

# Suplementação de cultura de leveduras em associação com complexo enzimático na dieta de novilhos confinados

## Supplementation of yeast culture combined with an enzyme complex in the diet for confined steers

Luana de Melo<sup>1</sup> , Paulo Eduardo Piemontez de Oliveira<sup>1</sup> , Daniel Corrêa Plodoviski<sup>1</sup> , Luísa da Costa<sup>1</sup> , Caroline Bordignon da Rosa<sup>1</sup> , Everton Luiz Carneiro Pereira<sup>1</sup> , André Martins de Souza<sup>2\*</sup> , Mikael Neumann<sup>1</sup> 

<sup>1</sup>Universidade Estadual do Centro-Oeste (UNICENTRO), Guarapuava, Paraná, Brasil

<sup>2</sup>Universidade Estadual de Londrina (UEL), Londrina, Paraná, Brasil

\*Autor correspondente: [andrens\\_92@hotmail.com](mailto:andrens_92@hotmail.com)

### Resumo

Objetivou-se avaliar o desempenho produtivo, digestibilidade aparente da dieta e comportamento ingestivo de bovinos de corte terminados em confinamento sob efeito da inclusão de cultura de leveduras ou de complexo enzimático. Os tratamentos foram assim constituídos: dieta sem aditivos (controle); dieta com complexo enzimático (7 g animal dia<sup>-1</sup>); dieta com cultura de levedura (7g animal dia<sup>-1</sup>) e dieta com a associação de complexo enzimático (7 g animal dia<sup>-1</sup>) e cultura de levedura (7g animal dia<sup>-1</sup>). O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, com cinco repetições. Utilizou-se 40 novilhos inteiros, ½ sangue Angus ½ sangue Nelore, com peso vivo médio inicial de 362 kg ± 6kg. Independente do período de avaliação, a não suplementação fez com que os animais ganhassem menos peso (0 a 21 dias: 1,267 kg dia<sup>-1</sup>; 0 a 42 dias: 1,377 kg dia<sup>-1</sup>; 0 a 63 dias: 1,368 kg dia<sup>-1</sup>) em relação aos animais suplementados, a conversão alimentar para os animais não suplementados também foi pior. A digestibilidade aparente do amido apresentou maiores médias quando os novilhos foram suplementados com cultura de levedura isolada e com cultura de levedura associada com complexo enzimático (97,30% e 97,07% respectivamente). A suplementação na forma de associação da cultura de leveduras ao complexo enzimático não apresentou efeitos adicionais sobre o ganho de peso, mas possui as menores médias para conversão alimentar.

**Palavras-chave:** aditivos; conversão alimentar; digestibilidade aparente da dieta; ganho de peso.

### Abstract

The objective was to evaluate the productive performance, apparent digestibility of the diet and ingestive behavior of beef cattle finished in feedlot under the effect of the inclusion of yeast culture or enzyme complex. The treatments were: diet without additives (control); diet with enzyme complex (7 g animal day<sup>-1</sup>); diet with yeast culture (7g animal day<sup>-1</sup>) and diet with the association of enzymatic complex (7 g animal day<sup>-1</sup>) and yeast culture (7g animal day<sup>-1</sup>). The experimental design was completely randomized, with five replications. Forty ½ Angus ½ Nelore steers, with an average initial body weight of 362 kg ± 6 kg, were used. Regardless of the evaluation period, non-supplementation caused the animals to gain less weight (0 to 21 days: 1.267 kg day<sup>-1</sup>; 0 to 42 days: 1.377 kg day<sup>-1</sup>; 0 to 63 days: 1.368 kg day<sup>-1</sup>) compared to supplemented animals, feed conversion for non-supplemented animals was also worse. Starch apparent digestibility showed higher averages when steers were supplemented with yeast culture alone and yeast culture combined with enzyme complex (97.30% and 97.07%, respectively). Supplementation using a combination of yeast culture with enzyme complex did not cause additional effects on weight gain, but resulted in the lowest averages for feed conversion.

**Keywords:** additives; diet apparent digestibility; feed conversion; weight gain.

## 1. Introdução

A eficiência produtiva está intimamente relacionada à crescente demanda por sistemas de produção intensivos nos confinamentos brasileiros, onde são utilizadas dietas de alta densidade energética, com objetivo de obter bons resultados de ganho de peso médio diário, de eficiência alimentar, de acabamento de carcaça e qualidade do produto final (1).

Os desafios na inclusão de dietas altamente energéticas, com menores teores de forragem e/ou fibras,

estão relacionados ao aumentando do risco de distúrbios gastrointestinais em ruminantes (2,3), que geram perdas de nutrientes nas fezes e comprometem o bem estar dos animais na fase de terminação. Para isso, são utilizadas tecnologias com objetivo de melhorar a digestibilidade dos alimentos, evitando perdas econômicas e ambientais (4). Dentre estas ferramentas, a utilização de aditivos moduladores de fermentação ruminal como as enzimas e as leveduras vem apresentando resultados interessantes como possíveis estratégias a serem adotadas.

Recebido: 1 de novembro de 2022. Aceito: 1 de fevereiro de 2023. Publicado: 05 de abril de 2023.



Este é um artigo de Acesso Aberto distribuído sob os termos da Creative Commons Attribution License, que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o trabalho original seja devidamente citado.

<https://revistas.ufg.br/vet/index>

As leveduras (*Saccharomyces cerevisiae*) são adicionadas na alimentação de ruminantes, modificando de maneira positiva o ambiente ruminal e a saúde intestinal, pois poderá ser fonte de diversos nutrientes, promovendo assim melhora na digestão e aumento na produção animal (5). São oriundas de biomassa de diferentes fermentações, como panificação, vinho, cana-de-açúcar e milho, podendo ainda passar por diferentes processamentos. Caracterizam-se em levedura viva seca, levedura autolisada, extrato de levedura, parede celular e cultura de levedura (6), sendo que todas as formas podem ser utilizadas como ferramentas para nutrição animal, cada com suas particularidades específicas.

A cultura contém a levedura e o meio em que foi cultivado (7), sendo feita a secagem de todo o material sem destruir ou processar os componentes associados às leveduras, tais como vitaminas do complexo B, peptídeos, aminoácidos e nucleotídeos (7,8), proporcionando aumento na concentração de ácidos graxos voláteis e na proporção molar de propionato, causando decréscimo na concentração de ácido lático no líquido ruminal e menor variação do pH após as refeições, resultando assim na melhora de ambiente do rúmen (9), reduzindo as variações da microbiota durante o dia, que por consequência proporciona incremento produtivo.

Enzimas exógenas também são apontadas como um melhorador da digestibilidade dietética e da eficiência produtiva (10). A produção de ácidos graxos de cadeia curta provindo da suplementação com enzimas aumenta a deposição de gordura subcutânea, melhorando o acabamento das carcaças (11). É apontado melhor conversão alimentar e ganho de peso de bovinos suplementados com enzimas, porém em outros parâmetros de desempenho não apontam variações, o que aguçava a busca de mais informações sobre o tema (12,13).

Desta forma, o objetivo da presente pesquisa foi avaliar o efeito da suplementação com cultura de leveduras e/ou complexo enzimático, utilizadas de forma individual ou associadas, sobre o desempenho produtivo, o comportamento ingestivo e a digestibilidade aparente da dieta de novilhos terminados em confinamento.

## 2. Material e métodos

Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Conduta Ética no Uso de Animais em Experimentação (CEUA/ UNICENTRO) (ofício nº 002/2021), e foi realizado no Núcleo de Produção Animal (NUPRAN) junto do Curso de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias do Setor de Ciências Agrárias e Ambientais da Universidade Estadual do Centro-Oeste (UNICENTRO), localizado na cidade de Guarapuava, Paraná, Brasil. O clima da região 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°C e média máxima anual de 23,5°C, com umidade relativa do ar de 77,9%.

Foram utilizados 40 novilhos inteiros ½ sangue Angus x ½ sangue Nelore, com peso médio inicial de 362 kg ± 6 kg e idade média inicial de 11 meses ± 1,5 meses. As instalações foram constituídas de 20 baias de confinamento (2 animais baia), com área de 15 m<sup>2</sup> cada (2,5 m x 6,0 m). Cada baia possuía um comedouro de concreto medindo 2,30 m de comprimento, 0,60 m de largura e 0,35 m de altura e um bebedouro metálico com enchimento automático. O período experimental foi 80 dias, sendo divididos em, 17 dias de adaptação às dietas e instalações experimentais e três períodos de 21 dias de avaliação.

O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, composto por quatro tratamentos, sendo: T1 – dieta controle (sem aditivos); T2 – dieta com complexo enzimático (7 g animal dia<sup>-1</sup>); T3 – dieta com cultura de levedura (7 g animal dia<sup>-1</sup>) e T4 – dieta com a associação de complexo enzimático (7 g animal dia<sup>-1</sup>) e cultura de levedura (7 g animal dia<sup>-1</sup>), com cinco repetições, onde cada repetição correspondia a uma baia com dois animais (Unidade experimental).

O complexo enzimático Potenzya® (Safeeds – Nutrição Animal Ltda.), é composto por um combinado de enzimas contendo proteases, fitases e NSPases, obtida a partir da fermentação dos fungos *Aspergillus niger* e *Trichoderma reesei*. O complexo enzimático foi submetido à análise prévia de atividade enzimática, por ensaio com ácido 3,5-dinitrossalicílico (DNS) adaptado de Miller (14), apresentando atividades de 3.117, 2.870, 2.210, 372, 11 e 21 U g<sup>-1</sup> de xilanase, celulase, β-glucanase, mananase, α-galactocidase e amilase, respectivamente. Condições de pH e temperatura dos testes: xilanase: pH 4,5 e 40°C; celulase: pH 4,8 e 50°C; β-glucanase, mananase e amilase: pH 5,0 e 40°C; e α-galactocidase: pH 5,5 e 37°C. O Cultron® (Aleris – Comércio e Exportação de Produtos para Nutrição Ltda.), caracteriza-se como uma cultura de levedura (*Saccharomyces cerevisiae*) obtida da fermentação em meio nutritivo controlado, contendo melaço de cana-de-açúcar e sequencialmente derivados de milho. Este processo tecnológico maximiza a atividade metabólica da levedura que proporciona aumento do valor biológico do produto final. Sua composição média caracteriza-se por: 92% de MS, 45% de PB, 5% de extrato etéreo, 7% de CF, 4% de MM, 0,05% de Ca, 0,78% de P, 0,38% de K, 15 a 17% de β-glucanos, 8 a 10% de mananoligossacarídeos além de metabólitos de fermentação com diferentes aminoácidos, vitaminas, enzimas e ácidos orgânicos.

As dietas foram constituídas por 45% de silagem de milho e 55% de concentrado, na base seca. O Concentrado foi composto por 20% de farelo de trigo, 15% de radícula de malte, 14,28% de grãos de milho, 12% de germen de milho engordurado, 12,20% de casca de soja, 14% de cevada forrageira, 5,52% de farelo de soja, 3,84% de calcário

calcítico, 1,80% de ureia pecuária, 0,60% de sal comum, e 0,76% de premix vitamínico mineral, o qual tem seus níveis de garantia descritos na Tabela 1. Amostras de silagem de milho e de concentrado foram coletadas em cada período experimental e levadas à estufa com ventilação de ar forçado a 55°C por 72 horas para determinação da matéria seca parcial. As amostras pré-secas foram moídas em moinho tipo Willey contendo uma peneira com malha de 1 mm de diâmetro e conduzidas posteriormente para análise bromatológica.

A partir das amostras pré-secas da silagem de milho e do concentrado, foram determinados os teores de matéria seca (MS), matéria mineral (MM), extrato etéreo (EE) e proteína bruta (PB), segundo técnicas descritas na AOAC (15). Os teores da fibra em detergente neutro (FDN) foram obtidos conforme método de Van Soest *et al.* (16) com  $\alpha$ -amilase termoestável e da fibra em detergente ácido (FDA) e lignina segundo Goering & Van Soest (17). Os teores de nutrientes digestíveis totais (NDT) foram calculados conforme equações propostas por Weiss *et al.* (18). Para determinação dos teores de P e Ca foram realizadas análises de acordo com a metodologia descrita por Tedesco (19).

A análise do amido foi realizada com base na hidrólise do amido contido na amostra Hendrix (20), 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, consta a composição química dos alimentos utilizados na alimentação dos animais e os valores médios da dieta experimental, com base na matéria seca total.

**Tabela 1.** Composição química dos alimentos utilizados na alimentação dos animais e valores médios da dieta experimental, com base na matéria seca total

| Parâmetro                           | Silagem de milho | Concentrado <sup>1</sup> | Dieta experimental |
|-------------------------------------|------------------|--------------------------|--------------------|
| Matéria seca, % MN*                 | 35,89            | 91,83                    | 66,66              |
| Matéria mineral, % MS               | 3,64             | 6,36                     | 5,14               |
| Proteína bruta, % MS                | 5,89             | 20,20                    | 13,76              |
| Extrato etéreo, % MS                | 1,96             | 2,05                     | 2,01               |
| Amido, % MS                         | 34,11            | 42,13                    | 38,52              |
| Fibra em detergente neutro, % MS    | 44,06            | 31,47                    | 37,14              |
| Fibra em detergente ácido, % MS     | 22,51            | 13,08                    | 17,32              |
| Lignina, % MS                       | 3,97             | 3,89                     | 3,93               |
| Nutrientes digestíveis totais, % MS | 72,08            | 78,68                    | 75,71              |
| Ca, % MS                            | 0,14             | 1,71                     | 1,00               |
| P, % MS                             | 0,26             | 0,54                     | 0,41               |

Nível de garantia do premix por kg de concentrado: vit. A: 16000 UI; vit D3: 2000 UI; vit. E: 25 UI; S: 0,36 g; Mg: 0,74 g; Na: 3,6 g; Co: 0,52 mg; Cu: 22,01 mg; F: 18,00 mg; I: 1,07 mg; Mn: 72,80 mg; Se: 0,64 mg; e Zn: 95,20 mg; \*MN: Matéria Natural.

As dietas foram fornecidas duas vezes ao dia, às 6:00 e às 17:00 horas, na forma de ração totalmente misturada

(RTM). Os aditivos foram homogeneizados em 80 g de concentrado moído para facilitar seu fornecimento sobre a dieta no momento de cada alimentação. O consumo voluntário dos alimentos foi registrado diariamente, pela pesagem da quantidade oferecida e das sobras do dia anterior, considerando o ajuste do consumo diário a fim de manter as sobras em 5% do total fornecido.

O peso corporal (PC) foi mensurado no dia 0 obtendo o Peso Inicial (PI), e posteriormente a cada 21 dias por meio da pesagem individual dos animais, totalizando quatro pesagens nos três períodos de avaliação, sob jejum de sólidos de dez horas, e na última pesagem obteve o Peso Final (PF). As variáveis avaliadas foram ingestão média de matéria seca, expresso em kg animal dia<sup>-1</sup> (IMS), consumo médio de matéria seca, expresso em porcentagem do peso vivo (IMS, % PV), ganho de peso médio diário (GMD, kg dia<sup>-1</sup>) e conversão alimentar (CA, kg kg<sup>-1</sup>). Através do PI e do PF dos animais foi obtido o ganho de peso do período experimental (GPP), e a partir do ganho médio diário foi possível estimar o tempo necessário para os animais ganharem 100 kg de peso vivo.

Para a realização do comportamento ingestivo foi escolhido um animal por baía de forma aleatória, onde este foi devidamente identificado para a correta observação e marcação do avaliador. Esta análise foi realizada em um tempo contínuo de 48 horas, nos dias 31, 32 e 33 do período experimental, tal avaliação teve início às 12 horas no primeiro dia e término às 12 horas do terceiro dia. As observações foram realizadas por 9 observadores por turno, em sistema de rodízio a cada 6 horas. As leituras foram tomadas em intervalos regulares de 3 minutos. Os dados do comportamento animal, representado pelas atividades de ócio, ruminação, consumo de água e consumo de alimento, foram expressos em horas dia. Nessa mesma ocasião também foram observadas, seguindo a mesma metodologia, a frequência da ocorrência das atividades de alimentação, abeberação, micção e defecação, expressas em número de vezes por dia. Na observação noturna, o ambiente foi mantido com iluminação artificial, condição que se deu desde a chegada dos animais na unidade experimental.

Concomitante a avaliação comportamental foi avaliada a digestibilidade aparente da dieta, para a qual foi realizada a coleta total de fezes de cada unidade experimental ao final de cada turno, com o auxílio de raspadores, durante as 48 horas de avaliação, e para não ter interferência de sujidades, as baias foram lavadas para a retirada toda e qualquer impureza ali presente que viesse a interferir na coleta. As fezes foram pesadas e amostradas em cada turno de 6 horas, e posteriormente armazenadas em freezer a -18°C até o momento das análises. Após o término da avaliação, as amostras foram descongeladas, homogeneizadas para formar uma amostra composta, correspondente a cada unidade experimental.

Em conjunto foi mensurado o consumo diário de alimentos e de sobras e coletado uma amostra da dieta a qual

foi armazenada em freezer. Após o término da avaliação, as amostras foram descongeladas e homogeneizadas para formar uma amostra composta, por baia e tratamento, sendo armazenadas a  $-15^{\circ}\text{C}$ . As amostras das dietas, das sobras e das fezes foram secas em estufa de ventilação forçada a  $55^{\circ}\text{C}$ , por 72 horas e corrigidas para matéria seca total a  $105^{\circ}\text{C}$ . Nestas foram avaliados os teores de MS e amido, seguindo os mesmos procedimentos adotados na análise dos alimentos da dieta.

Os coeficientes de digestibilidade aparente (DA) da MS e do amido das dietas experimentais foram determinados conforme a seguinte fórmula:  $\text{DA} (\%) = [(\text{g de nutriente ingerido} - \text{g de nutriente excretado}) \div \text{g de nutriente ingerido}] \times 100$ . O escore das fezes de cada baia foi analisada diariamente, com base na metodologia adaptada de Looper *et al.* (21) e Ferreira *et al.* (22), estas com graduação variando de 1 a 6, sendo: 1 = fezes líquidas, pouco consistentes; 2 = fezes líquidas, pouco consistentes, com pilhas pequenas de até 2,5 cm; 3 = fezes intermediárias com anel concêntrico e pilha de 3 a 4 cm (ideal); 4 = fezes pouco líquidas com anel concêntricos e pilha de mais de 5 cm; 5 = fezes mais secas sem anel concêntricos e pilha de mais de 5 cm; e 6 = fezes endurecidas ou ressecadas.

Os dados de desempenho animal, consumo de matéria seca, e digestibilidade aparente foram referentes a média da unidade experimental, e os dados do comportamento ingestivo foram referentes ao animal escolhido na unidade experimental. Ambos foram submetidos à ANOVA, com posterior comparação das médias a 5% de significância pelo teste Tukey, por

intermédio do procedimento GLM do programa estatístico SAS (23).

Utilizou-se o seguinte modelo estatístico:  $Y_{ij} = \mu + T_i + E_{ij}$ , onde:  $Y_i$  = critério de resposta;  $\mu$  = média geral comum a todas as observações (constante);  $T_i$  = efeito do  $i$ -ésimo tratamento, sendo T1 – dieta controle, T2 – dieta com complexo enzimático, T3 – dieta com cultura de levedura, e T4 – dieta com associação de complexo enzimático e cultura de levedura; e  $E_{ij}$  = erro aleatório inerente a todas as observações.

### 3. Resultados e discussão

Observa-se na Tabela 2, que não houve diferença estatística entre os três períodos de confinamento ( $P > 0,05$ ), para consumo de matéria seca, seja expresso em  $\text{kg dia}^{-1}$  ou % do peso vivo. O ganho médio diário, conversão alimentar e escore fecal diferiram ( $P < 0,05$ ) entre os tratamentos avaliados (Tabela 2). De maneira geral, o ganho médio diário foi superior para os animais que receberam em suas dietas complexo enzimático e cultura de levedura, seja de forma isolada ou associada em relação aos animais do tratamento controle. Com relação a eficiência de transformação da matéria seca ingerida em ganho de peso, nos primeiros 21 dias de confinamento, observou-se que esta, se apresentou melhor ( $P < 0,05$ ) nos animais suplementados com a associação de cultura de levedura e complexo enzimático ( $5,47 \text{ kg kg}^{-1}$ ), comparativamente aos animais não suplementados ( $7,18 \text{ kg kg}^{-1}$ ), mas não diferiu ( $P > 0,05$ ) dos animais que receberam cultura de levedura ou complexo enzimático de

**Tabela 2.** Ganho de peso médio diário, consumos de matéria seca expresso em  $\text{kg dia}^{-1}$  ou por 100 kg de peso vivo, conversão alimentar e escore de fezes, de novilhos em confinamento suplementados com complexo enzimático ou cultura de leveduras, de forma isolada ou associada.

| Parâmetro  | Ração experimental |                     |                     |            | Média | CV (%) | Prob.  |
|--|--------------------|---------------------|---------------------|------------|-------|--------|--------|
|  | Controle           | Complexo enzimático | Cultura de levedura | Associação |       |        |        |
| <u>Ganho médio diário, <math>\text{kg dia}^{-1}</math>:</u>      |                    |                     |                     |            |       |        |        |
| 0 a 21 dias  | 1,267 b            | 1,638 a             | 1,662 a             | 1,605 a    | 1,543 | 12,74  | 0,0493 |
| 0 a 42 dias  | 1,377 b            | 1,629 a             | 1,698 a             | 1,579 a    | 1,570 | 12,05  | 0,0164 |
| 0 a 63 dias  | 1,368 b            | 1,584 a             | 1,644 a             | 1,581 a    | 1,544 | 10,55  | 0,0529 |
| <u>Consumo de matéria seca, <math>\text{kg dia}^{-1}</math>:</u> |                    |                     |                     |            |       |        |        |
| 0 a 21 dias  | 9,08 a             | 9,42 a              | 9,36 a              | 8,73 a     | 9,15  | 9,62   | 0,5996 |
| 0 a 42 dias  | 9,52 a             | 9,69 a              | 9,66 a              | 8,99 a     | 9,47  | 8,66   | 0,5181 |
| 0 a 63 dias  | 9,59 a             | 9,76 a              | 9,57 a              | 9,05 a     | 9,49  | 7,73   | 0,4765 |
| <u>Consumo de matéria seca, % do peso vivo:</u>                  |                    |                     |                     |            |       |        |        |
| 0 a 21 dias  | 2,32 a             | 2,37 a              | 2,35 a              | 2,22 a     | 2,31  | 6,55   | 0,4450 |
| 0 a 42 dias  | 2,34 a             | 2,34 a              | 2,32 a              | 2,20 a     | 2,30  | 5,97   | 0,3107 |
| 0 a 63 dias  | 2,28 a             | 2,28 a              | 2,22 a              | 2,13 a     | 2,23  | 5,36   | 0,1868 |
| <u>Conversão alimentar, <math>\text{kg kg}^{-1}</math>:</u>      |                    |                     |                     |            |       |        |        |
| 0 a 21 dias  | 7,18 a             | 5,81 ab             | 5,85 ab             | 5,47 b     | 6,07  | 12,15  | 0,0106 |
| 0 a 42 dias  | 6,95 a             | 5,98 ab             | 5,78 b              | 5,72 b     | 6,11  | 10,16  | 0,0213 |
| 0 a 63 dias  | 7,05 a             | 6,16 ab             | 5,94 b              | 5,78 b     | 6,23  | 11,41  | 0,0521 |
| <u>Escore de fezes:</u>  |                    |                     |                     |            |       |        |        |
| 0 a 21 dias  | 2,89 b             | 3,00 a              | 3,01 a              | 3,02 a     | 2,98  | 1,78   | 0,0044 |
| 0 a 42 dias  | 2,85 b             | 3,01 a              | 3,02 a              | 3,03 a     | 2,98  | 2,10   | 0,0006 |
| 0 a 63 dias  | 2,86 b             | 3,01 a              | 3,02 a              | 3,04 a     | 2,99  | 2,80   | 0,0137 |

Médias na linha, seguidas por letras minúsculas diferentes, diferem entre si pelo Teste Tukey a 5%; CV: Coeficiente de variação.



forma isolada (5,85 e 5,81 kg kg<sup>-1</sup>, respectivamente).

Ao avaliar a conversão alimentar, com o avanço do período de terminação dos animais, seja de 0 a 42 dias e/ou de 0 a 63 dias, observou-se que os animais suplementados com cultura de levedura, seja na forma isolada ou associada, apresentaram melhor ( $P<0,05$ ) eficiência de transformação da matéria seca ingerida em ganho de peso frente à dieta controle, porém não diferiram dos animais suplementados com complexo enzimático de forma isolada.

Enzimas exógenas são apontadas como um melhorador da digestibilidade dietética e da eficiência produtiva, quando estas se associam com os microrganismos presentes no trato digestivo animal, auxiliam na liberação de açúcares e outros componentes de carboidratos complexos (<sup>24,25</sup>). Entretanto, os dados em literatura referente a este aditivo alimentar são um pouco variáveis, haja vista que, sua ação é dependente do substrato disponível, do volume de enzima administrada e a proporção enzima-substrato (<sup>10</sup>).

Já a cultura de levedura (<sup>26</sup>), auxilia nos processos fermentativos e absorptivos de forma secundária. Esta quando administrada aos animais pode promover uma estabilização em ambiente ruminal, fazendo com que o processo fermentativo seja mais eficiente, conferindo aos animais melhor desempenho, além de promover melhorias no sistema imune devido a presença de  $\beta$ -glucanos, e mananoligossacarídeos (<sup>27</sup>). Sugere-se que estes mecanismos de ação acima citados, foram

responsáveis por garantir aos animais um melhor aproveitamento dos nutrientes da dieta, o que levou a uma melhor conversão alimentar e maior ganho de peso médio diário, em relação aos animais que não receberam nenhum aditivo. Nos diferentes períodos do confinamento, verificou-se que animais suplementados com cultura de levedura ou complexo enzimático, de forma isolada ou associada, possuíram melhor escore fecal, onde apresentaram escores mais próximos a 3, considerado o ideal.

A melhora no escore fecal dos animais suplementados com cultura de levedura, sugere ser efeito da presença dos  $\beta$ -glucanos e mananoligossacarídeos em sua composição. Componentes estes que, auxiliam no desenvolvimento do trato gastrointestinal, no crescimento das vilosidades intestinais, e na regulação da flora intestinal, o que culmina em uma maior absorção de nutrientes e água por reduzir a taxa de passagem da dieta, deixando as fezes com aspecto menos aquoso (<sup>28,29</sup>).

A melhora do escore fecal dos animais suplementados com enzimas exógenas pode ser efeito de uma possível menor taxa de passagem da dieta. Segundo Khademi *et al.* (<sup>30</sup>) enzimas fibrolíticas prolongam o tempo de retenção da dieta no rumen, o que também reduz a taxa de passagem, e aumenta a absorção de água do lúmen intestinal. Ao analisar a Tabela 3, observa-se que para as variáveis peso final, ganho de peso no período de confinamento, dias para ganhar 100 kg de peso vivo, produção de fezes (kg dia<sup>-1</sup>) digestibilidade aparente da matéria seca e do amido houve diferença ( $P<0,05$ ).

**Tabela 3.** Produção de fezes em kg dia<sup>-1</sup>, base natural ou base seca, teor de matéria seca das fezes e digestibilidade aparente da matéria seca e do amido da ração de novilhos em confinamento suplementados com complexo enzimático ou cultura de leveduras, de forma isolada ou associada

| Parâmetro                      | Ração experimental. |                     |                     |            | Média | CV (%) | Prob   |
|--------------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|------------|-------|--------|--------|
|                                | Controle            | Complexo enzimático | Cultura de levedura | Associação |       |        |        |
| PI, kg                         | 363,6 a             | 362,2 a             | 362,7 a             | 360,3 a    | 362,2 | 3,88   | 0,9847 |
| PF, kg                         | 449,8 b             | 462,0 a             | 466,3 a             | 459,9 a    | 469,5 | 4,26   | 0,0442 |
| GPP                            | 86,2 b              | 99,8 a              | 103,6 a             | 99,6 a     | 97,3  | 8,45   | 0,0327 |
| Ganho de 100kg                 | 73 a                | 63 b                | 61 b                | 63 b       | 65    | 4,66   | 0,0029 |
| Fezes, kg MN dia <sup>-1</sup> | 18,34 a             | 14,55 ab            | 13,74 b             | 13,70 b    | 15,08 | 14,60  | 0,0175 |
| Fezes, kg MS dia <sup>-1</sup> | 2,97 a              | 2,37 b              | 2,34 b              | 2,39 b     | 2,52  | 14,88  | 0,0564 |
| Fezes, % MS                    | 16,19 a             | 16,28 a             | 17,26 a             | 17,51 a    | 16,81 | 6,20   | 0,1584 |
| DMS, %                         | 67,26 b             | 74,88 a             | 75,18 a             | 73,40 a    | 72,26 | 3,57   | 0,0013 |
| DA, %                          | 95,83 b             | 96,89 ab            | 97,30 a             | 97,07 a    | 96,77 | 0,61   | 0,0095 |

Médias na linha, seguidas por letras minúsculas diferentes, diferem entre si pelo Teste Tukey a 5%; PI: Peso inicial; PF: Peso final; GPP: Ganho de peso no período experimental; DMS: Digestibilidade da matéria seca; DA: Digestibilidade do amido; CV: Coeficiente de variação.

Maiores produções de fezes, seja na base natural ou base seca, foram obtidas quando os animais não receberam aditivos em suas dietas. A produção de fezes está intimamente relacionada com a digestibilidade do alimento, ou seja, alimentos com maior digestibilidade apresentam maior aproveitamento, consequentemente a produção fecal será menor, efeito observados no presente estudo (Tabela 3).

A digestibilidade aparente da matéria seca foi maior para os animais suplementados com cultura de levedura ou com complexo enzimático, de forma isolada (75,18% e 74,88%, respectivamente) ou associada (73,40%) em relação aos animais que não receberam nenhum aditivo (67,26%). Já a digestibilidade aparente do amido foi maior quando os animais foram suplementados com cultura de levedura isolada e com a associação de cultura de levedura

com complexo enzimático (97,30% e 97,07% respectivamente), porém não diferiram dos animais suplementados com o complexo enzimático isolado (96,89%).

A melhor digestibilidade aparente ocorrida para os animais que receberam de forma suplementar o complexo enzimático pode ser justificado pelo seu mecanismo de ação. Quando é realizado a administração de enzimas exógenas, estas entram em sinergia com as enzimas bacterianas, e assim potencializam seus efeitos<sup>(31)</sup>. Enzimas fibrolíticas promovem hidrólise e uma maior degradação de polissacarídeos presentes na parede celular dos alimentos o que gera maior degradação e conseqüentemente maior aproveitamento da dieta e conseqüentemente reduz a produção fecal<sup>(32,33,34)</sup>.

A cultura de levedura altera as concentrações de alguns ácidos graxos de cadeia curta, em especial, eleva a proporção de propionato e reduz o lactato, devido sua capacidade de competir pelos mesmos substratos utilizados pelas bactérias *Streptococcus bovis* que são produtoras de lactato e por estimularem o crescimento das bactérias *Selenomonas ruminantium*, as quais são consumidoras de ácido láctico, o que reflete em menores variações do pH

ruminal, maior estabilidade no ambiente ruminal e menores variações em sua microbiota, fatores estes que conferem uma melhor digestibilidade da dieta e melhor desempenho animal<sup>(35,36)</sup>. Arambel & Kent<sup>(37)</sup> e Moallem *et al.*<sup>(38)</sup> relataram que o uso de levedura pode ser mais eficaz sob estresse do que em condições normais. Assim como o aproveitamento para uso da enzima vai depender de diversas condições como pH ruminal, concentração de enzimas e do tipo de substrato presentes no rúmen<sup>(10)</sup>.

O maior peso final, ganho de peso no período de confinamento e o menor tempo para ganhar 100 kg de peso vivo dos animais suplementados com cultura de levedura e complexo enzimático isolados ou associados é reflexo do melhor GMD destes animais (Tabela 2) e da melhor digestibilidade da matéria seca e do amido (Tabela 3). Ponto importante a ser destacado, pois, uma vez que ocorre redução no período de confinamento os custos também reduzem, gerando maior rentabilidade para o produtor. Os dados de comportamento ingestivo contidos na Tabela 4, mostram que não houve diferença ( $P>0,05$ ) de tempo e frequência dos parâmetros avaliados com a suplementação de diferentes tipos de aditivos usados de forma isolada ou associada perante a dieta controle.

**Tabela 4.** Comportamento ingestivo (horas dia<sup>-1</sup>) ou representado pela frequência de atividades desenvolvidas (vezes dia<sup>-1</sup>) de novilhos em confinamento suplementados com complexo enzimático ou cultura de leveduras, de forma isolada ou associada

| Parâmetro               | Ração experimental. |                     |                     |            | Média | CV (%) | Prob   |
|-------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|------------|-------|--------|--------|
|                         | Controle            | Complexo enzimático | Cultura de levedura | Associação |       |        |        |
| Horas dia <sup>-1</sup> |                     |                     |                     |            |       |        |        |
| Ingestão alimento       | 2,70 a              | 2,76 a              | 2,83 a              | 2,78 a     | 2,76  | 16,61  | 0,9739 |
| Ingestão água           | 0,32 a              | 0,24 a              | 0,33 a              | 0,22 a     | 0,28  | 27,08  | 0,0749 |
| Ócio                    | 14,71 a             | 14,77 a             | 15,00 a             | 15,15 a    | 14,90 | 5,21   | 0,7930 |
| Ruminação               | 6,27 a              | 6,26 a              | 5,82 a              | 5,90 a     | 6,06  | 10,78  | 0,5988 |
| Vezes dia <sup>-1</sup> |                     |                     |                     |            |       |        |        |
| Alimentação             | 21,5 a              | 19,2 a              | 17,8 a              | 19,7 a     | 19,6  | 14,25  | 0,2432 |
| Abeberação              | 7,3 a               | 6,5 a               | 7,5 a               | 6,3 a      | 6,9   | 19,06  | 0,4386 |
| Micção                  | 5,9 a               | 7,7 a               | 6,9 a               | 6,0 a      | 6,6   | 15,20  | 0,0758 |
| Defecação               | 7,2 a               | 7,4 a               | 7,6 a               | 7,0 a      | 7,3   | 19,60  | 0,9260 |

Médias na linha, seguidas por letras minúsculas diferentes, diferem entre si pelo Teste Tukey a 5%; CV: Coeficiente de variação.

Assim como no presente estudo, alguns trabalhos que avaliaram o uso de enzimas e/ou leveduras na dieta de ruminantes, também não encontraram diferença significativa na avaliação comportamental dos animais<sup>(39,40)</sup>. Em contrapartida Vigne *et al.*<sup>(41)</sup> avaliando o mesmo blend enzimático utilizado no presente estudo, porém com uma dieta de alto teor energético, observaram efeito significativo para tempo de ruminação e tempo em ócio.

Ao comparar estes dados registrados em literatura com os do presente estudo, leva a crer que o uso do aditivo por si só não é passível de alterar o comportamento animal, o que é positivo, pois alterações no comportamento ingestivo pode levar a redução de consumo, redução no ganho de peso, e por questões bioquímicas desencadear um comportamento de seleção

de alimentos no cocho. O comportamento ingestivo dos animais pode ser alterado por fatores como composição da dieta em especial seu teor de fibra, o tamanho de partículas, que influencia diretamente no tempo de ingestão e ruminação<sup>(42,43)</sup>. Como as dietas utilizadas no presente estudo foram as mesmas para ambos os aditivos avaliados sugere ser este o principal motivo para não ter ocorrido diferenças nos parâmetros comportamentais avaliados.

## 5. Conclusão

O uso de cultura de levedura isolada ou associada com complexo enzimático promove melhoria na digestibilidade aparente da matéria seca e no amido da dieta, além de promover maior ganho médio diário,

melhor conversão alimentar e proporcionar maior peso final dos animais.

#### Conflito de interesses

Os autores declaram não haver conflito de interesses

#### Contribuições do autor

*Conceitualização:* M. Neumann; *Curadoria de dados:* M. Neumann, A. M. Souza; *Análise formal:* M. Neumann; *Aquisição de financiamento:* M. Neumann; *Administração do projeto:* M. Neumann, L. Melo; *Metodologia:* M. Neumann; *Supervisão:* L. Melo, A. M. Souza, M. Neumann; *Investigação:* L. Melo, P. E. P. Oliveira, D. C. Plodoviski, L. Costa, C. B. Rosa, E. L. C. Pereira, A. M. Souza; *Visualização:* A. M. Souza; *Redação – rascunho original:* L. Melo; *Redação – revisão e edição:* L. Melo, M. Neumann A. M. Souza.

#### Referências

- González LA, Manteca X, Calsamiglia S, Schwartzkopf-Genswein KS, Ferret A. Ruminant acidosis in feedlot cattle: Interplay between feed ingredients, rumen function and feeding behavior (a review). *Animal Feed Science and Technology*. 2012 Feb;172(1-2):66–79. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2011.12.009>
- Calsamiglia S, Blanch M, Ferret A, Moya D. Is subacute ruminal acidosis a pH related problem? Causes and tools for its control. *Animal Feed Science and Technology* [Internet]. 2012 Feb 28 [cited 2022 Apr 1];172(1):42–50. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2011.12.007>
- Chang G, Zhang K, Xu T, Jin D, Seyfert H-M, Shen X, et al. Feeding a high-grain diet reduces the percentage of LPS clearance and enhances immune gene expression in goat liver. *BMC Veterinary Research*. 2015 Mar 18;11(1). Disponível em: <https://doi.org/10.1186/s12917-015-0376-y>
- Claudino LSD, Darnet LAF, Chapuis RP. Migrando e Construindo Espaços: Pecuária Bovina, Degradação das Pastagens e Agrupamentos Socioeconômicos na Microrregião de São Félix do Xingu – Pará. *Revista Geoamazônia*. 2016 Jun 12;4(7):1–19. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.17551/2358-1778/geoamazonia.v4n7p1-19>
- Rigobelo EC, Pereira MCS, Vicari DVF, Millen DD. Utilização de probiótico e monensina sódica sobre o desempenho produtivo e características de carcaça de bovinos Nelore terminados em confinamento. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*. 2014 Jun;15(2):415–424. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S1519-99402014000200011>
- Aa E, Townsend JP, Adams RI, Nielsen KM, Taylor JW. Population structure and gene evolution in *Saccharomyces cerevisiae*. *FEMS Yeast Research*. 2006 Aug;6(5):702–715. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/j.1567-1364.2006.00059.x>
- Shurson GC. Yeast and yeast derivatives in feed additives and ingredients: Sources, characteristics, animal responses, and quantification methods. *Animal Feed Science and Technology* [Internet]. 2018 Jan [cited 2020 Dec 12];235:60–76. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2017.11.010>
- Alves Z, Melo A, Figueiredo AR, Coimbra MA, Gomes AC, Rocha SM. Exploring the *Saccharomyces cerevisiae* Volatile Metabolome: Indigenous versus Commercial Strains. Weir TL, editor. *PLOS ONE*. 2015 Nov 24;10(11):e0143641. Disponível em: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0143641>
- Schingoethe DJ, Linke KN, Kalscheur KF, Hippen AR, Renich DR, Yoon I. Feed Efficiency of Mid-Lactation Dairy Cows Fed Yeast Culture During Summer. *Journal of Dairy Science*. 2004 Dec;87(12):4178–4181. Disponível em: [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(04\)73561-4](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(04)73561-4)
- Meale SJ, Beauchemin KA, Hristov AN, Chaves AV, McAllister TA. BOARD-INVITED REVIEW: Opportunities and challenges in using exogenous enzymes to improve ruminant production. *Journal of Animal Science*. 2014 Feb 1;92(2):427–442. Disponível em: <https://doi.org/10.2527/jas.2013-6869>
- Colombatto D, Mould FL, Bhat MK, Owen E. Use of fibrolytic enzymes to improve the nutritive value of ruminant diets. *Animal Feed Science and Technology*. 2003 Jun;107(1-4):201–209. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/S0377-8401\(03\)00126-3](https://doi.org/10.1016/S0377-8401(03)00126-3)
- DiLorenzo N, Smith DR, Quinn MJ, May ML, Ponce CH, Steinberg W, Engstrom MA, Galeano ML. Effects of grain processing and supplementation with exogenous amylase on nutrient digestibility in feedlot diets. *Livestock Science*. 2011 May;137(1-3):178–184. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2010.11.003>
- LG, Ferreira RN, Padua JT, Ulhoa CJ, Cysneiros CDSS, Arnhold E. Performance of beef cattle bulls in feed lots and fed on diets containing enzymatic complex. *Acta Scientiarum Animal Sciences*. 2015 May 21;37(2):181. Disponível em: <https://doi.org/10.4025/actascianimsci.v37i2.26446>
- GL. Use of Dinitrosalicylic Acid Reagent for Determination of Reducing Sugar. *Analytical Chemistry*. 1959 Mar;31(3):426–428. Disponível em: <https://doi.org/10.1021/ac60147a030>
- Helrich K, Association Of Official Analytical Chemists. Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists. Arlington (Va.): Association Of Official Analytical Chemists, Cop; 1990. Disponível em: <https://nla.gov.au/nla.cat-vn1097163>
- Van Soest, PJ, Robertson, JB, Lewis, BA. Symposium: carbohydrate methodology, metabolism, and nutritional implications in dairy cattle. *J Dairy Sci*. 1991;74(10):3583-3597. Disponível em: [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(91\)78551-2](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(91)78551-2)
- Goering HK, Van Soest PJ. Forage fiber analyses: (apparatus, reagents, procedures, and some applications). Washington, D.C.: Agricultural Research Service, U.S. Dept. of Agriculture; 1970. Disponível em: <https://handle.nal.usda.gov/10113/CAT87209099>
- WP, Conrad HR, St. Pierre NR. A theoretically-based model for predicting total digestible nutrient values of forages and concentrates. *Animal Feed Science and Technology*. 1992 Nov;39(1-2):95–110. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/0377-8401\(92\)90034-4](https://doi.org/10.1016/0377-8401(92)90034-4)
- Tedesco MJ, Gianello C, Bissani CA, Bohnen H, Vollweiss SJ. Análises de solo, plantas e outros materiais. 2 ed. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul; 1995. 173p.
- Hendrix DL. Rapid Extraction and Analysis of Nonstructural Carbohydrates in Plant Tissues. *Crop Science*. 1993 Nov;33(6):1306–1311. Disponível em: <https://doi.org/10.2135/cropsci1993.0011183X003300060037x>
- Looper ML, Stokes SR, Waldner DN, Jordan ER. Managing Milk Composition: Evaluating Herd Potential. *Cooperative Extension Service College of Agriculture and Home Economics*. 2001;104(sn). Disponível em: <http://AgriLifebookstore.org>
- Ferreira, SF, Guimarães, TP, Moreira, KKG, Alves, VA, Lemos, BJM, Souza, FM. Caracterização fecal de bovinos. *Revista*

- Científica Eletrônica de Medicina Veterinária. 2013;11(20):1-22. ISSN: 1679-7353
- 23- SAS Institute. Statistical Analysis System: Sas Institute Inc; 1993.
- 24- Neumann M, Leão GFM, Horst EH, Stuani OF, Sangali CP, Castilho R. Exogenous enzymes improve performance and carcass traits of feedlot cattle fed high-grain diet. *Revista Brasileira de Zootecnia*. 2018 Nov 23;47(0). Disponível em: <https://doi.org/10.1590/rbz4720170308>
- 25- Vigne GLD, Neumann M, Santos LC, Dochwat A, Venancio BJ, Heker Junior JC, Ueno RK, Souza AM. Doses of enzyme complex in a high-energy diet on performance and carcass traits of feedlot steers. *Revista Brasileira de Zootecnia*. 2018 Nov 23;47(1):1-9. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/rbz4720170317>
- 26- Geng CY, Ren LP, Zhou ZM, Chang Y, Meng QX. Comparison of active dry yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) and yeast culture for growth performance, carcass traits, meat quality and blood indexes in finishing bulls. *Animal Science Journal*. 2015 Oct 16;87(8):982–988. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/asj.12522>
- 27- Volman JJ, Ramakers JD, Plat J. Dietary modulation of immune function by  $\beta$ -glucans. *Physiology & Behavior*. 2008 May;94(2):276–84. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2007.11.045>
- 28- Zhou Z, Diao QY, Tu Y, Yun Q. Effects of yeast  $\beta$ -glucan and Bacitracin zinc on growth Performance and Gastrointestinal Development of Early-weaned Calves. *Chinese Journal of Animal Nutrition* 2011;23(5):813–820.
- 29- Xie MX, Wang HR, Yang JL, Wang GC, Li JJ, Li CR. Effects of yeast mannan oligosaccharides on Growth performance, serum immune and inflammatory indices and Antioxidant indices of Mongolian sheep. *Chinese Journal of Animal Nutrition* 2018;30(1):219–226.
- 30- Khademi AR, Hashemzadeh F, Khorvash M, Mahdavi AH, Pazoki A, Ghaffari MH. Use of exogenous fibrolytic enzymes and probiotic in finely ground starters to improve calf performance. *Scientific Reports* 2022;12(1):1-14. Disponível em: <https://doi.org/10.1038/s41598-022-16070-0>
- 31- Alves A, Pascoal L, Cambuí G, Trajano J, Silva C, Gois G. Fibra para ruminantes: Aspecto nutricional, metodológico e funcional. *Pubvet*. 2016 Jul;10(7):568–579. Disponível em: <https://doi.org/10.22256/pubvet.v10n7.568-579>
- 32- Antonio G, Filla MG, Del Valle TA, Campana M, Morais JPG. Efeitos de enzimas fibrolíticas sobre a degradação in situ da matéria seca e da fibra de forrageiras. *Agrarian*. 2018 Nov 7;11(42):363–370. Disponível em: <https://doi.org/10.30612/agrarian.v11i42.7488>
- 33- Salem AZM, Gado HM, Colombatto D, Elghandour MMY. Effects of exogenous enzymes on nutrient digestibility, ruminal fermentation and growth performance in beef steers. *Livestock Science*. 2013 Jun;154(1-3):69–73. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2013.02.014>
- 34- Gado HM, Salem AZM, Robinson PH, Hassan M. Influence of exogenous enzymes on nutrient digestibility, extent of ruminal fermentation as well as milk production and composition in dairy cows. *Animal Feed Science and Technology*. 2009 Oct;154(1-2):36–46. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2009.07.006>
- 35- Vyas D, Uwizeye A, Mohammed R, Yang WZ, Walker ND, Beauchemin KA. The effects of active dried and killed dried yeast on subacute ruminal acidosis, ruminal fermentation, and nutrient digestibility in beef heifers. *Journal of Animal Science*. 2014 Feb 1;92(2):724–732. Disponível em: <https://doi.org/10.2527/jas.2013-7072>
- 36- Silberberg M, Chaucheyras-Durand F, Commun L, Mialon MM, Monteils V, Mosoni P, Morgavi DP, Martin C. Repeated acidosis challenges and live yeast supplementation shape rumen microbiota and fermentations and modulate inflammatory status in sheep. *Animal*. 2013;7(12):1910–1920. Disponível em: <https://doi.org/10.1017/S1751731113001705>
- 37- Arambel MJ, Kent BA. Effect of Yeast Culture on Nutrient Digestibility and Milk Yield Response in Early- to Midlactation Dairy Cows. *Journal of Dairy Science*. 1990 Jun;73(6):1560–1563. Disponível em: [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(90\)78825-X](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(90)78825-X)
- 38- Moallem U, Lehrer H, Livshitz L, Zachut M, Yakoby S. The effects of live yeast supplementation to dairy cows during the hot season on production, feed efficiency, and digestibility. *Journal of Dairy Science*. 2009 Jan;92(1):343–351. Disponível em: <https://doi.org/10.3168/jds.2007-0839>
- 39- Bowman GR, Beauchemin KA, Shelford JA. Fibrolytic Enzymes and Parity Effects on Feeding Behavior, Salivation, and Ruminant pH of Lactating Dairy Cows. *Journal of Dairy Science*. 2003 Feb;86(2):565–575. Disponível em: [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(03\)73635-2](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(03)73635-2)
- 40- LR, Viçgas J, Freitas L da S, Brondani IL, Argenta FM, Binotto J. Behavior patterns of cows with Charolais or Nelore breed predominance fed diets with plant extract or monensin sodium. *Revista Brasileira de Zootecnia*. 2011 Dec;40(12):2954–2962. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1516-35982011001200044>
- 41- Vigne GLD, Neumann M, Santos LC, Stadler Júnior ES, Pontarolo GB, Petkowicz K, Cristo FB. Digestibility of starch and ingestive behavior of feedlot steers by effect of enzymatic complex doses in high-energy diets. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*. 2019 Jun;71(3):1015–1026. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1678-4162-10538>
- 42- Carvalho S, Dias FD, Pires CC, Brutti DD, Lopes JF, Santos D, et al. Comportamento ingestivo de cordeiros Texel e Ideal alimentados com casca de soja. *Archivos de Zootecnia*. 2014 Mar;63(241):55–64. Disponível em: <https://dx.doi.org/10.4321/S0004-05922014000100006>
- 43- Vidal MP, Pereira ASC, Cação MMF, Silva SL, Henrique W, Fuzikawa IHS, Aferri, G. Desempenho e características da carcaça de cordeiros alimentados com dietas contendo grãos de diferentes de cereais. *Boletim de Indústria Animal*. 2016 Jun; 73(2):134-142. Disponível em: <https://doi.org/10.17523/bia.v73n2p134>.