UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL

EFEITO DO TRANSPORTE A PÉ SOBRE O CRESCIMENTO DE BOVINOS JOVENS

EFFECT OF DROVING TRANSPORTATION ON GROWTH OF STEERS

Marcella C ndia D' Oliveira

CAMPO GRANDE
MATO GROSSO DO SUL – BRASIL
OUTUBRO DE 2011

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL

EFEITO DO TRANSPORTE A PÉ SOBRE O CRESCIMENTO DE BOVINOS JOVENS

EFFECT OF DROVING TRANSPORTATION ON GROWTH OF STEERS

Marcella C ndia D' Oliveira
Zootecnista

Orientador: Prof. Dr. Gumercindo Loriano Franco

Dissertaç o apresentada Faculdade de Medicina Veterin ria e Zootecnia como parte das exig ncias para obtenç o do t tulo de Mestre em Ci ncia Animal pelo Programa de P s-Graduaç o em Ci ncia Animal da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul – Área de Concentraç o: Produç o Animal.

CAMPO GRANDE
MATO GROSSO DO SUL – BRASIL
OUTUBRO DE 2011

Marcella Cândia D`Oliveira

"Efeito do transporte a pé sobre o crescimento de bovinos jovens"

" Effect of droving transportation on growth of steers "

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, como parte dos requisitos do Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal para obtenção do título de Mestre.

Área concentração: Produção Animal

APROVADA: 06/10/2011

Dr. Gumercindo Loriano Franco
Orientador

Dr. João Alberto Negrão

Dra. Camila Celeste Brandão Ferreira Ítavo

Aos meus queridos pais Ildo D' Oliveira Mariano e Tânia Mara Cândia D' Oliveira pelo amor, carinho e apoio incondicional em todos os momentos.

As minhas irmãs Tamara Cândia D' Oliveira e Ariany Cândia D' Oliveira pelo companheirismo e incentivo.

E principalmente, a minha amada avó Cleusa Medeiros Cândia, que infelizmente não pode presenciar a conclusão deste mestrado, mas que sempre esteve comigo.

Dedico

AGRADECIMENTOS

Inicialmente, agradeço a Deus pela proteção e inspiração necessária à elaboração desta dissertação de mestrado.

Aos meus pais, Ildo D' Oliveira Mariano e Tânia Mara Cândia D' Oliveira pela dedicação, apoio, carinho e compreensão.

As minhas irmãs Tamara e Ariany Cândia D' Oliveira pela paciência, amizade e colaboração.

Em especial ao Prof.º Dr.º Gumercindo Loriano Franco, meu orientador, pela oportunidade, amizade, entusiasmo e ensinamentos transmitidos ao longo de todos esses anos, abdicando-se muitas vezes de seu lazer, não medindo os esforços necessários ao acompanhamento do projeto.

A Agência Estadual de Defesa Sanitária Animal e Vegetal (IAGRO) pelo fornecimento de relatórios diários e anuais do transporte a pé realizado no Estado, possibilitando o contato com proprietários que utilizavam este meio de transporte, permitindo desta forma a execução do experimento.

Ao Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul que de forma enfática, objetiva e estruturada permitiu a realização deste curso de mestrado.

Ao CNPq pela concessão da bolsa de estudos, sem a qual não me permitiria a dedicação exclusiva, necessária ao desenvolvimento deste trabalho.

A Prof.ª Dr.ª Maria Inês Lenz Souza, pela ajuda na mensuração dos hormônios aqui apresentados, bem como ao Prof.º Dr.º Ruy Alberto Caetano Corrêa Filho, pelo auxílio na análise estatística dos artigos, dando consistência aos resultados aqui apresentados.

Aos técnicos do Laboratório de Patologia Clínica e a residente do Hospital Veterinário, senhores Celso de Barros Calças, Sandro Pinto de Araújo e Isabel Parizotto Metzdorf respectivamente, que de forma paciente ajudaram nas análises bioquímicas.

Aos estagiários do curso de zootecnia Francys Jhey Gomes Ferrer e Poliana Veis Leite, pelo empenho e colaboração na coleta dos dados.

À NPP Agropecuária Ltda por permitir a utilização dos animais e oferecer toda infraestrutura e logística necessárias ao desenvolvimento destes projetos.

Ao condutor Maurílio Meireles (Duk), que com sua sabedoria, simplicidade e experiência, de mais de 35 anos conduzindo bovinos no estado de Mato Grosso do Sul, nos ajudou a conduzir o estudo.

Ao meu namorado Alexandre Pereira dos Santos, aconselhando-me e dando apoio incondicional, em todos os momentos que se fizeram necessários.

Aos amigos Jonilson Araújo da Silva e Lincoln Bremm Oliveira, pelo companheirismo, dividindo momentos difíceis, contudo divertidos, sem os quais minha jornada tornar-se-ia muito mais árdua.

Aos colegas de curso, grandes amigos, Bethânia Silva Santos, Ana Paula Pinto e Gabriel Daltoé de Almeida, pelas trocas de informações, experiências, força e convívio participativo.

A todos que direta ou indiretamente me apoiaram e por ventura não foram aqui citados.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO..... 01
1 Alterações na composição corporal de bovinos submetidos à restrição alimentar e na realimentação..... 02
2 Alterações endócrinas e metabólicas durante a restrição alimentar..... 05
3 Alterações endócrinas e metabólicas durante o ganho compensatório..... 08
REFERÊNCIAS..... 12

PESO VIVO E PERFIL DOS HORMÔNIOS METABÓLICOS EM BOVINOS JOVENS CONDUZIDOS A PÉ POR COMITIVA..... 17
Resumo..... 17
Abstract..... 18
1 Introdução..... 19
2 Material e métodos..... 20
3 Resultados..... 23
4 Discussão..... 23
5 Conclusão..... 28
Referências..... 29

EFEITOS DO TRANSPORTE A PÉ OU RODOVIÁRIO SOBRE O CRESCIMENTO DE BOVINOS JOVENS..... 35
Resumo..... 35
Abstract..... 37
1 Introdução..... 39
2 Material e métodos..... 40
3 Resultados..... 43
4 Discussão..... 44
5 Conclusão..... 50
Referências..... 51

INTRODUÇÃO

Nas regiões Centro-Oeste e Norte do Brasil que, juntas, detêm cerca de 111,10 milhões de cabeças (IBGE, 2009), ainda é muito comum a tradicional figura dos condutores, comitivas e peões envolvidos nas longas viagens pelas estradas boiadeiras. As dificuldades que o ambiente impõe, aliadas à falta de investimentos governamentais em infra-estrutura rodoviária fazem com que este meio de transporte ainda seja amplamente utilizado.

De acordo com a Agência Estadual de Defesa Sanitária Animal e Vegetal (IAGRO, 2011), as comitivas foram responsáveis por cerca de 21% do trânsito de gado no Estado de Mato Grosso do Sul nos anos de 2009 e 2010, correspondendo a 2,7 e 2,6 milhões de cabeças, respectivamente.

Dependendo do destino e da categoria animal, as comitivas chegam a caminhar por mais de 60 dias até as fazendas de engorda localizadas no planalto sul-matogrossense, num percurso que pode alcançar 700 km, ao passo que por transporte rodoviário, em vicinais e estradas com razoável estado de conservação, o mesmo percurso poderia ser feito de 10 a 15 horas.

O desgaste físico aliado à privação alimentar das longas caminhadas levam à perda de peso e podem ter sérias conseqüências sobre o crescimento animal, com mudanças na composição corporal, alterações endócrinas, metabólicas e nos mecanismos de compensação. Nesse contexto, pergunta-se: Qual a relação entre as caminhadas e a perda de peso? Quais são as mudanças endócrinas e metabólicas observadas ao longo da marcha? Como se dá o ganho compensatório no período de realimentação (pós-marcha), quando os animais já se encontram nas fazendas de engorda?

Diante destas questões percebe-se que este tema merece uma maior atenção da pesquisa científica, considerando as implicações culturais, sociais, ecológicas e econômicas dessa prática secular de transporte e de manejo de bovinos, muito comum nas regiões Centro-Oeste e Norte do país, e que pouco se sabe sobre seu efeito no crescimento animal.

1 Alterações na composição corporal de bovinos submetidos à restrição alimentar e na realimentação

Crescimento é a produção de novas células, que na fase pré-natal ocorre principalmente por hiperplasia celular (aumento do número de células por mitose), e na fase pós-natal dá-se principalmente por hipertrofia (aumento no tamanho das células) e também devido à diferenciação, especialização e incorporação de células satélites musculares (Owens et al., 1993; Hossner, 2005).

Normalmente as mensurações de crescimento são realizadas por meio de pesagens, e também pode ser definido como o aumento da massa dos tecidos correlacionado com o tempo (ex.: kg/dia), já que os animais não são capazes de crescer instantaneamente, demandando tempo para a execução dos processos bioquímicos (Owens et al., 1993; Lawrence & Fowler, 2002; Hossner, 2005).

No organismo ocorre um processo dinâmico de síntese e degradação de tecido corporal, e quando o resultado de tal processo é positivo este é denominado de crescimento líquido (Owens et al., 1993). O aumento de peso (crescimento) ocorre quando a síntese dos tecidos (anabolismo) excede a degradação dos mesmos (catabolismo), estando as respectivas taxas de síntese e degradação tecidual em função do balanço energético do animal (Alves, 2003).

O crescimento inicia-se a partir dos tecidos neurais e prossegue para os ossos, tecidos muscular e, finalmente, tecido adiposo; entretanto, cada tecido, dependendo de sua localização no corpo pode ter um desenvolvimento precoce, médio ou tardio, sendo preciso, para manter as taxas ótimas de crescimento, o suprimento adequado dos nutrientes necessários para coordenar tais processos (Owens et al., 1993).

Quando as taxas de crescimento são reduzidas, como consequência de uma limitação nutricional, tanto protéica como energética, existe uma mudança na prioridade de crescimento e alguns tecidos passam a crescer menos, como por exemplo, as vísceras e o tecido adiposo, e o animal torna-se magro (Carstens et al., 1991; Wester et al., 1995).

Já em animais alimentados somente para atender as exigências de manutenção o crescimento muscular é igual a zero, e há uma contínua mobilização de gordura e decréscimo no peso das vísceras, levando muitas vezes, a uma alteração na composição corporal. Em alguns compartimentos de deposição de gordura, como o tecido subcutâneo, esta pode ser mobilizada mais facilmente do que em outros compartimentos (Yambayamba et al., 1996a).

Quando os nutrientes são restritos, os tecidos corporais são geralmente mobilizados (gordura > músculo > ossos) na ordem inversa de suas deposições, com o último tecido maduro relativamente mais sensível por causa da menor prioridade fisiológica. A mobilização do tecido adiposo ocorre amplamente de acordo com a seguinte ordem: subcutâneo, peri-renal, omental mais mesentérico, intermuscular, intramuscular e ossos. A contribuição absoluta dos diferentes tecidos adiposos difere, portanto, de sua prioridade relativa, com o subcutâneo sendo o mais lábil, mas contribuindo menos do que o intermuscular, o qual é quantitativamente, a principal reserva de gordura (Chilliard et al., 1998).

Uma restrição alimentar severa, que leva a perda de peso é caracterizada pela alteração na relação síntese: degradação e consequente mobilização de tecidos. A perda de peso inicial resulta da mobilização de um compartimento protéico muito lábil, o qual corresponde à proteína recentemente depositada, a quantia de proteína lábil depositada no corpo não excede 5% do total de proteína corporal e desaparece dentro de alguns dias quando o animal está em jejum ou alimentado com uma dieta com déficit de proteína (Paquay et al., 1972).

Órgãos ou tecidos metabolicamente mais ativos, como o fígado e o intestino, mostram grande perda de peso, mas recuperam-se rapidamente durante a realimentação (Drouillard et al., 1991).

A realimentação, após um período de restrição alimentar, proporciona uma taxa de crescimento acima do normal, que se convencionou chamar de ganho ou crescimento compensatório (Hornick et al., 2000). Segundo estes autores, quando a restrição do crescimento é moderada (por exemplo, com ganho de peso de 300 g/dia) a compensação, por ocasião da realimentação, ocorre em aproximadamente um mês e pode alcançar ganhos de peso de até 2 kg/dia. A taxa máxima de ganho de peso permanece por aproximadamente mais um mês, a partir de quando ocorre um decréscimo acentuado para alcançar um mínimo em cerca de quatro meses após a realimentação.

O ganho compensatório é resultado de vários processos. Inicialmente, observa-se uma redução do tamanho dos órgãos metabolicamente ativos, levando a uma diminuição na exigência de manutenção, redução da atividade física e aumento da digestibilidade da dieta. Os animais, quando realimentados, aumentam lentamente seu metabolismo basal atingindo alta eficiência alimentar para ganho de peso (Murphy et al., 1994).

2 Alterações endócrinas e metabólicas durante a restrição alimentar

A partição de nutrientes é regulada por meio de vários hormônios e fatores de crescimento. Além da insulina e de seu antagonista glucagon, hormônios do eixo somatotrófico, hormônio do crescimento (GH), fator-I de crescimento semelhante à insulina (IGF-I), assim como os hormônios tireoidianos, são considerados os principais determinantes, em animais, das taxas metabólicas básicas e deposição de nutrientes (Bellmann et al., 2004). Sendo assim, as mudanças que ocorrem no corpo são resultantes de alterações endócrinas e metabólicas.

No transcorrer da restrição alimentar, o metabolismo basal é reduzido, principalmente pela diminuição no volume e atividade das vísceras (Yambayamba et al., 1996a), além de desencadear como resposta a redução das concentrações de T_3, T_4, insulina e IGF-I, enquanto o hormônio do crescimento (GH) aumenta (Blum et al. 1985; Yambayamba et al., 1996b).

Os hormônios tireoidianos regulam dois principais tipos de processos. Primeiro, eles afetam vias metabólicas para modular o consumo de oxigênio, a taxa metabólica basal e o metabolismo de carboidratos, lipídeos e proteínas. Em segundo lugar, desencadeiam a diferenciação celular e maturação em vários tecidos e, indiretamente, afetando o crescimento (Squires, 2003). Sendo assim, a redução das concentrações séricas de T_3 e T_4 em animais submetidos à restrição alimentar, é responsável por permitir ao organismo diminuir os gastos de energia por meio da diminuição da produção de calor, e consequentemente, o requerimento de mantença (Wester et al., 1995).

A baixa concentração dos hormônios da tireóide é, em parte, resultado do decréscimo da resposta da tireóide ao hormônio estimulador da tireóide (TSH) (Wester et al., 1995). Entretanto, a produção reversa de T_3 aumenta como resultado do aumento

da conversão de T_4 tireoidal para T_3, quando a produção extra de T_3 tireoidal é reduzida (Blum et al. 1980), embora isto nem sempre seja observado em bovinos (Blum & Kunz, 1981). As baixas taxas de secreção dos hormônios da tireóide são indicativas da redução da exigência de energia para a mantença durante o período de restrição alimentar (Yambayamba et al., 1996b).

O aumento das concentrações plasmáticas de hormônio do crescimento (GH) é característico para a maioria das espécies que passam por restrição alimentar e está associado com a resistência ao GH. Isso resulta de dois processos. De um lado o baixo influxo de nutrientes reduz a liberação de somatostatina pelo hipotálamo, reduzindo, assim, os efeitos negativos sobre a síntese e liberação de GH. De outro lado, como conseqüência do decréscimo nos níveis plasmáticos de hormônios tais como a insulina, T_3 e T_4, e na síntese de receptores do GH e de proteínas ligadoras de GH (Maes et al., 1983). Desta forma, ocorre uma redução na ligação do GH com receptores nos tecidos alvos, em particular no fígado, seguido por sua remoção a partir do plasma.

O IGF-I é um dos mais importantes hormônios anabólicos que estimula a utilização dos nutrientes e crescimento celular (Wu et al., 2008), é produzido principalmente no fígado (Squires, 2003), mediante interação com receptores de GH, também é sintetizado de forma autócrina e/ou parácrina por outras células como, por exemplo, as dos tecidos muscular e adiposo (McGuire et al., 1992; Squires, 2003). O IGF-I estimula a proliferação de condrócitos ou células de cartilagem, para aumentar o crescimento ósseo. Também aumenta a proliferação de células satélites, as quais se fundem com as miofibrilas e contribuem para o crescimento das fibras musculares. Além de estimular a captação de aminoácidos e a síntese protéica (Squires, 2003).

Dado o papel anabólico do IGF-I no metabolismo, a redução da concentração de seus níveis séricos durante a restrição alimentar parece ser parte do mecanismo de

partição dos nutrientes do crescimento muscular e adiposo para a manutenção de órgãos que são mais críticos para a vida, como o cérebro (Wu et al.; 2008).

O decréscimo das concentrações plasmáticas de IGF-I durante a restrição alimentar são conseqüências da baixa disponibilidade de receptores de GH (Wang et al., 2003) ou reduzida atividade destes receptores (Davis, 1988). Além de que, a restrição alimentar também está associada com reduzido IGF-mRNA nos tecidos hepáticos e extra-hepáticos (Emler & Schalch, 1987; Wang et al., 2003). Yambayamba et al., (1996b) ainda associaram a redução do IGF-I com a diminuição na concentração plasmática de insulina, a qual reflete o menor suprimento de proteína e energia, o que subsequentemente leva a redução da concentração de IGF-I.

No sangue o IGF-I é transportado por várias proteínas ligadoras, conhecidas pela sigla IGFBPs, que são influenciadas pela restrição alimentar. As IGFBP-3, durante uma alimentação normal, ligam-se à maioria do IGF-I circulante e decresce durante a restrição alimentar (Renaville et al., 2000). Em contraste, a concentração de IGFBP-2, uma proteína de baixo peso molecular, aumenta durante a restrição alimentar. Esta proteína ligadora é capaz de sair dos capilares e deixar o IGF-I interagir com tecidos alvos, talvez para reduzir o catabolismo excessivo (Hornick et al., 2000).

A avaliação do status nutricional de um rebanho pode também ser realizada mediante a determinação de alguns metabólitos sangüíneos. Um dos metabólitos utilizados para avaliação do status nutricional protéico são as proteínas totais. A diminuição das proteínas totais no plasma está relacionada com deficiência protéica na alimentação, descartadas causas patológicas (Peixoto & Osório, 2007).

No caso das proteínas, os dois principais indicadores do metabolismo protéico em ruminantes são os níveis séricos de uréia e albumina; a uréia demonstra o estado protéico do animal em curto prazo, enquanto que a albumina o demonstra em longo

prazo (Peixoto & Osório, 2007). Conforme Peixoto & Osório, (2007) a uréia é sintetizada no fígado em quantidades proporcionais à concentração de amônia produzida no rúmen e sua concentração está diretamente relacionada com os níveis protéicos da ração e da relação energia/proteína da dieta.

A produção de uréia pelos hepatócitos é inicialmente aumentada (Blum & Kunz, 1981) e se houver uma diminuição do nível de restrição nutricional ela é estabilizada (Yamambaia et al., 1996b). Quando a restrição é severa, ocorre uma grande transferência de nitrogênio (N) entre o fígado e os rins, associado com um aumento na síntese hepática de glutamina (Heitmann & Bergman, 1980). Essas reações ocorrem a partir de um rápido decréscimo na relação entre síntese e degradação de proteína e são devidas à redução dos níveis plasmáticos de hormônios anabólicos e aumento dos catabólicos.

3 Alterações endócrinas e metabólicas durante o ganho compensatório

A principal questão do ganho compensatório é responder o porquê de haver uma deposição preferencial de tecido magro em vez de tecido adiposo. Alterações em parâmetros endócrinos são estreitamente relacionados com modificações na reciclagem da proteína.

Durante o ganho compensatório, é observado crescimento acelerado, o qual é modulado pelo *turnover* da proteína muscular, o qual é caracterizado pelo aumento na síntese em relação à degradação, isso resulta em melhoria na deposição de proteína e decréscimo na excreção de N (Van Eenaeme et al., 1998). Além de ser ocorrer o aumento da retenção de nitrogênio (N) como resultado da melhora na digestibilidade do N e eficiência de metabolizabilidade do N (Van Eenaeme et al., 1998).

Como há uma menor exigência para a deposição de músculo do que para deposição de tecido adiposo, a taxa de crescimento é melhorada. O rápido aumento no balanço de N pode também ser explicado pela melhoria na reciclagem de aminoácidos, tanto interórgãos como intracelular (Van Eenaeme et al., 1998). A estimulação da síntese protéica implica em reutilização de aminoácidos derivados do catabolismo protéico (Hornick et al., 1997). Também ocorre decréscimo da oxidação de aminoácidos durante a realimentação (Carreira et al., 1996), o que explica a diminuição da uréia plasmática durante a fase inicial de realimentação. Além disso, há um aumento no conteúdo de DNA no músculo devido às mitoses nas células satélites (Owens et al., 1993).

Esses fenômenos provavelmente resultam de alterações endócrinas, apesar da dificuldade de se encontrar diferenças no perfil hormonal de animais em crescimento compensatório em relação a animais controle (Hornick et al., 2000).

Segundo Hornick et al. (2000), animais que passaram por restrição alimentar, quando foram realimentados apresentaram o mesmo padrão de resposta daqueles que não sofreram restrição. Assim, um dos primeiros aspectos importantes observados foi que, em poucos dias de realimentação, ocorreu a normalização dos níveis plasmáticos de insulina. O baixo peso e gordura nos animais, observado no início do ganho compensatório, pode ser associado com os baixos níveis de insulina, sendo este hormônio positivamente relacionado com estes parâmetros Uma das características do crescimento compensatório é a diminuição da relação GH:insulina (Blum et al., 1985). Altas concentrações de insulina estimulam a absorção de metabólitos (tal como glicose) pelo hipotálamo levando a um decréscimo na produção e secreção de GH (Buonomo & Baile, 1990). Entretanto, alguns estudos mostraram que durante a fase inicial de realimentação os animais em ganho compensatório apresentam níveis de GH maiores

que os animais controle (Hornick et al., 2000). Isto pode contribuir para o bem conhecido estado anabólico do metabolismo observado em animais em ganho compensatório.

Tem sido descrito um importante papel do IGF-I durante o ganho compensatório. Os níveis de IGF-I aumentaram progressivamente durante o período de realimentação para valores similares àqueles observados para os animais controle (que não sofreram restrição) e, em alguns casos, os picos são correlacionados com as maiores taxas de crescimento, ou seja, em ruminantes com 2 a 4 semanas de realimentação (Ellenherger et al., 1989).

O aumento das taxas de crescimento no início do crescimento compensatório é associado com as respostas fisiológicas do eixo GH-IGF-I-insulina juntamente com a redução dos requerimentos de mantença devido à menor taxa metabólica em novilhas sobre restrição alimentar (Yambayamba et al.,1996b). Durante o período de realimentação os níveis dos hormônios T_3 e T_4 podem manter-se baixos durante os primeiros 10 dias da realimentação e voltarem aos níveis semelhantes aos dos animais que não sofreram restrição após 31 dias de realimentação (Yambayamba et al., 1996b).

Ao considerar as alterações de peso vivo, endócrinas e metabólicas observadas em animais submetidos à restrição alimentar e posterior realimentação, com conseqüente, ganho compensatório, torna-se importante o estudo acerca do que ocorre no metabolismo de animais que são transportados a pé, uma vez que nenhuma pesquisa foi desenvolvida neste sentido.

Neste contexto foram realizados dois projetos, os quais foram intitulados, “Alteração do peso vivo, da composição corporal e dos hormônios insulina, IGF-I, T_3 e T_4 em bovinos conduzidos a pé por comitiva de peões no Pantanal sul-mato-grossense” e “Ganho compensatório, hormônios, composição corporal e avaliação econômica em

bovinos conduzidos a pé ou por transporte rodoviário", apoiados pela Fundect – MS (Edital 04/2006 UNIVERSAL) e pelo CNPq (edital MCT/CNPq 14/2008 – Universal), respectivamente. O primeiro projeto teve como objetivo conhecer qual a relação entre as caminhadas e a perda de peso e como ocorre a mobilização de tecidos como conseqüência da restrição alimentar. Já o segundo projeto teve como objetivo comparar o sistema de transporte de bovinos, a pé (comitiva) ou por transporte rodoviário (caminhão) e quantificar a alteração do peso vivo, endócrina e metabólica, bem como suas inter-relações e as implicações no período de realimentação de 84 dias. Os resultados obtidos de ambos os trabalhos foram abordados nos artigos denominados: "Peso vivo e perfil dos hormônios metabólicos em bovinos jovens conduzidos a pé por comitiva" e "Efeitos do transporte a pé ou rodoviário sobre o crescimento de bovinos jovens", redigidos de acordo com as normas editoriais do periódico *Livestock science*.

REFERÊNCIAS

Agência Estadual de Defesa Sanitária Animal e Vegetal. IAGRO, 2011.

ALVES, D.D. Crescimento compensatório em bovinos de corte. **Revista Portuguesa de Ciência Veterinária**. v. 98, n. 546, p. 61- 67, 2003.

BELLMANN, O.; WEGNER, J.; REHFELDT, C. TEUSCHER, F.; SCHNEIDER, F.; VOIGT, J.; DERNO, M.; SAUERWEIN, H.; WEINGÄRTNER. J.; ENDER, K. Beef versus dairy cattle: a comparison of metabolically relevant hormones, enzymes, and metabolites. **Livestock Production Science**, v. 89, n.1, p.41-54, 2004.

BLUM, J.W.; GINGINS, M.; VITINS, P.; BICKEL, H. Thyroid hormone levels related to energy and nitrogen balance during weight loss and regain in adult sheep. **Acta Endocrinology**, v.93, n.4 , p.400-447, 1980.

BLUM, J.W.; KUNZ, P. Effects of fasting on thyroid hormone levels and kinetics of reverse triiodothyronin in cattle. **Acta Endocrinology**, v.98, n.1, p.234-9, 1981.

BLUM, J.W.; SCHNYDER, W.; KUNZ, P.L.; BLOM, A.K.; BICKEL, H.; SCHÜRCH, A. Reduced and compensatory growth: endocrine and metabolic changes during food restriction and refeeding in steers. **Journal Nutrition**, v.115, p.417-424, 1985.

BUONOMO, F.C.; BAILE, C.A. The neurophysiological regulation of growth hormone secretion. **Domestic Animal Endocrinology**, v.7, n.4, p.435-50, 1990.

CARREIRA, S.; BRUN-ACHIROU, D.; BRACHET, P.; PUIQSERVER, A. Hepatic and renal D-amino acid oxydase activities in the growing rat after ten days of protein under nutrition and refeeding. **Reproduction Nutrition Development**, v.36, n.1, p.73-82, 1996.

CARSTENS, G.E.; JOHNSON, D.E.; ELLENBERGER, M.A. ; TATUM, J.D. Physical and chemical components of the empty body during compensatory growth in beef steers. **Journal of Animal Science,** v.69, n.8, p. 3251-64, 1991.

CHILLIARD, Y.; BOCQUIER, F.; DOREAU, M. Digestive and metabolic adaptations of ruminants to undernutrition, and consequences on reproduction. **Reproduction Nurition development**, v.38, n.2, p.131-152, 1998.

DAVIS, S.L. Recent concepts in regulation of growth by GH and IGF. **Journal of Animal Science**, v.66 (Suppl. 3), p.84, 1988.

DROUILLARD, J.S.; FERRELL, C.L.; KLOPFENSTEIN, T.J.; BRITTON, R.A. Compensatory growth following metabolisable protein or energy restrictions in beef steers. **Journal of Animal Science**, v.69, n.2, p.811-18, 1991.

ELLENHERGER, M.A.; JOHNSON, D.E.; CARTSENS, G.E.; HOSSNER, K.L; HOLLAND, M.D.; NETT, T.M.; NOCKELS, C.F. Endocrine and metabolic changes during altered growth rates in beef cattle. **Journal of Animal Science**, v.67, p.1446-54, 1989.

EMLER, C.A.; SCHALCH, D.S. Nutritionally induced changes in hepatic insulin-like growth factor (IGF-I) gene expression in rats. **Endocrinology**, v.120, p.832-34, 1987.

HEITMANN, R.N.; BERGMAN, E.N. Integration of amino acid metabolism in sheep: effects of fasting and acidosis. **American Journal Physiology**, v.239, p.E248-54, 1980.

HORNICK, J.L.; VAN EENAEME, C.; DIEZ, M.; MINET, M.; ISTASSE, L. Comparison of hindquarter metabolite uptake in Belgian Blue double-muscled bulls at maintenance or during fattening. **Journal of Animal Science**, v.75, n.12, p.3331-41, 1997.

HORNICK, J.L.; VAN EENAEME, C.; GÉRARD, O., DUFRASNE, I.; ISTASSE, L. Mechanisms of reduced and compensatory growth. **Domestic Animal Endocrinology**, v.19, n.1, p.121-32, 2000.

HOSSNER, K.L. Whole Animal Growth. In: HOSSNER, K.L. **Hormonal regulation of farm animal growth**. Cambridge: CABI International, 2005, p. 1-12.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. Produção da pecuária municipal 2009. v. 37, p. 1-55, 2010.

LAWRENCE, T.L.J. & FOWLER, V.R. Prenatal and Postnatal Growth. In: LAWRENCE, T.L.J. & FOWLER, V.R. **Growth of farm animals**. 2 ed. Cambridge: CABI International, 2002. p. 193-215.

MAES, M.; UNDERWOOD, L.E.; KETELSLEGERS, J.M. Plasma somedin-C in fasted and refed rats: close relationships with changes in liver somatogenic but not lactogenic binding sites. **Journal of Endocrinology**, v.97, p.243-52, 1983.

McGUIRE, M.A.; VICINI, J.L.; BAUMAN, D.E.; VEENHUIZEN, J.J. Insulin-like growth factors and binding proteins in ruminants and their nutritional regulation. **Journal of Animal Science**, v.70, n. 9, p.2901-2910, 1992.

MURPHY, T.A.; LOERCH, S.C.; SMITH, F.E. Effects of feeding high-concentrate diets at restricted intakes on digestibility and nitrogen metabolism in growing lambs. **Journal of Animal Science**, v.72, n.6, p.1583-90, 1994.

OWENS, F.N.; DUBESKI, P.; HANSON, C.F. Factors that alter the growth and development of ruminants. **Journal of Animal Science**. v. 71., n.11, p. 3138-3150, 1993.

PAQUAY, R.; DE BAERE, R.; LOUSSE, A. The capacity of the mature cow to lose and recover nitrogen and the significance of protein reserves. **British Journal of Nutrition**, v.27, n.1, p.27-37, 1972.

PEIXOTO, L.A.O.; OSÓRIO, M.T.M. Perfil metabólico protéico e energético na avaliação do desempenho reprodutivo em ruminantes. **Revista Brasileira de Agrociência,** v.13, n.3, p.299-304, 2007.

SQUIRES, E. J. Manipulation of Growth and Carcass composition. In: SQUIRES, E.J. **Applied animal endocrinology**. 1. Ed. Cambridge: CABI Publishig, 2003. P. 66-123.

RENAVILLE, R.; VAN EENAEME, C.; BREIER, B.H.; VLEURICK, L.; BERTOZZI, C.; GENGLER, N.; HORNICK, J.-L.; PARMENTIER, I.; ISTASSE, L.; HAEZEBROECK, V.; MASSART, S.; PORTELLE, D. Feed restriction in young bulls alters the onset of puberty in relationship with plasma insulin-like growth factor-I (IGF-I) and IGF-binding proteins. **Domestic Animal Endocrinology**, v.18, n.2, p.165-76, 2000.

VAN EENAEME, C.; EVRARD, M.; HORNICK, J.L.; BALDWIN, P.; DIEZ, M. ISTASSE, L. Nitrogen balance and myofibrillar protein turnover in double muscled Belgian Blue bulls in relation to compensatory growth after different periods of restricted feeding. **Canadian Journal of Animal Science**, v.78, n.2, p.549-59, 1998.

WANG, Y.; ELESWARAPU, S.; BEAL, W.E.; JR.SWECKER, W.S.; AKERS, R.M.; JIANG, H. Reduced serum insulin-like growth factor (IGF) I is associated with reduced liver IGF-I mRNA and liver growth hormone receptor mRNA in food-deprived cattle. **The Journal of Nutrition,** v.133, n.8, p.2555-2560, 2003.

WESTER, T.L.; BRITTON, R.A.;KLOPFENSTEIN, T.J.; HAM, G.A.; HICKOK, D.T.; KREHBIEL, C.R. Differential effects of plane of protein or energy nutrition on visceral organs and hormones in lambs. **Journal of Animal Science**, v.73, n.6, p.1674-88, 1995.

WU, M.; WANG,A.; BERNARD, G.C.; HALL, J.B.; BEAL, W.E.; AKERS, R.M.; BOISCLAIR, Y.R.; JIANG, H. Increased degradation of insulin-like growth factor-I in serum from feed-deprived steers. **Domestic Animal Endocrinology**, v.35, n. 4, p.343-351, 2008.

YAMBAYAMBA, E.S.K.; PRICE, M.A.; JONES, S.D.M. Compensatory growth of carcass tissues and visceral organs in beef heifers. **Livestock Animal Science**, v.46, n.1, p. 19-32, 1996a.

YAMBAYAMBA, E.S.K.; PRICE, M.A.; FOXCROFT, G.R. Hormonal status, metabolic changes, and resting metabolic rate in beef heifers undergoing compensatory growth. **Journal of Animal Science**, v.74, n.1, p. 57-69, 1996b.

Peso vivo e perfil dos hormônios metabólicos em bovinos jovens conduzidos a pé por comitiva

RESUMO: Objetivou-se verificar os efeitos do transporte a pé sobre o crescimento de bovinos jovens durante 55 dias de caminhada e durante 84 dias após o termino desta caminhada. Utilizou-se 25 garrotes escolhidos aleatoriamente de um rebanho de 1.100 animais da raça Nelore, acompanhados durante os 55 dias de deslocamento, do município de Porto Murtinho/MS ao município de Iguatemi/MS, e nos 84 dias referentes ao período de realimentação. Amostras de soro foram obtidas para a dosagem dos hormônios insulina, T_3, T_4, cortisol e IGF-I por radioimunoensaio, com kits comerciais. Os dados foram submetidos à análise de medidas repetidas no tempo. Verificou-se que não houve alteração de peso do dia 0º e 55º dia do deslocamento. No período de realimentação aos 28º, 56º e 84º dias, os pesos médios dos garrotes foram de 226,10 kg, 224,28 kg e 242,6 kg, respectivamente, havendo diferença significativa do peso aos 84 dias em relação aos demais. Não houve diferença nos níveis de insulina e T_3 em ambos os períodos, entretanto durante o período de deslocamento foram observadas as menores concentrações de T_4. Houve um aumento na concentração sérica de T_4 após 56 de realimentação, sendo que esta foi superior aos demais dias. Após 28 dias de realimentação constataram-se os maiores níveis de cortisol. Observou-se um aumento na concentração de IGF-I após 56 e 84 dias de realimentação. Conclui-se que o transporte a pé por comitiva de peões não altera o peso de chegada dos animais a fazenda de engorda e houve ganho de peso após 84 dias de realimentação, ocasionado pelo aumento nos níveis de T_4 e IGF-I durante o período de realimentação.

Palavras-chave: ganho compensatório, metabolismo, realimentação, transporte

Live weight and metabolic hormone profile in steers moved by droving

ABSTRACT: The objective of this work was to verify the effects of droving transportation on growth of steers moved during 55 days and 84 days post-moving. Twenty five randomly chosen steers were used from a herd composed of 1,000 Nelore steers, moved throughout 55 days of droving, from Porto Murtinho/MS city to Iguatemi/MS city, and during the 84 days of refeeding. Serum samples were obtained for T_3, T_4, cortisol and IGF-I hormones by radioimmunoassay, using commercial kits. Data was subjected to the repeated measures in time analysis. It was verified that there was no live weight change from days 0 to 55. During the refeeding period, at day 28, 56 and 84, the average weights of the steers were 226.10 kg, 224.28 kg and 242.6 kg, respectively, and there was significant difference of weight for day 84 when compared to the former. There was no difference in insulin and T_3 levels in both periods, although during droving period the lowest T_4 concentrations were observed. There was an increase in T_4 serum concentration after 56 days of refeeding, and it was superior when compared to the other days. After 28 days of refeeding the highest levels of cortisol were found. An increase in IGF-I concentration after 56 and 84 days of refeeding was observed. It was concluded that moving by droving cattle does not alter the weight of the animals when arriving at the finishing farm and there is weight gain during refeeding period, caused by an increase in T_4 and IGF-I levels during refeeding period.

Keywords: compensatory gain, metabolism, re-feeding, transportation

1 Introdução

Nas regiões Centro-Oeste e Norte do Brasil que, juntas, detêm cerca de 111,10 milhões de cabeças (IBGE, 2009), ainda é muito comum a tradicional figura das comitivas nas longas viagens pelas estradas boiadeiras. As dificuldades que o ambiente impõe, aliadas à falta de investimentos governamentais em infra-estrutura rodoviária fazem com que este meio de transporte ainda seja amplamente utilizado.

No caso do Estado de Mato Grosso do Sul, com rebanho de 22,3 milhões de cabeças (IBGE, 2009), a Agência Estadual de Defesa Sanitária Animal e Vegetal (IAGRO, 2011), estima que as comitivas foram responsáveis por cerca de 20% do trânsito de gado nos anos de 2009 e 2010, correspondendo a 2,7 e 2,6 milhões de cabeças, respectivamente. Este meio de transporte ainda é o mais eficiente na região pantaneira, devido à situação das estradas, que em determinadas épocas do ano ficam inacessíveis aos veículos automotores, o que dificulta o transporte desses animais. Dependendo do destino e da categoria animal essas comitivas chegam a caminhar por mais de 60 dias até as fazendas de engorda localizadas no planalto, num percurso que pode ultrapassar 700 km.

Se houver restrição alimentar durante a caminhada o metabolismo basal é reduzido, principalmente por uma diminuição no volume e atividade das vísceras, aliado às alterações hormonais (Yambayamba et al., 1996 a,b). Durante a restrição alimentar ocorre decréscimo nos níveis plasmáticos de insulina, triiodotironina (T_3), tiroxina (T_4) e fator-I de crescimento semelhante à insulina (IGF – I), enquanto o cortisol e o hormônio do crescimento (GH) aumentam (Blum et al., 1985; Hornick et al., 2000; Yambayamba et al., 1996b). Diante disso, o desgaste físico aliado à restrição alimentar das longas caminhadas podem levar à perda de peso, com sérias consequências sobre o

crescimento animal, com mudanças na composição corporal, alterações endócrinas, metabólicas e nos mecanismos de compensação.

A presente pesquisa teve como objetivo verificar os efeitos do transporte a pé sobre o crescimento de bovinos jovens durante 55 dias de caminhada e após 84 dias do termino desta caminhada.

2 Materiais e Métodos

2.1 Animais e tratamentos

Foram utilizados 25 garrotes com peso médio de 217,7 ± 18,0 kg escolhidos aleatoriamente de um lote de 1.100 garrotes inteiros da raça Nelore, de 12 a 15 meses de idade, conduzidos a pé do município de Porto Murtinho até o município de Iguatemi, localizados no Estado de Mato Grosso do Sul, num percurso de 700 km (Figura 1).

A comitiva que realizou o transporte destes animais foi formada por um grupo de sete pessoas: cinco peões condutores, o chefe e o cozinheiro. O cozinheiro tradicionalmente caminha cerca de dois a quatro quilômetros (km) à frente da comitiva, tocando de três a quatro burros cargueiros, sendo o responsável por arrumar o pouso e preparar a alimentação dos demais membros da equipe. O "ponteiro" é o responsável por guiar o gado e controlar o ritmo da marcha. Logo atrás vêm os dois "fiadores" um de cada lado, que fazem um movimento de pêndulo, movimentando-se da frente até o meio do gado e encontrando-se com os "meieiros", que fazem o mesmo movimento até o final do gado. Atrás, "na culatra", vai o chefe da comitiva, responsável pela estratégia de condução e contagem do gado.

A pesquisa foi conduzida em duas etapas. A primeira fase, com duração de 55 dias teve início em 18 de fevereiro de 2009, e consistiu no período de deslocamento propriamente dito. Já a segunda fase, com duração de 84 dias teve início em 9 de maio

de 2009, que representou a fase de recuperação, quando os animais chegaram à fazenda de engorda e começaram um período de realimentação.

Realizou-se medidas de peso vivo e amostragem de sangue em ambas as fases do experimento, no início (dia 0), no meio (com 20 dias) e no final da viagem (55 dias), nas fazendas Oriente (a 22º02.451' S e 57º37.631' O), Água Amarela (21°47.822' S e 56°08.349' O) e Mato Alto (23°50.000' S e 54°50.000' O), respectivamente (Figura 1). Na chegada da comitiva, os animais foram reagrupados e avaliados no período de realimentação, aos 28, 56 e 84 dias, sendo as pesagens e a colheita de sangue sempre realizado às 7 horas, após um jejum de sólidos e líquidos de 16 horas.

Utilizou-se balança coletiva para bovinos da marca Oswaldo Filizola, com carga máxima de 5000 kg e precisão de 500 gramas, entretanto, pesou-se individualmente os animais. Também se avaliou o Escore de Condição Corporal (ECC) em escala de 1 a 9 (1 = magra e 9 = gorda), segundo metodologia preconizada por Nicholson & Butterworth (1986).

Amostras de forragem foram coletadas durante o período de realimentação apenas para a averiguação da massa forrageira disponível aos animais.

2.2 Análise do sangue

Para a determinação dos parâmetros hormonais colheram-se amostras de sangue por meio de venopunção jugular, de cada um dos 25 animais, em tubos sem anticoagulante, mantidos sob temperatura ambiente por duas horas. Logo após, centrifugou-se o sangue a 2400 rpm, durante 10 minutos para obtenção do soro, o qual foi acondicionado em tubos Eppendorf e estocado a –20ºC para análises posteriores.

Analisaram-se os seguintes parâmetros séricos: insulina, T_3, T_4, cortisol e IGF-I, por meio da técnica de radioimunoensaio (RIA), no Laboratório de Endocrinologia do

Departamento de Reprodução Animal e Radiologia Veterinária da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da UNESP campus de Botucatu, utilizando-se kits comerciais Coat-A-Count® para insulina, T_3, T_4 e cortisol (Siemens Medical Solutions Diasgnostics, Los Angeles, CA, USA) fase sólida, e IGF-1-RIA-CT (DIAsource ImmunoAssays S.A., Belgium) para IGF-I.

2.3 Análises estatísticas

O delineamento amostral utilizado na pesquisa foi a amostragem aleatória simples, sendo os animais sorteados em um grande grupo de mesmo sexo e idade e pesos semelhantes.

Submeteram-se os dados a testes de normalidade, homogeneidade de variâncias e a presença de valores discrepantes (*outliers*) antes dos testes inferenciais. Como as variáveis hormonais não cumpriram as pressuposições básicas das análises paramétricas, estas foram submetidas à transformação [log (x + 1)] para homogeneizar as variâncias, mas as estimativas apresentadas nos resultados foram resultantes da transformação inversa dos valores obtidos nas análises. Logo os resultados foram apresentados na mesma unidade dos valores originais.

Utilizou-se o procedimento PROC MIXED do SAS (versão 9.0) para a análise de medidas repetidas no tempo, sendo escolhida a estrutura da matriz de covariâncias Toeplitz (TOEP) para os pesos, enquanto para os hormônios insulina, T_3, T_4, cortisol e IGF-I utilizou-se a matriz de covariâncias Composta Simétrica Harmônica (CSH). Para a comparação das médias foi utilizado o teste de Tukey ajustado, com um nível de 1% de significância.

3 Resultados

Não houve alteração do ECC dos animais durante todo o experimento, uma vez que, ao início do período de deslocamento os animais apresentavam ECC = 5, e permaneceram com tal ECC até o final do período de realimentação.

Houve efeito do período (deslocamento e realimentação) sobre o peso vivo dos garrotes (Tabela 1), sendo o menor peso observado no 20º dia de deslocamento, enquanto o maior no 84º dia de realimentação.

Não houve alteração nas concentrações séricas de insulina e T_3 (Tabela 2) em ambos os períodos (deslocamento e realimentação). Entretanto, o mesmo não foi constatado para as concentrações séricas de T_4, cortisol e IGF-I. No período de deslocamento (0º, 20º e 55º dias) encontraram-se as menores concentrações séricas de T_4. Já no 28º dia de realimentação observou-se a maior concentração de cortisol e a menor de IGF-I. No entanto, no 56º e 84º dias de realimentação obteve-se as maiores concentrações séricas de IGF-I e as menores de cortisol.

4 Discussão

Do 20º dia de deslocamento até a chegada ao destino (55º dia), na Fazenda Mato Alto, houve um ganho de peso médio de 9,78 kg e, ao considerar a mudança em relação ao peso inicial houve uma perda média de 4,9 kg. Esta perda de peso observada entre o 0º dia e o 20º dia, pode estar associada ao pequeno aumento na exigência de mantença que ocorre devido ao processo de caminhada como observado por Di Marco & Aello (1998). Estes autores constataram que bovinos submetidos à caminhada a uma

velocidade constante exigem aproximadamente 9 e 16 kcal.100 kg PV^{-1} para caminharem 1 km, em terreno plano e declive, respectivamente.

Já o ganho de peso na fase final da caminhada pode ter sido ocasionado por uma adaptação metabólica, e ou pelo fato de que, em algum momento, durante a fase final da marcha, os animais terem passado por uma área que disponibilizava forragem suficiente para a alimentação acima das exigências de manutenção.

Não houve diferença significativa do peso vivo do 0º e 55º dias de deslocamento (Tabela 1). Isso demonstra a possibilidade de não ter havido uma restrição alimentar severa, a qual, por definição, leva a perda de peso e é caracterizada por alteração na relação síntese:degradação, e consequente mobilização de tecidos (Hornick et al., 2000).

Com o início do período de realimentação não houve diferença significativa entre os pesos dos animais da chegada na fazenda (55º dia) e no 28º e 56º dias de realimentação. Isto provavelmente ocorreu porque a marcha a pé levou ao desgaste físico dos animais com consequência sobre o ganho posterior, já que após a chegada os animais ficaram em pasto de capim Mombaça com uma massa de forragem de 6.729 kg de matéria seca/ hectare (kg MS/ha), com 9% de lâmina verde.

No 84º dia de realimentação foram observados os maiores ganhos de peso, pois possivelmente transcorreu o tempo necessário para a recuperação física dos animais aliado a uma melhor na qualidade da massa de forragem (4.349 kg MS/ha), principalmente de lâmina verde (21% de lâmina verde). Os animais apresentaram um ganho de peso de 18,32 kg em relação ao 56º dia, além de um ganho de 16,50 kg e 20 kg em relação ao 28º e 55º dias respectivamente. O ganho de peso neste período pode ser o resultado de vários processos descritos por Murphy et al. (1994) e Yambayamba et al. (1996a) os quais consistem na redução do tamanho dos órgãos metabolicamente ativos (vísceras, baço e fígado) levando a uma diminuição na exigência de manutenção,

redução da atividade física e aumento na digestibilidade da dieta. Desta forma, os animais quando realimentados, aumentam lentamente seu metabolismo basal atingindo alta eficiência alimentar para ganho de peso.

Como não houve alteração na concentração sérica de insulina, tal resultado diverge dos encontrados por Blum et al. (1985) e Yambayamba et al. (1996b), os quais observaram redução na concentração plasmática de insulina dos animais que estavam sob restrição alimentar em nível de mantença, quando comparados aos que recebiam dieta *ad libitum*, como reflexo do menor suprimento de proteína e energia, sendo tal nível normalizado em poucas dias de realimentação. Por não se observar no presente estudo a perda de peso acentuada dos animais avaliados no período de restrição (Tabela 1) e ainda não ter ocorrido a queda dos níveis séricos de insulina, pode-se disser que os animais não sofreram restrição alimentar severa durante a fase de caminhada.

Durante o período de deslocamento (0º, 20º e 55º dias) foram observadas as menores concentrações séricas de T_4 (Tabela 2), já o mesmo não foi observado para o T_3, possivelmente a produção reversa de T_3 aumenta como resultado do aumento da conversão de T_4 tireoidal para T_3, quando a produção extra de T_3 tireoidal é reduzida (Blum et al., 1980), entretanto segundo Blum & Kunz (1981) isto nem sempre é observado em bovinos. As baixas concentrações de T_3 e T_4 permitem ao organismo diminuir os gastos de energia por meio da diminuição do metabolismo basal. Segundo Squires (2003), os hormônios da tireóide aumentam a produção de calor e utilização de oxigênio pelo coração, fígado, rins e pâncreas.

Yambayamba et al. (1996b) trabalhando com bezerras submetidas a dietas com restrição alimentar por 95 dias, determinaram que, nos primeiros 20 dias de restrição tanto T_4 como T_3 não apresentaram uma queda significativa porém, no dia 48, houve uma queda de 19% e 26% para T_4 e T_3 respectivamente, em relação ao controle. Isso

demonstra que os hormônios tireoidianos estão associados com a taxa do metabolismo basal. Como houve redução apenas na concentração sérica de T_4, possivelmente este seria o principal responsável pela redução na exigência de mantença.

Os ruminantes possuem a capacidade de adaptarem-se aos períodos de subnutrição, de médio a longo prazo, uma vez que reduzem as necessidades de ganho de peso por meio da diminuição da taxa de metabolismo, efeito este mediado pela menor concentração de hormônios da tireóide, causando a redução da oxidação dos tecidos e metabolismo basal, com menores taxas de *turnover* de proteína e gordura, então poupando energia e limitando a taxa de gordura corporal e mobilização de proteína (Chilliard et al., 1998).

Para o T_4 pode ser observado (Tabela 2) um pico em sua concentração sérica após 56 dias de realimentação, provavelmente está relacionado com a estação do ano e não necessariamente com o status nutricional do animal, uma vez que de acordo com Todini (2007), as concentrações sanguíneas de hormônios tireoidianos são maiores durante dias com menos horas de noite, o que coincide com o mês de junho no qual foi realizada esta coleta.

As maiores concentrações séricas de cortisol foram obtidas na chegada na fazenda (55º dia de deslocamento) e após 28 dias de realimentação, 2,35 ± 0,11 e 4,52 ± 0,08 µg/dL respectivamente (Tabela 2). Em nenhum dos dias de coleta foi observado valores de cortisol acima dos níveis basais segundo Grandin (1997). Entretanto, possivelmente o aumento observado no 28º dia de realimentação pode ser uma adaptação metabólica para o crescimento, uma vez que, o cortisol afeta o metabolismo dos carboidratos por promover a gliconeogênese da proteína corporal, aumentando a mobilização e oxidação dos ácidos graxos, aumentado o colesterol plasmático e os níveis de glicerol e deposição de glicogênio no fígado (Squires, 2003).

Sabe-se que o IGF-I é um dos mais importantes hormônios anabólicos envolvidos no processo de crescimento, com produção predominante no fígado. Mediante interação com receptores de GH, o IGF-I também é produzido de forma autócrina ou parácrina por várias células, como por exemplo, células do sistema músculo-esquelético, incluindo mioblastos, células satélites, miofibrilas e fibroblastos (Hornick et al., 2000; Hossner, 2005). Consequentemente, durante a restrição alimentar as concentrações séricas de IGF-I decrescem drasticamente devido à baixa disponibilidade de receptores de GH ou reduzida atividade destes receptores (Davis, 1988). A restrição alimentar também está associada com reduzido IGF-mRNA nos tecidos hepático e extra-hepático (Emler & Schalch, 1987). Neste contexto, as menores concentrações de IGF-I (Tabela 2) encontradas no final do período de deslocamento e no início da realimentação (69,81 ± 0,19 e 68,64 ± 0,28 ng/mL, respectivamente) podem ter sido ocasionadas pelos efeitos da restrição alimentar sobre os receptores de GH e ao IGF-mRNA.

Após 56 e 84 dias de realimentação foram observadas as maiores concentrações séricas de IGF-I (485,43 ± 0,12 e 522,01 ± 0,15 ng/mL, respectivamente). Tais resultados corroboram com os obtidos por Ellenherger et al. (1989); Hays et al. (1995); Henricks et al. (1994) e Renaville et al. (2000) os quais observaram que os níveis de IGF-I aumentaram progressivamente durante o período de realimentação para valores similares àqueles observados para os animais que não sofreram restrição e os picos foram correlacionados com as maiores taxas de crescimento, ou seja, em ruminantes com duas a quatro semanas de realimentação.

5 Conclusões

O transporte a pé de garrotes por comitiva de peões não altera o peso de chegada dos animais da viagem e no período de realimentação há ganho de peso entre 56 e 84 dias. O deslocamento de garrotes por comitiva leva a alterações nos níveis de T_4, cortisol e IGF-I, mas não altera os níveis de insulina e T_3. O aumento nos níveis de T_4 e o IGF-I durante o período de realimentação pode ser o responsável pelos processos anabólicos do ganho de peso na realimentação.

6 Referências

Agência Estadual de Defesa Sanitária Animal e Vegetal. IAGRO, 2011.

BLUM, J.W.; GINGINS, M.; VITINS, P.; BICKEL, H. Thyroid hormone levels related to energy and nitrogen balance during weight loss and regain in adult sheep. **Acta Endocrinol**, v. 93, p. 440-447, 1980.

BLUM, J.W.; KUNZ, P. Effects of fasting on thyroid hormone levels and kinetics of reverse triiodothyronin in cattle. **Acta Endocrinology**, v.98, n.1, p.234-239, 1981.

BLUM, J.W.; SCHNYDER, W.; KUNZ, P.L.; BLOM, A.K.; BICKEL, H.; SCHÜRCH, A. Reduced and compensatory growth: endocrine and metabolic changes during food restriction and refeeding in steers. **Journal Nutrition**, v.115, p.417-424, 1985.

CHILLIARD, Y.; BOCQUIER, F.; DOREAU, M. Digestive and metabolic adaptations of ruminants to undernutrition, and consequences on reproduction. **Reproduction Nurition development**, v.38, n.2, p.131-152, 1998.

DAVIS, S.L. Recent concepts in regulation of growth by GH and IGF. **Journal of Animal Science**, v.66 (Suppl. 3), p.84, 1988.

DI MARCO, O.N; AELLO, M.S. Energy cost of cattle walking on the level and on a gradient. **Journal of Range Management**, v.51, n.1, p.9-13, 1998.

ELLENHERGER, M.A.; JOHNSON, D.E.; CARTSENS, G.E.; HOSSNER, K.L; HOLLAND, M.D.; NETT, T.M.; NOCKELS, C.F. Endocrine and metabolic changes during altered growth rates in beef cattle. **Journal of Animal Science**, v.67, p.1446-54, 1989.

EMLER, C.A.; SCHALCH, D.S. Nutritionally induced changes in hepatic insulin-like growth factor (IGF-I) gene expression in rats. **Endocrinology**, v.120, n.2, p.832-34, 1987.

GRANDIN, T. Assessment of stress during handling and transport. **Journal of Animal Science**, v.75, n.1, p.249-257, 1997.

HAYS, C.L.; DAVENPORT, G.M.; OSBORN, T.G.; MULVANEY, D.R. Effect of dietary protein and estradiol-17 β on growth and insulin-like growth factor in cattle during realimentation. **Journal of Animal Science**, v.73, n.2, p.589-597, 1995.

HENRICKS, T.C.; JENKINS, T.C.; WARD, J.R.; KRISHNAN, C.S.; GRIMES, L. Endocrine responses and body composition changes during feed restriction and realimentation in young bulls. **Journal of Animal Science**, v.72, n.9, p.2289-2297, 1994.

HORNICK, J.L.; VAN EENAEME, C.; GÉRARD, O., DUFRASNE, I.; ISTASSE, L. Mechanisms of reduced and compensatory growth. **Domestic Animal Endocrinology**, v.19, n.1, p.121-32, 2000.

HOSSNER, K.L. Hormones growth factors and skeletal muscle. In: HOSSNER, K.L. Hormonal regulation of farm animal grown. 1.ed. Cambridge: CABI Publishig, 2005. p. 146-162.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. Produção da pecuária municipal 2009. v. 37, p. 1-55, 2010

MURPHY, T.A.; LOERCH, S.C.; SMITH, F.E. Effects of feeding high-concentrate diets at restricted intakes on digestibility and nitrogen metabolism in growing lambs. **Journal of Animal Science**, v.72, n.6, p.1583-90, 1994.

NICHOLSON, M.J.; BUTTERWORTH, M.H. **A guide to condition scoring of Zebu cattle**. Addis Ababa: International Livestock. Centre for Africa, 1986. 29p.

RENAVILLE, R.; VAN EENAEME, C.; BREIER, B.H.; VLEURICK, L.; BERTOZZI, C.; GENGLER, N.; HORNICK, J.-L.; PARMENTIER, I.; ISTASSE, L.; HAEZEBROECK, V.; MASSART, S.; PORTELLE, D. Feed restriction in young

bulls alters the onset of puberty in relationship with plasma insulin-like growth factor-I (IGF-I) and IGF-binding proteins. **Domestic Animal Endocrinology**, v.18, n.2, p.165-76, 2000.

SQUIRES, E.J. Manipulation of Growth and Carcass composition. In: SQUIRES, E.J. **Applied animal endocrinology**. 1. Ed. Cambridge: CABI Publishig, 2003. p. 66-123.

TODINI, L. Thyroid hormones in small ruminants: effects of endogenous, environmental and nutritional factors. **Animal**, v.1, n.7, p.997-1008, 2007.

YAMBAYAMBA, E.S.K.; PRICE, M.A.; JONES, S.D.M. Compensatory growth of carcass tissues and visceral organs in beef heifers. **Livestock Animal Science**, v.46, n.1, p. 19-32, 1996a.

YAMBAYAMBA, E.S.K.; PRICE, M.A.; FOXCROFT, G.R. Hormonal status, metabolic changes, and resting metabolic rate in beef heifers undergoing compensatory growth. **Journal of Animal Science**, v.74, n.1, p. 57-69, 1996b.

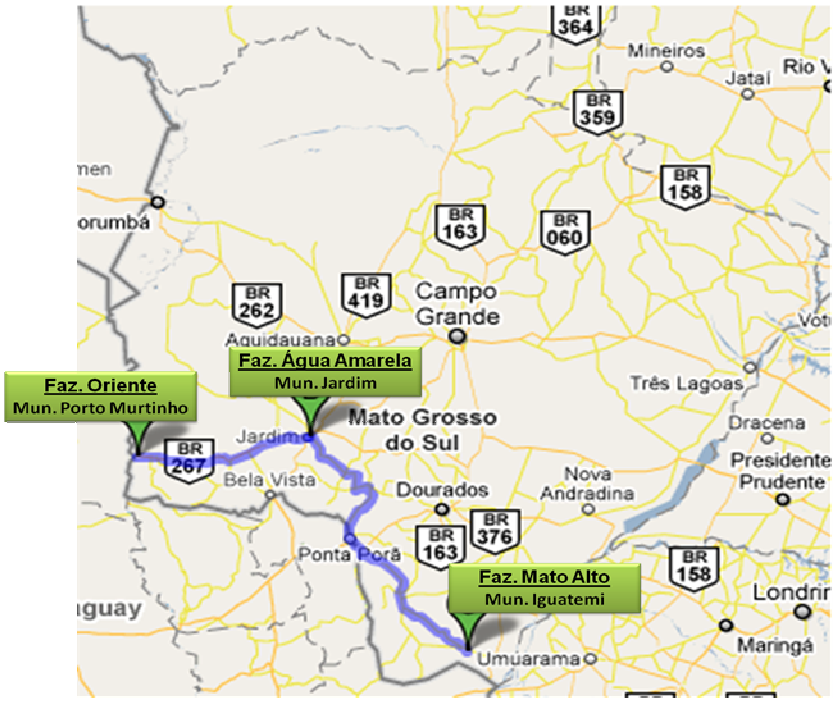

Figura 1. Mapa do Estado de Mato Grosso do Sul com o trajeto percorrido (700 km) pelos animais transportados por comitiva e as fazendas cujas mensurações de peso e amostragem de sangue foram realizadas.

Tabela 1. Médias de mínimos quadrados para o peso vivo de garrotes (N = 25) submetidos ao deslocamento por comitiva e no período de realimentação.

Dia de avaliação	Períodos+						EPM	Valor P*
	Deslocamento			Realimentação (dias)				
	0º dia	20º dia	55º dia	28º dia	56º dia	84º dia		
Médias	217,72 [c]	212,82 [d]	222,60 [bc]	226,10 [b]	224,28 [bc]	242,60 [a]	± 3,39	<0,0001

EPM – erro padrão da média. Valores seguidos por letras distintas na mesma linha diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey ajustado a 1% de significância.

+ Deslocamento: período de caminhada dos animais até a chegada na fazenda de engorda; Realimentação: período após a chegada dos animais a fazenda de engorda.

* Comparação entre os dias de avaliação

Tabela 2. Médias de mínimos quadrados para as concentrações séricas dos hormônios[§] em garrotes submetidos ao deslocamento por comitiva por 60 dias e no período de realimentação de 84 dias.

	Períodos[+]						Valor-P*
	Deslocamento			Realimentação			
Dias	0º dia	20º dia	55º dia	28º dia	56º dia	84º dia	
Insulina (µUI/mL)	1,09 ± 0,05 [a]	1,34 ± 0,07 [a]	0,96 ± 0,04 [a]	1,03 ± 0,05 [a]	1,27 ± 0,08 [a]	0,84 ± 0,04 [a]	0,0064
$T_{3\ total}$ (ng/dL)	113,24 ± 0,10 [a]	99,78 ± 0,12 [a]	138,53 ± 0,13 [a]	101,77 ± 0,08 [a]	141,59 ± 0,05 [a]	100,79 ± 0,11 [a]	0,0010
$T_{4\ total}$ (ng/dL)	3,33 ± 0,06 [d]	3,83 ± 0,04 [bcd]	3,51 ± 0,06 [cd]	4,55± 0,03 [b]	7,19 ± 0,05 [a]	4,42 ± 0,04 [bc]	<0,0001
Cortisol (µg/dL)	1,09 ± 0,04 [c]	1,02 ± 0,04 [c]	2,35 ± 0,11 [b]	4,52 ± 0,08 [a]	0,99 ± 0,03 [c]	0,92 ± 0,04 [c]	<0,0001
IGF-I (ng/mL)	206,88 ± 0,18 [b]	198,18 ± 0,20 [b]	69,81 ± 0,19 [c]	68,64 ± 0,28 [c]	485,43 ± 0,12 [a]	522,01 ± 0,15 [a]	<0,0001

Valores seguidos por letras distintas na mesma linha diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey ajustado a 1% de significância

[§] utilizou-se transformação [log (x + 1)] para homogeneizar as variâncias, mas as estimativas apresentadas nos resultados foram resultantes da transformação inversa dos valores obtidos nas análises.

[+] Deslocamento: período de caminhada dos animais até a chegada na fazenda de engorda; Realimentação: período após a chegada dos animais a fazenda de engorda.

* Comparação entre os dias de avaliação

$T_{3\ total}$: Triiodotironina total

$T_{4\ total}$: Tiroxina total

IGF-I: Fator de crescimento semelhante a insulina

Efeitos do transporte a pé ou rodoviário sobre o crescimento de bovinos jovens

RESUMO: Objetivou-se comparar o sistema de transporte de bovinos, a pé (comitiva) com o transporte rodoviário (caminhão) sobre o crescimento de bovinos jovens. O experimento foi conduzido em duas etapas. A primeira consistiu na fase de transporte, quando os animais se deslocaram-se de Porto Murtinho/MS até Naviraí/MS, num percurso de 640 km em 60 dias de viagem a pé ou 12 horas de caminhão. A segunda etapa foi após os animais chegarem ao destino na fazenda para recria, quando se avaliou o efeito do transporte sobre a alteração do peso, dos hormônios metabólicos e bioquímica sérica, após 28, 56 e 84 dias de realimentação. Escolheu-se aleatoriamente de um lote de 1200 garrotes da raça Nelore, de 12 a 15 meses de idade, 50 garrotes com peso médio de 212,1± 27,0 e 209,1 ± 27,0 kg, para o transporte a pé e rodoviário, respectivamente. Amostras de sangue foram retiradas de cada animal para realizar as dosagens séricas dos hormônios por radioimunoensaio, com kits comerciais. Os dados foram submetidos à análise de medidas repetidas no tempo. Os animais da comitiva perderam 10,11 kg durante todo o percurso até a chegada na fazenda de recria, enquanto o grupo caminhão ganhou 13,15 kg no mesmo período. Apenas no 56º dia do 2º período os animais do grupo comitiva recuperaram seu peso inicial, sendo que do início ao término do 2º período estes animais ganharam 18,80 kg, já o grupo caminhão teve um ganho de 20,48 kg em relação ao grupo comitiva no 84º dia do 2º período. No 0º e 60º dia de 1º período foram observadas as maiores concentrações de T_3 e T_4, em ambos os grupos, comitiva e caminhão. A concentração séria de cortisol do grupo comitiva foi maior do que a do caminhão no 56º dia do 2º período. Durante o 2º período o grupo comitiva obteve concentrações de IGF-I maiores que o grupo caminhão. Conclui-se que

o transporte a pé leva a uma maior perda de peso e diminui o ganho posterior, e ainda o meio de transporte altera as concentrações séricas dos hormônios de T_4, cortisol e IGF-I.

Palavras chave: ganho compensatório, metabolismo, perda de peso, realimentação, transporte

Effects of droving or road transport on growth of steers

ABSTRACT: The objective of this work was to compare two transportation systems (moving by droving and road transportation) on growth of steers. The experiment was carried out in two phases. In the transportation phase, the animals were moved from Porto Murtinho/MS city to Naviraí/MS city, resulting in a 640 km journey and either a 60 days of moving by droving period or 12 hours of road transportation by truck. In the refeeding phase, which took place right afterwards the arrival of te animals at the farm, the effect of transportation system on weight alteration and metabolic hormones and serum biochemistry were assessed after 28, 56 and 84 days of refeeding. Fifty steers were randomly chosen from a herd of 1,200 Nelore steers, ranging from 12 to 15 months of age, with average weight of 212.1 ± 27.0 e 209.1 ± 27.0 kg, for droving and road transportation, respectively. Blood samples were obtained from each animal to measure dosage of the hormones in the serum by radioimmunoassay, with commercial kits. Data was subjecte to repeated measures in time analysis. The droved animals lost 10.11 kg throughout the course to the rearing farm, while the road group gained 13.15 kg in the same period. Only after 56 days of 2º period animals of the droving group recovered their initial weight, and from the beginning to the end of the 2º period these animals had gained 18.80 kg. On the other hand, the road group showed 20.48 kg of gain when compared to the droving group at day 84 of 2º period. At day 0 and 60 of transportation the greatest T_3 and T_4 concentrations were observed, for both the droving and the road group. Serum cotisol concentration of the droving group was higher than of the road group at day 56 of 2º period. During the 2º period period, the droving group obtained higher IGI-I concentrations than the road group. It was concluded that droving

transportation leads to a greater weight loss and reduces further gain, and the transportation method alters serum concentrations of T_4, cortisol and IGF-I hormones.

Keywords: compesatory gain, metabolism, refeeding, transportation, weight loss

1. Introdução

Nas regiões Centro-oeste e Norte do Brasil, que juntas detém cerca de 111,10 milhões de cabeças (IBGE, 2009), ainda é muito comum a tradicional figura dos condutores, comitivas e peões envolvidos nas longas viagens pelas estradas boiadeiras. As dificuldades que o ambiente impõe aliado à falta de investimentos governamentais em infra-estrutura rodoviária fazem com que este meio de transporte ainda seja amplamente utilizado.

Segundo a Agência Estadual de Defesa Sanitária Animal e Vegetal (IAGRO, 2011), as comitivas foram responsáveis por cerca de 20% do trânsito de gado no Estado de Mato Grosso do Sul nos anos de 2009 e 2010, correspondendo a 2,7 e 2,6 milhões de cabeças, respectivamente. Dependendo do destino e da categoria animal as comitivas chegam a caminhar por mais de 60 dias até as fazendas de engorda localizadas no planalto, num percurso que pode alcançar 700 km, ao passo que por transporte rodoviário, em vicinais e estradas com razoável estado de conservação, o mesmo percurso poderia ser feito de 10 a 15 horas.

O desgaste físico aliado à privação alimentar destas longas caminhadas poderá levar à perda de peso e podem ter sérias conseqüências sobre o crescimento animal, com mudanças na composição corporal, alterações endócrinas, metabólicas e nos mecanismos de compensação. Uma vez que, no transcorrer da restrição alimentar o metabolismo basal será reduzido, principalmente por uma diminuição no volume e atividade das vísceras (Yambayamba et al., 1996a), além de desencadear como resposta a redução das concentrações de insulina, triiodotironina (T_3), tiroxina (T_4), cortisol e fator de crescimento semelhante à insulina (IGF-I), enquanto o hormônio do crescimento (GH) aumenta (Blum et al. 1985; Yambayamba et al., 1996b).

Assim, a pesquisa teve como objetivo comparar os efeitos do sistema de transporte de bovinos, a pé (comitiva) com o transporte rodoviário (caminhão) sobre o crescimento de bovinos jovens.

2. Materiais e Métodos

2.1. Animais e tratamentos

Escolheu-se aleatoriamente de um lote de 1.200 garrotes inteiros da raça Nelore, de 12 a 15 meses de idade, 50 garrotes com peso médio de 212,1 ± 27,4 e 209,1 ± 27,5 kg, para o transporte a pé e rodoviário, respectivamente. Destes animais, 25 foram transportados por caminhão tipo carreta de dois andares com outros 75 animais do mesmo grupo, formando uma carga com 100 animais, e 25 a pé, junto com outros 1.075 garrotes, conduzidos por comitiva de peões, de uma fazenda localizada no município de Porto Murtinho, até o município de Naviraí, estado de Mato Grosso do Sul.

A comitiva que realizou o transporte destes animais era formada por um grupo de cinco peões condutores, o chefe e o cozinheiro, cada qual desempenhando uma função específica. O cozinheiro tradicionalmente caminha cerca de dois a quatro quilômetros à frente da comitiva, tocando de três a quatro burros cargueiros, sendo o responsável por arrumar o pouso e preparar a alimentação dos demais membros da equipe. O "ponteiro" é o responsável por guiar o gado e controlar o ritmo da marcha. Logo atrás vêm os dois "fiadores" um de cada lado, fazendo um movimento de pêndulo, movimentando-se da frente até o meio do gado e encontrando-se com os "meieiros", que fazem o mesmo movimento até o final do gado. Atrás, "na culatra", vai o chefe da comitiva, responsável pela estratégia de condução e contagem do gado.

O experimento foi dividido em dois períodos. O primeiro período teve inicio em 4 de dezembro de 2009, consistiu na fase de transporte, a pé ou rodoviário, quando os

animais se deslocaram de Porto Murtinho/MS até Naviraí/MS, num percurso de 640 km em 60 dias de viagem a pé ou 12 horas de caminhão, respectivamente. A segunda etapa iniciou-se em 2 de março de 2010 e consistiu no período após os animais chegarem ao destino na fazenda para recria, quando avaliou-se o efeito do transporte sobre a alteração do peso após 28, 56 e 84 dias de realimentação.

Durante a fase de transporte, os animais pertencentes ao grupo transportado por caminhão permaneceram em pastagem de capim Mombaça na fazenda de origem, Fazenda Santa Verginia, localizada no município de Porto Murtinho.

Realizaram-se medidas de peso vivo e amostragens de sangue em ambos os grupos nos dois períodos experimentais. No início (0º dia), no meio (27º dia) e no final da viagem (60º dia), nas fazendas Santa Verginia (22º00.070' S e 57º73.250' O), Água Amarela (21°47.822' S e 56°08.349' O) e Santa Elisa (22º91.396' S e 54º05.58' O), localizadas nos municípios de Porto Murtinho, Jardim e Naviraí, respectivamente. Com a chegada simultânea da comitiva e do transporte rodoviário, os animais foram reagrupados, fazendo parte de um único grupo e avaliados no período de realimentação, aos 28, 56 e 84 dias. As medidas foram feitas às 7h 30 min. da manhã e, para isso, submeteram-se os animais a um jejum alimentar de 16 horas.

Utilizou-se balança coletiva para bovinos da marca Oswaldo Filizola, com carga máxima de 5000 kg e precisão de 500 gramas, entretanto, pesou-se individualmente os animais.

2.2. Análise do sangue

Para a determinação dos parâmetros hormonais e bioquímicos colheram-se amostras de sangue por meio de venopunção jugular, de cada um dos 50 animais, em tubos sem anticoagulante, mantidos sob temperatura ambiente por duas horas. Logo

após, centrifugou-se o sangue a 2400 rpm, durante 10 minutos para obtenção do soro, o qual foi acondicionado em tubos Eppendorf e estocado a –20ºC para análises posteriores.

Analisaram-se os seguintes parâmetros séricos: insulina, T_3, T_4, cortisol e IGF-I, por meio da técnica de radioimunoensaio (RIA), no Laboratório de Endocrinologia do Departamento de Reprodução Animal e Radiologia Veterinária da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da UNESP campus de Botucatu, utilizando-se kits comerciais Coat-A-Count® para insulina, T_3, T_4 (Siemens Medical Solutions Diasgnostics, Los Angeles, CA, USA) fase sólida, DSL-2100 Active® Cortisol Ria (Diagnostic Systems Laboratories, Texas) para o cortisol e IGF-1-RIA-CT (DIAsource ImmunoAssays S.A., Belgium) para IGF-I.

As amostras de soro também foram enviadas para o Laboratório de Patologia Clínica Veterinária da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (FAMEZ-UFMS) para a determinação de Alanina Amino Transferase (ALT), Aspartato Amino Transferase (AST); Albumina, Uréia, Proteínas Totais, Creatinina K e Triglicérides, com a utilização de kits comerciais Labtest (Labtest Diagnóstica S.A., Lagoa Santa, MG, BR).

2.3. Análises estatísticas

O delineamento experimental utilizado na pesquisa foi o inteiramente ao acaso, sendo os animais sorteados de um grande grupo de mesmo sexo e de idades e pesos semelhantes.

Submeteram-se os dados a testes de normalidade, homogeneidade de variâncias e a presença de valores discrepantes (*outliers*) antes dos testes inferenciais. Como as variáveis hormonais não cumpriram as pressuposições básicas das análises

paramétricas, estas foram submetidas à transformação [log (x + 1)] para homogeneizar as variâncias, mas as estimativas apresentadas nos resultados foram resultantes da transformação inversa dos valores obtidos nas análises. Logo os resultados foram apresentados na mesma unidade dos valores originais.

Utilizou-se o procedimento PROC MIXED do SAS (versão 9.0) para a análise de medidas repetidas no tempo, sendo escolhida a estrutura da matriz de covariâncias Composta Simétrica (CS) para os pesos, parâmetros bioquímicos e hormônios insulina, T_3 e cortisol, já para o T_4 e IGF-I escolheu-se a matriz de covariância Composta Simétrica Harmônica (CSH). Para a comparação das médias foi utilizado o teste de Tukey ajustado, com um nível de 5% de significância.

3. Resultados

Houve interação entre os dias de coleta (1º período e 2º período) e os grupos (comitiva e caminhão) para o peso vivo dos animais (Tabela 1). O peso corporal dos animais transportados por caminhão foi maior do que os transportados por comitiva no 60º dia do 1º período e durante todo o 2º período (Tabela 1).

Houve interação entre dias de coleta e grupos nas concentrações séricas dos hormônios T_4, cortisol e IGF-I (Tabela 2), já para a insulina e T_3 o mesmo não foi observado.

A concentração sérica do hormônio T_4 entre os grupos diferiu apenas no 60º dia do 1º período, no qual o grupo caminhão apresentou o maior valor. Já a maior concentração sérica de cortisol foi obtida após 56º dia do 2º período no grupo comitiva quando comparado ao grupo caminhão. As maiores concentrações séricas de IGF-I foram observadas no grupo comitiva durante todo o 2º período.

Houve efeito dos dias de coleta sobre as concentrações séricas de enzimas e metabólitos dos garrotes dentro dos grupos, porém, houve interação entre dias de coleta e grupos apenas nos níveis séricos de AST, uréia e CR (Tabela 3).

No 27º dia do 1º período foi observado um maior nível sérico de AST e uréia para os animais pertencentes ao grupo caminhão, já ao 60º dia do 1º período houve uma inversão no nível sérico de uréia e o grupo comitiva passou a apresentar uma maior concentração em relação ao grupo caminhão. Ao final do 1º período (60º dia) e durante todo o 2º período a concentração sérica de CR dos animais do grupo caminhão foi maior do que a do grupo comitiva.

4. Discussão

Para os animais do grupo comitiva foi observado que, com o início do 1º período até o 27º dia, houve uma significativa perda de peso, possivelmente devido a um ajuste metabólico dos animais às condições da caminhada a pé, que se estabilizou até 60º dia de deslocamento. Considerando-se a mudança do peso vivo que os animais sofreram até a chegada na fazenda Santa Elisa (60º dia do 1º período) em relação ao peso inicial, a perda de peso foi de 10,11 kg. Esta perda de peso pode ser associada ao aumento na exigência de mantença conseqüente do processo de caminhada, pois, de acordo com Di Marco & Aello (1998), bovinos submetidos à caminhada a uma velocidade constante exigem aproximadamente 9 e 16 kcal.100 kg PV^{-1} para caminharem 1 km, em terreno plano e declive, respectivamente.

Como os animais do grupo caminhão permaneceram na fazenda de origem durante o período de deslocamento da comitiva (1º período), não sofreram restrição alimentar durante os 58 dias, uma vez que, apenas nos dois últimos dias desse período

estes animais foram manejados e transportados de caminhão para a fazenda de engorda. A diferença dos animais transportados por comitiva em relação aqueles do caminhão, após 60 dias de deslocamento, foi de 19,76 kg, indicando que os animais transportados por comitiva foram expostos a uma restrição alimentar que, consequentemente, levou à perda de peso, sendo essa possivelmente decorrente da redução na massa de órgãos metabolicamente ativos e mobilização de tecidos. Quando ruminantes são subalimentados, em curto prazo, a redução do peso vivo é devida, principalmente, às variações do enchimento do trato gastrointestinal (- 4 a - 5 kg PV por kg reduzido no consumo de matéria seca) e, quando o consumo é estabilizado (em médio prazo), as variações do peso vivo (PV) refletem, principalmente, mudanças na massa de órgãos e tecidos (Chilliard et al., 1998).

Com o início do 2º período, não houve diferença significativa entre o peso na chegada a fazenda e no 28º dia do 2º período dentro de ambos os grupos, indicando que o transporte interferiu no ganho de peso posterior dos animais. Entretanto, permaneceu uma diferença de peso de 19,15 kg entre os grupos caminhão e comitiva (Tabela 1).

Aos 56º dia do 2º período os animais do grupo comitiva recuperaram seu peso inicial (0º dia do 1º período), enquanto que os pertencentes ao grupo caminhão ganharam 19,90 kg quando comparados ao grupo comitiva. Já aos 84 dias de realimentação o grupo comitiva obteve um ganho de peso de 7,50 kg em relação ao 56º dia, e também um ganho de 19,78 kg e 18,08 kg em relação ao 60º e 28º dia respectivamente. Este ganho de peso pode ser o resultado de vários processos descritos por Murphy et al. (1994) e Yambayamba et al. (1996a) os quais consistem na redução do tamanho de vísceras, baço e fígado levando a uma diminuição do metabolismo, redução da atividade física e aumento na digestibilidade da dieta. Dessa forma, esses animais, quando realimentados, aumentam lentamente seu metabolismo, atingindo alta

eficiência alimentar para ganho de peso. No entanto, o aumento do peso do grupo comitiva não foi suficiente para diminuir a diferença do grupo caminhão, que tiveram um ganho de 20,48 kg em relação ao grupo comitiva aos 84º dia do 2º período.

A insulina tem como função regular a glicemia pelo aumento da absorção de glicose para os tecidos e armazenagem como glicogênio, proteína ou lipídio (Squires, 2003). Desta forma, as concentrações de insulina no sangue são correlacionadas com o consumo de alimento ou energia (Brockman & Laarveld, 1986). Yambayamba et al. (1996b) observaram redução nos níveis de insulina nos animais sobre restrição alimentar quando comparados aos que receberam dieta *ad libitum*. No presente experimento o mesmo não foi observado (Tabela 2), indicando que a alteração de peso vivo (Tabela 1) não foi suficiente para modificar a concentração sérica de insulina, uma vez que apesar de ter havido interação entre os dias de coletas e os grupos para peso vivo o mesmo não foi observado na insulina.

A redução das concentrações séricas de T_3 e T_4, em animais submetidos à restrição alimentar, são responsáveis por permitir ao organismo diminuir os gastos de energia por meio da diminuição da produção de calor, e consequentemente, as exigências de mantença (Wester et al., 1995). Porém, apenas no 60º dia do 1º período houve menor nível de T_4 para os animais pertencentes ao grupo comitiva quando comparados ao grupo caminhão. Já para o T_3, possivelmente não foi observada interação entre os dias de coletas e os grupos, pois, a produção reversa de T_3 aumenta como resultado do aumento da conversão de T_4 tireoidal para T_3, quando a produção extra de T_3 tireoidal é reduzida (Blum et al., 1980), embora isto nem sempre seja observado em bovinos (Blum & Kunz, 1981).

Houve diferença na concentração sérica de cortisol apenas no 56º dia do 2º período, sendo a maior concentração observada no grupo comitiva, entretanto, em

nenhum dos dias de coleta de ambos os grupos foi observado valores de cortisol acima dos níveis basais descritos por Grandin (1997), porém, possivelmente essa maior concentração observada no 56º dia do 2º período para o grupo comitiva seja uma adaptação metabólica para o crescimento, uma vez que, o cortisol afeta o metabolismo dos carboidratos por promover a gliconeogênese da proteína corporal, aumentando a mobilização e oxidação dos ácidos graxos, aumentado o colesterol plasmático e os níveis de glicerol e deposição de glicogênio no fígado (Squires, 2003).

Dado o papel anabólico do IGF-I no metabolismo, a redução da concentração de seus níveis séricos durante a restrição alimentar parece ser parte do mecanismo de partição dos nutrientes do crescimento muscular e adiposo para a manutenção de órgãos que são mais críticos para a vida, como o cérebro (Wu et al., 2008). O decréscimo das concentrações plasmáticas de IGF-I durante a restrição alimentar é consequência da baixa disponibilidade de receptores de GH (Wang et al., 2003) ou reduzida atividade destes receptores (Davis, 1988). Além disso, a restrição alimentar também está associada com reduzido IGF-mRNA nos tecidos hepáticos e extra-hepáticos (Emler & Schalch, 1987; Wang et al., 2003). Neste contexto, as menores concentrações de IGF-I (Tabela 2) encontradas no 1º período para os animais pertencentes ao grupo comitiva podem ter sido ocasionadas pelos efeitos da restrição alimentar sobre os receptores de GH e ao IGF-mRNA.

Durante o 2º período foram observadas as maiores concentrações séricas de IGF-I para os animais do grupo comitiva quando comparadas ao grupo caminhão. Tais resultados divergem dos obtidos por Cabaraux et al. (2003); Ellenherger et al. (1989); Henricks et al. (1994) e Renaville et al. (2000) os quais observaram que os níveis de IGF-I aumentaram progressivamente durante o período de realimentação para valores similares àqueles observados para os animais que não sofreram restrição cujos picos

foram correlacionados com as maiores taxas de crescimento, ou seja, em ruminantes com duas a quatro semanas de realimentação.

Os valores encontrados para a atividade sérica de ALT revelaram-se semelhantes aos valores de referência para bovinos adultos relatado por Tennant et al.(2008) (11-40 U/L), indicando que os animais não sofreram lesão hepática. No entanto, as concentrações séricas observadas para o AST foram inferiores aos valores de referência para bovinos adultos relatado por Tennant et al.(2008) (78-132 U/L), porém, como as concentrações não foram elevadas, juntamente com o ALT indica que não houve lesão hepática.

A concentração sérica de albumina pode ser modificada pelo aporte de proteína na ração (Contreras, 2000), sendo também observada redução em sua concentração quando há má nutrição do animal (Eckersall, 2008). No entanto, não foi observada redução da concentração de albumina dos animais do grupo comitiva durante o 1º período, indicando que não se encontravam subnutridos, uma vez que, segundo González (2000a), em casos de subnutrição severa, a albuminemia pode cair a níveis menores de 20 g/L, e os observados no presente trabalho, para ambos os grupos, não ultrapassam 29,0 g/L, o qual encontra-se dentro da faixa de 29 a 41 g/L, considerada normal por González (2000a) e Contreras (2000).

A concentração sanguínea de uréia está em relação direta com o aporte protéico da ração, bem como da relação energia:proteína; desta forma, valores baixos de uréia sérica dos animais são encontrados em rebanhos que utilizam dietas deficitárias em proteína e valores altos naqueles que utilizam dietas com excessivo aporte protéico ou com um déficit de energia (Wittwer, 2000). Durante 1º período do grupo comitiva foram observados níveis séricos de uréia maiores do que os apresentados no 2º período, indicando que a degradação dos aminoácidos no fígado foi provavelmente aumentada,

resultante da alteração na relação de síntese de proteína muscular e seu catabolismo (Van Eenaeme et al., 1998). Cabaraux et al. (2003), observaram que durante o ganho compensatório de animais que sofreram restrição alimentar, com um ganho de peso de 0,5 kg/dia ou crescimento igual a zero, a menor concentração plasmática de uréia, pode ser devido a maior taxa de crescimento por causa da redução no catabolismo para deposição de músculo.

Juntamente com a albumina e a uréia sanguínea a mensuração da proteína total fornece informações sobre o status nutricional do animal, principalmente déficit protéico. As menores concentrações séricas de proteína total foram observadas após 28 dias de realimentação, para ambos os grupos. Possivelmente, houve um déficit protéico, pois, quando descartadas causas patológicas, a diminuição das proteínas totais no plasma está relacionada com deficiência na alimentação. Estima-se que dietas com menos de 10% de proteína causam diminuição dos níveis protéicos no sangue (González, 2000a).

No 60º dia do 1º período e durante o todo o 2º período foram observadas as maiores concentrações séricas de creatina no grupo caminhão em comparação ao grupo comitiva (Tabela 3). Este resultado está relacionado ao maior peso vivo dos animais pertencentes ao grupo caminhão (Tabela 1), uma vez que, a creatinina é um composto nitrogenado produzido a partir da fosfocreatina muscular, desta forma a quantidade de creatina formada por dia depende da quantidade de creatinina no organismo, que por sua vez depende da massa muscular (González et al., 2000b).

5. Conclusões

Durante o trajeto percorrido pelos animais conduzidos a pé houve perda de peso até a chegada na fazenda de engorda, e isto compromete a recuperação destes animais transportados por comitiva. O meio de transporte utilizado leva a alterações nas concentrações séricas dos hormônios de T_4, cortisol e IGF-I, e dos metabólitos AST, uréia e creatinina.

6. Referências

Agência Estadual de Defesa Sanitária Animal e Vegetal. IAGRO, 2011.

BLUM, J.W.; GINGINS, M.; VITINS, P.; BICKEL, H. Thyroid hormone levels related to energy and nitrogen balance during weight loss and regain in adult sheep. **Acta Endocrinology**, v.93, n.4 , p.400-447, 1980.

BLUM, J.W.; KUNZ, P. Effects of fasting on thyroid hormone levels and kinetics of reverse triiodothyronin in cattle. **Acta Endocrinology**, v.98, n.1, p.234-9, 1981.

BLUM, J.W.; SCHNYDER, W.; KUNZ, P.L.; BLOM, A.K.; BICKEL, H.; SCHÜRCH, A. Reduced and compensatory growth: endocrine and metabolic changes during food restriction and refeeding in steers. **Journal Nutrition**, v.115, p.417-424, 1985.

BROCKMAN, R.P.; LAARVELD, B. Hormonal regulation of metabolism in ruminants; a review. **Livestock Production Science**, v.14, n.4, p.313-334, 1986.

CABARAUX, J.E.; KERROUR,M.; VAN EENAEME, C.; DUFRASNER,I.; ISTASSE,L.; HORNICK, J.L. Different modes od food restriction and compensatory growth in double-muscled Belgian Blue bulls: plasma metabolites and hormones. **Animal Science** v.77, n.2, p.205-214, 2003.

CHILLIARD, Y.; BOCQUIER, F.; DOREAU, M. Digestive and metabolic adaptations of ruminants to undernutrition, and consequences on reproduction. **Reproduction Nurition development**, v.38, n.2, p.131-152, 1998.

CONTRERAS, P. Indicadores do metabolismo protéico utilizados nos perfis metabólicos de rebanhos. In: GONZÁLEZ, F.H.D.; BARCELLOS, J.; PATIÑO, H.O.;RIBEIRO, L.A. **Perfil metabólico em ruminantes: seu uso em nutrição e doenças nutricionais.** 1ed. Porto Alegre: UFRGS. 2000 p.23-30.

DAVIS, S.L. Recent concepts in regulation of growth by GH and IGF. **Journal of Animal Science**, v.66 (Suppl. 3), p.84, 1988.

DI MARCO, O.N; AELLO, M.S. Energy cost of cattle walking on the level and on a gradient. **Journal of Range Management**, v.51, n.1, p.9-13, 1998.

ECKERSALL, P.D. Proteins, Proteomics, and the Dysproteinemias. In: KANEKO, J.J.; HARVEY, J.W.; BRUSS, M.I. **Clinical biochemistry of domestic animals.** 6ed. San Diego: Academic Press. 2008. p. 117-155.

ELLENHERGER, M.A.; JOHNSON, D.E.; CARTSENS, G.E.; HOSSNER, K.L; HOLLAND, M.D.; NETT, T.M.; NOCKELS, C.F. Endocrine and metabolic changes during altered growth rates in beef cattle. **Journal of Animal Science**, v.67, p.1446-54, 1989.

EMLER, C.A.; SCHALCH, D.S. Nutritionally induced changes in hepatic insulin-like growth factor (IGF-I) gene expression in rats. **Endocrinology**, v.120, n.2, p.832-34, 1987.

GONZÁLES, F.H.D. Uso do perfil metabólico para determinar o status nutricional em gado de corte. In: GONZÁLEZ, F.H.D.; BARCELLOS, J.; PATIÑO, H.O.;RIBEIRO, L.A. **Perfil metabólico em ruminantes: seu uso em nutrição e doenças nutricionais.** 1ed. Porto Alegre: UFRGS. 2000a p.63-74.

GONZÁLEZ, F.H.D.; CONCEIÇÃO, T.R.; SIQUEIRA, A.J.S.; LA ROSA, V.L. Variações sanguíneas de uréia, creatinina, albumina e fósforo em bovinos de corte no Rio Grande do Sul. **A Hora Veterinária**, v.20, p.59-62, 2000b.

GRANDIN, T. Assessment of stress during handling and transport. **Journal of Animal Science**, v.75, n.1, p.249-257, 1997.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. Produção da pecuária municipal 2009. v. 37, p. 1-55, 2010

HENRICKS, T.C.; JENKINS, T.C.; WARD, J.R.; KRISHNAN, C.S.; GRIMES, L. Endocrine responses and body composition changes during feed restriction and

realimentation in young bulls. **Journal of Animal Science**, v.72, n.9, p.2289-2297, 1994.

MURPHY, T.A.; LOERCH, S.C.; SMITH, F.E. Effects of feeding high-concentrate diets at restricted intakes on digestibility and nitrogen metabolism in growing lambs. **Journal of Animal Science**, v.72, n.6, p.1583-90, 1994.

RENAVILLE, R.; VAN EENAEME, C.; BREIER, B.H.; VLEURICK, L.; BERTOZZI, C.; GENGLER, N.; HORNICK, J.-L.; PARMENTIER, I.; ISTASSE, L.; HAEZEBROECK, V.; MASSART, S.; PORTELLE, D. Feed restriction in young bulls alters the onset of puberty in relationship with plasma insulin-like growth factor-I (IGF-I) and IGF-binding proteins. **Domestic Animal Endocrinology**, v.18, n.2, p.165-76, 2000.

SQUIRES, E. J. Manipulation of Growth and Carcass composition. In: SQUIRES, E.J. **Applied animal endocrinology**. 1. Ed. Cambridge: CABI Publishig, 2003. P. 66-123.

TENNANT, B.C. Hepatic Function In: KANEKO, J.J.; HARVEY, J.W.; BRUSS, M.I. **Clinical biochemistry of domestic animals.** 6ed. San Diego: Academic Press. 2008. p. 379-412.

VAN EENAEME, C.; EVRARD, M.; HORNICK, J.L.; BALDWIN, P.; DIEZ, M. ISTASSE, L. Nitrogen balance and myofibrillar protein turnover in double muscled Belgian Blue bulls in relation to compensatory growth after different periods of restricted feeding. **Canadian Journal of Animal Science**, v.78, n.2, p.549-59, 1998.

WANG, Y.; ELESWARAPU, S.; BEAL, W.E.; JR.SWECKER, W.S.; AKERS, R.M.; JIANG, H. Reduced serum insulin-like growth factor (IGF) I is associated with reduced liver IGF-I mRNA and liver growth hormone receptor mRNA in food-deprived cattle. **The Journal of Nutrition,** v.133, n.8, p.2555-2560, 2003.

WESTER, T.L.; BRITTON, R.A.;KLOPFENSTEIN, T.J.; HAM, G.A.; HICKOK, D.T.; KREHBIEL, C.R. Differential effects of plane of protein or energy nutrition on visceral organs and hormones in lambs. **Journal of Animal Science**, v.73, n.6, p.1674-88, 1995.

WU, M.; WANG,A.; BERNARD, G.C.; HALL, J.B.; BEAL, W.E.; AKERS, R.M.; BOISCLAIR, Y.R.; JIANG, H. Increased degradation of insulin-like growth factor-I in serum from feed-deprived steers. **Domestic Animal Endocrinology**, v.35, n. 4, p.343-351, 2008.

WITTWER, F. Desequilíbrios metabólicos de energia em rebanhos bovinos. In: GONZÁLEZ, F.H.D.; BARCELLOS, J.; PATIÑO, H.O.;RIBEIRO, L.A. **Perfil metabólico em ruminantes: seu uso em nutrição e doenças nutricionais.** 1ed. Porto Alegre: UFRGS. 2000 p.9-22.

YAMBAYAMBA, E.S.K.; PRICE, M.A.; JONES, S.D.M. Compensatory growth of carcass tissues and visceral organs in beef heifers. **Livestock Animal Science**, v.46, n.1, p. 19-32, 1996a.

YAMBAYAMBA, E.S.K.; PRICE, M.A.; FOXCROFT, G.R. Hormonal status, metabolic changes, and resting metabolic rate in beef heifers undergoing compensatory growth. **Journal of Animal Science**, v.74, n.1, p. 57-69, 1996b.

Tabela 1. Médias de mínimos quadrados para o peso vivo de garrotes (N = 25) submetidos a dois tipos de transportes e no período de realimentação de 84 dias.

	Dias de coleta (D)									
	1° período[+]			2° período[++]				Valor P		
Grupo (G)	0º	27º	60º	28º	56º	84º	EPM	D	G	D x G
Caminhão	208,63^{Ad}	209,83^{Ad}	221,78^{Ac}	222,87 ^{Ac}	234,20^{Ab}	242,28^{Aa}	± 6,08	<0,0001	0,0953	<0,0001
Comitiva	212,13^{Ab}	200,77^{Ac}	202,02^{Bc}	203,72^{Bc}	214,30^{Bb}	221,80^{Ba}	± 5,83			

EPM – erro padrão da média.

[+] 1° período: período de caminhada de 60 dias dos animais pertencentes ao grupo comitiva até a chegada na fazenda de engorda, enquanto o grupo caminhão permaneceu na fazenda de origem por 58 dias, seguido por 2 dias de transporte rodoviário até a fazenda de engorda;

[++]2° período: período após a chegada dos animais a fazenda de engorda.

Médias de pesos seguidas por letras maiúsculas distintas na mesma coluna e letras minúsculas distintas na mesma linha diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05)

Tabela 2. Médias de mínimos quadrados e seus respectivos erros padrão para as concentrações séricas dos hormônios[§] em garrotes submetidos a dois tipos de transportes e no período de realimentação de 84 dias.

		Dias de coleta (D)								
		1° período[+]			2° período[++]			Valor-P		
	Grupo (G)	0º	27º	60º	28º	56º	84º	D	G	D X G
Insulina (µUI/mL)	Caminhão	1,23 ± 0,10^{Abc}	1,88 ± 0,10^{Aa}	1,76 ± 0,10^{Aab}	1,91 ± 0,10^{Aab}	1,03 ± 0,10^{Ac}	1,47 ± 0,10^{Aabc}	<0,0001	0,8204	0,7285
	Comitiva	1,25 ± 0,10^{Abc}	2,02 ± 0,10^{Aa}	1,97 ± 0,10^{Aab}	1,42 ± 0,10^{Aab}	1,04 ± 0,10^{Ac}	1,35 ± 0,10^{Aabc}			
$T_{3\ total}$ (ng/dL)	Caminhão	107,02 ± 0,06^{Aa}	87,90 ± 0,06^{Ab}	112,82 ± 0,06^{Aa}	72,94 ± 0,06^{Ac}	79,18 ± 0,06 ^{Acb}	77,04 ± 0,06 ^{Ac}	<0,0001	0,1095	0,0999
	Comitiva	102,13 ± 0,06^{Aa}	80,20 ± 0,06^{Ab}	87,81 ± 0,06^{Aa}	65,14 ± 0,06^{Ac}	75,12± 0,06^{Ac}	74,51 ± 0,06^{Ac}			
$T_{4\ total}$ (ng/dL)	Caminhão	4,75 ± 0,04^{Ab}	2,87 ± 0,05^{Ac}	6,35 ± 0,05^{Aa}	2,80± 0,06^{Ac}	2,23 ± 0,05^{Ad}	2,82 ± 0,08^{Ac}	<0,0001	0,8226	0,0031
	Comitiva	4,78 ± 0,04^{Aa}	3,14 ± 0,05^{Ab}	5,15 ± 0,04^{Ba}	2,53 ± 0,05^{Acd}	2,44 ± 0,05^{Ad}	3,00 ± 0,07^{Abc}			
Cortisol (µg/dL)	Caminhão	2,12 ± 0,05^{Aa}	2,25 ± 0,05^{Aa}	1,95 ± 0,05^{Aa}	1,51 ± 0,05^{Ab}	1,92 ± 0,05^{Ba}	1,86 ± 0,05^{Aab}	<0,0001	0,9093	0,0324
	Comitiva	1,81 ± 0,05^{Abc}	2,16 ± 0,05^{Aab}	1,58 ± 0,05^{Ac}	1,61 ± 0,05^{Ac}	2,36 ± 0,05^{Aa}	2,03 ± 0,05^{Aab}			
IGF-I (ng/mL)	Caminhão	51,37 ± 0,05^{Aab}	56,48 ± 0,04^{Aa}	48,91 ± 0,03^{Abc}	45,88 ± 0,02 ^{Bcd}	44,22 ± 0,02^{Bd}	43,97 ± 0,10 ^{Bcd}	0,0197	0,7548	0,0001
	Comitiva	46,16 ± 0,05^{Ab}	46,36 ± 0,05^{Ab}	47,74 ± 0,03^{Aab}	49,11 ± 0,02^{Aab}	47,37 ± 0,02^{Aab}	56,41 ± 0,09^{Aa}			

Valores seguidos por letras maiúsculas distintas na mesma coluna indicam diferença entre grupos e letras minúsculas distintas na mesma linha indicam dferença entre dias de coleta pelo teste de Tukey (P<0,05)

[§] utilizou-se transformação [log (x + 1)] para homogeneizar as variâncias, mas as estimativas apresentadas nos resultados foram resultantes da transformação inversa dos valores obtidos nas análises.

[+] 1° período: período de caminhada de 60 dias dos animais pertencentes ao grupo comitiva até a chegada na fazenda de engorda, enquanto o grupo caminhão permaneceu na fazenda de origem por 58 dias, seguido por 2 dias de transporte rodoviário até a fazenda de engorda;

[++]2° período: período após a chegada dos animais a fazenda de engorda.

$T_{3\ total}$ = Triiodotironina total; $T_{4\ total}$ = Tiroxina total; IGF-I = Fator de crescimento semelhante a insulina

Tabela 3. Médias de mínimos quadrados e seus respectivos erros padrão para as concentrações séricas dos parâmetros bioquímicos dos garrotes submetidos a dois tipos de transportes e no período de realimentação de 84 dias.

	Grupo (D)	Dias de coleta (D)						EPM	Valor-P		
		1° período+			2° período++						
		0º	27º	60º	28º	56º	84º		D	G	D X G
ALT (U/L)	Caminhão	30,51 ^{Ab}	28,20 ^{Ac}	33,60 ^{Ab}	31,63 ^{Ab}	34,62 ^{Aa}	36,26 ^{Aa}	± 1,28	<0,0001	0,7342	0,0410
	Comitiva	31,14 ^{Ab}	27,55 ^{Ac}	30,58 ^{Ab}	32,98 ^{Ab}	36,97 ^{Aa}	38,20 ^{Aa}	± 1,20			
AST (U/L)	Caminhão	66,75 ^{Ac}	73,72 ^{Ab}	81,47 ^{Aa}	70,63 ^{Abc}	75,22 ^{Ab}	69,86 ^{Abc}	± 2,35	<0,0001	0,1725	0,0004
	Comitiva	63,04 ^{Ac}	60,84 ^{Bc}	75,95 ^{Aa}	74,54 ^{Aab}	76,59 ^{Aa}	70,37 ^{Ab}	± 2,20			
ALB (g/L)	Caminhão	34,8 ^{Aa}	30,1 ^{Abc}	32,1 ^{Aab}	31,0 ^{Ac}	33,2 ^{Aabc}	33,1 ^{Aab}	± 0,12	0,0040	0,8625	0,1370
	Comitiva	33,6 ^{Aa}	33,0 ^{Abc}	33,0 ^{Aab}	29,0 ^{Ac}	30,8 ^{Aabc}	34,1 ^{Aab}	± 0,11			
Uréia UV (mmol/L)	Caminhão	5,95 ^{Aa}	5,40 ^{Ab}	2,89 ^{Bc}	2,84 ^{Ac}	3,03 ^{Ac}	2,59 ^{Ac}	± 1,06	<0,0001	0,0354	<0,0001
	Comitiva	5,49 ^{Aa}	3,82 ^{Bc}	3,94 ^{Ab}	2,46 ^{Ae}	3,12 ^{Ad}	2,55 ^{Ae}	± 0,99			
PT (g/L)	Caminhão	68,8 ^{Aa}	70,4 ^{Aa}	71,3 ^{Aa}	66,8 ^{Ab}	71,6 ^{Aa}	70,9 ^{Aa}	± 0,13	0,0179	0,9217	0,2562
	Comitiva	72,1 ^{Aa}	70,2 ^{Aa}	69,3 ^{Aa}	67,9 ^{Ab}	70,9 ^{Aa}	70,1 ^{Aa}	± 0,12			
CR (mg/dL)	Caminhão	1,59 ^{Ab}	1,31 ^{Ad}	1,51 ^{Ac}	1,55 ^{Abc}	1,60 ^{Aab}	1,67 ^{Aa}	± 0,04	<0,0001	0,0010	<0,0001
	Comitiva	1,54 ^{Aa}	1,33 ^{Ad}	1,35 ^{Bcd}	1,33 ^{Bd}	1,40 ^{Bbc}	1,45 ^{Bb}	± 0,03			
TRIG (mg/dL)	Caminhão	11,16 ^{Abc}	10,22 ^{Ac}	10,37 ^{Ac}	13,18 ^{Aa}	11,88 ^{Ab}	11,64 ^{Ab}	± 0,54	<0,0001	0,3762	0,7032
	Comitiva	10,54 ^{Abc}	10,07 ^{Ac}	10,59 ^{Ac}	11,97 ^{Aa}	11,42 ^{Ab}	11,58 ^{Ab}	± 0,50			

Valores seguidos por letras maiúsculas distintas na mesma coluna indicam diferença entre grupos e letras minúsculas distintas na mesma linha indicam dferença entre dias de coleta pelo teste de Tukey (P<0,05)

+ 1° período: período de caminhada de 60 dias dos animais pertencentes ao grupo comitiva até a chegada na fazenda de engorda, enquanto o grupo caminhão permaneceu na fazenda de origem por 58 dias, seguido por 2 dias de transporte rodoviário até a fazenda de engorda;

++2° período: período após a chegada dos animais a fazenda de engorda.

ALT = Alanina Amino Transferase; AST = Aspartato Amino Transferase; ALB = Albumina; Uréia UV = Uréia; PT = Proteínas Totais; CR = Creatinina K e TRIG = Triglicérides.