

Abanico Veterinario. Janeiro-Dezembro 2020; 10:1-11. <http://dx.doi.org/10.21929/abavet2020.22>
Artigo Original. Recebido: 20/01/2020. Aceito: 19/08/2020. Publicado: 26/10/2020. Chave: 2020-6.

Frequência de doenças de impacto reprodutivo em bovinos de dupla finalidade localizados em Oaxaca, México

Frequency of reproductive impact diseases in dual-purpose cattle located in Oaxaca, Mexico

Gutiérrez-Hernández José¹ ID, Palomares-Resendiz Gabriela*¹ ID, Hernández-Badillo Erik² ID, Leyva-Corona José³ ID, Díaz-Aparicio Efrén¹ ID, Herrera-López Enrique¹ ID

¹CENID Salud Animal e Inocuidad, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Carretera Federal México-Toluca Km. 15.5, Cuajimalpa, Ciudad de México, 05110, México.

² Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México, Circuito Exterior de Ciudad Universitaria, Delegación Coyoacán, Ciudad de México, 04510, México. ³

Departamento de Ciencias Agronómicas y Veterinarias del Instituto Tecnológico de Sonora. 5 de febrero 818 sur. CP 8500. Ciudad Obregón, Sonora. *Autor responsável e para correspondência: Gabriela Palomares-Resendiz CENID Salud Animal e Inocuidad, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Carretera Federal México-Toluca Km. 15.5, Cuajimalpa, Ciudad de México, 05110, México. palomares.erika@inifap.gob.mx, herrera.enrique@inifap.gob.mx, gutierrez.joseluis@inifap.gob.mx, gigiovanni10@hotmail.com, jose.leyva@itson.edu.mx, diaz.efren@inifap.gob.mx

RESUMO

Brucelose, leptospirose, diarreia viral bovina (DVB) e rinotraqueíte infecciosa bovina (IBR) são doenças abortivas que comprometem a eficiência produtiva dos rebanhos bovinos. Em diferentes municípios de Oaxaca, México, foram observados problemas reprodutivos sugestivos dessas doenças. O objetivo do estudo foi determinar a frequência de DVB, IBR, brucelose e leptospirose em bovinos de duplo propósito criados em diferentes regiões de Oaxaca. 2.691 amostras de sangue foram coletadas de 127 rebanhos de gado para diagnosticar sorologicamente a brucelose usando o rosa Bengala de 8% e testes de Rivanol; aglutinação microscópica (MAT) com uma bateria de seis sorovares de *Leptospira*; por bloqueio e ELISA indireto para DVB e IBR respectivamente. A frequência geral aparente do rebanho foi brucelose: 2,3%, leptospirose: 86,6%, IBR: 65,4% e DVB: 56,7%. A frequência real para brucelose, leptospirose, IBR e DVB foi -9,1% (IC₉₅= -10,1, -7,9%), 64,3% (IC₉₅ = 62,5, 66,1%), 40,1% (IC₉₅ = 38,2, 41,9%) e 33,2% (IC₉₅ = 31,4, 35,0%) respectivamente. Na região da Costa, foi observada a maior porcentagem de animais com anticorpos contra *Leptospira*, IBR e DVB. O presente estudo evidenciou sorologicamente a presença de anticorpos contra brucelose, IBR, DVB e seis sorovares de *Leptospira* em rebanhos bovinos de dupla finalidade do estado de Oaxaca, México.

Palavras-chave: Brucelose, leptospirose, DVB, IBR, Frequência.

ABSTRACT

Brucellosis, leptospirosis, bovine viral diarrhea (BVD) and bovine infectious rhinotracheitis (IBR) are abortive diseases that compromise productive efficiency in cattle. In different municipalities of Oaxaca, Mexico, reproductive problems suggestive of these diseases have been observed. This study determined the frequency of DVB, IBR, brucellosis and leptospirosis in dual-purpose cattle herds in different regions of Oaxaca Mexico. A total of 2,691 blood samples were collected from 127 bovine herds to diagnose brucellosis serologically using the rose Bengal and Rivanol tests; microscopic agglutination test (MAT) with a battery of six *Leptospira* serovars; ELISA by blocking and indirect for BVD and IBR respectively. The apparent overall frequency of herd was brucellosis: 2.3%, leptospirosis: 86.6%, IBR: 65.4% and BVD: 56.7%. The real frequency for brucellosis, leptospirosis, IBR and BVD was -9.1% (CI₉₅ = -10.1, -7.9%), 64.3% (CI₉₅ = 62.5, 66.1%), 40.1% (CI₉₅ = 38.2, 41.9%) and 33.2% (CI₉₅ = 31.4, 35.0%) respectively. In the Costa region, the highest percentage of animals with antibodies

against *Leptospira*, IBR and BVD was observed. The present study showed serologically the presence of antibodies against brucellosis, IBR, DVB and six serovars of *Leptospira* in bovine herds' double purpose of Oaxaca State, Mexico.

Keywords: brucellosis, leptospirosis, BVD, IBR, frequency

INTRODUÇÃO

Oaxaca ocupa a sexta posição no censo pecuário nacional com 1.741.741 bovinos, embora a produção de carne e leite desta espécie esteja nas posições 12 e 17 respectivamente (SIAP, 2018). Este estado é caracterizado por um clima tropical úmido, onde predominam rebanhos de duplo propósito, família do tipo leiteiro de 30 animais; pastado em espécies nativas de sequeiro. Nesta região do México, existem doenças reprodutivas que colocam em risco a produção de bezerros. Esses problemas sanitários aumentam o custo de produção devido aos tratamentos, à baixa taxa de partos e ao menor volume de leite devido às perdas gestacionais.

No México, mais de 70% dos abortos são considerados de origem desconhecida, aliados a esses problemas somam-se problemas de saúde, que comprometem a produtividade eficiente dos animais (Escamilla *et al.*, 2007). Entre as doenças mais importantes estão as que afetam a reprodução, colocando em risco a disponibilidade de bezerros; também aumentam o custo de produção devido aos tratamentos (Rojo *et al.*, 2009). Os agentes infecciosos associados a distúrbios reprodutivos em ruminantes incluem agentes virais abortivos, como diarreia viral bovina (DVB) (Brodersen, 2014; Larghi, 2018) e rinotraqueíte infecciosa bovina (IBR) ((Baillargeon *et al.*, 2017; Valas *et al.*, 2019) de origem bacteriana para *Brucella abortus* (Zakia *et al.*, 2016; Poester *et al.*, 2013) e *Leptospira* (Martins e Lilenbaum., 2017; Lilenbaum e Martins., 2014). Portanto, o objetivo do estudo foi determinar a frequência de anticorpos contra brucelose, leptospirose, DVB e IBR em bovinos de dupla finalidade criados em diferentes regiões do estado de Oaxaca, no México.

MATERIAL E MÉTODOS

Localização geográfica e animais de estudo

O estudo foi realizado em quatorze municípios localizados na Serra Norte, Istmo e Costa, localizados no estado de Oaxaca (Tabela 1). Foram utilizados 2.691 bovinos fêmeas de diferentes raças entre novilhas em idade reprodutiva (1,5-3 anos) e adultos (3 a 12 anos). Esses animais representam 217 rebanhos bovinos de dupla finalidade, família do tipo leiteiro. Os rebanhos amostrados não apresentavam histórico de vacinação contra brucelose (BRU), diarreia viral bovina (DVB), rinotraqueíte infecciosa bovina (IBR) e leptospirose (LEP).

Desenho do estudo e amostragem

O desenho do estudo foi descritivo, observacional, transversal. Foi realizada uma amostragem não probabilística (por conveniência) em rebanhos de produtores que colaboraram. Em cada amostra de bovinos foram coletados 10 ml de sangue (tubo descartável sem anticoagulante), por punção venosa da veia coccígea; usando

equipamento de extração Vacutainer®. As amostras foram identificadas e colocadas em repouso por aproximadamente 20 min em temperatura ambiente para desprendimento do coágulo, e posteriormente armazenadas a 5 °C para transporte para o laboratório de doenças de pequenos ruminantes, INIFAP, Palo Alto. As amostras de sangue foram centrifugadas a 20 x g por 10 min para obtenção de soro e armazenadas a -5 °C até a análise sorológica.

Testes sorológicos

Para o diagnóstico de brucelose, foi utilizado o teste do cartão de 8% (teste Aba, PRONABIVE, México); as amostras positivas foram confirmadas com o teste de rivanol (teste Aba PRONABIVE, México), considerando-se uma amostra positiva, quando os títulos fossem $\geq 1:50$ (Mexican Official Standard NOM-041-ZOO-1995).

O diagnóstico da leptospirose foi feito pelo teste de aglutinação microscópica (MAT), com seis sorovares e três cepas de referência: Sejroe (sorovar Wolffi), Sejroe (sorovar Hardjo) e Tarassovi (sorovar Tarassovi); bem como três de isolamento nacional: Icterohaemorrhagiae (sorovar Icterohaemorrhagiae), Sejroe (Hardjo prajitno) e Canicola (sorovar Portland-verre); considerando uma amostra positiva quando os títulos fossem $\geq 1:100$ (OIE, 2004).

Para a detecção e quantificação de anticorpos contra DVB, foi utilizado um teste comercial: CIVTEST® BOVIS BVD/BD P80 de Laboratorios Hipra, SA, seguindo as instruções do fabricante, incluindo os procedimentos para determinação do índice relativo (determinado a partir da densidade óptica (DO) de amostras e controles Este é um ELISA de bloqueio que detecta anticorpos contra uma proteína específica (p80) presente em todas as cepas de vDBV.

As placas foram lidas em leitor de ELISA, com comprimento de onda de 450 nm. Os resultados foram expressos como uma porcentagem de inibição, de acordo com a seguinte fórmula: $\% IN = (DO \text{ médio da amostra de controle negativo} - DO / DO \text{ médio do controle negativo}) * 100$.

Uma porcentagem de inibição inferior a 50% é soronegativa.

Uma porcentagem de inibição igual ou superior a 50% é soropositiva.

Para o diagnóstico de IBR, foi utilizado um teste comercial, CIVTEST® BOVIS IBR de Laboratorios Hipra, SA, seguindo as instruções do fabricante, incluindo os procedimentos para determinação do índice relativo (determinado a partir da densidade óptica (DO) das amostras e controles O teste é baseado num ELISA indireto, que detecta anticorpos específicos contra o vírus IBR.

As placas foram lidas em leitor de ELISA, com comprimento de onda de 450 nm. Os resultados são expressos em índice relativo x 100 de acordo com a seguinte fórmula: $IRPC = (amostra \text{ de } DO - \text{controle negativo de } DO \text{ médio} / \text{controle positivo de } DO \text{ médio} - \text{controle negativo de } DO \text{ médio}) * 100$

Um Índice Relativo por Cem (IRPC) menor ou igual a 9 é um resultado negativo.

Um IRPC maior que 9.0 e menor que 15.0 é um resultado suspeito.

Um IRPC maior que 15 é um resultado positivo.

Análise estatística

Tabelas de contingência foram construídas para calcular a frequência de animais soropositivos por doença e região. A partir do número de amostras positivas para cada um dos testes sorológicos, estimou-se a frequência aparente no rebanho (p_{AH}) e os níveis aparentes individuais (p_{IA}). Com o valor da sensibilidade e especificidade de cada teste utilizado, o número de animais soropositivos dentro de cada doença, o tamanho da população bovina no estado de Oaxaca (N), o tamanho da amostra (n) por região e o número total de animais amostrados, a prevalência real (p_{re}) e respectivos intervalos de confiança (IC_{95%}) foram calculados para cada doença dentro de cada região (Noordhuizen *et al.*, 1997). Para o cálculo dos dados, os mesmos foram processados no programa WinEpi (Working in Epidemiology, <http://www.winepi.net/>) de acordo com a seguinte fórmula: $P_{re} = \text{Prevalência de Ind aparente} - (1 - \text{Esp}) / [1 - ((1 - \text{Esp}) + (1 - \text{Sens}))]$

Como a amostragem não foi proporcional ao tamanho do rebanho, a prevalência (p) e respectivo erro padrão (E.P_p) foram corrigidos para o tamanho do rebanho por meio desta fórmula: $p = \sum Ni pi / N$ e $E.P_p = \sqrt{D} * E.E_s$, onde Ni é o tamanho do rebanho; pi é a prevalência do rebanho, $N = \sum Ni$ é o número total de bovinos nos rebanhos amostrados; D = o efeito do desenho ($D=1,96$) (Bennett *et al.*, 1991; Otte e Gumm, 1997); $E.E_s$ o erro padrão para uma amostra aleatória simples $\sqrt{pq/n}$; n é o número total de animais amostrados ($n = 2691$). D foi calculado como $D = 1 + (k - 1)r_e$; onde k é o número de animais no rebanho e r_e é a correlação dentro do rebanho, estimada a partir dos componentes de uma análise de variância unilateral que incluiu o efeito aleatório do rebanho. O erro padrão aproximado de r_e e D foi obtido de acordo com (Solis *et al.*, 2003).

RESULTADOS

Brucelose

A Tabela 1 mostra a frequência de brucelose. Foi observado um $p_{AH} = 2,3\%$ de rebanhos positivos para brucelose com o teste de rivanol, o que corresponde a um $p_{re} = -9,1\%$ (IC₉₅ -10,1, -7,9%). O acima exposto equivale a um total de quatro animais positivos, sendo a região da Costa onde foi observada a maior frequência de animais e a Serra Norte onde não houve reatores.

Leptospirose

86,6% dos rebanhos amostrados apresentaram pelo menos um animal positivo para leptospirose, para algum dos seis sorovares incluídos neste estudo (Tabela 1), equivalente a um $p_{re} = 64,3\%$ (IC₉₅ 62,5, 66,1%) nos animais amostrados. As regiões de Itsmo e Costa tiveram um p_{AH} de 100%; no entanto, a região da Serra Norte foi a maior p_{re} (76,5%). Os sorovares com maior frequência foram Hardjo prajitno (49,09%) e Icterohaemorrhagiae (34,89%); ambos de isolamento nacional (Tabela 2).

Tabela 1. Frequência de doenças no rebanho e nível individual calculada em quatro regiões do estado de Oaxaca

Doença	Região	REBANHOS			INDIVIDUAL				
		n	(+)	p_{AH}	n	(+)	p_{IA}	p_{re}	IC ₉₅ %
Brucelose (Rivanol)	Sierra Norte	120	0	0.0%	1031	0	0.0%	-0.09	(-10.9, -7.4%)
	Istmo	57	2	3.5%	964	1	0.10%	-9.07%	(-10.9, -7.3%)
	Costa	40	3	7.5%	696	3	0.43%	-8.8%	(-10.9, -6.72%)
	Oaxaca	217	5	2.3%	2691	4	0.15%	-9.1%	(-10.1, -7.9%)
Leptospirose	Sierra Norte	120	91	75.8%	1031	783	75.9%	76.5%	(73.9, 79.1%)
	Istmo	57	57	100%	964	628	65.1%	65.1%	(62.0, 68.1%)
	Costa	40	40	100%	696	323	46.4%	45.3%	(41.5, 48.9%)
	Oaxaca	217	188	86.6%	2691	1734	64.4%	64.3%	(62.5, 66.1%)
IBR	Sierra Norte	120	50	41.7%	1031	420	40.7%	46.4%	(43.4, 49.5%)
	Istmo	57	54	94.7%	964	262	27.2%	30.6%	(27.7, 33.5%)
	Costa	40	38	95.0%	696	268	38.5%	43.8%	(40.1, 47.5%)
	Oaxaca	217	142	65.4%	2691	950	35.3%	40.1%	(38.2, 41.9%)
DVB	Sierra Norte	120	48	40.0%	1031	430	41.7%	40.8%	(37.8, 43.8%)
	Istmo	57	38	66.7%	964	307	31.8%	30.3%	(27.4, 33.2%)
	Costa	40	37	92.5%	696	194	27.9%	26.0%	(22.7, 29.3%)
	Oaxaca	217	123	56.7%	2691	931	34.6%	33.2%	(31.4, 35.0%)

Para o cálculo do Pré (prevalência real), foram considerados N = 1.766.208 animais para o estado de Oaxaca (SIAP, 2018), uma sensibilidade e especificidade por teste de 83% e 93% para brucelose (Rivanol); 98,2% e 96,4% para leptospirose (MAT); 86,59% e 99,10% para IBR (ELISA); 96,94% e 97,84% para DVB (ELISA)

Tabela 2. Frequência de animais soropositivos para cada um dos sorovares de *Leptospira* identificados por região

Sorovares	REGIÃO			
	Sierra Norte	Costa	Istmo	Total
Canicola*	2.03% (21/1031)	32.76% (228/696)	6.95% (67/964)	12.00% (316/2691)
Hardjo	25.80% (266/1031)	19.68% (137/696)	35.17% (339/964)	27.60% (742/2691)
Hardjo prajitno*	53.34% (550/1031)	37.64% (262/696)	52.80% (509/964)	49.00% (1321/2691)
Icterohaemorrhagiae*	57.13% (589/1031)	35.78% (249/696)	10.48% (101/964)	34.90% (939/2691)
Tarassovi	4.07% (42/1031)	6.18% (43/696)	7.26% (70/964)	5.80% (155/2691)
Wolffi	33.66% (347/1031)	3.16% (22/696)	7.57% (73/964)	16.00% (442/2691)

*Cepas nacionais

Rinotraqueíte infecciosa bovina

Observou-se $p_{AH} = 65,4\%$ nos rebanhos amostrados no estado de Oaxaca e $p_{re}=40,1\%$ (IC₉₅ 38,2, 41,9%) de animais com anticorpos contra IBR; embora o p_{AH} tenha sido maior na região do Litoral (95%) e o p_{re} foi maior na Serra Norte (46,4%).

Diarreia viral bovina

56,7% dos rebanhos apresentaram anticorpos contra DVB, com $p_{re} = 33,2\%$ (IC₉₅ 31,4, 35,0%) nos bovinos amostrados. A maior porcentagem de rebanhos afetados localizava-se no litoral (92,5%); no entanto, foi a região da Serra Norte onde foi detectado o maior pré (40,8%; IC₉₅ 37,8, 43,8%) de anticorpos contra DVB.

DISCUSSÃO

Apesar da importância econômica que o gado bovino representa para o estado de Oaxaca e do impacto que as doenças reprodutivas têm, a frequência dessas doenças era desconhecida. No entanto, diversos estudos têm sido realizados em outras regiões do país sobre a frequência das quatro doenças estudadas ([Rosete et al., 2018](#); [Segura et al., 2010](#); [Segura et al., 2003](#))

Neste trabalho, foram encontradas evidências sorológicas, embora com baixa frequência, da presença de *Brucella*, nessas regiões de Oaxaca. Os resultados são semelhantes aos reportados pelo Serviço Nacional de Saúde, Segurança e Qualidade Agroalimentar ([SENASICA, 2014](#)), de 0,09% para a brucelose bovina naquele estado. Em contrapartida, as prevalências relatadas por alguns autores em rebanhos leiteiros intensivos, localizados em áreas endêmicas desta doença, são muito maiores, influenciadas pela superlotação, falta de áreas exclusivas de parto, entre outras que favorecem a transmissão da bactéria ([Milián et al., 2016](#)).

Os resultados deste trabalho mostram uma alta frequência sorológica de leptospirose, DVB e IBR. Isso pode ser devido à compra e introdução de gado de rebanhos infectados, à falta de barreiras físicas, ao contato do gado com outras produções ou à não realização de quarentena ou vacinação para evitar o aparecimento de manifestações clínicas da doença ([Miyama et al., 2017](#); [Milián et al., 2016](#); [Gates et al., 2013](#); [Lilenbaum e Martins., 2014](#); [Muylkens et al., 2007](#); [Nandi et al., 2009](#)). Além disso, as condições de umidade que prevalecem nessas áreas favorecem a sobrevivência da *Leptospira* fora dos hospedeiros, fazendo com que outros animais adquiram a infecção. Com os testes sorológicos, não é possível determinar se a presença de anticorpos se deve a uma infecção recente ou de longa data. O que se pode concluir é que a grande maioria dos animais está exposta ou vive em condições que permitem infecções por esses agentes, visto que na maioria dos rebanhos havia pelo menos um animal soropositivo.

Nos estudos realizados em bovinos, o sorovar Hardjo é o de maior frequência, pois os bovinos são reservatórios desse sorovar e a transmissão entre eles é facilitada pelo contato direto e não depende de fatores ambientais ([Carmona et al., 2011](#); [Olmo, 2019](#)). [Segura et al., 2003](#) relatam uma soroprevalência de 62,8% em Yucatán; os sorovares Hardjo e Tarassovi tiveram as maiores soroprevalências 54,1% e 53,3%, respectivamente. Os resultados obtidos nestes estudos coincidem com os obtidos na atualidade, sendo os sorovares Hardjo, Wolffi e Icterohaemorrhagiae os mais frequentemente diagnosticados ([Carmona et al., 2011](#); [Escamilla et al., 2007](#)).

Os resultados do IBR são semelhantes aos relatados nos estados do sul do país; [Solís et al., 2003](#) obtiveram uma soroprevalência de 54,4% no estado de Yucatán; [Milián et al., 2016](#) relatam uma soroprevalência entre 57-83% em gado leiteiro no México. Em estudos realizados no centro do país, as prevalências relatadas diferem de nossos resultados. [Ojeda et al., 2016](#) em estudo que realizaram para estimar a prevalência de IBR em diferentes municípios do estado do México, relataram 18% de animais soropositivos, o que coincide com [Magaña et al., 2005](#) que relatam uma taxa de 22% no gado de quintal em Michoacán.

A frequência da doença varia em cada região, portanto não se pode atribuir que o contato próximo seja o único fator que determina a alta prevalência da doença, uma vez que altas prevalências de DVB e IBR têm sido relatadas em rebanhos leiteiros e rebanhos leiteiros. , onde os animais estão pastando (Milián *et al.*, 2016

A frequência de DVB no país também apresenta resultados variáveis. Neste estudo foi obtida uma frequência de 35,3%, Moles *et al.*, 2002 relataram 72,3% para DVB em bovinos da zona central do México, encontrando também a presença de anticorpos contra IBR e leptospirose; Romero *et al.*, 2013 com 76,5% em Veracruz; Segura *et al.*, 2016 com 47,8% em Tamaulipas; Escamilla *et al.*, 2007 com 70% em Querétaro; Meléndez *et al.*, 2010 com 32,8% em Aguascalientes; Segura *et al.*, 2010 com 16,4% em Michoacán, Milián *et al.*, 2016 relatam uma prevalência de 79% em diferentes sistemas de produção em vários estados da República Mexicana. Rosete *et al.*, 2018 em estudo realizado em Veracruz, Puebla e Tabasco; relatam que 100% dos rebanhos apresentaram anticorpos contra DVB, sugerindo que o vírus DVB está amplamente distribuído nos três estados.

Com base nos resultados deste estudo, foi evidenciada sorologicamente a presença de anticorpos contra IBR, DVB e seis sorovares de *Leptospira* na população estudada. Na região da Serra Norte, foi detectada a maior porcentagem de animais com anticorpos contra leptospirose, diarreia viral bovina e rinotraqueíte infecciosa bovina; mas foi a região costeira onde foi detectada a maior distribuição das quatro doenças em estudo. Os agentes causais devem ser isolados e identificados para que as estratégias de prevenção e controle recomendadas sejam implementadas em cada caso.

CONCLUSÕES

O estudo determinou a presença de anticorpos contra leptospirose (86,6%), IBR (65,4%), DVB (56,7%) e brucelose (2,3%) em rebanhos bovinos de dupla finalidade, localizados em diferentes municípios do Estado de Oaxaca, México. O nível de distribuição, frequência e impacto reprodutivo e econômico dessas doenças sugere a implementação de medidas sanitárias para preveni-las e controlá-las.

AGRADECIMENTOS

Este projeto foi realizado graças ao financiamento obtido junto a: Fundação Produce Oaxaca. FOP/GG/896/2012. Validação da vacina contra brucelose em bovinos de corte e duplo propósito para determinar a causa de abortos em regiões pecuárias de Oaxaca, México.

LITERATURA CITADA

BENNETT S, Woods T. Liyanage WM, Smith DL. 1991. A simplified general method for cluster-sampling surveys of health in developing countries. *World Health Stat. Quart.* 44(3):98-106. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/1949887/>

- BAILLARGEON P, Arango-Sabogal, JC, Wellemans V, Fecteau G. 2017. Determining bovine viral diarrhoea and infectious bovine rhinotracheitis infections in dairy cattle using precolostral blood. *The Canadian Veterinary Journal*. 58(4): 360–364. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28373727/>
- BRODERSEN WB. 2014. Bovine Viral Diarrhoea Virus Infections: Manifestation of Infection and recent advances in understanding pathogenesis and control. *Veterinary Pathology*. 51(2):453-464. <https://doi.org/10.1177/0300985813520250>
- CARMONA GC, León LL, Castillo SL, Ramírez OJ, Ko A, Lua PC, De la Peña MA. 2011. Detection of *Leptospira santarosai* y *L. kirshneri* in cattle: new isolates with potential impact in bovine production and public health. *Veterinaria México*. 42(4): 277-288. <http://www.scielo.org.mx/pdf/vetmex/v42n4/v42n4a3.pdf>
- ESCAMILLA HP, Martínez MJ, Medina MC, Morales SE. 2007. Frequency and causes of infectious abortion in a dairy herd in Queretaro, Mexico. *Canadian Journal of Veterinary Research*. 71(4):314-317. https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1940280/pdf/cjvr71_pg314.pdf
- GATES MC, Woolhouse ME, Gunn GJ, Humphry RW. 2013. Relative association of cattle movements, local spread, and biosecurity with bovine viral diarrhoea virus (BVDV) seropositivity in beef and dairy herd. *Preventive Veterinary Medicine*. 112(3-4):285-295. <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2013.07.017>
- LARGHI M. 2018. Comparative study in the control of bovine viral diarrhoea. *Animal Health Research Reviews*. 19:125–133. <https://doi.org/10.1017/S1466252318000129>
- LILENBAUM W, Martins G. 2014. Leptospirosis in Cattle: A challenging scenario for the understanding of the epidemiology. *Transboundary and Emerging Diseases*. 61 Suppl 1:63-8. <https://doi.org/10.1111/tbed.12233>
- MAGAÑA UA, Solorio RJL, Segura CJC. 2005. Rinotraqueítis infecciosa bovina en hatos lecheros de la región Cutzio-Téjaro, Michoacán, México. *Técnica Pecuaria México*. 43(1):27-37. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=61343103>
- MARTINS G, Lilenbaum W. 2017. Control of bovine leptospirosis: Aspects for consideration in a tropical environment. *Research in Veterinary Science*. 112:156-160. <https://doi.org/10.1016/j.rvsc.2017.03.021>
- MELÉNDEZ SR, Valdivia FA, Rangel ME, Díaz AE, Segura CJ, Guerrero BA. 2010. Factores de riesgo asociados a la presencia de aborto y desempeño reproductivo en ganado lechero de Aguascalientes, México. *Técnica Pecuaria en México*. 1(4):391-401. <http://www.scielo.org.mx/pdf/rmcp/v1n4/v1n4a7.pdf>

MILIÁN SF, Hernández OR, Hernández AL, Alvarado IA, Díaz AE, Mejía EF, Palomares RE, Bárcenas RI, Zendejas MH. 2016. Seroprevalence and risk factors for reproductive diseases in dairy cattle in Mexico. *Journal of Veterinary Medicine and Animal Health*. 8(8):89-98. <https://doi.org/10.5897/JVMAH2016.0483>

MIYAMA T, Watanabe E, Ogata Y, Urushiyama Y, Kawahara N, Makita K. 2017. Herd-level risk factors associated with *Leptospira* Hardjo infection in dairy herds in the southern Tohoku, Japan. *Preventive Veterinary Medicine*. 149:15-20. [doi:10.1016/j.prevetmed.2017.11.008](https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2017.11.008)

MOLES CL, Gavaldón D, Torres BJ, Cisneros PM, Aguirre SJ, Rojas SN. 2002. Seroprevalencia simultánea de Leptospirosis y tres enfermedades de importancia reproductiva en bovinos del altiplano central de la República Mexicana. Universidad Autónoma Metropolitana Xochimilco. *Revista de Salud Animal*. 24(2):106-110. <https://biblat.unam.mx/es/buscar/seroprevalencia-simultanea>

MUYLKENS B, Thiry J, Kirten P, Schynts F, Thiry E. 2007. Bovine herpesvirus 1 infection and infectious bovine rhinotracheitis. *Veterinary Research*. 38(2):181–209. <https://doi.org/10.1051/vetres:2006059>

NANDI S, Kumar M, Manohar M, Chauhan R. 2009. Bovine herpesvirus infections in cattle. *Animal Health Research Reviews*. 10(1):85-98. <https://doi.org/10.1017/S1466252309990028>

NOORDHUIZEN JP, Frankena K, Hoofd CM, Graat EA. 1997. Application of quantitative methods in veterinary epidemiology. Published by: Wageningen Pers. (Wageningen). The Netherlands pp.445. ISBN 0974134351. <https://library.wur.nl/WebQuery/wurpubs/109308>

OIE. 2004. Manual de la OIE sobre animales terrestres. Leptospirosis. Organización Mundial de Sanidad Animal. <https://www.oie.int/doc/ged/d6508.pdf>

OJEDA CJ, Espinosa AE, Hernández GP, Rojas MC, Álvarez MJ. 2016. Seroprevalencia de enfermedades que afectan la reproducción de bovinos para leche con énfasis en neosporosis. *Ecosistemas y recursos agropecuarios*. 3(8):243-249. <http://www.scielo.org.mx/pdf/era/v3n8/2007-901X-era-3-08-00243.pdf>

Olmo L, Reichel MP, Nampanya S, Khounsy S, Wahl LC, Clark BA, et al. 2019. Risk factors for *Neospora caninum*, bovine viral diarrhoea virus, and *Leptospira interrogans* serovar Hardjo infection in smallholder cattle and buffalo in Lao PDR. *PLoS ONE* 14(8): e0220335. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0220335>

OTTE MJ, Gumm ID. 1997. Intra-cluster correlation coefficients of 20 infections calculated from the results of cluster-sample surveys. *Preventive Veterinary Medicine*. 31:147-150. [doi: 10.1016/s0167-5877\(96\)01108-7](https://doi.org/10.1016/s0167-5877(96)01108-7)

POESTER FP, Samartino LE, Santos RL. 2013. Pathogenesis and pathobiology of brucellosis in livestock. *Revue Scientifique et Technique Office International des Epizooties*. 32(1):105-115.

<https://pdfs.semanticscholar.org/f889/696c62f6fa0dfa5ac501fd05250aea4fb041.pdf>

ROMERO SD, Ahuja AC, Montiel PF, García VZ, Cruz RA; Aguilar DM. 2013. Seroprevalence and risk factors associated with infectious bovine rhinotracheitis in unvaccinated cattle in southern Veracruz, Mexico. *African Journal of Microbiology Research*. 7(17):1716-1722.

http://www.academicjournals.org/app/webroot/article/article1380540810_Romero-Salas%20et%20al.pdf

ROJO RR, Vázquez A JF, Pérez HP, Mendoza MGD, Salem MAZ, Albarrán PB, González RA, Hernández MJ, Rebollar RS, Cardoso JD, Dorantes CEJ, Gutiérrez CJG. 2009. Dual Purpose cattle production in Mexico. *Tropical Animal Health and Production*. 41:715-721. <https://doi.org/10.1007/s11250-008-9249-8>

ROSETE FJ, Utrerab RA, Martínez ZJ, Jenkinsa OS, Zuritac GL, Islasa FA, Banda RB, Soggi EG. 2018. Prevalencia de anticuerpos contra diarrea viral bovina en vacas no vacunadas en los estados de Puebla, Tabasco y Veracruz, México. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*. 9(3). <https://doi.org/10.22319/rmcp.v9i3.4599>

SOLIS CJ, Segura CVM, Segura CJC, Alvarado IA. 2003. Seroprevalence of and risk factors for infectious bovine rhinotracheitis in beef cattle herds of Yucatan, Mexico. *Preventive Veterinary Medicine*. Apr 15;57(4):199-208. [https://doi.org/10.1016/s0167-5877\(02\)00230-1](https://doi.org/10.1016/s0167-5877(02)00230-1)

SEGURA CV, Solís CJJ, Segura CJ. 2003. Seroprevalence of and risk factor for leptospiral antibodies among cattle in the state of Yucatan, Mexico. *Tropical Animal Health and Production*. 35, 293-299. <https://doi.org/10.1023/a:1025185703587>

SEGURA Correa JC, Solorio Rivera JL, Sánchez Gil LG. 2010. Seroconversion to bovine viral diarrhoea virus and infectious bovine rhinotracheitis virus in dairy herds of Michoacan, Mexico. *Tropical Animal Health and Production*. 42:233-238. <https://doi.org/10.1007/s11250-009-9411-y>

SEGURA CJ, Zapata CC, Jasso OJ, Martínez BJ; López ZR. 2016. Seroprevalence and risk factors associated with bovine herpesvirus 1 and bovine viral diarrhoea virus in North-Eastern Mexico. *Open Veterinary Journal*. 6(2):143-149. <http://doi.org/10.4314/ovj.v6i2.12>

SERVICIO Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria. 2014. Dirección general de salud animal. Dirección de campañas zoonosanitarias, datos de frecuencias. Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria. SAGARPA.

<https://www.gob.mx/senasica/documentos/informes-zoonosanitarios-semanales-2014>

SIAP. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. 2018. Bovinos carne y leche, Población ganadera 2008-2017 cabezas. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. www.gob.mx/siap/documentos/poblacion-ganadera-136762

SOLÍS CJ, Segura CV, Segura CJ, Alvarado IA. 2003. Seroprevalence of and risk factors for infectious bovine rhinotracheitis in beef cattle herds of Yucatan, Mexico. *Preventive Veterinary Medicine*. 57(4):199-208. [https://doi.org/10.1016/S0167-5877\(02\)00230-1](https://doi.org/10.1016/S0167-5877(02)00230-1)

VALAS S, Brémaud I, Stourm S, Croisé B, Mémeteau S, Ngwa-Mbot D, Tabouret M. 2019. Improvement of eradication program for infectious bovine rhinotracheitis in France inferred by serological monitoring of singleton reactors in certified BoHV1-free herds. *Preventive Veterinary Medicine*. 171:104743. <https://doi-org.pbidi.unam.mx:2443/10.1016/j.prevetmed.2019.104743>

ZAKIA I, Goodwin D, Pascual W. 2016. Brucellosis vaccines for livestock. *Veterinary Immunology and Immunopathology*. 181 (15): 51-58. <https://doi.org/10.1016/j.vetimm.2016.03.011>