

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

**SUPLEMENTAÇÃO COM PRODUTOS DERIVADOS DE LEVEDURAS PARA  
MELHORAR PARÂMETROS DE SAÚDE E PRODUTIVIDADE DE  
NOVILHOS DE CORTE**

LUIZ GUSTAVO TEODORO DA SILVA

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

BOTUCATU – SP

Novembro – 2017

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

**SUPLEMENTAÇÃO COM PRODUTOS DERIVADOS DE LEVEDURAS PARA  
MELHORAR PARÂMETROS DE SAÚDE E PRODUTIVIDADE DE  
NOVILHOS DE CORTE**

LUIZ GUSTAVO TEODORO DA SILVA  
Médico Veterinário

Orientador: Prof. Dr. Reinaldo Fernandes Cooke

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

BOTUCATU – SP

Novembro – 2017

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

S586s Silva, Luiz Gustavo Teodoro da, 1988-  
Suplementação com produtos derivados de leveduras para melhorar parâmetros de saúde e produtividade de novilhos de corte / Luiz Gustavo Teodoro da Silva. - Botucatu : [s.n.], 2017

53 f.: grafs., tabs.

Dissertação(Mestrado)-Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Botucatu, 2017

Orientador: Reinaldo Fernandes Cooke

Inclui bibliografia

1. Bovino de corte - Alimentação e rações. 2. Levedos como alimento. 3. Suplementação alimentar. 4. Saúde. I. Cooke, Reinaldo Fernandes. II. Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (Campus de Botucatu). Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia. III. Título.

Elaborada por Maria Lúcia Martins Frederico - CRB-8:5255

"Permitida a cópia total ou parcial deste documento, desde que citada a fonte"

## **DEDICATÓRIA**

Aos meus queridos pais, Arci Teodoro da Silva e Luzia Pereira da Silva, e todos os familiares, amigos, professores e conhecidos, que de alguma maneira, nos trazem/fazem o bem, modelando nosso caráter e personalidade, sempre com o intuito de melhorar cada vez mais, o mundo que vivemos.

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente, agradeço a Deus e Nossa Senhora Aparecida, a qual sou devoto e eternamente grato pelas bênçãos e proteção em mais uma etapa de minha vida.

Aos meus queridos e amados pais, pelo carinho e amor incondicional ao longo de todos estes anos.

Meu orientador e amigo, Prof. Dr. Reinaldo Fernandes Cooke, pelos conselhos, ensinamentos e amizade em todos os momentos desta fase.

Aos amigos que estiveram envolvidos efetivamente na realização deste projeto, pois sem ajuda deles dificilmente teria acontecido: Alice Poggi Brandão, Rodrigo Marques, Kelsey Schubach, Thiago Schumacher e Leonardo Fedel.

A todos os envolvidos da EOARC – Oregon State University – Burns, OR, EUA. Em especial Tony Runnels, Skip Nyman e ao Prof. Dr. David Bohnert, pela ajuda essencial em todos os momentos necessários.

A Pós-Graduação em Zootecnia (FMVZ/Unesp – Botucatu, SP) e todos os profissionais responsáveis, pelo apoio e esforço para garantir sempre o melhor desempenho dos alunos.

Aos meus amigos da Republica Boi na Zona e Republica Onça Pintada que me apoiaram e ajudaram direta ou indiretamente na realização desse projeto.

Em geral a todos os amigos e familiares que de alguma maneira estiveram presentes na realização deste projeto.

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO I</b>	<b>PÁGINA</b>
CONSIDERAÇÕES INICIAIS .....	2
1. ESTRESSE EM BOVINOS ASSOCIADO A ENTRADA NO CONFINAMENTO.....	4
1.1 Como o estresse ativa o sistema imune e resposta de fase aguda.....	5
1.2 Problemas do estresse e reação imune na produtividade e saúde animal.....	7
2. LEVEDURA COMO ALTERNATIVA PARA SUPLEMENTAÇÃO.....	7
2.1 As leveduras.....	8
2.2 Como a levedura afeta o desempenho e o sistema imune.....	10
3. OBJETIVO E HIPÓTESE DO EXPERIMENTO.....	13
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	14
<b>CAPÍTULO II</b>	
SUPLEMENTAÇÃO COM PRODUTOS DERIVADOS DE LEVEDURAS PARA MELHORAR PARAMETROS DE SAÚDE E PRODUTIVIDADE DE NOVILHOS DE CORTE.	
RESUMO .....	25
ABSTRACT .....	27
1. INTRODUÇÃO .....	29
2. MATERIAL E MÉTODOS .....	30
2.1 Animais e dietas .....	30
2.2 Amostras .....	32
2.3 Análises estatísticas .....	33
3. RESULTADOS.....	34
4. DISCUSSÕES.....	35
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	40
<b>CAPÍTULO III</b>	
IMPLICAÇÕES .....	46

**LISTA DE TABELAS**

Tabela 1. Composição de ingredientes do concentrado.....	47
Tabela 2. Composição de ingredientes do feno.....	48
Tabela 3. Desempenho e parâmetros de saúde durante a fase de pré-condicionamento. ....	49
Tabela 4. Desempenho e parâmetros de saúde durante a fase de entrada no confinamento.....	50
Tabela 5. Concentrações de cortisol, haptoglobina, IGF-I e AGNE .....	51

**LISTA DE FIGURAS**

Figura 1. Incidência de sinais de doença respiratoria bovina.....	52
Figura 2. Concentrações de cortisol, haptoglobina, IGF-I AGNE.....	53



# Capítulo I

## CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Atualmente a bovinocultura de corte, está entre as três principais atividades responsáveis pelo fornecimento de proteína de origem animal, e os Estados Unidos da América (EUA) destaca-se por ser o maior produtor de carne bovina do mundo (USDA, 2015a). A produção americana divide-se basicamente em dois setores: 1) sistemas de cria, onde as fêmeas bovinas são destinadas a reprodução para a produção de bezerros e 2) sistemas de terminação, constituídos por bovinos destinados ao abate (USDA, 2015a). Os sistemas de cria geram renda anual de aproximadamente 49 bilhões de dólares na indústria agropecuária americana, mostrando sua importância em termos econômicos deste país (USDA, 2015b).

Nos estados do Texas, Kansas e Nebraska estão localizados grande parte dos confinamentos americanos (NASS, 2011). Os bezerros são vendidos na maioria das vezes logo após o desmame para esses confinamentos quando estes animais têm como origem estados no sudoeste ou oeste dos EUA. Esse processo acaba sendo semelhante ao cenário brasileiro, onde a desmama e o posterior transporte ocorrem em função do manejo e logística das propriedades, que possuem diferentes locais para atividade de cria e recria, como motivadas pela negociação dos bezerros para outros criatórios (Paes, 2005). Ao chegarem no local de destino, estes animais são expostos a outros manejos estressantes, tais como: vacinação, vermifugação, brincagem de identificação, separação de lotes, castração, descornas e mudanças de dieta (Loerch e Fluharty, 1999).

O estresse causado por longos períodos de transporte e os primeiros 30 dias de confinamento é conhecido por causar reações inflamatórias e respostas de fase aguda em bovinos (RFA; Arthington et al., 2008; Cooke et al., 2011), prejudicando a saúde e produtividade durante esta fase (Berry et al., 2004; Qiu et al., 2007; Araujo et al., 2010). Pesquisas relacionadas ao impacto do estresse nos parâmetros de saúde são amplamente realizadas, por estarem presente em todos os sistemas de produção e tem impacto direto na saúde e produtividade animal (Carroll e Fosberg, 2007).

De acordo com Marques et al. (2012), reações inflamatórias e RFA podem também ser estimuladas por fatores como endotoxemia, causada por morte de microrganismos ruminais sobre privação de alimentos/água durante o transporte e grandes mudanças na dieta durante a entrada no confinamento. A privação de alimento/água é um dos principais contribuintes para RFA e redução no desempenho na

chegada ao confinamento em bovinos transportados por longas distâncias (Marques et al., 2012), além de estimular a mobilização de reservas de gordura corporal por privação de nutrientes (Cooke et al., 2007). A relevância das respostas de fase aguda pode ser o indicador da subsequente produtividade no confinamento, principalmente o período de entrada no mesmo (Arthington et al., 2005; Qiu et al., 2007).

Em estudo, Araújo et al. (2010), reportaram que bezerros de corte que foram transportados tiveram correlação negativa entre proteínas de fase aguda (PFA), ganho de peso e ingestão de matéria seca (IMS) no período de entrada do confinamento. Portanto, a ativação do sistema imune, induzida pelo estresse e cortisol elevado, pode tornar-se prejudicial para o posterior desempenho dos animais (Loerch e Fluharty, 1999). Destacando então, a importância da fase de pré-condicionamento no desempenho do animal até a fase de terminação.

A morbidade e mortalidade causada por doença respiratória bovina (DRB) é o problema de saúde de maior impacto entre as fases de desmama e entrada no confinamento na indústria de carne bovina americana (Duff e Galyean, 2007). Woolums et al. (2005), em pesquisa com 561 confinamentos, em 21 estados americanos, relataram que DRB foi a principal causa de morbidade e mortalidade em animais confinados. O tratamento para DRB demanda trabalho e custos com medicamentos que impactam negativamente no bem-estar, desempenho no confinamento, qualidade de carcaça e marmoreio desses animais, ampliando os efeitos econômicos negativos na atividade (Montgomery et al. 1984; Loneragan et al., 2001; Gardner et al., 1999). Roeber et al. (2001), reportaram que escores de marmoreio e rendimento de carcaça foram menores em animais tratados para DRB quando comparado com bovinos não tratados, além disso, os rendimentos de carcaça diminuíram ainda mais em bovinos tratados, diminuição de 2 vezes ou mais. Segundo Fulton et al. (2002), bezerros tratados uma, duas e três vezes para DBR obtiveram menor rendimento (US\$ -40.64, US\$ -58.35 e US\$ -291.93 respectivamente), comparado a bezerros saudáveis que não foram tratados. Confinamentos americanos pagam premiações para produtores, com base no peso corporal médio dos bezerros na entrada no confinamento, podendo chegar de US\$ 0,81/@ a US\$ 8,19/@ a mais para bezerros que se mantêm saudáveis durante o confinamento por não demandarem tratamentos para doenças, tais como DRB (King et al., 2006).

Trabalhos realizados em confinamentos brasileiros (MILLEN et al., 2009; OLIVEIRA e MILLEN, 2014) mostraram que o maior problema de saúde encontrados em animais confinados são DRB. Esses autores não mensuraram a perda de desempenho e econômica, porém dados norte-americanos demonstram que a perda anual por esse mesmo problema chega a 500 milhões de dólares (MILES, 2009). Conseqüentemente, os esforços nutricionais para melhorar parâmetros ruminais, eficiência sobre o transporte e entrada no confinamento que impactam diretamente na fase de engorda e são otimizados para garantir a produtividade e bem-estar de bovinos de corte (Duff and Galyean, 2007).

## **1. ESTRESSE EM BOVINOS ASSOCIADO COM ENTRADA NO CONFINAMENTO**

Inevitavelmente, bovinos de corte passam por experiências de estresse durante sua vida produtiva (Carroll e Forsberg, 2007). Segundo Swanson e Morrow-Tesch (2001), o transporte logo após a desmama e a entrada no confinamento são os grandes eventos que causam estresse ao longo da vida desses animais. O estresse pode causar reações psicológicas, fisiológicas e físicas que ocorrem em práticas comuns de manejo em um sistema de produção de carne bovina (Cooke, 2017), como: desmame, contato com outros bovinos, exposição a novos ambientes (estresse psicológico), injúrias, estresse térmico, fadiga, privação de água e alimentos durante o transporte (estresse físico), bem como interrupção na função endócrina e/ou neuroendócrina (estresse fisiológico) caracterizado pela ativação do eixo hipotalâmico-pituitário-adrenal (HPA; Carroll and Forsberg, 2007).

Para o promover um balanço energético positivo e adequada nutrição de novilhos na fase de entrada no confinamento, dietas com alto concentração de nutrientes e conseqüentemente mais energéticas, são comumente utilizadas. No entanto, as dietas de alta energia são muitas vezes constituídas por carboidratos altamente fermentáveis que podem estressar ainda mais os bezerros, tornando-os mais suscetíveis a problemas de saúde (Berry et al., 2004). Lofgreen et al. (1975) em pesquisa, relataram que a medida que se aumenta níveis de energia na dieta (0,84, 1,01, 1,10 e 1,19 Mcal NEg / kg de MS) em bezerros estressados, o número de tratamentos médicos por bezerro aumentou à medida que a densidade de energia da dieta foi maior. Não obstante,

Fluharty e Loerch (1996) suplementaram novilhos em quatro concentrações de energia dietética (1,15, 1,21, 1,25 e 1,30 Mcal NEg / kg de MS) e descobriram que o IMS aumentou linearmente com o aumento da concentração de energia, mas não encontrou diferenças em GMD ou eficiência alimentar. A taxa de morbidade foi semelhante (30%) para todos os níveis de energia alimentados (Fluharty e Loerch, 1996).

Mudanças de dietas podem induzir a desbalanços na composição da microbiota ruminal, causando morte bacteriana e desordens digestivas (Collado e Sanz, 2007). Durante a morte bacteriana endotoxinas são liberadas (Petsch e Anspach, 2000; Yaron et al., 2000), podendo entrar na circulação sistêmica como componentes da parede celular de bactérias mortas (Mani et al., 2012). Em ruminantes, a suplementação com carboidratos e grãos facilmente digeríveis mostrou aumentar o transporte de endotoxinas para a circulação periférica, indicando que os carboidratos também influenciam o transporte de endotoxinas (Khafipour et al., 2009; Zebeli et al., 2011). A importância da endotoxina para a produção pecuária, é que a ativação crônica do sistema imunológico é antagonico ao crescimento e o desempenho dos animais, pois os nutrientes estão sendo divididos e direcionados à produção de citocinas, PFA e outros moduladores imunológicos, em vez de processos anabólicos da síntese de leite e músculo (Johnson, 1997; Spurlock, 1997).

### **1.1 Como o estresse ativa o sistema imune e resposta da fase aguda**

Independente da causa do estresse, seja ele psicológico, fisiológico ou físico, o mesmo faz com que ocorra ativação do eixo HPA, resultando em elevados níveis de cortisol (Crookshank et al., 1979; de Kloet et al., 2005; Carroll et al., 2009). O cortisol é considerado a principal resposta ao estresse neuroendócrino (Sapolsky et al., 2000), sendo a maior ligação entre o estresse e a função imune (Glaser and Kiecolt-Glaser, 2005).

Durante episódios de estresse crônico, o aumento persistente de cortisol circulante promove uma resposta anti-inflamatória e imunossupressiva, aumentando assim, a síntese de citocinas pró-inflamatórias por células do sistema imune (Kelley, 1988). Por outro lado, o aumento acentuado no cortisol circulante, durante o estresse agudo, provoca uma resposta imune temporária, especificamente causada por reações inflamatórias (Cooke et al., 2017). O aumento nos níveis plasmáticos de

cortisol, mesmo não havendo presença de patógeno, pode estimular uma resposta do sistema imune inato, provocando a RFA (Murata et al., 2004).

A RFA é considerada uma reação imunologicamente normal (Arthington et al., 2008), caracterizada pelo aumento na concentração de citocinas pró-inflamatórias circulantes tais como interleucina-1 (IL-1), interleucina-6 (IL-6), interleucina-2 (IL-2), fator de necrose tumoral- $\alpha$  (TNF- $\alpha$ ) e interferon- $\gamma$  (IFN- $\gamma$ ; Klasing and Korver, 1997; Cooke et al., 2012). Esse aumento considerável de citocinas será um dos principais responsáveis pelo aumento da síntese e liberação das PFA (Murata et al., 2004; Carroll e Forsberg, 2007). Cooke (et al. 2011b; 2012), citaram o aumento de citocinas pró-inflamatórias em bovinos saudáveis, bem como a infusão intravenosa de hormônio liberador de corticotropina como modelo para estimular o eixo HPA em bovinos de corte no período inicial do confinamento. Pesquisas anteriores demonstram que a indução de hormônio liberador de corticotropina e o estresse na fase inicial de confinamento aumentam as concentrações de PFA, particularmente haptoglobina e ceruloplasmina (Arthington et al., 2005; Arthington et al., 2008; Cooke et al., 2011b; Cooke et al., 2012b).

As PFA são liberadas via hepatócitos após estimulação de citocinas pró-inflamatórias, que são mediadores das primeiras respostas fisiológicas à inflamação (Breazile, 1996). Após alguma resposta inflamatória, as PFA são responsáveis por manter a homeostase do animal (Murata et al., 2004) e as concentrações circulantes destas proteínas estão altamente relacionadas com a severidade do processo infeccioso. Em cada espécie animal existem diferentes PFA analisadas, ou seja, uma proteína analisada como PFA em uma espécie, pode não ser uma PFA para uma espécie diferente (Carroll e Forsberg, 2007). As PFA que podem ser aferidas em bovinos são amiloide sérico do tipo A, haptoglobina, ceruloplasmina, proteína ligadas a lipopolisacarídeos e glicoproteína ácido alfa (Ametaj et al., 2005; Gozho et al., 2005).

A mais confiável e consistente entre todas as PFA analisadas em bovinos é a haptoglobina, pois essa torna-se indetectável em animais saudáveis, sendo facilmente encontrada no animal que sofreu algum tipo de infecção, inflamação ou estresse. Sintetizada com um precursor polipeptídico, a haptoglobina é um constituinte da alfa-globulina e tem como uma de suas principais funções anti-inflamatórias a capacidade de se ligar a hemoglobina, prevenindo a ligação de ferro pela bactéria, sendo este essencial

para o seu desenvolvimento. A haptoglobina pode também inibir a atividade de enzimas como ciclooxigenases e lipooxigenases, que são prejudiciais para integridade biológica de tecidos corporais (Carter et al., 2002; Petersen et al., 2004).

### **1.2 Problemas do estresse e reação imune na produtividade e saúde animal**

Como descrito anteriormente, o estresse associado com o transporte de bezerros da propriedade de origem para confinamentos comerciais é uma das maiores causas de DRB (Griffin, 1997). O aumento na concentração de citocinas pró-inflamatórias circulantes afeta o metabolismo de nutrientes e o crescimento dos animais (Klasing and Korver, 1997; Johnson, 1997). As PFA (haptoglobina e ceruloplasmina) tem correlação negativa ao ganho médio diário (GMD) e IMS em bezerros logo após o transporte (Arthington et al., 2005; Qiu et al., 2007; Araújo et al., 2010) e positivamente associado à incidência de morbidade e subsequente necessidade de tratamentos antimicrobianos (Carter et al., 2002). O estresse e cortisol elevado ativam o sistema imune, podendo tornar-se prejudicial para o posterior desempenho dos animais (Loerch e Fluharty, 1999).

Um dos principais responsáveis por impactar a utilização eficiente dos nutrientes dietéticos que comprometem o desenvolvimento tecidual é a ativação do sistema imune inato e suas consequências, tais como aumento da lipólise, degradação da proteína muscular, aumento dos processos de catabolismo de tecidos, entre outros (Johnson, 1997). Portanto, quando ocorre a ativação desse sistema de defesa, o mesmo torna-se contrário aos benefícios alimentares que os sistemas de produção de bovinos visam priorizar. Logo, em termos de desempenho animal, são correlacionadas negativamente as respostas geradas pela ativação deste mecanismo, como o aumento da síntese de PFA e ativação do sistema neuroendócrino, impactando assim no GMD, eficiência alimentar e aumento na taxa de morbidade em confinamentos principalmente por DRB (Duff e Galyean, 2007; Arthington et al., 2008; Araujo et al., 2010; Cooke et al., 2011).

## **2. LEVEDURA COMO ALTERNATIVA PARA SUPLEMENTAÇÃO**

A cultura microbiana viva e seus extratos, particularmente *Aspergillus oryzae* e *Saccharomyces cerevisiae*, são utilizados como aditivos alimentares para manipulação

da fermentação ruminal por muitos anos (Cole et al., 1992; Wallace, 1994). Bem como, culturas de levedura viva foram utilizadas anteriormente como agente preventivo e terapêutico para várias enfermidades do trato digestório de humanos e animais (Zanello et al., 2009). Assim, culturas de leveduras podem ser utilizadas para substituir aditivos antibióticos em dietas de ruminantes, na intenção de melhorar desempenho dos animais em parâmetros como ganho de peso, diminuir riscos de acidose ruminal e eficiência alimentar de bovinos confinados (Gomes et al., 2010).

Adicionalmente, a cultura de levedura vem sendo utilizada em pesquisas como aditivo na suplementação de bovinos de corte transportados após a desmama e na fase de entrada no confinamento (Keyser et al., 2007; Ponce et al., 2012). Atualmente as leveduras são denominadas como DFM (direct-fedmicrobials), mas já foram consideradas como probióticos. Essa mudança foi definida pelo FDA (Foods and Drugs Administration) americano como “fonte natural de microrganismos vivos (viáveis)”. Por exigência do FDA, os fabricantes desses aditivos, deixaram de usar a terminologia “probiótico”, fazendo a substituição para o termo DFM (Gomes et al., 2010).

## 2.1 As leveduras

As leveduras são fungos unicelulares, particularmente do gênero *Saccharomyces*, há tempos utilizada na fermentação de açúcar (Morais et al., 2011). Mesmo algumas espécies de leveduras sendo identificadas na microbiota ruminal, a *Saccharomyces ssp.* não está entre elas, onde foram identificadas outras nove espécies diferentes dessa (Lund, 1974). O aproveitamento da biomassa da levedura pode ser feito integralmente (ativa e inativa), ou apenas alguns dos seus componentes, produtos derivados da parede celular e também do conteúdo celular (Costa, 2004). Segundo Chaucheyras-Durand et al. (2008), produtos de levedura são geralmente caracterizados pela sua alta concentração de células viáveis (>10 bilhões ufc/g), sendo a *Saccharomyces cerevisiae* a mais comum entre as espécies. A biomassa de levedura é comercializada seca para preservar a viabilidade celular e a atividade metabólica. Em alguns produtos, as células são misturadas em conjunto com o meio de fermentação. As leveduras, também, secretam compostos químicos no rúmem tais como aminoácidos, ácidos orgânicos, nucleotídeos, vitaminas do complexo B e enzimas hidrolíticas que



contribuem na nutrição do animal por servir como fatores de crescimento para as bactérias (Millen, 2010; Morais et al., 2011).

A temperatura e a composição química do líquido ruminal tende a inibir o crescimento dessa espécie de levedura, em condições *in vitro* (Arambel e Tung, 1987). O meio ótimo para o crescimento dessas leveduras incluem pH de 4,5 aproximadamente. Conflitadamente, o pH ruminal é superior, portanto a taxa de crescimento é baixa ocorrendo a lise celular, secreção de compostos químicos como nucleotídeos, aminoácidos e enzimas (Nicodemo, 2001). Harrison et al. (1988) reportaram que em quatro horas após suplementação de vacas recebendo cultura de leveduras, o número de leveduras aumentou de  $2,5 \times 10^5$  para  $4,7 \times 10^5$ /ml, alterando assim a fermentação ruminal. As leveduras produzem ácidos dicarboxílicos, principalmente ácido málico, que favorecem o crescimento e atividade de bactérias utilizadoras de ácido láctico (Gattass et al., 2008). Assim, o ácido málico tem função de intermediário na conversão de lactato a propionato, tornando o pH mais elevado e estável (Morais et al., 2011). Entretanto, a suplementação com leveduras deve ser constante, pela sua incapacidade de se implementar no trato gastrointestinal de ruminantes (Newbold et al., 1995). A melhora em estabilidade de pH resultantes da suplementação com culturas de leveduras em ruminantes, favorece o estabelecimento microbiano (Adams et al., 1981), em geral das bactérias anaeróbicas e celulolíticas, melhorando assim a degradação da fibra presente na dieta (Gomes, 2010; Martin e Nisbet, 1992; Wallace e Newbold, 1992).

Mudanças na população microbiana proporcionadas pela suplementação com leveduras favorecem a digestão ruminal, por meio da remoção de oxigênio e do fornecimento de nutrientes que estimulam o crescimento de bactérias, fungos e protozoários ruminais (Morais et al., 2011). A remoção do oxigênio que entra no rúmen contribui para melhor colonização do substrato e aumento da digestibilidade, já que o oxigênio é prejudicial à aderência de bactérias ao substrato (Rogers et al., 1997). A explicação mais aceita para esse fenômeno se dá pela respiração da levedura no rúmen, diminuindo o oxigênio presente protegendo as bactérias anaeróbicas do ambiente ruminal (Newbold et al., 1996).

Em estudo, Brossard et al. (2006) relataram que a diminuição do pH poderia ser prevenida por uma estirpe de *S. cerevisiae*, que estimula certas populações de

protozoários ciliados. Como consequência, esses ingerem rapidamente amido e competem efetivamente com bactérias produtoras de lactato amilolíticas. Além disso, os efeitos da levedura aumentam quando animais consomem dietas com maior proporção de concentrado, aumentando as respostas positivas das leveduras diminuindo os efeitos negativos de dietas com alto concentrado (Desnoyers et al., 2009). Mesmo com as diversas revisões já realizadas (Rose, 1987; Martin e Nisbet, 1992; Wallace e Newbold, 1992; Newbold et al., 1996), é necessário a realização de mais pesquisas para elucidar o mecanismo de ação que resulta tal efeito, que ainda não está totalmente esclarecido.

## **2.2 Como levedura afeta produtividade e sistema imune**

A suplementação com culturas de leveduras podem afetar benéficamente a produtividade de bovinos de corte. Adams et al. (1981), notaram o aumento na taxa de renovação microbiana ruminal em novilhos confinados em experimento avaliando fermentação ruminal e desempenho dos mesmos. Harrison et al. (1988), relataram que vacas recebendo suplementação com levedura obtiveram baixa variação em concentrações de amônia e o aumento no número de células degradadoras de celulose, tendo assim maior estabilidade na fermentação ruminal. Peterson et al. (1987) reportaram o aumento na retenção de K, Cu e Zn em ruminantes suplementados com cultura de leveduras.

A levedura também pode proporcionar aumento na IMS, que parece ser reflexo da melhor degradação da fibra (Martin e Nisbet, 1992; Wallace e Newbold, 1992) e maior fluxo duodenal de amino-nitrogênio absorvível (Williams et al., 1990; Erasmus et al., 1992). Mesmo a IMS sendo superior, Birkelo e Rops (1995) relataram que bezerros recebendo suplementação com culturas de leveduras, obtiveram a mesma eficiência alimentar e GMD, comparando com bezerros que não receberam dietas com leveduras. Corroborando com esses resultados, Vendramini e Arthington (2007) concluíram que produtos derivados de levedura não afetaram GMD, IMS e concentrações de PFA durante o período de entrada no confinamento. Entretanto, Hersom et al. (2015) em experimento testando efeitos da suplementação com aditivos (monensina, clorotetraciclina e mono-oligossacarideo extraído da parede celular de leveduras) em bezerros na fase de desmama e entrada no confinamento, obtiveram resultados apontando que produtos derivados da parede celular de leveduras podem afetar o

desempenho similarmente a bezerros suplementados com monensina e clorotetracilina. Então, fica claro que há grande variedade nos resultados em pesquisas usando suplementação com culturas de levedura, porém, pesquisas também indicam que leveduras podem beneficiar as respostas do sistema imune melhorando assim a desempenho de bovinos em confinamento.

Para melhor desempenho do sistema imune, é essencial uma nutrição apropriada, porém, a baixa ingestão de alimentos em bovinos altamente estressados na maioria das vezes dificulta a melhoria no estado nutricional por meio de mudanças na dieta (Keyser et al. 2007). Como citado anteriormente, o transporte pós-desmama e a entrada no confinamento são eventos que provocam estresse de grande magnitude na vida de bovinos de corte, culminando em diminuição da resposta imune a tal ponto de causar morbidade e mortalidade, pela susceptibilidade a doenças como DRB (Woolums et al., 2005; Duff e Galyean, 2007). Pesquisas mostram que ao se estabelecer uma boa resposta imune antes dessa fase, a morbidade e a mortalidade podem diminuir 6% e 0.7% respectivamente em bovinos de corte (Cole, 1985; McNeill, 2001). Um exemplo de aumento na função/saúde intestinal durante a entrada no confinamento é a suplementação com produtos derivados de leveduras, tal como culturas e extratos (Cole et al., 1992; Brown and Nagaraja, 2009).

Ainda não está totalmente esclarecido o efeito de culturas de levedura em relação a imunidade (Ponce et al. 2012). Entretanto, Nocek et al. (2011) avaliaram vacas leiteiras recebendo culturas de leveduras mais leveduras enzimaticamente hidrolisadas, onde o grupo de vacas suplementadas tiveram uma significativa diminuição na contagem de células somáticas e na incidência de mastite clínica comparadas com vacas controle ou que foram suplementadas somente com culturas de levedura. Tal fato sugere, que o  $\beta$ -glucano (componente presente na parede das células de levedura) está associado com o aumento na proliferação e capacidade de células-T agirem sobre os antígenos e citocinas.

Outro componente da parede celular das leveduras que também pode melhorar a resposta imune é o manano-oligossacarídeo (Che et al., 2011), que em aves poedeiras tem demonstrado aumentos de títulos de anticorpos vacinais para doença de Newcastle em animais consumindo leveduras enzimaticamente hidrolisadas (Adaiel et al., 2011). Ponce et al. (2012), relataram que novilhas recebendo suplementação com

cultura de leveduras e produtos de leveduras enzimaticamente hidrolisados melhoraram a resposta imune relacionada a incidência de DRB. Porém, esses autores não avaliaram o modo como a levedura melhora a respostas do sistema imune e conseqüentemente a menor incidência de DRB.

### **3. OBJETIVO E HIPÓTESE DO EXPERIMENTO**

De acordo com as informações aqui citadas, o objetivo desse trabalho foi avaliar o impacto da suplementação de produtos derivados de leveduras desempenho, saúde e variáveis fisiológicas de bovinos durante o transporte e entrada no confinamento. Nossa hipótese é que a suplementação com produtos derivados de levedura (Celmanax; Church & Dwight Co., Inc.; Princeton, NJ), em bovinos de corte antes do transporte e entrada no confinamento irá melhorar a saúde e beneficiar o desempenho dos animais.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADAMS, D. C.; GALYEAN, M. L.; KIESLING, H. E.; WALLACE, J. D.; FINKNER, M. D. Influence of viable yeast culture, sodium bicarbonate and monensin on liquid dilution rate, rumen fermentation and feedlot performance of growing steers and digestibility in lambs. **J. Anim. Sci.** 53:780. 1981.
- AMETAJ, B. N.; BRADFORD, B. J.; BOBE, G.; NAFIKOV, R. A.; LU, Y.; YOUNG, J. W.; BEITZ, D. C. Strong relationships between mediators of the acute phase response and fatty liver in dairy cows. **Can. J. Anim. Sci.** 85:165–175. 2005.
- ARAMBEL, M.J.; TUNG, R.S. Evaluation of *Saccharomyces cerevisiae* growth in the rumen ecosystem. **Memories 19th Biennial Conference on Rumen Function.** Chicago, Illinois, p. 29. 1987.
- ARAUJO, D. B.; COOKE, R. F.; HANSEN, G. R.; STAPLES, C. R.; ARTHINGTON, J. D. z. **J. Anim. Sci.** 88:4120–4132. 2010.
- ARTHINGTON, J. D.; SPEARS, J. W.; MILLER, D. C. The effect of early weaning on feedlot performance and measures of stress in beef calves. **J. Anim. Sci.** 83:933–939. 2005.
- ARTHINGTON, J. D.; QIU, X.; COOKE, R. F.; VENDRAMINI, J. M. B.; ARAUJO, D. B.; CHASE, C. C. JR.; COLEMAN, S. W. Effects of pre-shipment management on measures of stress and performance of beef steers during feedlot receiving. **J. Anim. Sci.** 86:2016–2023. 2008.
- BERRY, B. A.; CONFER, A. W.; KREHBIEL, C. R.; GILL, D. R.; SMITH, R. A.; MONTELONGO, M. Effects of dietary energy and starch concentrations for newly received feedlot calves: II. Acute phase protein response. **J. Anim. Sci.** 82:845–850. 2004.

BREAZILE, J. E. The physiology of stress and its relationship to mechanisms of disease and therapeutics. **Vet. Clin. N. Am.** 4:441–480. 1996.

BIRKELO, C. P.; ROPS, B. Effect of a yeast culture product (Yea-Sacc) on feedlot performance of yearling cattle self-fed an all-concentrate finishing diet. **SDSU Beef Cattle Rep.** No. 95-13. South Dakota State Univ., Brookings. p. 50–51. 1995.

CARROLL, J. A.; FORSBERG, N. E. Influence of stress and nutrition on cattle immunity. **Vet. Clin. Food. Anim.** 23:105–149. 2007.

CARROLL, J. A.; REUTER, R. R.; CHASE JR., C. C.; COLEMAN, S. W.; RILEY, D. G.; SPIERS, D. E.; ARTHINGTON, J. D.; GALYEAN, M. L. Profile of the bovine acute-phase response following an intravenous lipopolysaccharide challenge. **Innate Immun.** 15:81–89. 2009.

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

CHAUCHEYRAS-DURAND, F.; WALKER, N. D.; BACH, A. Effects of active dry yeasts on the rumen microbial ecosystem: Past, present and future. **Animal Feed Science and Technology**, v. 145, n. 1

COLE, N. A.; PURDY, C. W.; HUTCHESON, D. P. Influence of yeast culture on feeder calves and lambs. **J. Anim. Sci.** 70:1682–1690. 1992.

COLLADO, M. C., SANZ, Y. Quantification of mucosa-adhered microbiota of lambs and calves by the use of culture methods and fluorescent in situ hybridization coupled with flow cytometry techniques. **Vet. Microbiology.** V.121, p. 299-306. 2007.

COOKE, R. F.; SILVA DEL RIO, N.; CARAVIELLO, D. Z.; BERTICS, S. J.; RAMOS, M. H.; GRUMMER, R. R. Supplemental choline for prevention and alleviation of fatty liver in dairy cattle. **J. Dairy Sci.** 90:2413–2418. 2007.

COOKE, R. F.; BOHNERT, D. W. Technical note: Bovine acute-phase response after corticotropin-release hormone challenge. **J. of Anim. Sci.** v. 89, p. 252-257, 2011a.

COOKE, R. F.; BOHNERT, D. W.; MORIEL, P.; HESS, B. W.; MILLS, R. R. Effects of polyunsaturated fatty acid supplementation on forage digestibility, performance, and physiological responses of feeder cattle. **J. Anim. Sci.** 89:3677–3689. 2011b.

COOKE, R. F.; CARROLL, J. A.; DAILEY, J.; CAPPELLOZZA, B. I.; BOHNERT, D. W. Bovine acute-phase response following different doses of corticotrophin-release hormone challenge. **J. Anim. Sci.** 90:2337– 2344. 2012.

COOKE, R. F. Invited Paper: Nutritional and management considerations for beef cattle experiencing stress-induced inflammation. **American Registry of Professional Animal Scientists.** 33:1–11. 2017.

COSTA, L. F. Leveduras na nutrição animal. **Revista Eletrônica Nutritime.** v.1, p.01-06. 2004.

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

DAWSON, K.A. Mode of action of the yeast culture, Yea-Sacc, in the rumen: a natural fermentation modifier. In: LYONS, T.P. (Ed.). *Biotechnology in the feed industry.* Nicholasville: **Alltech Technical Publications**, p. 119-125. 1987.

DE KLOET, E. R.; JOELS, M.; HOLSBOER, F. Stress and the brain: From adaptation to disease. **Nat. Rev. Neurosci.** 6:463–475. 2005.



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

ERASMUS, L. J.; BOTHA, P. M.; KISTNER, A. Effect of yeast culture supplement on production, rumen fermentation, and duodenal digesta flow in dairy cows. **J. Dairy Sci.** 75:3056. 1992.

FLUHARTY, F. L., e LOERCH, S. C. Effects of dietary energy source and level on performance of newly arrived feedlot calves. **J. Anim. Sci.** 74:504–513. 1996.

FULTON, R. W.; COOK, B. J.; STEP, D. L.; CONFER, A. W.; SALIKI, J. T.; PAYTON, M. E.; BURGE, L. J.; WELSH, R. D.; BLOOD, K. S. Evaluation of health status of calves and the impact on feedlot performance: Assessment of a retained ownership program for postweaning calves. **Can. J. Vet. Res.** 66:173–180. 2002.

GARDNER, B. A.; DOLEZAL, H. G.; BRYANT, L. K.; OWENS, F. N.; SMITH, R. A. Health of finishing steers: Effects on performance, carcass traits, and meat tenderness. **J. Anim. Sci.** 77:3168–3175. 1999.

GATTASS. C. B. A.; MORAIS, M. G.; ABREU, U. G. P.; FRANCO, G. L.; STEIN, J.; LEMPP, B. Efeito da suplementação com cultura de levedura na fermentação ruminal de bovinos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n. 4, p. 711-716, 2008.

GLASER, R., e J. K. KIECOLT-GLASER. 2005. Stress-induced immune dysfunction: implications for health. *Nat. Rev. Immunol.* 5:243–251.

GOMES, C. T., et al. Aditivos (monensina sódica e levedura) para bovinos da raça Nelore terminados com rações com alto teor de concentrado. In 47 Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, Salvador, 2010. **Anais da 47 Reunião da Sociedade Brasileira de Zootecnia.** 2010.

GOZHO, G. N., J. C. PLAIZIER, D. O. KRAUSE, A. D. KENNEDY, e K. M. WITTENBERG. 2005. Subacute ruminal acidosis induces ruminal lipopolysaccharide endotoxin release and triggers an inflammatory response. **J. Dairy Sci.** 88:1399–1403.

HARRISON, G. A.; HEMKEN, R. W.; DAWSON, K. A.; HARMON, R. J.; BARKER, K. B. Influence of Addition of Yeast Culture Supplement to Diets of Lactating Cows on Ruminal Fermentation and Microbial Populations. **J. Dairy Sci.**, v. 71, 3 n. 11, p. 2967-2975, 1988.

HERSOM M., IMLER A., THRIFT T., YELICH J., e ARTHINGTON J. Comparison of feed additive technologies for preconditioning of weaned beef calves. 2015. **J. Anim. Sci.** 2015.93:3169–3178. doi:10.2527/jas2014-8689

JOHNSON, R. W. Inhibition of growth by pro-inflammatory cytokines: An integrated view. **J. Anim. Sci.** 75:1244–1255. 1997.

KHAFIPOUR, E., KRAUSE, D. O., e PLAIZIER, J. C. A grain-based subacute ruminal acidosis challenge causes translocation of lipopolysaccharide and triggers inflammation. **J. Dairy Sci.** 92:1060–1070. 2009.

KEYSER S. A., MCMENIMAN J. P., SMITH D. R., MACDONALD J. C., E GALYEAN M. L. 2007. Effects of *Saccharomyces cerevisiae* subspecies *boulardii* CNCM I-1079 on feed intake by healthy beef cattle treated with florfenicol and on health and performance of newly received beef heifers. **J. Anim. Sci.** 2007. 85:1264–1273 doi:10.2527/jas.2006-751.

KING, M. E.; SALMAN, M. D.; WITTUM, T. E.; ODDE, K. G.; SEEGER, J. T.; GROTELUESCHEN, D. M.; ROGERS, G. M.; QUAKENBUSH, G. A. Effect of certified health programs on the sale price of beef calves marketed through a livestock videotape auction service from 1995 through 2005. **J. Am. Vet. Med. Assoc.** 229:1389–1400. doi:10.2460/javma.229.9.1389. 2006.

KLASING, K. C.; KORVER, D. R. Leukocytic cytokines regulate growth rate and composition following activation of the immune system. **J. Anim. Sci.** 75(Suppl. 2):58–67. 1997.

LOERCH, S. C.; E FLUHARTY, F. L. Physiological changes and digestive capabilities of newly received feedlot cattle. **J. of Anim. Sci.** v. 77, p. 1113-1119, 1999.

LOFGREEN, G. P., DUNBAR, J. R., ADDIS, D. G., e CLARK, J. G. Energy level in starting rations for calves subjected to marketing and shipping stress. **J. Anim. Sci.** 41:1256–1265. 1975.

LONERAGAN, G. H.; DARGATZ, D. A.; MORLEY, P. S.; SMITH, M. A. Trends in mortality ratios among cattle in U.S. feedlots. **J. Am. Vet. Med. Assoc.** 219:1122–1127. 2001.

LUND, A.; Yeasts and moulds in the bovine rumen. **J. Gen. Microbiol.** 81, 453-462, 16 1974.

MARQUES, R. S.; COOKE, R. F.; FRANCISCO, C. L.; e BOHNERT, D. W. Effects of 24-h transport or 24-h feed and water deprivation on physiologic and performance sponses of feeder cattle. **J. Anim. Sci.** v. 90, p. 5040–5046, 2012.

MARTIN, S.A.; NISBET, D.J. Effect of direct-fed microbial on rumen microbial fermentation. **J. Dairy Sci.**, Lancaster, v. 75, p.1 736-1744, 1992.

MILLEN, D. D. Anticorpos policlonais e monensina sódica na alimentação de bovinos jovens confinados com dietas de alto concentrado. Tese (Doutorado). Botucatu: **Universidade Estadual Paulista**, 171 p. 2010.

MANI, V., WEBER, T. E., BAUMGARD, L. H., e GABLER, N. K. Growth And Development Symposium: Endotoxin, infl ammation, and intestinal function in livestock. **J. Anim. Sci.** v. 90, p. 1452–1465. 2012

MORAIS, J. A. S.; BERCHIELLI, T. T.; REIS, R. A. Aditivos. In: Berchielli, T. T.; Pirez, A. V.; Oliveira, S. G. (Ed.). *Nutrição de Ruminantes*. 2. ed. **Jaboticabal: Editora Funep**. p. 565-599. 2011.

MURATA, H.; SHIMADA, N.; YOSHIOKA, M. Current research on acute phase proteins in veterinary diagnosis: an overview. **The Veterinary Journal**. v. 168, p. 28- 40, 2004.

NASS. National Agricultural Statistics Services, Agricultural Statistics Board, **USDA**. Washington, DC. Released May 12. 2011.

NEWBOLD, C. J.; WALLACE, R. J.; CHEN, X. B.; McINTOSH, F. M. Different strains of *Saccharomyces cerevisiae* differ in their effects on ruminal bacterial numbers in vitro and in sheep. **J. Anim. Sci.**, v. 73, n. 6, p. 1811-1818, 1995.

NEWBOLD, C. J.; WALLACE, R. J.; McINTOSH, F. M. Mode of action of the yeast *Saccharomyces cerevisiae* as a feed additive for ruminants. **British Journal of Nutrition**. v. 76, n. 2, p. 249-261. 1996.

NICODEMO, M.L.F. Uso de aditivos na dieta de bovinos de corte. Campo Grande: **Embrapa Gado de Corte**, 2001. 54 p. (Embrapa Gado de Corte. Documentos).

NOCEK, J. E.; HOLT, M. G.; OPPY, J. Effects of supplementation with yeast culture and enzymatically hydrolyzed yeast on performance of early lactation dairy cattle. **J. Dairy Sci.** 94:4046–4056. 2011.

ONU, FAO. The State of Food and Agriculture. **Food and Agriculture Organization of the United Nations**. Rome. Disponível em: <http://www.fao.org/docrep/012/i0680e/i0680e.pdf> . 2009.

PAES, P.R.O. A influência do desmame, do transporte rodoviário e da contenção e tronco, na etiologia, hematologia e bioquímica clínica de bovinos da raça Nelore (*Bos indicus*). Botucatu, 2005. 124p. Tese (Doutorado em Clínica Veterinária) – **Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia** – Universidade Estadual Paulista.

PETSCH, D., e ANSPACH, F. B. Endotoxin removal from protein solutions. **J. Biotechnol.** 76:97–119. 2000.

PONCE, C. H.; SCHUTZ, J. S.; ELROD, C. C.; ANELE, U. Y.; GALYEAN, M. L. Effects of dietary supplementation of a yeast product on performance and morbidity of newly received beef heifers. **Prof. Anim. Sci.** 28:618–622. 2012.

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

ROGERS, M.; JOUANY, J. P.; THIVEND, P.; FONTENOT, J. P. The effects of short- 12 term and long-term monensin supplementation, and its subsequent withdrawal on digestion in sheep. **Animal feed science and technology**, v. 65, n. 1-4, p. 113-127, 14. 1997.

ROSE, A.H. Yeast, a microorganism for all species: a theoretical look at its mode of action. In: LYONS, T.P. (Ed.). *Biotechnology in the feed industry*. Nicholasville: **Alltech Technical Publications**, p. 113-118, 1987.

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

SPURLOCK, M. E. Regulation of metabolism and growth during immune challenge: An overview of cytokine function. **J. Anim. Sci.** 75:1773–1783. 1997.

SWANSON, J. C.; MORROW-TESCH, J. Cattle transport: Historical, research, and future perspectives. **J. Anim. Sci.** 79:E102–E109. 2001.

**USDA.** Disponível em: <http://www.ers.usda.gov/topics/animal-products/cattle-beef.aspx#.UpPUR8SsjlM>. Acessado em 17 de Julho, 2017. 2015a.

**USDA.** Disponível em: <http://www.ers.usda.gov/topics/animal-products/cattle-beef/statistics-information.aspx#.Ut7DxhDt7IU>. Acessado em 17 de Julho, 2017. 2015b.

VENDRAMINI, J. M. B.; ARTHINGTON, J. D. Case study: Effects of supplemental yeast fermentation product on performance of early-weaned calves on pasture and measures of stress and performance during a feedlot receiving period. **Prof. Anim. Sci.** 23:709–714. 2007.

WALLACE, R.J.; NEWBOLD, C.J. Probiotics for ruminants. In: FULLER, R. (Ed.). **Probiotics, the scientific basis**. London. Chapman and Hall, p. 317-353, 1992.

WALLACE, R. J.; NEWBOLD, C. J. Rumen fermentation and its manipulation: the development of yeast cultures as feed additives. In: T. P. Lyons (Ed.) **Biotechnology in the Feed Industry**. p 173. **Alltech Technical Publications**, Nicholasville, KY. 1993.

WILLIAMS, P.E.V.; WALKER, A.; MACRAE, J. C. Rumen probiosis: The effects of addition of yeast culture (viable yeast {*Saccharomyces cerevisiae* + growth medium}) on duodenal protein flow in wether sheep. **Proc. Nutr. Soc.** 49:128A. 1990.

WOOLUMS, A. R.; LONERAGAN, G. H.; HAWKINS, L. L.; WILLIAMS, S. M. Baseline management practices and animal health data reported by US feedlots responding to a survey regarding acute interstitial pneumonia. **Bovine Pract.** 39:116–124. 2005.

YARON, S., KOLLING, G. L., SIMON, L. e MATTHEWS, K. R. Vesicle-mediated transfer of virulence genes from *Escherichia coli* O157:H7 to other enteric bacteria. **Appl. Environ. Microbiol.** 66:4414–4420. 2000.

ZANELLO, G.; MEURENS, F.; BERRI, M.; SALMON, H. *Saccharomyces boulardii* effects on gastrointestinal diseases. **Curr. Issues Mol. Biol.** 11:47–58. 2009.

Zebeli, Q., Dunn, S. M., e Ametaj, B. N. Perturbations of plasma metabolites correlated with the rise of rumen endotoxin in dairy cows fed diets rich in easily degradable carbohydrates. **J. Dairy Sci.** 94:2374–2382. 2011.

# Capitolo II



## SUPLEMENTAÇÃO COM PRODUTOS DERIVADOS DE LEVEDURAS PARA MELHORAR PARAMETROS DE SAÚDE E DESEMPENHO DE NOVILHOS DE CORTE

**RESUMO:** Esse estudo avaliou o desempenho e saúde de novilhos de corte suplementados com produtos derivados de levedura (Celmanax; Church & Dwight Co., Inc.; Princeton, NJ), onde foi dividido em fase de pré-condicionamento (dia 4 ao 30) e fase de entrada no confinamento (dia 31 ao 69). Oitenta e quatro novilhos Angus x Hereford foram desmamados aproximadamente aos 6 meses de idade no dia 0 (peso corporal [PC] =  $245 \pm 2$  kg; idade =  $186 \pm 2$  dias), e mantidos em um único grupo do dia 0 ao 3. No dia 4 os novilhos foram alocados de acordo com peso à desmama e idade, em 21 baias no confinamento (4 bezeros por baia). As baias foram aleatoriamente designadas para receber: 1) não suplementação com Celmanax durante o estudo ( $n = 7$  baias), 2) suplementação com Celmanax (14 g/dia/novilho; como alimento) do dia 14 ao 69 ( $n = 7$  baias), ou 3) suplementação com Celmanax (14 g/dia/novilho; como alimento) do dia 31 ao 69 ( $n = 7$  baias). Os novilhos tiveram livre acesso a feno de alfafa e receberam concentrado com base de milho que iniciou no dia 14. O Celmanax foi misturado diariamente com o concentrado. No dia 30, os novilhos foram transportados por 1.500 km (24 h). No dia 31, os novilhos retornaram para suas respectivas baias, permanecendo por 38 dias na fase de entrada no confinamento. O peso em jejum foi registrado no dia 4, 31 e 70. A ingestão de matéria seca (IMS) foi avaliada por baia diariamente (dia 14 ao 69). Os sintomas de doença respiratória bovina (DRB) foram observados diariamente (dia 4 ao 69) nos novilhos. Amostras de sangue foram coletadas no dia 14, 30, 31, 35, 40, 45, 54 e 69 para análise de concentrações cortisol, haptoglobina, fator de crescimento insulina tipo1 (IGF-1) e ácidos graxos não-esterificados (AGNE). Os resultados da fase de pré-condicionamento foram analisados comparando as baias que receberam Celmanax (**CELM**) ou não (**CONPC**) durante esta fase. Os resultados da fase de entrada no confinamento compararam as baias que receberam Celmanax do dia 14 ao 69 (**CELPREC**), do dia 31 ao 69 (**CELRECV**), ou sem suplementação com Celmanax (**CON**). O índice de DRB em novilhos foi baixo ( $P = 0.03$ ) no grupo CELM comparado com grupo CONPC, enquanto que o GMD tendeu a ser maior ( $P = 0.07$ ) em novilhos CELPREC e CELRECV vs. CON. Não foram detectadas diferenças entre os tratamentos ( $P \geq 0.29$ ) em IMS na fase de entrada no confinamento; entretanto G:I (eficiência alimentar) também tenderam ( $P = 0.08$ ) a ser maior em novilhos CELPREC e CELRECV vs. CON. Não foram detectadas diferenças em outros tratamentos ( $P \geq 0.20$ ). Em resumo, a suplementação com Celmanax reduziu a incidência de DRB durante os 30-d de pré-condicionamento. Além disso, a suplementação com Celmanax tende a melhorar o ganho médio diário (GMD) e eficiência alimentar durante os 38 dias de entrada no confinamento, independentemente se a

suplementação começou durante o pré-condicionamento ou até a entrada no confinamento. Esses resultados sugerem que a suplementação com Celmanax pode trazer benefícios a saúde na fase de pré-condicionamento e desempenho na fase de entrada no confinamento em bovinos de corte.

**Palavras-chave:** bovinos de corte, crescimento, saúde, suplementação, levedura

## SUPPLEMENTING A YEAST-DERIVED PRODUCT TO ENHANCE PRODUCTIVE AND HEALTH RESPONSES OF BEEF STEERS

**ABSTRACT:** This experiment evaluated the impacts of supplementing a yeast-derived product (Celmanax; Church & Dwight Co., Inc.; Princeton, NJ, USA) on productive and health responses of beef steers, and was divided into a preconditioning (day 4 to 30) and feedlot receiving phase (day 31 to 69). Eighty-four Angus × Hereford steers were weaned on day 0 (BW = 245 ± 2 kg; age = 186 ± 2 days), and maintained in a single group from day 0 to 3. On day 4, steers were allocated according to weaning BW and age to a 21-pen drylot (4 steers/pen). Pens were randomly assigned to (n = 7 pens/treatment): 1) no Celmanax supplementation during the study, 2) Celmanax supplementation (14 g/steer daily; as-fed) from day 14 to 69, or 3) Celmanax supplementation (14 g/steer daily; as-fed) from day 31 to 69. Steers had free-choice access to grass-alfalfa hay, and were also offered a corn-based concentrate beginning on day 14. Celmanax was mixed daily with the concentrate. On day 30, steers were road-transported for 1500 km (24 h). On day 31, steers returned to their original pens for the 38-day feedlot receiving. Shrunken BW was recorded on days 4, 31, and 70. Feed intake was evaluated daily (day 14 to 69). Steers were observed daily (day 4 to 69) for bovine respiratory disease (BRD) signs. Blood samples were collected on days 14, 30, 31, 33, 35, 40, 45, 54, and 69, and analyzed for plasma cortisol, haptoglobin, IGF-I, and serum fatty acids. Preconditioning results were analyzed by comparing pens that received (CELM) or not (CONPC) Celmanax during the preconditioning phase. Feedlot receiving results were analyzed by comparing pens that received Celmanax from day 14 to 69 (CELPREC), day 31 to 69 (CELRECV), or no Celmanax supplementation (CON). During preconditioning, BRD incidence was less (P = 0.03) in CELM vs. CONPC. During feedlot receiving, ADG (P = 0.07) and feed efficiency (P = 0.08) tended to be greater in CELPREC and CELRECV vs. CON, whereas DM intake was similar (P ≥ 0.29) among treatments. No other treatment effects were detected (P ≥ 0.20). Collectively, Celmanax supplementation reduced BRD incidence during the 30-day preconditioning. Moreover, supplementing Celmanax tended to improve ADG and feed efficiency during the 38-day feedlot receiving, independently of whether supplementation began during preconditioning or after feedlot entry. These results suggest that Celmanax supplementation benefits preconditioning health and feedlot receiving performance in beef cattle.

**Key Words:** beef cattle; growth; health; supplementation; yeast.

## 1. INTRODUÇÃO

A fase de entrada no confinamento é uma das mais críticas do ciclo de produção de carne bovina, que compreende de 4 a 6 semanas iniciais no confinamento quando os bovinos de corte passam por experiências inflamatórias e respostas de fase aguda conhecidas por prejudicar a imunocompetência e produtividade (Cooke, 2017). Essas respostas de imunidade inata são susceptíveis por vários estímulos relacionados ao estresse, que incluem endotoxemia causada por morte de microrganismos no rumem pela privação de nutrientes durante o transporte e principalmente por mudanças na dieta após entrada no confinamento (Marques et al., 2012). Consequentemente, esforços nutricionais para melhorar a saúde de bovinos de corte são justificados para otimizar a produtividade e o bem-estar animal em sistemas de confinamento (Duff and Galyean, 2007).

As suplementações para bovinos com produtos derivados de levedura, tal como culturas e extratos, foram apresentados para melhorar a função imune intestinal e geral durante a entrada no confinamento (Cole et al., 1992; Brown and Nagaraja, 2009). Ponce et al. (2012) suplementaram novilhas durante 35 dias na fase de entrada no confinamento com uma fonte comercial de cultura de levedura + produtos de levedura enzimaticamente hidrolisados (Celmanax; Church & Dwight Co., Inc.; Princeton, NJ). Esses autores reportaram maior GMD, IMS e reduzida morbidade em novilhas suplementadas vs. não suplementadas e associou estes resultados a propriedades imunomoduladoras inatas componentes ao Celmanax, tais como  $\beta$ -glucanos e manano- oligossacarídeo (Nocek et al., 2011). Contudo, Ponce et al. (2012) não avaliaram os benefícios de respostas imunes e fisiológicas causadas pela suplementação com Celmanax. Além disso, os mesmos autores iniciaram a suplementação no dia 1 após a chegada no confinamento, que é após o período crítico de estresse causado pela privação de água e alimento durante o transporte (Marques et al., 2012). Consequentemente, nossa hipótese é que começando a suplementação de Celmanax em bovinos de corte antes do transporte, tal como os primeiros 30-d pós-desmama no período de pré-condicionamento (Pritchard and Mendez, 1990), melhoraria ainda mais a saúde e desempenho de bovinos, durante a entrada no confinamento. Para testar essa hipótese, este experimento avaliou o impacto da suplementação com Celmanax (na fase de pré-condicionamento e entrada no confinamento) no desempenho, saúde e respostas fisiológicas de novilhos de corte suplementados durante ambas as fases de pré- condicionamento (30 dias) e entrada no confinamento (38 dias).

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na estação experimental Eastern Oregon

Agricultural Research Center (EOARC, Burns, OR), Oregon State University (OSU), nos meses de Setembro a Novembro de 2016. Todos os animais utilizados foram oriundos do rebanho de cria da EOARC, provenientes da estação de parição de 2016, sendo todos igualmente manejados desde o nascimento até o início do experimento. Todo o manejo foi realizado de acordo com o protocolo e práticas aceitáveis de manejo revisados e aprovados pela OSU “Institutional Animal Care and Use Committe – (#4862). O período experimental foi dividido em fase de pré-condicionamento (dia 4 ao 30) e entrada no confinamento (dia 31 ao 69).

## 2.1 Animais e Dietas

Foram utilizados nesse experimento oitenta e quatro novilhos Angus x Hereford (PC à desmama =  $245 \pm 2$  kg; idade à desmama =  $186 \pm 2$  dias). Na desmama (dia 0), os novilhos foram vacinados contra *Clostridium* e *Mannheimia haemolytica* (One Shot Ultra 7; Zoetis Florham Park, NJ), rinotraqueíte infecciosa bovina, complexo de diarreia viral bovina, parainfluenza 3 e vírus respiratório sincicial bovino (Bovi- Shield Gold 5; Zoetis), e foi administrado anti-helmíntico (Dectomax; Zoetis). Do dia 0 ao 3, os novilhos permaneceram no mesmo pasto de “meadow foxtail” (*Alopecurus pratensis*) e alimentados com feno de alfafa com consumo *ad libitum*. No dia 4, os novilhos foram alocados de acordo com o peso corporal (PC) e idade em 21 baias de confinamento (7 x 15 m; 4 novilhos/baia), de maneira que todas as baias tivessem PC e idades equivalentes. As baias foram aleatoriamente designadas para receber 1 de 3 tratamentos: 1) sem suplementação com Celmanax durante o experimento (n = 7 baias); 2) suplementação com Celmanax (14 g/novilho diariamente) do dia 14 ao 69 (n = 7 baias); ou 3) suplementação com Celmanax (14 g/novilho diariamente) do dia 31 ao 69 (n = 7 baias). A taxa de inclusão foi baseada em Ponce et al. (2012) e de acordo com a recomendação do fabricante (Church & Dwight Co., Inc.). Celmanax é o meio líquido utilizado para cultivar estirpes de *Saccharomyces cerevisiae*; é composto por paredes celulares mortas e número indeterminado de células de leveduras vivas. A parede celular de *S. cerevisiae* enzimaticamente hidrolisada e os seus metabolitos, incluindo componentes como manano-oligossacarídeo e  $\beta$ -glucano, são adicionados ao meio líquido, que é então seco sobre veículo à base de grãos (propriedade do processo, Church & Dwight Co., Inc).

Os novilhos tiveram livre acesso a feno de alfafa e água ao longo da fase de pré-condicionamento (dia 4 ao 30) e receberam concentrado à base de milho (Tabela 1) a partir do dia 14. O Celmanax foi misturado diariamente com o concentrado. O intervalo do dia 4 ao 13 serviu como período de transição para que os novilhos se adaptem às baias e aos cochos do confinamento antes do início da administração do concentrado e do tratamento. Em cada baia, o feno e o concentrado foi oferecido (0800 h) separadamente em diferentes seções do cocho. No dia 18, os novilhos foram re-vacinados contra *Clostridium* (Ultrabac 8; Zoetis), rinotraqueíte

infecciosa bovina, complexo de diarreia viral bovina, parainfluenza 3 e vírus respiratório sincicial bovino (Bovi-Shield Gold 5; Zoetis), seguindo a recomendação do fabricante para a revacinação contra esses patógenos (Zoetis).

No dia 30 do experimento todos os novilhos foram misturados e transportados ao mesmo tempo no mesmo caminhão de transporte (Legend 50' cattle liner; Barrett LLC., Purcell, OK), por 1.500 km. Durante o transporte, o motorista parou a cada 6 h por 60 minutos, mas os novilhos permaneceram por todo o tempo no caminhão, totalizando 24 h de transporte. As temperaturas mínima, máxima e média durante o transporte foi de - 5, 18 e 11°C, respectivamente, enquanto que a média de umidade foi de 54 % e a precipitação não foi observada. A distância percorrida durante o transporte foi determinada para simular o estresse, que bezerros de corte originados do oeste ou sudeste dos E.U.A. são expostos quando transferidos para confinamentos localizados no centro-oeste norte americano (Cooke et al., 2013). Na chegada ao confinamento no dia 31, os novilhos retornaram às suas baias originais permanecendo por 38 dias na fase de entrada no confinamento (dia 31 ao 69). Durante essa fase, os novilhos também tiveram livre acesso á feno de alfafa e água e receberam concentrado a base de milho com Celmanax misturado (Tabela 1) diariamente ás 0800 h, separadamente do feno.

## 2.2 Amostras

Amostras de feno e ingredientes do concentrado foram coletados semanalmente para análise de conteúdo de nutrientes em um laboratório comercial (Dairy One Forage Laboratory, Ithaca, NY). Todas as amostras foram analisadas por procedimentos de química úmida para concentrações de proteína bruta (PB; método 984.13; AOAC, 2006), fibra em detergente ácido (FDA; método 973.18 modificado para uso em um analisador de fibra Ankom 200, Ankom Technology Corp., Fairport, NY; AOAC, 2006), e fibra em detergente neutro (FDN; Van Soest et al., 1991; modificado para uso em um analisador de fibra Ankom 200, Ankom Technology Corp.). Para o cálculo dos nutrientes digestíveis totais (NDT), foi utilizada a equação proposta por Weiss et al. (1992), enquanto que  $EL_m$  e  $EL_g$  foram calculados pela equação proposta pelo NRC (1996). O perfil de nutrientes no feno (base na MS) foram de 65% de NDT, 36.1% de FDN, 29.3% FDA, 1.47 Mcal/kg de  $EL_m$ , 0.90 Mcal/kg de  $EL_g$  e 20.5% de PB. O perfil de nutrientes do concentrado oferecidos na fase de pré-condicionamento e entrada no confinamento são descritos na Tabela 1.

PC em jejum foi registrado nos dias 4 e 70, após 16 h de jejum hídrico e alimentar, e também foi registrado no dia 31, logo após descarregar os novilhos do caminhão de transporte. O PC cheio (sem jejum) também foi registrado no dia 14, 30 e 45. Os valores dos

dias 14 e 45 foram utilizados para monitorar o crescimento dos novilhos durante o período experimental, e os valores do dia 30 utilizados para avaliar a perda de PC durante o transporte. O PC em jejum não foi registrado no dia 14, quando o tratamento começou, para evitar estresse nos novilhos recém-desmamados (Marques et al., 2012) e não interferir nos objetivos do presente experimento. Valores obtidos nos dias 4 e dia 31 foram usados para calcular o GMD na fase de pré-condicionamento, enquanto que valores obtidos nos dias 31 e dia 70 foram usados para calcular o GMD na fase de entrada no confinamento. Concentrado, feno e a IMS total foram avaliados diariamente do dia 14 ao 69 em cada baía, coletando e pesando o oferecido e o não-consumido. Todas as amostras foram secas por 96 h a 50°C em estufa com ventilação forçada para o cálculo da MS. A IMS diária de concentrado e feno, de cada baía, foi dividida pelo número de animais em cada baía e expresso em kg por animal/dia. O ganho total de PC e IMS de cada baía do dia 31 ao 69 foram usados para cálculo de eficiência alimentar na fase de entrada no confinamento.

Sintomas de doenças, particularmente de DRB (como descrito por Berry et al. 2004) e timpanismo (como descrito por Meyer e Bartley, 1972) foram observados (0800 às 1000 h e 1600 às 1800 h) do dia 0 ao 69 nos novilhos. Os animais receberam (i.m.) 0.1 mL/kg do PC de Hexasol LA (Norbrook® Inc. USA; Overland Park, KS) quando sintomas de DRB foram observados, ou 60 mL (dose oral, misturado com 500 mL de água) de Therabloat (Zoetis), quando sintomas de timpanismo foram detectados.

Amostras de sangue foram coletadas no dia 14, 30, 31, 33, 35, 40, 45, 54, e 69 (0700 h), antes da alimentação com feno e concentrado. As amostras foram coletadas via jugular intravenosa em um tubo de coleta comercial (Vacutainer, 10 mL; Becton Dickinson, Franklin Lakes, NJ), com ou ausência de 158 unidades USP de heparina sódica, para coleta de plasma ou soro sanguíneo, respectivamente. Após a coleta, todas as amostras foram colocadas imediatamente no gelo, centrifugada ( $2,500 \times g$  por 30 min; 4°C) para extrair o plasma ou soro e armazenados a -80°C no mesmo dia da coleta. Amostras de soro sanguíneo foram coletadas do dia 14 ao 54 para análise de AGNE (kit colorimétrico HR Series NEFA – 2; Wako Pure Chemical Industries Ltd. USA, Richmond, VA). Amostras de plasma sanguíneo coletadas no dia 14 ao 54 para análise de cortisol (Immulite 1000; Siemens Medical Solutions Diagnostics, Los Angeles, CA) e haptoglobina (Cooke e Arthington, 2013). Amostras de plasma sanguíneo foram coletadas no dia 14, 30, 54, e 69, para análise de IGF-I (Immulite 1000; Siemens Medical Solutions Diagnostics). Os coeficientes de variação (Intra e Interensaio) foram 1.7 e 6.8% para AGNE, e 3.0 e 4.5% para haptoglobina. IGF-I e cortisol plasmáticos foram analisados utilizando um único ensaio e o coeficiente de variação intra-ensaio foram, 2.7 e 1.4%, respectivamente.

## 2.3 ANÁLISE ESTATÍSTICA

A baía foi considerada como unidade experimental para todas as análises. Resultados da fase de pré-condicionamento foram analisados comparando as baias que receberam (CELM) ou não receberam (CONPC) Celmanax durante esta fase. Resultados obtidos na fase de entrada no confinamento foram analisados comparando as baias que receberam Celmanax do dia 14 ao 69 (CELPREC), do dia 31 ao 69 (CELRECV) ou não suplementados com Celmanax durante o experimento (CON). Além disso, os efeitos de tratamento durante a fase de entrada no confinamento foram analisados utilizando contraste ortogonal pré-planejado com graus de liberdade simples (CELPREC e CELRECV vs. CON; CELPREC vs. CELRECV).

Dados quantitativos foram analisados usando o procedimento MIXED do SAS (SAS Inst. Inc., Cary, NC), os dados binários foram analisados utilizando o procedimento GLIMMIX do SAS (SAS Inst. Inc.) e aproximação Satterthwaite para determinar o denominador de graus de liberdade para teste de efeito fixo. Todos os dados foram analisados usando a baía (tratamento) e novilho (baía) como variáveis aleatórias, mas para IMS e eficiência alimentar foi utilizado baía (tratamento) como variável aleatória. O modelo estatístico usado para PC, GMD, PC em jejum, eficiência alimentar e taxas de morbidade e mortalidade dentro de cada fase, continham efeitos de tratamento. O modelo usado para IMS, a incidência de DRB e as variáveis sanguíneas continham efeitos de tratamento, dia e interações resultantes, além disso, resultados do dia 14 foram usados como covariável independente para amostras de sangue. O termo específico utilizado para medidas repetidas foi dia, com baía (tratamento) para IMS e novilhos (baía) para variáveis sanguíneas e incidência de DRB. A estrutura de covariância adotada foi autoregressiva, que proporcionou o menor valor de informação Akaike e portanto o melhor modelo para todas as variáveis analisadas. Mas para as variáveis sanguíneas foram reportadas usando a média dos quadrados mínimos covariavelmente ajustados. Valores foram considerados de significância quando  $P \leq 0,05$  e tendências foram determinadas quando  $P > 0,05$  e  $P \leq 0,10$ . Todos os resultados foram reportados de acordo com o principal efeito de tratamento se nenhuma interação foi significativa ou de acordo com a maior ordem de interação detectada que continham efeito de tratamento.

### 3. RESULTADOS

Durante a fase de pré-condicionamento, não foram detectadas diferenças entre os tratamentos ( $P \geq 0.20$ ) em parâmetros de PC, GMD e IMS (Tabela 3). Do mesmo modo, o PC cheio (sem jejum) não diferiu ( $P = 0,62$ ) entre os tratamentos no dia 14, indicando que PC era semelhante em novilhos CONPC e CELM no início da administração do tratamento (261 vs 263 kg, respectivamente, SEM = 3,6). Não foram detectadas diferenças em perda de PC do dia 30 ao 31 (9.48 vs. 9.30% para novilhos CONPC e CELM, respectivamente; SEM = 0.45). A incidência de DRB durante a fase de pré-condicionamento foi menor ( $P = 0,03$ ) em novilhos CELM em comparação com novilhos CONPC (Tabela 3), enquanto que os sintomas de timpanismo não



foram observados. É importante notar que todos os casos de sinais DRB durante o pré-condicionamento foram observados do dia 18 ao 30 (interação tratamento x dia,  $P < 0,01$ ; Figura 1), após o início dos tratamentos. Durante a fase de entrada no confinamento, o GMD tentou ( $P = 0.07$ ) a ser maior em novilhos CELPREC e CELRECV vs. CON e foi similar ( $P = 0.89$ ) entre novilhos CELPREC e CELRECV (Tabela 4). Não foram detectadas diferenças ( $P \geq 0.29$ ) para parâmetros de IMS (Tabela 4). Entretanto, a eficiência alimentar também tendeu ( $P = 0.08$ ) a ser maior em novilhos CELPREC e CELRECV vs. CON e foi similar ( $P = 0.54$ ) entre novilhos CELPREC e CELRECV (Tabela 4). Foi detectado efeito de tratamento para GMD, no entanto, essas diferenças não foram suficientes para alterar ( $P \geq 0.27$ ) o PC cheio (sem jejum) no dia 45 (281, 276 e 280 kg para CELPREC, CELRECV e CON, respectivamente; SEM = 4) e no PC em jejum final (Tabela 4).

Durante a fase de entrada no confinamento, não foram detectados efeitos de tratamento ( $P \geq 0.22$ ) em parâmetros de morbidade e mortalidade (Tabela 4). Não foram detectadas diferenças nos tratamentos ( $P \geq 0.27$ ) nas concentrações plasmáticas de cortisol, haptoglobina, IGF-I e AGNE circulante (Tabela 5). Não obstante, foi detectado efeito dia ( $P < 0.01$ ) em todas as variáveis de sangue (Figura 2).

#### 4. DISCUSSÕES

Os resultados da fase de pré-condicionamento indicam que a suplementação com Celmanax falhou em melhorar o desempenho em novilhos na fase de pré-condicionamento (Tabela 3), diferentemente de estudos que reportam aumento no GMD em bovinos suplementados com levedura – Celmanax (14 g/animal/dia, Ponce et al., 2012; 0,6 g/animal/dia, Nde et al., 2014). A administração dos tratamentos durante o pré-condicionamento começou simultaneamente com a alimentação concentrada no dia 14 e Ponce et al., (2012) reportaram que o GMD foi maior em novilhas suplementadas com Celmanax vs. não suplementadas 14 dias após o começo da suplementação. Portanto, o desempenho na fase de pré-condicionamento foi similar entre os grupos CELM e CONPC, não sendo atribuída ao tempo insuficiente de administração do tratamento. Alternativamente, o aumento no GMD de bovinos suplementados com leveduras foi associado ao aumento na IMS (Ponce et al., 2012; Nde et al., 2014). O suplementação de bovinos com produtos derivados de *S. cerevisiae* pode melhorar a degradação da fibra ruminal e a síntese de proteínas microbianas (Miller-Webster et al., 2002; Salinas-Chavira et al., 2015; Salinas-Chavira et al., 2017), que por sua vez regula a IMS em ruminantes (Allen, 1996). Similarmente, Ponce et al. (2012) reportaram maior ingestão de concentrado, mas semelhante ingestão de feno e eficiência alimentar em novilhas suplementadas com Celamax comparadas com não-suplementadas durante a fase de entrada no confinamento. Entretanto, Ponce et al.

(2012) ofereceram feno e concentrado para consumo *ad libitum*. No presente experimento, o consumo de concentrado foi limitado, o que pode ter impedido o potencial aumento na IMS de concentrado em novilhos CELM durante o pré-condicionamento, contribuindo para o GMD semelhante entre os tratamentos.

Diferenças de tratamento na incidência DRB durante a fase de pré- condicionamento (Tabela 3; Figura 1), indicam que a suplementação com Celmanax durante a fase de pré- condicionamento eliminou ou pelo menos contribuiu, para a ausência de DRB, normalmente observada em bovinos recém-desmamados (Taylor et al., 2010; Ponce et al., 2012). Apesar dos efeitos de produtos de levedura na imunidade de bovinos não estar claramente estabelecidos, componentes da levedura tal como  $\beta$ - glucano são positivamente associados com proliferação e respostas das células-T a antígenos e citocinas (Nocek et al., 2011). Manano-oligossacarídeo atua como um ligante de alta afinidade, oferecendo sítios de ligação competitiva para bactérias gram-negativas, isso melhora a resposta imune humoral contra esses agentes patogênicos, através da apresentação dos antígenos atenuados às células imunes (Ballou, 1970). Não obstante, Franklin et al. (2005) suplementaram vacas leiteiras não-lactantes com manano-oligossacarídeo e observaram aumento na resposta imune humoral das vacas ao rotavírus. Além disso, a suplementação com Celmanax reduz a incidência de mastite clínica em vacas leiteiras (Proudfoot et al., 2009) e o número de ovos de nematóide em ovelhas em crescimento (Nde et al., 2014). Mesmo assim, os diferentes tratamentos não foram suficientes para afetar o desempenho dos animais na fase de pré-condicionamento pela baixa incidência de DRB, embora a DRB prejudique o GMD de bovinos de corte (Snowder et al., 2006; Schneider et al., 2009).

Durante a fase de entrada no confinamento, tendências detectadas para características de desempenho (Tabela 4), estão de acordo com pesquisas que reportam melhora no GMD em bovinos recebendo suplementação com produtos derivados de leveduras, incluindo o Celmanax (Ponce et al., 2012). Dado que a IMS foi similar entre os tratamentos (Tabela 4), provavelmente devido a ingestão limitada de concentrado como foi discutido anteriormente, a suplementação com Celmanax melhora a utilização de nutrientes durante a entrada no confinamento, evidenciado como tendência estatística ao melhorar a eficiência alimentar. Esses resultados podem ser atribuídos a melhor fermentação ruminal em bovinos suplementados com Celmanax (Miller-Webster et al., 2002; Nocek et al., 2011), embora os parâmetros ruminais não tenham sido avaliados nesse experimento. Diferentemente da nossa hipótese, a suplementação de Celmanax começando antes da entrada no confinamento não demonstrou resultados adicionais em comparação com a suplementação somente na entrada no confinamento, baseado no GMD dos novilhos CELPREC e CELRECV. Talvez a suplementação com Celmanax melhore somente a fermentação ruminal, tendendo a melhorar a subsequente eficiência alimentar em dietas com elevada inclusão de concentrado, sendo que a relação volumoso:concentrado (base na MS) entre

os tratamentos foi de 92:8 durante a fase de pré-condicionamento e 59:41 durante a fase de entrada no confinamento (Tabela 3). Além disso, os benefícios da suplementação com Celmanax na fase de entrada no confinamento, no GMD e eficiência alimentar, podem não alterar a incidência de DRB na fase de pré-condicionamento (Snowder et al., 2006; Schneider et al., 2009), dado que novilhos CELRECV não receberam Celmanax durante esta fase.

É importante notar que a morbidade durante a fase de entrada no confinamento, particularmente na incidência de DRB, não foi tão prevalente em comparação com os valores de pesquisas conduzidas na fase de entrada em confinamentos comerciais (Snowder et al., 2006; Marques et al., 2016), o que pode ter dificultado na avaliação da incidência de morbidade, contribuindo para a falta de efeitos de tratamento nessas variáveis (Tabela 4).

Embora os novilhos tenham sido submetidos ao estresse do transporte (Arthington et al., 2008; Cooke et al., 2013a), voltaram para o mesmo confinamento e para as mesmas baias, não sendo submetidos a reorganização social de um novo ambiente (Step et al., 2008). Além disso, os novilhos foram pré-condicionados por 30 dias, o que conhecidamente diminui a morbidade na fase de entrada no confinamento (Pritchard e Mendez, 1990; Duff e Galyean, 2007). Ponce et al. (2012) também reportaram que as taxas de morbidade foram abaixo do esperado em seu estudo, apesar da incidência reduzida de DRB em novilhas suplementadas com Celmanax vs. não suplementadas. Conseqüentemente, é necessário a realização de mais pesquisas para elucidar os benefícios na saúde de bovinos recebendo suplementação com Celmanax expostos a cenários com taxa de morbidade elevada (Duff and Galyean, 2007).

A falta de efeitos de tratamento sobre as variáveis plasmáticas e séricas (Tabela 5), indicam que a suplementação com Celmanax começando na fase de pré- condicionamento ou entrada no confinamento, não alterou as respostas de fase aguda ou fisiológicas aqui avaliadas. No entanto, os efeitos de dia relatados para essas variáveis (Figura 2), demonstram que os novilhos foram expostos ao estresse e aos desafios nutricionais associados à entrada no confinamento. As concentrações de cortisol e hatoglobina plasmáticos aumentaram transitoriamente em todos os tratamentos após o transporte, validando que novilhos experimentaram uma resposta neuroendócrina e subsequente resposta de fase aguda provocada pelo transporte e entrada no confinamento (Cooke, 2017). Concentrações circulantes de AGNE também aumentaram transitoriamente em todos os tratamentos após o transporte, o que pode ser associado a privação de água e nutrientes durante o transporte e lipólise induzida pelo cortisol (Marques et al., 2012). As concentrações de IGF-I plasmáticos aumentaram em todos os tratamentos durante a fase de entrada no confinamento, principalmente devido a maior ingestão de nutrientes (Tabela 1) e taxa de crescimento (Tabela 4) durante essa fase (Elsasser et al., 1989). Conseqüentemente, os benefícios da suplementação com Celmanax na fase de entrada no confinamento em termos de GMD e eficiência alimentar, não foram associados com a

diminuição de cortisol plasmático e das respostas de fase aguda provocadas pelo transporte e entrada no confinamento; apesar de ambas respostas influenciarem no IMS, utilização de nutrientes e crescimento em bovinos de corte (Cooke, 2017). Da mesma forma, o aumento no GMD na fase de entrada no confinamento em novilhos suplementados com Celmanax, não foi refletido nas concentrações de IGF-I plasmático, o que é positivamente associado às taxas de crescimento (Bishop et al., 1989; Ellenberger et al., 1989; Elsasser et al., 1989). As variáveis de plasma e o soro aqui avaliadas não conseguiram elucidar os mecanismos biológicos pelos quais um suplemento à base de levedura pode beneficiar o desempenho de bovinos na entrada do confinamento. Os resultados desse experimento sugerem que o Celmanax melhorou o GMD e eficiência alimentar nos novilhos sem impactos substanciais sobre inflamações sistêmicas e respostas metabólicas.

#### 4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALLEN MS 1996. Physical constraints on voluntary dry matter intake of forages by ruminants. **J. Anim. Sci.** 74, 3063–3075.

AOAC. **Official Methods of Analysis**. 18th ed. Assoc. Off. Anal. Chem., Arlington, VA. 2006.

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

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

BISHOP, M. D.; SIMMEN, R. C. M.; SIMMEN, F. A.; DAVIS M. E. The relationship of insulin-like growth factor-1 with post-weaning performance in Angus beef cattle. **J. Anim. Sci.** 67:2872–2880. 1989.

BROWN, M. S., T. G. NAGARAJA. Direct-fed microbials for growing and finishing cattle. Pages 42–61 in **Proc. Plains Nutr. Council. Spring Conf. Publ.** No. AREC 09– 18, Texas AgriLife Res. Ext. Center, Amarillo. 2009.

COOKE, R. F.; GUARNIERI FILHO, T. A.; CAPPELLOZZA, B. I.; BOHNERT, D. W. Rest stops during road transport: Impacts on performance and acute-phase protein responses of feeder cattle. **J. Anim. Sci.** 91:5448-5454. 2013a.

COOKE, R.F.; ARTHINGTON, J.D. Concentrations of haptoglobin in bovine plasma determined by ELISA or a colorimetric method based on peroxidase activity. **J. Anim. Physiol. Anim. Nutr.** 97:531-536. 2013b.

COOKE, R. F. Nutritional and management considerations for beef cattle experiencing stress-induced inflammation. **Prof. Anim. Sci.** 33:1-11. 2017.

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

ELLENBERGER, M. A.; JOHNSON, G. E.; CARSTENS K. L.; HOSSNER, M. D.; HOLLAND, T. M. NETT; NOCKELS, C. F. Endocrine and metabolic changes during altered growth rates in beef cattle. **J. Anim. Sci.** 67:1446-1454. 1989.

ELSASSER, T. H.; RUMSEY, T. S.; HAMMOND, A. C. Influence of diet on basal and growth hormone-stimulated plasma concentrations of IGF-1 in beef cattle. **J. Anim. Sci.** 67:128–141. 1989.

HARRISON, G. A.; HEMKEN, R. W.; DAWSON, K.; HARMON, R. J Influence of addition of yeast culture supplement to diets of lactating cows on ruminal fermentation and microbial population. **J. Dairy Sci.** 71:2967–2975. 1988.

HEDGES, J. F., BUCKNER, D. L., RASK, K. M., KERNS, H. M., JACKIE, L. O., TRUNKLE, T. C., PASCUAL, D. W., e JUTILA, M. A. Mucosal lymphatic-derived gammadelta T-cells respond early to experimental Salmonella enterocolitis by increasing

expression of IL-2Ra. **Cell. Immunol.** 246:8–16. 2007.

MARQUES, R. S.; COOKE, R. F.; FRANCISCO, C. L.; BOHNERT, D. W. Effects of 24-h transport or 24-h feed and water deprivation on physiologic and performance responses of feeder cattle. **J. Anim. Sci.** 90:5040–5046. 2012.

MARQUES, R. S.; COOKE, R. F.; RODRIGUES, M. C.; CAPPELLOZZA, B. I.; LARSON, C. K.; MORIEL, P.; BOHNERT, D. W. Effects of organic or inorganic Co, Cu, Mn, and Zn supplementation to late-gestating beef cows on productive and physiological responses of the offspring. **J. Anim. Sci.** 94:1215-1226. 2016.

MEYER, R. M.; E BARTLEY, E. E. Bloat in cattle. XVI. Development and application of techniques for selecting drugs to prevent feedlot bloat. **J. Anim. Sci.** 34:234-240. 1972.

MILLER-WEBSTER T, HOOVER WH, HOLT M AND NOCEK JE. Influence of yeast culture on ruminal microbial metabolism in continuous culture. **J. Dairy Sci.** 85, 2009–2014. 2002.

NDE, F. F.; VERLA, N. S.; MICHAEL, C. ; AHMED, M. A. Effect of Celmanax on feed intake, live weight gain and nematode control in growing sheep. **African J. Ag. Res.** 9:695-700. 2014.

NOCEK, J. E.; HOLT, M. G.; OPPY, J. Effects of supplementation with yeast culture and enzymatically hydrolyzed yeast on performance of early lactation dairy cattle. **J. Dairy Sci.** 94:4046–4056. 2011.

NRC. Nutrient Requirements of Beef Cattle. **7th rev. ed. National Academy Press,** Washington, DC. 1996.

PONCE, C. H.; SCHUTZ, J. S.; ELROD, C. C.; ANELE, U. Y.; GALYEAN, M. L. Effects of dietary supplementation of a yeast product on performance and morbidity of newly

received beef heifers. **Prof. Anim. Sci.** 28:618–622. 2012.

PRITCHARD, R. H.; MENDEZ, J. K. Effects of preconditioning on pre- and post- shipment performance of feeder calves. **J. Anim. Sci.** 68:28–34. 1990.

PROUDFOOT, K.; NOCEK, J.; VON KEYSERLINGK, M. The effect of enzymatically hydrolyzed yeast on feeding behavior and immune function in early lactation dairy cows. **J. Anim. Sci.** 87(E-Suppl. 2):280. (Abstr.) 2009.

SALINAS-CHAVIRA J., ARZOLA C., GONZÁLEZ-VIZCARRA V., MANRÍQUEZ-NÚÑEZ O. M., MONTAÑO-GÓMEZ M.F., NAVARRETE-REYES J.D., RAYMUNDO C., ZINN R. A. Influence of feeding enzymatically hydrolyzed yeast cell wall on growth performance and digestive function of feedlot cattle during periods of elevated ambient temperature. **Asian Australasian Journal of Animal Science** 28:1288–1295. 2015.

SALINAS-CHAVIRA, J.; MONTANO, M. F.; TORRETERA, N.; ZINN, R. A. Influence of feeding enzymatically hydrolysed yeast cell wall+ yeast culture on growth performance of calf-fed Holstein steers. **J. Appl. Anim. Res.** 43:390-395. 2017.

SCHNEIDER, M. J.; TAIT JR., R. G.; BUSBY, W. D.; REECY, J. M. An evaluation of bovine respiratory disease complex in feedlot cattle: Impact on performance and carcass traits using treatment records and lung scores. **J. Anim. Sci.** 87:1821–1827. 2009.

SNOWDER, G. D.; VAN VLECK, L. D.; CUNDIFF, L. V.; BENNETT, G. L. Bovine respiratory disease in feedlot cattle: environmental, genetic, and economic factors. **J. Anim. Sci.** 84:1999–200. 2006.

STEP, D. L.; KREHBIEL, C. R.; DRPRA, H. A.; CRANSTON, J. K.; FULTON, R. W.; KIRKPATRICK, J. G.; GILL, D. R.; PAYTON, M. E.; MONTELONGO, M. A.; CONFER, A. W. Effects of commingling beef calves from different sources and weaning protocols during a forty-two-day receiving period on performance and bovine respiratory disease. **J. Anim. Sci.** 86: 3146–3158. 2008.

TAYLOR, J. D.; FULTON, R. W.; LEHENBAUER, T. W.; STEP, D. L.; CONFER, A.

W. The epidemiology of bovine respiratory disease: What is the evidence for predisposing factors? **Can. Vet. J.** 51:1095–1102. 2010.

VAN SOEST, P. J.; ROBERTSON, J. B.; LEWIS, B. A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **J. Dairy Sci.** 74:3583-3597. 1991.

WEISS, W. P.; CONRAD, H. R.; ST. PIERRE, N. R. A theoretically-based model for predicting total digestible nutrient values of forages and concentrates. **Anim. Feed Sci. Technol.** 39:95–110. 1992.

**chnol.** 39:95–110. 1992.



# Capítulo III

## IMPLICAÇÕES

Em resumo, a suplementação com Celmanax durante a entrada no confinamento tendeu a melhorar o GMD em 7% e eficiência alimentar em 5% em novilhos de corte transportados, mesmo que a IMS similar seja provavelmente devido à ingestão limitada de concentrado. Começando a suplementação de Celmanax após a desmama, durante a fase de pré-condicionamento de 30 dias não resultou em benefícios adicionais no GMD e eficiência alimentar na entrada do confinamento, embora a incidência de DRB durante o pré-condicionamento tenha sido ausente em novilhos suplementados com Celmanax. Talvez a suplementação de Celmanax aumentasse GMD em 11% ou mais, como relatado por Ponce et al. (2012) se a ingestão de concentrado fosse irrestrita. Conseqüentemente, pesquisas adicionais são necessárias para investigar os efeitos da suplementação de Celmanax em bovinos transportados, incluindo a ingestão *ad libitum* de concentrado durante a entrada no confinamento, com bovinos exposto a cenários de alto estresse, onde a morbidade e a mortalidade são tradicionalmente maiores, conforme aqui observado. No entanto, os resultados deste experimento sugerem a suplementação de Celmanax como estratégia nutricional para melhorar a saúde na fase de pré-condicionamento e o desempenho na fase de entrada no confinamento em bovinos de corte.

**Tabela 1.** Composição de ingredientes (base na matéria natural; kg/d) do concentrado oferecido durante a fase de pré-condicionamento (dia 4 ao 30) e entrada no confinamento (dia 31 ao 69).

Item	Pré- condicionamento	Entrada no confinamento		
		A	B	C
<b>Ingredientes, base na MN</b>				
Milho, kg/d	0.64	0.91	2.27	4.10
Farelo de Soja, kg/d	0.23	0.36	0.36	0.55
Mineral, <sup>2</sup> kg/d	0.05	0.05	0.05	0.05
<b>Perfil de nutrientes,<sup>3</sup> base na MS</b>				
NDT, %	80	82	85	86
EL <sub>m</sub> , Mcal/kg	1.99	2.02	2.11	2.14
EL <sub>g</sub> , Mcal/kg	1.69	1.69	1.71	1.71
FDN, %	9.0	9.2	9.0	9.0
FDA, %	3.3	3.5	2.7	2.6
PB, %	19.1	20.2	14.4	13.7

<sup>1</sup> O concentrado na fase de pré-condicionamento foi oferecido do d 14 ao 30. Durante a fase de entrada no confinamento, A = d 31 ao 36; B = d 37 ao 44; e C = d 45 ao 69. Os novilhos tiveram livre acesso á feno de alfafa ao longo do período do experimento (d 4 ao 69). Feno e concentrado foram oferecidos separadamente, em diferentes seções no cocho.

<sup>2</sup> Cattleman's Choice (Performix Nutrition Systems, Nampa, ID) contendo 14% Ca, 10% P, 16% NaCl, 1.5% Mg, 3,200 mg/kg de Cu, 65 mg/kg de I, 900 mg/kg de Mn, 140 mg/kg de Se, 6,000 mg/kg de Zn, 136,000 IU/kg de vitamina A, 13,000 IU/kg de vitamina D3, e 50 IU/kg de vitamin E.

<sup>3</sup> Base de perfil nutricional de cada ingrediente, o que foi analisado por meio de procedimentos de química úmida em laboratório comercial (Dairy One Forage Laboratory, Ithaca, NY). Para o calculo de NDT foi utilizada a equação proposta por Weiss et al. (1992), enquanto que NE<sub>m</sub> e NE<sub>g</sub> foram calculadas com a equação proposta pelo NRC (1996).



**Tabela 3.** Desempenho e parâmetros de saúde durante a fase de pré-condicionamento (dia 4 ao 30) em novilhos recebendo concentrado contendo (**CELM**; n = 7 baias) ou não (**CONPC**; n = 14 baias) 14 g/novilho diário de Celmanax (Church & Dwight Co., Inc.; Princeton, NJ) do dia 14 ao 30.

<b>Item</b>	<b>CONPC</b>	<b>CELM</b>	<b>SEM</b>	<b>P=</b>
<b>Parâmetros de crescimento<sup>1</sup></b>				
PC inicial (dia 4), kg	230	232	3	0.60
PC pré-transporte (dia 30), kg	268	271	3	0.58
PC pós-transporte (dia 31), kg	242	245	3	0.52
Perca de PC pós-transporte, %	9.47	9.29	0.44	0.77
GMD, kg/d	0.46	0.52	0.05	0.41
<b>Parâmetros de IMS<sup>2</sup></b>				
Feno, kg/d	5.27	5.41	0.10	0.27
Concentrado, kg/d	0.44	0.50	0.04	0.26
Total, kg/d	5.55	5.77	0.11	0.20
<b>Parâmetros de saúde<sup>3</sup></b>				
Morbidade, %	16.0	0.0	4.9	0.03
Timpanismo, %	0.0	0.0	-	-
Doença respiratória, %	16.0	0.0	4.9	0.03
Mortalidade, %	0.0	0.0	-	-

<sup>1</sup> O PC em jejum foi registrado após 16 h de jejum hídrico e alimentar no dia 4 (PC inicial) e após o transporte (1,500 km por 24 h) no dia 31.

<sup>2</sup> O consumo alimentar foi registrado diariamente do dia 14 ao 30, mensurando o oferecido e as sobras em cada baia. Os resultados foram divididos pelo número de novilhos por baia e são expressos em kg por novilho/dia.

<sup>3</sup> Os novilhos foram observados diariamente (dia 4 ao 69) para detectar sintomas de timpanismo (Meyer e Bartley, 1972) e doença respiratória bovina (Berry et al. 2004).

**Tabela 4.** Desempenho e parâmetros de saúde durante a fase de entrada no confinamento (dia 31 ao 69) em novilhos recebendo 14 g/d de Celmanax (Church & Dwight Co., Inc.; Princeton, NJ), durante a fase de pré-condicionamento e entrada no confinamento (dia 14 ao 69; **CELPREC**; n = 7 baias), apenas durante a fase de entrada no confinamento (dia 31 ao 69; **CELRECV**; n = 7 baias), ou não receberam Celmanax durante o experimento (dia 4 ao 69; **CON**; n = 7 baias).

Item	CON	CELPREC	CELRECV	SEM	Contrastes com graus de liberdades simples <sup>1</sup>	
					1	2
<b>Parâmetros de crescimento<sup>2</sup></b>						
PC final (dia 70), kg	302	309	304	4	0.47	0.44
GMD, kg/d	1.51	1.61	1.62	0.04	0.07	0.89
<b>Parâmetros de IMS<sup>3</sup></b>						
Feno, kg/d	4.13	4.30	4.26	0.14	0.41	0.85
Concentrado, kg/d	2.94	3.00	2.93	0.09	0.83	0.60
Total, kg/d	7.07	7.29	7.19	0.13	0.29	0.57
G:I, <sup>4</sup> g de PC/kg IMS	219	227	231	4	0.08	0.54
<b>Parâmetros de saúde<sup>5</sup></b>						
Morbidade	10.7	14.2	17.8	7.3	0.56	0.73
Timpanismo, %	10.7	10.7	17.8	7.3	0.69	0.50
Doença respiratoria, %	0.0	3.5	0.0	2.0	0.48	0.22
Mortalidade, %	3.5	3.5	0.0	2.9	0.62	0.39

<sup>1</sup> Contraste ortogonal com graus de liberdade simples: 1 = CON vs. CELPREC e CELRECV, e 2 = CELPREC vs. CELRECV.

<sup>2</sup> PC em jejum foi registrado após o transporte (1,500 km por 24 h) no d 31, e após 16 h de jejum hídrico e alimentar no dia 70 (PC final).

<sup>3</sup> Consumo alimentar foi registrada diariamente do dia 31 ao 69, mensurando o oferecido e as sobras em cada baia. Os resultados foram divididos pelo numero de novilhos por baia e são expressos em kg por novilho/dia.

<sup>4</sup> Calculado de acordo com o ganho total de IMS e PC de cada baia.

<sup>5</sup> Os novilhos foram observados diariamente (dia 4 ao 69) para sintomas de timpanismo (Meyer e Bartley, 1972) e doença respiratória bovina (Berry et al. 2004).

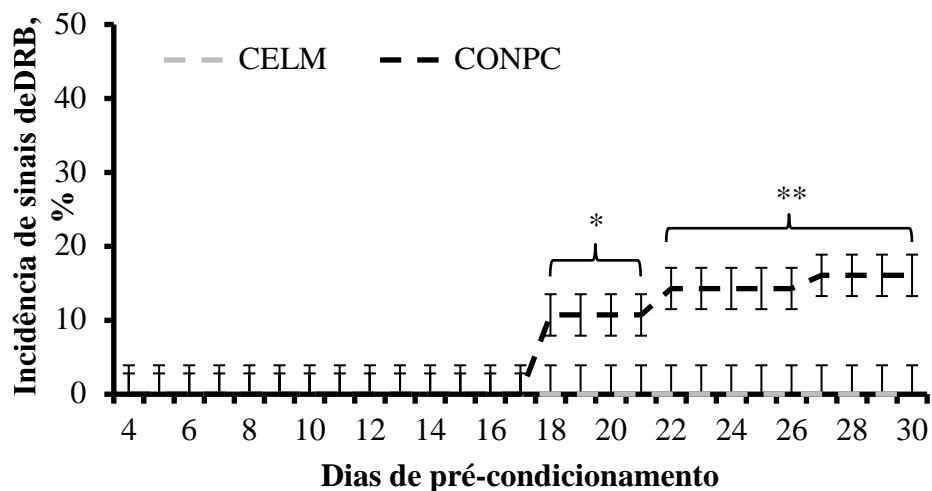
**Tabela 5.** Concentrações plasmáticas de cortisol, haptoglobina, IGF-I e AGNE circulante em novilhos recebendo 14 g/dia de Celmanax (Church & Dwight Co., Inc.; Princeton, NJ) durante a fase de pré-condicionamento e entrada no confinamento (dia 14 ao 69; CELPREC; n = 7 baias), apenas durante entrada no confinamento (dia 31 ao 69; CELRECV; n = 7 baias), ou não recebendo Celmanax durante o experimento (dia 4 ao 69; CON; n = 7 baias).

Item	CON	CELPREC	CELRECV	SEM	Contrastes com graus de liberdades simples <sup>2</sup>	
					1	2
Cortisol, ng/mL	30.3	28.0	31.4	2.1	0.82	0.27
Haptoglobina, mg/mL	0.258	0.233	0.221	0.034	0.46	0.82
IGF-I, ng/mL	198	203	207	7	0.41	0.73
AGNE, $\mu$ Eq/L	0.288	0.283	0.283	0.009	0.65	0.94

1 Amostras de sangue foram coletadas nos dias 14, 30, 31, 33, 35, 40, 45, 54, e 69. Amostras de soro foram coletadas nos dias 14 ao 54 analisadas para concentrações de AGNE. Amostras de plasma coletadas nos dias 30 ao 54 foram analisadas para concentrações de cortisol e haptoglobina. Amostras de plasma coletadas nos dias 14, 30, 54 e 69 foram analisados para concentrações de IGF-I. Resultados do dia 14 foram utilizados como covariáveis independentes dentro de cada análise respectiva; Portanto, os valores relatados são covariavelmente ajustados a média dos quadrados mínimos.

2 Contrastes com graus de liberdades simples: 1 = CON vs. CELPREC e CELRECV, e 2 = CELPREC vs. CELRECV.

**Figura 1.** Incidência de sinais de doença respiratória bovina (**DRB**), de acordo com Berry et al. (2004), durante a fase de pré-condicionamento (dia 4 ao 30) em novilhos recebendo concentrado contendo (**CELM**; n = 7 baias) ou não (**CONPC**; n = 14 baias) 14 g/novilhos de Celmanax diariamente (Church & Dwight Co., Inc.; Princeton, NJ) do dia 14 ao 30. Uma interação tratamento  $\times$  dia foi detectada ( $P < 0.01$ ). No dia; \*  $P = 0.03$ , \*\*  $P < 0.01$ .





**Figura 2.** Concentrações plasmáticas de cortisol (Painel A), haptoglobina (Painel B), IGF-I (Painel C), e AGNE circulante (Painel D) durante o experimento. No dia 30, os novilhos foram transportados em um caminhão de transporte por 1,500 km (24 h), e mantidos por 38 dias na fase de entrada no confinamento (dia 31 ao 69). Foram detectados efeito de dia para todas as variáveis ( $P < 0.01$ ). Dentro da variável, dias com letras diferentes (a-d) foram significantes ( $P < 0.05$ ).

