UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA "JÚLIO DE MESQUITA FILHO" FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS

CAMPUS JABOTICABAL

ESTRATÉGIAS DE USO DE IMUNOMODULADOR NA SUPLEMENTAÇÃO DE BEZERROS NELORE SUBMETIDOS AO TRANSPORTE PÓS-DESMAME: DESEMPENHO E PARÂMETROS FISIOLÓGICOS

Luis Henrique Curcino Batista

Zootecnista

2020

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA "JÚLIO DE MESQUITA FILHO" FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS CAMPUS JABOTICABAL

ESTRATÉGIAS DE USO DE IMUNOMODULADOR NA SUPLEMENTAÇÃO DE BEZERROS NELORE SUBMETIDOS AO TRANSPORTE PÓS-DESMAME: DESEMPENHO E PARÂMETROS FISIOLÓGICOS

Luis Henrique Curcino Batista

Orientador: Prof. Dr. Flávio Dutra de Resende

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – UNESP, Campus de Jaboticabal, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Zootecnia.

Jaboticabal

Fevereiro, 2020

B333e

Batista, Luis Henrique Curcino
Estratégias de uso de imunomodulador na suplementação de bezerros nelore submetidos ao transporte pós-desmame: desempenho e parâmetros fisiológicos / Luis Henrique Curcino Batista. -- Jaboticabal, 2020
65 p.

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal
Orientador: Flávio Dutra de Resende

1. Nutrição animal. 2. Bovino de corte. 3. Stress (Fisiologia). 4. Pastejo. 5. Animais Transporte. I. Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Câmpus de Jaboticabal

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: ESTRATÉGIAS DE USO DE IMUNOMODULADOR NA SUPLEMENTAÇÃO DE BEZERROS NELORE SUBMETIDOS AO TRANSPORTE PÓS-DESMAME: DESEMPENHO E PARÂMETROS FISIOLÓGICOS

AUTOR: LUIS HENRIQUE CURCINO BATISTA
ORIENTADOR: FLÁVIO DUTRA DE RESENDE

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de Mestre em ZOOTECNIA, pela Comissão Examinadora:

Pesquisador Dr. FLÁVIO DUTRA DE RESENDE
Departamento de Descentralização do Desenvolvimento / APTA - Colina/SP

Prof. Dr. JOANIS TILEMAHOS ZERVOUDAKIS (VIDEOCONFERÊNCIA)
Departamento de Ciencias Básicas e Produção Animal / UFMT - Câmpus Cuiabá / Cuiabá/MT

Pós-doutoranda JULIANA DUARTE MESSANA
Departamento de Zootecnia / FCAV / UNESP - Jaboticabal

Jaboticabal, 19 de fevereiro de 2020

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

Luís Henrique Curcino Batista, filho de Janildes Curcino Sarzêdas (professora) e José Batista Carvalho (policial militar aposentado e produtor rural), nasceu no dia 15 de março de 1994 em Conceição do Tocantins. Possui graduação em Zootecnia (2013-2017), pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, Campus Ceres. Logo cedo no curso ingressou em atividades de pesquisa e extensão, atuando como voluntário em experimentos e em seguida no grupo de pesquisa em microbiologia do rúmen sob a orientação da professora Dra. Flávia Oliveira Abrão Pessoa, como bolsista de iniciação científica (2014-2017). Atuou em atividades de monitoria de disciplinas onde foi monitor de Estatística básica (2014), Estatística experimental (2015) e Forragicultura (2017). Fez estágios extracurriculares e curricular na empresa Agrocria Nutrição Animal e Sementes sob a supervisão do Dr. Bruno Pietsch Cunha Mendonça onde teve a oportunidade de conhecer diferentes realidades pecuárias em diferentes regiões do país. Em março de 2018 ingressou no mestrado pela Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - UNESP, Jaboticabal – São Paulo, no programa de pós-graduação em Zootecnia sob orientação do Dr. Flávio Dutra de Resende, onde atua em atividades de pesquisa com bovinos de corte.

"*A esperança tem duas filhas lindas, a indignação e a coragem;*
a indignação nos ensina a não aceitar as coisas como estão;
a coragem, a mudá-las"
(Santo Agostinho)

A Deus que permitiu que as portas se abrissem até aqui, a família pelo imenso apoio em tudo, aos melhores amigos.

DEDICO

A todos os membros do Grupo de Estudos em Produção e Nutrição de Ruminantes – Gepror pela amizade e companheirismos nesse trabalho.

OFEREÇO

AGRADECIMENTOS

A Deus que tem mim abençoado até aqui, permitido que as portas se abram a tudo de bom que tenha buscado.

A minha mãe Jane, professora, grande incentivadora da busca profissional, investimento no estudo e conhecimento como a ferramenta capaz de mudar nossas vidas. Ao Meu pai Batista policial da reserva, pequeno produtor rural também pelo incentivo, serenidade nas decisões que inclusive nos ensinando assim, a ser mais serenos. Aos meus avós pelas orações por mim, muito importantes. Através deles meu contato com o campo, com o trabalho foi cedo na vida, através dessa vivência em mim despertou o desejo de conhecer e entender mais sobre as plantas forrageiras, sobre os bovinos e a atividade pecuária profissional. Isso mim levou a cursar Zootecnia. A todos os familiares que com certeza torcem pelo meu sucesso.

Aos meus orientadores, professores Flávio Dutra de Resende e Gustavo Rezende Siqueira, que a mim estenderam a mão para o presente grupo de pesquisa (é uma imensa oportunidade na vida). Muito obrigado!

A Universidade Estadual Paulista pelas ótimas condições proporcionadas, ao programa de pós-graduação em zootecnia e a Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios, que proporcionou toda estrutura necessária para o desenvolvimento da pesquisa.

Às pós doutorandas Ivanna Moraes de Oliveira pela a ajuda com o projeto de pesquisa e coorientação com sugestões na escrita desse material e a Laura pelas dicas nas estatísticas, bons conselhos e energia incentivadora. Muito obrigado a vocês.

Aos integrantes e amigos da pós-graduação da APTA que estiveram envolvidos na condução desse projeto e também aos que somente tive o prazer de conhecer e conviver, Max, Felipe, Iorrano, Marcos (Marcão), Jéssica, William Luiz, Kyone, Luciana, Laylles, Val, Wendel, Henrique, Danubia, Bia, Aline, Verônica, Cleisy. Obrigado!

Aos amigos da pós-graduação que encontro em Jaboticabal, cujo temo correr o risco de não citar todos, mas em especial aos companheiros (as) Rodrigo (Rodrigão), Ari (Arizão), Kênia, Sergio, Edivilson (Vivi), Geovani, Rayanne, Paloma, Juliana, Paulinha, Aurea, Eliane e em mais especial ainda a minha namora Karine.

Aos estagiários bolsistas, Eduarda, William Foresto, Hugo, Jaqueline, Náira e aos estagiários que passaram voluntariamente pela Apta e nos ajudaram muito, Emerson, Henrique, Carol, Mateus.

A todos os colaboradores da Apta que são a base do funcionamento da estrutura a qual trabalhamos, Luizinho, Roberto, Toizinho, Lori, Seu João, Seu Alcino, Chico, Nandi, Deley, Suelli, Néia, Antônio Carlos, Tim, Miltinho. E em especial ao Rodolfo Toga que auxilia a todos nas análise laboratoriais de rotina e a Regina responsável pela estrutura laboratorial da Apta.

A professora Eunice Oba da Unesp de Botucatu por fazer e por mim auxiliar nas decisões quanto as dosagens de cortisol desse experimento. Muito obrigado professora sua ajuda foi decisiva. Também ao Marcos do laboratório clinico veterinário da Unesp de Botucatu por conduzir com responsabilidade as análises de outros parâmetros sanguíneos.

A Phibro Animal Health em nome dos senhores Danilo Grandini e Cesar Borges pelo apoio financeiro e confiança em relação a condução do experimento.

Ao CNPq pela concessão da bolsa de mestrado processo: 131747/2018-5 possibilitando a nossa atuação.

SUMÁRIO

Certificado de Ética no Uso de Animais ii

1. INTRODUÇÃO..... 1

2. REVISÃO DE LITERATURA..... 2

2.1 O sistema brasileiro de recria a pasto, limitações e desafios..... 2

2.2 Planos nutricionais na recria 4

2.3 Como o estresse pode ser um limitador do desempenho animal afetando o sistema imune 9

2.4 O estresse associado ao transporte rodoviário 14

2.5 O uso de OmniGen-AF® para bovinos em condição de estresse..... 15

3. MATERIAL E MÉTODOS 19

3.1 Localização e Clima 19

3.2 Descrição da área experimental..... 20

3.3 Animais e manejo sanitário 20

3.4 Período experimental, delineamento e tratamentos 21

3.5 Suplementação e aditivo imunomodulador..... 22

3.6 Transporte 23

3.7 Método do pastejo..... 24

3.8 Avaliação do pasto 24

3.9 Pesagem e desempenho animal 28

3.10 Colheitas de sangue e análises..... 28

3.11 Temperatura retal..... 29

3.12 Análises estatísticas..... 29

4. RESULTADOS 30

5. DISCUSSÃO..... 38

6. CONCLUSÃO 43

7. REFERÊNCIAS 43

Certificado de Ética no Uso de Animais
CEUA – Comissão de Ética no Uso de Animais

unesp

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
Câmpus de Jaboticabal

CEUA – COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS

CERTIFICADO

Certificamos que o projeto de pesquisa intitulado **"Estratégias de uso de imunomodulador e seus efeitos sobre parâmetros produtivos e fisiológicos de bezerros de corte submetidos ao transporte"**, protocolo nº 006088/19, sob a responsabilidade do Prof. Dr. Flávio Dutra de Resende, que envolve a produção, manutenção e/ou utilização de animais pertencentes ao Filo Chordata, subfilo Vertebrata (exceto o homem), para fins de pesquisa científica (ou ensino) - encontra-se de acordo com os preceitos da lei nº 11.794, de 08 de outubro de 2008, no decreto 6.899, de 15 de julho de 2009, e com as normas editadas pelo Conselho Nacional de Controle de Experimentação Animal (CONCEA), e foi aprovado pela COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS (CEUA), da FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS, UNESP - CÂMPUS DE JABOTICABAL-SP, em reunião ordinária de 16 de maio de 2019.

Vigência do Projeto	20/06/2019 a 06/03/2020
Espécie / Linhagem	Bovinos da raça Nelore
Nº de animais	84
Peso / Idade	200 kg
Sexo	Machos
Origem	Fazenda da Apta Regional – Polo Colina

Jaboticabal, 16 de maio de 2019.

Fabiana Pilarski

Prof.ª Dr.ª Fabiana Pilarski
Coordenadora – CEUA

Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias
Via de Acesso Prof. Paulo Donato Castellane, s/n CEP 14884-900 - Jaboticabal/ SP - Brasil
tel 16 3209 7100 www.fcav.unesp.br

ESTRATÉGIAS DE USO DE IMUNOMODULADOR NA SUPLEMENTAÇÃO DE BEZERROS NELORE SUBMETIDOS AO TRANSPORTE PÓS-DESMAME: DESEMPENHO E PARÂMETROS FISIOLÓGICOS

RESUMO – A implementação de novas tecnologias na suplementação de bovinos de corte em pastejo é crucial na busca de maior produtividade e rentabilidade dos sistemas pecuários. Alternativas nutricionais para reduzir o impacto do estresse associado a práticas rotineiras e necessárias na indústria de gado de corte podem ser importantes para promover o bem-estar e produtividade. Objetivou-se portanto com esse experimento avaliar os impactos de diferentes estratégias de inclusão de um aditivo imunomodulador (Omnigen-AF; Phibro Animal Health, Teaneck, NJ, USA) na suplementação de bezerros Nelore no pré e pós-transporte rodoviário após o desmame, sobre parâmetros fisiológicos e desempenho durante a recria à pasto. Foram utilizados 84 bezerros da raça Nelore (PC= 184 ± 19 kg; idade 7 ± 1 mês) desmamados duas semanas antes dos procedimentos experimentais. No d -42 os bezerros foram ranqueados pelo PC em jejum e distribuídos para 1 de 12 piquetes (7 bezerros/piquete) formados com a forrageira *Urochloa brizantha* cv. Marandu. No d 0 os bezerros foram submetidos a transporte rodoviário em caminhão apropriado por 200 km (8 horas) e devolvidos no mesmo dia para o piquete e grupo de animais anterior ao transporte. Os piquetes foram aleatoriamente designados para (n= 3 piquetes/tratamento): (1) Controle – (CON): ausência de imunomodulador pré (d - 42 a d 0) e pós-transporte (d 0 a d 210); (2) OMN pós: ausência de imunomodulador pré-transporte (d -42 a d 0) e presença (10g/100kg PC) pós-transporte por 42 dias (d 0 a d 42); (3) OMN pré: presença de imunomodulador (10g/100kg PC) pré-transporte (d -42 a d 0) e ausência pós-transporte (d 0 a d 210); (4) OMN recria: presença de imunomodulador (10g/100kg PC) pré-transporte (d -42 a d 0) e pós-transporte (d 0 a d 210). O PC em jejum foi aferido nos dias d -42, d 0 (desembarque do caminhão), d 42, d 84, d 126, d 168 e d 210. Os animais foram pesados também antes do embarque no caminhão, onde a diferença entre o peso pré-embarque e o peso no desembarque serviu para calcular a perda de peso no transporte (%). Amostras de sangue foram colhidas nos dias d -42, d -1, d 0 (desembarque), d 3, d 7, d 14, d 42 e d 210, e analisou-se em todas as amostras o cortisol plasmático, ureia, albumina e proteínas totais. Glicose e Aspartato aminotransferase foram analisadas nas amostras de d -42 a d 14 e amostras do d 210. Creatinina, colesterol, cálcio, fósforo e magnésio do d -42 ao d 0 e amostras do d 210. A temperatura retal foi aferida nos dias d -42, d -1, d 0, d 3, d 7, d 10, d 42, e d 126. As análises estatísticas foram conduzidas utilizando o procedimento MIXED do SAS 9.2. Não houve efeito do tratamentos para variáveis de desempenho animal GMD e PC ($P \geq 0,22$). Assim como os tratamentos não influenciaram as variáveis fisiológicas no plasma ($P \geq 0,14$) o qual apresentaram efeito do dia de colheita de sangue em todas as vaiáveis ($P < 0,01$). O pico de cortisol foi no d 3 pós transporte, e decresceu ao longo do tempo, o pico de glicose foi no desembarque do caminhão e menores concentrações no d 7 e d 14. Houve aumento ($P < 0,01$) nas concentrações de proteínas totais do d 0 até o d 7, já a albumina plasmática reduziu do d 0 até o d 14. Houve interação tratamento × período ($P<0,01$) para temperatura retal onde os tratamentos OMN recria e OMN pós tiveram menor temperatura no d 10 após o transporte. Coletivamente, a suplementação de OMN não

modulou as respostas fisiológicas no plasma e não influenciou no desempenho animal na recria em pastejo.

PALAVRAS-CHAVE: *Bos Indicus*, bovinos, estratégias nutricionais, Omnigen-AF, respostas ao estresse.

STRATEGIES OF IMMUNOMODULATOR USE IN SUPPLEMENTATION OF NELORE YOUNG BULLS SUBMITTED TO POST- WEANING TRANSPORT: PERFORMANCE AND PHYSIOLOGICAL RESPONSES

ABSTRACT – The implementation of new technologies in grazing beef cattle supplementation is critical in the search for greater productivity and profitability of livestock systems. Nutritional alternatives to reduce the impact of stress, associated with routine and necessary practices in the beef cattle industry are important for promoting well-being and productivity. Hence, the objective of this experiment was to evaluate the impact of different strategies of inclusion of an immunomodulatory feed ingredient (Omnigen AF; Phibro Animal Health, Teaneck, NJ, USA) (OMN) on Nelore calves supplementation before and after road-transport after weaning, on physiological parameters and performance during growing phase on pasture. In all, 84 Nellore young bulls (BW = 184 ± 19 kg; age 7 ± 1 month) weaned two weeks before the experimental procedures were evaluated. On d -42 calves were ranked by shrunk BW and assigned to 1 of 12 paddocks (7 calves / paddock) constituted by *Urochloa brizantha* cv. Marandu. On d 0 the calves were road-transported for 200 km (8 hours) and returned on the same day to the paddock and group of animals prior to transport. The paddocks were randomly assigned to (n= 3 paddocks / treatment): (1) Control - (CON): no OMN pre (d - 42 to d 0) and post transport (d 0 to d 210); (2) OMN post: no OMN pre-transport (d -42 to d 0) and presence (10g / 100kg BW) post transport for 42 days (d 0 to d 42); (3) OMN pre: presence of OMN (10g / 100kg BW) pre-transport (d -42 to d 0) and absence after transport (d 0 to d 210); (4) OMN growing phase: presence of OMN (10g / 100kg BW) pre-transport (d -42 to d 0) and post-transport (d 0 to d 210). Shrunk BW was recorded on d -42, d 0 (unloading the truck), d 42, d 84, d 126, d 168 and 210. The animals were also weighed before boarding the truck, where the difference between pre-shipment weight and landing weight served to calculate transport Shrink (%). Blood samples were collected on days d -42, d -1, d 0 (landing), d 3, d 7, d 14, d 42 and 210, in all samples plasma cortisol, urea, albumin and total proteins were analyzed. Glucose and Aspartate aminotransferase were analyzed in samples d -42 to 14 and d 210. Creatinine, cholesterol, calcium, phosphorus and magnesium from d -42 to d 0 and d 210 samples. Rectal temperature was measured on d -42, d -1, d 0, d 3, d 7, d 10, d 42, and 126. Statistical analyzes were performed using the MIXED procedure SAS 9.2. No treatment effect were detected for animal performance variables (ADG and final BW) ($P \geq 0.22$). As well the treatments did not influence the physiological variables in the plasma ($P \geq 0.14$), which had effect of the blood collection day in all variables ($P < 0.01$). Cortisol peak was at d 3 post transport, and decreased over time, glucose peak was at the truck landing and lower concentrations at d 7 and d14. There was an increase ($P < 0.01$) in total protein concentrations from d 0 to od 7, plasma albumin decreased from d 0 to d 14. There was a treatment × period interaction ($P < 0.01$) where the OMN growing phase and OMN post treatments had lower temperature at d 10 after shipping. Collectively, OMN supplementation did not modulate the physiological responses in plasma and did not influence the animal performance.

KEYWORDS: *Bos Indicus*, cattle, nutritional strategies, Omnigen-AF, stress responses.

1. INTRODUÇÃO

O transporte de longa distância é frequente e, muitas vezes, inevitável na indústria de carne bovina. Isso ocorre, principalmente, devido separação geográfica entre regiões produtoras de bezerros e aquelas com atividades de recria e terminação de bovinos (Swanson e Morrow-Tesch, 2001; McManus et al., 2016). Considerando necessidades mercadológicas de compra, venda e logística (Swanson e Morrow-Tesch, 2001; Arthington et al., 2003), o transporte é um dos eventos mais estressantes experimentados pelos animais. Em bezerros desmamados, foi demonstrado que o transporte é percebido como estressor agudo que resulta em aumento nas concentrações sérica de cortisol (Chen et al., 2015) e produtos modificados do metabolismo energético e proteico (Moberg, 2000), com alterações na taxa de crescimento animal e comprometimento da imunocompetência, levando à maior suscetibilidade à doenças (Blecha, 2000; Cooke, 2017). Nesse contexto, estratégias nutricionais que possam prevenir distúrbios fisiológicos relacionados ao estresse, provocados durante transporte, podem ser vantajosas para promover o bem-estar, saúde e a produtividade de bovinos de corte (Cooke, 2017).

Como exemplo de estratégia nutricional, o Omnigen-AF (OMN) é um aditivo alimentar com propriedades imunomoduladoras em bovinos de corte, bovinos de leite e ovinos em períodos de estresse (Wang et al., 2007; Sanchez et al., 2014; Brandão et al., 2016). Nesse sentido, Lippolis et al. (2017) relataram menor concentração de cortisol plasmático e imunidade inata mais elevada em novilhos confinados e suplementados com OMN, recentemente desmamados e transportados. Em vacas leiteiras, sob condições de estresse térmico e suplementadas com OMN, observou-se alterações positivas no metabolismo energético, proteico e mineral, aumento na ingestão de forragem, produção e teor de gordura no leite (Gandra et al., 2019). Da mesma forma, Wu et al. (2018) observaram redução na contagem de células somáticas no leite, menor incidência de mastite e menor perda de peso no início da lactação para vacas em período de transição e suplementadas com OMN.

Estudos prévios sugerem os potenciais benefícios da suplementação com OMN em animais sob condições de estresse. No entanto, de acordo com nosso conhecimento, nenhum trabalho, até o momento, avaliou os efeitos da suplementação com OMN para bezerros de corte em pastejo e transportados após o desmame,

sobretudo da raça Nelore. Há recomendação de suplementação com OMN por várias semanas antes do estresse ou desafio imune (Nace et al., 2014; Fabris et al., 2017). Demostrou-se também benefícios da suplementação com OMN para vacas leiteiras, em estresse térmico, antes e após o parto (Fabris et al., 2017). Posto isso, são necessárias pesquisas para avaliar os benefícios da inclusão de OMN na suplementação de bezerros Nelore em pastejo pós-desmame.

Para este estudo, nossa hipótese é que a suplementação com o OMN, no pré e pós-transporte, irá reduzir as concentrações plasmática de cortisol, modular indicadores do metabolismo no plasma e aumentar o desempenho animal durante a recria. Dessa forma, objetivou-se avaliar diferentes estratégias de uso de OMN no pré e pós-transporte de bezerros Nelore desmamados e sua influência sobre parâmetros fisiológicos e desempenho durante a recria à pasto.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 O sistema brasileiro de recria a pasto, limitações e desafios

O clima e a extensão territorial do Brasil são alguns dos fatores que favorecem a criação da maioria do rebanho em pastagens, áreas ocupadas principalmente pelas gramíneas do gênero *Urochloa* e pelo rebanho predominante de animais zebuínos mais especificamente da raça Nelore (Ferraz e Felicio, 2010). Fazendo da produção brasileira de carne bovina ter relativamente um baixo custo alimentar, estimado em 60% menor que na Austrália e 50% menor que nos Estados Unidos. No entanto predominantemente nesse sistema a idade média de abate quando praticada de forma extensiva é de 4 anos e a taxa de desfrute é de cerca de 21%, em comparação com 2 anos e 37% nos Estados Unidos (Dyck e Nelson, 2003).

Caracterizada por muito tempo como pouco eficiente no uso de recursos naturais quando comparada a outras fontes alimentares a pecuária brasileira (Euclides Filho e Euclides, 2010) vem se alterando rapidamente, associado à abertura e globalização do mercado na década de 90, fazendo da atividade um empreendimento empresarial, que exige metas rígidas para manter a competitividade, com redução das margens de lucratividade e elevação da competitividade no mercado devido à estabilização da moeda. Invernistas que observavam margens de lucratividade que

chegavam a 50% anteriormente ao plano real, nos dias de hoje oscilando entre 12 e 20% (Nogueira, 2018). Assim, para a manutenção do lucro é fundamental que se incremente a produtividade. Para isso, é imprescindível a otimização do sistema, sendo necessário conhecer o meio de produção no qual o animal está inserido (Reis et al., 2009).

Como relatado anteriormente no Brasil predomina o regime de bovinos criados a pasto, por isso torna-se essencial o conhecimento da complexa interação entre os fatores que envolvem este sistema (animal, clima, ambiente, suplementos, etc) (Roth et al., 2017; Sampaio et al., 2017). Dentro desse cenário um problema usualmente enfrentado nos sistemas à pasto são as oscilações na disponibilidade de nutrientes em função da variação estacional na produção das forrageiras. Estas oscilações são reconhecidas como fatores determinantes no desempenho dos animais, ocasionando impactos marcantes na curva de crescimento dos mesmos (Gomes Jr. et al., 2002). Pode-se assim, definir dois momentos distintos ao longo do ano em relação à produção forrageira:

a) Estação seca: onde devido a fatores climáticos como baixa precipitação, temperatura e luminosidade, a produção de forragem é mínima, ou inexistente, havendo também decréscimo na qualidade da mesma, principalmente pela redução no teor de proteína bruta (PB) e elevação da fração fibrosa da forragem (FDN), causando redução em sua digestibilidade e consequentemente, prejuízo em seu aproveitamento pelo animal. O resultado desse cenário é o baixo ganho de peso, ou até mesmo perda de peso dos animais em crescimento (Fernandes et al., 2018)

b) Estação chuvosa: caracterizada por alta precipitação pluviométrica, alta qualidade de luz por dia e elevadas temperaturas na maior parte do território nacional, características favoráveis ao desenvolvimento de plantas forrageiras de clima tropical, resultando em alto acúmulo de forragem neste período, geralmente com maiores concentrações de proteína bruta e menores concentrações de componentes fibrosos em relação a estação de seca (Reis et al., 2018). No entanto neste período também a composição química da forragem disponível não é constante, uma vez que o crescimento das plantas é intenso e variável. Assim, devem ser aplicadas técnicas de manejo do pastejo com intuito de permitir que os animais consumam forragem de melhor qualidade e apresentem satisfatórias taxas de crescimento. Deve ser

considerado ainda que podem ocorrer algumas interações do animal com o pasto, as quais podem causar mudanças significativas na qualidade da forragem selecionada (Detmann et al., 2014). Do ponto de vista nutricional, a estação das águas ainda pode ser dividida em três fases distintas: o período de transição seca-águas, águas, e o período de transição águas-seca.

Em ambos os cenários, quando se busca um sistema de produção otimizado, em que o objetivo seja o abate de animais jovens (até 24 meses), o período de recria não deve exceder um ano, sendo obrigatório o uso de suplementos alimentares (Moretti, 2015). Uma vez que existe ampla variação na composição da forragem consumida pelos animais ao longo do ano (Roth et al., 2018), e sabendo que em condições de aporte nutricional deficientes, estas podem afetar o crescimento dos mesmos, devem ser estabelecidas medidas para evitar possíveis “falhas” no crescimento animal. Dentre as inúmeras alternativas disponíveis, a área da nutrição tem auxiliado com estudos para o aumento no desempenho dos animais, em que pode-se destacar a utilização dos suplementos alimentares. Esta tecnologia visa complementar a dieta do animais e promover aumentos em desempenho, além de auxiliar no manejo da pastagem, entre outros benefícios (Reis et al., 2014).

A busca por abater animais mais jovens passa por um período curto e eficiente de recria e isso nada mais é do que a busca pela otimização do sistema produtivo, uma vez que quando há aumento na idade do animal, há decréscimo na eficiência de transformação do alimento em ganho de peso (Owens, et al., 1993). Além disso, deve ser considerado também o custo de manutenção desses animais na propriedade. Com isso o abate de animais jovens, possibilita diminuir os custos de produção e aumento da viabilidade econômica dos sistemas pecuários.

2.2 Planos nutricionais na recria

No Brasil, a fase de recria é o período entre a desmama (animais com 7 a 8 meses de idade e 180 a 200 kg PC) e início da terminação (animais com aproximadamente 350 kg PC). A fase de recria apresenta-se como um dos principais gargalos do setor produtivo, devido à sua longa duração e baixo nível tecnológico muitas vezes empregado (Resende e Siqueira, 2011). No entanto, avaliações técnicas e econômicas em relação a esse período indicam maior viabilidade em se trabalhar a

recria com duração de até 12 meses e de se entregar um animal mais pesado, por volta de 420 kg para a fase seguinte que é a terminação (Monção et al., 2018).

A recria também se caracteriza pela melhor eficiência biológica dos animais quando à deposição de tecidos corporais, comparada com a fase de terminação, e assim o potencial de produção de animais nesta fase deve ser explorado. Os animais jovens que se encontram em crescimento pós-desmama possuem melhor conversão alimentar, sendo mais eficientes (kg de alimentos/ kg de ganho em peso), uma vez que o ganho se dá principalmente pelo crescimento da massa muscular (Owens, et al., 1993). Nutricionalmente, a eficiência de utilização da energia da dieta para deposição de proteína no corpo do animal é menor do que para a deposição de gordura em termos de Mcal consumida/ Mcal depositada. Assim, a síntese de tecido muscular carreia consigo água (tecido muscular é composto por 75% de água), o que promove maior aumento em unidade de massa em relação a deposição de tecido adiposo. Para a mesma quantidade de energia disponível (10 kcal), há deposição de 4 vezes mais tecido muscular (2,8 g) que adiposo (0,7 g), sendo a deposição de tecido adiposo mais custosa para o animal (Lana, 1997).

No entanto, como discutido anteriormente a recria inicia-se no período da seca onde a forragem apresenta geralmente limitações nutricionais principalmente em relação teores de proteína limitantes para a plena atividade microbiana, assim como elevada proporção de carboidratos fibrosos com taxa de degradação reduzida (Santos et al., 2010). Desta forma, em sistemas com base na produção de animais em pastagens, no período seco, deve-se identificar as principais limitações nutricionais do pasto e corrigi-las através da suplementação, melhorando o desempenho dos animais e a eficiência dos sistemas de produção (Reis et al., 2005).

É importante ressaltar que um programa de suplementação deve inicialmente explorar o uso dos recursos nutricionais basais que em sistemas de pastejo é o pasto (Detmann et al. (2010), minimizando o custo de produção, e em seguida promover a adequação do desempenho dos animais à meta pretendida. Com isso para se praticar uma pecuária intensiva, baseando-se no uso de pastagens é de suma importância um prévio planejamento visando contornar os desafios do déficit produtivo com a estacionalidade da produção forrageira (Valente et al., 2011). Dentre as possibilidades, destaca-se o diferimento do uso de pastagens, técnica que possibilita

o deslocamento parcial da produção no final das águas, através da vedação de determinadas áreas, para o uso no período de escassez (Santos et al., 2018). Durante o período de diferimento, a massa acumulada sofre alterações no seu valor nutritivo em função do alongamento de colmos e senescência de perfilhos, assim como mudanças no arranjo espacial dos seus componentes, modificando a forma como as partes da planta (colmo e folhas) se apresentam disponíveis ao pastejo (Santos et al., 2010). Desse modo, o período em que a área ficou diferida assume importante papel em relação à qualidade da forragem a ser obtida. Onde melhor qualidade e maiores ganhos com a suplementação são obtidos quando as estratégias adotadas de diferimento possibilitem disponibilizar para o posterior período de uso, oferta de folhas (verdes e mortas) aos animais (Santos et al., 2009).

Dito isso, Fernandes et al. (2018), relatam a necessidade de adoção de estratégias nutricionais com foco em objetivos específicos, o que para o período da primeira seca pós-desmame para reduzir os custos de produção e aliviar a pressão para altos ganhos no período das águas é de elevar o peso dos animais em 1 a 2 arrobas por animal no período. Para isso a quantidade de suplemento ofertado possui grande influência no desempenho dos animais (Zervoudakis et al., 2011; Silva et al., 2009).

Em compilação de trabalhos realizados na APTA – Colina, SP (Polo Alta Mogiana), (Tabela 1), utilizando os tipos e níveis de suplemento mais empregados na fase de recria no período seco: sal mineral (SM; com fornecimento de 100 g/cabeça/dia); suplemento proteico (1 g/kg do PC animal; composto de mineral proteico com 50% de PB e aditivo ionóforo); suplemento proteico energético (3 g/kg do PC animal; composto por minerais, 25% de PB e 65% de nutrientes digestíveis totais); e por último, suplemento proteico energético (5 g/kg do PC animal; composto por minerais, 25% de PB e 65% de nutrientes digestíveis totais), Fernandes et al. (2018) apresentam os resultados médios obtidos em cada estratégia de suplementação mencionada, onde os animais do sal mineral apresentaram o menor desempenho entre as estratégias apresentadas (0,05 kg/dia).

Tabela 1. Desempenho médio de animais sob diferentes estratégias desuplementação no período seco do ano.

Suplemento	GMD (kg)	Ganho (@)	PC final (kg)	Dias p/ganhar 1 @
Sal mineral	0,05	0,25	218	600
0,1% PC	0,25	1,25	248	120
0,3% PC	0,35	1,75	263	86
0,5% PC	0,43	2,15	275	70

GMD = ganho medio diario; Ganho = ganho de peso em equivalente 15 kg de carcaca. Peso inicial considerado de 210 kg de PC e período de avaliação de 150 dias. Adaptado de Fernandes et al. (2018).

Os autores reportam ainda que os dados apresentam um diferencial de resposta constante tomando por base o desempenho dos animais suplementados apenas com sal mineral. Assim, em relação à elevação dos níveis de suplementação o diferencial a partir do desempenho com SM foi de 0,200, 0,300 e 0,380 kg/dia, respectivamente para os suplementos 1, 3 e 5 g/kg do PC. Assim, dentre o período de seca apresentado (150 dias) os níveis de 1, 3 e 5 g/kg do PC promoveram ganhos de 1,25, 1,75 e 2,15 arrobas, respectivamente. Animais tratados apenas com sal mineral necessitariam de 600 dias para o ganho de uma arroba, em condições projetadas de seca estendida, mostrando-se inviável para condições de recria intensivas (Fernandes et al., 2018).

A segunda fase da recria seria no período favorável ao crescimento da planta forrageira. Como já levantado, no período das águas, as condições ambientais são favoráveis ao crescimento das plantas forrageiras e a qualidade nutricional da dieta basal é normalmente superior àquela observada durante o período seco do ano. Contudo, a despeito do maior desempenho animal durante o período das águas, a utilização da forragem disponível não deve ser vista como otimizada (Detman et al., 2010), uma vez que existe um ganho latente durante esse período de cerca de 200 g/ animal/ dia que deve ser explorado com o uso de alimentos suplementares (Paulino et al., 2008).

Além disso ao chegar no período chuvoso o histórico alimentar anterior dos animais devem ser considerados. Uma vez que já é sabido que melhoria no desempenho futuro dos animais é reflexo do ganho em fases anteriores da vida do mesmo, portanto o histórico alimentar é um ponto importante a ser considerado (Resende e Siqueira 2011; Roth et al., 2013). Como exemplo, em caso de uma prévia

suplementação proteico-energética no período seco é importante que seja dentro de um plano nutricional que considere uma maior taxa de ganho de peso na fase subsequente a custo de se perder parte da diferença do ganho em peso na fase anterior em relação a animais que foram suplementados em menores níveis nutricionais (Roth et al., 2017).

O primeiro objetivo no período das águas seria a exploração das plantas forrageiras em pastejo, em que busca-se maximizar a taxa de ingestão e a digestão da fração fibrosa, bem como a síntese de proteína microbiana (Reis et al., 2009). Nesse ponto, o principal questionamento durante esta fase reside sobre a determinação dos limitantes nutricionais. Em função da ampla variação na digestibilidade da MS e do teor de PB das forrageiras nesse período, a decisão do tipo de suplementação a ser utilizada torna-se amplamente questionável (Moretti, 2015).

Detmann et al. (2010) propuseram modelo baseado na utilização de recursos nutricionais suplementares. Esse modelo tem como objetivo otimizar o sistema de produção em pastejo, maximizando a ocorrência dos efeitos de interação positivas e / ou minimizando os efeitos das interações negativas entre a forragem e o suplemento. Nesse contexto o nível de suplementação e sua composição nutricional são encima de uma análise detalhada das condições dos recursos forrageiros. A oferta de forragem no manejo do pastejo, a qualidade, referindo-se principalmente aos níveis de proteína bruta (PB) e nutrientes digestíveis totais (NDT). Assim pode-se planejar a suplementação e definir o suplemento e o nível a ser utilizado, sempre analisando o custo e o receita adicional dessa operação para a tomada de decisão.

A proteína e a matéria orgânica digestível oriundas da forragem representam a maior parcela do total consumido pelos bovinos de corte em pastagens, durante o período das águas; sendo assim, responsáveis pela maior parcela do ganho de peso obtido nesta estação. No entanto, a suplementação pode proporcionar ganho de peso adicional em relação a animais não suplementados, desde que ajustada conforme características químicas e disponibilidade da forragem, e ainda ser utilizada como modulador do ganho de peso na intensificação dos sistemas, conforme objetivo de produção e contexto econômico.

Vale ressaltar que a forrageira *Urochloa brizantha* cv Marandu, tornou-se uma das espécies mais estudadas (Silva, 2004), e ocupa grande extensão de cultivo no

território brasileiro. E que em sistema de pastejo de lotação continua e carga variável no período das águas, as metas de manejo recomendadas para essa forrageira, referem-se à interceptação luminosa (IL) de 95%, correspondente à altura de 25 cm, onde os maiores índices produtivos foram observados (Koscheck, 2016; Barbero et al., 2015). Outros estudos, ao avaliarem o pastejo intermitente, recomendam a altura ideal de pré-pastejo de 25 cm e pós pastejo de 15 cm (Giacomini et al., 2009).

Durante o período chuvoso otimizar o consumo de pasto é interessante do ponto de vista econômico. Para que isso aconteça, níveis de suplementação acima de 0,3% do PC podem ocasionar a substituição do pasto por suplemento. Acima de 0,8% do PC, a substituição é ainda mais drástica (Zinn e Garces, 2006; Silva et al., 2009). Portanto, para maior exploração do pasto, no momento em que há maior disponibilidade, faz-se necessária a adequação da relação NDT: PB com níveis que otimizem o consumo do pasto, ou seja, até 0,3% do PC.

A suplementação durante o período de águas, na quantidade de 0,3% do PC, demonstra ser benéfica em relação a animais não suplementados, no aspecto de amenizar os impactos de variações no estoque de forragem causados por veranicos, antecipação do início do período seco, utilização de maiores taxas de lotação (Reis et al., 2018). Garantindo assim o consumo de nutrientes necessário para se atingir as metas de ganhos de peso que possibilite maior rentabilidade do sistema.

2.3 Como o estresse pode ser um limitador do desempenho animal afetando o sistema imune

"Resposta ao estresse" é comumente definida como a soma de todas as reações de um indivíduo a fatores que potencialmente influenciam sua homeostase (Moberg, 2000). Comumente animais quando experimentam estresse severo, podem sucumbir à doenças, deixar de se reproduzir ou se desenvolver inadequadamente (Moberg, 1985).

Embora as consequências fisiológicas do estresse ainda não sejam totalmente elucidadas (Pacak e Palkovits, 2001), foi demonstrado que os estressores afetam o sistema imunológico, bem como diferentes respostas no metabolismo, principalmente através do eixo hipotalâmico-pituitário-adrenal (HPA) e do sistema nervoso simpático (Elenkov et al., 2000). Sendo o cortisol geralmente considerado como primeira

resposta ao estresse neuroendócrino (Sapolsky et al., 2000) e que desencadeia uma importante ligação entre estresse e função imune (Glaser e Kiecolt-Glaser, 2005).

A pesar dos potenciais impactos negativos do estresse para as funções que garantem o adequado desempenho animal, segundo Moberg, (2000) deve se considerar o custo biológico que o estressor pode causar a essas funções. Pois os animais desenvolveram mecanismos para lidar com os estressores de curto prazo de suas vidas e nessas situações o custo biológico é mínimo e não ameaçador, pois existem reservas suficientes de recursos biológicos para lidar com o estressor e atender ao custo biológico. Um exemplo é a utilização das reservas corpóreas de glicogênio durante o estresse. As catecolaminas secretadas convertem o glicogênio em glicose prontamente utilizável ou em outros produtos metabólicos necessários para a gliconeogênese. Esse conceito é ilustrado na (Figura 1) representando as situações em que o custo biológico do estresse fica nas reservas e não prejudica qualquer função biológica no animal.

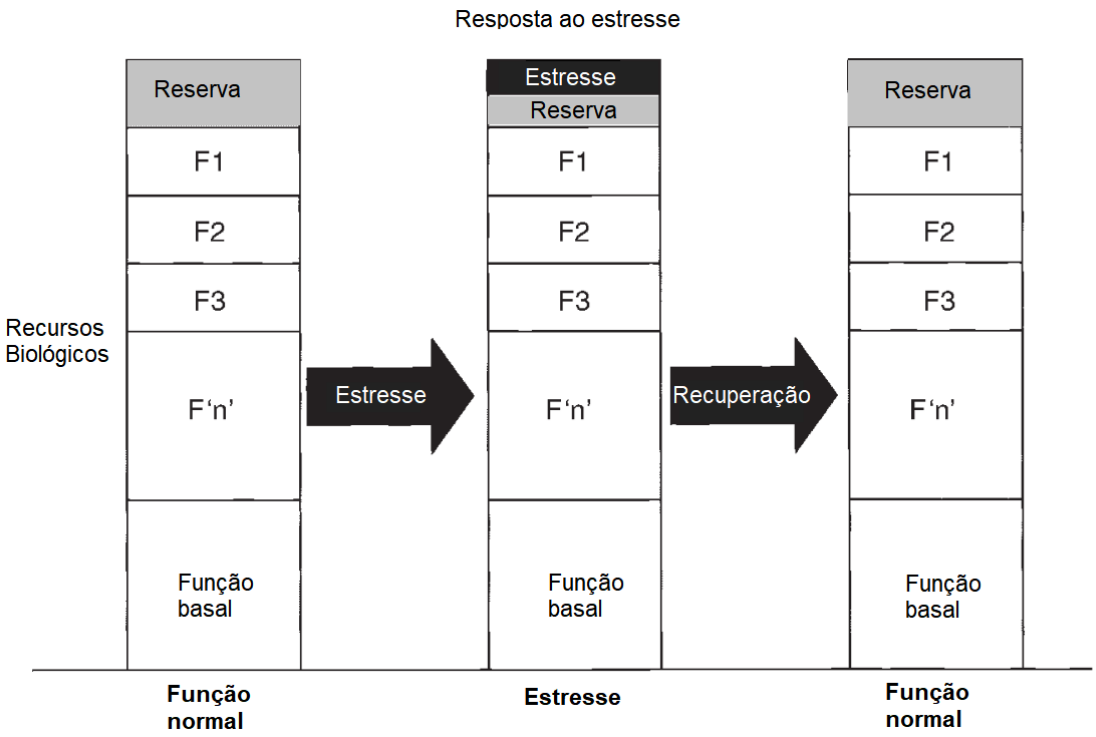

Figura 1. Um esquema hipotético de como o estresse leve desvia os recursos biológicos. Neste esquema, os recursos biológicos são arbitrariamente atribuídos a várias funções biológicas (F1 – F 'n'). Durante o estresse leve, apenas os recursos de

reserva são usados para lidar com o estressor. A resposta total ao estresse se estende desde o momento em que os recursos biológicos são desviados até o reabastecimento das reservas. Adaptado de Moberg, (1999).

Já durante o estresse prolongado ou quando o evento estressor é grave o suficiente, o custo biológico é significativo e o dano se torna um fardo significativo para o organismo. É durante esse estresse que o animal entra nos próximos estágios chamados de: pré-patógico e patológico. O estado pré-patológico ocorre quando a resposta ao estresse altera as funções biológicas o suficiente para colocar o animal em risco de desenvolver patologias (Moberg, 2000). Nesses casos as mudanças nas funções biológicas que ocorrem durante uma resposta ao estresse pode suprimir a competência imune, tornando o animal suscetível a patógenos que podem estar presentes no ambiente. Se o animal sucumbe a esses patógenos e fica doente, entra em um estado patológico (Blecha, 2000). Um bom exemplo é o aumento da incidência de doenças respiratórias observadas em bovinos submetidos ao transporte o qual é atribuído à supressão do sistema imunológico causada pelo estresse no transporte (Blecha, 2000). Assim quanto mais tempo um animal está estressado, mais tempo ele fica em um estado pré-patológico e maior é a oportunidade de uma patologia se desenvolver. Esse conceito é ilustrado na (Figura 2) representando situações em que o estresse prejudica funções biológicas.

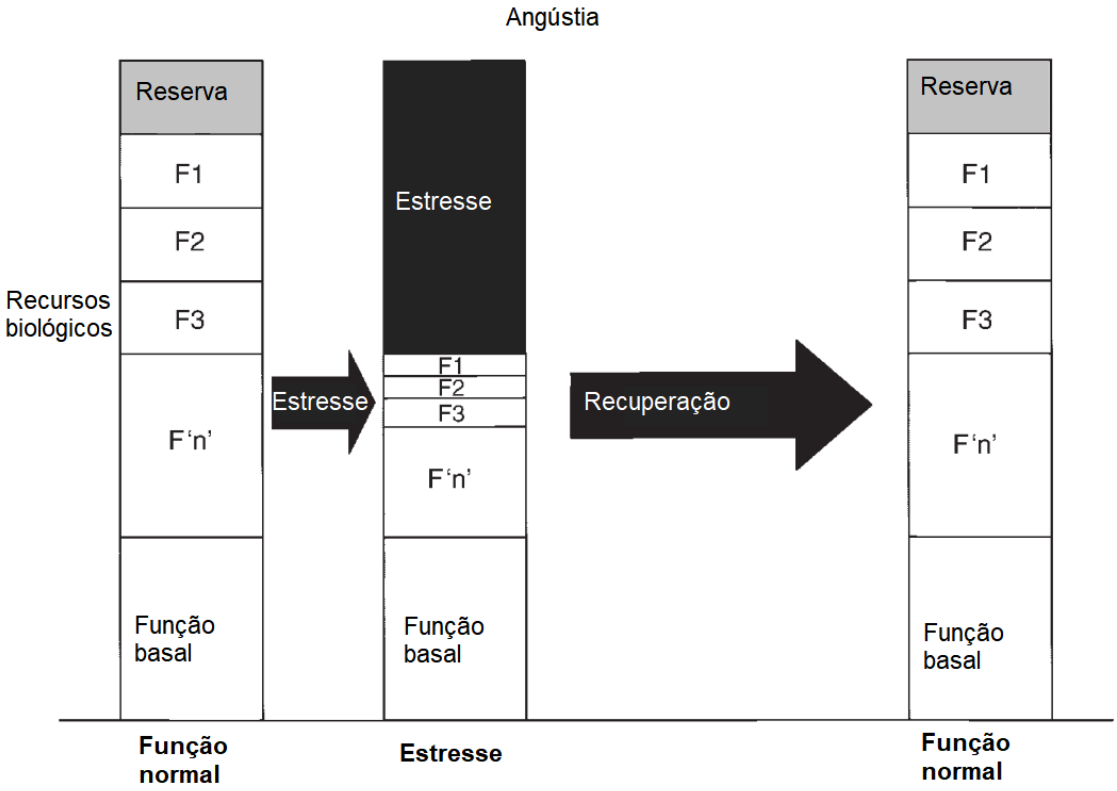

Figura 2. Esquema hipotético de como o desvio de recursos biológicos necessário para lidar com o estresse severo prejudica significativamente outras funções biológicas. Em comparação com o estresse leve (Figura 1), o custo biológico do estresse severo requer um período de recuperação muito mais longo. Adaptado de Moberg, (1999).

O cortisol elevado é um dos principais resultados da ativação do eixo HPA, independentemente de o estressor ser de natureza psicológica, fisiológica ou física (Kloet et al., 2005; Carroll et al., 2009). Essa é a razão pela qual o cortisol é geralmente considerado o fator primordial para a resposta ao estresse neuroendócrino (Sapolsky et al., 2000) e também um importante elo entre o estresse e a função imune (Glaser e Kiecolt-Glaser, 2005). Durante episódios de estresse crônico, aumentos contínuos no cortisol circulante promovem uma resposta anti-inflamatória e imunossupressora, principalmente pela diminuição da síntese de citocinas pró-inflamatórias pelas células imunes (Kelley, 1988).

Por outro lado, aumentos acentuados no cortisol circulante, como durante o estresse agudo, demonstraram provocar uma resposta imune temporária, mais

especificamente uma reação inflamatória (Cooke, 2017). Cooke et al., (2011) relataram aumentos transitórios de citocinas pró-inflamatórias em bovinos de corte transportados e em manejo de recebimento em confinamentos. Bem como em bovinos de corte recebendo infusão do hormônio de liberação de corticotrofina como modelo para estimular o eixo HPA (Cooke et al., 2012). Esses resultados indicam que, além de seu reconhecido potencial imunossupressor, os estressores também podem ativar a resposta imune inata como quando o organismo está sendo atacado por um patógeno mesmo em animais sem a presença de um patógeno (Cooke, 2017). Estudos demonstraram que tanto o desafio de infusão do hormônio liberador de corticotrofina quanto o estresse resultante do transporte e entrada em confinamento culminam em concentrações circulantes aumentadas de proteínas da fase aguda, que em bovinos, são particularmente haptoglobina e ceruloplasmina (Arthington et al., 2005; Arthington et al. al., 2008; Cooke et al., 2011, 2012).

Embora as respostas a citocinas pró-inflamatórias e a proteínas de fase aguda sejam componentes imprescindíveis do sistema imunológico inato e indispensáveis à restauração da homeostase precoce após infecção por patógenos (Kushner, 1982), essas reações podem ser desnecessárias quando induzidas por estressores e ter efeitos prejudiciais nos parâmetros de saúde, contribuindo para uma estado imunossupressor subsequente (Cooke, 2017). Alternativamente, é sabido que tanto as respostas pró-inflamatórias quanto as de proteínas de fase aguda exigem uma quantidade significativa de recursos corporais, aumentando a exigência de mantença e diminuem a ingestão de nutrientes (Elsasser et al., 1997; Johnson, 1997).

De fato Araujo et al., (2010) relataram correlação negativa ($r \leq -0,50$) entre as concentrações circulantes de proteínas de fase aguda com ingestão de matéria seca e ganho médio diário em bovinos previamente transportados em período inicial de confinamento, indicando que essa resposta induzida por estresse também é prejudicial à produtividade animal.

Essas respostas sugerem que as reações pró-inflamatórias e proteínas de fase aguda induzidas pelo estresse gastam uma quantidade significativa de recursos biológicos necessários para manter sistemas imunológicos inatos e adaptativos robustos, o que aumenta a suscetibilidade do animal a doenças e consequentemente reduz o desempenho animal.

Nesse contesto Cooke, (2017) levanta a necessidade de estratégias que previnam distúrbios de saúde relacionados ao estresse provocados por procedimentos rotineiros de manejo de bovinos para promover o bem-estar e a produtividade de bovinos de corte.

2.4 O estresse associado ao transporte rodoviário

O transporte é classificado como um dos eventos mais estressantes experimentados por bovinos, dentro das necessidades mercadológicas de compra, venda e de logística no sistema de produção (Swanson e Morrow-Tesch, 2001; Arthington et al., 2003). Além disso muitas vezes o transporte também está associado a outras práticas relacionadas à indústria de bovinos que promovem estresse. Um clássico exemplo ocorre durante a transferência de bezerros de corte de fazendas de cria para fazendas de recria e/ou terminação quando os animais são expostos a diversos eventos estressores concentrados em um mesmo intervalo de tempo. Estes incluem desmame, mistura com diferentes animais, exposição a novos ambientes, lesões, estresse térmico, fadiga, privação de alimentação e água durante o transporte rodoviário (Araújo et al., 2010; Wilson et al., 2017). Tudo isso resulta em uma resposta nas funções endócrina e neuroendócrina caracterizada pela ativação do eixo HPA (Carroll e Forberg, 2007).

Diversos experimentos conduzidos avaliando o desempenho e respostas fisiológicas em período inicial em confinamento de novilhos de corte recém desmamados e transportados, revelam o menor desempenho, elevação da concentração do cortisol plasmático seguido de resposta inflamatória com aumento nas concentrações de proteínas de fase aguda em animais transportados (Marques et al., 2012; Cooke et al., 2013a; Cooke et al., 2013b; Guarnieri et al., 2014).

Foi demonstrado que a combinação de alguns ou de todos os estressores mencionados anteriormente diminui diretamente o desempenho animal pela fragilização do sistema imune e aumento do risco de complexo de doenças respiratórias bovinas (Blecha, 2000; Duff e Galyean, 2007). Esse complexo, geralmente composto de infecções virais, bacterianas e micoplasmáticas (Ellis, 2001), é a doença mais comum e onerosa de bovinos confinados nos Estados Unidos (NASS, 2011). Tais perdas econômicas incluem, além da mortalidade, custos associados ao

desperdício de recursos alimentares, compra de produtos farmacêuticos e diminuição do desempenho de animais doentes (Young et al., 2017).

O transporte de longa distância é frequentemente inevitável no sistema de produção de bovinos de corte, devido à separação geográfica entre as principais regiões produtoras de cria, recria e de terminação. Assim novas tecnologias em estratégias nutricionais que possa reduzir os efeitos do estresse nas repostas fisiológicas de bovinos de corte podem trazer benefícios ao sistema de produção promovendo o bem-estar animal e a produtividade.

2.5 O uso de OmniGen-AF® para bovinos em condição de estresse

O aditivo comercial OmniGen-AF® (OG; Phibro Animal Health, Quincy, IL, EUA) é composto por ingredientes que demonstraram modular o sistema imunológico inato, particularmente os componentes de leveduras (Lippolis et al., 2017). E também por vitaminas do complexo B que apesar de convencionalmente em ruminantes, devido a síntese de vitaminas desse complexo pelos microrganismos ruminais não serem consideradas deficientes (Weerathilake et al., 2019), para vacas de leite sua suplementação aumentou a produção de leite, redução na contagem de células somáticas (Sacadura et al., 2008), redução na ocorrência de problemas metabólicos (Havlin et al., 2017) e melhora na função imune com aumento na capacidade fagocítica de neutrófilos (Youinou et al., 1982).

Embora os mecanismos pelo qual a suplementação com produtos a base de leveduras e parede celular de leveduras altere as respostas imune ainda não estejam elucidados, está bem estabelecido na literatura que a inclusão de leveduras e produtos de parede celular de leveduras na dieta pode influenciar o estado de saúde dos indivíduos (Palmer, 2018). Algumas literaturas sugerem que os componentes da parede celular de levedura (isto é, β-glucanos e mananoligossacarídeos) impedem a ligação de bactérias à parede intestinal, impedindo assim sua translocação do trato gastrointestinal para a cavidade do corpo (Sanchez et al., 2013). Quanto aos efeitos sistêmicos, Murphy et al. (2007) demonstraram que β-glucanos foram capazes de modular a função de neutrófilos em camundongos. Além disso, em estudo em vacas leiteiras multíparas, Wang et al. (2009) mostrou que a alimentação OmniGen-AF® (OMN) aumenta a expressão de genes que aprimoravam a função dos neutrófilos,

especificamente o receptor de (interleucina-4) IL-4 e na produção de (interleucina-1) IL-1 β.

Como relatado por Wu et al. (2018) o OMN é comumente adicionado à dieta durante o período de transição (3 semanas antes do parto a 3 semanas pós-parto) em fazendas leiteiras. Assim como recomendado para períodos de estresse térmico (Leiva et al., 2017), de forma a garantir menor impacto desses períodos de estresse na ocorrência de distúrbios metabólicos, ocorrência de mastite, reduzir a contagem de células somáticas no leite (CCS), perca de escore de condição corporal pós-parto, amenizar a queda na produção de leite. Benefícios atribuídos à melhora na imunidade inata dos animais suplementados (Wang et al 2009; Nance et al., 2014; Brandão et al., 2016; Fabris et al., 2017).

Como em Brandão et al. (2016); Mezzetti et al. (2019), segundo o fabricante, o OMN contém produtos de proteínas vegetais, leveduras secas ativas (*Saccharomyces cerevisiae*), produto de fermentação seco de *Trichoderma longibrachiatum*, niacina, suplemento de vitamina B-12, riboflavina-5-fosfato, d-pantotenato de cálcio, cloreto de colina, biotina, tiamina mononitrato, cloridrato de piridoxina, bissulfito de dimetilpirimidinol de menadiona, ácido fólico, aluminossilicato de cálcio, aluminossilicato de sódio, terra de diatomáceas, carbonato de cálcio, casca de arroz e óleo mineral.

Produtos de leveduras (como culturas e extratos e parede celular) também tem sido relatados na literatura como melhorador da função imunológica durante período inicial de novilhos em confinamento, logo após a eventos de desmame e transporte (Cole et al., 1992; Brown e Nagaraja 2009; Young et al., 2017). De fato silva et al (2017), avaliaram a suplementação com produto comercial derivado de levedura sobre o desempenho, respostas fisiológicas e saúde de novilhos Angus × Hereford, transportados em caminhão comercial por 1500 km durante 24 horas, após precondicionamento pós-desmame de 30 dias e entrada em confinamento (primeiros 38 dias). Estes autores observaram menor incidência do complexo de doença respiratória, maior ganho médio diário e eficiência alimentar nos animais suplementados com o aditivo. Também a adição de componentes da parede celular de leveduras à dieta de novilhas recém-chegadas em confinamento após transporte reduziu as concentrações séricas de citocinas pró-inflamatórias, proteínas de fase

aguda, temperatura vaginal e as concentrações de cortisol perante a simulação de desafio sanitário com aplicação de lipopolissacarídeos *Escherichia coli* O111:B4 (Sanchez et al., 2013).

Ponse et al. (2012) também avaliaram o uso de um aditivo comercial de cultura de levedura + produtos de levedura hidrolisada enzimaticamente (Celmanax®) na suplementação de novilhas transportadas previamente, a um período de 35 dias iniciais de confinamento. Esses autores relataram maior ingestão de matéria seca, maior GMD e morbidade reduzida em novilhas suplementadas *vs.* não suplementadas e associaram esses resultados a propriedades imunomoduladoras inatas dos componentes de levedura, como β-glucanos e mananolossacarídeo (Nocek et al., 2011).

Com animais em pastejo, Rivera et al. (2019) forneceram como aditivo à suplementação uma mistura de leveduras vivas e parede celular de leveduras para novilhos e novilhas recém desmamados e transportados por 624 km, avaliando o desempenho e saúde dos animais por um período de 56 dia após o desembarque. A pesar de não terem atingido o consumo desejado do aditivo que foi de 10 g/d, os animais suplementados com os componentes de levedura tiveram maior GMD e peso corporal ao final do período. Não foram observadas diferenças na taxa percentual de animais que adoeceram ou nos títulos de imunidade contra patógenos do complexo doença respiratória bovina. Mas reduziu-se o custo de tratamento com antibióticos de animais doentes devido melhor resposta ao primeiro tratamento dos animais suplementados.

De acordo com nosso conhecimento nenhum trabalho avaliou até o momento o uso de OMN para bezerros de corte recém desmamados e recriados em regime de pastejo, sobretudo animais da raça Nelore. Para animais confinados Lippolis et al. (2017) forneceu OMN nos 30 dias iniciais na dieta de novilhos Angus × Hereford no período inicial de confinamento (80 dias), após transporte rodoviário. Esses autores relataram menor concentração de cortisol plasmático e imunidade inata mais elevada em novilhos suplementados com OMN. No entanto não se obteve benefícios no desempenho animal e na taxa de ocorrência de sintomas do complexo respiratório bovino.

A pesar de não se saber seu exato mecanismo em modular a termorregulação, estratégias de uso de OMN tem sido avaliadas também em condições de estresse por calor para bovinos leiteiros (Hall et al., 2018; Gandra et al., 2019) e novilhos e novilhas de corte mestiços (¾ *Bos taurus* × ¼ *B. indicus*) em confinamento (Colombo et al., 2019). Para bovinos de corte a suplementação reduziu a temperatura vaginal (39,05 *vc.* 39,19 °C), suplementados e não suplementados respectivamente, e reduziu a expressão de RNAm no sangue de marcadores de danos por calor, no entanto sem efeito no desempenho animal, características de carcaça e proteínas de fase aguda (Colombo et al., 2019). Gandra et al (2019), fornecendo OMN na suplementação de vacas da raça holandesa em sistema de pastejo e condições de elevado índice de temperatura e umidade em clima tropical, obtiveram redução dos efeitos negativos do estresse por calor no desempenho das vacas leiteiras, aumentando a ingestão de forragem, a produção de leite e o teor de gordura do leite, com redução na carga de térmica corporal.

As propriedades apresentadas pelo uso de OMN em condições de estresse, em modular as resposta fisiológicas advindas da ativação do eixo HPA, melhorar a resposta imune, regulando a resposta metabólica e promovendo melhor desempenho em bovinos leiteiros, permitem sugerir que seu uso seja avaliado como uma possível nova tecnologia a ser implementada também na suplementação de bovinos de corte nas condições brasileiras de animais em pastejo, que necessariamente são submetidos a momentos de estresse dentro do seu sistema produtivo como o transporte rodoviário pós-desmame. Caso possibilite uma relação benefício: custo favorável ao ser implementada nos programas nutricionais. Para isso estratégias de uso devem ser avaliadas para verificação do seu efeito no desempenho e indicadores fisiológicos do metabolismo. Assim como o melhor momentos para sua aplicação durante uma recria.

3. MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi conduzido de acordo com os princípios éticos na experimentação animal adotados pelo Conselho Nacional de Controle de Experimentação Animal (CONCEA) e todos os procedimentos foram aprovados pelo COMITÊ DE ÉTICA NO USO ANIMAL (CEUA) da UNESP, campus Jaboticabal (Protocolo n° 006088/19).

3.1 Localização e Clima

O estudo foi realizado na Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios (APTA), unidade de pesquisa do Polo Regional da Alta Mogiana, em Colina – SP (latitude de 20º 43' 05" S; longitude 48º 32' 38" W). O clima da região é do tipo AW (segundo classificação de Köppen), onde a temperatura média do mês mais quente é superior a 22ºC e do mês mais frio superior a 18ºC (Tabela 2). O solo é classificado como Latossolo Vermelho escuro, fase arenosa com topografia plana e de boa drenagem (Embrapa, 1999).

Tabela 2. Dados climáticos nos períodos pré e pós transporte rodoviário de bezerros Nelore recebendo diferentes estratégias de inclusão de aditivo imunomodulador durante recria em pastos de *Urochloa brizantha* cv. Marandu.

Fase[1]	Precipitação, mm	Dias com chuva	TMáx. °C	TMín. °C	Amplitude térmica
07/08-20/09	38,8	7	29,5	11,8	17,7
21/09-02/11	168,3	17	31,5	17,4	14,1
03/11-15/12	253,4	22	29,7	16,9	12,8
16/12-26/01	98,1	16	32,4	18,6	13,8
27/01-09/03	276,5	22	30,6	17,2	13,4
10/03-20/04	187,6	12	30,3	15,9	14,4

[1]Períodos entre pesagens; Tmáx. = temperatura máxima; Tmín. = temperatura mínima. Dados: Estação meteorológica da APTA – Colina.

3.2 Descrição da área experimental

A área experimental utilizada é formada por forrageira *Urochloa brizantha* cv. Marandu, dividida em 12 piquetes de 2,2 a 2,4 hectares. Todos os piquetes continham bebedouros tipo australiano e cochos para suplementação da dieta dos animais (espaçamento linear 27 cm por animal). Foi feita adubação nitrogenada na área experimental na dose de 90 kg de nitrogênio, dividida em duas aplicações de 45 kg/ha nas datas 12/02/2019 e 11/03/2019.

3.3 Animais e manejo sanitário

Foram utilizados 84 bezerros Nelore, não castrados, com peso corporal (PC) médio inicial de 181 ± 19 kg e idade de 7 ± 1 meses. Os animais pertenciam ao mesmo rebanho e foram manejados da mesma forma até o início do experimento. Os bezerros foram desmamados duas semanas antes do início do experimento, permanecendo sete dias em pasto ao lado das vacas. Esse intervalo foi utilizado como período de transição entre o desmame e os procedimentos experimentais com intuito de reduzir o estresse e modificações no comportamento animal em função do desmame (Weary et al., 2008).

Previamente à distribuição dos animais aos tratamentos eles foram vacinados contra clostridioses: *Clostridium chauvoei*, *Clostridium botulinum* tipos C e D*, Clostridium septicum*, *C. novyi*, *C. perfringens* tipos B, C e D *e C. sordelli* (Poli-Star; Vallee); desverminados com Eprinomectina 5% (LongRange®; Boehringer Ingelheim, São Paulo, Brasil) na quantidade 1 mL/50 kg de PC e realizado controle de ectoparasitas com Fipronil 1g/100 mL (Topline® Pour-on; Boehringer Ingelheim, São Paulo, Brasil). O mesmo procedimento sanitário foi repetido após 84 dias do início do experimento, juntamente com a vacinação contra Febre Aftosa (Ourovac® Aftosa, Ourofino Saúde Animal Ltda., Cravinhos, SP, Brasil), em novembro de 2018.

3.4 Período experimental, delineamento e tratamentos

Os animais foram avaliados de 03/08/2018 a 16/04/2019, perfazendo um total de 257 dias. O período experimental foi dividido em fase pré-transporte e pós-transporte rodoviário na recria. E a primeira fase (pré-transporte) teve duração de 42 dias (início no d -42) e a segunda fase (pós-transporte) teve duração de 210 dias (início no d 0) e dividida em 5 períodos de 42 dias (d 0, d 42, d 84, d 126, d 168 e d 210; Figura 3).

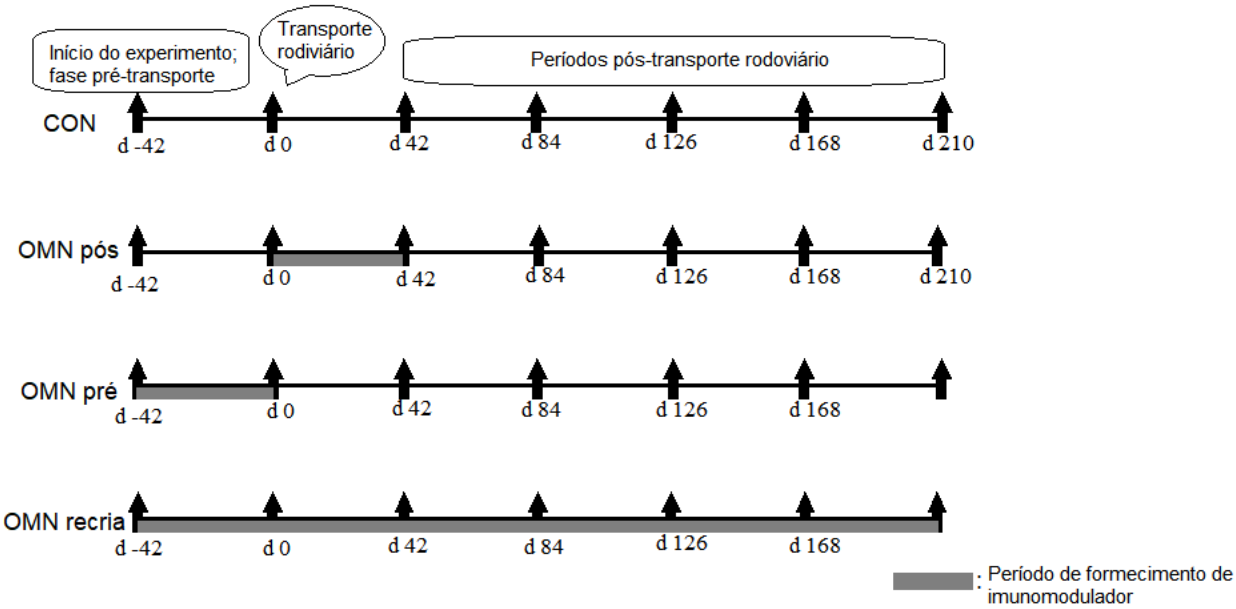

Figura 3. Esquema das estratégias de inclusão de imunomodulador (OmniGen-AF®, Phibro Animal Health, Teaneck, EUA) fornecido na suplementação com quantidade de 10 g/100 kg PC/dia para bezerros Nelore submetidos ao transporte pós-desmama.

O experimento foi conduzido em delineamento em blocos completos casualizados e conteve quatro tratamentos. Cada tratamento foi composto por 21 animais os quais foram divididos em 3 blocos (alto, médio e baixo) de acordo com o PC. Foram utilizados 4 piquetes por bloco e 7 animais por piquete. E o piquete foi considerado a unidade experimental. Os tratamentos foram estratégias de uso do aditivo imunomodulador OMN (OmniGen-AF®, Phibro Animal Health, Teaneck, EUA) no pré e pós-transporte rodoviário pós-desmama, como descrito a seguir:

(1) Controle – (CON): ausência de imunomodulador pré (d - 42 a d 0) e pós-transporte (d 0 a d 210);

(2) OMN pós: ausência de imunomodulador pré-transporte (d -42 a d 0) e presença pós-transporte por 42 dias (d 0 a d 42);

(3) OMN pré: presença de imunomodulador pré-transporte (d -42 a d 0) e ausência pós-transporte (d 0 a d 210);

(4) OMN recria: presença de imunomodulador pré-transporte (d -42 a d 0) e pós-transporte (d 0 a d 210) (Figura 3).

3.5 Suplementação e aditivo imunomodulador

Na fase pré-transporte (d -42 a d 0) e no início da fase pós-transporte (D 0 a 42) os animais receberam suplementação proteico-energética (proteína bruta = 30%; nutrientes digestíveis totais = 65%; Tabela 3) fornecida na quantidade de 3 g/kg de PC por animal, diariamente, às 9 horas da manhã. Após esse período, do d 43 a 210 os animais receberam suplementação proteico-energética para o período chuvoso (20% de proteína bruta e 65% de nutrientes digestíveis totais; Tabela 3). Este suplemento foi fornecido na mesma quantidade e mesmo horário do anterior. Em todos os suplementos foi adicionada virginiamicina (V-Max®, Phibro Animal Health, São Paulo, Brasil) na quantidade para consumo de 40 mg/100 kg PC com a finalidade de maximizar o desempenho animal com uma tecnologia já recomendada nas suplementações a pasto (Alves Neto et al., 2018).

O aditivo imunomodulador OMN foi fornecido via suplemento em quantidade para o consumo de 10 g/100 kg PC no nível de suplementação preconizado. O nível de inclusão de OMN foi como em estudos prévios com gado de leite e corte (Rayman et al., 2013; Brandão et al., 2016; Colombo et al., 2019). O aditivo é uma mistura de *Saccharomyces cerevisiae* seca ativa, produto de fermentação do *Trichoderma longibrachiatum* seco, niacina, vitamina B12, riboflavina-5-fosfato, D-cálcio pantotenato, cloreto de colina, biotina, tiamina mono-hidratada, cloridrato de piridoxina, menodiona dimetilpirimidinol bissulfato, ácido fólico, alumino silicato de cálcio, alumino silicato de sódio, terra de diatomáceas, carbonato de cálcio, casca de arroz e óleo mineral, mas a formulação completa é proprietária. A mistura do aditivo ao suplemento foi feita em misturador horizontal do tipo Ribbon Blenders por 5 minutos.

Tabela 3. Níveis de garantia dos suplementos proteico-energéticos de seca e águas utilizados durante avaliação de estratégias de suplementação com imunomodulador pré e pós-transporte rodoviário de bezerros Nelore durante recria.

	Proteico-energético[1]	
Ingredientes (% MN)	Período seco (d -42 a d 42)	Período chuvoso (d 43 a d 210
Milho	16,78	49,02
Sorgo	5,0	14,72
Farelo de soja	43,45	12,48
Farelo de glúten, 21%PB	15,0	-
Farelo de Arroz	10,0	10,0
Ureia Protegida	1,0	0,5
Ureia	0,4	2,1
Cloreto de sódio	3,5	3,6
Suplemento mineral	4,87	7,58
Níveis de garantia (% MS)		
Matéria seca	89,0	89,6
Matéria orgânica	87,8	86,7
Proteína bruta (mínimo)	30,0	20,0
NNP equivalente proteína bruta	12,5	8,13
Nutrientes digestíveis totais (mínimo)	65,0	65,0

NNP: Nitrogênio não proteico; [1]Fornecidos na quantidade de 3 g/kg de peso corporal por animal, diariamente. Em ambos os suplementos os níveis de garantia de macro e micro minerais foram: cálcio (mínimo) 15 g/kg, cálcio (máximo) 25 g/kg, cobalto (mínimo) 8,7 mg/kg, cobre (mínimo) 100 mg/kg, enxofre (mínimo) 5.000 mg/kg, flúor (máximo) 70 mg/kg, fósforo (mínimo) 7.000 mg/kg, iodo (mínimo) 5,30 mg/kg, magnésio (mínimo) 1.000 mg /kg, manganês (mínimo) 68 mg/kg.

3.6 Transporte

Todos os animais foram submetidos ao transporte de 8 horas por estrada de terra, percorrendo aproximadamente 200 km. Para possibilitar as coletas pós-transporte de todos os animais, o transporte foi realizado em três manejos, em dias diferentes, porém, todos os animais receberam suplementação pré-transporte por no mínimo 42 dias. Os animais do mesmo bloco foram transportados no mesmo caminhão (caminhão comercial Ford Cargo 2423). Com área de delimitações dos animais com de dimensões de 7,40 metros de comprimento, 2,40 metros de largura e 1,90 metros de altura.

Os embarques foram realizados no início da manhã, antes do fornecimento de suplemento. Por volta das 6:00 horas, os animais foram retirados dos piquetes, misturados, levados ao curral de manejo, pesados e por volta das 7:00 horas embarcados e transportados ao longo do dia. As dimensões da área de contenção dos animais no caminhão possibilitou uma densidade de estocagem de 1,6 animais/m^2 e 339, 296 e 270 kg de PC/m^2 considerando os pesos logo antes do embarque para os blocos de alto, médio e baixo peso corporal, respectivamente. As densidades foram classificadas como de média a baixa, adequadas para o transporte de bovinos (Tarrant et al., 1988). Ocorreu um intervalo de uma hora, em torno das 12:00. E ao final do dia os animais foram desembarcados. Em seguida, foram realizadas as pesagens, colheitas de sangue e avaliação de temperatura retal. Após avaliações, os animais foram encaminhados aos mesmos piquetes e em mesmo grupo de animais anterior ao transporte.

3.7 Método do pastejo

Os animais foram manejados em pastejo em lotação contínua, porém com taxa de lotação variável (Mott e Lucas, 1952), afim de manter a altura do dossel forrageiro próximo a 25 cm o que para a forrageira utilizada, corresponde a interceptação luminosa (IL) de 95%, onde os maiores índices de produtividade foram observadas (Barbero et al., 2015). A partir do período pós-transporte (d 42), quando os pastos já apresentavam crescimento característico do período chuvoso, com maiores taxas de acúmulo de folhas verdes (Roth et al., 2018), para que esta fosse mantida igual entre todos os tratamentos, foram utilizados animais reguladores pelo método *put and take.* Estes animais eram oriundos do mesmo rebanho dos animais experimentais e eram mantidos em área anexa.

3.8 Avaliação do pasto

A massa de forragem foi determinada no início do experimento (d -42) e a cada 42 dias (d 0, d 42, d 84, d 126, d 168 e d 210), segundo metodologia proposta por

Sollenberger e Cherney (1995), onde a massa foi associada às leituras de altura do dossel (50 pontos de altura normal e comprimida) pelo uso do prato ascendente (*rising plate meter*). Em cada parcela eram selecionados três pontos de altura mínima, média e alta (determinados em função de ± 2 desvios padrões). Uma amostra de forragem de 0,25 m² de cada ponto selecionado foi coletada ao nível do solo e, posteriormente, uma alíquota foi seca em estufa a 55ºC por 72 horas para determinação da matéria seca parcial. Depois, realizavam-se equações de regressão linear (Equação 1), através dos dados de massa e suas respectivas alturas, onde se estabelecia uma relação entre a altura do dossel e a massa de forragem: MF (kg/ha) = a + b × h (cm) (1) Onde: MF = massa de forragem em kg/ha de matéria seca, h = altura do dossel em cm, a = intercepto da regressão e b = coeficiente angular da regressão.

Para avaliação dos componentes quantitativos e estruturais do dossel forrageiro, nas alturas médias, as amostras foram separadas em folha verde, folha seca, colmo verde e colmo seco no período pré-transporte (estação seca) e em folha verde, colmo verde e material morto no período pós-transporte (estação das águas). Após separação, os componentes foram pesados e secos em estufa de 55ºC por 72 horas para a obtenção da matéria seca parcial e proporção de cada componente no dossel forrageiro (Tabela 4).

Para determinação do valor nutritivo da forragem foi realizado, em cada período, pastejo simulado para representação da fração consumida pelos animais. As amostras foram coletadas pelo método *hand-plucking* (De Vries, 1995) e secas em estufa de circulação de ar, a 55ºC por 72 horas e posteriormente, moídas em moinho de facas (Thomas-Wiley Laboratory Mill Model 4, H. Thomas Co.), peneira de malha com crivo de 1 mm. Foram determinados os teores de matéria seca (método 934.01), matéria mineral (método 942.05) extrato etéreo (método 920.39) e proteína bruta (método 978.04) foram determinadas de acordo com (AOAC, 1995). Os teores de fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) foram determinados conforme a metodologia sequencial descrita por Van Soest et al., (1991) e lignina pelo método descrito por Goering e Van Soest (1970). A digestibilidade verdadeira *in vitro* da matéria seca (DIVMS) foi determinada conforme Van Soest e Robertson (1985) (Tabela 4).

A característica de manejo do pastejo preconizada para o método put and take (oferta de folhas verdes) em kg de DM de folha verde/kg PC não diferiu entre os tratamentos ($P \geq 0.65$). Assim como a composição química e digestibilidade in vitro da DM ($P \geq 0.13$), possibilitando condições semelhantes de pasto para avaliação das estratégias de uso de OMN na suplementação.

Tabela 4. Características do dossel forrageiro durante avaliação de estratégias de suplementação com imunomodulador pré e pós-transporte rodoviário de bezerros Nelore durante recria à pasto.

Item	Pré-transporte						Pós-transporte					
	OMN				EPM	*P-valor*	OMN				EPM	*P-valor*
	CON	Pós	Pré	Recria			CON	Pós	Pré	Recria		
Características quantitativas (n =12)												
Altura, cm	21,3	16,4	21,4	18,0	2,74	0,08	25,2	22,7	24,7	23,1	1,85	0,08
Massa, kg MS/ha	4888	3509	4356	3585	705	0,08	4030	3526	3767	3502	337	0,19
Folha verde, %MS	8,66	7,53	11,5	13,1	3,20	0,43	42,1	48,0	45,3	48, 8	3,88	0,22
Colmo verde, %MS	9,85	5,95	8,33	6,56	1,49	0,17	22,4	21,2	21,2	23,9	1,21	0,25
Folha morta, %MS	33,5	33,0	28,3	28,1	2,33	0,29	-	-	-	-	-	-
Colmo morto, %MS	48,0	53,5	51,9	52,3	3,95	0,58	-	-	-	-	-	-
Material morto, %MS	-	-	-	-	-	-	35,5	30,7	33,5	27,3	4,66	0,20
Oferta, kg MS/kg PC	8,15	5,60	7,30	5,86	1,14	0,09	4,11	3,79	4,02	3,67	0,35	0,53
Oferta, kg MSFV/kg PC	0,29	0,17	0,25	0,24	0,06	0,43	1,70	1,86	1,82	1,76	0,16	0,65
Taxa de lotação, UA/ha	1,22	1,20	1,22	1,19	0,06	0,51	2,14	1,88	2,01	1,97	0,10	0,31
Características qualitativas (% da matéria seca) (n =12)												
Proteína bruta	7,08	7,37	6,59	7,21	0,48	0,50	12,3	12,0	11,0	11,7	0,56	0,13
FDN	69,9	68,9	70,2	70,3	1,06	0,77	62,3	61,7	63,2	62,0	0,55	0,21
FDA	33,3	33,4	33,1	33,8	0,54	0,70	27,4	27,1	27,4	26,4	0,55	0,59
Lignina	4,23	4,27	4,19	4,49	0,19	0,46	3,07	2,87	3,06	2,92	0,10	0,36
DIVMS	67,6	68,4	67,7	67,0	0,97	0,79	80,7	81,2	80,4	81,6	0,56	0,49

EPM: erro padrão da média; MS: matéria seca; MSFV: matéria seca de folhas verdes; PC: peso corporal; FDN: fibra insolúvel em detergente neutro; FDA: fibra insolúvel em detergente ácido; DIVMS = digestibilidade *in vitro* da matéria seca. OMN: CON: sem inclusão de OMN na suplementação da dieta; OMN pós: inclusão de OMN por 42 dias após o transporte rodoviário; OMN pré: inclusão de OMN por 42 dias antes do transporte rodoviário; OMN recria: inclusão de OMN durante todos os períodos, pré e pós-transporte; OMN fornecido na suplementação com quantidade de 10 g/100 kg PC/dia. Obs: Houve efeito do período para todas as variáveis (P<0,01), porém não houve interação significativa entre período × tratamento (P>0,10).

3.9 Pesagem e desempenho animal

Para determinação do PC e ganho médio diário (GMD), os animais foram pesados no início do experimento (d -42) e a cada 42 dias (d 0, d 42, d 84, d 126, d 168 e d 210). Todas as pesagens foram realizadas sem e com jejum alimentar e hídrico de 16 horas. No dia do transporte (d 0) os animais foram pesados imediatamente antes e após o transporte com o objetivo de se calcular a redução do PC no transporte (%).

3.10 Colheitas de sangue e análises

As amostras de sangue foram colhidas via punção venosa jugular em tubos (Vacuplast, 9 mL; Weihai Hongyu Medical Devices Co., Ltd., República Popular da China) contendo heparina sódica liofilizada e fluoreto de potássio. Na colheita inicial foram utilizados três animais aleatórios dentro de cada unidade experimental, nove por tratamento. As demais colheitas foram realizadas em todos os animais nos dias d -42 e d -1 (pré-transporte), d0 (desembarque), e dias d 3, d 7, d 14, d 42 e d 210 (pós-transporte; Figura 4).

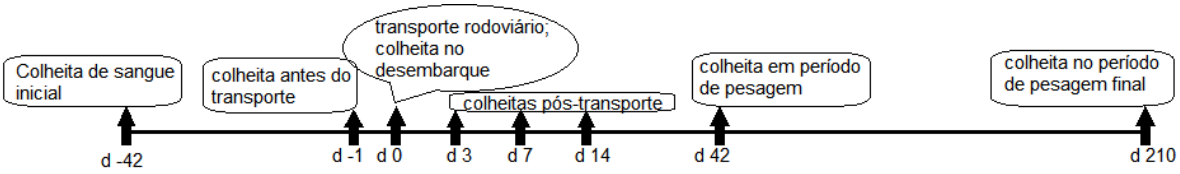

Figura 4. Esquema das amostragens de sangue durante avaliação de estratégias de suplementação com imunomodulador pré e pós-transporte rodoviário de bezerros Nelore durante recria.

As colheitas iniciais (d -42 até o d 14) as quais no pós-transporte foram feitas para avaliar o período de 2 semanas no qual bovinos transportados, e em manejo de entrada em confinamento, enfrentam alterações metabólicas induzidas pelo estresse (Cooke, 2017; Sousa et al., 2019) foram sempre feitas as 8 da manhã, antes da suplementação. As demais colheitas (d 45 e d 210) foram realizadas no período da tarde as 15:00 horas, quando os animais eram levados ao curral para ficarem em jejum até a manhã do dia seguinte para pesagem. As amostras de sangue foram

armazenadas em gelo, imediatamente após a colheita e, em seguida, centrifugadas a 2500 x g à 4ºC por 15 minutos. As amostras de plasma foram conservadas a -80ºC, no mesmo dia da colheita, até posterior análise laboratorial.

Em todas as amostras foram dosados cortisol, utilizando kits de cortisol e analisados por radioimunoensaio (RIA) em fase sólida (Coat-a-count®, Diagnostic Products Corporation, Los Angeles, CA, EUA). Ureia, albumina e proteínas totais também foram avaliadas em todas as amostras utilizando kits bioquímico comercial (Bioclin; Quibasa - Química Básica Ltda, Belo Horizonte, MG, Brasil) e o analisador bioquímico (Cobas Mira Plus; Roche Diagnostic Systms). Amostras de plasma de d -42 a d 14 e amostras do d 210 foram dosadas para glicose e aspartato aminotransferase (AST) (Bioclin; Quibasa - Química Básica Ltda, Belo Horizonte, MG, Brasil). Plasmas do d -42 ao d 0 e amostras do d 210 foram dosadas para creatinina, colesterol, cálcio, fósforo e magnésio (Bioclin; Quibasa - Química Básica Ltda, Belo Horizonte, MG, Brasil). O CV intra-ensaio da análise de cortisol foi 7,7%.

3.11 Temperatura retal

A temperatura retal foi avaliada, durante as coletas de sangue no período da manhã (8:00 horas), nos dias d -42, d -1, d 0, d 3, d 7, d 10 e nos períodos de pesagem a tarde (15:00 horas) nos d 42 e d 126 com utilização de termômetro clínico digital (Termômetro Clínico Digital Termo Med 1.0, Incoterm Indústria de termômetros LTDA, Porto Alegre, RS, Brasil), introduzido diretamente no reto do animal, a uma profundidade de 5 cm, até soar o sinal sonoro de estabilização da temperatura (Eisemann et al., 2014).

3.12 Análises estatísticas

O piquete com 7 animais testes foi considerada a unidade experimental para todas as análises. Os dados foram analisados usando o procedimento MIXED do SAS 9.2 (SAS Inc., Cary, NC). O modelo para analisar as variáveis PC inicial, PC final e a perda de peso no transporte, conteve o efeito fixo de tratamento e os efeitos aleatórios de bloco e resíduo. As variáveis de GMD, parâmetros no sangue e temperatura retal

foram analisadas como medidas repetidas no tempo (função repeated no SAS), o modelo incluiu os efeitos fixos de tratamento, período e interação tratamento x período, e os efeitos aleatórios de bloco e o resíduo. Nas variáveis de sangue, quando houve diferença entre tratamentos na amostragem inicial, essas foram incluídas no modelo como covariável. As variáveis foram submetidas à seleção da melhor estrutura da matriz de covariância, sendo a estrutura de covariância utilizada autorregressiva de primeira ordem, que considerou o menor Akaike (AIC) como a média ajustada covariavelmente. Após selecionadas as estruturas e atendendo a pressuposição de normalidade do resíduo pelo teste Cramér-von Mises, procedeu-se à análise de variância. A significância foi estabelecida em $P \leq 0,05$ e discutiu-se tendência quando $P > 0,05$ e $\leq 0,10$.

4. RESULTADOS

Não houve ($P \geq 0,86$) interação tratamento × período para GMD pós-transporte e GMD total. Não houve efeito ($P \geq 0,22$) dos tratamentos sobre as variáveis de desempenho animal, GMD e PC, durante o período experimental. Também não houve efeito ($P=0,81$) das estratégias de uso de OMN na redução do peso corporal no transporte, com média de 7% (Tabela 5).

Tabela 5. Desempenho de bezerros Nelore durante avaliação de estratégias de suplementação com OMN pré e pós-transporte rodoviário durante recria à pasto.

Item	OMN				EPM	*P*-valor
	CON	Pós	Pré	Recria		
PC inicial (d -42), kg	173	174	174	174	11,1	0,45
PC pós-transporte (d 0), kg	181	179	178	177	12,4	0,61
Redução PC, transporte, %	6,98	6,54	7,32	7,04	0,61	0,81
PC final (d 210), kg	359	359	356	356	15,1	0,85
GMD pré-transporte, kg	0,15	0,11	0,09	0,07	0,03	0,22
GMD pós-transporte, kg	0,87	0,88	0,87	0,87	0,03	0,96
GMD total (d -42 - d 210), kg	0,75	0,76	0,74	0,74	0,02	0,93

PC: peso corporal; GMD: ganho médio diário; OMN: CON: sem inclusão de OMN na suplementação da dieta; OMN pós: inclusão de OMN por 42 dias após o transporte rodoviário; OMN pré: inclusão de OMN por 42 dias antes do transporte rodoviário; OMN recria: inclusão de OMN durante todos os períodos, pré e pós-transporte. Aditivo: Omingen-AF (OMN) fornecido no suplemento na quantidade de 10 g/100 kg PC/dia. EPM: erro padrão da média. PC pós-transporte corresponde ao peso dos animais

logo no desembarque (d 0) e a diferença deste para o PC inicial foi usado para calcular o GMD pré-transporte. A redução do PC no transporte foi calculada pela diferença do peso dos animais no embarque e no desembarque. As variáveis GMD pós-transporte e GMD total corresponderam, respectivamente, aos períodos a partir do desembarque e a todos os períodos experimentais. Não houve interação significativa tratamento × período para GMD pós-transporte e GMD total (*P*≥0,86). Houve efeito do período (*P* < 0,01).

Houve efeito (*P*<0,01) dos períodos nas avaliações de GMD e PC (Figuras 5 e 6). Com menores ganhos observados no período pré-transporte (0,10 kg/dia) o qual a pastagem se encontrava em condições características do período seco e transição seca-águas e maiores ganhos observados no período de d 168 a d 210 (1,08 kg/dia) o qual apresentava pastagem em condições característica do período chuvoso. Os períodos intermediários apresentaram ganhos semelhantes (*P*≥0,06). O PC inicial (174 kg) e o pós-transporte (179 kg) não diferiram (*P*= 0,16). Nos períodos seguintes como já esperado devido aos maiores GMD o PC foi maior a cada período (*P*< 0,01).

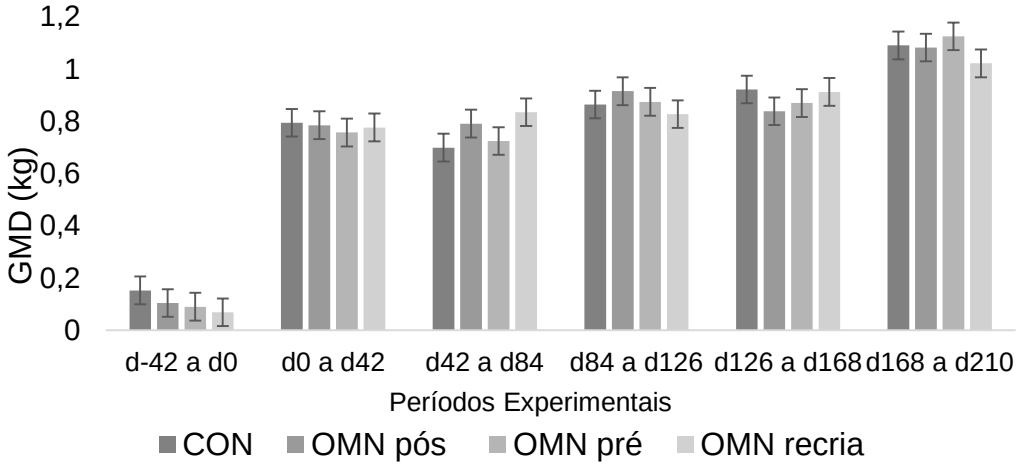

Figura 5. Ganho médio diário (GMD) de bezerros Nelore durante avaliação de estratégias de suplementação com imunomodulador pré e pós-transporte rodoviário durante recria à pasto. Aditivo: Omingen-AF (OMN) fornecido no suplemento na quantidade de 10 g/100 kg PC/dia. Tratamento: *P*= 0,86; Período: P<0,01; Tratamento × Período: *P*= 0,88. D 0: a pesagem considerada para o cálculo foi no desembarque do caminhão, após 8 horas de transporte.

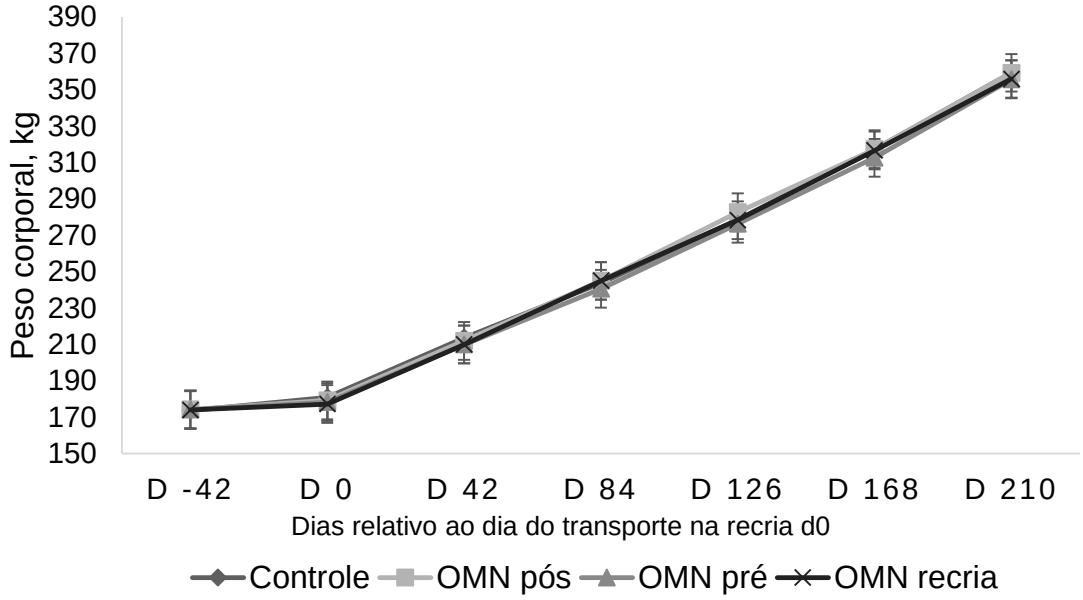

Figura 6. Peso corporal (PC) de bezerros Nelore durante avaliação de estratégias de suplementação com imunomodulador pré e pós-transporte rodoviário durante a recria à pasto. Aditivo: Omingen-AF (OMN) fornecido no suplemento na quantidade de 10 g/100 kg PC/dia. Tratamentos: (*P* = 0,70); Período: *P*<0,01; Tratamento x período (*P* = 0,93). Os pesos foram obtidos após período de 16 horas de jejum hídrico e alimentar. Exceto no d 0 onde foi obtido após transporte rodoviário por 8 horas.

Não houve interação tratamento × período (P≥0,17) e efeito dos tratamentos para nenhuma das variáveis fisiológicas dosadas no plasma (P≥0,14) (Tabela 6). A creatinina plasmática apresentou covariável significativa (*P*<0,01), sendo os dados da amostragem inicial (d -42) incluídos no modelo como tal.

O período de colheita foi significativo (*P*< 0,01) para todas as variáveis fisiológicas no plasma (Figuras 7, 8 e 9). O pico de cortisol foi observado no d 3 após o transporte e o menor nível no final da recria d 210 (Figura 7). A partir do d 7 o nível de cortisol foi semelhante ao da coleta no d -1. Também houve tendência de o cortisol no desembarque ser menor que no d 14 (*P*= 0,058). Já para a glicose, observou-se pico de concentração logo após o transporte d 0, com menores concentrações plasmática nos d 7 e d 14 após o transporte. Houve também tendência (*P*= 0,09) de menor concentração de glicose do d -1 comparado ao d 3.

Observou-se aumento (*P*<0,01) das proteínas totais no plasma do desembarque até o d 7 após o transporte (Figura 8), assim como menor (*P*<0,01) concentração nos períodos de pesagens d 42 e d 210. No entanto, essas coletas foram feitas em horários diferentes das coletas iniciais e de intervalos curtos pré e pós-transporte. A albumina teve sua concentração aumentada (*P*<0,01) no plasma com início da suplementação da dieta dos bezerros recém desmamados (d -42 para d -1). E como uma proteína que se correlaciona negativamente com o aumento de proteínas de fase aguda no sangue. Respondeu negativamente ao estresse de transporte rodoviário. Houve tendência da albumina ser menor (*P* = 0,08) no d 3 que na amostragem logo antes do transporte, reduzindo significativamente (*P*<0,01) até o d 14; além disso, a concentração de albumina foi menor (*P*<0,01) nas coletas feitas no período da tarde, nos intervalos de pesagens d 42 e d 210.

A concentração plasmática de ureia aumentou após o início dos períodos experimentais, com as mudanças nas condições do pasto e suplementação da dieta dos animais. A concentração de ureia no desembarque foi menor que nas coletas de um dia antes do transporte e em períodos curtos subsequentes, com tendência (*P* = 0,06) de no d 0 ser menor que no que d 14. Adicionalmente, a concentração plasmática no d 7 tendeu (*P* = 0,07) a ser maior que no d 14.

A creatinina plasmática foi maior (*P*<0,01) no início do período experimental e na amostragem final, estando em menor nível no d 42, sem alterar do d -1 para d 0. Já na determinação da ATS foi observado pico (*P*<0,01) de sua concentração no plasma no desembarque, com menores valores no d -42, d -1 e d 210. Níveis intermediários foram observados 3 dias após o transporte e reduzindo em 7 e 14 dias. A concentração de colesterol não foi alterada (*P*≥0,21) do pré-transporte até o desembarque, sendo seu menor (*P*<0,01) nível observado no d 42 e volta a níveis semelhantes observado na coleta final.

Os minerais fósforo e magnésio também se mostraram alteráveis, perante o transporte, com concentrações maiores (*P*<0,01) antes do transporte e menores no desembarque d 0. O cálcio apresentou tendência (*P* = 0,09) de ter o mesmo comportamento. As concentrações de fósforo foram menores na amostragem inicial e no desembarque e maiores no d -1 e d 42. A concentração de magnésio não diferiu (*P*= 0,19) da amostragem inicial para o d -1, no entanto, apresentou-se menor

(*P*≤0,02) a partir de então. Já o cálcio foi menor no início e na amostragem final em relação as amostragens intermediárias (Figura 9).

Nas avaliações da temperatura retal (Figura 10) houve interação tratamento × período (*P*<0,01), onde os tratamentos OMN recria e OMN pós tiveram menor temperatura no d 10 após o transporte. A temperatura retal dos animais no tratamento OMN pós foi menor que do OMN recria. Adicionalmente, os animais de OMN pós tenderam (*P* = 0,09) a ter menor temperatura retal no d 3 que os animais OMN pré. A média de tratamentos não diferiu *(P* = 0,97), sendo os valores de 39,69; 39,69; 39,73 e 39,67 (EPM = 0,092), para os tratamentos CON, OMN pós, OMN pré e OMN recria respectivamente.

Tabela 6. Concentrações plasmática de indicadores fisiológicos de bezerros Nelore durante avaliação de estratégias de suplementação com OMN pré e pós-transporte rodoviário durante a recria à pasto.

Item	OMN				EPM	*P*-valor		
	Con	Pós	Pré	Recria		T[1]	P[1]	T X P[1]
Indicadores fisiológico no plasma (n= 12)								
Cortisol (ng/mL)	66,0	73,1	71,8	67,8	7,2	0,85	< 0,01	0,93
Albumina (g/L)	19,3	18,6	19,2	19,5	0,37	0,30	< 0,01	0,85
Proteínas totais (g/L)	54,4	54,1	54,1	56,4	1,0	0,36	< 0,01	0,62
Ureia (mmol/L)	4,7	4,7	4,4	4,9	0,19	0,39	< 0,01	0,88
Creatinina (µmol/L)	102,5	111,0	108,0	103,2	2,0	0,14	<0,01	0,17
Glicose (mg/dL)	86,5	90,2	93,5	90,4	3,5	0,51	<0,01	0,81
Colesterol (mmol/L)	3,01	2,95	2,86	2,92	0,06	0,52	<0,01	0,79
AST[1] (U/L)	68,1	70,3	73,5	75,4	3,9	0,32	<0,01	0,50
Cálcio (mmol/L)	1,74	1,67	1,73	1,76	0,03	0,26	<0,01	0,90
Fósforo (mmol/L)	1,70	1,62	1,65	1,72	0,05	0,23	< 0,01	0,78
Magnésio (mmol/L)	0,912	0,887	0,918	0,924	0,03	0,71	< 0,01	0,55

[1]AST: Aspartato aminotransferase; T: Efeito do tratamento; P: Efeito do período de coleta; T × P: Efeito da interação tratamento e período.

Aditivo: Omingen-AF (OMN) fornecido no suplemento na quantidade de 10 g/100 kg PC/dia. Amostras de sangue foram coletadas nos dias d -42, d -1, d 0, d 3, d 7, d 14, d 42 e d 210. Cortisol, Albumina, Proteínas totais e Ureia foram dosados em todos esses períodos. AST e Glicose foram dosados nos dias d -42, d -1, d 0, d 3, d 7, d 14, e d 210. Creatinina, Colesterol, Cálcio, Fósforo e Magnésio foram

dosados nas amostras dos dias d-42, d -1, d 0, d 42 e d 210. A concentração inicial de creatinina apresentou diferença e foi incluída no modelo como covariável.

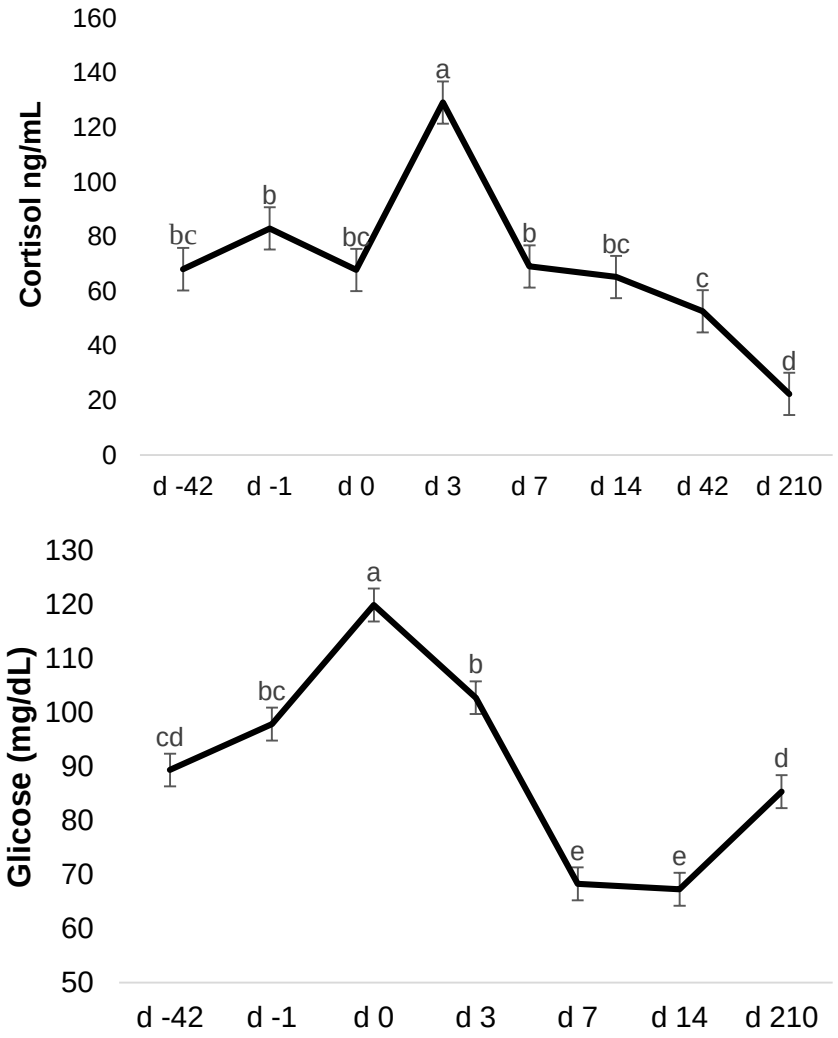

Figura 7. Concentrações plasmáticas de cortisol e glicose (n = 12) de bezerros Nelore durante avaliação de estratégias de suplementação com imunomodulador pré e pós-transporte rodoviário durante recria à pasto. Aditivo: Omingen-AF (OMN) fornecido no suplemento na quantidade de 10 g/100 kg PC/dia. Houve efeito do período para as variáveis (P < 0,01). As comparações nos períodos foram feitas através de contrastes ortogonais; [a,b,c,d,e] dias com diferentes letras subscritas diferem (*P*< 0,05).

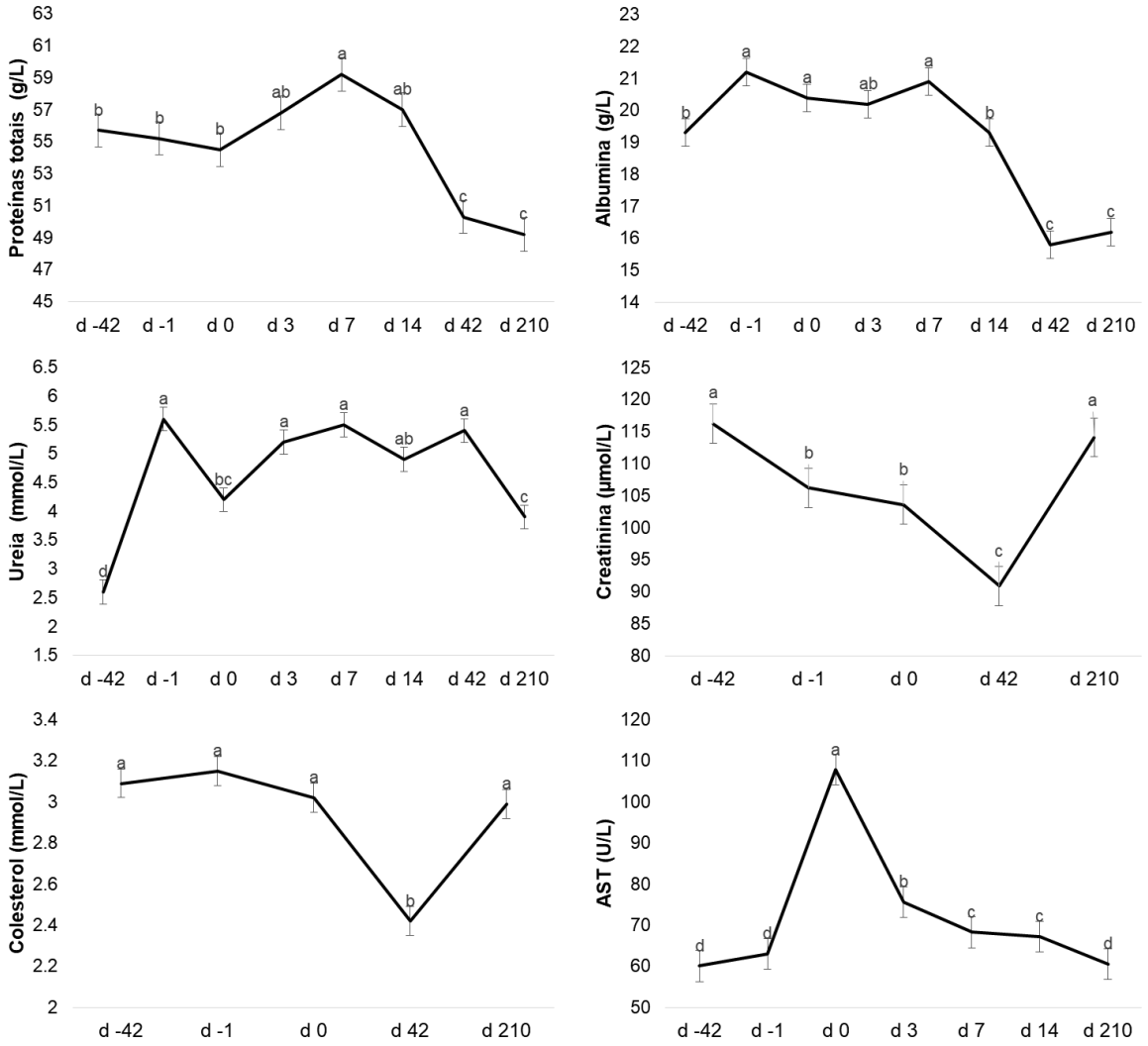

Figura 8. Proteínas totais g/L, albumina g/L, ureia mmol/L, creatinina µmol/L, aspartato aminotransferase AST U/L no plasma de bezerros Nelore durante avaliação de estratégias de suplementação com imunomodulador pré e pós-transporte rodoviário durante recria à pasto. Aditivo: Omingen-AF (OMN) fornecido no suplemento na quantidade de 10 g/100 kg PC/dia. Houve efeito do período para todas as variáveis (P < 0,01). As comparações nos períodos foram feitas através de contrastes ortogonais; [a,b,c,d] dias com letras subscritas diferentes diferem (*P* < 0,05).

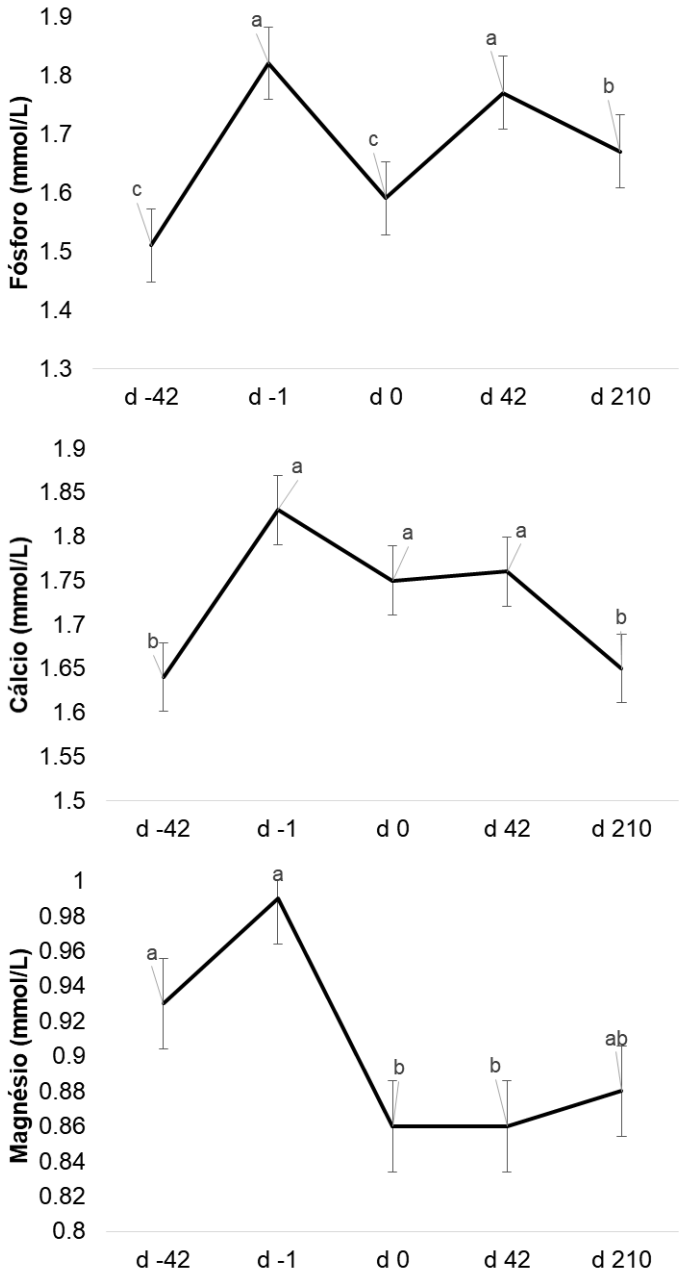

Figura 9. Concentrações plasmáticas de fosforo mmol/L, cálcio mmol/L e magnésio mmol/L em bezerros Nelore durante avaliação de estratégias de suplementação com imunomodulador pré e pós-transporte rodoviário durante recria à pasto. Aditivo: Omingen-AF (OMN) fornecido no suplemento na quantidade de 10 g/100 kg PC/dia. Houve efeito do período para todas as variáveis (P < 0,01). As comparações nos períodos foram feitas através de contrastes ortogonais; [a,b,c] dias com letras subscritas diferentes diferem (*P* < 0,05).

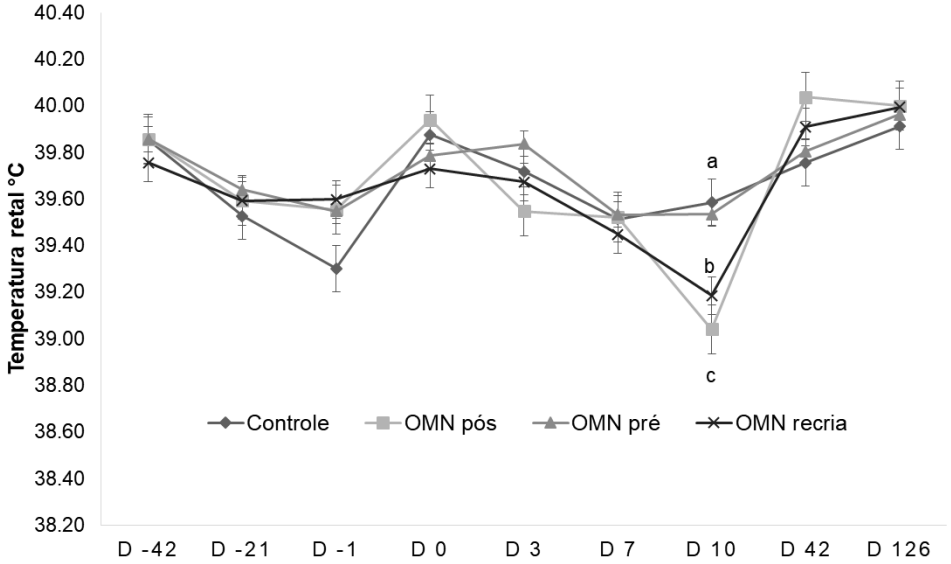

Figura 10. Temperatura retal de bezerros Nelore durante avaliação de estratégias de suplementação com imunomodulador pré e pós-transporte rodoviário durante recria à pasto. Aditivo: Omingen-AF (OMN) fornecido no suplemento na quantidade de 10 g/100 kg PC/dia. A temperatura no d 0 foi medida no desembarque dos animais, amostragens d 42 e d 126 foram feitas no período da tarde por volta das 15 horas. As demais aferições foram todas no período da manhã por volta das 9 horas. A interação tratamento x período foi significativa ($P < 0,01$), a média entre tratamentos não diferiu ($P = 0,97$) com valores médios de (39,69; 39,69; 39,73; 39,67 EPM = 0,092) respetivamente para os tratamentos CON, OMN pós, OMN pré e OMN recria). No d 3 o tratamento OMN pós tendeu ($P = 0,09$) a ter menor temperatura retal que OMN pré.

5. DISCUSSÃO

Diferentemente da nossa hipótese, não observamos benefícios adicionais, ao usar a suplementação com OMN, no desempenho, indicadores de estresse e metabolismo de bezerros Nelore transportados no pós-desmame. Benefícios da suplementação com OMN sobre desempenho animal também não foram obtidos quando fornecido para novilhos Angus × Hereford adquiridos em leilão comercial e transportados por 12 horas até um confinamento (Lippolis et al., 2017). Onde também não observou-se benefício sobre a eficiência alimentar; incidência, sintomas e títulos de imunidade contra patógenos de doença respiratória bovina (Lippolis et al., 2017).

Esses autores, no entanto, iniciaram a suplementação de OMN depois que os novilhos foram expostos aos desafios imunológicos causados pelo desmame, leilão, transporte, vacinação, mistura com animais de fontes diferentes e entrada de confinamento (Cooke, 2017). De fato, recomenda-se a adaptação à suplementação com OMN por várias semanas antes do estresse ou desafio imune (Nace et al., 2014; Fabris et al., 2017).

Em nosso experimento, os animais dos tratamentos OMN pré e OMN recria receberam OMN por 42 dias antes de serem transportados. Este procedimento possibilitou que houvesse consumo do imunomodulador com antecedência ao transporte (evento estressor), embora sem efeito no desempenho animal e parâmetros fisiológicos no plasma. No entanto, algumas particularidades devem ser levadas em conta, como o método de desmame empregado, em *fence line*, e o período em que os animais foram mantidos na mesma área do desmame antes de serem transportados. Condutas recomendadas para reduzir o estresse, aumentando o desempenho e saúde de bezerros de corte em relação a outros métodos de desmame e transporte imediato após o desmame (Taylor et al., 2020). Além disso, as condições de animais em sistemas de pastejo são caracterizadas por causar menor estresse e promover maior bem-estar quando comparados a sistemas confinados (Arnott et al., 2016). Os estudos em regiões de clima temperado, com animais recém-desmamados, e em período de entrada em confinamento, relatam significativos índices de morbidade e de sintomas de doença respiratória bovina, decorrentes da fragilização do sistema imune elicited pelo estresse (Cooke, 2017). Vale ressaltar que animais Bos indicus apresentam menor resposta de fase aguda perante estresse de desmame e transporte, em relação a animais Bos taurus, indicativo de maior resiliência imune a condições estressoras (Qiu et al., 2007). Segundo Brandão et al. (2018), a suplementação de OMN não fornece benefícios adicionais à imunocompetência inata de bovinos de corte saudáveis.

A falta de efeito dos tratamentos nas variáveis dosadas no plasma indicam que, sob as condições experimentais do presente estudo, a suplementação com OMN não modulou as respostas fisiológicas avaliadas. No entanto, efeitos de dia, nos intervalos de coletas para essas variáveis, indica que os bezerros foram expostos ao estresse associado aos procedimentos experimentais de transporte. Vale ressaltar que, nas

comparações entre tempos de colheita de sangue, visto a natureza circadiana do cortisol, e sua influência no metabolismo, as interpretações dos parâmetros no sangue devem ser interpretadas entre os horários homogêneos (d -42, d -1, d 3, d 7, d 14 às 0800 h; d 42 e d 210 às 1500 h; Chen et al., 2015).

O pico de cortisol observado neste estudo ocorreu no d 3 após o transporte. Diferentemente do que se esperava, que seria observar esse pico no desembarque. No entanto, esse comportamento nas coletas pode acontecer, sendo esses achados apenas um reflexo do procedimento e da frequência da amostragem sanguínea, de modo que o pico de concentração de cortisol tenha ocorrido antes da amostragem no desembarque (Blecha, 2000). De modo que o aumento no nível de cortisol durante o transporte rapidamente retorna a níveis menores logo após o evento (Ishizaki and Kariya, 2010). Corroborando com a hipótese de que o cortisol esteve mais elevado antes dos procedimentos de amostragem no desembarque, o pico de glicose foi observado no desembarque e o segundo maior nível no d 3, provavelmente porque a secreção de glicocorticoides, como cortisol, altera o metabolismo de glicose, aumentando sua concentração no sangue (Moberg, 2000; Chen et al., 2015). Este padrão sugere que houve aumento de cortisol no transporte, maior que no d 3, tendo esse pico ocorrido antes da coleta de sangue.

O aumento acentuado nas concentrações de cortisol, em função de procedimentos de transporte e entrada em confinamento, é acompanhado de resposta transitória de proteínas de fase aguda em bovinos, particularmente haptoglobina e ceruloplasmina (Cooke, 2017). Ao mesmo tempo, esse padrão correlaciona-se negativamente com consumo de matéria seca e desempenho animal, levando a posterior redução da imunocompetência que, por conseguinte, leva ao aumento nos índices de ocorrência de doença respiratória bovina e morbidade em animais confinados (Cooke, 2017). Embora não tenhamos avaliado as proteínas de fase aguda, suas respostas transitórias podem ser deduzidas a partir da queda na albumina plasmática, que é uma proteína negativamente correlacionada com as proteínas de fase aguda (Ceciliani et al., 2012; Mezzetti et al., 2019). A albumina tendeu a reduzir após o transporte no d 3 e foi menor no d 14, mesmo com aumento nas concentrações de proteínas totais no sangue durante mesmo período. Em função dessas respostas, podemos considerar que na impossibilidade de dosar proteínas de

fase aguda no sangue, para acompanhar resposta inflamatória, a dosagem do par albumina-proteínas totais, no mesmo horário, pode indicar resposta inflamatória de fase aguda desencadeada pelo cortisol liberado a partir do estresse associado ao transporte. No entanto, estudos que avaliem também proteínas de fase aguda perante esses procedimentos são necessários para confirmar essa hipótese.

Os animais nos tratamentos OMN recria (toda recria) e OMN pós (após transporte) apresentaram menor temperatura retal no d 10. Adicionalmente, os animais que passaram a receber somente após o transporte tenderam a ter menor temperatura no d 3. Esses resultados ocorreram dentro do período pelo qual os animais, nesse experimento, passaram pela redução na albumina plasmática, indicativo de aumento nas proteínas de fase aguda, induzida pelo estresse de transporte. Respostas que são produzidas por citocinas pro-inflamatórias tais como IL-6, TNF-α e que, também, são responsáveis pelo aumento da temperatura corporal, levando a um estado de febre durante as respostas de fase aguda desencadeadas por estresse agudo (Sanchez et al., 2013). A menor temperatura retal no d 10, nos animais que receberam OMN após o transporte, pode ser indicativo de menor concentração plasmática dessas citocinas pro-inflamatórias no intervalo de tempo entre d 7 a d 10 após o transporte.

Embora tenha havido evidências da ocorrência do estresse agudo, como mencionado anteriormente em nosso experimento, os animais passaram por período de 42 dias após o desmame, antes de serem transportados, recebendo suplementação em pasto, em grupo de animais pré-estabelecido, caracterizando-se como período de precondicionamento; técnica para reduzir o estresse de animais recém-desmamados e que serão posteriormente transportados (Duff e Galyean, 2007). Da mesma forma, após transporte, foram mantidos no mesmo grupo de animais e mesmo ambiente de pastagem anterior. Estas condições não caracterizam estresse, tais como práticas como o desmame seguido de transporte imediato, comercialização em leilões, mistura de animais de diferentes fontes, períodos prolongados de restrição hídrica e alimentar, vacinações em sequência a esses eventos e introdução em ambiente de confinamento. Os quais se caracterizam como estresse prolongados e suficientes para desgastar as reservas corporais, a ponto de se prejudicar funções biológicas e levar os animais a um estado pré-patológico ou patológico, prejudicar o

desempenho animal (Moberg, 2000; Step et al., 2008; cooke, 2017). Especula-se, portanto, que não tenha ocorrido estresse suficiente para obtenção dos benefícios do uso de OMN para animais Nelore, nas presentes condições de manejo, como se tem obtido em experimentos com vacas leiteiras em condições de estresse térmico, período de transição e desafio sanitário (Wu et al., 2018; Gandra et al., 2019; Nickerson et al., 2019).

A aspartato aminotransferase é um indicador de dano muscular e pode aumentar com trauma e exercício muscular, situações que podem ocorrer durante o transporte (Fisher et al., 2010). Em nosso estudo, provavelmente houve danos musculares no transporte, já que foi observado pico de AST no desembarque. Os minerais fósforo e magnésio também se mostraram responsivos ao transporte, estando reduzidos no desembarque em relação a coleta antes do transporte. Níveis elevados de magnésio foram associados a uma resposta reduzida ao estresse (Hubbard, 1973) e o baixo magnésio plasmático foi associado ao aumento do estresse e da contração muscular (Schonewille, 2013). O colesterol não sofreu alteração da coleta inicial até o desembarque, no entanto, foi menor no d 42. Essa queda provavelmente se deu pela mudança no horário das coletas que, anteriormente ao d 42, foram praticadas no período da manhã, antes da suplementação dos animais e a partir do d 42 feitas no período da tarde. O aumento no colesterol plasmático do d 42 para o d 210 se deu, provavelmente, em função do aumento da atividade gonadal com o avanço da idade dos animais e aumento na síntese de hormônios esteroidais o qual o colesterol é precursor (Sánchez-Rodriguéz et al., 2015).

Ao contrário do que se esperava, as concentrações plasmáticas de ureia não foram aumentadas com o transporte e sim reduzidas em relação ao pré-transporte (d -1). Essa redução provavelmente se deu pela menor ingestão de alimentos e, consequentemente, CP (Kennedy et al., 1978) no dia do transporte. Os animais foram retirados do pasto para o curral de manejo as 0600 h e os procedimentos de transporte e amostragem terminaram, aproximadamente, as 1700 h. Takemoto et al. (2017) transportaram novilhos da raça holandesa por 24 horas e observaram aumento na ureia plasmática no desembarque e em até 7 dias após o transporte, mantendo-se as condições alimentares. Segundo esses autores, o transporte estimula a desaminação dos aminoácidos, para utilização das cadeias carbônicas no metabolismo energético

enquanto o nitrogênio é metabolizado a ureia. Knowles et al. (1999) também observaram aumento na concentração de ureia no plasma imediatamente após o transporte, sugerindo aumento na quebra de proteínas musculares. Esses resultados sugerem que o desafio de transporte imposto para os animais, nesse experimento, não foram suficientes para desgastar as reservas corporais, a ponto de se atingir níveis elevados de ureia no sangue por desaminação de aminoácidos do músculo. Isso reforça a hipótese de que o estresse promovido não foi suficiente para se ter benefícios uso de um ingrediente que modula e estimula a resposta imune de bovinos perante condições de estresse (Blecha, 2000; Nickerson et al., 2019).

6. CONCLUSÃO

Sob as condições experimentais do presente estudo, pode-se concluir que a suplementação com inclusão de OMN (10 g/100 kg PC) não promoveu a melhora das respostas fisiológicas e desempenho de bezerros Nelores, mantidos em pastejo e submetidos ao transporte rodoviário por 8 horas. No entanto o seu uso após o transporte reduz a temperatura retal 10 dias após o transporte. É importante notar, no entanto, que o curto período em que os animais foram submetidos ao estresse associado ao transporte rodoviário e ao ambiente não estressante de pastagem podem ter atenuado os efeitos negativos do estresse nos animais. Novos estudos devem ser conduzindo com imposição de maiores desafios e que são rotineiros na cadeia produtiva de bovinos de corte, como desmane seguido de transporte, prévio período de comercialização em leilões antes do transporte, assim como na introdução dos animais em novos ambientes produtivos como entrada em confinamento.

7. REFERÊNCIAS

Alves Neto JA, Oliveira IM, Moretti MH, Gonçalves PH, Alves MAP, Fernandes JJRF, Resende FD, Siqueira GR (2018) Determining the optimal dose of virginiamycin for ruminal parameters and performance of Nellore cattle on pasture. **Semina: Ciências Agrárias** 39: 1749-1758.

Araujo, D. B., R. F. Cooke, G. R. Hansen, C. R. Staples, and J. D. Arthington (2010) Effects of rumen-protected polyunsaturated fatty acid supplementation on

performance and physiological responses of growing cattle following transportation and feedlot entry. **Journal of Animal Science** 87:4125–4132.

Armstrong SA, McLean DJ, Schell TH, Bobe G, Bionaz M (2016) Evaluation of immune function markers in OmniGenAF® supplemented steers. **Journal of Animal Science** 94(5):46. (Abstr.).

Arthington JD, Eicher SD, Kunkle WE, Martin FG (2003) Effect of transportation and commingling on the acute-phase protein response, growth, and feed intake of newly weaned beef calves. **Journal of Animal Science** 81:1120–1125.

Arthington JD, Qiu X, Cooke RF, Vendramini JMB, Araujo DB, Chase Jr CC, Coleman SW (2008) Effects of preshipping management on measures of stress and performance of beef steers during a feedlot receiving period. **Journal of Animal Science** 86:2016–2023.

Arthington JD, Spears JW, Miller DC (2005) The effect of early weaning on feedlot performance and measures of stress in beef calves. **Journal of Animal Science** 83:933–939.

Association of Official Analytical Chemists (1990) 15th ed., **Association of Official Analytical Methods** Inc., Arlington, VA, USA, p. 770.

Ballou CE (1970) A study of the immunochemistry of three yeast mannans. **Journal of Biological Chemistry** 245:1197–1203.

Barbero RP, Malheiros EB, Araújo TLR, Nave RLG, Mulliniks JT, Berchielli TT, Ruggieri AC, Reis RA (2015) Combining Marandu grass grazing height and supplementation level to optimize growth and productivity of yearling bulls. **Animal Feed Science and Technology**, 209, 110-118.

Barrell GK (2019) An Appraisal of Methods for Measuring Welfare of Grazing Ruminants. **Frontiers in Veterinary Science** 6:289. doi: 10.3389/fvets.2019.00289

Blecha F (2000) Immune system response to stress. in.: Moberg GP, Mench JA (Eds.) **The biology of animal stress basic principles and implications for animal welfare**. New York. CABI Publishing, p. 111-122.

Brandão AP, Cooke RF, Corrá FN, Piccolo MB, Gennari R, Leiva T, Vasconcelos JLM (2016) Physiologic, health, and production responses of dairy cows supplemented with an immunomodulatory feed ingredient during the transition period. **Journal of Dairy Science** 99:1–11.

Brandão AP, Cooke RF, Schubach KM and Marques RS (2018) Physiologic and innate immunity responses to bacterial lipopolysaccharide administration in beef heifers supplemented with OmniGen-AF. **Animal** 1–8.

Brown M, Nagaraja TG (2009) Direct-fed microbials for growing and finishing cattle. In PLAINS NUTRITION COUNCIL SPRING CONFERENCE PUBLICATION NO. AREC 09. 10 p. 42–60.

Carroll JA, Forsberg NE (2007) Influence of stress and nutrition on cattle immunity. **Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice** 23:105– 149.

Carroll JA, Reuter RR, Chase Jr CC, Coleman SW, Riley DG, Spiers DE, Arthington JD, Galyean ML (2009) Profile of the bovine acute-phase response following an intravenous lipopolysaccharide challenge. **Innate Immunity** 15:81-89.

Ceciliani F, Ceron JJ, Eckersall, PD, Sauerwein H (2012) Acute phase proteins in ruminants. **Journal of Proteomics** 75:4207-4231.

Chen YI, Arsenault R, Napper S and Griebel P (2015) Models and Methods to Investigate Acute Stress Responses in Cattle. **Animals** 5:1268-1295.

Colombo EA, Cooke RF, Millican AA, Schubach KM, Scatolin GN, Rett B, Brandão AP (2019) Supplementing an immunomodulatory feed ingredient to improve thermoregulation and performance of finishing beef cattle under heat stress conditions. **Journal of Animal Science** 97: 4085-4092.

Cole NA, Purdy CW, Hutcheson DP (1989) Influence of yeast culture on feeder calves and lambs. **Journal of Animal Science** 70: 1682–1690.

Cooke RF (2017) Invited Paper: Nutritional and management considerations for beef cattle experiencing stress-induced inflammation. **The Professional Animal Scientist** 33:1–11.

Cooke RF, Bohnert DW (2011) Bovine acute-phase response following corticotrophin-release hormone challenge. **Journal of Animal Science** 89:252-257.

Cooke RF, Carroll JA, Dailey J, Cappellozza BI, Bohnert DW (2012) Bovine acute-phase response following different doses of corticotrophin-release hormone challenge. **Journal of Animal Science** 90:2337-2344.

Cooke RF, Cappellozza BI, Guarnieri Filho TA, Bohnert DW (2013a) Effects of flunixin meglumine administration on acute-phase and performance responses of transported feeder cattle. **Journal of Animal Science** 91:5500-5506.

Cooke RF, Guarnieri Filho TA, Cappellozza BI, Bohnert DW (2013b) Rest stops during road transport: Impacts on performance and acute-phase protein responses of feeder cattle. **Journal of Animal Science** 91:5448–5454.

De Vries MFW (1995). Estimating forage intake and quality in grazing cattle: a reconsideration of the hand-plucking method. **Journal of Range Management** 48, 370-375.

Detmann E, Paulino MF, Valadares Filho SC (2010). Otimização do uso de recursos forrageiros basais. In: ANAIS DO 7º SIMPÓSIO DE PRODUÇÃO DE GADO DE CORTE, **Anais...**Viçosa, p.191-240.

Detmann E, Valente EEL, Batista ED, Huhtanen P (2014) An evaluation of the performance and efficiency if nitrogen utilization in cattle fed tropical grass pastures with supplementation. **Livestock Science** 162:141-153.

Duff GC, Galyean ML (2007) Board-Invited Review: Recent advances in management of highly stressed, newly received feedlot cattle. **Journal of Animal Science** 85:823–840.

Dyck J, Nelson K (2003) **Structure of global markets for meat**. Agriculture information bulletin number 785. Economic Research Service, US Department of Agriculture.

Eisemann J H, Huntington GB, Williamson M, Hanna M, Poore M (2014) Physiological responses to known intake of ergot alkaloids by steers at environmental temperatures within or greater than their thermo neutral zone. **Frontiers in Chemistry** 2:96.

Elenkov LJ, Wilder RL, Chrousos GP, Vizi ES (2000) The sympathetic nerve-an integrative interface between two super systems: the brain and the immune system. **Pharmacological Reviews** 52(4):595-638.

Ellis JA (2001) The immunology of the bovine respiratory disease complex. **Veterinary Clinics: Food Animal Practice** 17:535–550.

Elsasser TH, Kahl S, Steele NC, Rumsey TS (1997) Nutritional modulation of somatotropic axis-cytokine relationships in cattle: A brief review. **Comparative Biochemistry and Physiology Part A physiology** 116:209–221.

Euclides Filho K, Euclides, VPB (2010) Suplementação alimentar de bovinos em pastagens. In.: PIRES, A.V. **Bovinocultura de corte**. Piracicaba: FEALQ, p. 11-12.

Fabris TF, Laporta J, Corra FN, Torres YM, Kirk DJ, McLean DJ, Chapman JD, Dahl GE (2017) Effect of nutritional immunomodulation and heat stress during the dry period on subsequent performance of cows. **Journal of Dairy Science** 100:1–10

Fernandes RM, Mota VAC, Silva NC (2018) As 7@ da recria começam na estacao seca. In: Resende DF, Siqueira RG, Oliveira MI. **Entendendo o Conceito BOI 777**. 1º. Ed. Jaboticabal-SP, 2018. p. 123-132.

Ferraz JBS, Felício PE (2010) Production systems: an example from Brazil. **Meat Science** 84:238-243.

Fisher A, Niemeyer D, Lea J, Lee C, Paull D, Reed M, Ferguson D (2010) The effects of 12, 30, or 48 hours of road transport on the physiological and behavioral responses of sheep. **Journal of Animal Science** 88(6):2144-2152.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Sistema brasileiro de classificação dos solos. Brasília, 412p. 1999.

Gandra JR, Takiya CS, Del Valle TA, Orbach ND, Ferraz IR, Oliveira ER, Goes RHTB, Gandra ERS, Pereira TL, Batista JDO, Araki HMC, Damiani J, Escobar AZ (2019) Influence of a feed additive containing vitamin B12 and yeast extract on milk production and body temperature of grazing dairy cows under high temperature-humidity index environment. **Livestock Science** 221:28-32.

Giacomini AA, da Silva SC, Sarmento DO de L, Zeferino CV, Souza Júnior SJ, Trindade JK da, Guarda V del'A, Nascimento Júnior D do (2009) Growth of marandu palisadegrass subjected to strategies of intermittent stocking. **Scientia Agricola** 66:733-741.

Glaser R, Kiecolt-Glaser JK (2005) Stress-induced imune dysfunction: implications for health. **Nature Reviews Immunology** 5:243-251.

Gomes, JRP, Paulina MF, Detmann E, Valadares Filho SC, Zervoudaskis JT, Lana RP (2002) Desempenho de novilhos mestiços na fase de crescimento suplementados durante a época seca. **Revista Brasileira de Zootecnia** 31:139-147.

Goering HK, Van Soest PJ (1970). Forage fiber analysis (Apparatus, reagents, procedures and some applications). Washington, DC: USDA.

Guarnieri Filho TA, Cooke RF, Cappellozza BI, Reis MM, Marques RS, Bohnert DW (2014) Effects of meloxicam administration on physiological and performance responses of transported feeder cattle. **Journal of Animal Scence** 92:4137–4144.

Hall LW, Villar F, Chapman JD, McLean DJ, Long NM, Xiao Y, Collier JL, Collier RJ (2018) An evaluation of an immunomodulatory feed ingredient in heat-stressed lactating Holstein cows: Effects on hormonal, physiological, and production responses. **Journal of Dairy Science** 101:1–11.

Havlin J, Robinson PH, Garrett JE (2017) Niacin feeding to fresh dairy cows: Immediate effects on health and milk production**. Animal Production Science** 57: 1069–1078.

Hubbard JI (1973). Microphysiology of vertebrate neuromuscular transmission. **Physiological reviews** 53(3): 674-723.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2018). **Estatística da produção pecuária.** Disponível em: https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/2380/epp_2018_4tri.pdf. Acesso em: 10 de Janeiro 2020.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2017). **Censo agropecuário 2017**. Disponível em:

https://censos.ibge.gov.br/agro/2017/templates/censo_agro/resultadosagro/pecuaria.html?localidade=0&tema=75652. Acesso em: 05 de Janeiro 2020.

Kelley KW (1988) Cross-talk between the immune and endocrine systems. **Journal of Animal Science** 66:2095–2108.

Kennedy MP, Milligan LP, (1978) The effects of dietary sucrose and the concentrations of plasma urea and rumen ammonia on the degradation of urea in the gastrointestinal tract of cattle. **British Journal of Nutrition** 43:125–140.

Kloet ER, Joels M, Holsboer F (2005) Stress and the brain: From adaptation to disease. **Nature Reviews Neuroscience**. 6:463-475.

Knowles TG, Warriss PD, Brown SN, Edwards JE. (1999) Effects on cattle of transportation by road for up to 31- hours. **Veterinary Record** 145:575–582.

Koscheck JFW (2016). **Intensificação do manejo do pasto e uso da suplementação nos parâmetros produtivos na recria e terminação de bovinos de corte**. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinária, Jaboticabal.

Kushner I (1982) The phenomenon of the acute phase response. **Annals of the New York Academy of Sciences** 389:39–48.

Johnson RW (1997) Inhibition of growth by pro-inflammatory cytokines: An integrated view. **Journal of Animal Science** 75:1244–1255.

Lana DP (1997) Fatores condicionantes e predisponentes de puberdade e da idade de abate. In: SIMPÓSIO SOBRE PECUÁRIA DE CORTE, FEALQ, **Anais...** p. 41-78.

Leiva T, Cooke RF, Brandão AP, Schubach KM, Batista LFS, Miranda MF, Colombo EA, Rodrigues RO, Junior JRG, Cerri RLA, Vasconcelos JLM (2017) Supplementing an immunomodulatory feed ingredient to modulate thermoregulation, physiologic, and production responses in lactating dairy cows under heat stress conditions **Journal of Dairy Science** 100:1-10

Lippolis KD, Cooke RF, Shumaher TS, Brandão AP, Silva LGT, Schubach KM, Marques RS, Bohnert DW (2017) Physiologic, health, and performance responses of beef steers supplemented with an immunomodulatory feed ingredient during feedlot receiving. **Journal of Animal Science** 95:4945–4957.

Marques RS, Cooke RF, Francisco CL, Bohnert DW (2012) Effects of 24-h transport or 24-h feed and water deprivation on physiologic and performance responses of feeder cattle. **Journal of Animal Science** 90:5040–5046.

McManus C, Barcellos JOJ, Formenton BK, Hermuche PM, Carvalho OAd, Jr, Guimarães R, et al. (2016) Dynamics of Cattle Production in Brazil. **PLoS ONE** 11(1): e0147138. doi:10.1371/journal.

Mezzetti M, Minuti A, Cappelli-Piccioli F, Gabai G, Trecisi E (2019) Administration of an Immune Stimulant during the Transition Period Improved Lipid Metabolism and Rumination without Affecting Inflammatory Status. **Animals** 9:619.

Moberg, G.P. (1985) Biological response to stress: key to assessment of animal well-being? In: Moberg, G.P. (ed.) **Animal Stress**. American Physiological Society, Bethesda, Maryland, p. 27- 49.

Moberg GP (2000) Biological response to stress: Implications for animal welfare. in.: Moberg GP, Mench JA (Eds.) **The biology of animal stress basic principles and implications for animal welfare**. New York. CABI Publishing, p. 1-22.

Moberg, GP (1999) When does stress become distress? **Laboratory Animals** 28:22–26.

Monção FP, Costa JPR, Miorin RL, Costa MAMS (2018) Consolidando as 7@ da recria. In: Resende DF, Siqueira RG, Oliveira MI. **Entendendo o Conceito BOI 777**. 1º. Ed. Jaboticabal-SP, 2018. p. 149-160.

Moretti MH, (2015). **Estratégias alimentares para a recria e terminação de tourinhos Nelore**. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinária, Jaboticabal.

Moriel P, e Arthington JD (2013) Metabolizable protein supply modulated the acute-phase response following vaccination of beef steers. **Journal of Animal Science** 91:5838-5847.

Mott GO, Lucas HL (1952). The designs conduct, and interpretation of grazing trials on cultivated and improved pastures. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, Pennsylvania. **Proceedings...** Pennsylvania: State College Press, p.1380-1385.

Murphy EA, Davis JM, Brown AS, Carmichael MD, Ghaffar A, Mayer EP (2007) Oat beta-glucan effects on neutrophil respiratory burst activity following exercise. **Medicine & Science in Sports & Exercise** 39: 639–644.

Nace EL, Nickerson SC, Kautz FM, Breidling S, Wochele D, Ely LO, Hurley DJ (2014) Modulation of innate immune function and phenotype in bred dairy heifers during the periparturient period induced by feeding an immunostimulant for 60 days prior to delivery. **Veterinary Immunology and Immunopathology** 161:240–250.

NASS (2006) - **Cattle Death Loss**. National Agricultural Statistics Service (NASS), Agricultural Statistics Board, United States Department of Agriculture USDA, Washington, DC.

Nickerson SC, Kautz FM, Ely LO, Rowson AD, Hurley DJ, Chapman JD, McLean DJ (2019) Effects of an immunomodulatory feed additive on intramammary infection prevalence and somatic cell counts in a dairy herd experiencing major health issues. **Research in Veterinary Science** 124: 186-190.

Nogueira MP (2018) Por que preciso produzir 21@ em até 24 meses?. In: Resende DF, Siqueira RG, Oliveira MI. **Entendendo o Conceito BOI 777**. 1º. Ed. Jaboticabal-SP, 2018. p. 03-22.

Nocek JE, Holt MG, Oppy J (2011) Effects of supplementation with yeast culture and enzymatically hydrolyzed yeast on performance of early lactation dairy cattle. **Journal of Dairy Science** 94:4046–4056.

Owens FN, Dubeski P, Hanson CF (1993) Factors that alter the growth and development of ruminants. **Journal of Animal Science** 71: 3138-3150.

Pacak K, Palkovits M (2001) Stressor specificity of central neuroendocrine responses: Implications for stress-related disorders. **Endocrine Reviews** 22:502-548.

Paulino MF, Detmann E, Valente EEL, Barros LV (2008) Nutrição de bovinos em pastejo. In: SYMPOSIUM ON STRATEGIC MANAGEMENT OF PASTURE, 4th, 2008, **Proceedings...** Viçosa, Brazil, p. 131–169.

Ponce CH, Schutz JS, Elrod CC, Anele UY, Galyean ML (2012) Effects of dietary supplementation of a yeast product on performance and morbidity of newly received beef heifers. **The Professional Animal Scientist** 28: 618–622.

Reis RA, Ruggieri AC, Casagrande DR, Pásco AG (2009) Suplementação da dieta de bovinos de corte como estratégia do manejo das pastagens. **Revista Brasileira de Zootecnia** 38:147-159.

Reis RA, Barbero RP, Koscheck JFW (2014) Manejo de pastagens tropicais e suplementação alimentar para bovinos. In: CONGRESSO LATINO AMERICANO DE NUTRIÇÃO ANIMAL, VI, 2014, **Anais...** São Pedro, SP, p 23-36.

Reis RA, Barbero RP, Delevatti LM (2018) Pasto de águas: a base das 7@ na recria. In: Resende DF, Siqueira RG, Oliveira MI. **Entendendo o Conceito BOI 777**. 1º. Ed. Jaboticabal-SP, 2018. p. 135-148.

Reis RA, Melo GMP, Bertipaglia LMA. et al. (2005) Otimização da utilização da forragem disponível através da suplementação estratégica. In:VOLUMOSOS NA PRODUÇÃO DE RUMINANTES, 2. 2005, Jaboticabal. **Anais...** Jaboticabal: FUNEP, p.25-60.

Resende FD, Siqueira GR (2011) Estratégias de suplementação de bovinos de corte recriados em pastagens durante o período das aguas. **Pesquisa e Tecnologia** 8(2).

Rivera JD, Johnson JT, Cravey MD (2019) Effects of yeast and yeast cell wall on performance and health of newly received beef steers and heifers grazing bahiagrass pastures. **Applied Animal Science** 35:339–346.

Roth MTP, Fernandes RM, Custódio L, Moretti MH, Oliveira IM, Prados, LF, Siqueira GR, Resende FD (2018) Effect of supplementation level on performance of growing Nellore and its influence on pasture characteristics in different seasons. **Italian Journal of Animal Science** 1-11.

Roth MTP, Resende FD, Oliveira IM, Fernandes RM, Custódio L, Siqueira GR (2017) Does supplementation during previous phase influence performance during the growing and finishing phase in Nellore cattle? **Livestock Science** 204:122-128.

Roth MTP, Resende FD, Siqueira GR, Fernandes RM, Custódio L, Roth APTP, Moretti MH, Campos WC (2013) Supplementation of Nellore Young bulls on Marandu grass pastures in the dry period of the year. **Revista Brasileira de Zootecnia** 42(6):447-455.

Ryman VE, Nickerson SC, Kautz FM, Hurley DJ, Ely LO, Wang YQ, Forsberg NE (2013) Effect of dietary supplementation on the antimicrobial activity of blood leukocytes isolated from Holstein heifers. **Research in Veterinary Science** 95:969–974.

Sacadura FC, Robinson PH, Evans E, Lordelo M (2008) Effects of a ruminally protected B-vitamin supplement on milk yield and composition of lactating dairy cows **Animal Feed Science and Technology** 144: 111–124.

Schonewille JT (2013) Magnesium in dairy cow nutrition: an overview. **Plant and soil** 368:167-178.

Sampaio RL, Resende FD, Reis RA, Oliveira IM, Custódio L, Fernandes RM, Pazdiora RD, Siqueira GR (2017) The nutritional interrelationship between the growing and finishing phases in crossbred cattle raised in a tropical system. **Tropical Animal Health and Production** 49(5):1015-1024.

Sanchez NCB, Young TR, Carrol JA, Corley JR, Rathmann RJ, Johnson B (2013) Yeast cell wall supplementation alters aspects of the physiological and acute phase responses of crossbred heifers to an endotoxin challenge. Innate **Immunity** 16(4): 411-419.

Sánchez-Rodriguez JA, Sanz A, Tamanini C, Casasús I (2015) Metabolic, endocrine, and reproductive responses of beef heifers submitted to different growth strategies during the lactation and rearing periods. **Journal of Animal Science** 93:3871-3885.

Sanchez NCB, Buntyn JO, Carroll JA, Wistuba T, DeHaan K, Sieren SE, Jones SJ, Schmidt TB (2014) Enhancement of the acute phase response to lipopolysaccharide in feedlot steers supplemented with OmniGen AF. **Journal of Animal Science** 92:37.

Santos MER, Fonseca DM, Euclides VPB, Ribeiro Júnior JI, Nascimento Júnior D D, Moreira LDM (2009). Produção de bovinos em pastagens de capimbraquiária diferidas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 38(4):635-642.

Santos MER, Fonseca DM, Balbino EM, Silva SP, Monerat JPIS (2010). Valor nutritivo de perfilhos e componentes morfológicos em pastos de capim-braquiária diferidos e adubados com nitrogênio. **Revista Brasileira de Zootecnia** 39(9): 1919- 1927.

Santos MER, Fonseca DM, Souza BML, Rocha GO, Carvalho AN, Carvalho RM, Carvalho BHR (2018) Todo ano tem seca. Está preparado?. In: Resende DF, Siqueira RG, Oliveira MI. **Entendendo o Conceito BOI 777**. 1º. Ed. Jaboticabal-SP, 2018. p. 107-122.

Sapolsky RM., Romero LM., Munck AU (2000) How do glucocorticoids influence stress responses? Integrating permissive, suppressive, stimulatory, and preparative actions. **Endocrine Reviews**. 21:55–89.

Silva FFD, Sá JFD, Schio AR, Ítavo LCV, Silva RR, Mateus RG (2009). Grazing supplementation: availability and quality x supplementation levels x performance. **Revista Brasileira de Zootecnia** 38(SPE):371-389.

Silva LGT, Cooke RF, Schubach KM, Brandão AP, Marques RS, Schumaher TF, Moriel P, Bohnert DW (2017) Supplementing a yeast-derived product to enhance productive and health responses of beef steers. **Animal** 1-8.

Silva SC (2004) Fundamentos para o manejo do pastejo de plantas forrageiras dos gêneros *Brachiaria* e *Panicum*. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO ESTRATÉGICO DA PASTAGEM, 2., Viçosa, MG. Anais... Viçosa, MG: UFV. p. 347-385.

Sollenberger LE, Cherney DJR (1995). Evaluating forage production and quality. In: Barnes RF, Miller DA, Nelson CJ, (Eds.) **Forages: the science of grassland agriculture. Ames**: University Press, 2:97-110.

Sousa OA, Cooke RF, Brandão AP, Schumaher TF, Bohnert DW, Marques RS (2019) Productive and physiological responses of feeder cattle supplemented with *Yucca schidigera* extract during feedlot receiving. **Journal of Animal Science** 97(1):208-219.

Step DL, Krehbiel CR, DePra HA, Cranston JK, Fulton RW, Kirkpatrick JG, Gill DR, Payton ME, Montelongo MA, Confer AW (2008) Effects of commingling beef calves from different sources and weaning protocols during a forty-two-day receiving period on performance and bovine respiratory disease. **Journal of Animal Science** 86:3146–3158

Swanson JC, Morrow-Tesch J (2001) Cattle transport: Historical, research, and future perspectives. **Journal of Animal Science** 79: 102-109.

Pettiford S, Ferguson D, Lea J, Lee C, Paull D, Reed M, Hinch G, Fisher A (2008) Effect of loading practices and 6-hour road transport on the physiological responses of yearling cattle. **Australian Journal of Experimental Agriculture** 48(7):1028-1033.

Takemoto S, Tomonaga S, Funaba M, Matsui T (2017) Effect of long-distance transportation on serum metabolic profiles of steer calves. **Animal Science Journal** 88(12):1970-1978.

Tarrant PV, Kenny FJ, Harrington D (1988) The effect of stocking density during 4 hour transport to slaughter on behaviour, blood constituents and carcass bruising in Friesian steers. **Meat Science** 3:209-222.

Valente TNP, Lima EDS, Henriques LTD, Machado Neto OR, Gomes DÍ, Sampaio CB, Costa VAC (2011). Anatomia de plantas forrageiras e a disponibilidade de nutrientes para ruminantes: revisão. **Veterinária e Zootecnia**, 347-358.

Van Soest PJ, Robertson JB, Lewis BA (1991) Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of Dairy Science** 74:3583-3597.

Wang YQ, Puntenney SB, Burton JL, Forsberg NE (2009) Use of gene profling to evaluate the effects of a feed additive on immune function in periparturient dairy cattle. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition** 93:66–75.

Wang Y, Puntenney SB, Burton JL, and Forsberg NE (2007) Ability of a commercial feed additive to modulate expression of innate immunity in sheep immunosuppressed with dexamethasone. **Animal** 1(7):945–951.

Weary DM, Jasper J, Hötzel MJ (2008) Understanding weaning distress. **Applied Animal Behaviour Science** 110, 24–41.

Weerathilake WADV, Brassington AH, Williams SJ, Kwong WY, Sinclair LA, Sinclair KD (2019) Added dietary cobalt or vitamin B12, or injecting vitamin B12 does not improve performance or indicators of ketosis in pre- and post-partum Holstein-Friesian dairy cows. **Animal** 13(4):750-759.

Wilson BK, Richards CJ, Step DL, Krehbiel CR (2017) Best management practices for newly weaned calves for improved health and well-being. **Journal of Animal Science** 95:2170–2182.

Wu Z, Alugongo GM, Xiao J, Li J, Yu Y, Li Y, Wang Y, Li S, Cao Z (2018) Effects of an immunomodulatory feed additive on body weight, production parameters, blood metabolites, and health in multiparous transition Holstein cows. **Animal Science Journal** 1-11.

Young TR, Ribeiro FRB, Burdick-Sanchez NC, Carroll JA, Jennings MA, Cribbs JT, Rathmann RJ, Corley JR, Johnson BJ (2017) Yeast cell wall supplementation alters

the performance and health of beef heifers during the receiving period. **The Professional Animal Scientist** 33:166–175.

Youinou PY, Garre MA, Menez JF, Boles JM, Morin JF, Pennec Y, Menn GL (1982) Folic acid deficiency and neutrophil dysfunction. **The American Journal of Medicine** 73: 652–657.

Zervoudakis JT, Silva LCR, Silva RP, José Neto A, Werner JF, Silva RGF (2011). Otimização do desempenho de bovinos por meio da suplementação á pasto. In: ANAIS DO I SIMBOV MT - SIMPÓSIO MATOGROSSENSE DE BOVINOCULTURA DE CORTE. **Anais...** Cuiabá: Juscemil Serafim, p.151-194.

Zinn RA, Garces P (2006) Supplementation of beef cattle raised on pasture: biological and economical considerations. In: SIMPÓSIO DE PRODUÇÃO DE GADO DE CORTE. **Anais...** Viçosa, p. 1-14.