



Abanico Veterinario. Janeiro-Dezembro 2023; 14:1-17. <http://dx.doi.org/10.21929/abavet2023.109>

Artigo Original. Recebido: 12/07/2023. Aceito:15/12/2023. Publicado: 30/12/2023. Chave: e2023-109.

<https://www.youtube.com/watch?v=vJvqWYp3ft8>

Impacto de diferentes aditivos na acidose e na fermentação ruminal em cordeiros

Impact of different additives on ruminal acidosis and fermentation of lambs



Adrián Chaparro-Escudero*^{1ID}, Joel Domínguez-Viveros^{1ID}, Yamicela Castillo-Castillo^{1ID}, Sergio Román-Ponce^{2ID}, Francisco Castillo-Rangel**^{1ID}

¹Universidad Autónoma de Chihuahua, Facultad de Zootecnia y Ecología, México. ²Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Sitio Experimental La Campana. México. *Autor responsável: Adrián Chaparro-Escudero. **Autor para correspondência: Francisco Castillo-Rangel. Km 1.0 perif. Fco. R. Almada. C. P. Chihuahua, Chihuahua. México. Email: andresch6767@gmail.com, jodominguez@uach.mx, ycastillo@uach.mx, roman.sergio@inifap.gob.mx, fcastillo@uach.mx

RESUMO

O objetivo foi avaliar a acidose e a fermentação ruminal em ovelhas em terminação suplementadas com diferentes aditivos. Foram utilizadas quatro ovelhas fistuladas no rúmen. Os tratamentos foram: 1) Controle (Dieta basal); 2) LEV (Dieta basal + *Saccharomyces cerevisiae*); 3) ION (Dieta basal + Monensina sódica); 4) TE (Dieta basal + Mistura de probióticos, prebióticos, simbióticos e enzimas). A dieta continha 14% de PB e 2.962 Mcal/kg de EM. A ingestão de matéria seca (IMS) foi avaliada. As amostras de fluido ruminal foram avaliadas quanto ao pH, à concentração de nitrogênio amoniacal (NH₃) e à concentração de ácidos graxos voláteis (AGV). Os dados foram analisados por meio de um projeto de quadrado latino 4 x 4. O pH, a concentração de AGV e a relação acético:propiónico não foram diferentes (P>0.05) entre os tratamentos. A IMS foi o mesmo entre os tratamentos (P>0.05). O pH foi diferente (P<0.01) entre os tempos. A interação tratamento x tempo (P<0.05) foi diferente para o NH₃. Para as concentrações de ácido acético, ácido propiónico butírico e ácido graxo volátil total, foi encontrada uma diferença (P<0.05) para a interação tratamento x tempo. O uso de uma mistura de probióticos, prebióticos e simbióticos não melhorou a fermentação ruminal de cordeiros na fase de terminação.

Palavras-chave: ovinos, confinamento, probióticos, prebióticos, simbióticos.

ABSTRACT

The objective was to evaluate the ruminal fermentation and acidosis on finishing lambs supplemented with different additives. Four ruminal cannulated lambs were used. Treatments were 1) Control (Basal diet); 2) LEV (Basal diet + *Saccharomyces cerevisiae*); 3) ION (Basal diet + Sodic monensin); 4) ET (Basal diet + Experimental Treatment). Diet contained at least 14 % de CP and 2.962 Mcal/kg de ME. Dry matter intake (DMI) was evaluated. In ruminal fluid samples, pH, ammonia concentration (NH₃), and volatile fatty acids concentration (VFA) were evaluated. Data was analyzed in a 4 x 4 latin square design. Ruminal pH, VFA concentration and acetic:propionic ratio was not different (P>0.05) among treatments. Dry matter intake was similar (P>0.05) among treatments. Ruminal pH was different (P < 0.01) among hours. Interaction treatment x hour was different (P<0.05) for NH₃ concentration, acetic, propionic, butyric acids, and total VFA's concentrations. The use of a mixture of probiotics, prebiotics and symbiotic, did not improve ruminal fermentation of finishing hair lambs.

Keywords: ovine, feed lot, probiotics, prebiotics, symbiotics.



INTRODUÇÃO

Atualmente, os sistemas de produção de ovinos usam aditivos alimentares para melhorar a fermentação ruminal e a digestão dos alimentos. Essas melhorias aumentam o desempenho da produção (Kiran & Deswal, 2020), bem como atenuam a acidose ruminal e o timpanismo (Chiquette, 2009). Os aditivos comumente usados em sistemas de produção incluem ionóforos, que são um grupo de antibióticos que modificam seletivamente a microbiota do rúmen, melhorando a eficiência alimentar (Guan *et al.*, 2006); probióticos (Chiquette, 2009), que promovem o equilíbrio microbiano por meio de três mecanismos: 1) exclusão competitiva; 2) antagonismo bacteriano; 3) imunomodulação (Molina, 2019); e prebióticos (Zhang *et al.*, 2014), que são substâncias não digeríveis que proporcionam um benefício ao hospedeiro ao estimular seletivamente o crescimento de um grupo de bactérias indígenas (Guzmán *et al.*, 2012). Dada a capacidade de modular o ambiente ruminal (Jiao *et al.*, 2018), o uso desses produtos se tornou generalizado, especialmente quando os animais são alimentados com dietas ricas em grãos.

A alta ingestão de carboidratos de fermentação rápida leva a um acúmulo de ácidos orgânicos no rúmen, o que resulta em uma diminuição do pH ruminal (Nagaraja & Lechtenberg, 2007). A diminuição do pH ruminal leva à acidose subclínica ou, em um caso mais grave, à acidose aguda, que pode resultar na morte do animal (Granja *et al.*, 2012). A inclusão de determinados aditivos, como ionóforos, na alimentação de ruminantes tem um efeito positivo na atenuação da acidose ruminal (Chiquette, 2009). Vários aditivos, como probióticos e prebióticos, têm sido usados para melhorar o desempenho animal, abrangendo aspectos importantes nos sistemas de produção, como a saúde animal e o aumento da produção (Vyas *et al.*, 2014). Atualmente, o uso de simbióticos tem sido explorado em monogástricos, mas o impacto desses produtos na fermentação ruminal é desconhecido. Portanto, foi levantada a hipótese de que a inclusão de uma mistura de aditivos (probióticos, prebióticos e simbióticos) altera a fermentação ruminal, atenuando a acidose ruminal em dietas com alto teor de concentrado. O objetivo foi avaliar a acidose ruminal e a fermentação ruminal em ovelhas em terminação suplementadas com diferentes aditivos.

MATERIAL E METODOS

Todos os procedimentos utilizados no presente experimento foram realizados de acordo com as Normas Oficiais Mexicanas NOM-051-ZOO-1995, Norma para tratamento humano no transporte de animais; NOM-024-ZOO-1995, Especificações e características zoossanitárias para o transporte de animais, seus produtos e subprodutos, produtos químicos, farmacêuticos, biológicos e alimentícios para uso ou consumo por animais; NOM-062-ZOO-1999. Especificações técnicas para a produção, o cuidado e o uso de animais de laboratório, e o código institucional para a



regulamentação da bioética e do bem-estar animal (CFTZYE-ACTA-101/2015: ACORDO 4.2). O estudo foi realizado na Facultad de Zootecnia y Ecología, Universidad Autónoma de Chihuahua (latitude 28° 35' 10.9" norte; longitude 106° 6' 26.6" oeste; altitude de 1440 metros acima do nível do mar).

Animais, tratamentos e alimentação

Antes de iniciar o experimento, os animais foram vermifugados contra parasitas externos e internos (Iverfull®; Aranda Salud Animal, Querétaro, Querétaro, México), vacinados (Bacterina triple bovina®; Bio-Zoo) e vitaminados (Vigatol ADE Fuerte®; Bayer), os medicamentos foram aplicados por via intramuscular. Foram usadas quatro ovelhas Pelibuey com 10 meses de idade, com um peso inicial médio de 45 kg \pm 2 kg. As ovelhas foram distribuídas aleatoriamente em uma gaiola metabólica. Os tratamentos foram: 1) Controle (dieta basal; tabela 1); 2) LEV (dieta basal + 0.20 g de *Saccharomyces cerevisiae*/animal/dia; 3) ION (dieta basal + 0.10 g de monensina sódica/animal/dia); 4) HP (dieta basal + 10 g de mistura de probióticos, prebióticos, simbióticos e enzimas (Hp Ruminal Health)/animal/dia; Tabela 2). Os aditivos foram fornecidos diariamente em duas alimentações pela fístula ruminal antes da oferta de cada ração.

Tabela 1. Ingredientes e composição química da dieta basal

Ingredientes	Dieta total %
Milho laminado	63.80
Canola	11.26
Melaço	2.38
Pré-mistura mineral	0.48
Sal	0.48
Carbonato de Cálcio	0.23
Bicarbonato de Sódio	0.843
Alfalfa	20.84
Composição química calculada	
PB, %	14.00
EM, mcal/kg	2.962



Os cordeiros foram submetidos a um esquema de alimentação individual. O experimento foi realizado em um desenho experimental de quadrado latino com quatro períodos (12 dias por período). Os animais receberam uma adaptação de nove dias às dietas no início de cada período. Os tratamentos foram alternados aleatoriamente para cada uma das ovelhas durante os quatro períodos, com cada tratamento representado por um animal por período.

Tabela 2. Composição química da mistura

Ingredientes	Cantidad ¹
Amilase (unidades)	1.000
Protease (unidades)	133.33
Celulases (unidades)	53.33
Lipase (unidades)	40
Peptinase (unidades)	26.66
Lactase (unidades)	0.60
<i>Lactobacillus acidophilus</i> (ufc)	1.2×10^7
<i>Bifidobacterium thermophilum</i> (ufc)	1.2×10^7
<i>Bifidobacterium longum</i> (ufc)	1.2×10^7
<i>Enterococcus faecium</i> (ufc)	1.2×10^7
<i>Sacharomyces cerevisiae</i> (ufc)	2.6×10^6

ufc: unidades formadoras de colônias

¹ Quantidade de microrganismos fornecidos diretamente no alimento, leveduras e enzimas digestivas por 10 gramas de produto

A ração era oferecida duas vezes ao dia (8h00 e 18h00), ajustando-se a uma recusa de 5 a 10 %. Os cordeiros recebiam água limpa durante todo o dia. A proporção de forragem para concentrado foi de 20 a 80 %, respectivamente. A dieta foi formulada para conter pelo menos 14 % de PB e uma EM de 2.962 Mcal/kg (Tabela 1). Os concentrados foram fabricados e misturados de uma só vez para o teste total. As dietas foram preparadas com ingredientes disponíveis localmente, tendo o milho laminado como base do concentrado e a alfafa como fonte de forragem.



Variáveis avaliadas e amostragem

A ingestão de matéria seca (IMS; g) foi avaliada diariamente a partir do décimo dia de cada período e durante os dias seguintes, que corresponderam aos dias de amostragem do fluido ruminal. No primeiro dia de amostragem (10^o dia de cada período), uma amostra de 200 ml de fluido ruminal foi obtida de acordo com o seguinte cronograma: 0, 1, 2, 4, 8, 12, 18, 24 horas após a alimentação; considerando zero horas antes da oferta de ração matinal (0800 h).

A amostra líquida foi avaliada quanto ao pH, à concentração (mM/lit) de nitrogênio amoniacal (NH₃) e à concentração (mM/lit) de ácidos graxos voláteis (acético, propiônico e butírico), nos quais o balanço fermentativo permitiu estimar a produção de metano e dióxido de carbono pela conversão de carboidratos da dieta em AGVs (Wolin, 1960).

Análise laboratorial

O pH do fluido ruminal foi medido com um potenciômetro (UltraBASIC pH/mV Meter; Denver Instrument), imediatamente após a extração da amostra. Em seguida, quatro subamostras de 15 ml de líquido ruminal foram obtidas em tubos esterilizados contendo 1 ml de ácido sulfúrico a 50 % para análise posterior no cromatógrafo.

Uma nova amostra de líquido ruminal também foi extraída e filtrada em uma tela de malha e, em seguida, filtrada novamente com papel de filtro de grau 601. Essas amostras foram imediatamente congeladas a -20 °C após a coleta até a análise posterior. A concentração de NH₃ foi então determinada Broderick & Kang, 1980).

Foi medida a concentração de ácidos graxos voláteis: ácidos acético, propiônico e butírico, para os quais foi realizado um descongelamento prévio e centrifugação por 20 minutos a 13800 xg das amostras; com uma temperatura de 4 °C, para realizar novamente um processo de filtragem (papel de filtro Ahlstrom grau 601). A partir do excedente, a amostra foi preparada com 25 % de ácido metafosfórico, em uma proporção de amostra: ácido de 5:1.

A determinação das concentrações de AGV foi realizada por cromatografia gasosa (GC) com detecção por ionização de chama (Galyean, 2010). Para isso, foi usado um cromatógrafo a gás Claurus 400[®] (Perkin Elmer) com uma coluna capilar Varian CP-wax58 (FFAP)CB(15 m x 0.53 mm, 0.5 um).

Análise estatística

Os dados coletados para as variáveis pH, NH₃, porcentagem molar de AGVs, CH₄ e CO₂ foram analisados por meio de um delineamento de quadrado latino 4x4 usando o procedimento MIXED do SAS (Statistical Analysis System versão 9.1.3), ajustando um modelo que incluía os efeitos do tratamento, período, tempo e a interação tratamento por tempo. As ovelhas, o período, o tempo e o tratamento foram considerados como



variáveis classificatórias. Por outro lado, o efeito da ovelha dentro do tratamento foi considerado aleatório.

O modelo usado foi:

$$y_{ijk} = \mu + \tau_i + \rho_j + \sigma_k + \Theta_{ik} + e_{ijk}$$

Onde: y_{ijk} = valor observado da variável de resposta; μ = média geral; τ_i = é o efeito do tratamento; ρ_j = efeito do período; σ_k = efeito do tempo; Θ_{ik} = interação entre tratamento \times tempo; e_{ijk} = erro aleatório associado a cada observação.

As médias dos mínimos quadrados e o erro padrão foram relatados para essas variáveis. As diferenças foram indicadas quando ($P < 0.05$).

Para a IMS, os dados foram analisados por meio de um projeto de quadrado latino 4×4 usando o procedimento MIXED do SAS (Statistical Analysis System versão 9.1.3), ajustando um modelo que incluía os efeitos do tratamento, período, dia e a interação tratamento \times dia. As ovelhas, o período, o dia e o tratamento foram considerados variáveis classificatórias. Por outro lado, o efeito da ovelha dentro do tratamento foi considerado aleatório.

O modelo usado foi:

$$y_{ijk} = \mu + \tau_i + \rho_j + \sigma_k + \Theta_{ik} + e_{ijk}$$

Onde: y_{ijk} = valor observado da variável de resposta; μ = média geral; τ_i = é o efeito do tratamento; ρ_j = efeito do período; σ_k = efeito do dia; Θ_{ik} = efeito da interação tratamento \times dia; e_{ijk} = erro aleatório associado a cada observação.

As médias dos mínimos quadrados e o erro padrão foram informados para essa variável. As diferenças foram indicadas quando ($P < 0.05$).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para o pH, não foi encontrada diferença entre os tratamentos, o período e a interação tratamento \times hora ($P > 0.05$); no entanto, foi encontrada uma diferença ($P < 0.01$) no efeito hora. Os valores encontrados (Figura 1) mostram que o comportamento do pH após duas horas de alimentação diminuiu de 6.0; além disso, na 12^a hora, os tratamentos CON e TE diminuíram de 5.5, colocando os animais em risco de acidose subaguda. Vários estudos concluíram que um pH abaixo de 5.5 afeta diretamente a saúde ruminal dos cordeiros (Jaramillo-López *et al.*, 2017; Harlow *et al.*, 2017). Um fator a ser considerado em ruminantes quando alimentados com dietas ricas em grãos é o momento em que o pH está abaixo de dois níveis (5 e 5.5; Hibbard *et al.*, 1995), pois é quando os animais entram em um estágio de acidose aguda ou subaguda, respectivamente (Harlow *et al.*, 2017). No caso do presente experimento, os animais nos diferentes tratamentos permaneceram acima de 5 (Figura 1), resultando em nenhuma manifestação sintomática de acidose aguda.

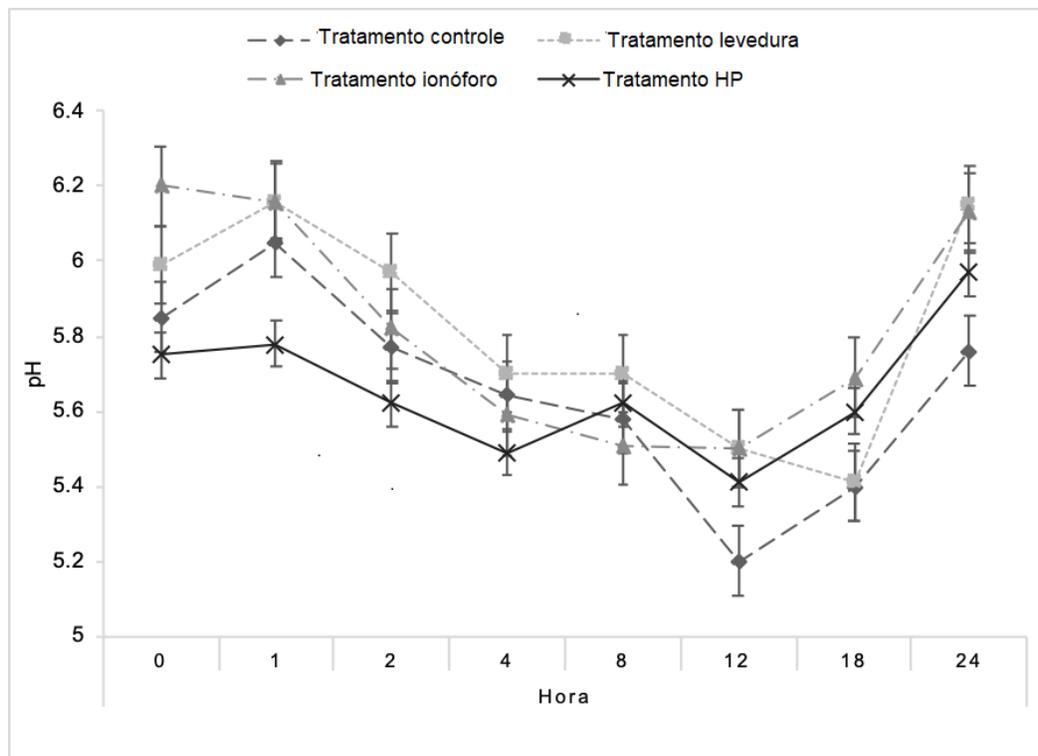


Figura 1. O pH médio de cada tratamento por hora

De acordo com os valores encontrados, podemos ver que os cordeiros de todos os tratamentos atingiram o limiar da acidose subaguda (Figura 1). Observou-se que as reduções ocorreram a partir de 8 horas após a primeira alimentação (Figura 1). Um período de 111 a 180 minutos durante 24 horas, em que o pH permanece abaixo de 5,5 e acima de 5,0, é suficiente para declarar acidose subaguda (Jaramillo-López *et al.*, 2017). Considerando os cronogramas de amostragem estabelecidos, esse comportamento é mostrado entre 12 e 18 horas após a primeira oferta de ração; no entanto, o momento exato da amostragem não foi registrado. A presença de acidose subaguda pode ter sintomatologia clínica envolvendo a presença de diarreia e perda de apetite, levando a uma diminuição do GDP (Jaramillo-López *et al.*, 2017; Vyas *et al.*, 2014). Essa sintomatologia aparente não foi registrada no presente experimento. Um dos riscos associados a esse tipo de acidose é o aumento de bactérias do ácido láctico no rúmen (Devant, 2015). Elas interrompem a atividade de diferentes populações bacterianas (Kleen *et al.*, 2003). Essas alterações nas populações resultam em um comprometimento dos produtos finais da fermentação, o que afeta diretamente o comportamento produtivo dos animais (Commun *et al.*, 2009; Kleen *et al.*, 2003). Conforme relatado (Jaramillo-López *et al.*, 2017; Jimeno *et al.*, 2004; Kleen *et al.*, 2003), o principal fator associado à presença de acidose é a quantidade de amido e FDN presente na dieta, o que é consistente com os resultados encontrados neste estudo.



Para a IMS, não foi encontrada diferença entre os tratamentos ($P > 0,05$) ou nos demais fatores considerados no modelo. As dietas usadas no presente experimento são comuns em esquemas de engorda intensiva de ovelhas no norte do México. Em um estudo realizado por [Castillo Rangel et al. \(2017\)](#), eles relataram uma IMS semelhante ao encontrado neste trabalho. Outro estudo realizado por [Álvarez et al., \(2018\)](#) não encontrou diferenças entre os tratamentos quando forneceram um aditivo à base de probióticos e enzimas digestivas a novilhos na fase de terminação. Esse produto era semelhante ao usado neste experimento. Os dados sobre o uso desses tipos de aditivos são inconsistentes ([Swyers et al., 2014](#); [Cull et al., 2015](#)). Uma das condições que afetam diretamente essa variável é o tipo de dieta fornecida.

Vários estudos em ruminantes não encontraram diferença na IMS quando probióticos foram fornecidos na dieta ([Cull et al., 2015](#); [Wilson et al 2016](#)). Nesses experimentos, os aditivos foram baseados apenas em probióticos (bactérias produtoras de ácido láctico, bactérias utilizadoras de ácido láctico ou a combinação entre elas). Além disso, resultados semelhantes foram relatados para a IMS quando cepas de *Saccharomyces cerevisiae* foram usadas em dietas para gado de engorda ([Swyers et al., 2014](#)). Em estudos realizados em ovinos, [Mir & Mir \(1994\)](#) encontraram uma redução na IMS em cordeiros alimentados com uma dieta rica em grãos em comparação com uma dieta rica em forragem. Neste estudo, pode-se observar como o aumento do nível de carboidratos solúveis no rúmen tem um impacto direto sobre essa variável. O acúmulo de ácidos graxos orgânicos no rúmen ocorre devido ao consumo de carboidratos de fermentação rápida em grandes quantidades ([Commun et al., 2009](#)). Essas dietas podem fazer com que os animais entrem em acidose ruminal ([Nagaraja & Letchenberg, 2007](#)). Foi demonstrado que esse é um distúrbio que afeta diretamente a ingestão de matéria seca ([Devant, 2015](#); [Kleen et al., 2003](#); [Granja et al., 2012](#)). Em sua forma subclínica, a acidose ruminal afeta diretamente o comportamento produtivo ([Devant, 2015](#), [Granja et al., 2012](#)). Essa diminuição está ligada a alterações nos padrões de fermentação e ao impacto da diminuição do IMS ([Commun et al., 2009](#)). Como pode ser visto nos resultados, os aditivos usados não foram capazes de evitar a diminuição do pH ruminal por períodos prolongados. Supõe-se que isso tenha afetado diretamente o comportamento das ovelhas, pois os animais estavam em faixas de pH ruminal consideradas limítrofes ou em risco de acidose subclínica ([Chiquette, 2009](#)).

Os dados da concentração de nitrogênio amoniacal mostram que houve um efeito para a hora e a interação tratamento x hora ($P < 0,05$). O comportamento da concentração de NH_3 no rúmen mostra que a adição da levedura *Saccharomyces cerevisiae* proporciona maior estabilidade na taxa de degradação proteica e na solubilidade do nitrogênio não proteico. Da mesma forma, pode-se observar que o tratamento com HP proporciona uma maior variação ao longo do dia na concentração de NH_3 (Figura 2). A concentração de NH_3 no rúmen é uma função da taxa de degradação e da concentração de proteína

degradável no rúmen (PDR), bem como das necessidades das populações microbianas e da quantidade de energia disponível para os microrganismos do rúmen (Hirstov, 2004). Aumentar a quantidade de PB na dieta ou a porcentagem de PDR resulta em um aumento na concentração de NH_3 (Davidson *et al.*, 2003). Neste estudo, usando a mesma dieta basal em cada tratamento, os cordeiros foram alimentados com ração isonitrogenada, portanto, podemos inferir que a variação na concentração de NH_3 ao longo do tempo foi um efeito direto do impacto dos aditivos.

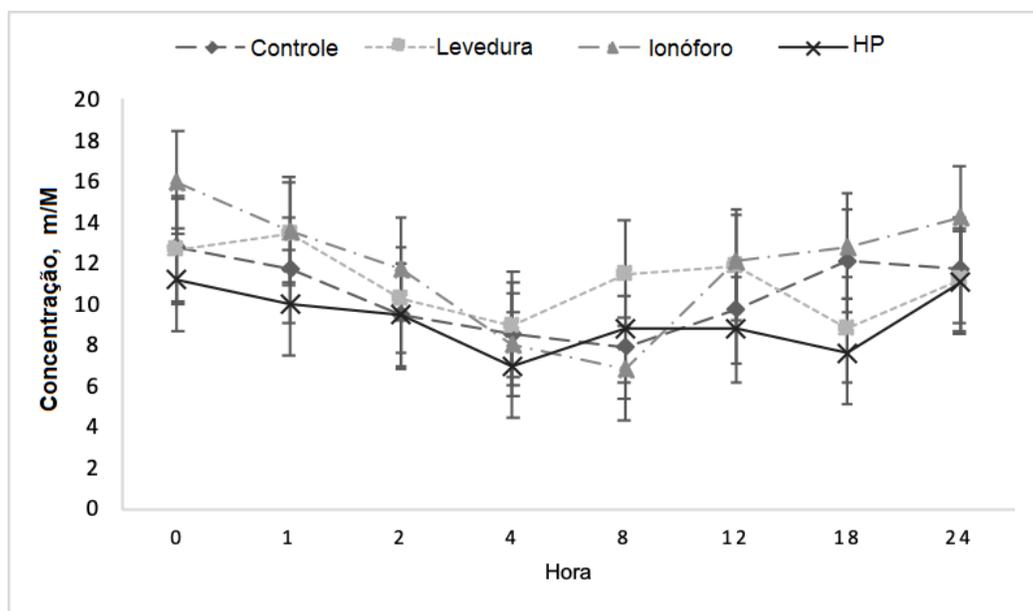


Figura 2. Concentração de nitrogênio amoniacal por hora

Um dos principais efeitos dos tratamentos utilizados é sobre as populações microbianas (Farghaly & Hamdon, 2018, Molina, 2019). Um dos fatores intrínsecos mais importantes que afetam o desenvolvimento das populações microbianas é o pH. Foi observado que as bactérias proteolíticas são sensíveis a pH abaixo de 6.0. Entre os principais benefícios do uso de aditivos microbianos adicionados à dieta está o aumento da digestibilidade da MS (Jiao *et al.*, 2017) e da FDN (Gang *et al.*, 2020), resultante de seu efeito positivo sobre o crescimento de populações microbianas celulolíticas (Ruiz *et al.*, 2016); no entanto, seu impacto sobre a digestibilidade da PB não está claro (Baloyi *et al.*, 2018). Foi relatado que, para a melhor expressão dos resultados positivos desses tipos de aditivos (pré e probióticos), é necessário o uso de dietas com alto teor de forragem (Mir & Mir, 1994, Vyas *et al.*, 2014), no entanto, quando usados com dietas com alto teor de concentrado e com níveis ideais de PB e PDR, os resultados foram inconsistentes (Anele *et al.*, 2017, Ellerman *et al.*, 2017), o que se refletiu em estudos de comportamento



produtivo de ruminantes, em que resultados homogêneos não são relatados quando são usadas dietas com alto teor de amido (Alvarez *et al.*, 2018).

Os dados das concentrações de ácido acético, propiônico e butírico, ácidos graxos voláteis totais e relação acético: propiônico mostram que não houve diferenças entre os tratamentos ($P > 0.05$; Tabela 3). Entretanto, para a concentração de ácido acético, propiônico e butírico e o total de ácidos graxos voláteis, foram encontradas diferenças ($P < 0.05$) para os efeitos do período, do tempo e da interação tratamento \times tempo. No caso da relação acético:propiônico, os efeitos do tratamento e do período não foram diferentes ($P > 0.05$). A produção de CH_4 apresentou um efeito para o tempo e a interação tratamento \times tempo ($P < 0.05$), enquanto os efeitos do tratamento e do período foram iguais ($P > 0.05$). No caso do CO_2 , os efeitos que fizeram diferença ($P < 0.05$) foram o período, a hora e a interação tratamento \times hora, enquanto não houve efeito ($P > 0.05$) do tratamento. Um dos fatores que está diretamente relacionado aos padrões de fermentação é a digestibilidade da matéria seca e da fibra detergente neutra (Scholljegerdes, 2020). A inclusão de aditivos que incluem microrganismos ou enzimas em sua composição tem um impacto direto na digestibilidade da porção fibrosa da ração (Vyas *et al.*, 2014). Neste experimento, a dieta fornecida foi a de finalização, portanto a quantidade de grãos teve um impacto direto nos padrões de fermentação. Esses padrões de fermentação têm um impacto direto no comportamento produtivo dos animais (Shimada, 2015).

O uso de aditivos à base de levedura, probióticos e prebióticos é uma prática comum durante a fase de recepção, pois permite um aumento no IMS (Lesmeister *et al.*, 2004) derivado da melhor digestibilidade da porção fibrosa da ração devido a mudanças na microbiota ruminal (Brown & Nagaraja, 2009). Neste estudo, os animais foram adaptados à adição dos aditivos por um período de nove dias e tiveram um período de adaptação à dieta antes do início do experimento. Considerando os resultados obtidos nos padrões de fermentação, presume-se que os aditivos não tiveram impacto sobre a microbiota ruminal dos animais. Foi observado que, quando dietas com alto teor de grãos são fornecidas a ruminantes alimentados com aditivos semelhantes aos do presente trabalho, o comportamento produtivo não é alterado (Cull *et al.*, 2015; Kenney *et al.*, 2015; Álvarez *et al.*, 2018).



Tabela 3. Concentrações de ácidos graxos voláteis, CH₄ e CO₂

Tratamento	Controle	LEV	ION	HP	EP	Valor P Tratamento	P-valor Interação	Valor P Hora
CAA	49.8	54.4	45.9	53.9	5.1	0.6243	<0.0001	<0.0001
CAP	25.8	26.7	26.3	29.9	2.4	0.6221	<0.0001	<0.0001
CAB	18.3	20.1	19.5	20.8	2.9	0.9944	<.00001	<0.0001
REL	2.08	2.13	1.89	1.85	0.23	0.8771	<0.0001	<0.0001
TAGV	99.9	101.1	91.5	104.8	8.05	0.7887	<0.0001	<0.0001
CO ₂	60.8	62.8	58.3	61.4	5	0.6273	0.0004	<0.0001
CH ₄	28.9	30.3	27.7	27.8	1.6	0.9326	<0.0001	<0.0001

CAA: concentração de ácido acético (mM/lt), CAP: concentração de ácido propiônico (mM/lt), CAB: concentração de ácido butírico (mM/lt), REL: relação acético:propiônico, TAGV: total de ácidos graxos voláteis (mM/lt), CO₂: dióxido de carbono, CH₄: metano

Há informações consistentes com os resultados deste estudo ([Anele et al., 2017](#)), em que a adição desses aditivos não teve impacto nos padrões de fermentação quando os animais foram alimentados com dietas com alto teor de concentrado. Foi relatado que um dos fatores que influenciam diretamente a produção de AGV é o pH ([Christophersen et al., 2008](#); [Commun et al., 2009](#)). Um pH abaixo de 6,0 afeta as bactérias celulolíticas, promovendo o crescimento de cepas de bactérias produtoras de ácido láctico ([Zanine et al. 2016](#)). Como resultado, o uso de estruturas carbonáceas em sua produção não favorece a produção de AGVs desejáveis (acético, propiônico e butírico). A concentração de ácido propiônico é um dos aspectos a serem observados no presente trabalho, pois foi semelhante à produzida pelo tratamento que contemplou o uso de monensina sódica. Foi relatado que o uso de ionóforos aumenta a concentração de ácido propiônico ([Burnett et al., 2016](#)), o que não se refletiu neste experimento. Essas semelhanças nas concentrações individuais não resultaram em diferença na relação acético:propiônico, dados os níveis de amido presentes na dieta que favorecem a produção de ácido acético ([Ran et al., 2021](#)).

Não foram encontradas diferenças ($P > 0.05$) entre os tratamentos para a concentração de CH₄ e CO₂. Atualmente, há poucas informações disponíveis sobre a produção de metano. Como esse é um tópico de interesse atual, há poucas informações relacionadas. [Pelchen & Peters \(1998\)](#) relataram que não há diferença na produção diária de metano em ruminantes quando alimentados com dietas com uma porcentagem de digestibilidade



de matéria seca entre 60-80 %. No presente estudo, a dieta fornecida tinha uma proporção de forragem: concentrado de 20 a 80 %, que pode ter níveis de digestibilidade aparente acima de 65 % (Ferrell *et al.*, 2001). Além disso, Pelchen & Peters (1998) constataram que, quando a digestibilidade é inferior a 60 %, são encontradas diferenças nessa variável.

A manipulação de dietas de ruminantes é considerada uma alternativa viável para mitigar a produção de metano, pois pode reduzir as perdas de energia. O uso de aditivos e o bom manejo na alimentação animal podem melhorar as características fermentativas em nível ruminal, refletindo em uma diminuição das emissões de metano (Carmona *et al.*, 2005). No entanto, no presente estudo, não foi observada nenhuma diferença nos parâmetros fermentativos, refletindo as mesmas concentrações de gases de efeito estufa entre os tratamentos.

CONCLUSÕES

A adição da mistura de probióticos, prebióticos e simbióticos não melhorou as condições do pH ruminal. Os níveis de pH registrados foram indicativos de acidose subclínica. Por outro lado, não houve diferença nos parâmetros de fermentação ruminal entre os tratamentos. Esses resultados sugerem que o uso dos aditivos não tem impacto sobre a produção de AGVs e, portanto, não se refletirá em maior eficiência alimentar. O uso da mistura proposta na alimentação de cordeiros com dietas de alto teor de grãos não é recomendado. Sugere-se analisar as concentrações de inclusão de cada um dos componentes da mistura dentro do aditivo, a fim de melhorar seu impacto na alimentação de ruminantes com dietas de alto teor de concentrado.

AGRADECIMENTOS

A Bexy González Mora, por seu apoio técnico.

LITERATURA CITADA

- ALVAREZ CM, Villalobos G, Domínguez J, Corral G, Alvarez, Castillo F. 2018. Animal performance and nutrient digestibility of feedlot steers fed a diet supplemented with a mixture of direct-fed microbials and digestive enzymes. *R. Bras. Zootec.* 47:e20170121. <https://doi.org/10.1590/rbz4720170121>
- ANELE UY, Engel CL, Swanson KC, Baines D. 2017. Effects of synbiotics on rumen fermentation. *J. Anim. Sci.* 95(4):300–301. <https://doi.org/10.2527/asasann.2017.614>
- BALOYI J, Rambau M, Fushai F. 2018. Effect of Carbohydrate Additives on the Post-ruminal Dry Matter and Protein Digestibility of Napier Grass (*Pennisetum purpureum*) Silage. *J. Anim. Sci.* 96(3): 205. <https://doi.org/10.1093/jas/sky404.445>
- BRODERICK GA, Kang JH. 1980. Automated simultaneous determination of ammonia and total amino acids in ruminal fluid and in vitro media. *J. Dairy Sci.* 63(1): 4–75. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(80\)82888-8](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(80)82888-8)



- BROWN MS, Nagaraja TG. 2009. Direct-fed microbials for growing and finishing cattle. Pp. 42-61. En: Proceedings of the Plains Nutrition Council. Spring Conference. Publication No. AREC 09-18, Texas AgriLife Research and Extension Center, Amarillo, USA. https://theplainsnutritioncouncil.com/web/wp-content/uploads/2019/10/2016-Plains-Nutrition-Council-proceeding_finalw-cover.pdf
- BURNETT RH, Kegley EB, Moore JC, Powell JG, Rorie RW, Larson CK. 2016. Comparison of organic and inorganic trace minerals supplementation strategies for beef heifers. *J. Anim. Sci.* 94(1): 46–47. <https://doi.org/10.2527/ssasas2015-094>
- CARMONA J, Bolívar D, Giraldo L. 2005. El gas metano en la producción ganadera y alternativas para medir sus emisiones y aminorar su impacto a nivel ambiental y productivo. *Rev. Col. C. Pec.* 18(1): 49-63. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=295022952006>
- CASTILLO-RANGEL F, Villalobos G, Díaz DD, Gutiérrez JA. 2017. Effect of the dietary level of cull pinto beans (*Phaseolus vulgaris*) on ruminal fermentation, kinetics, and digestibility of hair lambs. *Rev. Brasileira Zoot.* 46(5): 405–412. <https://www.scielo.br/j/rbz/a/MGZnjS4hpRQpHsthzhPHtPq/?lang=en>
- CHIQUETTE J. 2009. Evaluation of the protective effect of probiotics fed to dairy cows during a subacute ruminal acidosis challenge. *Anim. Feed Sci. Tech.* 153(3–4): 278–291. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0377840109002296>
- CHRISTOPHERSEN CT, Wright AG, Vercoe PE. 2008. In vitro methane emission and acetate:propionate ratio are decreased when artificial stimulation of the rumen wall is combined with increasing grain diets in sheep. *J. Anim. Sci.* 86:384–389. <https://doi.org/10.2527/jas.2007-0373>
- COMMUN L, Mialon MM, Martin C, Baumont R, Veissier I. (2009). Risk of subacute ruminal acidosis in sheep with separate access to forage and concentrate. *J. Anim. Sci.* 87(10): 3372–3379. <https://doi.org/10.2527/jas.2009-1968>
- CULL CA, Renter DG, Bello NM, Ives SE, Babcock AH. 2015. Performance and carcass characteristics of commercial feedlot cattle from a study of vaccine and direct-fed microbial effects on *Escherichia coli* O157:H7 fecal shedding. *J. Anim. Sci.* 93:3144-3151. <https://doi.org/10.2527/jas.2015-8924>
- DAVIDSON S, Hopkinns BA, Diaz DE, Bolt SM, Brownie C, Fellner V, Whitlow M. 2003. Effects of amounts and degradability of dietary protein on lactation, nitrogen utilization, and excretion in early lactation holstein cows. *J. Dairy Sci.* 86:1681–1689. [https://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302\(03\)73754-0/pdf](https://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302(03)73754-0/pdf)
- DEVANT M. 2015. Acidosis ruminal y timpanismo: que sabemos realmente? (II). XIII Congreso Internacional Anembe de Medicina Bovina, I: 56–63. http://axonveterinaria.net/web_axoncomunicacion/criaysalud/37/cys_37_5663_Acidosis_Ruminal_Timpanismo_I.pdf%0Ahttp://axonveterinaria.net/web_axoncomunicacion/criaysalud/38/cys_38_Acidosis_Ruminal_y_Timpanismo.pdf. Accesado el 13 de junio de 2020



ELLERMAN TJ, Horton LM, Katulski SL, Van Bibber-Krueger CL, Aperce CC, Drouillard JS. 2017. Ruminal characteristics and feedlot performance of feedlot steers during accelerated step-up to high-concentrate diets using Lactipro Advance®. *J. Anim. Sci.* 95(4): 277–278. <https://doi.org/10.2527/asasann.2017.567>

FARGHALY MM, Hamdon HA. 2018. Effects of live yeast (*saccharomyces cerevisiae*) supplementation on nutrient digestibility, rumen fermentation and rumen microbial population count in sheep. *Egyptian J. Anim. Prod.* 55(1):51-56.

https://ejap.journals.ekb.eg/article_93255_2dad9ab5131ec40cbea3aa5e70e68c86.pdf

FERRELL CL, Freetly HC, Goetsch AL, Kreikemeier KK. 2001. The effect of dietary nitrogen and protein on feed intake, nutrient digestibility, and nitrogen flux across the portal-drained viscera and liver of sheep consuming high-concentrate diets ad libitum. *J. Anim. Sci.* 79(5):1322. <https://doi.org/10.2527/2001.7951322x>

GALYEAN TM. 2010. Laboratory procedure in animal nutrition research. Department of Animal and Life Science. Texas Tech University. Lubbock. Texas. USA. Pp. 154-156. https://www.depts.ttu.edu/agriculturalsciences/vetSciences/mgalyean/lab_man.pdf

GANG G, Chen S, Qiang L, Shuan-lin Z, Tao S, Cong W, Yong-Xin W, Qing-fang X, Wen-jie H. 2020. The effect of lactic acid bacteria inoculums on in vitro rumen fermentation, methane production, ruminal cellulolytic bacteria populations and cellulase activities of corn stover silage. *J. Integrative Agric.* 19(3): 838–847.

[https://doi.org/10.1016/S2095-3119\(19\)62707-3](https://doi.org/10.1016/S2095-3119(19)62707-3)

GRANJA YT, Ribeiro CS, Toro DJ, Rivera LG, Machado M, Manrique A. 2012. Acidosis ruminal en bovinos lecheros: Implicaciones sobre la producción y la salud animal. *Rev. Electrónica Vet.* 13(4):1–11.

<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=63623403009>

GUAN H, Wittenberg KM, Ominski RH, Krause DO. 2006. Efficacy of ionophores in cattle diets for mitigation of enteric methane. *J. Anim Sci.* 84(7):1896–1906. <https://doi.org/10.2527/jas.2005-652>

GUZMÁN E, Montes P, Monge E. 2012. Probióticos, prebióticos y simbióticos en el síndrome de intestino irritable. *Acta Med. Per.* 2:92–98.

<http://www.scielo.org.pe/pdf/amp/v29n2/a09v29n2.pdf>

HARLOW BE, Aiken GE, Klotz JL, Flythe MD. 2017. Biochanin A mitigates rumen microbial changes associated with a sub-acute ruminal acidosis challenge. *J. Anim. Sci.* 95(4):263–263. <https://doi.org/10.2527/asasann.2017.536>

HIBBARD B, Peters JP, Chester ST, Robinson JA, Kotarski SF, Croom WJ, Hagler WM. 1995. The effect of salafamine on salivary output and subacute and acute acidosis in growing beef steers. *J. Anim. Sci.* 73: 516-525. Doi:[10.2527/1995.732516x](https://doi.org/10.2527/1995.732516x)

HIRSTOV AN, Etter RP, Ropp JK, Grande KL. 2004. Effect of dietary crude protein level and degradability on ruminal fermentation and nitrogen utilization in lactating dairy cows. *J. Anim. Sci.* 82:3219-3229. <https://doi.org/10.2527/2004.82113219x>



JARAMILLO-LÓPEZ E, Itza-Ortiz MF, Peraza-Mercado G, Carrera-Chávez JM. 2017. Ruminal acidosis: Strategies for its control. *Austral J. Vet. Sci.* 49 (3):139–148. Universidad Austral de Chile. <https://doi.org/10.4067/S0719-81322017000300139>

JIAO PX, He ZX, Ding S, Walker ND, Cong YY, Liu FZ, Beauchemin KA Yang WZ. 2018. Impact of strain and dose of live yeast and yeast derivatives on in vitro ruminal fermentation of a high-grain diet at two pH levels. *Can. J. Anim. Sci.* 98(3):477–487. <https://doi.org/10.1139/cjas-2017-0079>

JIMENO V, Garcia P, Majano M. 2004. Acidosis ruminal y patologías asociadas en rumiantes. *Ganadería.* 30:80–84. https://www.researchgate.net/publication/28280153_Acidosis_Ruminal_y_patologias_asociadas_en_rumiantes

KENNEY NM, Vanzant ES, Harmon DL, McLeod KR. 2015. Direct-fed microbials containing lactate-producing bacteria influence ruminal fermentation but not lactate utilization in steers fed a high-concentrate diet. *J. Anim. Sci.* 93:2336-2348. <https://doi.org/10.2527/jas.2014-8570>

KIRAN L, Deswal S. 2020. Role of feed additives in ruminants production: A review. *The Pharm. Inn. J.* 9(2):394–397. <https://www.thepharmajournal.com/archives/?year=2020&vol=9&issue=2&ArticleId=4408>

KLEEN JL, Hooijer GA, Rehage J, Noordhuizen JP. 2003. Subacute ruminal acidosis (SARA): a Review. *J. Vet. Med. Series A.* 50(8):406–414. <https://doi.org/10.1046/j.1439-0442.2003.00569.x>

LESMEISTER KE, Henrich AJ, Gabler MT. 2004. Effects of supplemental yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) culture on rumen development, growth characteristics and blood parameters in neonatal dairy calves. *J. Dairy Sci.* 87:1832-1839. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(04\)73340-8](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(04)73340-8)

MIR Z, Mir PS. 1994. Effect of the addition of live yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) on growth and carcass quality of steers fed high-forage or high-grain diets and on feed digestibility and in situ degradability. *J. Anim. Sci.* 72(3):537–545. <https://doi.org/10.2527/1994.723537x>

MOLINA A. 2019. Probióticos y su mecanismo de acción en alimentación animal. *Agron. Mesoam.* 30(2):601-611. <https://doi.org/10.15517/am.v30i2.34432>

NAGARAJA TG, Lechtenberg KF. 2007. Acidosis in Feedlot Cattle. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice.* 23(2):333–350. <https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2007.04.002>

NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-024-ZOO-1995. Especificaciones y características zoonosanitarias para el transporte de animales, sus productos y subproductos, productos químicos, farmacéuticos biológicos y alimenticios para su uso en animales o consumo por éstos. Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 16 de Octubre de 1995. México.

https://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=4883147&fecha=16/10/1995#gsc.tab=0



NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-051-ZOO-1995. Trato humanitario en la movilización de animales. Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 23 de Marzo de 1996. México.

https://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=4870842&fecha=23/03/1998#gsc.tab=0

NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-062-ZOO-1999. Especificaciones técnicas para la producción, cuidado y uso de los animales de laboratorio. Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 12 de diciembre de 2001. México.

https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/203498/NOM-062-ZOO-1999_220801.pdf

PELCHEN A, Peters KJ. 1998. Methane emissions from sheep. *Small Rum. Res.* 27:137-150. [https://doi.org/10.1016/S0921-4488\(97\)00031-X](https://doi.org/10.1016/S0921-4488(97)00031-X)Get rights and content

RAN T, Saleem AM, Beauchemin KA, Penner GB, Yang W. 2021. Processing index of barley grain and dietary undigested neutral detergent fiber concentration affected chewing behavior, ruminal pH, and total tract nutrient digestibility of heifers fed a high-grain diet. *J. Anim. Sci.* 99:1. <https://doi.org/10.1093/jas/skab011>

RUIZ O, Castillo Y, Arzola C, Burrola E, Salinas J, Corral A, Hume ME, Murillo M, Itza M. 2016. Effects of *Candida norvegensis* Live Cells on In vitro Oat Straw Rumen Fermentation. *Asian Austral. J. Anim. Sci.* 29(2):211-218.

<https://doi.org/10.5713/ajas.15.0166>

SCHOLLJEGERDES EJ. 2020. Choosing an external marker for measuring intake and digestibility in ruminants. *J. Anim Sci.* 98: 79–79. <https://doi.org/10.1093/jas/skaa2>

SHIMADA A. 2015. Nutrición animal. 3a ed. Editorial Trillas. México. ISBN: 978-607-17-3121-0.

SWYERS KL, Wagner JJ, Dorton KL, Archibeque SL. 2014. Evaluation of *Saccharomyces cerevisiae* fermentation product as an alternative to monensin on growth performance, cost of gain, and carcass characteristics of heavy-weight yearling beef steers. *J. Anim. Sci.* 92:2538-2545. <https://doi.org/10.2527/jas.2013-7559>

VYAS D, Uwizeye A, Mohammed R, Yang WZ, Walker ND, Beauchemin KA. 2014. The effects of active dried and killed dried yeast on subacute ruminal acidosis, ruminal fermentation, and nutrient digestibility in beef heifers. *J. Anim. Sci.* 92(2):724–732. <https://doi.org/10.2527/jas.2013-7072>

WILSON BK, Holland BP, Step DL, Jacob ME, VanOverbeke DL, Richards CJ, Nagaraja TG, Krehbiel CR. 2016. Feeding wet distillers grains plus solubles with and without a direct-fed microbial to determine performance, carcass characteristics, and fecal shedding of *Escherichia coli* O157:H7 in feedlot heifers. *J. Anim. Sci.* 94:297-305. <https://doi.org/10.2527/jas.2015-9601>

WOLIN MJ. 1960. A theoretical rumen fermentation balance. *J. Dairy Sci.* 40:1452-1459. [https://www.scirp.org/\(S\(351jmbntv-nsjt1aadkposzje\)\)/reference/referencespapers.aspx?referenceid=2481347](https://www.scirp.org/(S(351jmbntv-nsjt1aadkposzje))/reference/referencespapers.aspx?referenceid=2481347)



ZANINE AM, Bonelli EA, de Souza AL, Ferreira DJ, Santos EM, Ribeiro MD, Pinho RMA. 2016. Effects of *Streptococcus bovis* isolated from bovine rumen on the fermentation characteristics and nutritive value of Tanzania Grass Silage. *The Scientific World J.* 16:1-6. <https://doi.org/10.1155/2016/8517698>

ZHANG X, Ding Y, Qu M, Lu D. 2014. Effets bénéfiques de l'administration ruminale d'oligosaccharides sur les fonctions du système immunitaire chez le mouton. *Canadian J. Anim. Sci.* 94(4):679–684. <https://doi.org/10.4141/CJAS-2014-068>

[Errata Erratum](#)

<https://abanicoacademico.mx/revistasabanico-version-nueva/index.php/abanico-veterinario/errata>