

**UFRRJ**  
**INSTITUTO DE ZOOTECNIA**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**  
**PRODUÇÃO ANIMAL**

**DISSERTAÇÃO**

**Contaminação da Dieta por Micotoxina no Confinamento de Novilhas de  
Corte: Consumo, Digestibilidade e Desempenho**

**Danielle de Oliveira Pião**

2020



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO  
INSTITUTO DE ZOOTECNIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA  
PRODUÇÃO ANIMAL**

**CONTAMINAÇÃO DA DIETA POR MICOTOXINA NO  
CONFINAMENTO DE NOVILHAS DE CORTE: CONSUMO,  
DIGESTIBILIDADE E DESEMPENHO**

**DANIELLE DE OLIVEIRA PIÃO**

*Sob a orientação do Professor*  
**Rondineli Pavezzi Barbero**

*e Co-orientação dos Professores*  
**Marco Roberto Bourg de Mello**  
**Marina Mortati Dias Barbero**

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre**, no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Área de Concentração em Produção Animal.

Seropédica, RJ  
Julho de 2020

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Biblioteca Central / Seção de Processamento Técnico

Ficha catalográfica elaborada  
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

P581c

Pião, Danielle de Oliveira, 1992-  
Contaminação da Dieta por Micotoxina no  
Confinamento de Novilhas de Corte: Consumo,  
Digestibilidade e Desempenho / Danielle de Oliveira  
Pião. - Seropédica, 2020.  
33 f.

Orientador: Rondineli Pavezzi Barbero.  
Coorientador: Marco Roberto Bourg de Mello.  
Coorientadora: Marina Mortati Dias Barbero.  
Dissertação (Mestrado). -- Universidade Federal  
Rural do Rio de Janeiro, Programa de Pós-Graduação em  
Zootecnia, 2020.

1. Dieta de bovinos. 2. Contaminação por  
Zearalenona. 3. Terminação em confinamento. I.  
Barbero, Rondineli Pavezzi, 1983-, orient. II. Mello,  
Marco Roberto Bourg de , 1971-, coorient. III.  
Barbero, Marina Mortati Dias, 1985-, coorient. IV  
Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.  
Programa de Pós-Graduação em Zootecnia. V. Título.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO  
INSTITUTO DE ZOOTECNIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**

**DANIELLE DE OLIVEIRA PIÃO**

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Ciências**, no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, área de Concentração em Produção Animal.

DISSERTAÇÃO APROVADA EM 30/07/ 2020



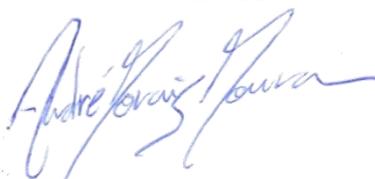
---

Prof. Dr. Rondineli Pavezzi Barbero, IZ-UFRRJ  
(Orientador)



---

Renan Lucas Miorin, Dr.  
IFMT



---

André Morais Moura, Dr.  
DPA/IZ-UFRRJ

“Suba o primeiro degrau com fé. Não é necessário que você veja toda a escada. Apenas dê o primeiro passo”  
*(Martin Luther King)*

Dedico esse trabalho a Deus, Nossa Senhora Aparecida e aos meus pais, Márcia e Marco Antônio.

## AGRADECIMENTOS

A Deus e Nossa Senhora Aparecida, por sempre alimentarem a minha fé, por me dar saúde e disposição para sempre lutar pelos meus objetivos e sonhos.

Aos meus pais, Márcia e Marco Antônio, por sempre serem o meu alicerce e meus exemplos de pessoas batalhadoras. Por sempre me incentivarem e apoiarem em todos os sonhos da minha vida, devo tudo a eles. À minha irmã Larissa e meus sobrinhos Juan, Enzo e o anjinho Otávio (*em memória*).

A todos amigos que me incentivaram e ajudaram na realização desse sonho e em especial minhas irmãs de coração Tamirys e Thayane que estiveram comigo desde o início da graduação e são amigas que vou levar para toda a vida.

Ao meu melhor amigo e companheiro Tiago, por toda a compreensão, carinho, amor e incentivo. Por sempre me acalmar nos momentos de mau humor e desespero.

Ao meu orientador Rondineli, que mais uma vez aceitou me orientar e nunca poupou esforços para me ajudar, com toda a sua paciência, sabedoria e dedicação. Por ser um excelente profissional e por servir de exemplo para todos os estudantes que eu conheço.

Aos meus coorientadores Marina e Marco, por serem duas pessoas que sempre estão dispostas a ouvir e orientar da melhor maneira possível, cada um de uma maneira única e especial.

Ao grupo de estudos Beef Cattle e todos os membros (Matheus, Aline, Amanda, Brenda, Diego, Gabriel, Isabela, Josiane, Júlia F., Júlia H., Julia R., José Vicente, Lara e Lucas), por todo esforço e dedicação durante todo o experimento, para que tudo ocorresse da melhor maneira possível, melhor até do que eu conseguia imaginar no início. As novilhas do experimento que sempre foram tão dóceis e nos possibilitaram realizar um ótimo trabalho, sem grandes imprevistos.

À Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro por me possibilitar realizar mais um grande sonho. Aos funcionários do setor de Setor de Reprodução Animal (SFRIA) por nunca pouparem esforços em nos ajudar na execução do experimento e em especial ao senhor Zico por toda sua dedicação, paciência e carinho.

A empresa Cargill<sup>TM</sup> pelo auxílio.

A Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro – FAPERJ (auxílio à pesquisa APQ1 #210.503/2019).

## **BIOGRAFIA**

Danielle de Oliveira Pião, nascida em 19 de dezembro de 1992, em José Bonifácio – São Paulo. Filha de Marco Antônio Pião e Márcia de Oliveira Pião. Graduada em Zootecnia pela Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), no Campus de Seropédica – RJ (2012-2018) sob a orientação do Professor Doutor Rondineli Pavezzi Barbero. Durante a graduação desenvolveu estágio voluntário no setor de Bovinocultura de Leite da UFRRJ (2015) e participou da Vital Jr., Empresa Júnior de Zootecnia da UFRRJ, atuando como assessora (2015-2016) e diretora de projetos (2017). Em agosto de 2018 ingressou no curso de Mestrado em Zootecnia na UFRRJ, em Seropédica – RJ, sob a orientação do Professor Doutor Rondineli Pavezzi Barbero. Durante o período de 2018 a 2020 participou do grupo de estudos de Bovino de Corte da UFRRJ, Beef Cattle.

## RESUMO

PIÃO, Danielle de Oliveira. **Contaminação da dieta por micotoxina no confinamento de novilhas de corte: consumo, digestibilidade e desempenho**. 2020. 34p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia, Produção Animal). Instituto de Zootecnia, Departamento de Produção Animal, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2020.

Em sistemas intensivos na bovinocultura de corte, silagens, milho, soja e seus coprodutos são amplamente utilizados. Porém, estes alimentos são altamente sujeitos a contaminação por fungos e suas micotoxinas, que podem implicar em desafio imunológico e redução da produtividade animal. O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da contaminação por micotoxina na dieta de novilhas confinadas sobre o consumo, digestibilidade e desempenho. O presente estudo foi desenvolvido no Setor de Reprodução Animal (SFRIA) vinculado ao Instituto de Zootecnia (IZ) da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Foram utilizadas 20 novilhas da raça Nelore (*Bos taurus indicus*) não gestantes, saudáveis, com idade  $\geq 18$  meses e peso corporal (PC) médio inicial de  $330 \pm 30$ kg, distribuídas aleatoriamente em dois tratamentos: 1) controle (sem contaminação), e 2) contaminado com Zearalenona ( $\pm 300$  ppb). A dieta, composta por 70% de volumoso (silagem de milho) e 30% de concentrado (com base na matéria seca) foi fornecida duas vezes ao dia (40%: 7h00m e 60%: 16h00m), com ajuste diário (aumento ou redução) visando 5% de sobras. O consumo individual de matéria seca e digestibilidade foram estimados utilizando marcador externo (Lipe®: 500 mg) e interno (fibra em detergente neutro indigestível). O desempenho foi calculado considerando a diferença entre o peso final e inicial, dividido pelo número de dias (14 dias para adaptação + 84 dias experimentais). O delineamento experimental foi inteiramente ao acaso. Cada animal foi considerado uma unidade experimental (10 por tratamento,  $n=20$ ). Foram testadas pressuposições para a análise de variância (normalidade dos erros, independência dos erros e homogeneidade das variâncias), e então esta foi realizada ( $p < 0,05$ ). Não foram detectadas diferenças no consumo ( $p=0,96$ ) e digestibilidade da matéria seca ( $p=0,62$ ). O desempenho não variou em função da ingestão de Zearalenona ( $p=0,68$ ). A contaminação da dieta com 300 ppb de Zearalenona não influenciou o consumo, digestibilidade e desempenho no confinamento de novilhas da raça Nelore.

**Palavras-chave:** Bovinocultura de corte, Nutrição, Terminação, Zearalenona,

## ABSTRACT

PIÃO, Danielle de Oliveira. **Consumption, digestibility and performance of beef heifers in feedlot receiving mycotoxin contaminated diet.** 2020. 34p. Master Thesis (Master of Science in Animal Science, Animal Production). Instituto de Zootecnia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2020

In intensive beef cattle systems, silage, corn and soy bean and its coproducts are largely used. Although these ingredients are highly subjected to fungi and its mycotoxins contaminations, that may implicate on immunologic challenge and reduce animal production. The main goal of this paper was to evaluate the effect of the mycotoxin contamination on the confined heifer's diet, analyzing intake, digestibility and performance. The present study was developed at Setor de Reprodução Animal (SFRIA) linked to the Instituto de Zootecnia (IZ) of Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ). Twenty non-pregnant, healthy, over 18 months old and initial body weight of  $330\pm 30$ kg Nellore (*Bos taurus indicus*) breed heifers were used, randomly distributed in two treatments: 1) control (no contamination), e 2) Zearalenone contaminated ( $\pm 300$  ppb). The diet was composed by 70% forage (corn silage) and 30% feed (dry matter based) was provided twice a day (40%: 7am, e 60%: 4pm), with daily adjustments (increase or decrease) aiming 5% leftovers. The individual dry matter intake and digestibility were estimated using external marker (Lipe®: 500 mg) and internal marker (neutral detergent fiber indigestible fraction). The performance was calculated considering the difference between final and initial body weight, divided by the number of days (14 adaptation days + 84 experimental days). The experimental design was completely randomized. Each animal was considered one experimental unity (10 per treatment, n=20). Assumptions were tested for the variance analyzes (error normality, independence of errors and homogeneity of variances), then it was performed ( $p < 0.05$ ). Intake differences ( $p = 0.96$ ) and dry matter intake digestibility ( $p = 0.62$ ) were not found. The performance did not vary in function of the Zearalenone ingestion ( $p = 0.68$ ). The diet's contamination with 300 ppb of Zearalenone did not influenced the intake, digestibility and performance of Nellore heifers in feedlot.

**Keywords:** Beef Cattle, Finishing, Nutrition, Zearalenone.

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1.</b> Formulação e composição do concentrado utilizado para novilhas de corte.....	Pag. 09
<b>Tabela 2.</b> Consumo, digestibilidade e parâmetros produtivos na terminação de novilhas de corte.....	Pag. 12

## SUMÁRIO

	<b>Página</b>
<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>11</b>
<b>2 REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>12</b>
2.1 Panorama da Pecuária.....	12
2.2 Terminação em Confinamento .....	12
2.3 Efeito das Micotoxinas sobre o Consumo de Matéria Seca .....	13
2.4 Efeito das Micotoxinas sobre a Digestibilidade .....	13
2.5 Efeito das Micotoxinas sobre o Desempenho.....	13
2.6 Desafios Nutricionais em Confinamentos .....	14
2.7 Micotoxinas em Dietas de Confinamento .....	15
<b>3 MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>18</b>
3.1 Local e Período.....	18
3.2 Animais e Tratamentos.....	18
3.3 Análises Bromatológicas .....	19
3.4 Consumo e Digestibilidade.....	20
3.5 Parâmetros Produtivos.....	22
3.6 Delineamento Experimental e Análises Estatísticas.....	22
<b>4 RESULTADOS .....</b>	<b>23</b>
<b>5 DISCUSSÃO .....</b>	<b>24</b>
<b>6 CONCLUSÃO.....</b>	<b>26</b>
<b>7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>27</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O agronegócio tem grande importância para a economia brasileira, gerando mais de 18 milhões de empregos (CEPEA, 2019), conseqüentemente, a exportação de produtos agrícolas também vem apresentando grande ascensão. Em especial, a pecuária de corte, se mostra como uma das principais atividades do agronegócio, pois atualmente o Brasil é o segundo maior produtor de carne bovina do mundo, com mais de 214 milhões de cabeça de gado, e é responsável por produzir mais de 15% do total de carne bovina em todo o mundo (ABIEC, 2019).

No Brasil, a criação de bovinos é majoritariamente a pasto, sendo assim a intensificação da produtividade nos proporciona maiores e melhores resultados, pois atualmente a produção é maior em áreas menores quando comparada com os anos anteriores (GOMES; FEIJÓ; CHIARI, 2017).

A avaliação de parâmetros produtivos, como por exemplo consumo, digestibilidade e desempenho, é fundamental para um bom desenvolvimento da pecuária de corte, pois é através deles que conseguimos avaliar o rebanho e /ou o animal de forma mais precisa. Através do consumo e do desempenho conseguimos obter maiores ganhos de peso em menor tempo (MERTENS; COLLINS; MOSER, 1994) e com a digestibilidade obtemos um maior nível de aproveitamento nutricional dos alimentos consumidos (BARBOSA et al., 2013).

Nos últimos anos houve um aumento do consumo de carne bovina em todo o mundo (ABIEC, 2019), conseqüentemente, o aumento da produtividade é fundamental para atender tal demanda. Alternativas para a intensificação da produção, como sistemas de confinamento, podem incrementar os índices produtivos (BARBERO et al., 2017). Os principais alimentos utilizados são grãos, silagens e fenos, que podem elevar o ganho de peso (ARAÚJO et al., 2020). Entretanto, animais que recebem estes tipos de alimentos estão sujeitos a maiores riscos de contaminação por fungos e micotoxinas (DIAS, 2018). A contaminação pode ocorrer antes ou depois da colheita, mas durante o período de armazenamento é o momento de maior proliferação (CUSTÓDIO, 2018) e pode gerar perdas econômicas para a pecuária de corte (TRAIL; MAHANTI; LINZ, 1995), reduzindo o desempenho animal, a eficiência reprodutiva, e até a morte em casos mais graves (MALLMANN, 2009).

A Zearalenona (ZEA) é uma lactona produzida pelos fungos do gênero *Fusarium*, muito comum em climas temperados (HAGLER; WINSTON, 2001) e o seu crescimento é influenciado diretamente por fatores ambientais, como por exemplo temperatura e umidade (NEME; MOHAMMED, 2017).

A ingestão de micotoxinas em alimentos contaminados pode causar problemas de saúde tanto em humanos quanto em animais. A micotoxicose pode apresentar efeitos agudos ou crônicos, variando entre espécies contaminadas e do grau e intoxicação (ASLAM et al., 2016). Há diversos relatos na literatura sobre os principais efeitos negativos da ZEA em animais de produção, especialmente relacionados aos aspectos reprodutivos em animais não ruminantes, como os suínos (ZAIN, 2010). É possível que fêmeas bovinas alimentadas com dietas contaminadas apresentem alterações metabólicas, o que pode comprometer o consumo, digestibilidade e, conseqüentemente, o desempenho.

A hipótese do presente estudo foi que a ingestão de dieta contaminada com 300 ppb de ZEA por novilhas de corte confinadas na fase de terminação resulte em alteração no consumo, digestibilidade e desempenho. Portanto, o objetivo deste estudo foi avaliar a ingestão de dieta contaminada com 300 ppb de ZEA, por novilhas de corte confinadas na fase de terminação, e possíveis impactos sobre o consumo, digestibilidade e desempenho.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Panorama da Pecuária

Na atualidade o Brasil tem o maior rebanho comercial de bovinos do mundo, com mais de 214 milhões de cabeça de gado, sendo assim a pecuária é uma atividade muito importante no Brasil, pois hoje somos o segundo maior produtor de carne bovina do mundo, produzindo aproximadamente 15% do total mundial, ficando atrás apenas dos Estados Unidos (ABIEC, 2019).

A pecuária brasileira vem se desenvolvendo muito nos últimos anos, devido a intensificação de produtividade por área, ou seja houve uma maior eficiência na produção em áreas iguais ou menores quando comparado aos anos anteriores (GOMES; FEIJÓ; CHIARI, 2017).

Estudos realizados em 2018 pela ABIEC (2019) mostraram que a pecuária de corte movimentou aproximadamente R\$ 597 bilhões, apresentando um aumento de 8,3% no Produto Interno Bruto (PIB) da pecuária brasileira comparado com o ano anterior. Tal aumento se deu pelo crescimento de número de abates no ano e também pelo volume de carne produzida, que chegou ao total de 10,96 milhões de toneladas equivalentes de carcaça (TEC), cerca de 12% superior ao ano de 2017.

A pecuária de corte é subdividida em três etapas, sendo elas: I) cria; II) recria e III) terminação. A primeira fase inicia-se no manejo reprodutivo e termina no desmame do bezerro, quando iniciamos a segunda fase que termina na puberdade e então inicia-se a terceira e última etapa que se encerra no momento do abate. No Brasil as duas primeiras etapas são realizadas majoritariamente em pastagens, devido ao menor custo de produção (BARCELLOS et al., 2005).

### 2.2 Terminação em Confinamento

A terminação também é conhecida por “engorda” pois nessa etapa o animal atinge a maturidade fisiológica, quando o crescimento corporal (estrutura) diminui e aumenta a deposição de tecido adiposo, com maior demanda nutricional, sobretudo, de energia dietética.

Com o aumento no consumo de carne bovina em todo o mundo (ABIEC, 2019), a intensificação do sistema produtivo é fundamental para alcançar tamanha demanda mundial. A sazonalidade apresenta grandes impactos à pecuária de corte no Brasil, pois bovinos criados a pasto durante o período de chuva (primavera/verão) apresentam ganho médio diário de 450 g, entretanto no período de seca (outono/inverno) o ganho médio diário é de 200 g (EMBRAPA, 1996), pois durante esse período a forrageira apresenta deficiência no desenvolvimento (BARBERO et al., 2017).

No confinamento, há o fornecimento integral da alimentação dos bovinos presentes em tal sistema. Os alimentos fornecidos podem ser volumosos, que geralmente são: silagens capim verde picado, feno e resíduos agrícolas ou industriais; ou concentrados, que são constituídos de alimentos com elevados teores energéticos e proteicos e possuem menos de 18% de fibra na sua constituição, os mais utilizados são milho, sorgo e farelos de algodão e soja (EMBRAPA, 1996). As principais vantagens da utilização de confinamento são: aumento da produtividade em menor tempo e área, padronização das carcaças produzidas, baixa mortalidade, maior produtividade em períodos de seca e, conseqüentemente, melhores cotações da arroba de carcaça além de diminuir o período de engorda dos animais, quando comparado com sistema de produção exclusivo em pastagens. As desvantagens do sistema são aumento do custo de produção com mão-de-obra especializada, com os insumos necessários para o sistema e também com instalações adequadas (CRUZ, 1997; MOTA et al., 2017).

### **2.3 Efeito das Micotoxinas sobre o Consumo de Matéria Seca**

O consumo de matéria seca é um dos pontos primordiais na produtividade em pecuária de corte, pois é através dele que podemos obter maiores ganhos de peso em menores intervalos de tempo. Diversos fatores podem influenciar o consumo animal, dentre eles os principais são: o animal, o alimento e as condições da alimentação. A variação do animal encontra-se no seu peso vivo e no estado fisiológico (LADEIRA; VALADAES FILHO; SILVA, 1999), o alimento pode limitar o consumo de acordo com a sua composição, pois pode apresentar baixa ou alta taxa de digestão (THIAGO; GILL, 1990).

Outro fator importante que pode influenciar no consumo de matéria seca é a presença de fungos e micotoxinas nos alimentos (DIAS, 2018). A micotoxicose pode causar diversos efeitos adversos na saúde e produção animal causados principalmente pela diminuição do consumo voluntário de matéria seca e, conseqüentemente, distúrbios digestivos (WHITLOW; HAGLER; DIAZ, 2010). O consumo prolongado de dietas contaminadas com micotoxinas pode causar intoxicação aguda ou crônica em bovinos e as conseqüências diretas da intoxicação causam redução do consumo de matéria seca, baixa conversão alimentar, redução no ganho de peso, ocorrência de doenças, problemas reprodutivos e perdas econômicas (VEDOVATTO et al., 2020).

### **2.4 Efeito das Micotoxinas sobre a Digestibilidade**

A digestibilidade é um parâmetro muito importante na pecuária de corte, visto que, é ela quem determina o nível de aproveitamento nutricional das partículas ingeridas pelos animais (BARBOSA et al., 2013). A determinação da digestibilidade pode ser realizada pelo método de coleta total de fezes, sendo que este método possui a desvantagem de ser laborioso, e também por métodos alternativos, que podem apresentar um manejo mais simplificado pelo utilização de marcadores internos e/ou externos (SILVA, 1990).

Marcadores internos de digestibilidade são substâncias indigeríveis presentes nos alimentos consumidos pelos animais, por exemplo: parede celular, fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) (BERCHIELLI et al., 2005). Os marcadores externos de digestibilidade são substâncias fornecidas em quantidades conhecidas aos animais e também são indigeríveis, elas não alteram as rotas metabólicas dos ruminante, exemplos de marcadores externos são: óxido de cromo ( $Cr_2O_3$ ), dióxido de titânio ( $TiO_2$ ) e Liginina isolada, purificada e enriquecida (LIPE®) (FERREIRA et al., 2009).

Algumas micotoxinas presentes em alimentos destinados a animais, como por exemplo a Patulina, produzidas pelos fungos *Penicillium*, podem reduzir a fermentação ruminal e, com isso, compromete a digestibilidade em decorrência da diminuição dos microrganismos ruminais (DIAS, 2018).

Riccio et al. (2014) realizaram uma estudo sobre o efeito das micotoxinas na dieta de bovinos de corte, onde relataram que o consumo de ZEA diminui a digestibilidade de fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA), dessa maneira podemos evidenciar o efeito antibacteriano sobre as bactérias celulolíticas no rúmen. A mesma revisão mostrou que os efeitos de diferentes micotoxinas podem ser muito distintos, influenciando ou não a digestibilidade de bovinos.

Um estudo avaliou o efeito da presença de micotoxina em células epiteliais humanas, e a resposta foi o efeito negativo na absorção dos nutrientes ingeridos (MARESCA et al., 2002), mostrando que quando o alimento é contaminado por micotoxinas há um comprometimento da sua digestibilidade.

### **2.5 Efeito das Micotoxinas sobre o Desempenho**

O desempenho é determinado pelo ganho de peso por unidade de tempo. Quanto maior o ganho de peso, menor o tempo necessário para que um determinado animal alcance o peso de

abate. Segundo Mertens; Collins; Moser, (1994), o desempenho animal é influenciado diretamente pelo consumo de matéria seca, logo é de suma importância ressaltar que tal ingestão depende da categoria e estado fisiológico do animal avaliado, alimento fornecido, condições alimentares e também as condições climáticas (MERTENS, 1992). Fatores ambientais também influenciam no desempenho produtivo e reprodutivo do gado. Estudos realizados, avaliando os efeitos do estresse térmico em gado de leite, indicaram que o estresse térmico causa diminuição da produção de leite nos animais (HERBUT, 2015) e o desempenho reprodutivo de bovinos também é comprometido (POLSKY, 2017).

Animais que consomem alimentos contaminados por micotoxina podem apresentar problemas de micotoxicose, intoxicação que pode comprometer o seu desempenho produtivo (MALLMANN, 2009). Embora o rúmen possa degradar as micotoxinas consumidas, muitas micotoxinas têm efeito antimicrobiano, inativando os microrganismos ruminantes. Assim sendo, podem prejudicar a fermentação ruminal, causando o comprometimento do desempenho produtivo e reprodutivo, que pode causar diversas perdas econômicas (VEDOVATTO et al., 2020).

Algumas micotoxinas apresentam maiores efeitos negativos em ruminantes, por exemplo, os fungos *Neothyphodium* spp. e *Claviceps* spp. produzem diversos alcaloides e o principal é o Ergot, que estão presentes em forrageiras e afetam negativamente o metabolismo ruminal. Estudos realizados por Spiers et al. (2005) avaliaram o efeito da toxicidade dessa micotoxina em ratos, pois as respostas são semelhantes às observadas em bovinos, e os resultados observados foram alterações comportamentais, redução no consumo e no desempenho dos animais avaliados.

O consumo de ZEA pode causar comprometimento do desempenho produtivo dos animais; os principais efeitos causados pelo consumo da micotoxina estudada são diminuição do desempenho produtivo e reprodutivo (D'MELLO, 1999). Entretanto, estudos realizados por Winkler et al., (2014), com vacas leiteiras alimentadas com dieta contaminada com 0,5 mg/kg de ZEA não apresentaram efeitos negativos, consideráveis, no desempenho dos bovinos.

## **2.6 Desafios Nutricionais em Confinamentos**

A qualidade da dieta é influenciada tanto pelos componentes químicos quanto pela organização deles nos alimentos, tais componentes podem afetar o consumo voluntário e também o valor nutritivo do alimento (MEDEIROS; GOMES; BUNGENSTAB, 2015) afetando diretamente o desempenho produtivo do animal.

O consumo voluntário, que é determinado pela quantidade de alimento ingerido por um animal em um determinado período de tempo que ele tem livre acesso ao alimento, é expresso pela unidade de kg de matéria seca/animal/dia ou através de porcentagem de seu peso vivo (NASCIMENTO; FARJALLA; NASCIMENTO, 2009). A produção animal é estipulada pela junção de três fatores, são eles: consumo de matéria seca (CMS), valor nutritivo da dieta e resposta animal. O CMS é o fator de maior relevância para a produção animal, visto que ele determina a quantidade necessária de nutrientes ingeridos para suprir as exigências nutricionais do animal e também pode afetar o desempenho animal (SOUSA; MOREIRA, 2017) que é expresso em grama/animal/dia.

A digestibilidade de determinado alimento representa a capacidade que o animal possui em utilizar seus nutrientes em proporções maiores ou menores, sendo uma particularidade do alimento e não do animal, ela pode alterar em função do alimento, das condições de armazenamento e também do animal (BARBOSA et al., 2013). A estimativa da digestibilidade é um parâmetro de extrema importância para determinar o valor nutritivo do alimento consumido pelos animais, porém tem apresentado grandes desafios aos pesquisadores, pois se realizada pelo método tradicional, através da coleta total de fezes, requer um manejo exigente tanto da ingestão quanto da excreção do animal (BERCHIELLI; DE ANDRADE; FURLAN,

2000). O desenvolvimento de métodos alternativos nomeados de métodos indiretos dos indicadores ou marcadores (SILVA, 1990) apresentou metodologias mais simplificadas para coleta total de fezes para a estimativa da digestibilidade.

Portanto, o cálculo da digestibilidade pode ser realizado através de marcadores (internos e externos) que nos permitem alcançar dados como: quantidade total de alimentos ou de nutrientes específicos, taxa de passagem e digestibilidade do alimento e/ou nutrientes específicos (FERREIRA et al., 2009).

Os marcadores internos são componentes indigeríveis presentes no alimento, por exemplo: parede celular, fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) (BERCHIELLI et al., 2005). E os marcadores externos são substâncias fornecidas em quantidades conhecidas, por exemplo: óxido de cromo ( $\text{Cr}_2\text{O}_3$ ), dióxido de titânio ( $\text{TiO}_2$ ) e lignina isolada, purificada e enriquecida (LIPE®) (FERREIRA et al., 2009).

O desempenho produtivo animal é a produtividade de cada animal ao longo de determinado período de tempo, através dele o pecuarista tem maior controle zootécnico e financeiro do seu rebanho, pois o seu principal indicador é o ganho de peso vivo diário (g/dia) ou anual (kg/ano), tal parâmetro tem relação direta com a idade de abate e, conseqüentemente, com a rentabilidade do sistema (ANDRADE et al., 2005).

## 2.7 Micotoxinas em Dietas de Confinamento

Com o aumento da população mundial, logo aumento da demanda de alimentos, em especial a carne bovina, os pecuaristas devem buscar alternativas visando uma produtividade mais eficiente em menores áreas. Uma alternativa, para isso, é o fornecimento de suplementos alimentares, como por exemplo feno, silagens e concentrados. Entretanto tais alimentos podem estar contaminados por micotoxinas, que são metabólicos tóxicos produzidos por fungos (CRUZ, 2012), que causam sérios danos à saúde dos animais.

Alimentos naturais, geralmente estão sujeitos a contaminação, e pode ser agravada por fatores ambientais, tais como temperatura e umidade (BINDER et al., 2007). A contaminação está diretamente relacionada tanto com as práticas de pré-colheita quanto com as de pós-colheita, sendo assim a utilização de boas condutas de plantio, colheita e armazenamento podem diminuir a contaminação dos alimentos por micotoxinas (CUSTÓDIO, 2018).

Segundo estudos realizados por Trail; Mahanti; Linz (1995), a utilização de grãos contaminados com micotoxinas geram grandes perdas econômicas na pecuária de corte. Tais perdas dependem diretamente do tempo de exposição e da quantidade ingerida e podem gerar diversos distúrbios, desde problemas de desempenho até aos reprodutivos (MALLMANN et al., 2009), podendo causar até a morte no animal. Estudos de Whitlow e Hagler (2004) relataram que vacas leiteiras que consumiram 120 ppb de micotoxinas apresentaram menor produção e comprometimento da eficiência reprodutiva.

Há diversos tipos de micotoxinas que causam prejuízos à produção animal, dentre eles os principais são os produzidos pelos fungos *Aspergillus ssp.*, *Penicillium ssp.*, e os *Fusarium ssp.* (CUSTÓDIO, 2018). As principais micotoxinas são: aflotoxinas, ocratoxinas, fumonisinas, ZEA e as tricotecenos. As aflotoxinas são produzidas pelos fungos *Aspergillus* geralmente em climas quentes e causam maiores efeitos prejudiciais à saúde do animal (BATTACONE et al., 2012). As micotoxinas ocratoxinas são produzidas por dois tipos de fungos: os *Aspergillus*, predominante em regiões quentes, e os *Penicillium*, predominantes em regiões frias (FUTAGAMI et al., 2011) e acometem principalmente animais não-ruminantes. As fumonisinas são produzidas por fungos *Fusarium* e apresentam maiores danos em animais não-ruminantes. Os tricotecenos também são produzidos pelos fungos *Fusarium* e é considerada a micotoxina mais comum em silagens e em outras forrageiras (STORM et al., 2008) e também é uma micotoxina mais agravante em não-ruminantes.

A ZEA é uma lactona produzida pelos fungos do gênero *Fusarium graminearum* e é muito comum em climas temperados (HAGLER; WINSTON, 2001), e segundo Gupta (2007), “normalmente, essa toxina é encontrada em baixas concentrações no campo, mas aumenta sob condições de armazenamento de alta umidade (30 a 40%)” (apud CUSTÓDIO, 2018). Sendo assim, estudos mostram que fatores ambientais, como por exemplo umidade e temperatura têm grande influência no desenvolvimento de micotoxinas em alimentos (NEME; MOHAMMED, 2017).

Os efeitos são maiores em monogástricos, onde há maior e mais rápida absorção e distribuição da micotoxina para o sistema reprodutor (KUIPER-GOODMAN; SCOTT; WATANABE, 1987). Há mais estudos da ZEA nesses animais, pois eles são mais vulneráveis ao seu efeito quando comparados com ruminantes (KONG et al., 2016), que possuem microrganismos ruminais capazes de inibir seus agentes tóxicos (UPADHAYA; PARK; HA, 2010). Estudos mostram que a ZEA causa alterações no sistema reprodutor de animais domésticos e em animais de laboratório. Em porcas e ovelhas houve a diminuição de fertilidade, aumento da absorção embrionária, redução no tamanho da ninhada e distúrbios endócrinos (GAJECKI, 2002).

A realização de estudos comparativos entre a ZEA e a desoxinivalenol (DON) em fêmeas suínas, concluiu que a ZEA causa efeitos mais intensos no sistema reprodutor dos animais, pois ela apresenta atividade estrogênica, já a DON afeta o sistema reprodutor de forma indireta, por diminuir o consumo de alimentos e, como consequência, compromete a função de diversos órgãos (TIEMANN; DÄNICKE, 2007). Estudos com ZEA em camundongos mostraram que as diferentes dosagens da micotoxina estudadas apresentaram aberrações cromossômicas; e a utilização da Vitamina E impediu o aparecimento de tal anomalia (OUANES et al., 2005). Estudos em humanos, mostraram que a ZEA induz o crescimento de tumores semelhantes à dos estrógenos e também pode causar a proliferação de carcinogênese, o processo de formação do câncer, em tecidos dependes de estrogênio (TOMASZEWSKI et al., 1998).

Em ruminantes, aproximadamente 90% da ZEA ingerida é convertida em  $\alpha$ -zearalenol e  $\beta$ -zearalenol pelos microrganismos presentes no rúmen (KIESSLING et al., 1984). A  $\alpha$ -zearalenol pode ser convertida em zearanol, que atua como fator de crescimento e é menos absorvido causando menos danos. Quando absorvido é convertido em  $\beta$ -zearalenol no fígado e tem ação tóxica às células endometriais, entretanto a sua ligação com os receptores de estrogênio é menor (BOTTALICO et al., 1985). Contudo, nem todas as micotoxinas são inativadas no rúmen, além disso, alguns microrganismos ruminais sofrem efeitos severos da ação antibiótica das micotoxinas (FINK-GREMMELS, 2008).

Estudo realizado por Trés et al. (2011) mostrou que a ingestão crônica de alimentos contaminados com ZEA pode causar diversos distúrbios reprodutivos em novilhas, como por exemplo: cistos foliculares, repetição de cio e também diminuição da taxa de concepção, gerando elevada perda econômica ao rebanho.

É importante ressaltar que os efeitos das micotoxinas são aditivos e sinérgicos tanto na saúde animal quanto na humana (ALASSANE-KPEMBI et al., 2013), sendo assim torna-se muito importante o estudo de diversos tipos de micotoxinas e seus efeitos em conjunto (VANHOUTTE; AUDENAERT; DE GELDER, 2016).

Até 2003, aproximadamente 100 países apresentavam legislação de regulamentação de limites máximos de micotoxinas em alimentos e rações (EMBRAPA, 2007), entretanto no Brasil não há uma regulamentação específica para contaminação de ZEA em rações.

A prevenção de micotoxinas é realizada através de bom gerenciamento e boas práticas de manejos de plantio, colheita e armazenamento dos alimentos que apresentam maiores riscos de contaminação. Porém, como a maioria dos alimentos atualmente são comprados e já estão contaminados, uma boa alternativa é a utilização adsorventes, que são substâncias que impedem

o desenvolvimento das micotoxinas. Adsorventes bons podem apresentar uma ampla atuação em diferentes quantidades de micotoxinas e não apresentar reação nenhuma com outras substâncias (MALLMANN, 2006).

Adsorventes são divididos em dois grandes grupos: os de origem orgânica, e os de origem inorgânica. Exemplos do grupo orgânico são: casca de aveia, farelo de trigo, fibra de alfafa e parede celular de levedura dentre outros. Já exemplos do grupo inorgânico são: carbono, zeólitos e argilas, dentre outros (CUSTÓDIO, 2018).

Sendo assim, micotoxinas podem causar prejuízos produtivos e conseqüentemente econômicos na pecuária de corte, e a aplicação de medidas preventivas, como boas práticas com os alimentos destinados aos animais e o uso adequado de adsorventes podem proporcionar resultados satisfatórios por não comprometer o desempenho dos animais (OGUNADE et al., 2018).

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo foi aprovado pela comissão de ética no uso de animais (CEUA) do Instituto de Zootecnia da UFRRJ com número de processo 0028-10-2018 (ANEXO).

#### 3.1 Local e Período

Este experimento foi desenvolvido no Setor de Reprodução Animal (SFRIA) vinculado ao Instituto de Zootecnia (IZ) da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, com duração de 12 semanas para análises de campo durante a estação seca do ano de 2019.

#### 3.2 Animais e Tratamentos

Foram utilizadas 20 novilhas da raça Nelore (*Bos taurus indicus*) não gestantes, saudáveis, com idade  $\geq 18$  meses e peso corporal (PC) médio inicial em torno de 350 kg (Figura 1). Foi fornecida dieta composta de 70% de volumoso e 30% de concentrado com base na matéria seca (MS), para avaliação de dois tratamentos: 1) controle (sem contaminação), e 2) contaminado com ZEA. A contaminação era realizada via concentrado: 15g. de produto contaminado com ZEA (2,56g. de ZEA/16,6kg), equivalente a  $\pm 300$  ppb de ZEA/novilha/dia, consideravelmente inferior a dose letal para bovinos (CHANG et al., 2017).

Diariamente, as sobras foram pesadas às 6h00m para estimativa do consumo e ajuste do fornecimento, visando sobras diárias de 5% do fornecido, com aumento ou redução (10%) conforme necessidade. Os 14 dias iniciais foram considerados como período de adaptação, seguidos por 84 dias de avaliações (total=98 dias). A ZEA foi obtida em estabelecimento autorizado e a contaminação foi feita via concentrado (Figura 2). O concentrado foi formulado conforme requerimentos para ganho de 1,0 kg/dia (VALADARES FILHO et al., 2016), apresentado na Tabela 1, e o volumoso utilizado foi silagem de milho. Foi realizada análise laboratorial em amostras de volumoso e concentrado para identificação de possíveis contaminações por micotoxinas e não foram identificadas em nenhum tipo de micotoxina presente na dieta fornecida aos animais.



**Figura 1.** Novilhas de corte confinadas, recebendo alimentação contaminada com Zearalenona.



**Figura 2.** Preparo do concentrado contaminado com Zearalenona ( $\pm 300$  ppb) e fornecimento aos animais em confinamento.

### 3.3 Análises Bromatológicas

As análises químicas dos alimentos foram realizadas no laboratório de nutrição animal (IZ, UFRRJ). As concentrações de matéria seca (MS: AOAC 934.01), matéria orgânica (MO: AOAC 942.05), extrato etéreo (EE: AOAC 920.29) e proteína bruta (PB: AOAC 954.01) foram estimados conforme AOAC (1990). Fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) foram estimadas conforme (MERTENS et al., 2002).

**Tabela 1.** Ingredientes e composição química da dieta utilizada para novilhas de corte.

Itens	g/kg	
	Concentrado	Dieta total
<i>Ingredientes</i>		
a. Volumoso (silagem de milho)	-	700
b. Concentrado		300
b.1. Farelo de glúten	200	-
b.2. Fubá de milho	550	-
b.3. Farelo de soja	200	-
b.4. Ureia pecuária	10	-
b.5. Núcleo mineral	40	-
<i>Composição química</i>		
Matéria seca	940	506
Nutrientes digestíveis totais	780	675
Proteína bruta	220	115
Extrato etéreo	35	30
Fibra em detergente neutro	160	426

Dados com base na matéria seca (exceto a própria matéria seca, com base na matéria natural).

### 3.4 Consumo e Digestibilidade

O consumo médio diário de MS do lote foi estimado pela diferença entre o fornecido (dia anterior) e as sobras (dia seguinte) para ajuste de fornecimento. Para estimativa da excreção fecal, digestibilidade e consumo individual, foram utilizados marcadores: 1) externo (Lipe®: 500 mg; Figura 3), e 2) interno (FDN indigestível). O marcador externo (cápsula) foi aplicado utilizando sonda, durante sete dias consecutivos na sétima semana experimental (metade do período). No sexto, sétimo e oitavo dia foram realizadas coletas de fezes e de sobras.

A FDN indigestível foi obtida após incubação ruminal por 240 horas das amostras (CASALI et al., 2008) (Figura 4), em bovinos, machos, canulados no rúmen, em pastagens com água, sombra e recebendo mistura mineral *ad-libitum* (Figura 5) (alojados na Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista – UNESP, aprovado pela comissão de ética no uso de animais da respectiva instituição: 022368/12), para posterior análises laboratoriais. Foram utilizadas as equações:

$$\text{Digestibilidade (\%)} = 100 - \left[ 100 \times \left( \frac{\text{marcador interno no alimento (\%)}}{\text{marcador interno nas fezes (\%)}} \right) \right] \quad [1]$$

$$\text{Excreção fecal (kg/dia)} = \frac{\text{marcador externo ingerido (g/dia)}}{\text{marcador externo nas fezes (g/kg)}} \quad [2]$$

$$\text{Consumo (kg/dia)} = \frac{\text{excreção fecal (kg/dia)} \times 100}{100 - \text{digestibilidade (\%)}} \quad [3]$$



**Figura 3.** Marcador externo Lipe® para estimativa da excreção fecal em bovinos.



**Figura 4.** Saquinho de TNT com 1,0 g de amostra de fezes para estimativa da FDN indigestível.



**Figura 5.** Incubação ruminal das amostras de fezes para estimativa de FDN indigestível em bovinos com fístula ruminal.

### 3.5 Parâmetros Produtivos

Os animais foram pesados no início e final do período experimental (sem jejum). Foi utilizada a equação:

$$\text{Ganho de peso (kg/dia)} = \frac{\text{peso final (kg)} - \text{peso inicial (kg)}}{\text{período (dias)}} \quad [4]$$

Ao final do período experimental, as novilhas foram transportadas até frigorífico comercial no município de Barra Mansa – Rio de Janeiro, onde foram abatidas seguindo fluxo do estabelecimento. Ao abate, as carcaças foram identificadas e calculado o rendimento de carcaça:

$$\text{Rendimento de carcaça (\%)} = \frac{\text{peso da carcaça quente (kg)}}{\text{peso corporal vivo (kg)}} \times 100 \quad [5]$$

### 3.6 Delineamento Experimental e Análises Estatísticas

Foi adotado delineamento inteiramente ao acaso. O  $n$  amostral necessário foi  $\geq 11$ , obtido pela equação 6:

$$n = [(1,65 \times 0,10) / 0,05]^2 \quad [6]$$

Onde: 1,65=valor crítico (tabelado); 0,10=desvio padrão esperado, e 0,05=margem.

Cada animal foi considerado uma unidade experimental (10 por tratamento,  $n=20$ ). Foram testadas pressuposições para a análise de variância (normalidade dos erros, independência dos erros e homogeneidade das variâncias), e então esta foi realizada conforme modelo [7], adotando probabilidade de 0,05 ( $p < 0,05$ ). Foi utilizado o programa de análises estatísticas “R”, versão “RStudio” (2018).

$$Y_{ij} = \mu + TR_i + \epsilon_{ij} \quad [7]$$

Onde:  $Y_{ij}$  = variável dependente;  $\mu$  = efeito geral da média;  $TR_i$  = efeito do tratamento “i”, “j” = repetição, e  $\epsilon_{ij}$  = erro aleatório.

## 4 RESULTADOS

Não foi detectada diferença entre o consumo de matéria seca ( $p=0,9601$ ) e FDN ( $p=0,9947$ ) por novilhas recebendo a dieta controle ou contaminada com ZEA (Tabela 2). Também não foram detectadas diferenças na digestibilidade da matéria seca ( $p=0,6164$ ) e da FDN ( $p=0,6192$ ) em função da contaminação da dieta de confinamento por ZEA. O peso final ( $p=0,8340$ ), o ganho de peso diário ( $p=0,6796$ ) e o rendimento de carcaça ( $p=0,1698$ ) não apresentaram diferenças em função da contaminação da dieta de novilhas em confinamento com ZEA. Não houve interação entre o tempo de confinamento e contaminação da dieta com ZEA sobre o peso corporal das novilhas de corte na fase de terminação ( $p=0,4515$ ). Foi observado comportamento quadrático ( $p=0,0244$ ) para a variável peso corporal em função do tempo de terminação em confinamento (Figura 6).

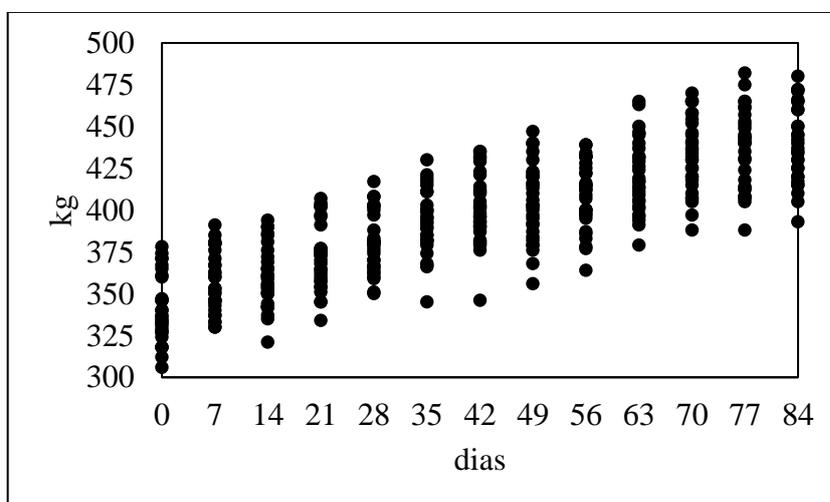
**Tabela 2.** Consumo, digestibilidade e parâmetros produtivos na terminação de novilhas de corte em confinamento recebendo dieta contaminada com Zearalenona.

Item	Tratamento		EPM	p-valor
	Controle <sup>1</sup>	Zea <sup>2</sup>		
<i>Consumo</i>				
Matéria seca (% peso corporal)	2,46	2,68	0,19	0,9601
Fibra em detergente neutro (% peso corporal)	1,18	1,28	0,09	0,9947
<i>Digestibilidade aparente</i>				
Matéria seca (%)	70,77	70,97	1,82	0,6164
Fibra em detergente neutro (%)	65,54	65,50	0,36	0,6192
<i>Parâmetros produtivos</i>				
Peso final (kg)	443	441	4,52	0,8340
Ganho de peso (kg/dia)	1,15	1,11	0,07	0,6796
Rendimento de carcaça (%)	51,40	51,30	0,0	0,1698

Erro padrão da média (EPM).

1 Controle: silagem de milho + concentrado (10 novilhas).

2 Silagem de milho + concentrado contaminado com Zearalenona: 15 g. de produto contaminado com Zearalenona (2,56 g. de Zea/16,6 kg), equivalente a  $\pm 300$  ppb Zea/novilha/dia (10 novilhas).



**Figura 6.** Peso corporal (kg) de novilhas de corte (*B. t. indicus*) em função do tempo (dias) em confinamento durante a terminação.

## 5 DISCUSSÃO

Segundo Wesley et al. (2012), bovinos que consomem maior quantidade de nutrientes, apresentam melhor desempenho produtivo. O consumo de matéria seca é regulado principalmente pela disponibilidade (BARBERO et al., 2020), valor nutritivo do alimento (BRÂNCIO et al., 2003), ou ainda, por fatores antinutricionais como a presença de micotoxinas (CUSTÓDIO, 2018). Animais mais seletivos, como por exemplo aves e ovinos, apresentam queda no consumo quando o alimento está contaminado por micotoxinas. Porém, Dias (2018), não reportou alterações no consumo por bovinos submetidos a alimentação contaminada por micotoxinas, atribuindo que estes animais são menos seletivos e possivelmente consomem alimentos contaminados regularmente, pois, aproximadamente 25% dos grãos colhidos no mundo estão contaminados por algum tipo de micotoxina (WHITLOW & HAGLER, 2004). Raymond et al. (2003) estudaram o efeito de grãos contaminados com *Fusarium* sobre o consumo em equinos, e observaram que os animais que foram submetidos às dietas contaminadas apresentaram uma redução no consumo total de ração. Ainda, estudo evidenciando diversos prejuízos causados pela exposição crônica de micotoxinas a bovinos, mostrou que está pode gerar diminuição de apetite e, conseqüentemente, queda da eficiência alimentar e da produção de leite (MALLMANN, 2009).

Estudo realizado por Chang et al. (2017) apresentou uma grande variação de níveis de contaminação com ZEA em diferentes tipos de rações, tanto para bovinos quanto para aves e suínos, com contaminação média de 70 ppb. O mesmo estudo identificou casos de contaminação em rações de bovinos de corte na ordem de 510 ppb. Os autores atribuíram a não observação de efeitos negativos à maior resistência dos ruminantes aos efeitos das micotoxinas, diferente de aves e suínos. Muitos são os relatos sobre os impactos negativos da presença de micotoxinas na dieta de animais não ruminantes (BÜNZEN; HAESE, 2006; DILKIN, 2011; SANTURIO, 2000; TOLA; KEBEDE, 2016).

Segundo Fink-Gremmels (2008), o ambiente ruminal pode ser responsável pela inativação de grande parte das micotoxinas ingeridas. Após ser ingerida, grande parte da ZEA sofre os efeitos dos protozoários ruminais e é convertida em  $\alpha$ -zearalenol que possui maior efeito estrogênico quando comparado com a forma original. Entretanto, a  $\alpha$ -zearalenol apresenta menor taxa de absorção causando menores efeitos adversos, quando tal substância é absorvida ela é convertida em  $\beta$ -zearalenol no fígado (KIESSLING et al., 1984). Embora o  $\beta$ -zearalenol apresente maior toxicidade às células do endométrio, sua afinidade pelos receptores de estrogênio é menor (BOTTALICO et al., 1985). Por esta razão, aparentemente os ruminantes são menos susceptíveis aos efeitos negativos das micotoxinas quando ingerem dietas contaminadas. No presente estudo, não foram detectados efeitos significativos da inclusão de ZEA na dieta de novilhas sobre consumo e digestibilidade, possivelmente, pela contaminação abaixo do necessário para resultar em efeitos negativos nos bovinos e também pelo fato dos ruminantes serem mais resistentes aos efeitos adversos das micotoxinas.

A ingestão de alimentos contaminados por micotoxinas pode resultar no desenvolvimento de micotoxicose, uma doença que compromete a saúde, tanto de humanos quanto de animais. Tal doença tem diversos efeitos agudos e crônicos, pois depende da espécie e da suscetibilidade do animal dentro de uma determinada espécie. Grandes impactos econômicos são gerados pela ingestão de micotoxinas (ASLAM et al., 2016), a produtividade animal é comprometida, pois há uma redução no desempenho, aumento dos custos de produção, aumento do descarte de alimentos e mortalidade de animais (ZAIN, 2010). Os monogástricos são mais afetados pelos impactos das micotoxinas, pois são menos resistentes aos seus efeitos

adversos, quando comparados aos ruminantes, devido a microbiota ruminal que degrada as micotoxinas ingeridas.

Estudo desenvolvido por Custódio et al. (2019) aponta que raramente uma micotoxina específica é encontrada isoladamente em alimentos fornecidos aos animais, e sim, interações entre diversos tipos. É possível que o efeito combinado entre duas ou mais micotoxinas comprometam de forma mais significativa a saúde do animal, gerando impacto negativo nos índices produtivos. É válido lembrar que, no presente estudo, foi avaliado o efeito de uma única micotoxina, incluída de forma isolada na dieta de confinamento, pois foram realizadas amostras no volumoso e no concentrado fornecidos e não houve a presença de nenhum tipo de micotoxina nas amostras. Ainda segundo os mesmos autores, que avaliaram trinta confinamentos utilizando diferentes alimentos, embora recorrente a observação de contaminação por diversas micotoxinas nas mais variadas concentrações de contaminação (10 a >2000 ppb), as micotoxinas não apresentaram relação direta com redução no desempenho animal. Possivelmente tal fato é decorrente da degradação das micotoxinas no rúmen, como previamente abordado. Apesar da contaminação com ZEA na dieta, as novilhas avaliadas no presente estudo apresentaram elevado ganho de peso, em torno de 1 kg/dia, compatível com os requerimentos nutricionais considerados na formulação da dieta, e consumo de nutrientes (VALADARES FILHO et al., 2016). Este fato permite inferir que se tratavam de animais saudáveis, o que também pode ter limitado possíveis impactos negativos causados pela contaminação da dieta por micotoxina.

## **6 CONCLUSÃO**

A hipótese experimental foi rejeitada. A contaminação isolada por ZEA na faixa de 300 ppb para novilhas de corte saudáveis durante a fase de terminação em confinamento não resultou em efeitos negativos sobre o consumo, digestibilidade e desempenho.

## 7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABIEC. BeefREPORT - Perfil da pecuária no Brasil. **ABIEC**, p. 49, 2019.
- ALASSANE-KPEMBI, I. et al. New insights into mycotoxin mixtures: The toxicity of low doses of Type B trichothecenes on intestinal epithelial cells is synergistic. **Toxicology and Applied Pharmacology**, v. 272, n. 1, p. 191–198, 2013.
- ANDRADE, C. M. S. et al. Padrões de Desempenho e Produtividade Animal para a Recria-Engorda de Bovinos de Corte no Acre. **Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa: Rio Branco - Acre**, 2005.
- AOAC. AOAC: Official Methods of Analysis. In: **Association of Official Agricultural Chemists**. Arlington: [s.n.]. v. 1p. 672.
- ARAÚJO, J. A. S. et al. Harvest period and baking industry residue inclusion on production efficiency and chemical composition of tropical grass silage. **Journal of Cleaner Production**, v. 266, p. 3–5, 2020.
- ASLAM, N. et al. Higher levels of aflatoxin M1 contamination and poorer composition of milk supplied by informal milk marketing chains in Pakistan. **Toxins**, v. 8, n. 347, p. 1–12, 2016.
- BARBERO, R. P. et al. Influence of post-weaning management system during the finishing phase on grasslands or feedlot on aiming to improvement of the beef cattle production. **Agricultural Systems**, v. 153, p. 23–31, 2017.
- BARBERO, R. P. et al. Supplementation level increasing dry matter intake of beef cattle grazing low herbage height. **Journal of Applied Animal Research**, v. 48, n. 1, p. 28–33, 2020.
- BARBOSA, J. DOS S. R. et al. Consumo e Digestibilidade de Carboidratos Totais e Carboidratos Não Fibrosos em Dietas Fornecidas a Ovinos Contendo Urucum em Níveis Crescentes de Inclusão. **Journal of Chemical Information and Modeling**, v. 53, n. 9, p. 1689–1699, 2013.
- BARCELLOS, J. O. J. et al. A pecuária de corte no brasil: uma abordagem sistêmica da produção à diferenciação de produtos. **III Encontro Cepen: Vantagens Competitivas dos Agronegócios no Mercosul**, p. 1–27, 2005.
- BATTACONE, G. et al. Excretion pattern of aflatoxin M1 in milk of goats fed a single dose of aflatoxin B1. **Journal of Dairy Science**, v. 95, n. 5, p. 2656–2661, 2012.
- BERCHIELLI, T. T. et al. Comparação de marcadores para estimativas de produção fecal e de fluxo de digesta em bovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n. 3, p. 987–996, 2005.
- BERCHIELLI, T. T.; DE ANDRADE, P.; FURLAN, C. L. Avaliação de Indicadores Internos em Ensaio de Digestibilidade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, n. 3, p. 830–833, 2000.

- BINDER, E. M. et al. Worldwide occurrence of mycotoxins in commodities, feeds and feed ingredients. **Animal Feed Science and Technology**, v. 137, n. 3–4, p. 265–282, 2007.
- BOTTALICO, A. et al. Occurrence of Zearalenols (Diastereomeric Mixture) in Corn Stalk Rot and Their Production by Associated Fusarium Species. **Applied and Environmental Microbiology**, v. 49, n. 3, p. 547–551, 1985.
- BRÂNCIO, P. A. et al. Avaliação de três cultivares de *Panicum maximum* Jacq. sob pastejo: Composição da dieta, consume de matéria seca e ganho de peso animal. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 32, n. 5, p. 1037–1044, 2003.
- BÜNZEN, S.; HAESE, D. CONTROLE DE MICOTOXINAS NA ALIMENTAÇÃO DE AVES E SUÍNOS. **Revista Eletrônica Nutritime**, v. 3, n. 1, p. 299–304, 2006.
- CEPEA. **MERCADO DE TRABALHO/CEPEA: Número de trabalhadores no agronegócio cresce no segundo trimestre.**
- CHANG, H. et al. The Occurrence of Zearalenone in South Korean Feedstuffs between 2009 and 2016. **Toxins**, v. 9, n. 223, p. 1–15, 2017.
- CRUZ, L. C. H. DA. **Micotoxinas na criação de ruminantes.** Disponível em: <<https://pt.engormix.com/micotoxinas/artigos/micotoxinas-criacao-ruminantes-t37615.htm>>.
- CRUZ, G. M. **Terminação do Bovino Jovem em Confinamento**, 1997.
- CUSTÓDIO, L. Identification and Control Effects of Mycotoxins in Nellore Bulls Finished in feedlot. **Universidade Estadual Paulista - UNESP**, p. 2018. 79p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia), 2018.
- CUSTÓDIO, L. et al. Mycotoxin contamination of diets for beef cattle finishing in feedlot. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 48, p. 1–12, 2019.
- D’MELLO, J. P. F.; MACDONALD, A. M. C. Fusarium mycotoxins: a review of global implications for animal health, welfare and productivity. **Animal Feed Science and Technology**, v. 80, n. 3–4, p. 183–205, 1999.
- DIAS, A. S. Micotoxinas em produtos de origem animal. **Revista Científica de Medicina Veterinária**, v. 30, 2018.
- DILKIN, P. EFEITOS DAS MICOTOXINAS NA REPRODUÇÃO DE SUÍNOS. **Embrapa - Aves e Suínos**, p. 57–67, 2011.
- EMBRAPA. Confinamento de bovinos. 1996.
- EMBRAPA. Micotoxinas: Importância na Alimentação e na Saúde Humana e Animal. 2007.
- FERREIRA, M. DE A. et al. Avaliação de indicadores em estudos com ruminantes:

- Digestibilidade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n. 8, p. 1568–1573, 2009.
- FINK-GREMMELS, J. Mycotoxins in cattle feeds and carry-over to dairy milk: A review. **Food Additives and Contaminants - Part A Chemistry, Analysis, Control, Exposure and Risk Assessment**, v. 25, n. 2, p. 172–180, 2008.
- FUTAGAMI, T. et al. Genome announcement: Genome sequence of the white Koji mold *aspergillus kawachii* IFO 4308, used for brewing the Japanese distilled spirit shochu. **Eukaryotic Cell**, v. 10, n. 11, p. 1586–1587, 2011.
- GAJECKI, M. Zearalenone - undesirable substances in feed. **Polish Journal of Veterinary Sciences**, v. 5, p. 117–122, 2002.
- GOMES, R. DA C.; FEIJÓ, G. L. D.; CHIARI, L. Evolução e Qualidade da Pecuária Brasileira. **Embrapa - Gado de Corte**, p. 1–4, 2017.
- GUPTA, R. C. Basic and clinical principles of veterinary toxicology. In: **Veterinary Toxicology**. [s.l: s.n.]. p. 939–1018.
- HAGLER, J.; WINSTON, M. Zearalenona: micotoxina ou mioestrogênio. **Fusarium, Simpósio do Memorial Paul E. Nelson**, p. 321–331, 2001.
- HERBUT, P.; BIEDA, W.; ANGRECKA, S. Influence of hygrothermal conditions on milk production in a free stall barn during hot weather. **Animal Science Papers and Reports**, v. 33, n. 1, p. 49–58, 2015.
- KIESSLING, K. H. et al. Metabolism of aflatoxin, ochratoxin, zearalenone, and three trichothecenes by intact rumen fluid, rumen protozoa, and rumen bacteria. **Applied and Environmental Microbiology**, v. 47, n. 5, p. 1070–1073, 1984.
- KONG, C.; PARK, C. S.; KIM, B. G. Evaluation of a mycotoxin adsorbent in swine diets containing barley naturally contaminated with fusarium mycotoxins. **Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias**, v. 29, n. 3, p. 169–177, 2016.
- KUIPER-GOODMAN, T.; SCOTT, P. M.; WATANABE, H. Risk Assessment of the Mycotoxin Zearalenone. **Regulatory Toxicology and Pharmacology**, v. 7, n. 3, p. 253–306, 1987.
- LADEIRA, M. M.; VALADAES FILHO, S. DE C.; SILVA, J. F. C. DE. Consumo e Digestibilidades Aparentes Totais e Parciais de Dietas Contendo Diferentes Intake and Total and Partial Apparent Digestibilities of Diets with Different Levels of Concentrate , in Nellore Bulls. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 28, n. 2, p. 395–403, 1999.
- MALLMANN, C. A. ET AL. Critérios para seleção de um bom sequestrante para micotoxinas. **Conferência APINCO**, p. 213–224, 2006.
- MALLMANN, C. A. Mycotoxin: impacts and control strategies. In: International Symposium on

- Forage Quality and Conservation. **Journal of Chemical Information and Modeling**, v. 53, n. 9, p. 1689–1699, 2009.
- MARESCA, M. et al. The Mycotoxin Deoxynivalenol Affects Nutrient Absorption in Human Intestinal Epithelial Cells. **The Journal of Nutrition**, v. 132, n. 9, p. 2723–2731, 2002.
- MEDEIROS, S. R.; GOMES, R. DA C.; BUNGENSTAB, D. J. Nutrição de bovinos de corte Fundamentos e aplicações. In: EMBRAPA (Ed.). . **Livro**. [s.l: s.n.]. p. 58–59.
- MERTENS, D. R. Análise da fibra e sua utilização na avaliação de alimentos e formulação de rações. **Simpósio Internacional de Ruminantes**, v. 29, p. 188–219, 1992.
- MERTENS, D. R. et al. Gravimetric determination of amylase-treated neutral detergent fiber in feeds with refluxing in beakers or crucibles: Collaborative study. **Journal of AOAC International**, v. 85, n. 6, p. 1217–1240, 2002.
- MERTENS, D. R.; COLLINS, M.; MOSER, L. Forage Quality, Evaluation and Utilization. **Animal Feed Science and Technology**, v. 56, n. 1–2, p. 181–182, 1994.
- MOTA, V. C. et al. Confinamento para bovinos leiteiros: histórico e características. **Pubvet**, v. 11, n. 5, p. 433–442, 2017.
- NASCIMENTO, M. L.; FARJALLA, Y. B.; NASCIMENTO, J. L. Consumo voluntário de bovinos. **REDVET. Revista Electrónica de Veterinaria**, v. 10, n. 10, p. 1–27, 2009.
- NEME, K.; MOHAMMED, A. Mycotoxin occurrence in grains and the role of postharvest management as a mitigation strategies. A review. **Food Control**, v. 78, p. 412–425, 2017.
- OGUNADE, I. M. et al. Silage review: Mycotoxins in silage: Occurrence, effects, prevention, and mitigation. **Journal of Dairy Science**, v. 101, n. 5, p. 4034–4059, 2018.
- OUANES, Z. et al. Zearalenone induces chromosome aberrations in mouse bone marrow: preventive effect of 17  $\beta$ -estradiol, progesterone and Vitamin E. **Agricultural Systems**, v. 565, n. 2, p. 139–149, 2005.
- POLSKY, L. Invited review: Effects of heat stress on dairy cattle welfare. **Journal of Dairy Science**, v. 100, n. 11, p. 8645–8657, 2017.
- RAYMOND, S. L.; SMITH, T. K.; SWAMY, H. V. L. N. Effects of feeding a blend of grains naturally contaminated with Fusarium mycotoxins on feed intake, serum chemistry, and hematology of horses, and the efficacy of a polymeric glucomannan mycotoxin adsorbent. **Journal of Animal Science**, v. 81, n. 9, p. 2123–2130, 2003.
- RICCIO, M. B. et al. Effect of the combination of crude extracts of *Penicillium griseofulvum* and *Fusarium graminearum* containing patulin and zearalenone on rumen microbial fermentation and on their metabolism in continuous culture fermenters. **Archives of Animal Nutrition**, v.

- 68, p. 309–319, 2014.
- SANTURIO, J. M. Mycotoxins and Mycotoxicosis in Poultry. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, v. 2, n. 1, p. 1–14, 2000.
- SILVA, D. J. Análise de alimentos (Métodos químicos e biológicos). In: VIÇOSA, MG: UFV, I. U. (Ed.). . 2. ed. ed. [s.l: s.n.]. p. 162–169.
- SOUSA, J. M. S.; MOREIRA, A. L. Modelos De Predição E Métodos De Medição. v. 14, n. 02, 2017.
- SPIERS, D. E.; EICHEN, P. A.; ROTTINGHAUS, G. E. A model of fescue toxicosis: Responses of rats to intake of endophyte-infected tall fescue. **Journal of Animal Science**, v. 83, p. 1423–1434, 2005.
- STORM, I. M. L. D. et al. Mycotoxins in silage. **Stewart Postharvest Review**, v. 4, n. 6, p. 1–12, 2008.
- THIAGO, L.; GILL, M. Consumo voluntário: fatores relacionados com a degradação e passagem da forragem pelo rúmen. In: [s.l: s.n.].
- TIEMANN, U.; DÄNICKE, S. In vivo and in vitro effects of the mycotoxins zearalenone and deoxynivalenol on different non-reproductive and reproductive organs in female pigs: a review. **Food Additives and Contaminants**, v. 24, n. 3, p. 306–314, 2007.
- TOLA, M.; KEBEDE, B. Occurrence, importance and control of mycotoxins: A review. **Cogent Food & Agriculture**, v. 2, n. 1, p. 1–12, 2016.
- TOMASZEWSKI, J. et al. Tissue zearalenone concentration in normal, hyperplastic and neoplastic human endometrium. **Ginekologia Polska**, v. 69, n. 5, p. 363–366, 1998.
- TRAIL, F.; MAHANTI, N.; LINZ, J. Molecular biology of aflatoxin biosynthesis. **Microbiology**, v. 141, p. 755–765, 1995.
- TRÉS, J. E. et al. Influência da zearalenona sobre a reprodução de novilhas mestiças. **Revista Brasileira de Medicina Veterinária**, v. 33, n. 1, p. 48–50, 2011.
- UPADHAYA, S. D.; PARK, M. A.; HA, J. K. Mycotoxins and their biotransformation in the rumen: A review. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**, v. 23, n. 9, p. 1250–1260, 2010.
- VALADARES FILHO, S. DE C. et al. Exigências Nutricionais de Zebuínos Puros e Cruzados - BR-CORTE. **Exigências Nutricionais de Zebuínos Puros e Cruzados - BR-CORTE**, 2016.
- VANHOUTTE, I.; AUDENAERT, K.; DE GELDER, L. Biodegradation of mycotoxins: Tales from known and unexplored worlds. **Frontiers in Microbiology**, v. 7, n. APR, p. 1–20, 2016.
- VEDOVATTO, M. G. et al. Archivos de Zootecnia. **Archivos de Zootecnia**, v. 69, n. 265, p. 14–

21, 2020.

WESLEY, R. L. et al. An assessment of behavioural syndromes in rangeland-raised beef cattle.

**Applied Animal Behaviour Science**, v. 139, p. 183–194, 2012.

WHITLOW, L. W.; HAGLER, W. M. Mycotoxins in feeds. **Feedstuffs**, v. 76, n. Table 1, p. 66–76, 2004.

WHITLOW, L. W.; HAGLER, W. M.; DIAZ, D. E. Mycotoxins in feed. **Feedstuffs**, v. 1982, n. 14, p. 14–18, 2010.

WINKLER, J. et al. Residues of zearalenone (ZEN), deoxynivalenol (DON) and their metabolites in plasma of dairy cows fed Fusarium contaminated maize and their relationships to performance parameters. **Food and Chemical Toxicology**, v. 65, p. 196–204, 2014.

ZAIN, M. E. Impact of mycotoxins on humans and animals. **Journal of Saudi Chemical Society**, v. 15, n. 2, p. 129–144, 2010.

## ANEXO



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO  
INSTITUTO DE ZOOTECNIA  
COMISSÃO DE ETICA NO USO DE ANIMAIS – CEUA/UFRRJ/IZ

### DECLARAÇÃO

Declaro que o projeto intitulado “Efeito da Zearalenona no trato reprodutivo de novilhas Nelores e eficácia do emprego de aditivo antimicotoxina.”, processo nº 0028-10-2018, sob a responsabilidade de Rondineli Pavezzi Barbero está de acordo com as normas do uso de animais em atividades de ensino e pesquisa do CONCEA e foi aprovado na XXXII Reunião da CEUA/UFRRJ/IZ em 28/10/2018.

Seropédica, 30 de novembro de 2018

A handwritten signature in blue ink that reads "Rodrigo Vasconcelos de Oliveira". The signature is written in a cursive style and is positioned above a horizontal line.

Prof. Rodrigo Vasconcelos de Oliveira

Coordenador da CEUA-IZ

Prof. Rodrigo V. de Oliveira  
DPA/IZ/UFRRJ  
SIAPE: 2142739