. Dietary fatty acids and the immune system. **Lipids** 34(Suppl.): S137-S140, 1999.

CALDER, P. C.; YAQOOB, P.; THIES, F.; WALLACE, F. A.; MILES, E. A. Fatty acids and lymphocyte functions. **British Journal of Nutrition**, 87(Suppl. 1):S31-S48, 2002.

CARROLL, J. A.; FORSBERG, N. E. Influence of stress and nutrition on cattle immunity. **Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice**, 23:105-149, 2007.

CARTER J.N.; MEREDITH, G.L.; MONTELONGO, M.; GILL, D.R.; KREHBIEL, C.R.; PAYTON, M.E.; A.W. Confer. Relationship of vitamin E supplementation and antimicrobial treatment with acute-phase protein responses in cattle affected by naturally acquired respiratory tract disease. **American Journal of Veterinary Research**, 63:1111-1117, 2002.

COLE, N. A.; CAMP, T. H.; ROWE, L. D.; STEVENS, D. G.; HUTCHESON, D. P. Effect of transport on feeder calves. **American Journal of Veterinary Research**, 49:178-183, 1988.

COOKE, R. F.; BOHNERT, D. W.. Bovine acute-phase response following corticotrophin-release hormone challenge. **Journal of Animal Science**, 89:252-257, 2011.

COOKE, R. F.; BOHNERT, D. W.; MORIEL, P.; HESS, B. W.; MILLS, R. R. Effects of polyunsaturated fatty acid supplementation on forage digestibility, performance, and physiological responses of feeder cattle. **Journal of Animal Science**, 89:3677-3689, 2011.

COOKE, R. F.; ARTHINGTON, J. D.; AUSTIN, B. R.; YELICH, J. V. Effects of acclimation to handling on performance, reproductive, and physiological responses of Brahman-crossbred heifers. **Journal of Animal Science**, 87:3403–3412, 2009a.

COOKE, R. F.; ARTHINGTON, J. D.; ARAUJO, D. B.; LAMB, G. C. Effects of acclimation to human interaction on performance, temperament, physiological responses, and pregnancy rates of Brahman-crossbred cows. **Journal of Animal Science**, 87:4125–4132, 2009b.

COOKE, R.F.; SCARPA, A. B.; NERY, F.M.; COOKE, F. N. T.; BOHNERT, D. W. Effects of polyunsaturated fatty acid (PUFA) supplementation on forage intake and digestibility in beef cows. Oregon State University, **Beef Research Report**, 2010. Disponível em: <http://beefcattle.ans.oregonstate.edu>. Acesso em 20/09/2010.

CROOKSHANK, H. R.; ELISSALDE, M. H.; WHITE, R. G.; CLANTON, D. C.; SMALLEY, H. E. Effect of transportation and handling of calves upon blood serum composition. **Journal of Animal Science**, 48:430– 435, 1979.

CULLENS, F. C.; STAPLES, C. R.; BILBY, T. R.; SILVESTRE, F.; BARTOLOME, J.; SOZZI, A.; BADINGA, L.; THATCHER, W. W.; ARTHINGTON, J. D. Effect of timing of initiation of fat supplementation on milk production, plasma hormones and metabolites, and conception rates of Holstein cows in summer. **Journal of Animal Science**, 82(Suppl. 1):308. (Abstr.), 2004.

CURLEY, K. O. JR.; NEUENDORFF, D. A.; LEWIS, A. W.; CLEERE, J. J.; WELSH JR, T. H.; RANDEL, R. D. Functional characteristics of the bovine hypothalamic–pituitary–adrenal axis vary with temperament. **Hormones and Behavior**, 53:20–27, 2008.

CURLEY, K. O. JR.; PASCHAL, J. C.; WELSH, T. H. JR.; RANDEL, R. D. Technical note: Exit velocity as a measure of cattle temperament is repeatable and associated with

serum concentration of cortisol in Brahman bulls. **Journal of Animal Science**, 84:3100–3103, 2006.

DHUYVETTER, K. C.; BRYANT, A. M.; BLASI, D. A. Case of study: Preconditioning beef calves: Are expected premiums sufficient to justify the practice? **Professional Animal Scientist**, 21:502-514, 2005.

DRACKLEY, J. K.; KLUSMEYER, T. H.; TRUSK, A. M.; CLARK, J. H. Infusion of long-chain fatty acids varying in saturation and chain length into the abomasum of lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, 75:1517–1526, 1992.

DUFF, G. C.; GALYEAN, M. L. Board-Invited Review: Recent advances in management of highly stressed, newly received feedlot cattle. **Journal of Animal Science**, 85:823–840, 2007.

ELLIOTT, J. P.; DRACKLEY, J. K.; WEIGEL, D. J. Digestibility and effects of hydrogenated palm fatty acid distillate in lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, 79:1031–1039, 1996.

ELSASSER, T. H.; KAHL, S.; STEELE, N. C.; RUMSEY, T. S. Nutritional modulation of somatotrophic axis-cytokine relationships in cattle: A brief review. **Comparative Biochemistry and Physiology**, 116A:209–221, 1997.

FARRAN, T. B.; REINHARDT, C. D.; BLASI, D. A.; MINTON, J. E.; ELSASSER, T. H.; HIGGINS, J. J.; DROUILLARD, J. S. Source of dietary lipid may modify the immune response in stressed feeder cattle. **Journal of Animal Science**, 86:1382–1394, 2008.

FLUHARTY, F. L.; LOERCH, S. C. Effects of concentration and source of supplemental fat and protein on performance of newly arrived feedlot steers. **Journal of Animal Science**, 75:2308-2316, 1997.

GABAY, C.; KUSHNER, I. Acute-phase proteins and other systemic responses to inflammation. **New England Journal of Medicine**, 340:448–454, 1999.

GIBB, D. J.; OWENS, F. N.; MIR, P. S.; MIR, Z.; IVAN, M.; MCALLISTER, T. A. Value of sunflower seed in finishing diets of feedlot cattle. **Journal of Animal Science**, 82:2679–2692, 2004.

GRUMMER, R. R.; HATFIELD, M. L.; DENTINE, M. R. Our industry today: Acceptability of fat supplements in four dairy herds. **Journal of Dairy Science**, 73:852–857, 1990.

HARRISON, J. H.; KINCAID, R. L.; MCNAMARA, J. P.; WALTNER, S.; LONEY, K. A.; RILEY, R. E.; CRONRATH, J. D. Effect of whole cottonseeds and calcium salts of long-chain fatty acids on performance of lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, 78:181–193, 1995.

HEINRICH, P. C.; CASTELL, J. V.; ANDUS, T. Interleukin-6 and the acute phase response. **Biochemical Journal**, 265:621-636, 1990.

HESS, B. W.; MOSS, G. E.; RULE, D. C. A decade of developments in the area of fat supplementation research with beef cattle and sheep. **Journal of Animal Science**, 86(E. Suppl.):E188–E204, 2008.

HIGUCHI, H.; KATOH, N.; MIYAMOTO, T.; UCHIDA, E.; YUASA, A.; TAKAHASHI, K. Dexamethasone-induced haptoglobin release by calf liver parenchymal cells. **American Journal of Veterinary Research**, 55:1080–1085, 1994.

HUMBLET M.F.; COGHE, J.; LEKEUX, P.; GODEAU, J.M. Acute phase proteins assessment for an early selection of treatments in growing calves suffering from bronchopneumonia under field conditions. **Research in Veterinary Science**, 77:41-47, 2004.

JOHNSON, R. W. Inhibition of growth by pro-inflammatory cytokines: an integrated view. **Journal of Animal Science**, 75:1244-1255, 1997.

JOHNSON, R. W. Immune and endocrine regulation of food intake in sick animals. **Domestic Animal Endocrinology**, 15: 309-319, 1998.

JOLLY, C. A.; JIANG, Y. H.; CHAPKIN, R. S.; MCMURRAY, D. N. Dietary (n-3) polyunsaturated fatty acids suppress murine lymphoproliferation, interleukin-2 secretion and the formation of diacylglycerol and ceramide. **Journal of Nutrition**, 127:37-43, 1997.

KHANSARI, D. N.; MURGO, A. J.; FAITH, R. E. Effects of stress on the immune system. **Immunology Today**, 11:170-175, 1990.

KLASING, K. C.; KORVER, D. R. Leukocytic cytokines regulate growth rate and composition following activation of the immune system. **Journal of Animal Science**, 75:58-67, 1997.

KRAUSE, K. M.; OETZEL, G. R. Understanding and preventing subacute ruminal acidosis in dairy herds: a review. **Animal Feed Science and Technology**, n.126, p.215-236, 2006.

KUCUK, O.; HESS, B. W.; RULE, D. C. Soybean oil supplementation of a high-concentrate diet does not affect site and extent of organic matter, starch, neutral detergent fiber, or nitrogen digestion, but influences both ruminal metabolism and intestinal flow of fatty acids in limit-fed lambs. **Journal of Animal Science**, 82:2985-2994, 2004.

LESSARD, M.; GAGNON, N.; GODSON, D. L.; PETIT, H. V. Influence of parturition and diets enriched in n-3 or n-6 polyunsaturated fatty acids on immune response of dairy cows during the transition period. **Journal of Dairy Science**, 87:2197-2210, 2004.

LESSARD, M.; GAGNON, N.; PETIT, H. V. Immune response of postpartum dairy cows fed flaxseed. **Journal of Dairy Science**, 86:2647–2657, 2003.

LOERCH, S. C.; FLUHARTY, F. L. Physiological changes and digestive capabilities of newly received feedlot cattle. **Journal of Animal Science**, 77:1113–1119, 1999.

MILES, E. A.; CALDER, P. C. Modulation of immune function by dietary fatty acids. **Proceedings of the Nutrition Society**, 57:277–292, 1998.

MILLEN, D. D.; PACHECO, R. D. L.; ARRIGONI, M. D. B. A snapshot of management practices and nutritional recommendations used by feedlot nutritionists in Brazil. **Journal of Animal Science**, v.87, p.3427-3439, 2009.

NELSON, D. L.; COX, M. M. Lehninger Principles of Biochemistry, 4th ed. W. H. Freeman and Company, New York, NY, 2005.

NGIDI, M. E.; LOERCH, S. C.; FLUHARTY, F. L.; PALMQUIST, D. L. Effects of calcium soaps of long-chain fatty acids on feedlot performance, carcass characteristics and ruminal metabolism of steers. **Journal of Animal Science**, 68:2555–2565, 1990.

OZAKI, K.; LEONARD, W. J. Cytokine and cytokine receptor pleiotropy and redundancy. **Journal of Biological Chemistry**, 277:29355–29358, 2002.

PAVAN, E.; DUCKETT, S. K.; ANDRAE, J. G. Corn oil supplementation to steers grazing endophyte-free tall fescue. I. Effects on in vivo digestibility, performance, and carcass traits. **Journal of Animal Science**, 85:1330–1339, 2007.

PECK, M. D. Interactions of lipids with immune function II: Experimental and clinical studies of lipids and immunity. **Journal of Nutritional Biochemistry**, 5:514-521, 1994.

PEPYS, M. B.; BALTZ, M. L. Acute phase proteins with special reference to C-reactive protein and related proteins (pentaxins) and serum amyloid A protein. **Advances in Immunology**, 34:141-212, 1983.

QIU, X.; ARTHINGTON, J. D.; RILEY, D. G.; CHASE JR., C. C.; PHILLIPS, W. A.; COLEMAN, S. W.; OLSON, T. A. Genetic effects on acute phase protein response to the stresses of weaning and transportation in beef calves. **Journal of Animal Science**, 85:2367–2374, 2007.

RADOSTITS, O. M.; GAY, C. C.; BLOOD, D. C.; HINCHCLIFF, K. W.; CONSTABLE, P. D. Veterinary medicine. 10.ed. USA: Saunders, p. 935-946, 2007.

SAPOLSKY, R. M.; ROMERO, L. M.; MUNCK, A. U. How do glucocorticoids influence stress responses? Integrating permissive, suppressive, stimulatory, and preparative actions. **Endocrine Reviews**, 21:55–89, 2000.

SCHMITZ, G.; ECKER, J. The opposing effects of n-3 and n-6 fatty acids. **Progress in Lipid Research**, 47:147–155, 2008.

SELYE, H. Stress in Health and Disease. Butterworth Inc., Boston, MA, 1976.

SIMAS, J. M.; HUBER, J. T.; WU, Z.; CHEN, K. H.; CHAN, S. C.; THEURER, C. B.; SWINGLE, R. S. Influence of steam-flaked sorghum grain and supplemental fat on performance of dairy cows in early lactation. **Journal of Dairy Science**, 78:1526–1533, 1995.

SOETHOUT E.C.; RUTTEN, V.P.; HOUWERS, D.J.; DE GROOT, H.S.; ANTONIS, A.F.; NIEWOLD, T.A.; MULLER, K.E. Alpha4-integrin (CD49d) expression on bovine peripheral blood neutrophils is related to inflammation of the respiratory system. **Veterinary Immunology and Immunopathology**, 93:21- 29, 2003.



SVENSSON C.; LIBERG, P.; HULTGREN, J. Evaluating the efficacy of serum haptoglobin concentration as an indicator of respiratory-tract disease in dairy calves. *Veterinary Journal* available online Aug 30, doi:10.1016/j.tvjl.2006.07.009, 2006.

THACKER, E. Inflammation bovine respiratory disease. *Advances in lung protection therapy – Proceedings of a Symposium Presented at the XXVth Jubilee Word Buiatrics Congress.* p.23-31, 2008.

TURNBULL, A. V.; RIVIER, C. L. Regulation of the hypothalamicpituitary-adrenal axis by cytokines: actions and mechanisms of action. ***American Physiological Society***, 79:1–71, 1999.

WILLIAMS, P.; GREEN, L. Associations between lung lesions and grade and estimated daily live weight gain in bull beef at slaughter. ***Cattle Practice***, v.3, n.15, p.245-249, 2008.

YAQOOB, P.; CALDER, P. C. Fatty acids and immune function: New insights into mechanisms. ***British Journal of Nutrition***, 98(Suppl. 1):S41–S45, 2007.

YOSHINO, K.; KATOH, N.; TAKAHASHI, K.; YUASA, A. Possible involvement of protein kinase C with induction of haptoglobin in cows by treatment with dexamethasone and by starvation. ***American Journal of Veterinary Research***, 54:689–694, 1993.

YOUNG, C.R.; WITTUM, T.E.; STANKER, L.H.; PERINO, L.J.; GRIFFIN, D.D.; LITTLEDIKE, E.T. Serum haptoglobin concentrations in a population of feedlot cattle. ***American Journal of Veterinary Research***, 57:138-141, 1996.

ZINN, R. A. Comparative feeding value of supplemental fat in finishing diets for feedlot steers supplemented with and without monensin. ***Journal of Animal Science***, 66:213–227, 1988.

ZINN, R. A. Influence of level and source of dietary fat on its comparative feeding value in finishing diets for feedlot steers: Feedlot cattle growth and performance. **Journal of Animal Science**, 67:1038–1049, 1989.

## **CAPÍTULO 2**

**Desempenho e características de carcaça de bovinos Nelore confinados após pré-condicionamento, alimentados com diferentes fontes de ácidos graxos poli-insaturados**

**RESUMO:** O objetivo neste estudo foi avaliar os efeitos da adição de fontes de lipídeos naturais e protegidos da degradação ruminal na dieta de bovinos Nelore durante o período pré-condicionamento e confinamento no desempenho e características de carcaça. Foram utilizados cento e vinte bovinos, machos, não castrados, da raça Nelore ( $366,9 \pm 28,7$  kg) de aproximadamente 24 meses, provenientes de sistema de recria em pasto. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, composto por três dietas caracterizando os tratamentos: (CONTR) sem fonte adicional de lipídeo, (GDESP) com fonte de lipídeo natural a base de coprodutos do algodão (torta de algodão), e (GPROT) com fonte de lipídeo protegido rico em ácidos graxos poli-insaturados. O estudo foi dividido em duas fases: pré-condicionamento, 30 dias antes do transporte, com os animais mantidos em pasto recebendo suplementação a base de grãos com adição ou não de fonte de lipídeo conforme os tratamentos; e confinamento. Antes do embarque, os animais foram pesados e logo depois transportados por aproximadamente 16 horas. No confinamento, os animais foram mantidos em 24 baias com cinco animais por baia, sendo que cada tratamento foi composto por oito baias, consideradas as unidades experimentais, e pesados a cada 21 dias. O uso de torta de algodão (GDESP) proporcionou maiores ganhos de peso na fase de pré-condicionamento. Contudo, os animais suplementados com lipídios protegidos (GPROT) durante o período de confinamento apresentaram desempenho semelhante (peso vivo final, ganho de peso diário, conversão e eficiência alimentar) aos animais do

tratamento GDESP, porém menor ingestão de massa seca foi observada em animais alimentados com GPROT em relação àqueles que consumiram GDESP. As fontes de lipídios não tiveram influência sobre as características de carcaça. Lipídios na dieta, independente da fonte, melhoram o desempenho de bovinos Nelore em confinamento. A suplementação com dieta a base de torta de algodão na fase de pré-condicionamento de bovinos Nelore em pasto proporciona maiores ganhos de peso.

**Palavras chave:** gordura protegida, ingestão, torta de algodão, adaptação.

**Performance and carcass characteristics of feedlot Nelore cattle after preconditioning, fed different sources of polyunsaturated fatty acids**

**ABSTRACT.** The aim of this study was to evaluate the effects of adding sources of natural lipids and rumen-protected PUFA to the diet of Nelore cattle in the preconditioning and feedlot periods on performance and carcass characteristics. One hundred and twenty 24-mo-old Nelore yearling bulls were used ( $366.9 \pm 28.7$  kg), coming from rearing on pasture system. The experimental design was completely randomized, consisting of three diets according to the treatments: (CONTR) without additional source of lipid, (GDESP) with source of natural lipid based on co-products from cotton (cottonseed cake), and (GPROT) with rumen-protected lipid source rich in polyunsaturated fatty acids. The study was divided into two phases: pre-conditioning, 30 days before shipping, the animals were kept on pasture receiving supplement just described with or without lipid source according to the treatments; and feedlot. Prior to shipment, the animals were weighed and transported approximately for 16 hours. In feedlot, animals were kept in 24 pens with five animals per pen, 8 pens per treatment, which were considered the experimental units, and weighed every 21 days. The use of cottonseed cake (GDESP) led to greater weight gains during preconditioning. However, animals supplemented with GPROT during the feedlot period presented similar performance (final body weight, average daily gain, feed conversion and efficiency) to animals that consumed GDESP treatment, but lower intake of dry matter was observed in the GPROT treatment compared GDESP. The fat sources did not influence carcass characteristics. Lipids in the diet, regardless of source, improved performance of Nelore

cattle in feedlot. Supplementation with diet based on cottonseed cake during preconditioning of Nellore cattle on pasture leads to greater weight gains.

**Keywords:** rumen-protected fat, intake, cottonseed cake, adaptation.

## INTRODUÇÃO

A pecuária nacional vem passando por transformações nos últimos anos, principalmente em seu sistema de produção, ocorrendo maior intensificação do processo por meio do aumento do uso de confinamentos, gerando maior produtividade e, consequentemente, lucro ao pecuarista.

Contudo, alguns processos, que antecedem o período de confinamento, como transporte e entrada ao confinamento, necessitam atenção. Estes eventos levam a alterações fisiológicas, nutricionais e imunológicas que afetam a saúde e o desempenho dos animais no confinamento (Loerch e Fluharty, 1999). Protocolos de dietas, principalmente com o uso de gorduras protegidas tem sido alvo de novas pesquisas, possibilitando maior eficiência nos sistemas de produção, possibilitando que o animal apresente melhores condições para enfrentar situações de estresse durante o processo de comercialização.

No Brasil, o gado geralmente é transportado por longas distâncias, agravante para condições do animal na chegada ao confinamento, sendo o estresse de transporte responsável por afetar desempenho no confinamento. O fornecimento de ácidos graxos protegidos da degradação ruminal, ricos em ácidos poli-insaturados, durante período anterior ao transporte, promovendo melhor adaptação do ingrediente no consumo do alimento, reduzindo problemas de aceitabilidade (Zinn, 1988, 1989; Grummer et al., 1990), como também durante o período de confinamento, ameniza os efeitos do estresse sobre desempenho, favorecendo as condições do animal, principalmente pela modulação do sistema imune (Cooke et al. 2010; Cooke et al. 2011).

Devido à carência de estudos relacionados com o pré-condicionamento ao confinamento de bovinos Nelore, o objetivo deste trabalho foi avaliar os efeitos da



adição de fontes de lipídeos naturais (provenientes de coprodutos de algodão) e protegidos (Megalac<sup>®</sup>-E, com os ácidos graxos essenciais, linolênico e linoleico) na dieta de bovinos Nelore confinados no desempenho e características de carcaça após período de pré-condicionamento.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

O estudo foi conduzido na Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, UNESP – Universidade Estadual Paulista, Campus de Botucatu, nas instalações da Fazenda Edgárdia e do confinamento experimental do Departamento de Melhoramento e Nutrição Animal, conforme normas do comitê de ética (protocolo nº 34/2011 CEUA).

### ***Delineamento Experimental***

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, composto por três dietas caracterizando os tratamentos: (CONTR) sem fonte adicional de lipídeo, (GDESP) com fonte de lipídeos proveniente de coprodutos do algodão, e (GPROT) com fonte de lipídeo protegido da degradação ruminal, rico em ácidos graxos poli-insaturados. O estudo foi dividido em duas fases: pré-confinamento e confinamento, mantendo-se os tratamentos na segunda fase. No confinamento, cada tratamento consistiu de 8 baias (5 animais/baia), sendo estas consideradas as unidades experimentais para as variáveis do estudo.

### ***Animais, instalações e dietas***

Foram utilizados 120 animais machos não castrados da raça Nelore, com peso vivo médio inicial de  $366,9 \pm 28,7$  kg e provenientes de recria em sistema de pastejo

contínuo com pastos formados por *Urochloa brizantha* syn. *Brachiaria brizantha* cv. Marandú, com oferta total de forragem de 3.130 kg. Na primeira fase, 30 dias antes do transporte para o confinamento, os animais foram pesados em jejum de 16 horas e distribuídos aleatoriamente nos tratamentos que consistiram de três suplementos à base de grãos: (CONTR) sem fonte adicional de lipídeo, (GDESP) com fonte de lipídeo proveniente de coprodutos do algodão, e (GPROT) com fonte de lipídeo protegido da degradação ruminal rico em ácidos graxos poli-insaturados (Megalac-E<sup>®</sup>, Arm & Hamer, Química Geral do Nordeste, Rio de Janeiro/RJ, Brasil). A ingestão do suplemento foi limitada a 2,32; 2,15 e 2,00 quilogramas por dia para os tratamentos CONTR, GDESP e GPROT respectivamente (Tabela 1), isoprotéicos, sendo prontamente e completamente consumidos pelos animais.

Cada tratamento foi fornecido em um único piquete (40 animais cada), com a intenção apenas de verificar o ganho de peso e prepara-los para posterior transporte para o confinamento.

Ao final deste período os animais foram pesados sem jejum (para não agravar a condição dos animais devido a somatória de jejum com tempo de transporte) e descontados 4% do peso vivo cheio para obtenção do ganho de peso. Os animais foram carregados em caminhões tipo truck (20 animais por caminhão) e transportados por aproximadamente 16 horas até o confinamento experimental do Departamento de Melhoramento e Nutrição Animal da FMVZ, UNESP, Botucatu, onde iniciou a fase de confinamento.

Na segunda fase, após o desembarque no confinamento, os animais foram pesados novamente (em jejum proporcionado pelo transporte), distribuídos de acordo com os tratamentos, sendo mantidos com lotação de cinco animais por baia (10m<sup>2</sup> por animal e

1m de cocho por animal). As dietas foram formuladas segundo o sistema Large Ruminant Nutrition System (LRNS) 1.0.12, nível 2, cujos níveis estão apresentados na Tabela 2, e foram compostas de bagaço de cana-de-açúcar *in natura*, feno de capim *coast cross* (período de adaptação), grãos de milho úmidos, polpa cítrica, farelo de amendoim, uréia, suplemento mineral, torta de algodão e gordura poli-insaturada inerte no rúmen (os dois últimos alimentos apenas para os tratamentos com a inclusão do produto) e formuladas para atender os mesmos níveis de proteína. Foi adotado protocolo de adaptação gradual às dietas (em “escada”), dividido em três dietas (55, 65 e 75% de concentrado), cada uma sendo fornecida durante cinco dias, exceto a primeira, fornecida por quatro dias, totalizando 14 dias de adaptação, até atingir o nível de concentrado desejado para a dieta de terminação (85%).

Os animais foram alimentados à vontade duas vezes ao dia (8 e 15h) com água constante em bebedouros tipo australiano.

**Tabela 1.** Composição dos suplementos oferecidos aos animais durante a primeira fase (pré-condicionamento).

| <i>Tratamentos</i>                  | <i>CONTR</i> | <i>GDESP</i> | <i>GPROT</i> |
|-------------------------------------|--------------|--------------|--------------|
| <b><i>Ingredientes (%MS)</i></b>    |              |              |              |
| Milho grão quebrado                 | 47,41        | 45,52        | -            |
| Casca de soja                       | 25,86        | -            | 68,50        |
| Farelo de amendoim                  | 19,87        | -            | 19,00        |
| Torta de algodão                    | -            | 47,84        | -            |
| <i>Megalac-E®</i>                   | -            | -            | 7,50         |
| Suplemento mineral <sup>1</sup>     | 5,04         | 5,02         | 5,00         |
| Calcário                            | 1,81         | 1,63         | -            |
| <b><i>Conteúdo nutricional*</i></b> |              |              |              |
| NEg, Mcal/kg                        | 1,30         | 1,34         | 1,35         |
| PB, %                               | 17,5         | 17,5         | 17,5         |
| NDT, %                              | 82           | 82           | 82           |
| EE, %                               | 3,0          | 7,2          | 7,9          |
| Cálcio, %                           | 1,51         | 1,50         | 1,53         |
| Fósforo, %                          | 0,40         | 0,78         | 0,25         |

*CONTR.* - dieta controle (2,32 kg/dia); *GDESP* – dieta com gordura proveniente da torta de algodão (2,15 kg/dia); *GPROT* – dieta com adição de fonte de ácidos graxos poli-insaturados protegidos no rúmen (2,0 kg/dia de suplemento). \* Valores estimados pelo LRNS 1.0.12. <sup>1</sup>Níveis de garantia: Ca 16,0%; P 2,4%; Na 5,9%; S 2,8%; Mg 0,5%; Zn 1680 ppm; Mn 1120 ppm; Cu 560 ppm; I 28 ppm; Se 5,6 ppm; Co 8,23 ppm e Vit. A 73920 UI; Monensina 1000 ppm.

**Tabela 2.** Composição e conteúdo nutricional das dietas oferecidas aos animais durante a segunda fase (confinamento).

| Dietas <sup>1</sup>                     | Adapt. I |       |       | Adapt. II |       |       | Adapt. III |       |       | Terminação |       |
|-----------------------------------------|----------|-------|-------|-----------|-------|-------|------------|-------|-------|------------|-------|
|                                         | CONTR    | GDESP | GPROT | CONTR     | GDESP | GPROT | CONTR      | GDESP | GPROT | CONTR      | GDESP |
| Período (dias)                          |          | 4     |       |           | 5     |       |            | 5     |       |            | 70    |
| Níveis de concentrado (%)               |          | 55    |       |           | 65    |       |            | 75    |       |            | 85    |
| <b>Tratamentos</b>                      | CONTR    | GDESP | GPROT | CONTR     | GDESP | GPROT | CONTR      | GDESP | GPROT | CONTR      | GDESP |
| <b>Ingredientes (%MS)</b>               |          |       |       |           |       |       |            |       |       |            |       |
| Bagaço de cana cru                      | 15,20    | 15,20 | 15,13 | 15,94     | 15,10 | 15,84 | 15,20      | 15,00 | 15,63 | 15,50      | 14,85 |
| Feno de <i>coast cross</i>              | 29,32    | 29,34 | 29,39 | 18,84     | 19,40 | 19,33 | 10,13      | 9,60  | 9,79  | -          | -     |
| Grão úmido de milho                     | 26,48    | 23,35 | 25,82 | 33,33     | 31,37 | 34,39 | 40,52      | 42,34 | 41,96 | 50,29      | 53,12 |
| Polpa Cítrica                           | 8,21     | 3,53  | 7,13  | 12,61     | 5,81  | 8,77  | 16,46      | 7,70  | 13,46 | 21,37      | 10,08 |
| Farelo de amendoim                      | 18,00    | 10,56 | 17,83 | 16,20     | 8,48  | 16,74 | 14,56      | 6,05  | 14,17 | 9,43       | -     |
| Torta de algodão                        | -        | 15,23 | -     | -         | 16,84 | -     | -          | 16,24 | -     | -          | 18,64 |
| <i>Megalac-E®</i>                       | -        | -     | 1,84  | -         | -     | 1,93  | -          | -     | 1,83  | -          | -     |
| Uréia                                   | 0,46     | 0,49  | 0,52  | 0,58      | 0,52  | 0,53  | 0,63       | 0,71  | 0,72  | 0,95       | 0,98  |
| Suplemento Mineral <sup>2</sup>         | 2,33     | 2,30  | 2,34  | 2,50      | 2,47  | 2,47  | 2,49       | 2,37  | 2,45  | 2,46       | 2,33  |
| <b>Conteúdo nutricional<sup>1</sup></b> |          |       |       |           |       |       |            |       |       |            |       |
| MS, %                                   | 76       | 76    | 76    | 74        | 75    | 74    | 73         | 73    | 73    | 71         | 71    |
| Proteína Bruta, %                       | 16,0     | 16,0  | 16,0  | 15,5      | 15,5  | 15,5  | 15,0       | 15,0  | 15,0  | 13,7       | 13,7  |
| Extrato etéreo, %                       | 2,7      | 4,0   | 4,2   | 3,0       | 4,3   | 4,6   | 3,2        | 4,7   | 4,8   | 3,6        | 5,3   |
| FDN, %                                  | 38,3     | 42,6  | 37,4  | 30,8      | 35,9  | 30,5  | 24,2       | 28,1  | 23,6  | 17,0       | 21,4  |
| FDNef, %                                | 33       | 35    | 33    | 26        | 28    | 27    | 20         | 21    | 20    | 13         | 14    |
| NDT, %                                  | 69       | 68    | 70    | 72        | 71    | 75    | 75         | 75    | 77    | 80         | 80    |
| NEg, Mcal/kg                            | 1,00     | 0,97  | 1,03  | 1,09      | 1,06  | 1,14  | 1,18       | 1,18  | 1,23  | 1,29       | 1,29  |
| CNF, %                                  | 40       | 34    | 39    | 47        | 41    | 46    | 54         | 49    | 53    | 63         | 57    |
| Cálcio, %                               | 0,77     | 0,66  | 0,91  | 0,85      | 0,70  | 0,93  | 0,89       | 0,69  | 0,98  | 0,94       | 0,68  |
| Fósforo, %                              | 0,34     | 0,44  | 0,33  | 0,34      | 0,46  | 0,34  | 0,34       | 0,45  | 0,33  | 0,32       | 0,46  |

CONTR - dieta controle; GDESP -dieta com gordura proveniente da torta de algodão; GPROT – dieta com adição de fonte de ácidos graxos poli-insaturados protegidos no rúmen (*Megalac-E®*). <sup>1</sup>Conteúdo nutricional em porcentagem da matéria seca (valores de acordo com formulação pelo LRNS 1.0.12.) <sup>2</sup>Níveis de garantia: Ca 16,0%; P 2,4%; Na 5,9%; S 2,8%; Mg 0,5%; Zn 1680 ppm; Mn 1120 ppm; Cu 560 ppm; I 28 ppm; Se 5,6 ppm; Co 8,23 ppm e Vit. A 73920 UI; Monensina 1000 ppm.

### ***Manejo da ingestão e desempenho produtivo dos animais***

O consumo de massa seca foi medido para cada baia por meio da pesagem do alimento fornecido diariamente. A pesagem da sobra foi efetuada todos os dias antes do trato da manhã, fazendo-se, posteriormente, a média de consumo por animal. A determinação da matéria seca da dieta total foi efetuada todos os dias para obter o consumo diário em quilos de massa seca. Os dados de consumo de massa seca também foram expressos em porcentagem do peso vivo.

No início do período de confinamento, todos os animais foram pesados logo após a chegada ao confinamento, após jejum (sólidos e líquidos) de 16 horas promovido durante o tempo de transporte. As demais pesagens foram efetuadas a cada 21 dias após jejum de sólidos de 16 horas. Dessa forma, foi calculado ao final do experimento o ganho de peso diário dos animais utilizando-se valores que foram obtidos na pesagem inicial e final durante o confinamento. As pesagens intermediárias serviram para monitorar o ganho diário de peso vivo e para ajustar as porcentagens dos ingredientes da dieta, quando necessário. A conversão alimentar foi calculada pela divisão do consumo de massa seca total pelo ganho de peso vivo total durante o experimento.

Os animais foram abatidos com peso vivo final médio de 491 kg, com critério de abate de 84 dias, em frigorífico comercial, atendendo procedimentos de abate humanitário, obedecendo o fluxo do estabelecimento segundo o Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal (RIISPOA).

### ***Custo do ganho e características de carcaça***

A avaliação do custo de ganho de peso foi com base no custo para cada animal ganhar um quilo de peso vivo durante o confinamento, comparando-se os três

tratamentos utilizados neste experimento (Controle, GDESP e GPROT). O custo do ganho foi calculado conforme a seguinte fórmula:

$$\text{Custo do Ganho (R\$)} = \frac{\text{Ingestão de MS (kg)} \times \text{Custo/kg de MS da Dieta (R\$)}}{\text{Ganho de Peso Vivo Diário (kg)}}$$

Ao final do experimento, área de olho de lombo e espessuras de gordura subcutânea e de garupa foram mensuradas por meio da avaliação por ultrassom, segundo a metodologia proposta por Perkins (1992), utilizando-se unidade de ultrassom veterinário “PIE MEDICAL – Scanner 200”, com sonda “Sector Curved Array Scanner”, modelo 51B04UM02 e óleo vegetal como acoplante acústico, para verificar o desenvolvimento do tecido adiposo subcutâneo (EGS) e área de olho de lombo (AOL) sobre o músculo *Longissimus* (contrafilé), entre as 12<sup>a</sup> e 13<sup>a</sup> costelas.

O rendimento de carcaça foi calculado a partir do peso da carcaça quente dividido pelo peso vivo final do animal. A proporção de gordura visceral foi estabelecida pela divisão do peso da gordura presente nos rins e pelve pelo peso da carcaça quente.

### ***Análise estatística***

O delineamento experimental adotado foi inteiramente casualizado, sendo que na segunda fase (confinamento) as baias foram consideradas as unidades experimentais para as variáveis deste estudo. Foram realizados testes de normalidade e de heterogeneidade de variâncias antes de se proceder a análise de variância. Os dados foram analisados utilizando-se o PROC MIXED do SAS (2003). O modelo estatístico usado para as análises de desempenho, custo do ganho e características de carcaça contem os efeitos fixos do tratamento. Os dados foram analisados usando baia (tratamento) como efeito aleatório. O peso vivo inicial no período de pré-confinamento

foi utilizado como co-variável na análise. Resultados foram considerados significantes a  $P < 0,05$ .

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Na Tabela 3 encontram-se os resultados de desempenho de bovinos Nelore, após período de 30 dias de condicionamento, antes de serem encaminhados ao confinamento, e desempenho após transporte, já na fase de confinamento, onde permaneceram 84 dias.

**Tabela 3.** Desempenho de bovinos Nelore durante fase de pré-confinamento e confinamento, suplementados com diferentes fontes de gordura.

|                                    | Tratamentos <sup>1</sup> |                     |                      | EPM <sup>2</sup> | Valor de P |
|------------------------------------|--------------------------|---------------------|----------------------|------------------|------------|
|                                    | CONTR                    | GDESP               | GPROT                |                  |            |
| Fase de pré-confinamento (30 dias) |                          |                     |                      |                  |            |
| Peso Vivo Inicial, kg              | 366,66 <sup>ab</sup>     | 369,09 <sup>a</sup> | 365,02 <sup>b</sup>  | 1,08             | 0,004      |
| Peso Vivo Final, kg                | 370,91 <sup>b</sup>      | 376,68 <sup>a</sup> | 369,30 <sup>c</sup>  | 0,52             | <,0001     |
| Ganho de Peso Total, kg            | 4,25 <sup>b</sup>        | 7,58 <sup>a</sup>   | 4,28 <sup>b</sup>    | 0,96             | 0,002      |
| Ganho de Peso Diário, kg           | 0,14 <sup>b</sup>        | 0,25 <sup>a</sup>   | 0,14 <sup>b</sup>    | 0,03             | 0,002      |
| Fase de confinamento (84 dias)     |                          |                     |                      |                  |            |
| Peso Vivo Inicial, kg              | 358,78 <sup>b</sup>      | 362,40 <sup>a</sup> | 352,07 <sup>c</sup>  | 1,00             | <,0001     |
| Perda de peso no transporte, kg    | 12,13                    | 15,82               | 16,83                | 1,40             | 0,081      |
| Perda de peso no transporte, %     | 3,27                     | 4,20                | 4,56                 | 0,37             | 0,081      |
| Peso Vivo Final, kg                |                          |                     |                      |                  |            |
| 0-21                               | 403,55 <sup>a</sup>      | 406,83 <sup>a</sup> | 396,73 <sup>b</sup>  | 1,40             | <,0001     |
| 0-42                               | 433,62 <sup>b</sup>      | 449,61 <sup>a</sup> | 435,23 <sup>b</sup>  | 3,74             | 0,0002     |
| 0-63                               | 465,87 <sup>b</sup>      | 485,98 <sup>a</sup> | 470,66 <sup>b</sup>  | 4,75             | 0,0004     |
| 0-84                               | 487,76 <sup>b</sup>      | 506,37 <sup>a</sup> | 493,81 <sup>ab</sup> | 3,65             | 0,005      |
| Ganho de Peso Diário, kg           |                          |                     |                      |                  |            |
| 0-21                               | 2,13                     | 2,19                | 2,13                 | 0,11             | 0,821      |
| 0-42                               | 1,78 <sup>b</sup>        | 2,11 <sup>a</sup>   | 1,98 <sup>ab</sup>   | 0,08             | 0,001      |
| 0-63                               | 1,70 <sup>b</sup>        | 1,98 <sup>a</sup>   | 1,88 <sup>ab</sup>   | 0,07             | 0,001      |
| 0-84                               | 1,53 <sup>b</sup>        | 1,73 <sup>a</sup>   | 1,69 <sup>a</sup>    | 0,04             | 0,008      |
| IMS, kg                            |                          |                     |                      |                  |            |
| 0-21                               | 8,40 <sup>b</sup>        | 8,90 <sup>a</sup>   | 8,38 <sup>b</sup>    | 0,16             | 0,004      |
| 0-42                               | 9,29 <sup>b</sup>        | 10,24 <sup>a</sup>  | 9,42 <sup>b</sup>    | 0,23             | 0,0009     |
| 0-63                               | 9,42 <sup>b</sup>        | 10,63 <sup>a</sup>  | 9,65 <sup>b</sup>    | 0,25             | 0,0002     |
| 0-84                               | 9,71 <sup>b</sup>        | 10,70 <sup>a</sup>  | 9,83 <sup>b</sup>    | 0,18             | 0,002      |
| IMS, % do PV                       |                          |                     |                      |                  |            |
| 0-21                               | 2,20 <sup>b</sup>        | 2,32 <sup>a</sup>   | 2,24 <sup>ab</sup>   | 0,04             | 0,018      |
| 0-42                               | 2,34 <sup>b</sup>        | 2,52 <sup>a</sup>   | 2,39 <sup>b</sup>    | 0,05             | 0,003      |
| 0-63                               | 2,28 <sup>b</sup>        | 2,51 <sup>a</sup>   | 2,34 <sup>b</sup>    | 0,05             | 0,0004     |
| 0-84                               | 2,29 <sup>b</sup>        | 2,47 <sup>a</sup>   | 2,32 <sup>b</sup>    | 0,03             | 0,004      |
| Conversão Alimentar                |                          |                     |                      |                  |            |
| 0-21                               | 4,06                     | 4,09                | 3,97                 | 0,19             | 0,785      |
| 0-42                               | 5,24 <sup>a</sup>        | 4,85 <sup>b</sup>   | 4,80 <sup>b</sup>    | 0,15             | 0,017      |
| 0-63                               | 5,56                     | 5,36                | 5,16                 | 0,16             | 0,061      |
| 0-84                               | 6,34 <sup>a</sup>        | 6,18 <sup>ab</sup>  | 5,84 <sup>b</sup>    | 0,11             | 0,012      |
| Eficiência Alimentar               |                          |                     |                      |                  |            |
| 0-21                               | 0,248                    | 0,245               | 0,253                | 0,010            | 0,765      |
| 0-42                               | 0,191 <sup>b</sup>       | 0,206 <sup>ab</sup> | 0,209 <sup>a</sup>   | 0,006            | 0,019      |
| 0-63                               | 0,180                    | 0,187               | 0,194                | 0,005            | 0,054      |
| 0-84                               | 0,158 <sup>b</sup>       | 0,162 <sup>ab</sup> | 0,171 <sup>a</sup>   | 0,002            | 0,010      |

<sup>1</sup> CONTR - dieta controle; GDESP –dieta com gordura proveniente da torta de algodão; GPROT – dieta com adição de fonte de ácidos graxos poli-insaturados protegidos no rúmen (Megalac-E®). <sup>2</sup>Erro padrão médio.

<sup>a,b,c</sup> Médias na mesma linha com diferentes sobrescritos diferem (P<0,05).



Na primeira etapa do estudo, fase de pré-confinamento, o peso vivo inicial apresentou diferença estatística entre os animais dos tratamentos GDESP e GPROT, com valor maior para GDESP. O grupo Controle não diferiu dos demais tratamentos. A heterogeneidade dos lotes contribuiu para essas diferenças, contudo, não havia condições de dividir os lotes em blocos na fazenda devido às estruturas, fator somado a casualização do delineamento.

Maior peso vivo final foi observado para GDESP, seguido do tratamento Controle e o tratamento GPROT apresentando menor peso final. Diferenças no peso vivo final estão relacionadas a diferentes ganhos de peso, além das diferenças nos pesos iniciais. Devido às diferenças de peso vivo inicial, este foi utilizado como co-variável para ganho de peso. Não houve diferença entre os tratamentos Controle e GPROT para ganho de peso diário (kg). Contudo, os animais do tratamento GDESP apresentaram maior ganho de peso em relação aos demais grupos. Alguns fatores podem estar relacionados às diferenças entre os ganhos de peso dos animais do tratamento GDESP em relação aos demais animais, principalmente relacionados ao consumo de forragem. Contudo, não foi possível calcular o consumo de pastagem no período de pré-confinamento. Uma hipótese seria o menor consumo dos animais do tratamento GPROT devido ao tipo de nutriente incluso no alimento oferecido, no caso a gordura protegida rica em ácidos graxos poli-insaturados, e que pode promover potenciais efeitos sobre a motilidade do intestino e também sobre a saciedade (Drackley et al., 1992; Allen, 2000), podendo ocasionar menor ingestão de alimento.

Segundo Hess et al. (2008) recomenda-se a inclusão de gordura suplementar até 3% da matéria seca da dieta total se o objetivo é maximizar o uso de dietas à base de forragem não prejudicando a digestibilidade ruminal da fibra e o consumo de forragem.

Mesmo com a inclusão de 150 g/cabeça/dia de Megalac-E® no suplemento oferecido pelo tratamento GPROT e a inclusão de torta de algodão no tratamento GDESP, baseando-se em um consumo de pelo menos 8 kg de MS de pastagem, os níveis de gordura das dietas não excederam 3%. Contudo, o consumo de massa seca referente à pastagem não foi avaliada no presente estudo, apesar dos suplementos serem consumidos prontamente por todos os animais e apresentarem em sua composição nutricional mesmos níveis de NDT e PB. Portanto, não é possível concluir que os animais do tratamento GDESP apresentaram melhor ganhos de peso devido ao maior consumo de massa seca de pastagem em relação aos demais tratamentos.

Não houve diferença estatística para perdas de peso no transporte, sinalizando que os animais foram submetidos às mesmas condições durante o processo de transporte, apresentando perdas de peso na ordem de 3,27 a 4,56 %.

O peso vivo inicial da fase de confinamento apresentou diferença estatística ( $P < 0,0001$ ). Animais do tratamento com a adição de lipídios oriundos da torta de algodão (GDESP) iniciaram a fase de confinamento mais pesados em relação aos demais tratamentos. Houve diferença entre os tratamentos controle e GPROT, onde os animais do tratamento com adição de lipídios inertes no rúmen apresentaram menor peso inicial. Porém, aos 42 dias de confinamento, os tratamentos Controle e GPROT apresentaram pesos similares, permanecendo estatisticamente com pesos semelhantes até aos 84 dias. Os animais do tratamento GDESP apresentaram-se mais pesados durante todo confinamento, igualando-se estatisticamente ao GPROT somente aos 84 dias.

A diferença de peso inicial está relacionada ao desempenho diferenciado durante a fase de pré-condicionamento, onde animais do grupo GDESP apresentaram melhor ganho de peso comparados aos demais grupos.

Aos 21 dias de confinamento, foi observado GMD estatisticamente semelhante para todos os tratamentos ( $P=0,821$ ). Ao final do experimento (84 dias), os animais do grupo controle apresentaram menor GMD em relação aos demais tratamentos, sendo que GPROT e GDESP permaneceram semelhantes no ganho de peso diário.

Os animais do tratamento GDESP apresentaram desde o início do experimento até o final, maior IMS (em kg e em porcentagem de peso vivo) em relação aos demais tratamentos, exceto aos 21 dias, onde a IMS (%PV) foi semelhante ao tratamento GPROT. O grupo controle não apresentou diferença em relação ao tratamento GPROT para as variáveis IMS (em kg e em %PV).

De acordo com resultados dos estudos de Aferri et al. (2005), a inclusão de sais de cálcio de ácidos graxos em dietas com elevada proporção de concentrado (81%) para novilhos em confinamento decresceu a ingestão de massa seca em relação à dieta com caroço de algodão, mas não teve efeito sobre o desempenho, sendo resultados similares ao presente estudo, onde, apesar da menor ingestão de massa seca pelos animais do grupo GPROT em relação ao GDESP, não foi observado diferença no ganho de peso diário. Resultados semelhantes foram observados por Sutter et al. (2000), que constataram menor ingestão de massa seca de tourinhos Pardo-Suíço alimentados com gordura protegida (4,7% da MS) em relação ao tratamento controle, não alterando o ganho de peso. Contudo, segundo estudos de Fiorentini (2009), utilizando gordura protegida e fontes de lipídios não protegidos, como grão de soja e óleo de soja, observou que os animais que receberam a dieta contendo gordura protegida

apresentaram maiores ganhos médios diário, em relação aos animais que receberam as demais fontes de lipídios.

Diferenças no consumo de massa 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 massa 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. O maior consumo no tratamento com o uso da torta de algodão pode ser atribuído ao menor aporte energético dessa dieta (Tabela 2) além de maior FDN e menor CNF em relação à dieta com lipídio protegido, que possivelmente foi compensado com maior ingestão pelos animais, visto que a densidade energética da dieta é um importante fator regulatório do consumo (Zinn, 1989). Galyean e Defoor (2003), 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.

Segundo estudos de Chizzotti et al. (2005), a casca de algodão elevou o consumo de matéria seca sem alterar o ganho de peso. A torta de algodão é um coproduto que possui grande quantidade de casca do algodão, o que favorece a homogeneidade da dieta no rúmen e provavelmente maior escape ruminal, e, por consequência, proporciona maior consumo pelos animais (Moore et al., 1990), sendo um dos fatores para maior ingestão observada nos animais tratados com torta de algodão no presente estudo.

Aos 84 dias de confinamento, a conversão e a eficiência alimentar foram melhores nos animais do tratamento GPROT em relação ao controle, porém não diferiu

estatisticamente do tratamento GDESP. O grupo controle permaneceu com os valores semelhantes ao tratamento GDESP para estas variáveis.

Brandt e Anderson (1995), avaliando o uso de dietas contendo gordura na terminação de bovinos em confinamento, encontraram aumento no ganho de peso diário e melhor conversão alimentar. Da mesma forma, Zinn e Shen (1996) também relataram melhor eficiência alimentar em bovinos e concluíram que esse resultado associa-se aos maiores teores de energia metabolizável nos lipídios em relação aos alimentos ricos em carboidratos e proteína. No presente estudo, os níveis de energia da dieta do tratamento GPROT foram maiores em relação à dieta Controle, o que pode ter proporcionado melhor eficiência alimentar para o tratamento com gordura protegida. Contudo, Aferri et al. (2005), alimentando animais em terminação com dietas com alto teor de concentrado: uma sem adição de lipídeos, outra contendo 5% de sais de cálcio de ácidos graxos, e outra com 21% de caroço de algodão, verificaram que o ganho médio diário e a eficiência alimentar não apresentaram diferenças significativas entre os tratamentos. No entanto, Ngidi et al. (1990), avaliando a eficiência alimentar de dietas com ausência ou com a inclusão de 2,4 ou 6% de gordura protegida na dieta, observaram tendência de melhora desta característica com o uso da fonte lipídica.

Na Tabela 5 encontram-se os dados relacionados a características de carcaça de bovinos Nelore após 84 dias de confinamento e alimentados com diferentes fontes de gordura e o custo de alimentação por quilograma de peso vivo ganho durante o período de confinamento.

**Tabela 5.** Características de carcaça e custo/kg de peso vivo de bovinos Nelore com 84 dias de confinamento, alimentados com diferentes fontes de gordura.

|                                    | Tratamentos       |                    |                   | EPM <sup>4</sup> | Valor de P |
|------------------------------------|-------------------|--------------------|-------------------|------------------|------------|
|                                    | Controle          | GDESP              | GPROT             |                  |            |
| <i>Características de carcaça</i>  |                   |                    |                   |                  |            |
| PCQ <sup>1</sup> , kg              | 264,38            | 278,31             | 266,02            | 7,20             | 0,34       |
| Rendimento de carcaça, %           | 54,25             | 54,50              | 55,00             | 0,04             | 0,35       |
| Gordura visceral, kg               | 3,17              | 3,64               | 3,34              | 0,16             | 0,13       |
| Gordura visceral, % PCQ            | 1,20              | 1,32               | 1,26              | 0,06             | 0,40       |
| AOL <sup>2</sup> , cm <sup>2</sup> | 68,98             | 66,98              | 71,80             | 3,13             | 0,32       |
| EGS <sup>3</sup> , mm              | 3,05              | 2,83               | 2,65              | 0,36             | 0,74       |
| Custo/kg de peso vivo, R\$         | 3,04 <sup>b</sup> | 3,09 <sup>ab</sup> | 3,28 <sup>a</sup> | 0,06             | 0,042      |

<sup>1</sup>Peso de carcaça quente; <sup>2</sup>Área de olho de lombo final; <sup>3</sup>Espessura de gordura subcutânea final; <sup>4</sup>Erro padrão médio.

<sup>a,b</sup> Médias na mesma linha com diferentes sobrescritos diferem (P<0,05).

Não foi constatada diferença estatística (P>0,05) para as variáveis relacionadas a características de carcaça. Todos os tratamentos apresentaram valores semelhantes de peso de carcaça quente, rendimento de carcaça, gordura visceral, área de olho de lombo e espessura de gordura subcutânea ao final do experimento.

Resultados similares foram observados por Fiorentini (2009) que avaliou o efeito do grão de soja, gordura protegida (Megalac-E®) e óleo de soja sobre as características das carcaças e a qualidade da carne de novilhas terminadas em confinamento. O autor observou que as fontes lipídicas não influenciaram as características de rendimento de carcaça quente, área de olho de lombo e espessura de gordura subcutânea. Contudo, segundo Oliveira (2010), que trabalhou com dietas sem lipídeo adicional, com grão de soja (moído), caroço de algodão e semente de linhaça, as fontes lipídicas não influenciaram o peso de carcaça quente e fria. No entanto, a dieta contendo grão de soja como fonte de lipídeo proporcionou maior rendimento de carcaça. Jaeger et al. (2004) avaliaram o rendimento e as características de carcaça de bovinos alimentados com dietas com ou sem adição de gordura protegida. Os autores

observaram que os animais que receberam 5,0% de gordura protegida na dieta apresentaram maior área de olho de lombo em relação ao grupo não suplementado.

Em relação ao custo de alimentação para ganho de um quilograma de peso vivo, o tratamento Controle apresentou menor valor em relação ao tratamento GPROT. Porém, o tratamento GDESP foi semelhante, estatisticamente, aos demais tratamentos, apresentando valores intermediários. Resultado este devido ao custo do ingrediente gordura protegida ser maior em relação aos demais, contudo devem-se levar em conta outros benefícios proporcionados pela dieta contendo lipídios protegidos, como melhoria na conversão e eficiência alimentar, além das variações anuais nos custos dos ingredientes, bem como custos no armazenamento (instalações, transporte,...) de ingredientes com maior volume em relação a alimentos mais densos.

## **CONCLUSÕES**

O uso de lipídios protegidos da degradação ruminal não influenciou o ganho de peso no período de pré-confinamento (antes do transporte e entrada no confinamento), diferentemente do observado com o uso de torta de algodão, que proporcionou maiores ganhos de peso. Contudo os animais suplementados com lipídios protegidos durante o período de confinamento apresentaram semelhante desempenho em relação a dietas com o uso de torta de algodão, além de apresentar menor ingestão de massa seca. As fontes de lipídios não apresentaram influência sobre as características de carcaça.

## LITERATURA CITADA

- Aferri, G., P. R. Leme, S. L. Silva, S. M. Putrino, A. S. C. Pereira. 2005. 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.
- Allen, M. S. 2000. Effects of diet on short-term regulation of feed intake by lactating dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 83:1598–1624.
- Araujo, D. B., R. F. Cooke, G. R. Hansen, C. R. Staples, J. D. Arthington. 2010. Effects of rumen-protected polyunsaturated fatty acid supplementation on performance and physiological responses of growing cattle following transportation and feedlot entry. *J. Anim. Sci.* doi:10.2527/jas.2009-2684.
- Bateman, H. G. II, J. N. Spain, and M. R. Ellersieck. 1996. Influence of by-product feeds and tallow on lactation performance of Holstein cows during two seasons. *J. Dairy Sci.* 79:114–120.
- Brandt Junior, R.T., S.J. Anderson. 1995. Use of supplemental fat to optimize net energy intake by feedlot cattle. In: *Proceedings Intake by Feedlot Cattle*. 942p. Stillwater: Oklahoma State University, p.303-311.
- Chizzotti, M. L., S. de C. Valadares Filho, M. I. Leão. 2005. Casca de Algodão em Substituição Parcial à Silagem de Capim-Elefante para Novilhos. 1. Consumo, Degradabilidade e Digestibilidade Total e Parcial. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 36, n. 6, p. 2093-2102.
- Cooke, R. F., D. W. Bohnert, P. Moriel, B. W. Hess, and R. R. Mills. 2011. Effects of polyunsaturated fatty acid supplementation on forage digestibility, performance, and physiological responses of feeder cattle. *J. Anim. Sci.* 89:3677–3689.



- Cooke, R.F., A. B. Scarpa, F.M. Nery, F. N. T. Cooke, D. W Bohnert. 2010. Effects of polyunsaturated fatty acid (PUFA) supplementation on forage intake and digestibility in beef cows. Oregon State University, Beef Research Report. Disponível em: <http://beefcattle.ans.oregonstate.edu>. Acesso em 20/09/2010.
- Cranston, J.J., J.D. Rivera, M.L. Galyean. 2006. Effects of feeding whole cottonseed and cottonseed products on performance and carcass characteristics of finishing beef cattle. *Journal of Animal Science*, v.84, n.9, p.2186-2194.
- Drackley, J. K., T. H. Klusmeyer, A. M. Trusk, J. H. Clark. 1992. Infusion of long-chain fatty acids varying in saturation and chain length into the abomasum of lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 75:1517–1526.
- Fiorentini, G. 2009. Fontes lipídicas na terminação de novilhas. 73 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2009.
- Galyean, M. L., P. J. Defoor. 2003. Effects of roughage source and level on intake by feedlot cattle. *Journal of Animal Science*, v. 81, n. 14, p. E8-16E.
- Gibb, D. J., F. N. Owens, P. S. Mir, Z. Mir, M. Ivan, and T. A. McAllister. 2004. Value of sunflower seed in finishing diets of feedlot cattle. *J. Anim. Sci.* 82:2679–2692.
- Grummer, R. R., M. L. Hatfield, and M. R. Dentine. 1990. Our industry today: Acceptability of fat supplements in four dairy herds. *J. Dairy Sci.* 73:852–857.
- Harrison, J. H., R. L. Kincaid, J. P. McNamara, S. Waltner, K. A. Loney, R. E. Riley, and J. D. Cronrath. 1995. Effect of whole cottonseeds and calcium salts of long-chain fatty acids on performance of lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.* 78:181–193.
- Hess, B. W., G. E. Moss, D. C. Rule. 2008. A decade of developments in the area of fat supplementation research with beef cattle and sheep. *Journal of Animal Science*, 86(E. Suppl.):E188–E204.

- Jaeger, S. M. P., A.R. Dutra, J.C. Pereira. 2004. Características da carcaça de bovinos de quatro grupos genéticos submetidos a dietas com ou sem adição de gordura protegida. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.33, n.6, p.1876-1887, (supl.1).
- Loerch, S. C., F. L. Fluharty. 1999. Physiological changes and digestive capabilities of newly received feedlot cattle. *J. Anim. Sci.* 77:1113–1119.
- Moore, J. A., M. H. Poore, and R. S. Swingle. 1990. Influence of roughage source on kinetics of digestion and passage, and on calculated extents of ruminal digestion in beef steers fed 65% concentrate diets. *J. Anim. Sci.* 68:3412-3420.
- Ngidi, M. E., S. C. Loerch, F. L. Fluharty, D. L. Palmquist. 1990. Effects of calcium soaps of long-chain fatty acids on feedlot performance, carcass characteristics and ruminal metabolism of steers. *J. Anim. Sci.* 68:2555–2565.
- Oliveira, D. M. 2010. Características de carcaça e qualidade da carne de novilhos zebuínos recebendo diferentes grãos de oleaginosas. 107 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2010.
- Pavan, E., S. K. Duckett, and J. G. Andrae. 2007. Corn oil supplementation to steers grazing endophyte-free tall fescue. I. Effects on in vivo digestibility, performance, and carcass traits. *J. Anim. Sci.* 85:1330–1339.
- Perkins, T.L. The use of real time, linear array ultrasound techniques to predict final carcass composition in beef cattle. Ames: Texas Tech University, 1992.
- Simas, J. M., J. T. Huber, Z. Wu, K. H. Chen, S. C. Chan, C. B. Theurer, and R. S. Swingle. 1995. Influence of steam-flaked sorghum grain and supplemental fat on performance of dairy cows in early lactation. *J. Dairy Sci.* 78:1526–1533.
- Sutter, F., M. M. Casutt, D.A. Ossowski. 2000. Comparative evaluation of rumen-protected fat, coconut oil and various oilseeds supplemented to fattening bulls. 1.

Effects on growth, carcass and meat quality. *Archives of Animal Nutrition*, v.53, p.1-23.

Zinn, R. A., Y. Shen. 1996. Interaction of dietary calcium and supplemental fat on digestive function and growth performance in feedlot steers. *Journal of Animal Science*, v.74, n.8, p.2303-2309.

Zinn, R. A. 1988. Comparative feeding value of supplemental fat in finishing diets for feedlot steers supplemented with and without monensin. *J. Anim. Sci.* 66:213–227.

Zinn, R. A. 1989. Influence of level and source of dietary fat on its comparative feeding value in finishing diets for feedlot steers: Feedlot cattle growth and performance. *J. Anim. Sci.* 67:1038–1049.

### **CAPÍTULO 3**

**Resposta imunológica e incidência de enfermidades em bovinos Nelores confinados alimentados com fontes de ácidos graxos poli-insaturados**

**RESUMO:** O objetivo neste estudo foi avaliar os efeitos da adição de fontes de lipídeos naturais e protegidos da degradação ruminal na dieta de bovinos Nelore no período pré-condicionamento e confinamento nas concentrações plasmáticas de proteínas de fase aguda, cortisol e citocinas pró-inflamatórias além de acometimento de enfermidades. Foram utilizados cento e vinte bovinos, machos, não castrados, da raça Nelore ( $366,9 \pm 28,7$  kg) de aproximadamente 24 meses, provenientes de sistema de recria em pasto. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com medidas repetidas no tempo, composto por três dietas caracterizando os tratamentos: (CONTR) sem fonte adicional de lipídeo, (GDESP) com fonte de lipídeo natural a base de coprodutos do algodão (torta de algodão), e (GPROT) com fonte de lipídeo protegido rico em ácidos graxos poli-insaturados. O estudo foi dividido em duas fases: pré-condicionamento, 30 dias antes do transporte, com os animais mantidos em pasto recebendo suplementação com adição ou não de fonte de lipídeo conforme os tratamentos; e confinamento (84 dias). Foram coletadas amostras de sangue e mensurada a temperatura retal dos animais antes do embarque (dia 0) e após o transporte de 16 horas até o confinamento, nos dias 1, 3, 7 e 14, para avaliação das respostas imunológicas. Após abate dos animais, foram avaliados índice de ruminites, abscessos hepáticos e acometimento de broncopneumonia. Ocorreu interação entre tratamento e dias para níveis de cortisol com GDESP apresentando valores menores que GPROT e CONTR no dia 0, sendo estes estatisticamente semelhantes. No dia 3, GPROT apresentou valores maiores que GDESP e CONTR, sendo estes semelhantes estatisticamente. Concentrações

plasmáticas de  $\text{TNF}\alpha$  e  $\text{IL-1}\beta$  apresentaram-se superiores nos animais do tratamento CONTR em relação aos demais tratamentos com o grupo GDESP apresentando concentrações menores de  $\text{TNF}\alpha$  em relação ao grupo GPROT. Picos de IL-6 e ceruloplasmina foram observados no 14º dia de confinamento. Maiores concentrações de haptoglobina e ceruloplasmina foram observados no grupo CONTR, e não diferiu entre os tratamentos GDESP e GPROT. Maior valor de temperatura retal foi encontrado no dia 0. O tratamento GDESP apresentou menor incidência de ruminites em relação aos demais grupos. A adição de lipídios na dieta, independente da fonte (naturais ou inertes no rúmen) pode promover melhora nos parâmetros imunológicos de bovinos Nelores confinados em relação à dieta sem inclusão de lipídios adicionais.

**Palavras chave:** proteínas de fase aguda, citocinas, ácidos graxos poli-insaturados, pré-condicionamento.

**Immune response and incidence of disease in Nellore cattle feedlot fed sources of polyunsaturated fatty acids**

**ABSTRACT.** The aim of this study was to evaluate the effects of adding sources of natural lipids and rumen-protected PUFA to the diet of Nellore cattle in the preconditioning and feedlot periods on plasma concentrations of acute phase proteins, cortisol and pro-inflammatory cytokines as well as incidence of disease. One hundred and twenty 24-mo-old Nellore yearling bulls were used ( $366.9 \pm 28.7$  kg) coming from rearing on pasture system. The experimental design was completely randomized, with repeated measures, consisting of three diets according to the treatments: (CONTR) without additional source of lipid, (GDESP) with source of natural lipid based on co-products of cotton (cottonseed cake), and (GPROT) with rumen-protected lipid source rich in polyunsaturated fatty acids. The study was divided into two phases: pre-feedlot, 30 days before shipping, animals were kept on pasture receiving supplemental with or without addition of lipid source according to the treatments; and feedlot. Blood samples were collected and measured rectal temperature of the animals prior to shipping (d 0) and after 16 hours of transport to the feedlot, on days 1, 3, 7 and 14, for evaluation of immune responses. After slaughter, ruminitis incidence, hepatic abscesses and bronchopneumonia cases were evaluated. Occurred interaction between treatment and days to levels of cortisol with GDESP showed lower values than GPROT and CONTR on d 0, which are statistically similar. On day 3, GPROT presented higher values than GDESP and CONTR, which are statistically similar. Plasma concentrations of TNF $\alpha$  and IL-1 $\beta$  showed up higher in animals CONTR treatment compared to other treatments with GDESP group exhibited lower concentrations of TNF $\alpha$  compared to GPROT

group. Peaks of IL-6 and ceruloplasmin were observed on the 14th day of feedlot. Higher concentrations of haptoglobin and ceruloplasmin were observed in the CONTR group, and did not differ among treatments GDESP and GPROT. Higher value of rectal temperature was found on d 0. The GDESP treatment had lower incidence of ruminites compared to the other groups. The addition of lipids in the diet, regardless of source (natural or inert in the rumen) can promote improvement in immunological parameters Nellore cattle feedlot in relation to diet without adding additional lipids.

**Keywords:** acute-phase proteins, cytokines, polyunsaturated fatty acids, preconditioning.



## INTRODUÇÃO

A intensificação dos processos de produção é uma realidade dos sistemas de produção, sempre com o objetivo de atender a crescente demanda do mercado pelo produto final. No setor da carne não é diferente, sendo que esta intensificação recai, principalmente, no setor de confinamento dos animais. Contudo, para suprir as necessidades desse setor e, conseqüentemente, beneficiar a produtividade e eficiência do sistema, existe a necessidade da reposição de animais de qualidade nos confinamentos, que possa expressar todo potencial para ganho em menor tempo.

Processos de comercialização do gado, principalmente em momentos como a desmama e transporte, podem influenciar significativamente a etapa seguinte, como por exemplo, a terminação dos animais, diminuindo ganho de peso e eficiência alimentar, sendo o desafio de estresse uns dos principais entraves nesses processos.

Condições estressantes para o animal, normalmente predispõem a uma queda do sistema imunológico, tanto na resposta humoral quanto celular (Fluharty e Loerch, 1997), a qual fragiliza o bovino acometido ao surgimento de outras enfermidades, como as broncopneumonias (Radostits et al., 2007). Há estímulo sobre a resposta de fase aguda (Arthington et al., 2003; Arthington et al., 2005), um componente importante do sistema imune inato (Carroll e Forsberg, 2007) mas que foi negativamente associado com taxas de crescimento e ganho de peso em bovinos (Qiu et al., 2007; Cooke et al., 2009a; Araujo et al., 2010).

Nos E.U.A., a morbidade e a mortalidade de bovinos associadas com doença respiratória e “febre do transporte” tem custo estimado de aproximadamente 500 milhões de dólares para a indústria da carne (NASS, 1996). A compra de medicamentos, recursos perdidos com alimentação, o aumento de mão de obra, o baixo

desempenho e a morte dos animais são alguns fatores que contribuem para elevar o custo de produção decorrente dessas doenças (Loerch e Fluharty, 1999).

No Brasil há uma carência de estudos relacionados com o impacto de tais enfermidades sobre a produção de bovinos confinados. Segundo estudo de Millen et al. (2009), dentre os principais problemas e desafios no confinamento enfrentados por consultores nutricionistas brasileiros, destaca-se, em primeiro lugar, a ocorrência de doenças respiratórias, acometendo os animais principalmente nos primeiros dias de confinamento.

A suplementação com ácidos graxos poli-insaturados inertes no rúmen, principalmente na fase que antecede o transporte e chegada dos animais ao confinamento, pode ser uma alternativa de manejo nutricional com o objetivo de aumentar as quantidades de ácidos graxos poli-insaturados (PUFA) que chegam ao intestino delgado, proporcionando precursores essenciais para a modulação do sistema imune (Calder et al., 2002, Araujo et al., 2010, Cooke et al., 2011).

Sendo assim, o manejo da dieta antes do embarque pode tornar-se uma prática importante para diminuir a morbidade e mortalidade de bovinos transportados. Em adição, a suplementação de PUFA antes e durante o recebimento dos animais ao confinamento poderá aliviar a resposta de proteínas de fase aguda estimulada pelo transporte e entrada no confinamento e, conseqüentemente, beneficiar o desempenho do animal.

O objetivo deste trabalho foi avaliar os efeitos da adição de fontes de lipídeos naturais (provenientes de coprodutos de algodão) e protegidos (Megalac<sup>®</sup>-E, com os ácidos graxos essenciais, linolênico e linoleico) na dieta de bovinos Nelore ao final do período de pré-condicionamento e início de confinamento nas concentrações

plasmáticas de proteínas de fase aguda, cortisol e citocinas pró-inflamatórias além de acometimento de enfermidades, como ruminites, abscessos hepáticos e lesões pulmonares.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

O estudo foi conduzido na Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, UNESP – Universidade Estadual Paulista, Campus de Botucatu, nas instalações da Fazenda Edgárdia e do confinamento experimental do Departamento de Melhoramento e Nutrição Animal, conforme normas do comitê de ética (protocolo nº 34/2011 CEUA).

### ***Delineamento Experimental***

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, com medidas repetidas no tempo, composto por três dietas caracterizando os tratamentos: (CONTR) sem fonte adicional de lipídeo, (GDESP) com fonte de lipídeos proveniente de coprodutos do algodão, e (GPROT) com fonte de lipídeo protegido da degradação ruminal, rico em ácidos graxos poli-insaturados. O estudo foi dividido em duas fases: pré-confinamento e confinamento, mantendo-se os tratamentos na segunda fase. No confinamento, cada tratamento consistiu de 8 baias (5 animais/baia), sendo estas consideradas as unidades experimentais para as variáveis do estudo.

### ***Animais, instalações e dietas***

Foram utilizados 120 animais machos não castrados da raça Nelore, com peso vivo médio inicial de  $366,9 \pm 28,7$  kg e provenientes de recria em sistema de pastejo contínuo com pastos formados por *Urochloa brizantha* syn. *Brachiaria brizantha* cv.

Marandú, com oferta total de forragem de 3.130 kg. Na primeira fase, 30 dias antes do transporte para o confinamento, os animais foram pesados em jejum de 16 horas e distribuídos aleatoriamente nos tratamentos que consistiram de três suplementos à base de grãos: (CONTR) sem fonte adicional de lipídeo, (GDESP) com fonte de lipídeo proveniente de coprodutos do algodão (torta de algodão), e (GPROT) com fonte de lipídeo protegido da degradação ruminal rico em ácidos graxos poli-insaturados (Megalac-E<sup>®</sup>, Arm & Hamer, Química Geral do Nordeste, Rio de Janeiro/RJ, Brasil). As composições dos ácidos graxos da gordura protegida e da torta de algodão estão expostas na Tabela 2. A ingestão do suplemento foi limitada a 2,32; 2,15 e 2,00 quilogramas por dia para os tratamentos CONTR, GDESP e GPROT respectivamente (Tabela 1), isoprotéicos, sendo prontamente e completamente consumidos pelos animais.

Cada tratamento foi fornecido em um único piquete (40 animais cada), com a intenção apenas de verificar o ganho de peso, garantir o consumo dos suplementos e prepara-los para posterior transporte para o confinamento.

Ao final deste período os animais foram pesados sem jejum (para não agravar a condição dos animais devido à somatória de jejum com tempo de transporte) e descontados 4% do peso vivo cheio para obtenção do ganho de peso. Os animais foram carregados em caminhões tipo truck (20 animais por caminhão) e transportados por aproximadamente 16 horas (saída às 14h, com temperatura de 29°C e UR de 23,59%, e percurso em estradas em perfeitas condições para rodagem) até o confinamento experimental do Departamento de Melhoramento e Nutrição Animal da FMVZ, UNESP, Botucatu (desembarque no dia seguinte ao embarque, às 6h, com temperatura de 15,85°C e UR de 71%), onde iniciou a fase de confinamento.

Na segunda fase, após o desembarque no confinamento, os animais foram pesados novamente (em jejum proporcionado pelo transporte), distribuídos de acordo com os tratamentos, sendo mantidos com lotação de cinco animais por baia (10m<sup>2</sup> por animal e 1m de cocho por animal). As dietas foram formuladas segundo o sistema Large Ruminant Nutrition System (LRNS) 1.0.12, nível 2, cujos níveis estão apresentados na Tabela 3, e foram compostas de bagaço de cana-de-açúcar *in natura*, feno de capim *coast cross* (período de adaptação), grãos de milho úmidos, polpa cítrica, farelo de amendoim, uréia, suplemento mineral, torta de algodão e gordura poli-insaturada inerte no rúmen (os dois últimos alimentos apenas para os tratamentos com a inclusão do produto) e formuladas para atender os mesmos níveis de proteína. Foi adotado protocolo de adaptação gradual às dietas (em “escada”), dividido em três dietas (55, 65 e 75% de concentrado), cada uma sendo fornecida durante cinco dias, exceto a primeira, fornecida por quatro dias, totalizando 14 dias de adaptação, até atingir o nível de concentrado desejado para a dieta de terminação (85%).

Os animais foram alimentados à vontade duas vezes ao dia (8 e 15h) com água constante em bebedouros tipo australiano. A dieta foi submetida a ajustes de quantidade diariamente, com base na quantidade de sobra nos cochos antes do primeiro fornecimento da ração. A determinação da porcentagem de matéria seca da dieta total foi efetuada todos os dias para controle de consumo.

**Tabela 1.** Composição dos suplementos oferecidos aos animais durante a primeira fase do estudo (pré-condicionamento).

| <i>Tratamentos</i>                  | <i>CONTR</i> | <i>GDESP</i> | <i>GPROT</i> |
|-------------------------------------|--------------|--------------|--------------|
| <b><i>Ingredientes (%MS)</i></b>    |              |              |              |
| Milho grão quebrado                 | 47,41        | 45,52        | -            |
| Casca de soja                       | 25,86        | -            | 68,50        |
| Farelo de amendoim                  | 19,87        | -            | 19,00        |
| Torta de algodão                    | -            | 47,84        | -            |
| Megalac-E®                          | -            | -            | 7,50         |
| Suplemento mineral <sup>1</sup>     | 5,04         | 5,02         | 5,00         |
| Calcário                            | 1,81         | 1,63         | -            |
| <b><i>Conteúdo nutricional*</i></b> |              |              |              |
| NEg, Mcal/kg                        | 1,30         | 1,34         | 1,35         |
| PB (%)                              | 17,5         | 17,5         | 17,5         |
| NDT (%)                             | 82           | 82           | 82           |
| EE (%)                              | 3,0          | 7,2          | 7,9          |
| Cálcio (%)                          | 1,51         | 1,50         | 1,53         |
| Fósforo (%)                         | 0,40         | 0,78         | 0,25         |

*Cont.* - dieta controle (2,320 kg/dia); *GDESP* – dieta com gordura proveniente da torta de algodão (2,153 kg/dia); *GPROT* – dieta com adição de fonte de ácidos graxos poli-insaturados protegidos no rúmen (2,0 kg/dia de suplemento). \* Valores estimados pelo LRNS 1.0.12. <sup>1</sup>Níveis de garantia: Ca 16,0%; P 2,4%; Na 5,9%; S 2,8%; Mg 0,5%; Zn 1680 ppm; Mn 1120 ppm; Cu 560 ppm; I 28 ppm; Se 5,6 ppm; Co 8,23 ppm e Vit. A 73920 UI; Monensina 1000 ppm.

**Tabela 2.** Perfil dos ácidos graxos dos ingredientes com maior fração de lipídeos adicionados à dieta fornecida no estudo de acordo com o tratamento.

| <b>Ácidos (%)</b>   | <b>GPROT<sup>1</sup></b> | <b>GDESP<sup>2</sup></b> |
|---------------------|--------------------------|--------------------------|
| Láurico (12:0)      | 0,10                     | 0,01                     |
| Mirístico (14:0)    | 0,20                     | 0,76                     |
| Palmítico (16:0)    | 17,50                    | 24,94                    |
| Palmitoléico (16:1) | 0,30                     | 0,35                     |
| Esteárico (18:0)    | 5,10                     | 2,52                     |
| Oleico (18:1)       | 31,70                    | 17,70                    |
| Linoleico (18:2)    | 39,80                    | 52,57                    |
| Linolênico (18:3)   | 2,70                     | 0,20                     |
| Outros              | 2,60                     | 0,95                     |

<sup>1</sup> Megalac-E (Química Geral do Nordeste, Rio de Janeiro, Brasil), derivados de óleo de soja, valores fornecidos pelo fabricante. <sup>2</sup>Torta de algodão, valores adquiridos através de análise laboratorial do alimento.

**Tabela 2.** Composição e conteúdo nutricional das dietas oferecidas aos animais durante a segunda fase (confinamento).

| Dietas <sup>1</sup>                     | Adapt. I |       |       | Adapt. II |       |       | Adapt. III |       |       | Terminação |       |
|-----------------------------------------|----------|-------|-------|-----------|-------|-------|------------|-------|-------|------------|-------|
|                                         | CONTR    | GDESP | GPROT | CONTR     | GDESP | GPROT | CONTR      | GDESP | GPROT | CONTR      | GDESP |
| Período (dias)                          |          | 4     |       |           | 5     |       |            | 5     |       |            | 70    |
| Níveis de concentrado (%)               |          | 55    |       |           | 65    |       |            | 75    |       |            | 85    |
| <b>Tratamentos</b>                      |          |       |       |           |       |       |            |       |       |            |       |
| <b>Ingredientes (%MS)</b>               |          |       |       |           |       |       |            |       |       |            |       |
| Bagaço de cana cru                      | 15,20    | 15,20 | 15,13 | 15,94     | 15,10 | 15,84 | 15,20      | 15,00 | 15,63 | 15,50      | 14,85 |
| Feno de <i>coast cross</i>              | 29,32    | 29,34 | 29,39 | 18,84     | 19,40 | 19,33 | 10,13      | 9,60  | 9,79  | -          | -     |
| Grão úmido de milho                     | 26,48    | 23,35 | 25,82 | 33,33     | 31,37 | 34,39 | 40,52      | 42,34 | 41,96 | 50,29      | 53,12 |
| Polpa Cítrica                           | 8,21     | 3,53  | 7,13  | 12,61     | 5,81  | 8,77  | 16,46      | 7,70  | 13,46 | 21,37      | 10,08 |
| Farelo de amendoim                      | 18,00    | 10,56 | 17,83 | 16,20     | 8,48  | 16,74 | 14,56      | 6,05  | 14,17 | 9,43       | -     |
| Torta de algodão                        | -        | 15,23 | -     | -         | 16,84 | -     | -          | 16,24 | -     | -          | 18,64 |
| <i>Megalac-E®</i>                       | -        | -     | 1,84  | -         | -     | 1,93  | -          | -     | 1,83  | -          | -     |
| Uréia                                   | 0,46     | 0,49  | 0,52  | 0,58      | 0,52  | 0,53  | 0,63       | 0,71  | 0,72  | 0,95       | 0,98  |
| Suplemento Mineral <sup>2</sup>         | 2,33     | 2,30  | 2,34  | 2,50      | 2,47  | 2,47  | 2,49       | 2,37  | 2,45  | 2,46       | 2,33  |
| <b>Conteúdo nutricional<sup>1</sup></b> |          |       |       |           |       |       |            |       |       |            |       |
| MS, %                                   | 76       | 76    | 76    | 74        | 75    | 74    | 73         | 73    | 73    | 71         | 71    |
| Proteína Bruta, %                       | 16,0     | 16,0  | 16,0  | 15,5      | 15,5  | 15,5  | 15,0       | 15,0  | 15,0  | 13,7       | 13,7  |
| Extrato etéreo, %                       | 2,7      | 4,0   | 4,2   | 3,0       | 4,3   | 4,6   | 3,2        | 4,7   | 4,8   | 3,6        | 5,3   |
| FDN, %                                  | 38,3     | 42,6  | 37,4  | 30,8      | 35,9  | 30,5  | 24,2       | 28,1  | 23,6  | 17,0       | 21,4  |
| FDNef, %                                | 33       | 35    | 33    | 26        | 28    | 27    | 20         | 21    | 20    | 13         | 14    |
| NDT, %                                  | 69       | 68    | 70    | 72        | 71    | 75    | 75         | 75    | 77    | 80         | 80    |
| NEg, Mcal/kg                            | 1,00     | 0,97  | 1,03  | 1,09      | 1,06  | 1,14  | 1,18       | 1,18  | 1,23  | 1,29       | 1,34  |
| CNF, %                                  | 40       | 34    | 39    | 47        | 41    | 46    | 54         | 49    | 53    | 63         | 57    |
| Cálcio, %                               | 0,77     | 0,66  | 0,91  | 0,85      | 0,70  | 0,93  | 0,89       | 0,69  | 0,98  | 0,94       | 0,68  |
| Fósforo, %                              | 0,34     | 0,44  | 0,33  | 0,34      | 0,46  | 0,34  | 0,34       | 0,45  | 0,33  | 0,32       | 0,46  |

CONTR - dieta controle; GDESP -dieta com gordura proveniente da torta de algodão; GPROT – dieta com adição de fonte de ácidos graxos poli-insaturados protegidos no rúmen (*Megalac-E®*). <sup>1</sup>Conteúdo nutricional em porcentagem da matéria seca (valores de acordo com formulação pelo LRNS 1.0.12.) <sup>2</sup>Níveis de garantia: Ca 16,0%; P 2,4%; Na 5,9%; S 2,8%; Mg 0,5%; Zn 1680 ppm; Mn 1120 ppm; Cu 560 ppm; I 28 ppm; Se 5,6 ppm; Co 8,23 ppm e Vit. A 73920 UI; Monensina 1000 ppm.

### ***Coleta do plasma***

Amostras de sangue foram coletadas no dia 0 (imediatamente antes do carregamento dos animais para transporte), dia 1 (imediatamente após transporte e desembarque), dias 3, 7, 14 (com o término do período de adaptação), por meio de punção da veia jugular dos animais em tubos com vácuo (BD Vacutainer, Franklin Lakes, NJ, EUA) contendo heparina sódica, colocadas em gelo imediatamente após coleta. A contenção dos animais foi feita no tronco de manejo, com o mínimo de movimentação do animal a fim de preservar a integridade física do mesmo, evitando-se ao máximo o estresse. Logo após a coleta, as amostras foram centrifugadas a 2500 ppm por 30 minutos para separação do plasma. O plasma de cada amostra foi removido por pipeta de transferência para tubos (Eppendorf Safe-Lock Tubes™) de capacidade de 0,5 mL e armazenado a -80°C, no mesmo dia da coleta. Cada tubo contendo amostra de plasma foi utilizado para análise individual de ceruloplasmina, haptoglobina, cortisol, fator de necrose tumoral alfa (TNF $\alpha$ ), interleucinas 1 e 6 (IL-1 e IL-6).

Para determinação das concentrações de TNF $\alpha$ , IL-1 e IL-6, foram utilizados sets de ensaio ELISA para bovinos (TNF $\alpha$ : DuoSet® ELISA; R&D Systems, Inc., Minneapolis, MN, USA; IL-1 e IL-6: Screening Set; Thermo Scientific, Rockford, IL, USA). As concentrações de cortisol foram determinadas por meio de kit comercial de ELISA específico para bovinos (Cortisol AccuBind; Monobind, Inc., Lake Forest, CA, USA) utilizando as amostras de sangue coletadas nos dias 0, 1, 3, 7 e 14.

As concentrações plasmáticas de ceruloplasmina foram determinadas de acordo com os procedimentos descritos por Demetriou et al. (1974). As concentrações de haptoglobina foram determinadas por medição do complexo haptoglobina/hemoglobina por estimativa das diferenças na atividade da peroxidase (Makimura e Suzuki, 1982), e



os resultados foram expressos em unidades arbitrárias a partir da leitura de absorção em  $450 \text{ nm} \times 100$ . O coeficiente de variação (CV) intra e inter-ensaio foram, respectivamente, 8,14 e 1,30%, para ceruloplasmina, e 3,2 e 2,28% para hatoglobina.

Juntamente com as coletas de sangue dos animais, foi registrada a temperatura retal dos animais, também nos dias 0, 1, 3, 7 e 14 por meio de termômetro digital (GLA M750 digital thermometer; GLA Agricultural Electronics, San Luis Obispo, CA).

### ***Avaliação de lesão pulmonar***

Após abate dos bovinos, os pulmões foram separados da carcaça para serem examinados por métodos de inspeção e palpação pelos agentes do Serviço de Inspeção Federal (SIF) e Médicos Veterinários treinados. A avaliação do pulmão foi feita individualmente, sendo inspecionado cada lóbulo isolado dos demais, em busca de lesões compatíveis com quadros de broncopneumonia. Cada animal foi classificado pela presença ou não de lesão pulmonar, independente da severidade.

### ***Incidências de Ruminite e Abscesso Hepático***

Para a avaliação das incidências de ruminite e abscesso hepático, os animais após o abate, tiveram seus rumens lavados e avaliados. O epitélio ruminal foi classificado conforme a incidência de lesões (ruminites) e outras anormalidades, seguindo a metodologia de Bigham e McManus (1975), baseada numa escala de 0 a 10 pontos conforme a fórmula:

$$\frac{\text{Área da parede ruminal lesionada (cm}^2\text{)}}{\text{Área total da parede do rúmen (cm}^2\text{)}} \times 10 = \text{Escala de 0 a 10 pontos}$$

Foi considerada na incidência de anormalidades ruminais qualquer classificação na escala de 1 a 10 pontos, sendo desconsiderada a incidência da mesma apenas em casos de classificação zero. A classificação das lesões ruminais foi feita por pessoas treinadas da UNESP, já com experiência neste tipo de avaliação.

Com relação aos abscessos hepáticos, estes foram classificados de acordo com a severidade dos mesmos. Essa classificação foi baseada no trabalho de Brink et al. (1990) e categorizada como segue: (0) – fígados sem abscessos; (A-) – fígados com um ou dois pequenos abscessos (bem menores que 2,5 cm de diâmetro) ou cicatrizes de abscessos; (A) – fígados com dois a quatro abscessos ativos (pouco menores que 2,5 cm de diâmetro); (A+) – fígados com um ou mais, grandes abscessos (maiores que 2,5 cm de diâmetro) e porções do diafragma aderidos a superfície do fígado. A classificação dos abscessos foi feita pelos profissionais da UNESP – Botucatu e contou com duas pessoas treinadas para este fim. O escore final foi obtido pela média dos escores dos dois avaliadores.

### ***Análise estatística***

Todos os dados foram inicialmente testados quanto à normalidade com o teste de Shapiro-Wilk do procedimento UNIVARIATE (SAS Inst . Inc., Cary, NC). Todos os dados foram analisados utilizando-se o procedimento PROC MIXED do SAS e método Satterthwaite de aproximação para determinar os graus de liberdade do denominador para os testes de efeitos fixos. A baía foi considerada a unidade experimental. O modelo estatístico usado para análise de cortisol, citocinas, proteínas de fase aguda e temperatura retal contem os efeitos fixos do tratamento, dias de coleta e interações resultantes. Os dados foram analisados usando baía (tratamento) como efeito aleatório e

dias como repetição, e baia (tratamento) foram inclusos como sujeito. A estrutura de covariância utilizada foi auto regressivo, o que proporcionou o menor critério de informação Akaike e, portanto, o melhor ajuste. Para análise dos dados de ruminites, abscessos hepáticos e broncopneumonias foram utilizados o PROC FREQ do SAS (2003). Resultados foram considerados significantes a  $P < 0,05$ .

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### *Respostas imunológicas*

Na Tabela 4 encontram-se os resultados dos níveis de cortisol, citocinas pro-inflamatórias, proteínas de fase aguda e temperatura retal dos bovinos Nelores, de acordo com o tratamento e dias de coleta.

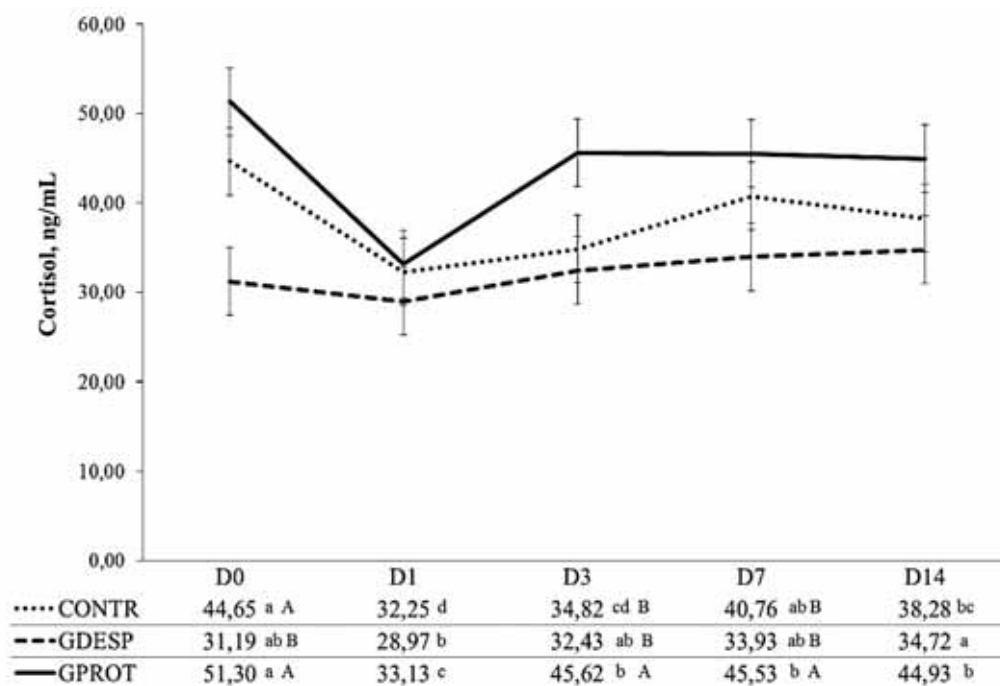
**Tabela 4.** Níveis de cortisol, citocinas, proteínas de fase aguda e temperatura retal de bovinos Nelore de acordo com o tratamento e dias de coleta.

|                                     | Tratamentos        |                    |                    |  | Dias               |                    |                    |                    | EPM <sup>1</sup>   | Valor de P |        |
|-------------------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|------------|--------|
|                                     | CONTR              | GDESP              | GPROT              |  | 0                  | 1                  | 3                  | 7                  | 14                 | Tratamento | Dias   |
| Cortisol <sup>2</sup> , ng/mL       | 38,2               | 32,2               | 44,1               |  | 42,4               | 31,5               | 37,6               | 40,1               | 39,3               | 0,049      | <,0001 |
| TNF $\alpha$ , pg/mL                | 5,11 <sup>a</sup>  | 5,01 <sup>c</sup>  | 5,04 <sup>b</sup>  |  | 5,07               | 5,06               | 5,05               | 5,05               | 5,05               | <,0001     | 0,238  |
| IL-6, pg/mL                         | 6,68               | 6,59               | 6,55               |  | 6,60 <sup>bc</sup> | 6,56 <sup>c</sup>  | 6,57 <sup>c</sup>  | 6,64 <sup>b</sup>  | 6,70 <sup>a</sup>  | 0,287      | 0,0007 |
| IL-1 $\beta$ <sup>2</sup> , pg/mL   | 5,62               | 4,52               | 4,58               |  | 4,90               | 4,92               | 4,93               | 4,93               | 4,92               | <,0001     | 0,276  |
| Haptoglobina, 450 nm $\times$ 100   | 3,48 <sup>a</sup>  | 2,58 <sup>b</sup>  | 2,34 <sup>b</sup>  |  | 2,69               | 2,81               | 2,97               | 2,82               | 2,74               | 0,002      | 0,502  |
| Ceruloplasmina, mg/dL               | 15,75 <sup>a</sup> | 12,97 <sup>b</sup> | 12,72 <sup>b</sup> |  | 11,08 <sup>d</sup> | 12,61 <sup>c</sup> | 14,49 <sup>b</sup> | 15,02 <sup>b</sup> | 15,86 <sup>a</sup> | 0,008      | <,0001 |
| Temperatura retal <sup>2</sup> , °C | 38,8               | 38,7               | 38,6               |  | 39,6               | 38,8               | 38,3               | 38,4               | 38,3               | 0,398      | <,0001 |

<sup>1</sup> Erro padrão médio. <sup>2</sup> Interação entre tratamento e dias (P<0,05).

<sup>a,b,c,d</sup> Médias com letras distintas na mesma linha, diferem.

Ocorreu interação ( $P=0,01$ ) entre tratamento e dias para níveis de cortisol, sendo os valores expressos na Figura 1.



**Figura 1.** Interação entre tratamento e dias para níveis de cortisol;  
<sup>a,b,c,d</sup> Médias na mesma linha com diferentes sobrescritos diferem ( $P<0,05$ ).  
<sup>A,B</sup> Médias na mesma coluna com diferentes sobrescritos diferem ( $P<0,05$ ).

Os níveis de cortisol na primeira coleta (antes do embarque) não diferiram entre os tratamentos CONTR e GPROT, mas apresentou níveis mais baixos para o tratamento GDESP. Não foi constatada diferença entre os tratamentos nos dias 1 (desembarque dos animais) e 14 (última coleta), contudo o tratamento GPROT apresentou níveis de cortisol mais elevados nos dias 3 e 7. Os níveis de cortisol do presente estudo indicam que os animais apresentaram resposta ao desafio de estresse proporcionado pelo transporte, com valores de cortisol acima dos níveis basais encontrados por alguns autores (variação entre 5 e 10 ng/mL submetidos apenas à colheita de sangue em estudo de Yoshida e Nakao, 2005). Segundo Smith (1993), as concentrações normais de

cortisol para bovinos encontram-se em torno de  $0,35 \mu\text{g dL}^{-1}$  (ou  $3,5 \text{ ng/mL}$ ). Apesar dos níveis apresentados indicarem estresse por parte do animal, bovinos do tratamento GDESP demonstraram melhor resposta ao estresse proporcionado pelo manejo pré embarque (d0) em relação aos demais tratamentos. Contudo, aspectos comportamentais dos animais tem influência sobre as concentrações de cortisol, ocorrendo diferenças de reatividade entre indivíduos. As discrepâncias de níveis séricos de cortisol encontrado na literatura, revelando ou não correlações com os aspectos comportamentais observados, devem ser relacionadas às diferenças individuais nos animais e, principalmente, ao momento da coleta das amostras, a partir do início da resposta aos estressores, mostrando valores significativamente diversos.

Valores de  $70 \text{ nmol/L}$  ( $22,01 \text{ ng/mL}$ ) de cortisol são sugeridos por Grandin (1997) como sinais de um manejo estressante e níveis de  $90 \text{ nmol/L}$  ( $28,30 \text{ ng/mL}$ ) sinalizam um extremo estresse sofrido pelo animal. Além disso, grupos genéticos podem ter influência nos níveis de cortisol, e segundo a autora, animais *Bos taurus indicus* apresentam níveis de cortisol mais elevados em relação a animais de origem europeia. Ainda segundo alguns autores, bovinos com influência genética *Bos taurus indicus* são mais suscetíveis ao estresse do manejo e, conseqüentemente, apresentam maiores concentrações de cortisol circulantes em comparação com *Bos taurus taurus* durante colheitas de sangue (Hammond et al., 1996, Voisinet et al., 1997). No presente estudo, níveis de cortisol entre  $28$  e  $51 \text{ ng/mL}$  estão próximos das concentrações circulantes de cortisol relatados em bovinos estressados em outros estudos (cerca de  $50 \text{ ng/mL}$ ; Crookshank et al., 1979, Arthington et al., 2003, Cooke et al.) e acima das concentrações encontrados por Cooke e Bohnert (2011) em estudo com bovinos com genética taurina ( $13,9 \text{ ng/mL}$ ). Contudo, Andrade et al. (2001) encontraram em

zebuínos, cortisol plasmático de  $3,92 \pm 1,20$  ng/mL, podendo decrescer a níveis médios de  $0,99 \pm 0,37$  ng/mL em vacas habituadas à rotina de manejo.

Em relação aos dias de coleta, os animais do tratamento com a inclusão de lipídio protegido (GPROT) apresentou níveis de cortisol mais elevados no dia 0 (embarque) em relação aos demais dias, e menores níveis no dia 1 (desembarque), apresentando aumento seguido de estabilidade nos demais dias de coleta. O tratamento CONTR apresentou concentrações mais elevadas nos dias 0 e 7, este último não diferindo do dia 14. Já os níveis de cortisol dos animais do tratamento com a adição de torta de algodão (GDESP) permaneceram constantes, ocorrendo diferença apenas entre os dias 1 e 14, sendo este último apresentando níveis mais elevados.

Segundo Curley et al. (2008), o manejo dos animais estimula a secreção e concentrações circulantes de ACTH (hormônio adrenocorticotrófico) e cortisol. Cortisol mais elevado no dia 0, principalmente sinalizado no tratamento GPROT, pode estar relacionado ao manejo empregado antes do embarque, já que os animais foram conduzidos do pasto até o centro de manejo, com percurso de 2 km, aproximadamente, em terreno com grande inclinação, estimulando a produção de cortisol por incremento das necessidades energéticas, com aumento da temperatura corporal. O cortisol promove a gliconeogênese por meio de duas ações: aumenta a liberação de aminoácidos dos tecidos periféricos (músculos, principalmente) e induz a síntese de enzimas-chave para a gliconeogênese. Estimula também a lipólise, contribuindo para a elevação da quantidade de ácidos graxos circulantes, e inibe a síntese de todos os eicosanoides. O resultado é um aumento na disponibilidade de glicose (energia) para o metabolismo celular que, juntamente com esse último efeito anti-inflamatório potente, contribui para

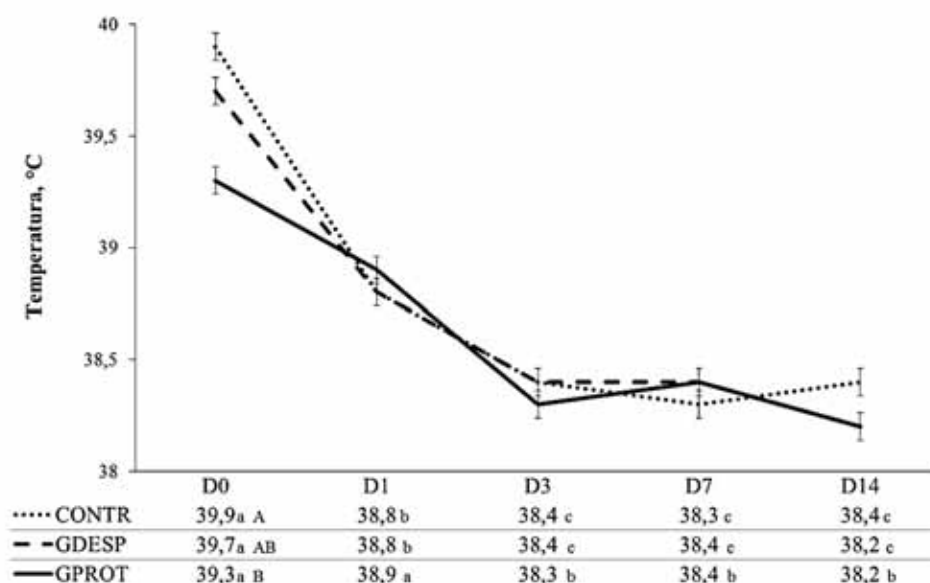
aumentar a resistência orgânica contra os efeitos negativos do meio (Marzzoco e Torres, 1999).

Picos de cortisol são observados nas primeiras horas de coleta após manejo, seguido de diminuição. Mesmo se a situação de estresse for mantida, os níveis de cortisol plasmático geralmente declinam após a resposta aguda inicial, como constatado no desembarque dos animais do grupo GPROT, que apresentou menores valores em relação aos demais dias. Em estudo de Cooke et al. (2011) avaliando concentrações de cortisol em novilhos Angus após infusão de ACTH, antes do desafio, as concentrações de cortisol plasmático foram reduzidas (2,84 e 2,31 ng/mL para -1 e 0 h, respectivamente), indicando que o estresse devido ao desmame, relocação, manejo e fatores ambientais, como temperaturas extremas foi mínima (Crookshank et al., 1979; Grandin, 1997; Silanikove, 2000). Após a infusão as concentrações atingiram valores máximos em 1 hora permanecendo até a terceira hora, seguido de diminuição nas horas subsequentes. No transporte rodoviário de bovinos, Tadich et al. (2003) relataram concentrações elevadas de cortisol após três horas de viagem, enquanto Villarroel et al. (2003) concluíram que a elevação do cortisol é maior nos trajetos de duas horas em comparação às viagens mais curtas ou mais longas.

Muitos fatores podem contribuir para estimular o aumento dos níveis de cortisol, como fatores patogênicos e não patogênicos. Outros estudos serão importantes para mensurar a influência de tais fatores sobre mudanças fisiológicas em bovinos.

Ocorreu interação ( $P=0,01$ ) entre tratamento e dias para temperatura retal, sendo os valores expressos na Figura 2.





**Figura 2.** Interação entre tratamento e dias para temperatura retal;

<sup>a,b,c</sup> Médias na mesma linha com diferentes sobrescritos diferem ( $P < 0,05$ ).

<sup>A,B</sup> Médias na mesma coluna com diferentes sobrescritos diferem ( $P < 0,05$ ).

O tratamento com lipídios protegidos (GPROT) apresentou menor valor de temperatura em relação ao tratamento CONTR apenas no dia 0 de coleta, isto é, antes do embarque ao confinamento. Menores valores de temperatura retal foram observados a partir do 3º dia de confinamento para todos os tratamentos, contrariando resultados encontrados por Cooke et al. (2011) que observaram maiores valores de temperatura retal em novilhos após 3 dias de chegada ao confinamento.

O aumento da temperatura retal pode ser associado com o aumento dos níveis de TNF- $\alpha$  (Cooke et al. 2012a), já que esta citocina tem demonstrado ser responsável também pelo aumento da temperatura corporal (Flores et al., 1989) e importante estimulador da síntese hepática de proteínas de fase aguda (Yoshioka et al., 2002). Contudo, neste experimento, os níveis de TNF $\alpha$  permaneceram inalterados, segundo os dias de coleta, não influenciando a temperatura retal.

Maiores valores da temperatura retal no dia do embarque dos animais ao confinamento podem estar relacionadas ao manejo aplicado antes do embarque devido à distância (aproximadamente 2 km) e relevo acentuado entre o curral de manejo e os piquetes onde os animais permaneceram durante 30 dias, influenciando também os níveis de cortisol. A temperatura média do ar no momento do manejo foi de 28,2°C e umidade relativa média do ar em torno de 25,59%, contribuindo para aumento dos valores de temperatura retal dos animais, juntamente com o exercício físico exercido pelos mesmos, ocasionando aumento temporário da temperatura corporal, refletindo no momento da coleta, sinalizado pelos valores acima de 39,2 °C conferindo efeito não patogênico aos resultados.

Não ocorreu efeito referente aos dias de coleta para níveis de TNF $\alpha$ . Contudo, efeito de tratamento foi detectado, sendo que os animais do grupo CONTR apresentaram maiores níveis em relação aos animais dos demais grupos. Diferenças entre GDESP e GPROT também foram detectadas, com concentração plasmática de TNF $\alpha$  sendo superior para o tratamento com a inclusão de gordura protegida.

Além disso, a fonte de ácido graxo protegido da degradação ruminal oferecida continha ambos os ácidos linoleico e linolênico (Tabela 2), apesar de as concentrações de ácido linoleico ser maiores do que as concentrações de ácido linolênico (39,8 e 2,7 %, respectivamente, com base na MS). Linolênico e seus derivados n-3 promovem a síntese dos eicosanóides, tais como prostaglandina trienólica (PGE3) a qual possui melhor resposta anti-inflamatória, como também estimulam a síntese de linfócitos T-helper subtipo 2 e citocinas anti-inflamatórias, tais como IL-4, IL-10, e IL-13, e não provocam a resposta de proteínas de fase aguda. O ácido linoleico e os seus derivados de n-6 promovem a síntese de PGE2, um potente estimulador da fase aguda e respostas

de linfócitos T helper subtipo1 e citocinas pró-inflamatórias (IL-1, IL-6 e TNF- $\alpha$ ) (Yaqoob e Calder, 2007; Carroll e Forsberg, 2007; Schmitz e Ecker, 2008). Fator de necrose tumoral- $\alpha$  é a primeira citocina a ser liberada em resposta à endotoxina bacteriana, seguido por IL-1 e IL-6, e TNF- $\alpha$  também estimula a produção de IL-1 e IL-6 (Peck, 1994).

Menor valor de TNF $\alpha$  detectado para o tratamento com inclusão de lipídios oriundos da torta de algodão (GDESP) ainda não foram totalmente compreendidos, pois este ingrediente da dieta possui em sua composição de ácidos graxos 52,57% de ácido linoleico e 0,20% de ácido linolênico, este em quantidades bem abaixo da observada na outra fonte de gordura. Além disso, estes ácidos graxos poli-insaturados são passíveis de degradação ruminal, por meio da biohidrogenação promovida pelas bactérias do rúmen, diminuindo as quantidades destes ácidos que chegam ao intestino para serem absorvidos na forma insaturada. Contudo, outros mecanismos estão envolvidos neste contexto. Em termos médios estima-se que apenas 60% dos PUFA C<sub>18</sub> hidrogenados no rúmen, seja completamente hidrogenado em C<sub>18:0</sub> (Fievez et al., 2007), possibilitando a passagem para o intestino de intermediários da biohidrogenação e posterior atividade de enzimas de dessaturação no intestino, contribuindo para formação de alguns ácidos graxos de cadeia longa, importantes na modulação do sistema imunológico, como EPA (C<sub>20:5</sub>) e DHA (C<sub>20:6</sub>). Para esclarecimentos, são necessários mais estudos aprofundados sobre a atividade e os padrões de biohidrogenação gerados no rúmen e taxas de absorção de ácidos graxos quando é utilizado torta de algodão na dieta de ruminantes.

Os efeitos do tratamento detectados em concentrações plasmáticas de TNF $\alpha$  sugerem que a suplementação de lipídios na dieta, de modo geral, independente da fonte (lipídios protegidos ou coprodutos do algodão), pode aliviar resposta inflamatória nos

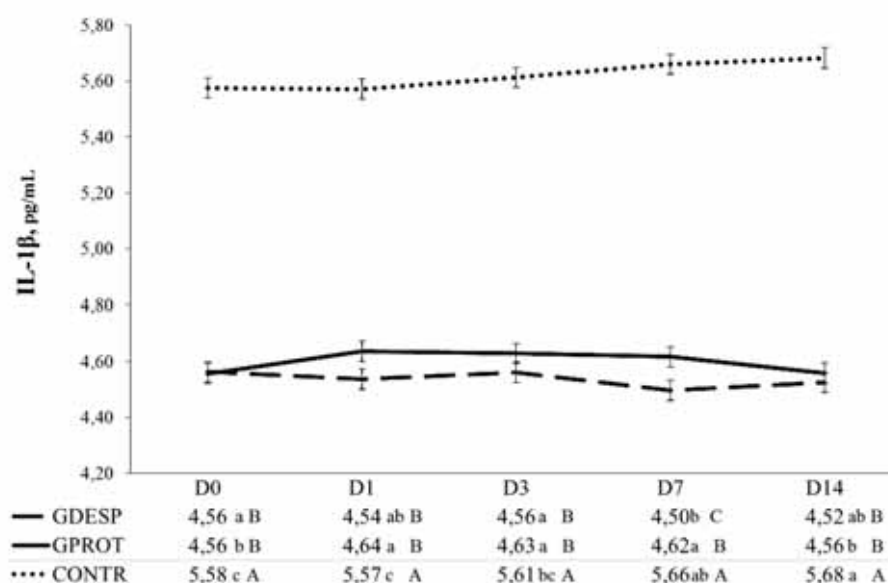
bovinos de corte da raça Nelore. Rezamand et al. (2009) relataram que vacas lactantes suplementadas com farelo de camelina (rico em ácido linolênico) apresentaram expressão reduzida de IL-1 e TNF- $\alpha$  em células mononucleares periféricas sanguíneas, em comparação com tratamentos não suplementados. Entretanto, não se pode concluir efeito pra TNF $\alpha$  no período de pré-condicionamento sobre resposta inflamatória induzida pelo transporte e entrada ao confinamento, pois não ocorreu interação entre tratamento e fase, diferentemente dos resultados obtidos por Cooke et al. (2011).

Não foi detectado efeito de tratamento para IL-6, apenas efeito de dias ( $P=0,0007$ ), em que os animais apresentaram aumento nos níveis plasmáticos de IL-6 no sétimo dia de confinamento, e pico no décimo quarto dia. Cooke et al. (2011) observaram pico de valores de IL-6 e IL-1 $\beta$  no terceiro dia de confinamento.

O aumento das concentrações plasmáticas de IL-6 em relação às concentrações basais é atribuído aos efeitos catabólicos do cortisol nos tecidos corporais, incluindo a liberação de ácidos graxos não esterificados de tecidos adiposos, o qual pode ser reconhecido pelo sistema imune como uma perturbação da homeostasia (Abbas e Lichtman, 2007). Níveis de cortisol no presente experimento apresentaram valores indicativos de estresse, sinalizando efeito substancial para promover o catabolismo nos tecidos, o que pode contribuir para o aumento nos níveis de IL-6.

No entanto, a atividade biológica destas citocinas é altamente pleiotrópica, redundante e complexa (Ozaki e Leonard, 2002), enquanto que outros autores também relataram diferentes respostas individuais dessas citocinas para a suplementação de ácidos graxos poli-insaturados (Rezamand et al., 2009).

Ocorreu interação para a variável IL-1 $\beta$  entre tratamento e dias ( $P<0,0001$ ). Os dados de interação estão expressos na Figura 3.



**Figura 3.** Interação entre tratamento e dias para IL-1 $\beta$ ;

<sup>a,b,c</sup> Médias na mesma linha com diferentes sobrescritos diferem ( $P < 0,05$ ).

<sup>A,B,C</sup> Médias na mesma coluna com diferentes sobrescritos diferem ( $P < 0,05$ ).

Os animais dos tratamentos com adição de lipídios na dieta (GDESP e GPROT) apresentaram valores inferiores de IL-1 $\beta$  do plasma sanguíneo em relação aos do controle (CONTR), e permaneceram semelhantes entre si, exceto no dia 7 de confinamento, onde os animais do tratamento GDESP apresentaram valores menores que do tratamento GPROT.

Os bovinos do grupo CONTR, de acordo com os dias de coleta, apresentaram início de aumento nos níveis a partir do terceiro dia, atingindo pico no dia 14, enquanto que no tratamento com lipídios provindos da torta de algodão (GDESP) apresentaram tendência à pequena oscilação dos dados no decorrer dos dias de coleta, apresentando maior diferença entre os dias 3 e 7 (4,56 vs 4,50 pg/mL, respectivamente). Já no tratamento com adição de lipídios protegidos, os animais apresentaram pequeno aumento no primeiro dia de confinamento em relação à coleta pré-embarque. Estes

níveis permaneceram semelhantes no 3º e 7º dia, retornando a valores inferiores no 14º dia.

Comparando os tratamentos, é possível observar que a suplementação lipídica na dieta, independente da fonte, promove melhora nos parâmetros imunológicos de bovinos de corte da raça Nelore, reduzindo os níveis de IL-1 $\beta$  em relação à dieta sem inclusão de lipídios adicionais (CONTR). De acordo com Carroll e Forsberg, (2007), IL-1 $\beta$  é um dos principais componentes de linfócitos T-helper subtipo 1, e são liberados na resposta inflamatória. Estas respostas tem influência sobre o consumo e desempenho dos animais, como foi observado no presente estudo, com os animais do grupo CONTR apresentando maiores concentrações de TNF $\alpha$  e IL-1 $\beta$  afetando o ganho médio de peso diário (Capítulo 2 da tese) além de influenciarem na conversão alimentar. Klasing e Korver (1997) relataram que as citocinas pró-inflamatórias sintetizadas durante a resposta de fase aguda, tais como IL-1, IL-6 e fator de necrose tumoral  $\alpha$  (TNF $\alpha$ ), pode reduzir o consumo de ração por modulação do nervoso central e endócrino, e também pela inibição da motilidade gástrica, esvaziamento, e secreção de ácido gástrico.

Foi observado efeito de tratamento para Haptoglobina, com os animais do grupo CONTR apresentando níveis mais elevados em relação aos demais tratamentos (GDESP e GPROT), estes, por vez, não diferiram entre si. Não houve efeito de dias de coleta ( $P=0,502$ ). O mesmo efeito de tratamento foi constatado para níveis de Ceruloplasmina, com bovinos do tratamento CONTR apresentando níveis mais elevados em relação aos demais tratamentos (GDESP e GPROT). Para esta variável, houve efeito de dias de coleta, ocorrendo aumento gradual nos níveis de ceruloplasmina até a quinta coleta realizada no décimo quarto dia (d 14) de confinamento, sendo valores do dia 3 e 7 semelhantes estatisticamente.

Segundo alguns autores (Arthington et al., 2005; Cooke et al., 2011), procedimentos de manejo, como desmame e transporte também estimulam uma reação de fase aguda em bovinos saudáveis. Lesões no tecido também podem provocar uma resposta inflamatória local e contribuir para as concentrações de proteínas de fase aguda (Baumann e Gauldie, 1994) em circulação. As concentrações plasmáticas de ceruloplasmina e haptoglobina são normalmente correlacionados (Cooke et al., 2009a), e de acordo com informações no The Merck Veterinary Manual (Merck, 1997), as concentrações normais de ceruloplasmina em bovinos são na faixa 16,8 a 34,2 mg/dL. Apesar das diferenças entre tratamentos e entre dias de coleta, os valores encontrados no presente estudo se mostram muito próximos dos níveis normais preconizados no The Merck Veterinary Manual (Merck, 1997).

Os níveis de haptoglobina no presente estudo se encontram acima dos valores encontrados em por Cooke et al. (2012b). Contudo, os valores observados no tratamento CONTR do presente estudo foram próximos dos encontrados por Araujo et al. (2010) no tratamento sem a inclusão de gordura. Estes mesmos autores encontraram pico de haptoglobina no quarto dia de coleta para o tratamento sem a inclusão de gordura. Há relação entre níveis de cortisol e proteínas de fase aguda. Higuchi et al. (1994) relataram que a síntese de proteínas de fase aguda em culturas de fígado de bovino era dependente da concentração de glicocorticóides adicionados aos meios de cultura. Níveis de cortisol observados no presente pode ter induzido reação inflamatória e contribuído para o aumento nas concentrações circulantes de proteínas de fase aguda, corroborando com dados obtidos em estudo de Cooke et al. (2012b), onde as concentrações de haptoglobina plasmática em novilhas submetidas a aclimação para diminuição do

cortisol em comparação com grupos de controle foram reduzidas (26,1 vs 32,8 cortisol, 1,04 vs 1,15 haptoglobina).

Gabay e Kushner (1999) demonstraram que os aumentos significativos de haptoglobina são detectados várias horas após um estímulo inflamatório, ao passo que o pico nas concentrações de haptoglobina é tipicamente observado entre 24h e 192h após a indução do estresse (Arthington et al., 2008; Araujo et al., 2010; Cooke et al., 2011). Em estudo de Cooke e Bohnert (2011) as concentrações plasmáticas de haptoglobina atingiram pico em 66 horas após a infusão de CRH a 0,1 µg/kg de PV, e pode estar associada com a resposta de IL-6, dado que esta citocina pró-inflamatória é o principal mediador da síntese hepática de proteínas de fase aguda (Gruys et al., 2005). Araujo et al. (2010) relataram que novilhas recebendo dietas à base de forragem enriquecidos com PUFA oferecida pré-confinamento reduziu as concentrações de haptoglobina em comparação com grupos controle durante os primeiros 8 dias após o transporte. Outros estudos utilizando um modelo de transporte similar avaliando concentrações plasmáticas de proteínas de fase aguda até 28 d após o transporte, relataram respostas ao tratamento a partir de 3 dias após o transporte (Arthington et al., 2005, 2008).

Contudo, no presente estudo não houve diferença para os níveis de haptoglobina entre os dias de coleta, apesar das concentrações de cortisol apresentar valores altos e indicando diferenças entre os dias de coleta, principalmente no dia do embarque. No entanto as diferenças entre os tratamentos indicam que o uso de lipídios na dieta é um fator de influência nos níveis de proteínas de fase aguda, influenciando ganho de peso médio diário (Capítulo 2 da tese) e, independente da fonte, o uso de lipídios na dieta pode reduzir níveis de proteínas de fase aguda em bovinos Nelores confinados, podendo ser usados como melhoradores de desempenho.



### ***Enfermidades***

Na Tabela 5 encontram-se o número de casos e frequência referentes à detecção de ruminites, abscessos hepáticos e broncopneumonia em 120 bovinos Nelores, sendo 40 animais de cada tratamento.

**Tabela 5.** Número de casos e frequência das enfermidades nos tratamentos estudados em bovinos Nelores abatidos após confinamento.

|                          | CONTROLE        | GDESP           | GPROT           | Total | Valor de P |
|--------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-------|------------|
| <i>Ruminite</i>          | 29 <sup>a</sup> | 23 <sup>b</sup> | 32 <sup>a</sup> | 84    |            |
| n = 40, %                | 72,5            | 57,5            | 80,0            |       | 0,08       |
| n = 120, %               | 24,2            | 19,2            | 26,7            | 70    |            |
| <i>Abscesso Hepático</i> | 1               | 0               | 2               | 3     |            |
| n = 40, %                | 2,5             | 0,0             | 5,0             |       | 0,35       |
| n = 120, %               | 0,8             | 0,0             | 1,7             | 2,5   |            |
| <i>Broncopneumonia</i>   | 11              | 11              | 5               | 27    |            |
| n = 40, %                | 27,5            | 27,5            | 12,5            |       | 0,15       |
| n = 120, %               | 9,2             | 9,2             | 4,2             | 22,5  |            |

<sup>a,b</sup> Médias com letras distintas na mesma linha, diferem.

Foi menor o número de animais do tratamento com o uso de torta de algodão (GDESP) que apresentaram quadros de ruminite em relação aos demais tratamentos. Tal resultado pode estar relacionado com o tipo do alimento fornecido (torta de algodão), que contribui para melhores condições ruminais proporcionada pelo maior teor de FDN na dieta, e, conseqüentemente, maior teor de FDN efetivo.

Dos 120 pulmões avaliados, 22,5% (n=27) apresentaram lesão pulmonar. Apesar do número de acometimentos, não houve diferença significativa entre os tratamentos.

Na Tabela 6 encontram-se os resultados dos índices de ruminite e abscesso hepático.

**Tabela 6.** Índice de ruminites e Abscessos hepáticos de bovinos Nelore submetidos a diferentes tratamentos durante confinamento.

| <i>Enfermidade</i>               | <i>Tratamentos</i> |                   |                   | EPM <sup>1</sup> | Probabilidade |
|----------------------------------|--------------------|-------------------|-------------------|------------------|---------------|
|                                  | Controle           | GDESP             | GPROT             |                  |               |
| Índice de Ruminites (IR)         | 1,95 <sup>a</sup>  | 1,10 <sup>b</sup> | 2,07 <sup>a</sup> | 0,174            | 0,001         |
| Abscessos hepáticos <sup>2</sup> | NS                 | NS                | NS                | -                | -             |

<sup>1</sup> Erro padrão médio; <sup>2</sup> Poucos casos de abscesso hepático, não possibilitando avaliação estatística.

NS – não significativo

Numa escala de 0 a 10, os índices de ruminite no presente estudo permaneceram baixos. Contudo, houve efeito ( $P=0,001$ ) para índice de ruminites entre os tratamentos, onde o uso de lipídios oriundos da torta de algodão (GDESP) apresentou menor valor em relação aos demais tratamentos.

As principais causas das ruminites nos animais são originadas por processos fermentativos inadequados no interior do rúmen que podem ser gerados, tanto por quadros graves de acidose láctica ruminal aguda, onde o baixo pH associado a alta osmolaridade poderá provocar lesões na parede ruminal, em especial nas suas papilas, quanto por branda acidose provocada por ácidos graxos de cadeia curta, onde produção excessiva desses ácidos no interior do rúmen se acumulam, principalmente nas regiões ventrais do órgão, e gera lesões corrosivas em sua parede (Nagaraja e Chengappa, 1998; Owens et al., 1998; Radostits et al., 2002; Nagaraja e Lechtenberg, 2007; Radostits et al., 2007).

Em condições normais de alimentação, a maior parte dos ácidos graxos insaturados ingeridos, linoleico e linolênico, são hidrogenados acima de 80% e 90%, respectivamente (Palmquist e Mattos, 2006). 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), uma das principais etiologias causadoras de lesões na parede do rúmen. Existe a possibilidade dos lipídios oriundos da dieta com torta de algodão apresentar tal comportamento no rúmen dos animais, contribuindo, pelo menos em parte (em torno de 18%), com a menor incidência de ruminite encontrada. Além disso, o uso de torta de algodão em dietas de bovinos confinados pode proporcionar maiores níveis de FDN e menores níveis de CNF (Carboidratos não fibrosos) na dieta total, como constatado no presente estudo (21,4 vs 17 e 16,5 de FDN e 57 vs 63 e 62 de CNF para os tratamentos CONTR e GPROT, respectivamente), além de contribuir com maiores valores de FDN efetivo, proporcionando maior segurança contra distúrbios digestivos, como a acidose ruminal, podendo influenciar nos padrões ruminais de fermentação contribuindo para a melhor condição da saúde ruminal diminuindo quadros de ruminites.

Porém outros estudos serão necessários para esclarecer os efeitos deste tipo de dieta sobre incidência de ruminites.

Devido ao baixo número de casos de abscessos hepáticos nos tratamentos, não foi possível avaliar estatisticamente a variável.

## CONCLUSÕES

A adição de lipídios na dieta de animais confinados, independente da fonte (naturais ou inertes no rúmen) pode promover melhora em parâmetros imunológicos do animal, reduzindo os níveis de citocinas pro-inflamatórias, como  $\text{TNF}\alpha$  e  $\text{IL1}\beta$ , e proteínas de fase aguda, como Ceruloplasmina e Haptoglobina, em relação à dieta sem inclusão de lipídios adicionais. O uso de torta de algodão na alimentação de bovinos

confinados influencia positivamente nas condições de saúde ruminal, diminuindo o índice de lesões no órgão.

## **LITERATURA CITADA**

- Abbas, A. K., and A. H. Lichtman. 2007. *Cellular and Molecular Immunology*, 6th ed. Saunders Co., Philadelphia, PA.
- Andrade, O., A. Orihuela, J. Solano, C. S. Galina. 2001. Some effects of repeated handling and the use of a mask on stress responses in zebu cattle during restraint. *Applied Animal Behaviour Science*, v. 71, p. 175-181.
- Araujo, D. B., R. F. Cooke, G. R. Hansen, C. R. Staples, and J. D. Arthington. 2010. Effects of rumen-protected polyunsaturated fatty acid supplementation on performance and physiological responses of growing cattle following transportation and feedlot entry. *J. Anim. Sci.* 87:4125–4132.
- Arthington, J. D., J. W. Spears, D. C. Miller. 2005. The effect of early weaning on feedlot performance and measures of stress in beef calves. *J. Anim. Sci.* 83:933–939.
- Arthington, J. D., S. D. Eichert, W. E. Kunkle, F. G. Martins. 2003. Effect of transportation and commingling on the acute-phase protein response, growth, and feed intake of newly weaned beef calves. *J. Anim. Sci.* 81:1120–1125.
- Arthington, J. D., X. Qiu, R. F. Cooke, J. M. B. Vendramini, D. B. Araujo, C. C. Chase Jr., and S. W. Coleman. 2008. Effects of pre-shipping management on measures of stress and performance of beef steers during feedlot receiving. *J. Anim. Sci.* 86:2016–2023.

- Baumann, H., and J. Gauldie. 1994. The acute phase response. *Immunol. Today*. 15:74–80.
- Bigham, M. L., Mcmanus, W. R. 1975. Whole wheat grain feeding of lambs. effects of roughage and wheat grain mixtures. *Australian Journal of Agriculture Research* 26:1053-1062.
- Brink, D.R.; Lowry, S.R.; Stock, R.A. et al. Severity of liver abscesses and efficiency of feed utilization of feedlot cattle. *J. Anim. Sci.* v.68, p.1201-1207, 1990.
- Calder, P. C., P. Yaqoob, F. Thies, F. A. Wallace, E. A. Miles. 2002. Fatty acids and lymphocyte functions. *Br. J. Nutr.* 87(Suppl. 1):S31–S48.
- Carroll, J. A., N. E. Forsberg. 2007. Influence of stress and nutrition on cattle immunity. *Vet. Clin. Food. Anim.* 23:105–149.
- Cooke, R. F., and D. W. Bohnert. 2011. Bovine acute-phase response following corticotrophin-release hormone challenge. *J. Anim. Sci.* 89:252–257.
- Cooke, R. F., Bohnert, D. W., Cappelozza, B. I., Mueller, C. J., Delcurto, T. 2012b. Effects of temperament and acclimation to handling on reproductive performance of *Bos taurus* beef females. *J. Anim. Sci.* 90:3547-3555.
- Cooke, R. F., Carroll, J. A., Dailey, J., Cappelozza, B. I., Bohnert, D. W. 2012a. Bovine acute-phase response after different doses of corticotropin-releasing hormone challenge. *J. Anim. Sci.* 90:2337-2344.
- Cooke, R. F., D. W. Bohnert, P. Moriel, B. W. Hess, and R. R. Mills. 2011. Effects of polyunsaturated fatty acid supplementation on forage digestibility, performance, and physiological responses of feeder cattle. *J. Anim. Sci.* 89:3677–3689.

- Cooke, R. F., J. D. Arthington, B. R. Austin, and J. V. Yelich. 2009a. Effects of acclimation to handling on performance, reproductive, and physiological responses of Brahman-crossbred heifers. *J. Anim. Sci.* 87:3403–3412.
- Cooke, R. F., J. D. Arthington, D. B. Araujo, and G. C. Lamb. 2009b. Effects of acclimation to human interaction on performance, temperament, physiological responses, and pregnancy rates of Brahman-crossbred cows. *J. Anim. Sci.* 87:4125–4132.
- Crookshank, H. R., M. H. Elissalde, R. G. White, D. C. Clanton, H. E. Smalley. 1979. Effect of transportation and handling of calves upon blood serum composition. *J. Anim. Sci.* 48:430–435.
- Curley, K. O. Jr., D. A. Neuendorff, A. W. Lewis, J. J. Cleere, T. H. Welsh Jr., and R. D. Randel. 2008. Functional characteristics of the bovine hypothalamic–pituitary–adrenal axis vary with temperament. *Horm. Behav.* 53:20–27.
- Demetriou, J. A., P. A. Drewes, J. B. Gin. 1974. Ceruloplasmin. Pages 857–846 in *Clinical Chemistry: Principles and Techniques*. 2nd ed. Harper and Row, Hagerstown, MD.
- Fievez, V., B. Vlaeminck, T. Jenkins, F. Enjalbert, and M. Doreau. 2007. Assessing rumen biohydrogenation and its manipulation in vivo, in vitro and in situ. *Eur. J. Lipid Sci. Technol.* 109: 740–756.
- Flores, E. A., B. R. Bistrian, J. J. Pomposelli, C. A. Dinarello, G. L. Blackburn, and N. W. Istfan. 1989. Infusion of tumor necrosis factor/cachectin promotes muscle catabolism in the rat. *J. Clin. Invest.* 83:1614–1622.

- Fluharty, F. L., S. C. Loerch. 1997. Effects of concentration and source of supplemental fat and protein on performance of newly arrived feedlot steers. *J. Anim. Sci.* 75:2308-2316.
- Gabay, C., and I. Kushner. 1999. Acute-phase proteins and other systemic responses to inflammation. *N. Engl. J. Med.* 340:448–454.
- Grandin, T. 1997. Assessment of stress during handling and transport. *J. Anim. Sci.* 75:249–257.
- Gruys, E., M. J. M. Toussaint, T. A. Niewold, and S. J. Koopmans. 2005. Acute phase reaction and acute phase proteins. *J. Zhejiang Univ. Sci. B* 6:1045–1056.
- Hammond, A. C., T. A. Olson, C. C. Chase Jr., E. J. Bowers, R. D. Randel, C. N. Murphy, D. W. Vogt, and A. Tewolde. 1996. Heat tolerance in two tropically adapted *Bos taurus* breeds, Senepol and Romosinuano, compared with Brahman, Angus, and Hereford cattle in Florida. *J. Anim. Sci.* 74:295–303.
- Higuchi, H., N. Katoh, T. Miyamoto, E. Uchida, A. Yuasa, and K. Takahashi. 1994. Dexamethasone-induced haptoglobin release by calf liver parenchymal cells. *Am. J. Vet. Res.* 55:1080–1085.
- Klasing, K. C., D. R. Korver. 1997. Leukocytic cytokines regulate growth rate and composition following activation of the immune system. *J. Anim. Sci.* 75:58–67.
- Loerch, S. C., F. L. Fluharty. 1999. Physiological changes and digestive capabilities of newly received feedlot cattle. *J. Anim. Sci.* 77:1113–1119.
- Makimura, S., N. Suzuki. 1982. Quantitative determination of bovine serum haptoglobin and its elevation in some inflammatory diseases. *Jpn. J. Vet. Sci.* 44:15–21.

- Marzzoco, A., B. B. Torres. Bioquímica básica. 2.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1999. 360p.
- Merck. 1997. The Merck Veterinary Manual. 8th ed. Merck and Co. Inc., Whitehouse, NJ.
- Millen, D. D.; Pacheco, R. D. L.; Arrigoni, M. D. B. A snapshot of management practices and nutritional recommendations used by feedlot nutritionists in Brazil. J. Anim. Sci., v.87, p.3427-3439, 2009.
- Nagaraja, T. G., Chengappa, M. M. 1998. Liver abscess in feedlot: a review. Journal of Animal Science , n. 76, p. 287-298.
- Nagaraja, T. G., Lechtenberg, K. F. 2007. Liver abscess in feedlot cattle. Veterinary Clinics Food Animal (23):351-369.
- NASS. The National Agriculture Statistical Service. Livestock National Statistics. 1996.
- Owens, F. N. et al. Acidosis in cattle: a review. Journal of Animal Science, v. 76, p. 275-286, 1998.
- Ozaki, K., and W. J. Leonard. 2002. Cytokine and cytokine receptor pleiotropy and redundancy. J. Biol. Chem. 277:29355–29358.
- Palmiquist, D.L.; Mattos, W.R.S. 2006. Metabolismo de lipídeos. In: Nutrição de Ruminantes. 1. ed. Jaboticabal: Telma Teresinha Berchielli, Alexandre Vaz Pires e Simone Gisele de Oliveira, 2006. cap. 10, p. 287-310.
- Peck, M. D. 1994. Interactions of lipids with immune function II: Experimental and clinical studies of lipids and immunity. J. Nutr. Biochem. 5:514-521.
- Qiu, X., J. D. Arthington, D. G. Riley, C. C. Chase Jr., W. A. Phillips, S. W. Coleman, T. A. Olson. 2007. Genetic effects on acute phase protein response to the stresses of weaning and transportation in beef calves. J. Anim. Sci. 85:2367–2374.



- Radostits, O. M.; Gay, C. C.; Blood, D. C.; Hinchcliff, K. W. Clínica veterinária: um tratado de doenças dos bovinos, ovinos, suínos, caprinos e eqüinos. 9. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2002. 1737 p.
- Radostits, O. M.; Gay, C. C.; Blood, D. C.; Hinchcliff, K. W.; Constable, P. D. Veterinary medicine. 10.ed. USA: Saunders, p. 935-946, 2007.
- Rezamand, P., K. M. Hunt, J. E. Williams, S. Shields, and M. A. McGuire. 2009. Effects of trans fatty acids on markers of inflammation. FASEB J. 23:910.16.
- Schmitz, G., J. Ecker. 2008. The opposing effects of n-3 and n-6 fatty acids. Prog. Lipid Res. 47:147–155.
- Silanikove, N. 2000. Effects of heat stress on the welfare of extensively managed domestic ruminants. Livest. Prod. Sci. 67:1–18.
- Smith, B.P. Tratado de medicina veterinária interna de grandes animais. 1. ed. São Paulo: Manole Ed. Ltda, 1993. 900p
- Tadich, N., C. Gallo, R. Escheverria, G. van Schaik, G. van SChaik. 2003. Efecto del ayuno durante dos tiempos de confinamiento y de transporte terrestre sobre algunas variables sanguíneas indicadoras de estres en novillos. Archivos de Medicina Veterinaria . 35(2): 171-185.
- Vilarroel, M., G. Maria, C. Sanudo, S. Garcia-Belenguer, G. Chacon, G. Gebresenbet, 2003. Effect of commercial transport in Spain on cattle welfare and meat quality. Deutsche Tierärztliche Wochenschrift. 110(3): 105-107.
- Voisinet, B. D., T. Grandin, J. D. Tatum, S. F. O'Connor, and J. J. Struthers. 1997. Feedlot cattle with calm temperaments have higher average daily gains than cattle with excitable temperaments. J. Anim. Sci. 75:892–896.

- Yaqoob, P., P. C. Calder. 2007. Fatty acids and immune function: New insights into mechanisms. *Br. J. Nutr.* 98(Suppl. 1):S41–S45.
- Yoshida C, T. Nakao. 2005. Response of plasma cortisol and progesterone after ACTH challenge in ovariectomized lactating dairy cows. *J Reprod Dev.* 51:99-107.
- Yoshioka, M., A. Watanabe, N. Shimada, H. Murata, Y. Yokomizo, and Y. Nakajima. 2002. Regulation of haptoglobin secretion by recombinant bovine cytokines in primary cultured bovine hepatocytes. *Domest. Anim. Endocrinol.* 23:425–433.

**CAPÍTULO 4**

## IMPLICAÇÕES

O uso de lipídios na dieta de ruminantes, principalmente gorduras protegidas contra a dissociação no rúmen, com o intuito de promover melhor resposta imunológica e preparar o animal para uma melhor resposta em situações de estresse durante o processo de comercialização, que envolve o manejo na recria, o transporte, o recebimento no confinamento e adaptação do animal a ambientes diferentes, ainda é muito pouco estudado em condições brasileiras.

Nosso rebanho é constituído, em sua maioria, por bovinos da raça Nelore ou animais com, pelo menos, participação da genética do Nelore em seus cruzamentos. Cada animal responde diferentemente a estímulos do meio, e a raça tem grande influência nestas respostas, fisiológicas ou metabólicas, fator que abre um enorme “leque” de possibilidades de estudos relacionados ao assunto de ADAPTAÇÃO a sistemas de produção, principalmente quando mais intensivos, como o confinamento.

A linha de pesquisa que envolve adaptação no confinamento vem sendo desenvolvida pela equipe do Professor Mário De Beni Arrigoni, na UNESP campus de Botucatu, há alguns anos, trazendo respostas interessantes e importantes, principalmente com o uso de animais Nelore. Além disso, existem muitas linhas de pesquisa que estudam o estresse animal e suas consequências ao sistema de produção. Preparar o animal para transpor, de maneira menos nociva, a estes eventos de estresse, é garantir melhor resposta na eficiência de produção, no caso do presente estudo, a preparação de animais para a fase de confinamento. De certa forma, algumas respostas obtidas foram favoráveis também ao uso de alimentos naturais, como coprodutos da indústria alimentícia, que não passaram por processos funcionais específicos, no caso a saponificação de lipídios poli-insaturados o que dá origem ao produto mais conhecido como gordura protegida. A fase de fornecimento também é um fator importante nas respostas ao uso desses produtos.

Alternativas de estudos futuros com mudanças no formato experimental podem trazer respostas diferentes. Uma delas é o fornecimento dos tratamentos na fase de pré-confinamento, e posterior inclusão ou não no confinamento, contrastando com o não fornecimento na fase de pré-confinamento e posterior fornecimento ou não no confinamento (parcelas subdivididas). Aliado a isso, estudos de comportamento e

reatividade podem contribuir para as respostas, principalmente quando aplicadas antes do processo de transporte e nos primeiros dias de confinamento. A aclimação e o pré-condicionamento de bovinos vem sendo estudado por grandes pesquisadores fora das condições brasileiras, por isso, é de interesse nosso obter respostas para as condições brasileiras e com o uso de animais da raça Nelore comparando-se com seus cruzamentos.

É importante salientar que ainda existem poucas pesquisas com o uso de torta de algodão, que apresentou resposta interessante no presente estudo, especificamente avaliando-se condições ruminais, como a degradação, a biohidrogenação e seus derivados, o que “escapa” para ser absorvido via intestino, principalmente relacionados a ácidos graxos, já que em seu perfil, mais de 50% são ácidos graxos de cadeia longa, principalmente ácido linoleico.

Diante do exposto, novas pesquisas são importantes, tendo como objetivo principal gerar novos conhecimentos que possam corroborar ou refutar respostas obtidas através de pesquisas já estabelecidas.