

## *Revista Electrónica Nova Scientia*

Prevalencia de Leptospirosis y su relación con la  
tasa de gestación en bovinos de la zona centro  
de Veracruz

Prevalence of leptospirosis and its relationship  
with pregnancy rate in cattle from the central  
zone of Veracruz

**Juan Prisciliano Zárate Martínez<sup>1</sup>, Jorge Víctor Rosete  
Fernández<sup>2</sup>, Ángel Ríos Utrera<sup>1</sup>, Francisco Tobías Barradas  
Piña<sup>1</sup> y Sara Olazarán Jenkins<sup>2</sup>**

---

<sup>1</sup>Campo Experimental La Posta. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales,  
Agrícolas y Pecuarias. Paso del Toro, Medellín, Veracruz

<sup>2</sup>Sitio Experimental Las Margaritas. Instituto Nacional de Investigaciones  
Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Hueytamalco, Puebla

---

**México**

*Juan P. Zárate Martínez.* E mail. [zarate.juan@inifap.gob.mx](mailto:zarate.juan@inifap.gob.mx)

## Resumen

**Introducción:** La reproducción bovina es afectada por varias enfermedades infecciosas, entre las que se encuentran leptospirosis, brucelosis, campilobacteriosis, diarrea viral bovina y rinotraqueitis infecciosas bovina. Estas enfermedades infecciosas causan pérdidas económicas a la industria ganadera. El objetivo fue determinar la seroprevalencia de cinco especies de *Leptospira*: *hardjo*, *inifap*, *paloalto*, *tarassovi* y *wolffi* en siete unidades de producción (UP) del estado de Veracruz, así como las razones de momios entre las seroprevalencias de las UP. Un objetivo adicional fue determinar si la presencia de *Leptospira* influye la tasa de gestación (TG).

**Método:** Las UP fueron de los municipios de San Rafael, Medellín y Cotaxtla. Se tomaron muestras de sangre de vacas *Bos taurus* x *Bos indicus*. Los análisis serológicos para determinar la presencia de *Leptospiras* se realizaron con la prueba de microaglutinación en placa. Se consideraron como positivos los animales con títulos mayores que 1:100. Los análisis de seroprevalencia se realizaron con el procedimiento GENMOD de SAS, considerando un diseño completamente al azar, donde el factor de riesgo fue la UP, y asumiendo la función liga logit para una distribución binomial. El análisis de TG se realizó con el mismo procedimiento, asumiendo la misma función liga, pero el modelo incluyó los efectos de estatus zoosanitario (presencia/ausencia de *Leptospiras*) y UP.

**Resultados:** La variable UP fue significativa ( $P < 0.001$ ) para la seroprevalencia de *L. hardjo*, *L. paloalto* y *L. tarassovi*, pero no ( $P > 0.05$ ) para la de *L. inifap* y *L. wolffi*. Las seroprevalencias promedio fueron: 89.3, 67.1, 40.0, 15.9 y 10.0% para *L. inifap*, *L. hardjo*, *L. paloalto*, *L. tarassovi* y *L. wolffi*, respectivamente. El estatus zoosanitario y UP no afectaron ( $P > 0.05$ ) la TG. La TG promedio de las siete UP fue 50.5%

**Discusión o Conclusión:** Los resultados obtenidos en el presente trabajo muestran que las cinco especies de *Leptospira* estudiadas se encuentran presentes en todas las unidades de producción muestreadas de los tres municipios ubicados en la zona centro de Veracruz. *inifap* fue la especie de *Leptospira* más común en el ganado bovino de la región estudiada, seguida de la *hardjo*.

**Palabras Clave:** Seroprevalencia, Leptospirosis, bovinos, tasa de gestación

Recepción: 07-07-2014

Aceptación: 13-03-2015

## Abstract

**Introduction:** Reproduction of cattle is affected by several infectious diseases, among which leptospirosis, brucellosis, campylobacteriosis, bovine viral diarrhea, and infectious bovine rhinotracheitis are found. These infectious diseases cause economic losses to the cattle industry. The objective was to determine the prevalence of five species of *Leptospira*: *hardjo*, *inifap*, *paloalto*, *tarassovi* and *wolffi* in seven ranches from the State of Veracruz, as well as, the odds ratios among the prevalence of the ranches. An additional objective was to determine whether the gestation rate is affected by the presence of Leptospire.

**Method:** The ranches were located in three municipalities: San Rafael, Medellín and Cotaxtla. Blood samples were taken from *Bos taurus* x *Bos indicus* cows. The serologic analyses to determine the presence of Leptospire were carried out with the microscopic agglutination test. Animals with titles greater than 1:100 were considered positives. The prevalence analyses were performed with the GENMOD procedure of SAS, considering a completely randomized design, where the risk factor was ranch, and assuming a logit link function for a binomial distribution. The analysis of the gestation rate was carried out with the same procedure, assuming the same link function, but the model included the effects of sanitary status (presence/absence of Leptospire) and ranch.

**Results:** The ranch variable was significant ( $P < 0.001$ ) for the prevalence of *L. hardjo*, *L. paloalto* and *L. tarassovi*, but not ( $P > 0.05$ ) for that of *L. inifap* and *L. wolffi*. Means of prevalence were: 89.3, 67.1, 40.0, 15.9 and 10.0% for *L. inifap*, *L. hardjo*, *L. paloalto*, *L. tarassovi* and *L. wolffi*, respectively. Sanitary status and ranch did not affect ( $P > 0.05$ ) the gestation rate. The mean gestation rate of the seven ranches was 50.5%.

**Discussion or Conclusion:** The results obtained in the present study showed that the five species of *Leptospira* evaluated were present in all of the sampled ranches of the three municipalities of the center zone of the State of Veracruz. *inifap* was the most common species of *Leptospira* in cattle of the studied region, followed by *hardjo*.

**Keywords:** Prevalence, *Leptospira*, cattle, pregnancy rate

## Introducción

La reproducción bovina es afectada por causas no infecciosas e infecciosas. En estas últimas encontramos principalmente leptospirosis, brucelosis, campilobacteriosis, diarrea viral bovina y rinotraqueitis infecciosas bovina (Repiso *et al.*, 2005). El signo principal de las enfermedades reproductivas es la pérdida de la gestación, un fenómeno multicausal y complejo que sólo se diagnostica en 25 a 40% de los casos, observándose que 90% de los casos es de origen infeccioso (Meléndez *et al.*, 2010). Las enfermedades reproductivas se encuentran dentro de las causas más importantes de las pérdidas económicas en la industria ganadera, debido al costo de los tratamientos, servicios veterinarios y disminución en la producción (Anderson, 2000). La leptospirosis es una enfermedad causada por una espiroqueta de la que se conocen 250 serovariedades patógenas por sus diferencias antigénicas, de manera que cada serovariedad tiene una conformación antigénica característica (Rodríguez e Irlene, 2011). Las leptospiras patogénicas pertenecen a la especie *interrogans* (Hartskeerl, 2005; Sánchez *et al.*, 2007) y afectan a más de 160 especies animales domésticas y silvestres e incluso algunas de ellas afectan a los humanos (Hartskeerl, 2005). Los bovinos son de las especies con mayor susceptibilidad, en los cuales tiene dos fases: la aguda, donde las hembras bovinas adultas presentan agalactia y los bovinos jóvenes ictericia, entre otros signos. La leptospirosis grave se presenta con abortos, mortinatos, nacimientos prematuros, reabsorciones e infertilidad, lo cual causa grandes pérdidas económicas en la industria ganadera (Cantú y Banda, 2012). El objetivo del presente estudio fue determinar la seroprevalencia de cinco especies de *Leptospira*: *hardjo*, *inifap*, *paloalto*, *tarassovi* y *wolffi* en siete unidades de producción del estado Veracruz, así como las razones de seroprevalencia (razones de momios) entre las mismas. Un objetivo adicional fue determinar si la tasa de gestación es afectada por la presencia de leptospiras.

## Método

El trabajo se realizó en siete unidades de producción (UP) de los municipios de San Rafael, Medellín y Cotaxtla, ubicados en la zona centro del estado de Veracruz. En el presente estudio se omiten los nombres verdaderos de los ranchos o unidades de producción, por así convenir a los intereses de sus propietarios. El municipio de San Rafael se encuentra ubicado en los límites de la zona centro del estado y a inicios de la zona norte con coordenadas: entre 20° 08' y 20° 18' N; y de 96° 46' a 97° 02' O; altitud entre 10 y 100 m. Su clima es cálido húmedo con abundantes

lluvias en verano (98% de la superficie) y cálido subhúmedo con lluvias en verano, (2% de la superficie), con un rango de temperatura de 24 a 26 °C y un rango de precipitación anual de 1400 a 1600 mm (INFDM, 2005). El municipio de Medellín se localiza en la zona centro del estado, en las llanuras del sotavento, con coordenadas: paralelos 18° 50' y 19° 09' N; los meridianos 96° 02' y 96° 16" O, altitud entre 5 y 60 m. Su clima es cálido subhúmedo con lluvias en verano, de mayor humedad (69% de la superficie) y cálido subhúmedo con lluvias en verano, de humedad media (31% de la superficie), con un rango de temperatura de 24-28°C y una precipitación de 1100-1600 mm (INFDM, 2005). El municipio de Cotaxtla se encuentra ubicado en las llanuras del sotavento, en la zona centro costera del estado y en los límites de la zona sur. Sus coordenadas son: paralelos 18° 44' y 18° 59' N; los meridianos 96° 11' y 96° 32' O; altitud entre 10 y 200 m. Su clima es cálido subhúmedo con lluvias en verano, de mayor humedad (100% de la superficie), con un rango de temperatura de 24-26 °C y una precipitación de 1100-1300 mm (INFDM, 2005).

Se tomaron 138 muestras de sangre en cada unidad de producción, a partir de vacas cruzadas *Bos taurus* x *Bos indicus* que al momento del estudio estuvieron disponibles en dichas unidades de producción. En estas muestras se realizó el diagnóstico serológico de Leptospirosis. Las muestras de sangre colectadas fueron transportadas en neveras con hielo al laboratorio. Posteriormente, fueron centrifugadas para separar el suero sanguíneo, identificadas y conservadas en congelación (-20 °C) hasta su análisis serológico por el método de microaglutinación en placa (MAT), que es el método serológico de referencia para el diagnóstico de Leptospirosis. Se utilizaron cepas representativas de todos los grupos y de las especies objeto de estudio. Las cepas seleccionadas se cultivaron en Tween 80 BSA a  $29 \pm 1$  °C en cultivos con no menos de 4, pero no más de 8 días. Las placas de microaglutinación se incubaron a  $29 \pm 1$  °C durante 2 a 4 h, y se examinaron por microscopía de campo oscuro (Santos, 2010). Se consideraron como positivos a la prueba de aglutinación microscópica los animales con títulos mayores que 1:100. De acuerdo al diagnóstico, los resultados se tomaron como referencia de la prevalencia de esta enfermedad y del estado sanitario reproductivo de los siete hatos bovinos muestreados en la zona centro de Veracruz.

El diagnóstico de gestación se realizó por medio de palpación rectal. A las hembras no gestantes se les realizaron tres palpaciones transrectales, cada una con intervalos de dos meses, para determinar su preñez. Las hembras gestantes también se siguieron observando con la ayuda de los encargados de la unidad de producción, y si fue el caso con un monitoreo moderado de su gestación hasta la finalización de la misma o su interrupción por abortos y fetos nacidos muertos.

La seroprevalencia de Leptospirosis se codificó como 1 cuando el animal resultó seropositivo a la prueba de microaglutinación en placa; por el contrario, la seroprevalencia se codificó como 0 cuando el animal resultó seronegativo. Por cada especie de *Leptospira*, se realizó un análisis de regresión logística en un diseño completamente al azar, donde el factor de riesgo fue la variable unidad de producción. Los análisis de seroprevalencia se llevaron a cabo con el procedimiento GENMOD (PROC GENMOD) del paquete SAS (2007), considerando la liga logit para la distribución binomial. Adicionalmente, se realizó un análisis de regresión logística que consideró las seroprevalencias de las cinco especies de *Leptospira* de manera conjunta. En este análisis la seroprevalencia se codificó como 1 si el animal resultó seropositivo por lo menos a una de las cinco variedades de *Leptospira*. Por el contrario, la seroprevalencia se codificó como 0 cuando el animal resultó seronegativo a las cinco variedades de *Leptospira*. De manera similar, la tasa de gestación se registró como 1 cuando una vaca resultó gestante a la palpación rectal; en caso contrario, se codificó como 0. El análisis de la tasa de gestación también se realizó con el procedimiento GENMOD de SAS (2007), asumiendo una liga logit. El modelo incluyó los efectos de estatus zoosanitario (presencia/ausencia de *Leptospiras*) y unidad de producción. La definición de estatus zoosanitario consideró las cinco especies de *Leptospira* como una sola.

## Resultados

En el Cuadro 1 se muestran los niveles de significancia del efecto unidad de producción para la seroprevalencia de las diferentes especies de *Leptospira* estudiadas. La variable unidad de producción resultó ser un factor de riesgo altamente significativo ( $P < 0.001$ ) para la seroprevalencia de *L. hardjo*, *L. paloalto* y *L. tarassovi*, pero no ( $P > 0.05$ ) para la seroprevalencia de *L. inifap*, *L. wolffi* y *L. sp.*

**Cuadro 1.** Niveles de significancia del factor de riesgo unidad de producción para la seroprevalencia de diferentes especies de *Leptospira*.

Especie	g.l. <sup>a</sup>	Chi Cuadrada	Probabilidad
<i>Leptospira hardjo</i>	6	27.04	0.0001
<i>Leptospira inifap</i>	6	7.26	0.2975
<i>Leptospira paloalto</i>	6	35.62	<0.0001
<i>Leptospira tarassovi</i>	6	43.73	<0.0001
<i>Leptospira wolffi</i>	6	10.17	0.1177
<i>Leptospira sp.</i>	6	4.49	0.6106

<sup>a</sup>g.l.=Grados de libertad.

En los Cuadros 2 y 3 se presentan las seroprevalencias y sus intervalos de confianza, por unidad de producción, para *L. hardjo*, *L. inifap*, *L. paloalto*, *L. tarassovi*, *L. wolffi* y *L. sp.*, respectivamente. En los Cuadros 4, 5, 6, 7, 8 y 9 se muestran las razones de seroprevalencias entre todas las unidades de producción evaluadas para *L. hardjo*, *L. inifap*, *L. paloalto*, *L. tarassovi*, *L. wolffi* y *L. sp.*, respectivamente.

Las seroprevalencias de *L. hardjo* fueron de 32 (UP E) a 90% (UP A), con promedio de 67.1%. Ninguno de los intervalos de confianza incluyó el cero, por lo que las seroprevalencias de *L. hardjo* de las UP fueron realmente mayores que cero (Cuadro 2). Las razones de seroprevalencias para *L. hardjo* fueron significativas ( $P < 0.05$ ) para las comparaciones A-B, A-E, B-D, B-F, B-G, C-E, D-E, E-F y E-G. La seroprevalencia en la UP B fue 6.0, 7.1 y 4.0 veces menor que en las UP D, F y G, mientras que la seroprevalencia en la UP E fue 10.3 y 6.5 veces menor que en las UP F y G (Cuadro 4).

La media general de la seroprevalencia de *Leptospira inifap* fue mayor que la de la seroprevalencia de *L. hardjo*, la seroprevalencia promedio de esta primera especie de *Leptospira* fue 89.3%. El intervalo de la seroprevalencia de *Leptospira inifap* fue de 79 (UP E) a 96% (UP F), tomando un valor intermedio de 85% (UP B; Cuadro 2). Debido a que rancho no fue un factor de riesgo significativo para la seroprevalencia de *Leptospira inifap*, las razones de seroprevalencia entre ranchos para esta misma especie de *Leptospira* no fueron significativas (Cuadro 5).

La seroprevalencia de *Leptospira paloalto* resultó altamente variable entre las unidades de producción, yendo de 10 (UP G) a 80% (UP A), pasando por valores intermedios de 35 (UP C) y 58% (UP E). La seroprevalencia promedio de *L. paloalto* de los siete ranchos fue 40% (Cuadro

2), siendo menor que las seroprevalencias promedio de *L. hardjo* y *L. inifap*. Las razones de seroprevalencias para *L. paloalto* fueron significativas ( $P < 0.05$ ) para las comparaciones entre las unidades de producción: A-B, A-C, A-D, A-G, B-E, B-F, D-E, D-F, E-G y F-G. La seroprevalencia de *L. paloalto* fue 7.8 y 7.4 veces mayor en las UP E y F, respectivamente, que en la B. Por otro lado, la seroprevalencia de *L. paloalto* en la UP D fue 4.1 y 3.9 veces menor que en E y F, respectivamente (Cuadro 6).

**Cuadro 2.** Seroprevalencias y sus errores estándar e intervalos de confianza al 95% (IC) de *Leptospira hardjo*, *Leptospira inifap* y *Leptospira paloalto*.

UP <sup>a</sup>	<i>Leptospira hardjo</i>		<i>Leptospira inifap</i>		<i>Leptospira paloalto</i>	
	Seroprevalencia	IC	Seroprevalencia	IC	Seroprevalencia	IC
A	0.90 ± 0.067	0.68 - 0.97	0.95 ± 0.049	0.72 - 0.99	0.80 ± 0.089	0.57 - 0.92
B	0.40 ± 0.109	0.21 - 0.62	0.85 ± 0.080	0.62 - 0.95	0.15 ± 0.080	0.05 - 0.38
C	0.70 ± 0.103	0.47 - 0.86	0.80 ± 0.089	0.57 - 0.92	0.35 ± 0.107	0.18 - 0.57
D	0.80 ± 0.089	0.57 - 0.92	0.95 ± 0.049	0.72 - 0.99	0.25 ± 0.097	0.11 - 0.48
E	0.32 ± 0.107	0.15 - 0.55	0.79 ± 0.094	0.55 - 0.92	0.58 ± 0.113	0.36 - 0.77
F	0.83 ± 0.079	0.62 - 0.93	0.96 ± 0.043	0.75 - 0.99	0.57 ± 0.103	0.36 - 0.75
G	0.75 ± 0.097	0.52 - 0.89	0.95 ± 0.049	0.72 - 0.99	0.10 ± 0.067	0.03 - 0.32

<sup>a</sup>UP=Unidad de producción.

**Cuadro 3.** Seroprevalencias y sus errores estándar e intervalos de confianza al 95% (IC) de *Leptospira tarassovi*, *Leptospira wolffi* y *Leptospira sp.*

UP <sup>a</sup>	<i>Leptospira tarassovi</i>		<i>Leptospira wolffi</i>		<i>Leptospira sp.</i>	
	Seroprevalencia	IC	Seroprevalencia	IC	Seroprevalencia	IC
A	0.05 ± 0.049	0.01 - 0.28	0.03 ± 0.035	0.01 - 0.30	0.98 ± 0.035	0.70 - 0.99
B	0.05 ± 0.049	0.01 - 0.28	0.10 ± 0.067	0.03 - 0.32	0.85 ± 0.080	0.62 - 0.95
C	0.05 ± 0.049	0.01 - 0.28	0.30 ± 0.103	0.14 - 0.53	0.90 ± 0.067	0.68 - 0.97
D	0.10 ± 0.067	0.03 - 0.32	0.05 ± 0.049	0.01 - 0.28	0.98 ± 0.035	0.70 - 0.99
E	0.74 ± 0.101	0.50 - 0.89	0.03 ± 0.037	0.00 - 0.31	0.95 ± 0.051	0.71 - 0.99
F	0.09 ± 0.059	0.02 - 0.29	0.09 ± 0.059	0.02 - 0.29	0.98 ± 0.030	0.73 - 0.99
G	0.03 ± 0.035	0.00 - 0.30	0.10 ± 0.067	0.03 - 0.32	0.95 ± 0.049	0.72 - 0.99

<sup>a</sup>UP=Unidad de producción.**Cuadro 4.** Razones de seroprevalencias (o razones de momios) para *Leptospira hardjo*

UP <sup>a</sup>	A	B	C	D	E	F
B	.07 ± .06 <sup>b</sup>					
C	.25 ± .23	3.5 ± 2.3				
D	.44 ± .41	6.0 ± 4.3 <sup>b</sup>	1.7 ± 1.3			
E	.05 ± .04 <sup>b</sup>	.69 ± .47	.19 ± .14 <sup>b</sup>	.11 ± .09 <sup>b</sup>		
F	.53 ± .49	7.1 ± 5.1 <sup>b</sup>	2.0 ± 1.5	1.2 ± .93	10.3 ± 7.6 <sup>b</sup>	
G	.33 ± .30	4.5 ± 3.1 <sup>b</sup>	1.3 ± .91	.75 ± .57	6.5 ± 4.6 <sup>b</sup>	.63 ± .48

<sup>a</sup>UP=Unidad de producción.<sup>b</sup>Razones con una literal son significativas (P<0.05).

**Cuadro 5.** Razones de seroprevalencias (o razones de momios) para *Leptospira inifap*

UP <sup>a</sup>	A	B	C	D	E	F
B	.30 ± .36					
C	.21 ± .25	.71 ± .59				
D	1.0 ± 1.5	3.4 ± 4.0	4.8 ± 5.5			
E	.20 ± .23	.66 ± .56	.94 ± .74	.20 ± .23		
F	1.2 ± 1.7	3.9 ± 4.7	5.5 ± 6.4	1.2 ± 1.7	5.9 ± 6.8	
G	1.0 ± 1.5	3.4 ± 4.0	4.8 ± 5.5	1.0 ± 1.5	5.1 ± 5.9	.86 ± 1.3

<sup>a</sup>UP=Unidad de producción.**Cuadro 6.** Razones de seroprevalencias (o razones de momios) para *Leptospira paloalto*

UP <sup>a</sup>	A	B	C	D	E	F
B	.04 ± .04 <sup>b</sup>					
C	.13 ± .10 <sup>b</sup>	3.1 ± 2.4				
D	.08 ± .06 <sup>b</sup>	1.9 ± 1.5	.62 ± .43			
E	.34 ± .25	7.8 ± 6.1 <sup>b</sup>	2.6 ± 1.7	4.1 ± 2.9 <sup>b</sup>		
F	.33 ± .23	7.4 ± 5.6 <sup>b</sup>	2.4 ± 1.5	3.9 ± 2.6 <sup>b</sup>	.95 ± .59	
G	.03 ± .03 <sup>b</sup>	.63 ± .61	.21 ± .18	.33 ± .30	.08 ± .07 <sup>b</sup>	.09 ± .07 <sup>b</sup>

<sup>a</sup>UP=Unidad de producción.<sup>b</sup>Razones con una literal son significativas (P<0.05).

En general, las seroprevalencias de *Leptospira tarassovi* fueron significativamente más bajas que las seroprevalencias de *L. hardjo*, *L. inifap*, y *L. paloalto*, excepto la seroprevalencia de *L. tarassovi* que mostró el grupo de vacas muestreado en la UP E. La seroprevalencia promedio de *L. tarassovi* fue 15.9%. El intervalo de la seroprevalencia de *L. tarassovi* fue de 3 (UP G) a 74% (UP E; Cuadro 3). Las razones de seroprevalencia de *L. tarassovi* de las comparaciones A-E, B-E, C-E, D-E, E-F y E-G fueron significativas (P<0.05). La seroprevalencia de *L. tarassovi* en la UP E fue 25 veces más alta que en la UP D, y 53 veces más alta que en las UP A, B y C (Cuadro 7).

**Cuadro 7.** Razones de seroprevalencias (o razones de momios) para *Leptospira tarassovi*

UP <sup>a</sup>	A	B	C	D	E	F
B	1.0 ± 1.5					
C	1.0 ± 1.5	1.0 ± 1.5				
D	2.1 ± 2.7	2.1 ± 2.7	2.1 ± 2.7			
E	53 ± 6 <sup>b</sup>	53 ± 6 <sup>b</sup>	53 ± 61 <sup>b</sup>	25 ± 23 <sup>b</sup>		
F	1.8 ± 2.3	1.8 ± 2.3	1.8 ± 2.3	.86 ± .90	.03 ± .03 <sup>b</sup>	
G	.49 ± .86	.49 ± .86	.49 ± .86	.23 ± .37	.01 ± .01 <sup>b</sup>	.27 ± .43

<sup>a</sup>UP=Unidad de producción.<sup>b</sup>Razones con una literal son significativas (P<0.05).

La seroprevalencia promedio de *Leptospira wolffi* (10%) fue menor que la seroprevalencia promedio de *L. hardjo*, *L. inifap*, *L. paloalto* y *L. tarassovi*. Los valores de seroprevalencia de *L. wolffi* fueron de 3 (UP A y E) a 30% (UP C; Cuadro 3). Debido a que la unidad de producción no resultó ser un factor de riesgo importante para la seroprevalencia de *L. wolffi*, las razones de seroprevalencia entre las UP para esta especie de *Leptospira* no fueron significativas (Cuadro 8).

**Cuadro 8.** Razones de seroprevalencias (o razones de momios) para *Leptospira wolffi*

UP <sup>a</sup>	A	B	C	D	E	F
B	4.3 ± 7.0					
C	17 ± 25	3.9 ± 3.4				
D	2.1 ± 3.6	.47 ± .60	.12 ± .14			
E	1.1 ± 2.1	.24 ± .39	.06 ± .09	.51 ± .91		
F	3.7 ± 6.0	.86 ± .90	.22 ± .20	1.8 ± 2.3	3.5 ± 5.7	
G	4.3 ± 7.0	1.0 ± 1.1	.26 ± .23	2.1 ± 2.7	4.1 ± 6.6	1.2 ± 1.2

<sup>a</sup>UP=Unidad de producción.

Como se esperaba, al conjuntar la información epidemiológica de las cinco especies de *Leptospira*, los niveles de seroprevalencia resultaron substancialmente altos, siendo la seroprevalencia promedio de 94% (Cuadro 3). De manera similar a lo sucedido con *Leptospira inifap* y *L. wolffi*, las razones de seroprevalencia entre las UP para *L. sp.* no fueron significativas (Cuadro 9), debido a que la UP no fue un factor de riesgo importante al considerar todas las especies de *Leptospira* estudiadas como una misma especie.

**Cuadro 9.** Razones de seroprevalencias (o razones de momios) para *Leptospira sp.*

UP <sup>a</sup>	A	B	C	D	E	F
B	.15 ± .23					
C	.23 ± .37	1.6 ± 1.5				
D	1.0 ± 2.0	7.0 ± 10.0	4.3 ± 7.0			
E	.46 ± .81	3.2 ± 3.8	2.0 ± 2.5	.46 ± .81		
F	1.2 ± 2.3	7.9 ± 12.0	5.0 ± 8.1	1.2 ± 2.3	2.5 ± 4.4	
G	.49 ± .86	3.6 ± 4.0	2.1 ± 2.7	.49 ± .86	1.1 ± 1.5	.42 ± .74

<sup>a</sup>UP=Unidad de producción.

Las variables explicativas estatus zoosanitario de la vaca y rancho no afectaron ( $P>0.05$ ) la tasa de gestación (Cuadro 10); es decir, las vacas seropositivas a *Leptospira sp.* tuvieron una tasa de gestación similar a la de las vacas seronegativas. La media general de la tasa de gestación fue 50.5% (Cuadro 11).

**Cuadro 10.** Niveles de significancia de los efectos estatus zoosanitario de la vaca (seropositiva/seronegativa a *Leptospira sp.*) y unidad de producción en el análisis de la tasa de gestación.

Fuente de variación	g.l. <sup>a</sup>	Chi Cuadrada	Significancia
Estatus zoosanitario	1	0.54	0.4604
Unidad de producción	6	0.40	0.9988

<sup>a</sup>g.l.=Grados de libertad.**Cuadro 11.** Tasas de gestación por estatus zoosanitario de la vaca y unidad de producción.

	Tasa de gestación	Intervalo de confianza (95%)
Estatus zoosanitario		
Seronegativa	0.47 ± 0.081 <sup>a</sup>	0.31 – 0.62
Seropositiva	0.54 ± 0.056 <sup>a</sup>	0.43 – 0.65
Unidad de producción		
A	0.52 ± 0.115 <sup>a</sup>	0.31 – 0.73
F	0.46 ± 0.115 <sup>a</sup>	0.26 – 0.68
C	0.52 ± 0.114 <sup>a</sup>	0.30 – 0.72
E	0.55 ± 0.133 <sup>a</sup>	0.30 – 0.77
B	0.51 ± 0.113 <sup>a</sup>	0.30 – 0.72
D	0.48 ± 0.116 <sup>a</sup>	0.27 – 0.69
G	0.49 ± 0.113 <sup>a</sup>	0.28 – 0.70

<sup>a</sup>Las tasas de gestación no son diferentes ( $P>0.05$ ).

## Discusión y Conclusiones

Las cinco especies de *Leptospira* (*hardjo*, *inifap*, *paloalto*, *tarassovi* y *wolffi*) se encuentran presentes en las unidades de producción estudiadas de los tres municipios muestreados en la zona centro de Veracruz. La *Leptospira inifap* (o *Leptospira H89*) que es una serovariedad *hardjo* endémica aislada y reportada en México, fue la más común en el ganado bovino de la región estudiada, seguida de la *Leptospira hardjo*.

Las seroprevalencias de *Leptospira hardjo*, *Leptospira tarassovi* y *Leptospira wolffi* mostraron una alta variabilidad entre las unidades de producción. *Leptospira paloalto* mostró una mayor tendencia a presentarse en las unidades de producción que se encuentran más al sur de la zona centro de Veracruz (E y F), mientras que la unidad de producción que se localiza más hacia el centro (D) y al norte de la zona centro de Veracruz tendieron a mostrar una menor prevalencia de esta serovariedad ( $P>0.05$ ). Para el caso de *Leptospira tarassovi*, la seroprevalencia resultó ser significativamente más baja que las anteriores. Sin embargo, mayor que ( $P>0.05$ ) para una sola de las unidades de producción (E), que se encuentra en el Municipio de Cotaxtla, al sur de la zona centro de Veracruz. Es importante resaltar que la seroprevalencia de *Leptospira tarassovi* en la unidad de producción E fue 53 veces más alta que en la unidad de producción A, a pesar que esta última se encuentra en el mismo municipio y a un par de kilómetros de distancia. La menor seroprevalencia encontrada para las cinco serovariedades analizadas fue para *Leptospira wolffi*, pero la unidad de producción no resultó ser un factor de riesgo significativo ( $P>0.05$ ). Todos estos resultados deben ser tomados en cuenta para realizar las adecuadas medidas zoonosanitarias de manejo del ganado y uso correcto de vacunas en las diferentes unidades de producción y municipios de la zona centro de Veracruz.

La seroprevalencia para *Leptospira hardjo* obtenida en el presente trabajo fue más alta que la reportada por Romero (2012), quién encontró en municipios de Veracruz una seroprevalencia de *L. hardjo* del 18.23%. La seroprevalencia para *L. tarassovi* fue mayor que la reportada por Romero (2012), quién encontró una seroprevalencia de *L. tarassovi* del 1% en la zona centro del estado de Veracruz. Romero (2012) no reportó para el estado de Veracruz la serovariedad *wolffi*. La seroprevalencia de *L. paloalto* obtenida en el presente trabajo fue mayor que la reportada por Romero (2012), quién encontró una seroprevalencia de *L.*

*icterohaemorrhagiae* del 0.4% en la zona centro de Veracruz. La seroprevalencia de *L. hardjo* en el presente trabajo fue mayor a la reportada en otros estados, ya que Carmona *et al.* (2011) encontraron en regiones del Golfo y sur de México una prevalencia de *L. hardjo* de 39.9%. En un estudio un poco más reciente, Cantú y Banda (2012), en tres municipios del sur de Tamaulipas, encontraron una seroprevalencia de *L. hardjo* del 20.3%. Por su parte, Fernández *et al.* (1993) reportaron una seroprevalencia de *L. hardjo* del 6.9% para el Valle de Atlixco, Pue.

La seroprevalencia de *L. paloalto* en el presente trabajo fue mayor que la reportada para otros estados, ya que Carmona *et al.* (2011) encontraron una seroprevalencia de *L. icterohaemorrhagiae* del 1.59% en las regiones del Golfo y sur de México. La seroprevalencia de *Leptospira tarassovi* en el presente trabajo fue mayor a la reportada para otros estados, ya que Carmona *et al.* (2011) reportaron una prevalencia de 7.1% de *L. tarassovi* en regiones del Golfo y sur de México. Por otro lado, Cantú y Banda (2012) obtuvieron una seroprevalencia de 21.2% de *L. tarassovi* en tres municipios del sur de Tamaulipas. En el presente trabajo se encontró una menor seroprevalencia de *L. wolffi* en comparación con la reportada para otros estados, ya que fue menor que la reportada por Cantú y Banda (2012), quienes obtuvieron una seroprevalencia de 28.5% para tres municipios del sur de Tamaulipas.

En cuanto a la tasa de gestación, no se encontró un efecto significativo en las vacas que fueron seropositivas vs las seronegativas, esto puede deberse a que es difícil establecer con precisión cuáles y cuántas causas están influyendo sobre las fallas reproductivas, por lo que las evaluaciones de este tipo han sido consideradas como complejas (Xolalpa *et al.*, 2010). Es posible que debido a que en estas unidades de producción donde el uso de vacunas para Leptospirosis es prácticamente nulo, y a que los animales se encuentran en contacto con el agente causal durante muchos años de exposición, los animales convivan con la enfermedad y que al verse inmunodeprimidos por alguna causa, las pérdidas de la gestación aumenten a más de un 50%.

## Agradecimientos

Se agradece al Fondo Institucional de Fomento Regional para el Desarrollo Científico, Tecnológico y de Innovación (FORDECYT) por el financiamiento parcial para realizar este trabajo.

## Referencias

- Anderson M. (2000). Procedimiento de diagnóstico del aborto en ganado vacuno. *Rev. Producción Animal*. 156: 12-32.
- Carmona C.; León L.; Castillo L.; Ramírez J.; Luna C.; Peña A. (2011). Detección de *Leptospira* *santaFi* y *L. kirschneri* en bovinos: Nuevos aislados con potencial impacto en producción bovina y salud pública. *Veterinaria México*. 42(4):277-288.
- Cantú A.; Banda V. (2012). Seroprevalencia de leptospirosis bovina en tres municipios del sur de Tamaulipas. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*. 33(2):121-124.
- Fernández J. J.; Reyes V. A.; De la Peña A. (1993). Detección de *Leptospira interrogans* en bovinos de hatos lecheros en el valle de Atlixco, Puebla, mediante la prueba de aglutinación microscópica. *Veterinaria México*. 24(1):47-49.
- Hartskeerl R.A. (2005). Artículo Especial, International Leptospirosis Society: Objectives and achievements. *Revista Cubana de Medicina Tropical*. 57(1):7-10.
- INFDM (Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal). (2005). Enciclopedia de los municipios de México Estado de Veracruz de Ignacio de la Llave, Cotaxtla, Medellín, San Rafael. Gobierno del Estado de Veracruz de Ignacio de la Llave. Xalapa, México. [Consultado el 5 de noviembre de 2012] <http://www.e-local.gob.mx/work/templates/enciclo/veracruz/>
- Meléndez R.; Valdivia A.; Rancel E.; Díaz E.; Segura J.; Guerrero A. (2010). Factores de riesgo asociados a la presencia de aborto y desempeño reproductivo en ganado lechero de Aguascalientes, México. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*. 1(4):391-401.
- Repiso M.; Gil A.; Bañales P. (2005). Prevalencia de las principales enfermedades infecciosas que afectan el comportamiento reproductivo en la ganadería de carne y caracterización de los establecimientos de cría del Uruguay. *Sociedad de Medicina Veterinaria del Uruguay*. 40(15):1-28.

- Rodríguez V., Irlene E. (2011). El concepto de serovar en *Leptospira* (The concept serovar in *Leptospira*). RETVET. Revista electrónica de veterinaria. 12 (7). <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n070711.html>
- Romero D. (2012). Enfermedades que causan abortos en la ganadería bovina. Folleto Técnico No.1. Universidad Veracruzana. Veracruz, Ver. Pp. 21-38.
- Sánchez E.; Gutiérrez B.; Fernández C.; Arias J. (2007). Producción y evaluación serológica de una bacterina contra la leptospirosis bovina. Revista MVZ Córdoba. 12(2):967-977.
- Santos B.J.A. (2010). Seroprevalencia y factores de riesgo asociados con la presencia de leptospirosis caprina en los municipios de Chiconquiaco, Coatepec, Coacoatzintla, Tlacolulan y Yecuatla ubicados en la zona centro del estado de Veracruz, México. Tesis de Licenciatura en Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Veracruzana. Veracruz. 61 p.
- SAS (Statistical Analysis System) (2007). User's Guide. Version 9.2. SAS Institute Inc., Cary, NC., USA.
- Xolalpa V.; Pérez M. y Córdova A. (2010). Evaluación de las pérdidas económicas por eventos de falla reproductiva asociadas a brucelosis bovina en hembras y explotaciones de la cuenca lechera de Tizayuca, Hidalgo, México. Revista Científica FCV-LUZ. XX (2):190-195.