

Abanico Veterinario. Enero-Diciembre 2020; 10:1-11. <http://dx.doi.org/10.21929/abavet2020.22>
Artículo Original. Recibido: 20/01/2020. Aceptado: 19/08/2020. Publicado: 26/10/2020. Clave: 2020-6.

Frecuencia de enfermedades de impacto reproductivo en bovinos de doble propósito ubicados en Oaxaca, México

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

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

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 responsable y correspondencia: 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

RESUMEN

La brucelosis, leptospirosis, diarrea viral bovina (DVB) y rinotraqueítis infecciosa bovina (IBR), son enfermedades abortivas que comprometen la eficiencia productiva en hatos bovinos. En diferentes municipios de Oaxaca, México, se han observado problemas reproductivos sugestivos a estas enfermedades. El objetivo del estudio fue determinar la frecuencia de DVB, IBR, brucelosis y leptospirosis en bovinos de doble propósito criados en diferentes regiones de Oaxaca. Se colectaron 2,691 muestras sanguíneas a partir de 127 hatos bovinos para diagnosticar serológicamente brucelosis mediante las pruebas de tarjeta al 8% y Rivanol; aglutinación microscópica (MAT) con una batería de seis serovariedades de *Leptospira*; ELISA por bloqueo e indirecta para DVB e IBR respectivamente. La frecuencia general aparente de hato fue brucelosis: 2.3%, leptospirosis: 86.6%, IBR: 65.4% y DVB: 56.7%. La frecuencia real para brucelosis, leptospirosis, IBR y DVB fue de -9.1% (IC₉₅= -10.1, -7.9%), 64.3% (IC₉₅= 62.5, 66.1%), 40.1% (IC₉₅= 38.2, 41.9%) y 33.2% (IC₉₅= 31.4, 35.0%) respectivamente. En la región Costa se observó el mayor porcentaje de animales con anticuerpos contra *Leptospira*, IBR y DVB. El presente estudio evidenció serológicamente la presencia de anticuerpos contra brucelosis, IBR, DVB y seis serovariedades de *Leptospira* en hatos bovinos doble propósito del estado de Oaxaca, México.

Palabras clave: Brucelosis, leptospirosis, DVB, IBR, Frecuencia.

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% (IC95 = 38.2, 41.9%) and 33.2 % (IC95 = 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 the state of Oaxaca, Mexico.

Keywords: brucellosis, leptospirosis, BVD, IBR, frequency

INTRODUCCIÓN

Oaxaca ocupa el sexto lugar en el censo nacional ganadero con 1,741,741 bovinos, aunque la producción de carne y leche de esta especie se encuentra en la posición 12 y el 17 respectivamente (SIAP, 2018). Este estado se caracteriza por un clima tropical húmedo, donde predominan hatos doble propósito, tipo lechería familiar de 30 animales; pastoreados en especies nativas de temporal. En esta región de México, existen enfermedades de impacto reproductivo que ponen en riesgo la producción de becerros. Estos problemas sanitarios incrementan el costo de producción por concepto de tratamientos, baja tasa de parición y menor volumen de leche por pérdidas de gestación.

En México, más del 70% de los abortos se considerados de origen desconocido, aunado a estos problemas se suman los de salud, que comprometen la productividad eficiente de los animales (Escamilla *et al.*, 2007). Dentro de las enfermedades más importantes están aquellas que afectan la reproducción, poniendo en riesgo la disponibilidad de becerros; además aumentan el costo de la producción por concepto de tratamientos (Rojo *et al.*, 2009). Los agentes infecciosos asociados con desórdenes reproductivos en rumiantes, incluyen agentes virales abortivos, como Diarrea Viral Bovina (DVB) (Brodersen, 2014; Larghi, 2018) y Rinotraqueitis Infecciosa Bovina (IBR) (Baillargeon *et al.*, 2017; Valas *et al.*, 2019) de origen bacteriano a *Brucella abortus* (Zakia *et al.*, 2016; Poester *et al.*, 2013) y *Leptospira* (Martins y Lilenbaum., 2017; Lilenbaum y Martins., 2014). Por lo tanto, el objetivo del estudio fue determinar la frecuencia de anticuerpos contra brucelosis, leptospirosis, DVB e IBR en hatos bovinos doble propósito criados en diferentes regiones del estado de Oaxaca, México.

MATERIAL Y MÉTODOS

Ubicación geográfica y animales de estudio

El estudio se realizó en catorce municipios ubicados en la Sierra Norte, Istmo y Costa, ubicados en el estado de Oaxaca (Cuadro 1). Se utilizaron 2,691 hembras bovinas de diferentes razas entre vaquillas con edad reproductiva (1.5 - 3 años) y adultas (De 3 a 12 años). Estos animales representan 217 hatos bovinos de doble propósito, tipo lechería familiar. Los hatos muestreados no tenían antecedentes de vacunación contra brucelosis (BRU), diarrea viral bovina (DVB), rinotraqueitis infecciosa bovina (IBR) y leptospirosis (LEP).

Diseño de estudio y muestreo

El diseño del estudio fue observacional descriptivo, tipo transversal. Se realizó un muestreo no probabilístico (por conveniencia), en hatos de productores cooperantes. En cada bovino muestreado se colectaron 10 ml de sangre (tubo desechable sin anticoagulante), mediante venopunción de la vena coccígea; utilizando equipo de extracción Vacutainer®. Las muestras fueron identificadas y colocadas en reposo durante 20 min aproximadamente a temperatura ambiente para el desprendimiento del coágulo, y después conservadas a 5°C para su transporte al laboratorio de enfermedades de los pequeños rumiantes, INIFAP, Palo Alto. Las muestras de sangre fueron centrifugadas a 20 x g por 10 min para la obtención de suero y almacenadas a -5°C hasta los análisis serológicos.

Pruebas serológicas

Para el diagnóstico de brucelosis, se utilizó la prueba de tarjeta al 8% (Aba test, PRONABIVE, México); las muestras positivas fueron confirmadas con la prueba de rivanol (Aba test PRONABIVE, México), considerando una muestra positiva, cuando los títulos eran $\geq 1:50$ (NORMA Oficial Mexicana NOM-041-ZOO-1995).

El diagnóstico de leptospirosis se llevó a cabo empleando la prueba de aglutinación microscópica (MAT), utilizando seis serovariedades y tres cepas de referencia: Sejroe (serovariedad Wolffi), Sejroe (serovariedad Hardjo) y Tarassovi (serovariedad Tarassovi); así como tres de aislamiento nacional: Icterohaemorrhagiae (serovariedad Icterohaemorrhagiae), Sejroe (Hardjo prajitno) y Canicola (serovariedad Portland-vere); considerando una muestra positiva cuando los títulos eran $\geq 1:100$ ([OIE, 2004](#)).

Para la detección y cuantificación de anticuerpos contra DVB, se utilizó una prueba comercial: CIVTEST® BOVIS BVD/BD P80 de Laboratorios Hipra, S.A., siguiendo las instrucciones del fabricante, incluidos los procedimientos para la determinación del índice relativo (determinado a partir de la densidad óptica (OD) de las muestras y controles. Es un ELISA de bloqueo que detecta anticuerpos frente a una proteína específica (p80) presente en todas las cepas del vDBV.

Las placas se leyeron con un lector de ELISA, con una longitud de onda de 450 nm. Los resultados se expresaron en porcentaje de inhibición, de acuerdo a la siguiente fórmula: $\%IN = (\text{media DO de control negativo} - \text{DO muestra}) / \text{media DO de control negativo} * 100$.

Un porcentaje de inhibición menor a 50% es seronegativo.

Un porcentaje de inhibición igual o superior a 50% es seropositivo.

Para el diagnóstico de IBR se usó una prueba comercial, CIVTEST® BOVIS IBR de Laboratorios Hipra, S.A., siguiendo las instrucciones del fabricante, incluidos los procedimientos para la determinación del índice relativo (determinado a partir de la densidad óptica (OD) de las muestras y controles. La prueba se basa en un ELISA indirecto, que detecta anticuerpos específicos contra el virus de la IBR.

Las placas se leyeron con un lector de ELISA, con una longitud de onda de 450 nm. Los resultados se expresan en índice relativo x 100 de acuerdo a la siguiente fórmula:

IRPC= (DO muestra- media DO control negativo/media DO control positivo-media DO control negativo) *100

Un Índice relativo por cien (IRPC) menor o igual a 9 es un resultado negativo.

Un IRPC mayor de 9.0 e inferior a 15.0 es un resultado sospechoso.

Un IRPC mayor a 15 es un resultado positivo.

Análisis estadístico

Se construyeron tablas de contingencia para calcular la frecuencia de animales seropositivos por enfermedad y región. A partir del número de muestras positivas a cada una de las pruebas serológicas se estimó la frecuencia aparente a nivel hato (p_{AH}) e individual aparente (p_{IA}). Con el valor de la sensibilidad y especificidad de cada prueba utilizada, el número de animales seropositivos dentro de cada enfermedad, el tamaño de población de bovinos en el estado de Oaxaca (N), tamaño de muestra (n) por región y total de animales muestreados, se calculó la prevalencia real (p_{re}) y respectivos intervalos de confianza (IC95%), para cada enfermedad dentro de cada región (Noordhuizen *et al.*, 1997). Para el cálculo de los datos se procesaron en el programa WinEpi (Working in Epidemiology, <http://www.winepi.net/>) de acuerdo a la siguiente fórmula: $P_{re} = \text{Prevalencia Ind Aparente} \cdot (1 - \text{Esp}) / 1 - [(1 - \text{Esp}) + (1 - \text{Sens})]$

Debido a que el muestreo no fue proporcional al tamaño del hato, la prevalencia (p) y respectivo error estándar (E.E._p) fue corregido para el tamaño de hato mediante esta fórmula: $p = \sum N_i p_i / N$ y $E.E._p = \sqrt{D} * E.E._s$, donde N_i es el tamaño del hato; p_i la prevalencia del hato, $N = \sum N_i$ es el número total de bovinos en los hatos muestreados; D = el efecto del diseño ($D = 1.96$) (Bennett *et al.*, 1991; Otte y Gumm, 1997); $E.E._s$ el error estándar para un muestreo simple aleatorio ($\sqrt{pq/n}$); n es el número total de animales muestreados ($n = 2691$). D fue calculado como $D = 1 + (k - 1)r_e$; siendo k el número de animales del hato y r_e la correlación dentro del hato, estimada a partir los componentes de un análisis de varianza de una vía que incluyó el efecto aleatorio del hato. El error estándar aproximado de r_e y D se obtuvo de acuerdo a (Solis *et al.*, 2003).

RESULTADOS

Brucelosis

En el cuadro 1, se presenta la frecuencia de brucelosis. Se observó una $p_{AH} = 2.3\%$ hatos positivos a brucelosis con la prueba de rivanol, lo que corresponde a una $p_{re} = 9.1\%$ (IC₉₅ -10.1, -7.9%). Lo anterior equivale a un total de cuatro animales positivos, siendo la región Costa donde se observó mayor frecuencia de animales y la Sierra Norte donde no hubo reactores.

Leptospirosis

El 86.6% de los hatos muestreados tuvo al menos un animal positivo a leptospirosis, para alguna de las seis serovariedades que fueron incluidas en este estudio (cuadro 1), equivalente a una $p_{re} = 64.3\%$ (IC₉₅ 62.5, 66.1%) en los animales muestreados. Las regiones Istmo y Costa, tuvieron una p_{AH} del 100%; sin embargo, la región Sierra Norte fue la p_{re} más alta (76.5%). Las serovariedades que tuvieron mayor frecuencia fueron

Hardjo prajitno (49.09%) e Icterohaemorrhagiae (34.89%); ambas de aislamiento nacional (cuadro 2).

Cuadro 1. Frecuencia de enfermedades a nivel hato e individual calculada en cuatro regiones del estado de Oaxaca

Enfermedad	Región	HATOS			INDIVIDUAL				
		n	(+)	p_{AH}	n	(+)	p_{IA}	p_{re}	IC95%
Brucelosis (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%)
Leptospirosis	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 el cálculo de la Pre (prevalencia real) se consideró una N= 1,766,208 animales para el estado de Oaxaca (SIAP, 2018), una sensibilidad y especificidad por prueba de 83% y 93% para brucelosis (Rivanol); 98.2% y 96.4% para leptospirosis (MAT); 86.59% y 99.10% para IBR (ELISA); 96.94% y 97.84% para DVB (ELISA)

Cuadro 2. Frecuencia de animales seropositivos a cada una de las serovariedades de *Leptospira* identificadas por región

Serovariedad	REGIÓN			
	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 nacionales

Rinotraqueitis infecciosa bovina

Se observó una p_{AH} = 65.4% en los hatos muestreados en el estado de Oaxaca, y una p_{re} = 40.1% (IC₉₅ 38.2, 41.9%) de animales con anticuerpos contra IBR; aunque la p_{AH} fue mayor en la región Costa (95%) y la p_{re} fue más alta en la Sierra Norte (46.4%).

Diarrea viral bovina

El 56.7% de los hatos tuvo anticuerpos contra DVB, con una p_{re} = 33.2% (IC₉₅ 31.4, 35.0%) en los bovinos muestreados. Un mayor porcentaje de hatos afectados fueron ubicados en la Costa (92.5%); sin embargo, fue la región de la Sierra Norte donde se detectó la mayor p_{re} (40.8%; IC₉₅ 37.8, 43.8%) de anticuerpos contra DVB.

DISCUSIÓN

A pesar de la importancia económica que representan los bovinos para el estado de Oaxaca y el impacto que tienen las enfermedades reproductivas, la frecuencia de estas enfermedades era desconocida. Sin embargo, se han realizado varios trabajos en otras regiones del país sobre la frecuencia de las cuatro enfermedades estudiadas ([Rosete et al., 2018](#); [Segura et al., 2010](#); [Segura et al., 2003](#))

En este trabajo se encontró evidencia serológica, aunque con una frecuencia baja de la presencia de *Brucella*, en estas regiones de Oaxaca. Los resultados son similares a los que reporta el Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria ([SENASICA, 2014](#)), de 0.09% para brucelosis bovina en dicho estado. En contraste, la prevalencia que reportan algunos autores en hatos lecheros de tipo intensivo, ubicados en zonas endémicas de esta enfermedad, son mucho más altos, influenciadas por el hacinamiento, falta de áreas exclusivas de parto, entre otras que favorecen la transmisión de la bacteria ([Milián et al., 2016](#)).

Los resultados de este trabajo demuestran una frecuencia serológica elevada de leptospirosis, DVB e IBR; que puede ser debido a la compra e introducción de bovinos provenientes de hatos infectados, la falta de barreras físicas, el contacto de los bovinos con otras producciones o no realizar cuarentena ni vacunación para evitar la aparición de manifestaciones clínicas de la enfermedad ([Miyama et al., 2017](#); [Milián et al., 2016](#); [Gates et al., 2013](#); [Lilenbaum y Martins., 2014](#); [Muylkens et al., 2007](#); [Nandi et al., 2009](#)). Además, las condiciones de humedad que prevalecen en estas zonas favorecen la supervivencia de *Leptospira* fuera de los huéspedes, ocasionando que otros animales adquieran la infección. Con las pruebas serológicas no es posible determinar si la presencia de anticuerpos se debe a una infección reciente o de hace tiempo; lo que se puede concluir es que la gran mayoría de los animales están expuestos o viven en condiciones que permiten las infecciones con estos agentes, ya que en la mayoría de los hatos hubo por lo menos un animal seropositivo.

En los estudios que se realizan en bovinos es la serovariedad Hardjo, la que mayor frecuencia tiene, debido a que los bovinos son reservorios de esta serovariedad y la transmisión entre ellos se facilita por contacto directo y no depende de factores medioambientales ([Carmona et al., 2011](#); [Olmo, 2019](#)). [Segura et al., 2003](#) reportan una seroprevalencia de 62.8% en Yucatán; las serovariedades Hardjo y Tarassovi tuvieron la mayor seroprevalencia 54.1% y 53.3% respectivamente. Los resultados obtenidos en estos estudios coinciden con los obtenidos en el presente, siendo las serovariedades Hardjo, Wolffi e *Icterohaemorrhagiae* las diagnosticadas con mayor frecuencia ([Carmona et al., 2011](#); [Escamilla et al., 2007](#)).

Los resultados de IBR son similares a los reportados, en estados de la zona sur del

país; [Solís et al., 2003](#) obtuvieron una seroprevalencia del 54.4% en el estado de Yucatán; [Milián et al., 2016](#) reportan una seroprevalencia entre el 57-83% en ganado lechero en México. En estudios realizados al centro del país, las prevalencias reportadas difieren de nuestros resultados. [Ojeda et al., 2016](#) en un estudio que realizaron para estimar la prevalencia de IBR en diferentes municipios del estado de México, reportaron 18% de animales seropositivos, lo cual coincide con [Magaña et al., 2005](#) quienes reportan una tasa del 22% en bovinos de traspato en Michoacán.

La frecuencia de la enfermedad varía en cada región, por lo que no se puede atribuir que el contacto estrecho sea el único factor que determine la alta prevalencia de la enfermedad, ya que se han reportado altas prevalencias de DVB e IBR en hatos lecheros y de doble propósito, donde los animales están en pastoreo ([Milián et al., 2016](#)).

La frecuencia de DVB en el país también presenta resultados variables. En este estudio se obtuvo una frecuencia de 35.3%, [Moles et al., 2002](#) reportaron 72.3% para DVB en bovinos de la zona centro de México, encontrando también presencia de anticuerpos contra IBR y leptospirosis; [Romero et al., 2013](#) con 76.5% en Veracruz; [Segura et al., 2016](#) con 47.8% en Tamaulipas; [Escamilla et al., 2007](#) con 70% en Querétaro; [Meléndez et al., 2010](#) con 32.8% en Aguascalientes; [Segura et al., 2010](#) con 16.4% en Michoacán, [Milián et al., 2016](#) reporta una prevalencia del 79% en diferentes sistemas de producción en varios estados de la república mexicana. [Rosete et al., 2018](#) en un estudio realizado en Veracruz, Puebla y Tabasco; reportan que el 100 % de los hatos presentaron anticuerpos contra DVB, por lo que sugieren que el virus de la DVB está ampliamente distribuido en los tres estados.

En base a los resultados de este estudio se evidenció serológicamente la presencia de anticuerpos contra IBR, DVB y seis serovariedades de *Leptospira* en la población de estudio. En la región Sierra Norte se detectó el mayor porcentaje de animales con anticuerpos contra leptospirosis, diarrea viral bovina y rinotraqueitis infecciosa bovina; pero fue la región de la Costa donde se detectó mayor distribución de las cuatro enfermedades del estudio. Se debe realizar el aislamiento e identificación de los agentes causantes para que se implementen estrategias de prevención y control recomendables en cada caso.

CONCLUSIONES

El estudio determinó la presencia de anticuerpos contra leptospirosis (86.6%), IBR (65.4%), DVB (56.7%) y brucelosis (2.3%) en hatos bovinos de doble propósito, ubicados en diferentes municipios del Estado de Oaxaca, México. El nivel de distribución, frecuencia e impacto reproductivo y económico de estas enfermedades sugiere la implementación de medidas sanitarias que permitan prevenirlas y controlarlas.

AGRADECIMIENTOS

Este proyecto se realizó gracias al financiamiento obtenido de: Fundación Produce Oaxaca. FOP/GG/896/2012. Validación de la vacuna contra la brucelosis en bovinos de carne y doble propósito para determinar la causa de abortos en regiones ganaderas 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 diarrhea 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 Diarrhea 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 diarrhea 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 diarrhea. *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, Utrera RA, Martínez ZJ, Jenkins OS, Zurita GL, Islas 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>