

EFICÁCIA DE ADSORVENTES DE MICOTOXINAS EM DIETAS DE NOVILHOS TERMINADOS EM CONFINAMENTOS

BALDISSERA, Ellen¹
OLIVEIRA, Paulo Eduardo Piemonte²
OLIVEIRA, Flávia Nardo Piemonte³
NEUMANN, Mikael⁴

RESUMO

O trabalho teve como objetivo avaliar o desempenho de novilhos confinados submetidos à adição de diferentes adsorventes de micotoxinas à dieta, por meio de dois ensaios sucessivos. Foram analisados os parâmetros de desempenho animal, consumo de matéria seca, digestibilidade aparente da matéria seca e caracterização da carcaça. No primeiro ensaio, a dieta foi constituída por 35% de silagem de milho e 65% de concentrado, com os tratamentos: T1 – dieta controle; T2 – dieta com adsorvente de micotoxinas MG (10 g animal dia⁻¹); e T3 – dieta com adsorvente de micotoxinas NL (10 g animal dia⁻¹). No segundo ensaio a dieta foi constituída por 90% concentrado e 10% de silagem de milho, com os mesmos tratamentos: T1, T2 e T3 do primeiro ensaio e com o acréscimo do T4 – dieta com adsorvente de micotoxinas MS (10 g animal dia⁻¹). Em ambos os ensaios, o delineamento experimental foi inteiramente casualizados, no primeiro ensaio com três tratamentos e seis repetições, com período experimental de 84 dias e no segundo ensaio, com quatro tratamentos e cinco repetições, com período experimental de 150 dias, para ambos, foi utilizado novilhos inteiros ½ Angus Nelore. No primeiro ensaio animais tratados com MG, tiveram maior ganho de peso diário (GMD) de 1,362 kg dia⁻¹, melhor conversão alimentar (CA) 7,37 kg kg⁻¹ e melhor eficiência de transformação da matéria seca consumida em carcaça (ETMSC) 9,03 kg kg⁻¹, frente aos demais tratamentos avaliados. No segundo ensaio, os animais tratados com os adsorventes MG, MS e NL apresentaram melhor CA (6,23; 6,64 e 6,38 kg kg⁻¹), assim como os tratamentos com MG e NL, apresentaram-se com maiores de GMD (1,205 e 1,156 kg dia⁻¹) e os tratados com os adsorventes MG e MS tiveram melhor ETMSC (10,15 e 10,76 kg kg⁻¹), respectivamente comparativamente ao tratamento controle.

PALAVRAS-CHAVE: consumo de MS e desempenho animal, digestibilidade aparente da dieta, relação volumoso concentrado.

EFFICACY OF MYCOTOXIN ADSORBENTS IN DIETS OF FINISHING STEERS IN FEEDLOTS

ABSTRACT

The study aimed to evaluate the performance of feedlot steers subjected to the addition of different mycotoxin adsorbents to the diet through two successive trials. The evaluated parameters included animal performance, dry matter intake, apparent dry matter digestibility, and carcass characteristics. In the first trial, the diet consisted of 35% corn silage and 65% concentrate, with the following treatments: T1 – control diet; T2 – diet with MG mycotoxin adsorbent (10 g animal day⁻¹); and T3 – diet with NL mycotoxin adsorbent (10 g animal day⁻¹). In the second trial, the diet was composed of 90% concentrate and 10% corn silage, with the same treatments as in the first trial and an additional one: T4 – diet with MS mycotoxin adsorbent (10 g animal day⁻¹). In both trials, a completely randomized design was used, the first trial had three treatments and six replicates, with an experimental period of 84 days and the second trial had four treatments and five replicates, with an experimental period of 150 days, in both trials, whole ½ Angus × Nelore steers were used. In the first trial, animals treated with MG showed a higher average daily gain (ADG) of 1.362 kg day⁻¹, better feed conversion (FC) of 7.37 kg kg⁻¹, and better efficiency in converting consumed dry matter into carcass (ECDMC) of 9.03 kg kg⁻¹ compared to the other treatments evaluated. In the second trial, animals treated with MG, MS, and NL adsorbents demonstrated better FC (6.23; 6.64; and 6.38 kg kg⁻¹, respectively), as well as the treatments with MG and NL, showed with higher ADG (1.205 and 1.156 kg day⁻¹), while animals treated with MG and MS adsorbents showed better ECDMC

¹ Graduanda do Curso de Medicina Veterinária da UNICENRO, colaboradores do NUPRAN. E-mail: ellen_baldissera@outlook.com

² Programa de Pós Graduação em Ciências Veterinárias, Saúde e Produção Animal Sustentável. E-mail: paulo@agraria.com.br

³ Programa de Pós Graduação em Ciências Veterinárias, Saúde e Produção Animal Sustentável. E-mail: flavia_scwb@hotmail.com

⁴ Dr. Engenheiro Agrônomo, Pesquisador Produtividade PQ/CNPq, Professor do Curso de Pós Graduação em Agronomia na área de Produção Vegetal e em Ciências Veterinárias na área de Produção e Saúde Animal Sustentável da UNICENTRO, Guarapuava, PR, Brasil. E-mail: neumann.mikael@hotmail.com

(10.15 and 10.76 kg kg⁻¹), respectively, compared to the control treatment.

KEYWORDS: dry matter intake and animal performance, apparent diet digestibility, forage-concentrate ratio.

1. INTRODUÇÃO

A presença de micotoxinas nos alimentos é resultado de condições favoráveis ao desenvolvimento de fungos filamentosos, principalmente dos gêneros *Fusarium*, *Aspergillus* e *Penicillium*, que formam compostos metabólicos tóxicos quando ingeridos (VEDOVATTO *et al.*, 2020). A produção da micotoxina pode acontecer em diferentes momentos, seja antes, durante e após a colheita e/ou ainda devido ao armazenamento incorreto dos alimentos (CUSTÓDIO *et al.*, 2019).

A manifestação dos fungos do gênero *Fusarium* produzem as micotoxinas fumonisinas, zearalenona e desoxinivalenol, as quais ocasionam a podridão da espiga com a manifestação de manchas rosadas na região da espiga, em períodos de clima quente e seco, seguida de constantes períodos de elevada umidade no florescimento, apresentando injúrias ocasionadas por insetos ou pássaros (PRESTES *et al.*, 2019).

Para fungos do gênero *Aspergillus*, há a produção do grupo de micotoxinas conhecidas como aflatoxinas. Devido a sua alta disseminação, pode acometer plantas em amplas faixas de clima úmido e seco, em que se encontra déficit hídrico e nutricional, apresentando manchas amarelo-esverdeadas nos grãos (PRESTES *et al.*, 2019; ELTARIKI *et al.*, 2018). Os fungos do gênero *Penicillium* produzem principalmente as micotoxinas do grupo ocratoxinas, em períodos frios (FUTAGAMI *et al.*, 2011).

A ingestão de micotoxinas pode interferir no consumo de matéria seca diário, digestibilidade do alimento, palatabilidade da dieta, saúde ruminal e no desempenho animal, onde tal efeito depende diretamente do tempo de exposição e da quantidade ingerida pelo animal (ASSIS *et al.*, 2019).

Assim, faz-se necessário o uso de adsorventes de micotoxinas, os quais devem possuir características, as quais visam inibir a absorção da micotoxina e impedir a produção de metabólitos tóxicos ou carcinogênicos, na saúde animal e nos produtos de origem animal (MAIA *et al.*, 2021). Para diminuir seu impacto na produção animal, podem ser adotadas medidas profiláticas, sendo elas, a análise de micotoxinas dos grãos fornecidos, uso de aditivos anti-micotoxinas ou adição de adsorventes na dieta total ou inclusão na ração animal (BRETAS, 2018).

Devido número reduzido de estudos avaliando o desempenho animal e avaliação de parâmetros de carcaça, com a utilização de diferentes adsorventes de micotoxinas em diferentes níveis de micotoxinas, é necessário a realização de mais pesquisas científicas sobre o tema abordado.

Diante do exposto, este trabalho visou verificar por meio de dois ensaios, a eficácia da adição de diferentes adsorvente de micotoxinas à dieta de novilhos terminados em confinamento, por meio da performance de ganho de peso, consumo de matéria seca, digestibilidade aparente da matéria seca e caracterização da carcaça.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 MICOTOXINAS E SUA IMPORTÂNCIA NA NUTRIÇÃO ANIMAL

Quando submetidos ao estresse, os fungos produzem compostos tóxicos, chamados de micotoxinas (VEDOVATTO *et al.*, 2020). Alguns compostos produzidos por fungos são benéficos, como a penicilina, mas na grande maioria das toxinas desencadeiam afecções fisiológicas quando ingeridas, afetando o desempenho e produção dos animais.

Os fungos de gênero mais conhecidos na produção de micotoxinas são, *Aspergillus*, *Alternaria*, *Claviceps*, *Fusarium*, *Penicillium* e *Stachybotrys*, e as principais micotoxinas produzidas são aflatoxina, fumonisina, zearalenona, ocratoxina, desoxinivalenol (DON) e T-2 (MILICEVIC *et al.*, 2010; CHAYTON *et al.*, 2011).

Quando presentes em altas concentrações em uma dieta, seus efeitos podem estar relacionados a queda de imunidade, redução no consumo de alimentos e desempenho animal e ocasionar problemas reprodutivos dos animais, como redução na taxa de prenhez (CHAYTON *et al.*, 2011).

2.2 MECANISMO DE AÇÃO DE ADSORVENTES DE MICOTOXINAS

Os adsorventes de micotoxinas comportam-se como um aditivo nutricional, os quais não possuem princípio nutricional em uma dieta, sua funcionalidade se restringe em aderir-se à superfície de micotoxinas presentes, as quais, são eliminadas pelas excretas dos animais, não permitindo sua absorção pelo organismo (MOREIRA *et al.*, 2018).

Essas substâncias são incorporadas nas rações, como aditivos, as quais, agem na redução dos efeitos deletérios no trato gastrointestinal ocasionados por micotoxinas (MAIA *et al.*, 2021). Além disso, os adsorventes de micotoxinas podem ser classificados como orgânicos e inorgânicos (BRETAS, 2018).

Os inorgânicos são derivados do uso da argila, sendo as mais utilizadas: sepiolita, aluminosilicato de sódio e de cálcio (bentonitas) e a diatomitos, devido seu caráter hidrofóbico, possuindo ótima capacidade em se ligar a substância orgânicas (BRETAS, 2018). Os aditivos inorgânicos, possuem afinidade direcionada a micotoxinas específicas (BOCHIO *et al.*, 2017).

Em compensação os aditivos orgânicos são compostos por derivados de leveduras,

apresentando afinidade na absorção de diferentes micotoxinas, sendo, uma estratégia de minimizar seu efeito nas rações e no desempenho dos animais (MAIA *et al.*, 2021).

3. METODOLOGIA

O experimento foi realizado no Núcleo de Produção Animal (NUPRAN) do Setor de Ciências Agrárias e Ambientais da Universidade Estadual do Centro-Oeste (UNICENTRO), localizado na cidade de Guarapuava, Paraná, Brasil ($25^{\circ}23'02''S$, $51^{\circ}29'43''W$, a altitude de 1.026 m). O clima da região de Guarapuava é do tipo subtropical mesotérmico úmido (Cfb), sem estação seca, com verões frescos e inverno moderado. Conforme a classificação de Köppen, Guarapuava apresenta-se em altitude de aproximadamente 1.100 m, com precipitação média anual de 1.944 mm, temperatura média mínima anual de $12,7^{\circ}C$ e média máxima anual de $23,5^{\circ}C$ com umidade relativa do ar de 77,9%.

O objetivo do estudo foi avaliar, pela realização de dois ensaios sucessivos, a eficácia da adição de diferentes adsorventes de micotoxinas à dieta de novilhos terminados em confinamento, por meio da avaliação de performance de ganho de peso, consumo de matéria seca, digestibilidade aparente da MS e caracterização da carcaça.

No primeiro ensaio utilizou-se de uma dieta composta por 35% de silagem de milho e 65% de concentrado, na base seca, onde o período experimental foi de 84 dias de avaliação, sendo 21 dias de adaptação e 63 dias avaliativos divididos em três períodos de 21 dias cada, conforme tratamentos: T1 – dieta controle, T2 – dieta com adsorvente de micotoxinas MG (10 g animal dia⁻¹ do produto Mastersorb Gold®) e T3 – dieta com adsorvente de micotoxinas NL (10 g animal dia⁻¹ do produto Notox LS®).

No segundo ensaio, a dieta foi composta por 10% de silagem de milho e 90% de concentrado, na base seca, onde o período experimental foi de 150 dias, sendo 10 dias de adaptação e 140 dias de avaliação, divididos em cinco períodos de 28 dias cada, conforme tratamentos: T1 – dieta controle, T2 – dieta com adsorvente de micotoxinas MG (10 g animal dia⁻¹ do produto Mastersorb Gold®), T3 – dieta com adsorvente de micotoxinas NL (10 g animal dia⁻¹ do produto Notox LS®); e T4 - dieta com adsorvente de micotoxinas MS (10 g animal dia⁻¹ do produto Mycofix®Select).

Neste contexto, o delineamento experimental foi o inteiramente casualizado para ambos ensaios, sendo no primeiro ensaio constituído de três tratamentos com seis repetições e no segundo ensaio constituído de quatro tratamentos com cinco repetições. A unidade experimental foi considerada com uma baia com dois animais. A distribuição dos animais nas unidades experimentais foi realizada com base no peso vivo (PV) e escore de condição corporal.

Os procedimentos experimentais foram previamente submetidos à apreciação do Comitê de Conduta Ética no Uso de Animais em Experimentação (CEUA/UNICENTRO), e aprovados para execução conforme ofício de N° 017/2024 de 27/05/2024.

O produto de marca comercial Mastersorb Gold® foi utilizado nos dois ensaios do experimento e está devidamente registrado no Ministério da Agricultura e Abastecimento (MAPA), sob o nº PR-08910 03018, nos termos do regulamento aprovado pelo Decreto nº 6.296, de 12 de dezembro de 2007, pelo estabelecimento Grasp Indústria e Comércio Ltda., CNPJ nº 04.613.547/0001-13. É classificado como aditivo adsorvente da seguintes micotoxinas: aflatoxinas, fumonisinas, zearalenona e desoxinivalenol, possuindo na sua composição bentonita, parede celular de levedura, extrato de cardo mariano e silimarina (500 mg kg^{-1}). Os aluminossilicatos juntamente com a parede celular de levedura ligam-se a diferentes estruturas de micotoxinas através de interações iônicas e de Van der Waals fazendo com que as mesmas sejam eliminadas pelo organismo animal. As partículas do produto possuem granulometria padronizada, garantindo grande área de superfície de contato e eficácia do adsorvente.

O produto de marca comercial Notox LS® foi utilizado nos dois ensaios do experimento e está devidamente registrado no MAPA, sob o nº SC-001685 3.000008, sendo fabricado pela empresa Mineração e Pesquisa Brasileira Ltda. e distribuição exclusiva pela empresa Cargill Alimentos Ltda. É classificado como aditivo adsorvente de micotoxinas com atuação contra *Fusarium* toxinas (zearalenona, fumonisinas, T-2 e desoxinivalenol), aflatoxinas e ocratoxina A, possuindo na sua composição bentonita, clinoptilolita e carvão ativado de coco babaçu.

O terceiro produto utilizado foi o Mycofix® Select, sendo este somente avaliado no segundo ensaio do experimento e está devidamente registrado no MAPA, sob o nº SP 003899-7.00000, sendo fabricado pela empresa DSM Produtos Nutricionais Brasil S. A. É considerado como aditivo adsorvente, o qual modifica o modo de ação das micotoxinas com atuação contra aflatoxina, tricotecenos, zearalenona, ocratoxina e fumonisinas, possuindo em sua composição bentonita, fumonisina, esterase (Fumzyme®), *Eubacterium* sp. (BBSH®797) e *Trichosparan mycotoxinivorans* (Biomin®).

A colheita das plantas de milho foi realizada aos 140 dias após emergência, em estádio fenológico de grão duro (R5), com auxílio de uma colhedora de forragens de precisão JF® modelo (C-120 AT S2), com altura de corte de 25 cm e regulagem de tamanho médio de partícula com proporção de 7,8% na primeira peneira ($>1,91 \text{ cm}$), 56,8% na segunda peneira ($1,91\text{-}0,78 \text{ cm}$) e 35,4% na terceira peneira ($<0,78 \text{ cm}$).

O material colhido na lavoura, em 19/02/2023, foi transportado e depositado de forma homogênea em silos do tipo trincheira, em local nivelado e bem drenado, com piso e paredes de

concreto, com dimensões de 4 m de largura, 1,0 m de altura e 12 m de comprimento. A acomodação da biomassa verde foi realizada com o auxílio de um trator, buscando massa específica aproximada de 200 kg de MS m³-1, sendo completamente vedados e protegidos com lona dupla face de 200 µm.

No primeiro ensaio utilizou-se 36 novilhos ½ sangue Angus Nelore, machos inteiros, provenientes do mesmo rebanho, com peso médio inicial de 501,7 kg e idade média de 16 meses. Enquanto, que no segundo ensaio utilizou-se 40 novilhos ½ sangue Angus Nelore, machos inteiros, provenientes do mesmo rebanho, com peso médio inicial de 380 kg e idade média de 11 meses.

Em ambos ensaios os animais foram previamente vermifugados e alojados dois animais em cada baia, representando uma unidade experimental. As baias de confinamento, eram do tipo semi-cobertas, com área de 15 m² cada (2,5 m × 6,0 m), contendo um comedouro de concreto, medindo 2,30 m de comprimento, 0,60 m de largura e 0,35 m de profundidade, e um bebedouro metálico regulado por boia.

Os animais foram alimentados duas vezes ao dia, às 6:00 e às 17:00 horas. A ingestão voluntária dos alimentos foi registrada diariamente, pela pesagem da quantidade oferecida e das sobras do dia anterior, e foi considerado ajuste do consumo diariamente, a fim de manter as sobras em 3% da matéria seca (MS).

O concentrado foi elaborado na fábrica de rações comerciais da Cooperativa Agrária (Guarapuava, Paraná, Brasil), formulado a base de farelo de soja, milho, gérmen de milho, trigo de baixo Ph, farelo de trigo, casca de soja, radícula de malte, calcário calcítico, fosfato bicálcico, ureia pecuária, sal comum, e premix vitamínico mineral, sendo apresentado na forma peletizada.

A dieta desafio utilizada no desenvolvimento e realização dos trabalhos, foi obtida pelo uso de uma silagem de milho e de grãos de trigo de baixo Ph, que, via análise cromatográfica de micotoxinas, apresentaram-se com altos níveis de desoxinivalenol e fumonisina B2.

Durante o período de confinamento de ambos ensaios, semanalmente foram coletadas amostras compostas da silagem de milho e do concentrado, para elaboração final de uma amostra homogênea composta para determinação da composição química-bromatológica. As amostras foram secas em estufa com ventilação, a 55°C por 72 horas, e sequencialmente moídas em moinho tipo Willey com peneira de 1 mm de diâmetro. As análises de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), matéria mineral (MM) e extrato etéreo (EE) foram realizadas de acordo com as metodologias descritas pela AOAC (1995). Os teores de fibra em detergente neutro (FDN) foram obtidos conforme método de Van Soest *et al.* (1991) com α-amilase termo-estável e de fibra em detergente ácido (FDA), segundo Goering e Van Soest (1970). A estimativa dos nutrientes digestíveis totais (NDT) foi obtida segundo Weiss *et al.* (1992). A análise do amido foi realizada com base na hidrólise do amido contido na amostra Hendrix (1993), após a extração dos carboidratos solúveis com lavagens sucessivas em álcool 80% e

análise colorimétrica dos açúcares redutores (glicose), com posterior conversão do resultado em amido.

Na Tabela 1 são apresentados a composição química-bromatológica da silagem de milho (SM), do concentrado e dos valores médios da dieta experimental (DE), com base na matéria seca total, de ambos ensaios de pesquisa.

Tabela 1 – Composição química da silagem de milho e do concentrado e valores médios na dieta experimental, com base na matéria seca total do primeiro e segundo ensaio.

Composição química	Silagem de milho	Concentrado	Dieta Experimental
1º Ensaio			
Matéria seca (MS), %	28,14	89,29	67,9
Matéria mineral (MM), % MS	4,25	8,11	6,8
Proteína bruta (PB), % MS	7,84	16,13	13,2
Extrato etéreo (EE), % MS	3,62	3,92	3,8
Amido, % MS	28,82	38,64	35,2
Fibra em detergente neutro (FDN), % MS	50,00	26,83	34,9
Fibra em detergente ácido (FDA), % MS	29,90	9,60	16,7
Lignina (LIG), % MS	4,39	1,36	2,42
Nutrientes digestíveis totais (NDT), %	67,31	81,34	76,4
2º Ensaio			
Matéria seca (MS), %	29,20	88,95	82,9
Matéria mineral (MM), % MS	3,78	8,09	7,6
Proteína bruta (PB), % MS	7,93	15,78	15,0
Extrato etéreo (EE), % MS	3,15	5,09	4,9
Amido, % MS	27,10	38,19	37,0
Fibra em detergente neutro (FDN), % MS	50,37	25,59	28,0
Fibra em detergente ácido (FDA), % MS	28,98	7,63	9,7
Lignina (LIG), % MS	6,70	1,73	2,2
Nutrientes digestíveis totais (NDT), %	67,55	78,01	76,95

¹ Nível de garantia do premix por kg de concentrado: vit. A: 14000 IU; vit D3: 1800 IU; vit. E: 75 IU; Monensina sódica: 40 mg; S: 0,70 g; Mg: 0,12 g; Na: 3,0 g; Co: 1,0 mg; Cu: 18 mg; I: 1,1 mg; Mn: 29,0 mg; Se: 0,35 mg; e Zn: 72,2 mg.

Para a análise de micotoxinas, as amostras pré-secas dos alimentos foram preparadas conforme descrito por Varga *et al.* (2012). Após moagem e homogeneização, $5,00 \pm 0,01$ g de silagem foram submetidas a um procedimento de extração em 2 etapas utilizando acetonitrila, água e um solvente à base de ácido fórmico. Essas etapas foram realizadas individualmente para cada micotoxina. Cromatografia líquida/espectrometria de massas (LC-MS/MS) foi utilizada para identificar aflatoxinas (B1, B2, G1 e G2), ZEA, DON, ocratoxina A (OTA) e fumonisina B1 e B2 (FB1 e FB2) em uma única corrida (AOAC International, 1998). O sistema consistia em um HPLC (Agilent 1100, Agilent Technologies, Santa Clara, CA) acoplado a um espectrômetro de massas triple quadrupole API 5000 (Applied Biosystems, Framingham, MA). Os limites de quantificação foram os seguintes (em µg/kg de MS): aflatoxinas = 1; ZEA = 10; DON = 140; OTA = 2; e fumonisinas = 50.

As avaliações de desempenho animal foram realizadas no primeiro ensaio em três períodos de 21 dias e no segundo ensaio em cinco períodos de 28 dias de avaliação. Estas avaliações foram realizadas sob jejum de sólidos de dez horas, afim de realizar a pesagem individual dos animais. As variáveis avaliadas foram peso corporal (PC), consumo médio de matéria seca, expresso em kg animal dia⁻¹ (CMSD), consumo médio de matéria seca, expresso em porcentagem do peso vivo (CMSP), ganho de peso médio diário (GMD, kg dia⁻¹) e conversão alimentar (CA, kg kg⁻¹).

O CMSD foi mensurado através da diferença entre a quantidade diária de alimento fornecido e a quantidade das sobras do alimento do dia anterior. O CMSP foi obtido pela razão entre CMSD e o PC médio do período, multiplicado por 100 ($CMSP = CMSD \div PC * 100$). O GMD foi calculado pela diferença entre o PC final (PC_f) e inicial (PC_i) do período experimental dividido pelos dias avaliados em cada período, sendo para o primeiro ensaio ($GMD = PC_f - PC_i \div 21$) e para o segundo ensaio ($GMD = PC_f - PC_i \div 28$). A CA foi obtida pela razão entre CMSD e o GMD ($CA = CMSD \div GMD$).

A análise do comportamento ingestivo dos animais foi realizada na fase mediana de ambos experimentos, comum tempo contínuo de 72 horas, com início às 12 horas no primeiro dia e término às 12 horas do último dia de avaliação. As observações foram realizadas por 6 observadores por turno, durante 72 horas, em sistema de rodízio a cada 6 horas, sendo as leituras tomadas em intervalos regulares de 3 minutos. Os dados do comportamento ingestivo, representado pelas atividades de ócio, ruminação, consumo de água e consumo de alimentos, foram expressos em horas dia⁻¹. Ainda, seguindo a mesma metodologia, foram determinados a frequência da ocorrência das atividades de alimentação, abeberação, micção e defecação, expressas em número de vezes por dia⁻¹. Na observação noturna, o ambiente foi mantido com iluminação artificial.

Na mesma ocasião também foi determinado a digestibilidade aparente da dieta. Para isso, foram realizadas amostragens compostas das dietas de cada tratamento durante o período avaliativo. As coletas dos alimentos foram realizadas uma vez ao dia, seguindo a metodologia de coleta de três dias consecutivos, sendo armazenadas em freezer. Após o término da avaliação, as amostras foram descongeladas, homogeneizadas para formar uma amostra composta, por baia e tratamento, sendo armazenadas a -15°C.

Em conjunto foi mensurado o consumo diário de alimentos e de sobras, de três dias consecutivos (72 horas), juntamente com coleta total de fezes produzidas pelos animais de cada baia. Durante o ensaio de digestibilidade aparente, uma amostra homogênea das fezes produzidas foi coletada e armazenada sob resfriamento a intervalos de seis horas. Após três dias consecutivos de coleta, estas foram misturadas e homogeneizadas para obtenção de uma amostra composta destinada às análises laboratoriais. O peso da amostra de fezes de cada intervalo de seis horas foi proporcional ao volume total de fezes produzidas.

A matéria seca (MS) das sobras e das fezes de cada unidade experimental foram determinados utilizando os mesmos procedimentos adotados na análise da dieta. A digestibilidade aparente da MS (DAMS) foi calculada através da seguinte fórmula: DAMS (%) = [(MS ingerida – MS excretada) / MS ingerida] × 100.

Foi realizado também diariamente o escore de fezes de cada baia, segundo metodologia adaptada de Looper *et al.* (2001) e Ferreira *et al.* (2013), estes variando de 1 a 5, sendo: 1 (fezes líquidas, sem consistência); 2 (fezes soltas, com poucas ondulações, sem definição de forma); 3 (fezes pastosas com pilhas entre 1 e 4,5 cm de altura e com 2 a 4 anéis concêntricos); 4 (fezes pouco líquidas com pilhas entre 5 a 7,5 cm de altura); e 5 (fezes endurecidas com pilhas com mais de 7,5 cm de altura), sendo o escore 3 considerado como o ideal.

Ao término do confinamento foi realizado jejum de sólidos de 10 horas para realização da pesagem dos animais antes do embarque para o frigorífico, obtendo-se o peso de fazenda. O ganho de carcaça no período de confinamento (GCC) expresso em kg, foi obtido pela diferença entre o peso de carcaça quente na ocasião do abate e peso corporal inicial (PC_i) dos animais sob rendimento teórico de carcaça de 50%. Tomando-se como base o período do primeiro ensaio de 63 dias e o período do segundo ensaio de 140 dias de confinamento, foi também calculado o ganho médio de carcaça (GMC), expresso em kg dia⁻¹, obtido pela razão entre GCC e PC, assim como a eficiência de transformação da matéria seca consumida em carcaça (ETMSC), expresso em kg de MS kg de carcaça⁻¹ e a eficiência de transformação do ganho de peso em carcaça, que foi obtido pela razão entre GMC e GMD (GMC ÷ GMD), sendo expresso em %. Para os cálculos foram utilizados os pesos de carcaça quente.

Nas carcaças foram mensuradas quatro medidas de desenvolvimento: comprimento de carcaça, que é a distância entre o bordo cranial medial do osso púbis e o bordo cranial medial da primeira costela; comprimento de braço, que é a distância entre a tuberosidade do olécrano e a articulação rádio-carpiana; perímetro de braço, obtido na região mediana do braço circundando com uma fita métrica; e a espessura do coxão, medida por intermédio de compasso, perpendicularmente ao comprimento de carcaça, tomando-se a maior distância entre o corte que separa as duas meias carcaças e os músculos laterais da coxa, conforme as metodologias sugeridas por Muller (1987). Também foi mensurada a espessura de gordura subcutânea sobre o músculo *Longissimus dorsi* entre a 12^a e 13^a costela, assim como na porção do dianteiro, do costilhar e do traseiro. Quanto a caracterização das partes não-integrantes da carcaça dos animais abatidos, está foi obtida por meio da coleta dos pesos de coração, rins, fígado, pulmões, (denominados órgãos vitais).

O procedimento UNIVARIATE foi aplicado para avaliar a presença de *outliers*. Em seguida, os dados referentes ao desempenho, digestibilidade aparente, comportamento ingestivo e

características da carcaça foram submetidos à ANOVA por intermédio do procedimento GLM (SAS Inst. Inc., Cary, NC, EUA, 1993), adotando o nível de significância de 10% ($P \leq 0,10$).

O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado para ambos ensaios, sendo no primeiro ensaio constituído de três tratamentos com seis repetições e no segundo ensaio constituído de quatro tratamentos com cinco repetições. Os dados coletados para cada variável foram submetidos à análise de variância com comparação das médias pelo teste de T a 10% de significância, por intermédio do programa estatístico SAS (1993).

A análise de cada variável para os parâmetros relativos ao desempenho animal e características da carcaça, seguiu o modelo estatístico para o primeiro ensaio de: $Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \epsilon_{ij}$; Onde: Y_{ij} = variáveis dependentes; μ = Média geral de todas as observações; α_i = Efeito dos tratamentos de adsorventes de micotoxina de ordem “i”, sendo 1 = dieta controle, sem uso do adsorvente de micotoxinas; 2 = dieta com adsorvente de micotoxinas Mastersorb Gold; 3 = dieta com adsorvente de micotoxinas, Notox LS e ϵ_{ij} = Efeito aleatório residual. E o modelo estatístico para o segundo ensaio de: $Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \epsilon_{ij}$; Onde: Y_{ij} = variáveis dependentes; μ = média geral de todas as observações; α_i = efeito dos tratamentos da silagem de ordem “i”, sendo 1 = dieta controle, sem uso do adsorvente de micotoxinas; 2 = dieta com adsorvente de micotoxinas MG; 3 = dieta com adsorvente de micotoxinas NL; 4 = dieta com adsorvente de micotoxinas MS; e ϵ_{ij} = efeito aleatório residual.

4. ANÁLISES E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Os valores médios obtidos para os níveis de micotoxinas presentes na dieta experimental e de cada componente da dieta (silagem de milho e concentrado), são apresentados na Tabela 2, sejam para o primeiro ou segundo ensaio de pesquisa.

Os níveis de micotoxinas na dieta experimental para o primeiro ensaio foram de 3455 ppb de desoxinivalenol, de 89750 ppb de fumonisina B2, 194 ppb de fumonisina B1, de 642 ppb de zearalenona e valores abaixo de 2 ppb para aflatoxina B1, aflatoxina B2, aflatoxina G2, enquanto que para a Aflatoxina G1 foi de 4 ppb, nos quais, as micotoxinas desoxinivalenol, fumonisina B2 e zearalenona apresentaram níveis superiores aos indicados por Adams *et al.* (1993), sendo considerado níveis preocupantes na dieta animal.

No segundo ensaio, a dieta experimental apresentou níveis de micotoxinas superiores para os níveis considerados preocupantes, de 4506 ppb para desoxinivalenol e 86435 ppb de fumonisina B2, enquanto que as micotoxinas, aflatoxina B1, aflatoxina B2, aflatoxina G1 e aflatoxina G2 apresentaram níveis abaixo de 2 ppb, enquanto que a fumonisina B1 e a zearalenona, caracterizando-

se como níveis abaixo do considerado preocupante.

Em dois estudos de degradação ruminal, realizados em *in vitro* (GURUNG *et al.*, 1999) e *in vivo* (CALONI *et al.*, 2000), as fumonisinas apresentaram-se como pouco degradáveis pelos microrganismos ruminais, não ocasionando danos a microbiota ruminal e assim sendo excretadas nas fezes (VEDOVATTO *et al.*, 2020).

Para a micotoxina desoxinivalenol, algumas bactérias possuem a capacidade em degradar, sendo espécies produtoras de ácido lático e de ácido propioníco com maior taxa de degradação, enquanto que algumas espécies de bactérias não possuem essa característica (NIDERKON *et al.*, 2006). Deste modo, o tipo de dieta fornecida aos animais influencia na capacidade de degradação, devido a interferência na população microbiana (VEDOVATTO *et al.*, 2020).

A micotoxina zearalenona quando presente no ambiente ruminal é convertida pelos microrganismos ruminais em α -zearalenona e β -zearalenona, sendo que está primeira possui menor taxa de absorção que a molécula de zearalenona original. Em estudo Riccio *et al.* (2014) observaram que a presença de zearalenona nos alimentos não alterou pH ruminal, concentração de ácidos graxos de cadeia curta, nitrogênio amoniacal e na síntese de proteína microbiana, contudo, foi observado a redução na digestibilidade da fibra, supostamente devido a um efeito tóxico da zearalenona às bactérias celulolíticas do rúmen (VEDOVATTO *et al.*, 2020).

Tabela 2 – Nível de micotoxinas (ppb) presentes na silagem de milho, no concentrado e nos valores médios na dieta experimental, no primeiro e segundo ensaio.

Micotoxinas	1º Ensaio		2º Ensaio		Nível preocupante
	Silagem milho	Concentrado	Silagem milho	Concentrado	
Desoxinivalenol	617	4983	658	4934	560
Aflatoxina B1	2	2	5	2	20-40
Aflatoxina B2	2	2	2	2	20-40
Aflatoxina G1	9	2	2	2	20-40
Aflatoxina G2	2	2	2	2	20-40
Fumonisina B2	80000	95000	80000	87150	1.100-3.300
Fumonisina B1	80	256	80	233	1.100-3.300
Zearalenona	27	973	29	557	560
	Dieta Experimental		Dieta Experimental		
Desoxinivalenol	3455		4506		560
Aflatoxina B1	2		2		20-40
Aflatoxina B2	2		2		20-40
Aflatoxina G1	4		2		20-40
Aflatoxina G2	2		2		20-40
Fumonisina B2	89750		86435		1.100-3.300
Fumonisina B1	194		217		1.100-3.300
Zearalenona	642		504		560

¹Fonte: Universidade da Pensilvânia – Adams *et al.* (<http://extension.psu.edu/animals/dairy/health/nutrition/forages/mycotoxins-nitrates-and-other-toxicity-problems/mold-and-mycotoxin-problems-in-livestock-feeding/view>).

A cada safra os desafios ambientais sofridos pela cultura agrícola, promovem condições de regularidade de obtenção de alimentos com altas concentrações de diferentes micotoxinas, e sabe-se que os adsorventes presentes no mercado não são efetivos na adsorção de todas as micotoxinas, sendo importante a avaliação destes produtos para melhor posicionamento de recomendação dos mesmos, onde no presente estudo, o desafio foi para as micotoxinas desoxinivalenol e fumonisina B2, como apresentado na Tabela 2.

Na avaliação dos parâmetros de desempenho animal (Tabela 3) no primeiro ensaio, os animais tratados com adsorvente de micotoxina MG apresentaram estatisticamente ($P<0,10$) superiores ao ganho médio de peso diário (GMD, kg dia⁻¹) no período, com 1,362 kg dia⁻¹, comparada ao tratamento controle (1,198 kg dia⁻¹), enquanto que os animais tratados com adsorvente de micotoxina NL apresentaram valores intermediários e não diferiram dos demais tratamentos. Já no segundo ensaio (Tabela 4), os animais tratados com adsorventes de micotoxinas MG e NL foram estatisticamente ($P<0,10$) superiores para GMD (kg dia⁻¹) com 1,205 e 1,156 kg dia⁻¹, respectivamente, comparado ao tratamento controle (1,050 kg dia⁻¹), enquanto os animais tratados com adsorvente de micotoxina MS não diferiram dos tratamentos (1,111 kg dia⁻¹).

Sugere-se que o maior GMD para o tratamento com MG, ocorreu devido a capacidade do adsorvente apresentar levedura em sua composição, o qual proporciona o aumento da quantidade de parede celular presente no meio ruminal e possível melhora na imunidade do animal, absorvendo as micotoxinas e inativando-as para serem eliminadas nas excretas (MERRIL *et al.*, 2007).

Quando à inclusão de adsorventes de micotoxinas nas dietas, tais componentes proporcionam melhores condições do ambiente ruminal, protegendo as bactérias ruminais e mantendo o meio ruminal estável. Quando não há essa inclusão, o consumo de micotoxinas podem ocasionar intoxicações de caráter agudo ou crônico, a qual resulta em redução do consumo de matéria seca, o qual não foi observado no presente trabalho, baixa palatabilidade da dieta, baixa conversão alimentar, redução no ganho de peso e aumento de enfermidades (BINDER *et al.*, 2007).

Com isso, no primeiro ensaio, animais tratados com adsorvente de micotoxina MG apresentaram diferença estatística ($P<0,10$), proporcionando melhor conversão alimentar (CA, kg kg⁻¹) da dieta, com 7,37 kg kg⁻¹, comparado ao tratamento controle (7,94 kg kg⁻¹) e os animais tratados com adsorvente NL (8,47 kg kg⁻¹). No segundo ensaio, animais tratados com diferentes adsorventes de micotoxinas (MG, MS e NL), apresentaram ($P<0,10$), melhores CA (6,23, 6,64 e 6,38 kg kg⁻¹, respectivamente) comparado ao tratamento controle (7,17 kg kg⁻¹).

Segundo Custódio *et al.* (2020), as micotoxinas são capazes de alterar a microbiota ruminal,

causando diminuição da digestibilidade dos alimentos e absorção dos nutrientes, entretanto, os adsorventes podem cessar as atividades micotoxêmicas, melhorando o ambiente ruminal e consequentemente o maior aproveitamento da fibra (celulolíticas), justificando a melhor CA dos tratamentos com inclusão dos adsorventes de micotoxinas.

Na avaliação do consumo de matéria seca (CMSD) expresso em kg dia⁻¹ e em 100 kg de peso vivo (CMSPV, % PV), não houve diferença estatística entre os tratamentos avaliados ($P>0,10$), em ambos os ensaios avaliados. Segundo Custódio *et al.* (2020) trabalhando com novilhos terminados em confinamento, em dietas com diferentes contaminações de micotoxinas, não encontraram resultado no consumo de matéria seca.

Na avaliação de desempenho de carcaça, no primeiro ensaio (Tabela 3), os animais tratados com adsorvente de micotoxina MG e NL, foram superiores ($P<0,10$) para peso vivo ao abate (PVa) e peso de carcaça quente (PCq) (585 e 583,8 kg) e (324,1 e 325,1 kg), respectivamente, comparado ao tratamento controle (577,4 e 320,2 kg). Os mesmos tratamentos (MG e NL), foram superiores ($P<0,10$) no ganho médio de carcaça (GMC) e ganho médio de carcaça em período total de confinamento (GCC), com 1,104 e 1,080 kg dia⁻¹ e 69,6 e 68 kg, respectivamente, ao tratamento controle 1,020 kg dia⁻¹ e 64,2 kg, respectivamente.

Já para o segundo ensaio (Tabela 4), todos os animais tratados com os diferentes adsorventes de micotoxinas (MG, MS, NL) foram estatisticamente superiores ($P<0,10$) para o PVa, com valores de 548,2, 543,9 e 536,2 kg, respectivamente, comparativamente ao tratamento controle (525,2 kg). Para o parâmetro PCq, valores superiores ($P<0,01$) foram obtidos nos animais tratados com adsorvente de micotoxina MG (306,2 kg), frente ao tratamento controle (288,8 kg), enquanto que os animais tratados com adsorventes de micotoxina MS e NL, não diferiram entre si e demais tratamentos (302,1 e 294,8 kg). Para o GMC (kg dia⁻¹) e GCC (kg) os animais tratados com adsorvente de micotoxina MG foi estatisticamente superior ($P<0,10$) com 0,855 kg dia⁻¹ e 112, 87 kg, respectivamente ao tratamento controle (0,731 kg dia⁻¹ e 96,55 kg) e ao tratamento com adsorvente NL (0,787 kg dia⁻¹ 103,93 kg), enquanto os animais tratados com adsorvente de micotoxina MS não diferiram entre os tratamentos (0,819 kg dia⁻¹ e 108,16 kg), respectivamente.

Quando da utilização de adsorventes de micotoxinas as dietas, há uma recuperação parcial do desempenho animal e no ganho de carcaça como observado no presente trabalho, mas ainda não há relatos na literatura sobre o desempenho de carcaça de bovinos de corte (Gallo *et al.*, 2015). No estudo de Custódio *et al.* (2020), os tratamentos com inclusão de adsorvente de micotoxinas não diferiram dos tratamentos sem inclusão do adsorvente, a qual não ocorreu no presente estudo.

Tabela 3 – Desempenho animal e caracterização física da carcaça de novilhos terminados em 61 dias de confinamento com dietas com e sem a inclusão de adsorvente de micotoxinas, durante o primeiro ensaio de pesquisa.

Parâmetro	Adsorvente de Micotoxinas			Média	CV	Prob.
	Controle	MG	NL			
Desempenho animal:						
GMD, kg dia ⁻¹	1,198 b	1,362 a	1,266 ab	1,276	9,34	0,0278
CMSD, kg dia ⁻¹	9,80 a	9,89 a	10,33 a	10,01	8,25	0,4991
CMSP, % do peso vivo	1,82 a	1,86 a	1,93 a	1,87	6,94	0,3453
CA, kg kg ⁻¹	7,94 a	7,37 b	8,47 a	7,93	11,07	0,0366
Desempenho da carcaça:						
PVi, kg	501,9 a	499,2 a	504,1 a	501,7	5,40	0,9518
PVa, kg	577,4 b	585,0 a	583,8 a	582,1	4,16	0,0451
PCq, kg	320,2 b	324,1 a	325,1 a	323,2	4,87	0,0851
RC, %	55,46 a	55,42 a	55,64 a	55,51	2,00	0,9421
GMC, kg dia ⁻¹	1,020 b	1,104 a	1,080 a	1,068	12,78	0,0866
GCC, kg	64,2 b	69,6 a	68,0 a	67,3	13,44	0,0866
GMC GMD ⁻¹ , %	85,14 a	81,06 a	85,30 a	86,83	17,12	0,7436
ETMSC, kg kg ⁻¹	9,74 b	9,03 a	9,71 b	9,50	13,51	0,0684
Espessura de gordura (mm):						
<i>Longissimus dorsi</i>	6,3 a	6,0 a	5,7 a	6,0	16,65	0,5732
Dianteiro	5,2 a	5,1 a	4,7 a	5,0	16,54	0,7398
Costilhar	6,0 a	5,0 a	5,0 a	5,5	19,37	0,2469
Traseiro	7,5 a	7,4 a	7,4 a	7,4	11,97	0,9827
Características quantitativas (cm):						
Comprimento de carcaça	141,5 a	139,8 a	141,2 a	140,8	1,86	0,5223
Espessura de coxão	28,3 a	28,7 a	27,8 a	28,3	19,37	0,2469
Comprimento de braço	41,0 a	41,0 a	41,4 a	41,1	3,50	0,8478
Perímetro de braço	55,5 a	53,4 a	56,6 a	55,2	8,17	0,4829

GMD: Ganho de peso médio diário; CMSD: consumo de matéria seca médio diário; CMSP: consumo de matéria seca expresso em porcentagem do peso vivo; CA: conversão alimentar; PVi: Peso vivo inicial; PVa: peso vivo ao abate; PCq: peso de carcaça quente; RC: rendimento de carcaça; GMC: ganho médio diário de carcaça; GCC: ganho médio diário de carcaça em período total de confinamento; GMC GMD: eficiência de transformação do peso em carcaça; ETMSC: eficiência de transformação da matéria seca consumida em carcaça; MG: Mastersorb Gold; NL: Notox LS.

^{a-b} Médias seguidas de letras diferentes na mesma linha diferem entre si pelo teste Tukey a 10%.

CV: Coeficiente de variação.

No parâmetro eficiência de transformação da matéria seca consumida em carcaça (ETMSC) apresentados na Tabela 3, os animais tratados com adsorvente de micotoxinas MG tiveram melhor eficiência alimentar ($P<0,10$), com $9,03 \text{ kg kg}^{-1}$, comparado ao tratamento controle ($9,74 \text{ kg kg}^{-1}$) e NL ($9,71 \text{ kg kg}^{-1}$). Para os dados de ETMSC, do segundo ensaio de pesquisa, contidos na Tabela 4, os animais tratados com adsorvente de micotoxinas MG e MS apresentaram melhor ETMSC ($10,15$ e $10,76 \text{ kg kg}^{-1}$, respectivamente), comparado aos animais tratados com adsorvente de micotoxina NL ($11,50 \text{ kg kg}^{-1}$) e tratamento controle ($11,62 \text{ kg kg}^{-1}$).

Custódio *et al.* (2020) em seu estudo, evidenciaram que a inclusão de adsorventes de micotoxinas a dieta, proporcionou uma minimização dos danos para a eficiência alimentar dos

animais, contudo, quando expostos a um longo período a dietas contendo altos níveis de micotoxinas, há o comprometimento da microbiota ruminal, afetando o desempenho animal.

Na avaliação das características físicas da carcaça, o primeiro ensaio (Tabela 3), não apresentou diferença estatística ($P>0,10$) entre os tratamentos avaliados; enquanto que no segundo ensaio (Tabela 4), os animais tratados com adsorventes de micotoxina (MG, MS e NL), apresentaram maior deposição de gordura na região do *longissimus dorsi* e do traseiro ($P<0,10$), com (4,73, 4,72 e 4,57 mm) e (6,50, 6,65 e 6,30 mm), respectivamente. Para a deposição de gordura na região do costilhar, os animais tratados com adsorvente de micotoxina MG apresentaram maior deposição ($P<0,10$) com 4,60 mm frente aos 3,70 mm do tratamento controle.

Tabela 4 – Desempenho animal e caracterização física da carcaça de novilhos terminados em 133 dias de confinamento com dietas com e sem a inclusão de adsorvente de micotoxinas, durante o segundo ensaio de pesquisa.

Parâmetro	Adsorvente de Micotoxinas				Média	CV	Prob.
	Controle	MG	NL	MS			
<u>Desempenho animal:</u>							
GMD, kg dia ⁻¹	1,050 b	1,205 a	1,156 a	1,111 ab	1,131	5,69	0,0707
CMSD, kg dia ⁻¹	8,01	8,20	8,28	8,21	8,18	9,23	0,5461
CMSP, % do peso vivo	1,82	1,81	1,85	1,85	1,83	5,83	0,9255
CA, kg kg ⁻¹	7,17 a	6,23 b	6,38 b	6,64 b	6,60	10,02	0,0587
<u>Desempenho da carcaça:</u>							
PVi, kg	384,5	386,6	381,7	387,9	385,2	3,24	0,9768
PVa, kg	525,2 b	548,2 a	536,2 a	543,9 a	538,4	6,01	0,0226
PCq, kg	288,8 b	306,2 a	294,8 ab	302,1 ab	298,0	6,91	0,0555
RC, %	54,98	55,85	54,94	55,51	55,32	2,08	0,5523
GMC, kg dia ⁻¹	0,731 b	0,855 a	0,787 b	0,819 ab	0,798	16,32	0,0560
GCC, kg	96,55 b	112,87 a	103,93 b	108,16 ab	105,38	16,32	0,0265
GMC GMD ⁻¹ , %	67,43	65,32	58,91	66,53	64,55	13,02	0,3977
ETMSC, kg kg ⁻¹	11,62 b	10,15 a	11,50 b	10,76 a	11,01	8,64	0,0975
<u>Espessura de gordura (mm):</u>							
<i>Longissimus dorsi</i>	4,23 b	4,73 a	4,57 a	4,72 a	4,56	15,56	0,0683
Dianteiro	3,00	3,10	3,10	3,20	3,10	17,58	0,9866
Costilhar	3,70 b	4,60 a	4,30 ab	4,30 ab	4,23	11,92	0,0963
Traseiro	6,00 b	6,50 a	6,30 a	6,65 a	6,36	13,17	0,0481
<u>Características quantitativas (cm):</u>							
Comprimento de carcaça	156,80	159,20	159,80	158,60	158,60	3,14	0,7975
Espessura de coxão	19,80	20,8	20,70	20,00	20,33	6,32	0,5354
Comprimento de braço	42,40	42,70	41,30	41,30	41,85	3,21	0,1786
Perímetro de braço	68,10	67,50	68,20	67,30	67,78	3,71	0,9252

GMD: Ganho de peso médio diário; CMSD: consumo de matéria seca médio diário; CMSP: consumo de matéria seca expresso em porcentagem do peso vivo; CA: conversão alimentar; PVi: Peso vivo inicial; PVa: peso vivo ao abate; PCq: peso de carcaça quente; RC: rendimento de carcaça; GMC: ganho médio diário de carcaça; GCC: ganho médio diário de carcaça em período total de confinamento; GMC GMD: eficiência de transformação do peso em carcaça; ETMSC: eficiência de transformação da matéria seca consumida em carcaça; MG: Mastersorb Gold; MS: Mycofix Select; NL: Notox LS.

^{a-b} Médias seguidas de letras diferentes na mesma linha diferem entre si pelo teste Tukey a 10%.

CV: Coeficiente de variação.

Na avaliação do comportamento digestivo dos animais (Tabela 5), para o primeiro ensaio, a digestibilidade aparente da matéria seca (DMS), foi estatisticamente superior ($P<0,10$) para os animais tratados com adsorvente de micotoxina MG (74,17%) frente ao tratamento controle (72,25%), enquanto os animais tratados com adsorvente de micotoxina NL não diferiram entre os tratamentos (73,29%). Para a avaliação de DMS do segundo ensaio (Tabela 6), animais tratados com adsorventes de micotoxinas MG e NL foram estatisticamente superiores ($P<0,10$) com 83,91 e 83,57%, respectivamente, comparativamente ao tratamento controle com 82,44%; já os animais tratados com adsorvente de micotoxina MS, não diferiram entre os tratamentos (82,52%).

Gallo *et al.* (2015) relataram que alguns tipos de micotoxinas possuem atividade antimicrobianas, as quais reduzem a atividade microbiana no rúmen e intestino, a qual afeta diretamente a taxa de digestibilidade da MS e da FDN, motilidade ruminal, proteína microbiana e consequentemente afetando a ingestão da matéria seca (IMS), a qual não foi identificada no presente trabalho. Entretanto, na presença de adsorventes, as atividades micotoxêmicas diminuem, evitando seu dano as bactérias ruminais, as quais consequentemente promoveram maior digestão da dieta, evidenciado pela melhor DMS nos tratamentos com adsorventes de micotoxinas.

Quando há na composição dos adsorventes a presença de bentonita e enzimas desativadoras de micotoxina, principalmente em altos níveis de fumonisinas e desoxinivalenol, como o relatado no presente trabalho, há melhora na digestibilidade da MS e da FDN (GALLO *et al.*, 2020).

Tabela 5 – Comportamento digestivo e ingestivo de novilhos terminados em confinamento com dietas com e sem a inclusão de adsorvente de micotoxinas, durante o primeiro ensaio de pesquisa.

Parâmetro	Adsorvente de Micotoxinas			Média	CV	Prob.
	Controle	MG	NL			
Comportamento digestivo:						
Fezes (kg MN dia ⁻¹)	14,04 a	13,37 a	14,18 a	13,86	10,58	0,6041
MS das fezes (%)	17,37 a	16,89 a	17,29 a	17,18	4,44	0,5263
Fezes (kg MS dia ⁻¹)	2,44 a	2,25 a	2,45 a	2,38	9,05	0,2422
Escore das fezes	3,03 a	3,25 a	3,08 a	3,12	6,29	0,1604
pH das fezes	8,04 a	8,08 a	8,00 a	8,04	2,92	0,8366
DMS (%)	72,25 b	74,17 a	73,29 ab	73,24	2,49	0,0229
Comportamento ingestivo:						
<u>Horas dia⁻¹:</u>						
Consumindo alimentos	2,18 a	1,84 a	1,90 a	1,97	19,43	0,2972
Consumindo água	0,20 a	0,19 a	0,25 a	0,21	10,00	0,5139
Ruminação	3,28 a	3,73 a	3,91 a	3,64	12,91	0,6538
Ócio	18,57 a	18,24 a	17,86 a	18,22	8,38	0,7257
<u>Vezes dia⁻¹:</u>						
Alimentação	18,7 a	16,7 b	16,0 b	17,2	3,35	0,0001

Abeberação	5,9 a	6,1 a	6,4 a	6,1	15,53	0,8613
Defecação	7,4 a	5,6 a	6,2 a	6,4	16,79	0,4157
Micção	6,3 a	6,0 a	6,7 a	6,3	10,23	0,1566

DMS: digestibilidade aparente da matéria seca; MG: Mastersorb Gold; NL: Notox LS.

^{a-b} Médias seguidas de letras diferentes na mesma linha diferem entre si pelo teste Tukey a 10%.

CV: Coeficiente de variação.

Para o comportamento ingestivo do primeiro ensaio (Tabela 5), avaliado em vezes dia⁻¹, a atividade de alimentação foi estatisticamente superior ($P<0,10$), com 18,7 vezes dia⁻¹ para o tratamento controle, comparado aos animais tratados com adsorventes de micotoxinas MG e NL (16,7 e 16 vezes dia⁻¹, respectivamente). Enquanto no comportamento ingestivo do segundo período (Tabela 6), não houve diferença estatística entre os tratamentos avaliados ($P>0,10$).

Devido os ensaios não apresentarem diferença para o comportamento ingestivo e para a produção de fezes, mesmo as dietas serem as mesmas, somente com diferenciação na adição dos diferentes adsorventes de micotoxinas, não sendo possível verificar alterações no comportamento ingestivo e também não há relatos na literatura de outros autores, demonstrando a diferença de comportamento ingestivo devido a adição ou não do adsorvente de micotoxina.

Tabela 6 – Comportamento digestivo e ingestivo de novilhos terminados em confinamento com dietas com e sem a inclusão de adsorvente de micotoxinas, durante o segundo ensaio de pesquisa.

Parâmetro	Adsorvente de Micotoxinas				Média	CV	Prob.
	Controle	MG	NL	MS			
Comportamento digestivo:							
Fezes (kg MN dia ⁻¹)	8,87	8,86	8,98	9,12	8,96	13,25	0,9840
MS das fezes (%)	17,58	16,93	17,30	17,74	17,39	5,14	0,5224
Fezes (kg MS dia ⁻¹)	1,56	1,50	1,55	1,61	1,56	12,92	0,8587
Escore das fezes	3,02	2,98	2,93	2,95	2,97	3,40	0,5970
pH das fezes	8,14	8,06	8,18	8,22	8,15	3,61	0,8521
DMS (%)	82,44 b	83,91 a	83,57 a	82,52 ab	83,11	2,99	0,0269
Comportamento ingestivo:							
<u>Horas dia⁻¹:</u>							
Consumindo alimentos	1,60	1,44	1,44	1,52	1,50	13,48	0,8586
Consumindo água	0,12	0,17	0,18	0,15	0,16	27,27	0,6376
Ruminação	1,00	1,10	1,22	1,17	1,12	20,72	0,8811
Ócio	21,36	21,28	21,19	21,24	21,27	2,78	0,9714
<u>Vezes dia⁻¹:</u>							
Alimentação	16,07	15,33	15,07	14,73	15,30	10,01	0,9143
Abeberação	9,80	9,00	9,80	9,73	9,58	16,46	0,9481
Defecação	5,93	5,93	6,07	6,53	6,12	10,53	0,8552
Micção	6,40	6,87	6,47	7,40	6,71	20,01	0,8575

DMS: digestibilidade aparente da matéria seca; MG: Mastersorb Gold; MS: Mycofix®Select; NL: Notox LS.

^{a-b} Médias seguidas de letras diferentes na mesma linha diferem entre si pelo teste Tukey a 10%.

CV: Coeficiente de variação.

De maneira geral, no primeiro ensaio, objetivou-se a avaliação de uma dieta com menor

concentração de nutrientes em função da maior participação do volumoso, enquanto que na dieta do segundo ensaio houve um desafio no ambiente ruminal, com uso de uma dieta de alta proporção de concentrado e pouco volumoso, e em ambas as situações expostas aos animais, os adsorventes de micotoxinas promoveram efeito benéfico, melhorando a digestibilidade aparente da dieta e consequentemente, o desempenho dos animais, frente a dieta controle.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os adsorventes MG, NL e MS foram efetivos às micotoxinas em ambas as dietas, de alta e baixa proporção de concentrado, no desafio proteção à quanto as micotoxinas desoxinivalenol e fumonisina B2.

Com o desempenho da função esperada pelos adsorventes, houve maior ganho médio de peso diário, melhor conversão alimentar e melhor capacidade de transformação da MS ingerida em carcaça, durante os dois ensaios realizados.

REFERÊNCIAS

ADAMS, R. S.; KEPHART, K. B.; ISHLER, V. A.; HUTCHINSON, L. J.; ROTH, G. W. Mold and mycotoxin problems in livestock feeding. **Dept of Dairy and Animal Science**, Extension Publ. DAS, p. 93-21, 1993.

AOAC - Association of Official Analytical Chemists. **Official methods of analysis of the Association of the Analytical Chemists**. 16th ed. Washington, 1995.

ASSIS, J. R.; ASSIS, A. C. M.; NUNES, D.; CARLOS, A. B.; CARVALHO, T. T.; GALDOS-RIVEROS, A. C. Micotoxinas no metabolismo e desempenho de animais ruminantes. **Journal of Biology & Pharmacy and Agricultural Management**, vol 15, n. 4, p. 404-435. Set, 2019.

BINDER, E. M; TAN, L. M.; CHIN, L. J.; HANDL, J.; RICHARD, J. Worldwide occurrence of mycotoxins in commodities, feeds and feed ingredients. **Animal Feed Science and Technology**, vol 137, n. 4, p. 265–282. Out, 2007.

BOCHIO, V.; TAKAHASHI, S. E.; GROFF, P. M.; SCHADECK, M. M.; MAIER, G. S. Efeitos da aflatoxina na produção avícola: Revisão. **Pubvet**, vol 11, n. 8, p. 832-839. Ago, 2017.

BRETAS, A. A. Inclusão de adsorventes de micotoxinas para leitões. **Revista CES Medicina Veterinario Y Zootecnia**, vol 13, n. 1, p. 80-95. Jan/Abr, 2018.

CALONI, F.; SPOTTI, M.; AUERBACH H.; OP DEN CAMP, H.; GREMMELS, J. F.; POMPA, G. In vitro metabolism of fumonisin B1 by ruminal microflora. **Veterinary Research Communications**, vol. 24, n. 4, p. 379–387. Set, 2000.

CHAYTOR, A. C.; HANSEN, J. A.; HEUGTEN, E.; SEE, M.T.; KIM, S. W. Occurrence and decontamination of mycotoxins in swine feed. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**, vol 24, n. 5, p. 723-738. Abr, 2011

CUSTÓDIO, L.; PRADOS, L. F.; YIANNIKOURIS, A.; HOLDER, V.; PETTIGREW, J.; KURITZA, L.; RESENDE, F. D.; SIQUEIRA, G. R. Mycotoxin contamination of diets for beef cattle finishing in feedlot. **Revista Brasileira de Zootecnia**, vol. 48, n. 1, p. 1–12. Out, 2019.

CUSTÓDIO, L.; PRADOS, L. F.; FIGUEIRA, D. N.; YIANNIKOURIS, A.; GLORIA, E. M.; HOLDER, V.; PETTIGREW, J.; SANTIN, E.; RESENDE, F. D.; SIQUEIRA, G. R. Mycotoxin-contaminated diets and an adsorbent affect the performance of Nellore bulls finished in feedlots. **Cambridge University Press**, vol. 14, n. 10, p. 2074–2082. Abr, 2020.

ELTARIKI, F. E. M.; TIWARI, K.; ARIFFIN, I. A.; ALHOOT, M. A. Genetic Diversity of fungi producing mycotoxins in stored crops. **Journal of Pure and Applied Microbiology** vol 12, n. 4, p. 1815-1823. Nov, 2018.

GALLO, A.; GIUBERTI, G.; FRISVAD, J. C.; BERTUZZI, T.; NIELSEN, K. F. Review on mycotoxin issues in ruminants: Ocurrence in forages, effects of mycotoxin ingestion on health status and animal performance and practical strategies to counteract their negative effects. **Toxins**, vol. 7, n. 8, p. 3057-3111. Ago, 2015.

GALLO, A.; MINUTTI, A.; BANI, P.; BERTUZZI, T.; PICCIOLI CAPPELLI, F.; DOUPOVEC, B.; FAAS, J.; SCHATZMAYR, D.; TREVISO, E. A mycotoxin-deactivating feed additive counteracts the adverse effects of regular levels of Fusarium mycotoxins in dairy cows. **Journal of Dairy Science**, vol 103, n. 12, p. 11314-11331. Dez, 2020.

GOERING, H. K.; VAN SOEST, P.J. **Forage fiber analysis: apparatus reagents, procedures and some applications**. D.C, Agricultural Handbook, p. 379, 1970.

GURUNG, N. K.; RANKINS, Jr. D. L.; SHELBY, R. A. In vitro ruminal disappearance of fumonisins B1 and its effect on in vitro dry matter disappearance. **Veterinary and human toxicology**, vol. 41, n. 4, p. 196–199. Ago, 1999.

FERREIRA, S.; GUIMARÃES, T.; MOEIRA, K.; ALVES, V.; LEMOS, B.; SOUZA, F. **Caracterização fecal de bovinos**. Revista Científica Eletrônica de Medicina Veterinária, 2013.

HENDRIX, D. L. Rapid Extraction and Analysis of Nonstructural Carbohydrates in Plant Tissues. **Crop Science**, vol 33, n. 6, p. 1306–1311. Nov, 1993.

LOOPER, M. L.; STOKES, S. R.; WALDNER, D. N.; JORDAN, E. R. **Managing Milk Composition: Evaluating Herd Potential**. Cooperative Extension Service College of Agriculture and Home Economics. Guide D-104. New Mexico State University. March, 2001.

MAIA, K. M.; ALCALDE, C. R.; BARBOSA, M. A.; MARCATO, S. M. Micotoxinas e adsorventes na alimentação animal. **Ciência Animal**, vol 31, n. 4, p. 82-91. Nov, 2021.

MERRILL, M. L.; BOHNERT, D. W.; HARMON, D. L.; CRAIG, A. M.; SCHRICK, F. N. A capacidade de uma preparação de parede celular derivada de levedura para minimizar os efeitos tóxicos da palha de festuca alta com alto teor de alcalóide de cravagem em gado de corte. **Journal of**

Animal Science, vol 85, n. 10, p. 2596-2605. Out, 2007

MILICEVIC, D. R.; SKRINJAR, M.; BALTIC, T. Real and Perceived Risks for Mycotoxin Contamination in Foods and Feeds: Challenges for Food Safety Control. **Toxins**, vol 2, n. 4, p. 272-592. Abr, 2010.

MOREIRA, A. C; FERREIRA, S. V.; CARDOSO, R. E.; SILVA, H. M. F.; RIBEIRO, F. M. Micotoxinas em alimentos para não ruminantes e o uso de adsorventes. **Nutritime Revista Eletrônica**, vol 15, n. 2, p. 8122-8131. Mar/Abr, 2018.

MÜLLER, L. **Normas para avaliação de carcaças e concurso de carcaças de novilhos**. Santa Maria: UFSM. 1987

NIDERKORN V.; BOUDRA, H.; MORGAVI, D. P. Binding of Fusarium mycotoxins by fermentative bacteria in vitro. **Journal of Applied Microbiology**, vol 101, n. 4, p. 849–856. Out, 2006.

PRESTES, I. D.; ROCHA, L. O.; NUNEZ, K. V. M.; SILVA, N. C.C. Fungos e micotoxinas em grãos de milho e suas consequências. **Scientia Agropecuária**, vol 10, n. 4, p. 559-570. Nov, 2019.

FUTAGAMI, T.; MORI, K.; YAMASHITA, A.; WADA, S.; KAJIWAARA, Y.; TAKASHITA, H.; OMORI, T.; TAKEGAWA, K.; TASHIRO, K.; KUHARA, S.; GOTO, M. Genome announcement: Genome sequence of the white Koji mold aspergillus kawachii IFO 4308, used for brewing the Japanese distilled spirit shochu. **Eukaryotic Cell**, vol 10, n. 11, p. 1586–1587, Nov, 2011.

RICCIO, M. B.; TAPIA, M. O.; MARTÍNEZ, G.; ARANGUREN, S. M.; DIEGUEZ, S. N.; SORACI, A. L.; RODRÍGUEZ, E. Effect of the combination of crude extracts of Penicillium griseo fulvum and Fusarium graminearum containing patulin and zearalenone on rumen microbial fermentation and on their metabolism in continuous culture fermenters. **Archives of Animal Nutrition**, vol 68, n. 4, p. 309–319. Jun, 2014.

VAN SOEST, P. J.; ROBERTSON, J. B.; LEWIS, B. A. Symposium: carbohydrate methodology, metabolism, and nutritional implications in dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, vol 74, n. 10, p. 3583-3597. Fev, 1991.

VARGA, E.; GLAUNER, T.; KOPPEN, R.; MAYER, C.; SULYOK, M.; SCHUHMACHER, R.; KRSKA, R.; BERTHILLER, F. Stable isotope dilution assay for the accurate determination of mycotoxins in maize by UHPLC-MS/MS. **Anal. Bioanal. Chem**, vol 402, n. 9, p. 2675–2686. Mar, 2012.

VEDOVATTO, M. G.; BENTO, A. L.; KIEFER, C.; SOUZA, K. M. R.; FRANCO, G. L. Micotoxinas na dieta de bovinos de corte: revisão. **Archivos de zootecnia**, vol 69, n. 266, p. 234-244. Mar/Apr, 2020.

WEISS, W. P.; CONRAD, H. R.; PIERRE, N. R. S. A theoretically-based model for predicting total digestible nutrient values of forages and concentrates. **Animal Feed Science and Technology**, vol 39, n. 1, p. 95-110. Nov, 1992.