

Abanico Veterinario. Janeiro-Dezembro 2020; 10:1-14. <http://dx.doi.org/10.21929/abavet2020.9>
Artigo Original. Recebido: 05/01/2020. Aceito: 20/05/2020. Publicado: 31/05/2020.

Lesões ruminais em bovinos abatidos no matadouro

Ruminal lesions in cattle slaughtered in slaughterhouses

Luna-Méndez Alejandra^{1,2} , Gutiérrez-Chávez Abner ^{1,2} , Valencia-Posadas Mauricio^{1,2} , Ruíz-Ramírez Johnatan³ , Pérez-Guiot Alfredo⁴ , García-Márquez Luis*^{1,3} 

¹Maestría Interinstitucional en Producción Pecuaria. Universidad de Guanajuato. México. ²Departamento de Veterinaria y Zootecnia, División de Ciencias de la Vida, Universidad de Guanajuato, Irapuato, Guanajuato, México. ³Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad de Colima, México. ⁴Centro de Enseñanza, Investigación y Extensión en Producción Animal en Altiplano, Tequisquiapan, Querétaro. México. *Autor responsable e de correspondência: García-Márquez Luis. Centro Universitario de Investigación y Desarrollo Agropecuario, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad de Colima, Carretera Colima-Manzanillo Km 40. Colonia. La Estación. CP. 28100 Tecomán, Colima, México. ale.luna.m@live.com.mx, guca731023@hotmail.com, mauvp001@yahoo.com.mx, ja_ruizr29@hotmail.com, mvzaperezguiot@gmail.com, ljgm_cmv@hotmail.com.

RESUMO

O objetivo do presente estudo foi descrever os achados macroscópicos e microscópicos encontrados no rúmen de bovinos abatidos no Processador de Carne Municipal de Colima, México. As lesões encontradas durante o abate foram descritas macroscopicamente, posteriormente fixadas em formalina tamponada a 10% com pH 7,2, processadas com a técnica histológica de rotina e coradas com hematoxilina-eosina (H-E). Foram coletados 100 rúmens, além de dados sobre a origem, idade, sexo e espécie dos animais. As informações foram analisadas com o teste de independência do quadrado do Chi e uma análise de regressão logística. 98% dos bovinos apresentaram pelo menos uma das seguintes lesões: hemorragias, erosões, úlceras, cicatrizes, hiperqueratose, degeneração dropical, rumenite, linfangiectasia, uma amostra apresentou papiloma e a presença do protozoário *Balantidium coli* em 30% das amostras. Foi encontrada dependência entre *B. coli* com a origem ($P = 0,046$) e o sexo ($P = 0,041$) dos animais. As variáveis que foram significativas ($P = <0,05$) na análise de regressão logística foram cicatrizes, rumenite, linfangiectasia e *B. coli*. As lesões encontradas interferem na absorção de nutrientes, perda de produção e produtividade, além da presença de patógenos oportunistas que podem representar um risco à saúde de animais e seres humanos.

Palavras-chave: hiperqueratose, rumenite, *Balantidium coli* e acidose ruminal.

ABSTRACT

The objective of the present study was to describe macroscopic and microscopic lesion in the rumen of bovine slaughtered in the Municipal Meat Processor of Colima, Mexico. The lesions found during the slaughter were macroscopically and subsequently fixed in 10% buffered formalin with pH 7.2 described. It was with the routine histological technique, and stained with hematoxylin-eosin (H-E) processed. One hundred 100 rumen were collected, as well as data on the origin, age, sex, and species of the animals. Data were, with the Chi-square independence test and logistic regression analysis analyzed. The 98% of the bovines presented at least one of the following lesions: hemorrhages, erosions, ulcers, scars, hyperkeratosis, hydropic degeneration, rumenitis, lymphangiectasia, a sample had a papilloma and the presence of the protozoan *Balantidium coli* was in 30% of the samples found. Dependence was found between *B. coli* to the origin ($P = 0.046$) and the sex ($P = 0.041$) of the animals. The variables that were significant ($P = <0.05$) in the logistic regression analysis were scars, rumenitis, lymphangiectasia, and *B.*

coli. The injuries found to interfere with the absorption of nutrients, loss of production, and productivity, as well as the presence of opportunistic pathogens that can represent a health risk for animals and humans.

Keywords: hyperkeratosis, rumenitis, *Balantidium coli*, ruminal acidosis.

INTRODUÇÃO

Existem várias doenças ou distúrbios do sistema digestivo em bovinos de importância econômica nas unidades de produção, pois causam diminuição na produção, alta morbimortalidade; eles reduzem o bem-estar animal, bem como o impacto na saúde pública (Plaizier *et al.*, 2008). O rúmen realiza uma série de adaptações às diferentes fases da alimentação, às quais os bovinos são submetidos, nos quais são digeridas forragens e grandes quantidades de grãos; o que pode causar o aparecimento de distúrbios digestivos, como acidose, resultantes da rápida fermentação do grão (Meyer y Bryant, 2017). Problemas de acidose ruminal (AR) são comuns; No entanto, é um distúrbio difícil de reconhecer e prevenir, uma vez que a fisiopatologia é complexa e variável (Oetzel, 2017). Esta doença é causada pela ingestão de dietas com alto teor de concentrado; é definido como uma diminuição do pH (<5,6), por períodos prolongados de até pelo menos três horas por dia (Kleen *et al.*, 2003; Gozho *et al.*, 2005; Krause y Oetzel, 2006; Steele *et al.*, 2009).

O pH baixo induz a lise de bactérias Gram-negativas e aumenta o lipopolissacarídeo livre (LPS) no rúmen, que é um poderoso indutor de inflamação e desenvolvimento de rumenite (Zhao *et al.*, 2018). A produção de imunógenos no rúmen, como LPS ou histamina, reduz a barreira de proteção do rúmen e está implicada no desenvolvimento dessa doença (Plaizier *et al.*, 2008).

O pH ruminal é um fator chave para o correto funcionamento do rúmen, pois afeta as populações microbianas, os produtos da fermentação e suas funções fisiológicas (Nagaraja y Titgemeyer, 2007). Pode-se observar uma diminuição de: gordura no leite, digestão reduzida de fibras, perda de condição corporal, diarreia, laminite, inflamação e timpanismo; além de afetar o consumo voluntário de alimentos (Panciera *et al.*, 2007; Rezac *et al.*, 2014a; Zhao *et al.*, 2018).

Essas alterações podem causar desequilíbrio na microbiota ruminal, onde agentes etiológicos, como *Fusobacterium necrophorum*, *Trueperella pyogenes* e *Arcanobacterium* spp, entre outros, se comportam como oportunistas e viajam pela circulação portal para o fígado, onde podem gerar abscessos (Tadepalli *et al.*, 2009; Xu y Ding, 2011; Trigo, 2015). A alteração do epitélio ruminal permite que os microrganismos e suas toxinas migrem para a circulação portal, o que pode predispor a uma variedade de infecções ou endotoxinas na corrente sanguínea, pois alteram a capacidade de absorção de nutrientes; que pode gerar um acúmulo de ácidos graxos voláteis (AGV) ou ácido láctico (Kleen *et al.*, 2003). As papilas ruminais geralmente não são cobertas por muco em comparação com as papilas abomasais; portanto, podem ser mais suscetíveis a rumenites que podem progredir para erosão e ulceração (Snyder y Credille, 2017).

A paraqueratose é o espessamento do estrato córneo do epitélio ruminal e é o resultado de rumenite crônica (Jubb *et al.*, 2016), sendo uma patologia importante; uma vez que diminui a capacidade de absorção do AGV e predispõe os animais afetados a novos episódios (Oetzel, 2017). No México, o impacto econômico produzido pela acidose ruminal tem sido difícil de quantificar, mas é considerado importante devido às lesões que causa no gado de engorda (Malafaia *et al.*, 2016).

Existem poucos estudos no México que descrevem as lesões observadas no rúmen no momento do abate dos animais. A inspeção do rúmen é uma ferramenta que permite avaliar a saúde nutricional do gado em currais. Portanto, o objetivo do presente estudo foi descrever as lesões ruminais presentes em bovinos que chegam ao processador municipal de carne na cidade de Colima, México.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo

O trabalho foi realizado no estado de Colima, no processador municipal de carne, localizado a km. 3.5 da rodovia Colima-Coquimatlán. O clima predominante em 78,52% do território é quente e úmido com chuvas no verão, em 12,42% há clima quente e semi-seco, em 7,58% semi-quente e úmido com chuvas no verão e em 1,48% do território, um clima temperado e úmido com chuvas no verão (INEGI, 2017). A temperatura média anual é de 25 °C e a precipitação total anual é de aproximadamente 1728,9 mm (CONAGUA, 2017).

Amostragem

Foram coletadas 100 amostras de tecido ruminal, 1 cm² do lado direito do saco cranio-ventral e do lado esquerdo do saco ventral craniano, porque nessa porção ruminal o epitélio está em contato mais longo com o líquido ruminal (Castro y Elizondo, 2012; Jonsson *et al.*, 2019); bem como áreas representativas, onde foi observado algum tipo de lesão macroscópica; que foram fixados por imersão em formalina tamponada a 10% por 24 h. Os tecidos foram cortados, incluídos em cassetes plásticos e transferidos para o Laboratório de Patologia da Faculdade de Medicina Veterinária e Pecuária da Universidade de Colima, localizado no município de Tecomán, Colima, México, a km. 40, rodovia Colima-Manzanillo, dentro das coordenadas geográficas 18° 55 'da latitude norte e 103° 52' da longitude oeste e uma altitude de 20 metros (INEGI, 2017). Posteriormente, foram processados com a técnica histológica de rotina, que consiste em desidratação, depuração e infiltração de parafina; eles foram cortados com 5 µm de espessura e corados com coloração com Hematoxilina-Eosina (H-E) (Prophet *et al.*, 1995).

Análise da amostra

Lesões macroscópicas e microscópicas foram descritas e caracterizadas usando conceitos patológicos, os resultados foram expressos em porcentagens e graus de

gravidade (Rezac *et al.*, 2014b). Da mesma forma, o teste do Chi (qui)-quadrado foi utilizado para avaliar a dependência entre as lesões com o local de origem dos animais, idade, espécie e sexo. Uma análise de regressão logística foi realizada para encontrar fatores de risco associados à presença de lesões. Ambas as análises foram realizadas com o programa Statgraphics Centurion ver.15.2 (Statgraphics, 2007).

Para a análise estatística, foram estabelecidas duas faixas etárias menores ou iguais a 36 meses e maiores ou iguais a 37 meses; tentando manter um número adequado de registros em cada nível de classificação. Para as espécies, os genótipos raciais Angus, Beefmaster, Swiss Brown e Simmental foram classificados em *Bos Taurus* e os zebu em *Bos indicus*. Os locais de origem foram agrupados em quatro regiões, de acordo com o tipo de clima: região 1: sub-úmido temperado, região 2: sub-úmido semi-quente, região 3: sub-úmido quente e região 4: sub-úmido quente e região 4: quente.

RESULTADOS

Do total de amostras, 33 eram do sexo feminino e 67 do masculino. Dos animais abatidos, 56 pertenciam à espécie *Bos taurus* e 44 à *Bos indicus*. 98% das amostras apresentaram pelo menos uma lesão. Os achados macroscópicos foram (figura 1): hemorragias, erosão, úlceras, hiperqueratose (espessamento das papilas ruminais), atrofia das papilas e cicatrizes; uma amostra apresentava papiloma. Os achados microscópicos (figura 2) foram: espessamento da camada córnea das papilas ruminais, presença de fibras colágenas, degeneração dropsical, inflamação (rumenite) e linfangiectasia. Além disso, a presença do protozoário *Balantidium coli* foi registrada em 30 % das amostras. Essas lesões foram agrupadas em graus de gravidade, que variaram de leves a graves (Tabela 1).

Tabela 1. Número de casos de lesões no rúmen e sua classificação em graus de gravidade

Graus de gravidade	Hiperqueratose	Degeneração hidrópica	Rumenite	Linfangiectasia	<i>Balantidium coli</i>
Leve	33	53	23	21	20
Moderado	42	30	18	6	6
Forte	18	9	1	1	4
Caso Total	93	92	42	28	30
Nenhuma lesão aparente	7	8	58	72	70

Tabela 2. Fatores de risco para a presença de lesões ruminais em bovinos abatidos no Processador Municipal de Carne em Colima, México

Variáveis		Aproxima do	Erro padrão	Razão ímpar	IC(OR) 95%		Valor de <i>P</i>
					Limite superior (LI)	Limite inferior (LS)	
Cicatriz							
Origem	Região 1	-0.230	0.067	0.793	0.694	0.907	0.000
	Região 2	-0.685	0.05	0.503	0.455	0.556	
	Região 3	0.402	0.089	1.495	1.250	1.787	
Idade		-0.142	0.045	0.866	0.791	0.949	0.000
Espécie		-0.515	0.046	0.597	0.545	0.654	0.000
Sexo		-0.299	0.049	0.741	0.672	0.817	0.000
Rumenite							
Origem	Região 1	0.949	0.0711	2.583	2.243	2.975	0.000
	Região 2	0.176	0.049	1.192	1.080	1.317	
	Região 3	-1.001	0.080	0.367	0.313	0.430	
Idade		0.310	0.045	1.364	1.246	1.494	0.000
Espécie		0.725	0.044	2.066	1.891	2.258	0.000
Sexo		-0.092	0.048	0.911	0.828	1.003	0.000
Linfangiectasia							
Origem	Região 1	-1.177	0.067	0.308	0.269	0.352	0.000
	Região 2	-0.066	0.056	0.935	0.836	1.046	
	Região 3	-0.431	0.083	0.649	0.55	0.765	
Idade		-0.448	0.049	0.638	0.578	0.704	0.000
Espécie		-0.266	0.05	0.766	0.693	0.846	0.000
Sexo		0.453	0.056	1.573	1.406	1.759	0.000
Balantidium coli							
Origem	Região 1	-1.211	0.074	0.297	0.256	0.344	0.000
	Região 2	-1.229	0.06	0.292	0.259	0.329	
	Região 3	-1.657	0.085	0.19	0.16	0.225	
Idade		-0.477	0.05	0.62	0.56	0.686	0.000
Espécie		0.501	0.048	1.65	1.499	1.816	0.000
Sexo		-0.779	0.052	0.458	0.413	0.5	0.000

($P < 0.05$)

A região 4 foi tomada como comparação para a variável proveniência: clima quente; para a idade dos bovinos com menos de 36 meses, para o sexo das fêmeas e para as espécies de *Bos Taurus*

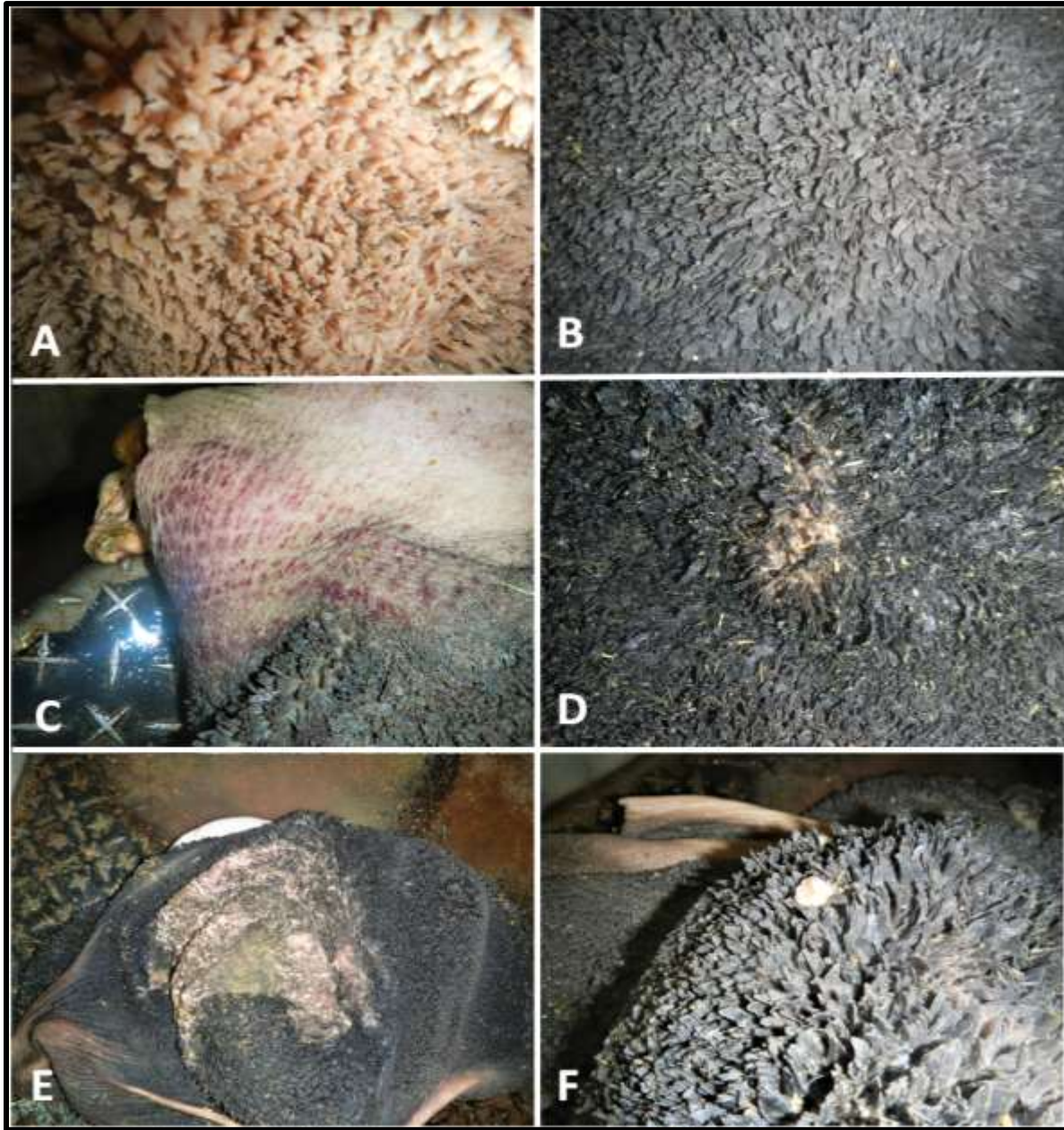


Figura 1. Descrição macroscópica das lesões ruminais. A/ mucosa ruminal normal. B/ espessamento e atrofia das papilas do rúmen. C/ hemorragia ruminal. D/E erosões, úlceras e cicatrizes ruminais. F/ presença de verruga 1X2 cm ou papiloma mostrando uma massa semelhante a couve-flor, de cor branca, crescendo acima do epitélio na superfície da mucosa ruminal e coberta de escamas.

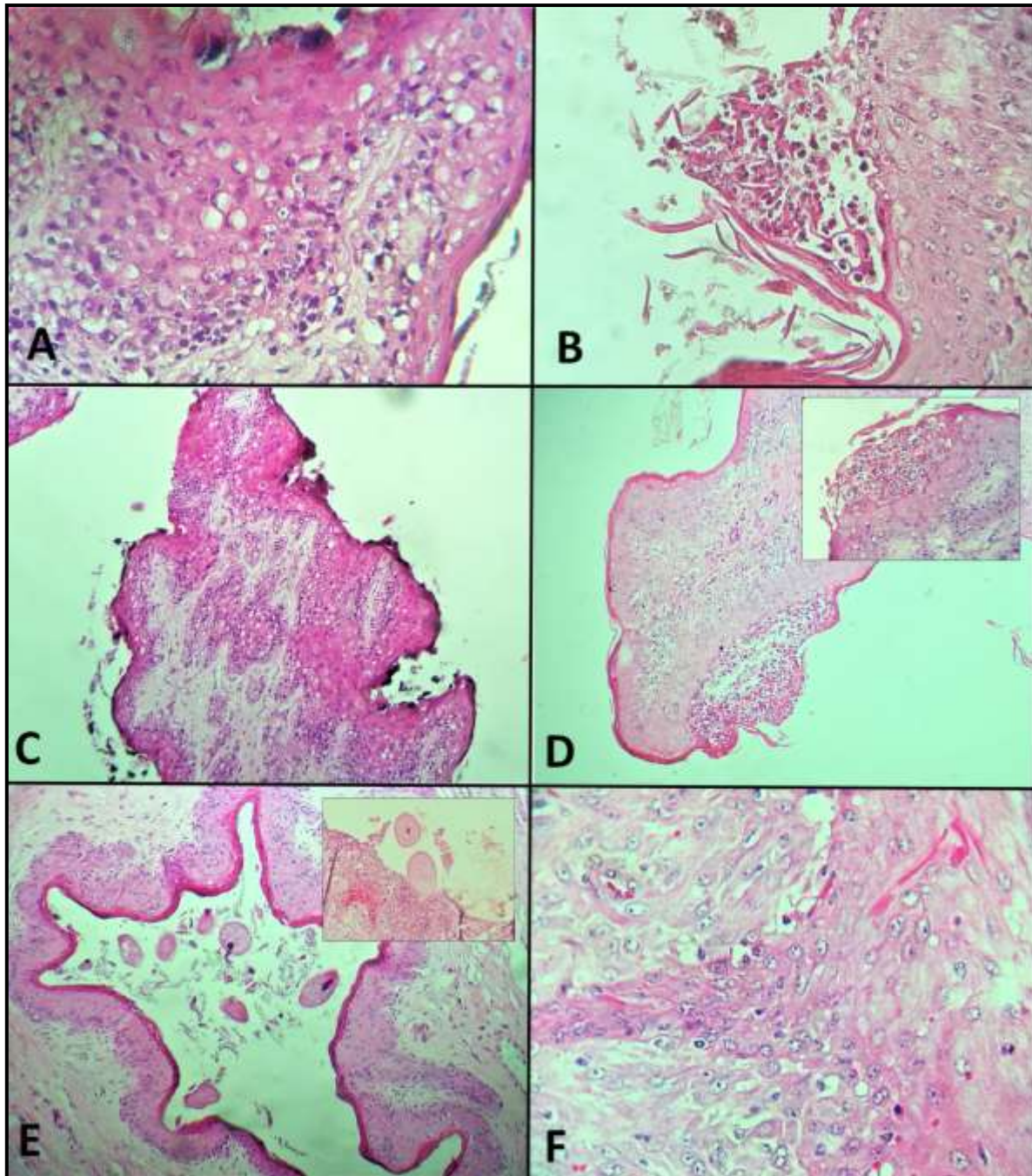


Figura 2. Descrição microscópica das lesões ruminais. A/ Espessamento da camada córnea das papilas ruminais, bem como a presença de degeneração hidrópica epitelial. Coloração com hematoxilina-eosina 40X. B-C/ Erosão, úlcera e paraqueratose da papila ruminal. Coloração com hematoxilina-eosina 40X. D/ Infiltrado inflamatório mononuclear sobre a submucosa da papila ruminal (rumenite), inserida com zoom. Coloração com hematoxilina-eosina 40X. E/ Presença de protozoários abundantes *Balantidium coli* na mucosa e epitélio ruminal, causando hemorragias e inflamação (caixa). Coloração com hematoxilina-eosina 10-40X. F/ Hiperplasia epitelial das papilas ruminais com vacuolização citoplasmática e hiperqueratose, além da proliferação de colágeno, formando projeções digitais em direção à submucosa (papiloma). Coloração com hematoxilina-eosina 40X.

De acordo com as frequências encontradas, bovinos de clima semi-quente sub-úmido, cuja espécie era *Bos indicus*, com idade igual ou superior a 37 meses e machos, apresentaram mais lesões. A presença do protozoário *B. coli* foi significativa no teste do quadrado de Chi, mostrando dependência com a origem ($P=0,046$) e sexo ($P=0,041$) dos animais. Na análise de regressão logística as variáveis: origem, idade, espécie e sexo dos animais foram significativas ($P=0,000$) para presença de cicatrizes, rumenite, linfangiectasia e *B. coli* (Tabela 2).

Bovinos de climas semi-úmidos e sub-úmidos apresentaram 1,49 vezes mais chances de apresentar cicatrizes no rúmen; em comparação com animais de climas quentes. Bovinos de climas temperados sub-úmidos apresentaram 2,5 vezes mais chances de apresentar rumenite do que os de climas quentes. Bovinos com idade superior a 37 meses apresentaram 1,3 vezes mais chances de apresentar rumenite, em comparação com bovinos menores ou iguais a 36 meses. A espécie *Bos taurus* teve 2,06 vezes mais chances de ter rumenite, em comparação com *Bos indicus*. Da mesma forma, *Bos taurus* apresentou 1,65 vezes mais chances de apresentar *B. coli* do que as espécies *Bos indicus*. O gado masculino teve 1,57 vezes mais chances de apresentar linfangiectasia, em comparação com as fêmeas. A espécie *Bos indicus* teve 1,65 vezes mais chances de apresentar *B. coli* do que a espécie *Bos taurus*.

DISCUSSÃO

Os bovinos utilizados para a produção de carne no estado de Colima, provêm de pradarias ou sistemas mistos de engorda. Em sistemas mistos, o estágio de iniciação começa no prado e termina nos currais, com o desafio de engordar por aproximadamente 100-120 dias, com as conhecidas “dietas quentes” consistindo na administração de grandes quantidades de concentrado e na consequente diminuição do pH do rúmen, causando o aparecimento de lesões no rúmen; figura que no presente estudo foi superior aos encontrados por [Rezac et al. \(2014a\)](#). Num estudo realizado nos Estados Unidos sobre condições patológicas graves em bovinos no abate, as lesões ruminais apresentaram maior frequência (35%) em 1461 bovinos, sendo os sintomas de rumenite com diminuição das papilas a lesão mais comum. A presença de cicatrizes e áreas sem papilas indica uma exposição prolongada do epitélio a um ambiente desfavorável, o que pode explicar o grau de gravidade das lesões e sua frequência em animais adultos. [Steele et al. \(2009\)](#) observaram um descolamento do estrato córneo das papilas ruminais, após submeter um bovino a uma dieta rica em grãos, uma lesão não observada no presente estudo; mas que coincide com [Sasikala et al. \(2018\)](#), onde o conteúdo ruminal foi observado endoscopicamente *in vivo* em 110 bovinos; epitélio cornificado com alterações de coloração e necrose, destacando-se facilmente, mostrando uma superfície hemorrágica. A biópsia revelou degeneração vacuolar com alterações nucleares do epitélio escamoso. A dieta é o principal fator na estrutura bacteriana e na função ruminal,

uma vez que as bactérias epiteliais do rúmen se ligam ao tecido epitelial, de modo que a alteração em sua composição pode afetar a função e gerar lesões (Zhang *et al.*, 2017). Estudos sugerem que há um aumento na presença de bactérias com genes de alta virulência, que podem tirar proveito dessas condições ruminais para desencadear uma resposta inflamatória (Khafipour *et al.*, 2011) ou modificar genes envolvidos no crescimento e na estrutura dos epitélios (Steele *et al.*, 2011). A avaliação da microbiota ruminal não foi considerada no presente estudo, mas acredita-se que a diversidade bacteriana do rúmen e sua resposta à dieta variem consideravelmente, mesmo entre os animais alimentados com a mesma dieta (Penner *et al.*, 2009; Chen *et al.*, 2011).

No presente estudo, observou-se que as espécies de *Bos taurus* apresentaram maior tendência a apresentar lesões no rúmen, comparadas às espécies de *Bos indicus*; acima, de acordo com Lees *et al.* (2017) que mencionam que o processo de adaptação do rúmen é diferente entre os animais das espécies *Bos taurus* e *Bos indicus*, particularmente em climas tropicais e subtropicais, onde os zebuínos têm uma melhor capacidade de se adaptar a climas tropicais com temperatura e umidade alta, em comparação com o *Bos taurus* (Reis *et al.*, 2016). Panciera *et al.* (2007) registraram danos graves devido à acidose, como: timpanismo abomasal, edema acentuado, hemorragia e enfisema nas paredes do rúmen; onde é sugerido que parte do dano ocorreu devido à presença de espécies clostridiais ou a um grupo de agentes envolvidos nesses danos. A presença de objetos estranhos no rúmen, como sacolas plásticas, pode causar danos ao epitélio, como atrofia, perda de papila do rúmen, erosão, úlceras e formação nodular na mucosa do rúmen (Otsyina *et al.*, 2017). A presença de protozoários ciliados está associada à estrutura e patogenicidade de diferentes comunidades bacterianas e alterações na fermentação ruminal (García *et al.*, 2017). Além de ser um patógeno oportunista, a *B. coli* é zoonótica e causa problemas gastroentéricos e pulmonares no homem (Sharma y Harding, 2003; Pérez *et al.*, 2008; Koopowitz *et al.*, 2010).

As condições de temperatura e umidade do estado de Colima permitem a viabilidade desse protozoário no ambiente, e a infecção ocorre pelo consumo de água ou alimentos contaminados com oocistos, excretados por animais ou mesmo humanos infectados (Ahmed *et al.*, 2020).

Num estudo realizado em Bangladesh por Paul *et al.* (2019), identificaram a presença do protozoário parasita *B. coli* em 103/200 amostras fecais. A maior prevalência foi registrada em bovinos (54,7%), em comparação com suínos (42%), resultado superior ao encontrado no presente estudo. Na China, Zhang *et al.* (2019), realizaram uma análise em 468 amostras fecais para identificar os principais agentes infecciosos encontrados em macacos, *B. coli*, foi o segundo protozoário mais importante com 70% de prevalência, resultado superior ao de outras espécies. No Brasil, um estudo em aves em cativeiro mostrou uma prevalência de 1,4% para esse mesmo parasita usando a técnica coproparasitoscópica, encontrada em pombos, sugerindo que eles podem ser reservatórios para outros hospedeiros suscetíveis (Lyra *et al.*, 2002). A acidose é um problema de manejo alimentar, ocorre quando o gado que consome capim muda

rapidamente para uma dieta rica em carboidratos, como na maioria das engordas; em que a adição de algum tampão à ração, como bicarbonato de sódio ou carbonato de cálcio, em não mais de 5% da ração, faz alterações graduais nas transições do estágio de engorda, além de fazer inspeções de rotina do sistema digestivo no momento do abate.

CONCLUSÕES

A realização deste estudo permitiu identificar os principais tipos de lesões ruminais em bovinos que chegam ao abate para o processador de carne municipal de Colima. Quase a totalidade dos bovinos amostrados sofreu algum tipo de acidose durante a vida, causando lesões na parede do rúmen, causando prejuízos econômicos; devido aos baixos rendimentos nas celas de engorda. A inspeção post mortem em bovinos é uma ferramenta que permite avaliar a saúde ruminal, além de promover medidas preventivas para o controle da acidose ruminal subclínica. A presença de agentes incomuns no rúmen sugere uma alteração na microbiota do epitélio ruminal. Este é o primeiro estudo em que a presença de *Balantidium coli* nos tecidos ruminais é documentada.

LITERATURA CITADA

- AHMED A, Ljaz M, Ayyub RM, Ghaffar A, Ghauri HN, Aziz MU, Ali S, Altaf M, Awais M, Naveed M, Nawab Y, Javed MU. 2020. *Balantidium coli* in domestic animals: an emerging protozoan pathogen of zoonotic significance. *Acta Trópica*. 203(1)1-12. <https://doi.org/10.1016/j.actatropica.2019.105298>
- CASTRO FP, Elizondo SJA. 2012. Crecimiento y desarrollo ruminal en terneros alimentados con iniciador sometido a diferentes procesos. *Agronomía Mesoamericana*. 23(2):343-352. ISSN: 1021-7444 <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=43724664013>
- CHEN Y, Penner GB, Li M, Oba M, Guan LL. 2011. Changes in bacterial diversity associated with epithelial tissue in the beef cow rumen during the transition to a high-grain diet. *Applied and Environmental Microbiology*. 77(16):5770-5781. ISSN:1098-5336. <https://doi.org/10.1128/AEM.00375-11>
- CONAGUA (COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA). 2017. Sistema meteorológico nacional, resúmenes mensuales y anuales de temperaturas y lluvia. Disponible en la Web: <http://smn.cna.gob.mx/es/climatologia/temperaturas-y-lluvias/resumenes-mensuales-de-temperaturas-y-lluvias>
- GARCÍA M, Bradford BJ, Nagaraja TG. 2017. Invited Review: Ruminal microbes, microbial products and systemic inflammation. *The professional Animal Scientist*. 33(6):635-650. ISSN:1080-7446. <https://doi.org/10.15232/pas.2017-01663>

GOZHO GN, Plaizier JC, Krause DO, Kennedy AD, Wittenberg KM. 2005. Subacute ruminal acidosis induces ruminal lipopolysaccharide endotoxin release and triggers an inflammatory response. *Journal of Dairy Science*. 88(4):1399-1403. ISSN:1525-3198. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(05\)72807-1](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(05)72807-1)

INEGI (INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA Y GEOGRAFÍA). 2017. Anuario estadístico y geográfico de Colima 2017. Disponible en la Web: http://internet.contenidos.inegi.org.mx/contenidos/Productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/nueva_estruc/anuarios_2017/702825092061.pdf

JONSSON NN, Ferguson HJ, Koh-Tan HH, McCartney CA. 2019. *Postmortem* observations on rumen wall histology and gene expression and ruminal and caecal content of beef cattle fattened on barley-based rations. *Animal*. 1-14. <https://doi.org/10.1017/S1751731119002878>

JUBB KV, Kennedy PC, Palmer NC. 2016. Pathology of domestic animals 6th edition. Vol. 2. Elsevier St. Louis Missouri. USA. Pp: 39-42. ISBN 9780702053184

KHAFIPOUR E, Plaizier JC, Aikman PC, Krause DO. 2011. Population structure of rumen *Escherichia coli* associated with subacute ruminal acidosis (SARA) in dairy cattle. *Journal of Dairy Science*. 94(1):351-360. ISSN:1525-3198. <https://doi.org/10.3168/jds.2010-3435>

KLEEN JL, Hooijer GA, Rehage J, Noordhuizen JP. 2003. Subacute ruminal acidosis (SARA): A review. *Journal Veterinary Medicine a Physiology Pathologic Clinic Medicine* 50(8):406-414. ISSN:1439-0442. <https://doi.org/10.1046/j.1439-0442.2003.00569.x>

KOOPOWITZ A, Smith P, Rensburg NV, Rudman A. 2010. *Balantidium coli* induced pulmonary hemorrhage with iron deficiency. *South African Medical Association*. 100(8):534-536. ISSN:2078-5135. <http://www.samj.org.za/index.php/samj/article/view/3592>

KRAUSE KM, Oetzel RG. 2006. Understanding and preventing subacute ruminal acidosis in dairy herds: A review. *Animal Feed Science and Technology*. 126(3-4):215-236. ISSN:0377-8401. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2005.08.004>

LEES AM, Lees JC, Lisle AT, Sullivan ML, Gaughan JB. 2017. Effect of heat stress on rumen temperature of three breeds of cattle. *International Journal of Biometeorology*. 62(1):207-215. <https://doi.org/10.1007/s00484-017-1442-x>

LYRA MF, Olivera JB, Brito CMD, Soares LA, Magalhães VS, Oliveira RA, Sobrino AE. 2002. Parásitos gastrointestinales de aves silvestres en cautiverio en el estado de Pernambuco, Brasil. *Parasitología Latinoamericana*. 57(1-2):50-54. ISSN:0717-7712. <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-77122002000100012>

MALAFIA P, Lima GTA, Costa RM, Carneiro SV, Azevedo CDF, Tokarnia CH. 2016. Major health problems and their economic impact on beef cattle under two different feedlots systems in Brazil. *Pesquisa Veterinária Brasileira*. 36(9):837-843. ISSN:1678-5150. <https://doi.org/10.1590/s0100-736x2016000900008>

MEYER NF, Bryant TC. 2017. Diagnosis and management of rumen acidosis and bloat in feedlots. 33(3):481-498. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*. ISSN:1558-4240. <https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2017.06.005>

NAGARAJA TG, Titgemeyer EC. 2007. Ruminant acidosis in beef cattle: the current microbiological and nutritional outlook. *Journal of Dairy Science*. 90(1):E17-E38. ISSN:1525-3198. <https://doi.org/10.3168/jds.2006-478>

OETZEL GR. 2017. Diagnosis and management of subacute ruminal acidosis in dairy herds. *Veterinary Clinics of North America. Food Animal Practice*. 33(3):463-480. ISSN:1558-4240. <https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2017.06.004>

OTSYINA HR, Mbuthia PG, Nguhiu-Mwangi J, Mogoa EG, Ogara WO. 2017. Gross and histopathologic findings in sheep with plastic bags in the rumen. *International Journal of Veterinary Science and Medicine*. 5(2):152-158. ISSN:2314-4599. <https://doi.org/10.1016/j.ijvsm.2017.08.005>

PANCIERA RJ, Boileau JM, Step LD. 2007. Tympany, acidosis, and mural emphysema of the stomach in calves: report of cases and experimental induction. *Journal of Veterinary Diagnostic Investigation*. 19(4):392-395. ISSN:1040-6387. <https://doi.org/10.1177/104063870701900409>

PAUL TR, Begum N, Shahiduzzaman M, Hossain MS, Labony S, Anisuzzaman ARD. 2019. Balantidiasis, a zoonotic protozoan infection, in cattle and domestic pigs. *Bangladesh Journal of Veterinary Medicine*. 17(1):31-37. ISSN:2308-0922. <https://doi.org/10.33109/bjvmjj19fam1>

PENNER GB, Aschenbach JR, Gäbel G, Rackwitz R, Oba M. 2009. Epithelial capacity for apical uptake of short chain fatty acids is a key determinant for intraruminal pH and the susceptibility to subacute ruminal acidosis in sheep. *The Journal of Nutrition*. 139(9):1714-1720. ISSN:1541-6100. <https://doi.org/10.3945/jn.109.108506>

PÉREZ-Cordón G, Rosales MJ, Valdez RA, Vargas-Vásquez F, Cordova O. 2008. Detección de parásitos intestinales en agua y alimentos de Trujillo, Perú. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública*. 25(1):144-148. ISSN:1726-4634. http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1726-46342008000100018

PLAIZIER JC, Krause DO, Gozho GN, McBride BW. 2008. Subacute ruminal acidosis in dairy cows: The physiological causes, incidence and consequences. *The Veterinary Journal*. 176(1):21-31. ISSN:1532-2971. <https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2007.12.016>

PROPHET EB, Mills B, Arrington JB, Sobin LH. 1995. Métodos Histotecnológicos. Instituto de Patología de las Fuerzas Armadas de los Estados Unidos de América (AFIP). Washington, DC: Publicado por el registro de Patología de los Estados Unidos de América (ARP). ISBN:1-881041-21-2.

REIS AS, Bomjardim HA, Oliveira CM, Oliveira CH, Silveira JA, Silva ND, Salvarani FM, Silva JB, Barbosa JD. 2016. Vagal indigestion in Zebu cattle in Brazil. *Revista Salud Animal*. 38(3):149-153. ISSN: 2224-4700

http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0253-570X2016000300003&lng=es&nrm=iso&tlng=en

REZAC DJ, Thomson DU, Siemens MG, Prouty FL, Reinhardt CD, Bartle SJ. 2014a. A survey of gross pathologic conditions in cull cows at slaughter in the Great Lakes region of the United States. *Journal of Dairy Science*. 97(7):1-9. ISSN:1525-3198. <https://doi.org/10.3168/jds.2013-7636>

REZAC DJ, Thomson DU, Bartle SJ, Osterstock JB, Prouty FL, Reinhardt CD. 2014b. Prevalence, severity and relationships of lung lesions, liver abnormalities, and rumen health scores measured at slaughter in beef cattle. *Journal of Animal Science*. 92(6):2595-2602. ISSN:1525-3163. <https://doi.org/10.2527/jas.2013-7222>

SASIKALA K, Vijayakumar G, Sivaraman S, Balasubramaniam GA. 2018. Ruminoscopy in Cattle (*Bos Taurus*) with Ruminal Lactacidosis-A rapid and novel Method to visualize rumen papillary changes. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*. 7(5):3112-3119. ISSN:2319-7706. <https://doi.org/10.20546/ijcmas.2018.705.363>

SHARMA S, Harding G. 2003. Necrotizing lung infection caused by the protozoan *Balantidium coli*. *The Canadian Journal of Infectious Diseases*. 14(3):163-166. ISSN:1180-2332. <https://doi.org/10.1155/2003/829860>

SNYDER E, Credille B. 2017. Diagnosis and treatment of clinical rumen acidosis. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*. 33(3):451-461. ISSN:0749-0720. <https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2017.06.003>

STATGRAPHICS® Centurion XV. 2007. User Manual. Version 15.2.06. StatPoint Technologies, Inc. <http://www.statgraphics.com>

STEELE MA, Croom J, Kahler M, AlZahal O, Hook SE, Plaizier K, McBride BW. 2011. Bovine rumen epithelium undergoes rapid structural adaptations during grain-induced subacute ruminal acidosis. *American Journal of Physiology. Regulatory, Integrative and Comparative Physiology*. 300(6):1515-1523. ISSN:1522-1490. <https://doi.org/10.1152/ajpregu.00120.2010>

STEELE MA, AlZahal O, Hook SE, Croom J, McBride BW. 2009. Ruminal acidosis and the rapid onset of ruminal parakeratosis in a mature dairy cow: a case report. *Acta Veterinaria Scandinavica*. 51(39):1-6. ISSN: 1751-0147. <https://doi.org/10.1186/1751-0147-51-39>

TADEPALLI S, Narayanan SK, Stewart GC, Chengappa MM, Nagaraja TG. 2009. *Fusobacterium necrophorum*: A ruminal bacterium that invades liver to cause abscesses in cattle. *Anaerobe*. 15(1-2):36-43. ISSN:1075-9964. <https://doi.org/10.1016/j.anaerobe.2008.05.005>

TRIGO TF. 2015. Patología Sistémica Veterinaria. 6ta edición. México D.F. Pp. 140-142. ISBN: [9786070278099](https://doi.org/10.1016/j.anaerobe.2008.05.005)

XU Y, Ding Z. 2011. Physiological, biochemical and histopathological effects of fermentative acidosis in ruminal production: a minimal review. *Spanish Journal of Agricultural Research*. 9(2):414-422. ISSN:1695-971-X. <http://dx.doi.org/10.5424/sjar/20110902-177-10>

ZHANG Q, Han S, Liu K, Luo J, Lu J, He H. 2019. Occurrence of selected zoonotic fecal pathogens and first molecular identification of *hafnia paralvei* in wild Taihangshan Macaques (*Macaca mulatta tcheliensis*) in China. *Hindawi BioMed Research International*. 2019(1):1-7. ISSN:2314-6141. <https://doi.org/10.1155/2019/2494913>

ZHANG R, Ye H, Liu J, Mao S. 2017. High-grain diets altered rumen fermentation and epithelial bacterial community and resulted in rumen epithelial injuries of goats. *Applied Microbiology and Biotechnology*. 101(18):6981-6992. ISSN:1432-0614. <https://doi.org/10.1007/s00253-017-8427-x>

ZHAO C, Liu G, Li X, Guan Y, Wang Y, Yuan X, Sun G, Wang Z, Li X. 2018. Inflammatory mechanism of rumenitis in dairy cows with subacute ruminal acidosis. *BMC Veterinary Research*. 14(135):3-8. ISSN: 1746-6148. <https://doi.org/10.1186/s12917-018-1463-7>