

ALGUNOS FACTORES DE RIESGO EN NEOSPOROSIS BOVINA Y SU RELACIÓN CON LA SEROPREVALENCIA Y TASA DE GESTACIÓN EN EL ESTADO DE VERACRUZ, MÉXICO

Some Risk Factors in Bovine Neosporosis and its Relationship to Seroprevalence and Pregnancy Rate in the State of Veracruz, Mexico

Juan Prisciliano Zárate-Martínez¹, Jorge Víctor Rosete-Fernández², Sara Olazarán-Jenkins², Francisco Tobías Barradas-Piña¹, Víctor Manuel Banda-Ruiz³ y Ángel Ríos-Utrera^{1*}

¹Campo Experimental La Posta, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). Kilómetro 22.5 carretera federal Veracruz-Córdoba, Paso del Toro, Veracruz, México, 94277. *Correo electrónico: rios.angel@inifap.gob.mx. ²Sitio experimental Las Margaritas, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). Kilómetro 9.5 carretera Hueytamalco-Tenampulco, Hueytamalco, Puebla, México, 73580. ³CENID Microbiología, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). Kilómetro 15.5, Carretera federal México-Toluca, Palo Alto, México, D.F., México.

RESUMEN

Aunque la neosporosis bovina es causante de pérdidas reproductivas, productivas y económicas en áreas ganaderas de todo el mundo, hasta ahora no existe un tratamiento o inmunógeno capaz de curar o prevenir esta enfermedad. La importancia de investigar la seroprevalencia (SP) de neosporosis radica en la frecuente compra de pie de cría sin ninguna prueba para determinar el estatus zoonosario, y en las malas prácticas de higiene y manejo durante el ordeño en unidades de producción (UP) con mayor o menor tecnificación. Los objetivos fueron conocer algunos factores de riesgo que afectan la SP de neosporosis en UP bovina (*Bos taurus* x *Bos indicus*) de tres Municipios de la zona centro del estado de Veracruz, México, y determinar si la tasa de gestación (TG) es afectada por la SP de neosporosis. En el 2013, se realizó un análisis serológico con un kit comercial de ELISA (Enzyme Linked Inmuno Sorbent Assay; Laboratorios IDEXX) a 139 vacas de siete UP. La SP de neosporosis se codificó como 1, cuando la hembra resultó seropositiva; en caso contrario, se codificó como 0. El análisis estadístico de la SP se realizó con el procedimiento GENMOD de SAS, considerando la liga logit para la distribución binomial. La TG se registró como 1, cuando una vaca resultó gestante; en caso contrario, se codificó como 0. El análisis de la TG también se realizó con el procedimiento GENMOD de SAS, asumiendo una liga logit. El modelo estadístico incluyó los factores de riesgo estatus zoonosario (*i.e.* seropositiva/seronegativa a *Neospora caninum*) y UP. La variable UP afectó ($P < 0,05$) la SP de neosporosis. Las SPs de neosporosis de los bovinos de las UP ubicadas al norte (municipio de San Rafael; UP2: $0,03 \pm 0,035$; UP7: $0,10 \pm 0,067$ y UP3: $0,15 \pm 0,080$) fueron menores que las de los bovinos de las UP del sur (municipios de Medellín y Cotaxtla; UP5: $0,41 \pm 0,119$; UP1: $0,32 \pm 0,107$; UP6: $0,30 \pm 0,096$ y UP4: $0,25 \pm 0,097$). La razón de probabilidades indicó que los bovinos de las UP del norte tienen 5,9 veces menos

riesgo ($P < 0,01$) de ser seropositivos a *N. caninum* que los de las UP del sur de la zona centro del estado de Veracruz. No se encontró diferencia ($P < 0,05$) en la TG de vacas seropositivas y seronegativas. Se encontraron anticuerpos contra *N. caninum* en todas las UP de los tres Municipios. Se concluye que los bovinos de la región centro del estado de Veracruz presentan anticuerpos contra *N. caninum*, donde la UP y la ubicación geográfica (norte o sur) son factores que influyeron la SP de neosporosis. El estatus zoonosario no influyó la TG.

Palabras clave: Bovinos; neosporosis; tasa de gestación; seroprevalencia; México.

ABSTRACT

Although bovine neosporosis causes reproductive, productive and economic losses in livestock around the world, there is no treatment or immunogen capable of healing or preventing this disease. It is important to investigate the seroprevalence (SP) of neosporosis due to the frequent purchase of breeding stock without knowing its health status and poor hygiene practices and handling during milking in production units (PU) with greater or less technification. The objectives were to determine the SP of neosporosis in bovine (*Bos taurus* x *Bos indicus*) PU from three Municipalities of the center zone of the State of Veracruz, Mexico, and to determine whether the pregnancy rate (PR) is affected by the SP of neosporosis. In 2013, a blood serum analysis for neosporosis detection was applied to 139 cows from seven PU with an ELISA test kit (IDEXX Laboratories). The SP of neosporosis was coded as 1 when the cow resulted seropositive; otherwise, it was coded as 0. The statistical analysis for the SP of neosporosis was carried out with the GENMOD procedure of SAS, considering a logit link function for the binomial distribution. The PR was coded as 1 when a cow was diagnosed pregnant; otherwise, it was coded as 0. The analysis for PR was also

performed with the GENMOD procedure of SAS, assuming a logit link function. The statistical model included the effects of zoo-sanitary status (*i.e.* seropositive/seronegative to *Neospora caninum*) and PU. The PU variable affected ($P < 0.05$) the SP of neosporosis. The SP of neosporosis of the bovines from the PU located in the north (San Rafael Municipality; PU2: 0.03 ± 0.035 ; PU7: 0.10 ± 0.067 and PU3: 0.15 ± 0.080) were lower than those from the PU located in the south (Medellín and Cotaxtla Municipalities; PU5: 0.41 ± 0.119 ; PU1: 0.32 ± 0.107 ; PU6: 0.30 ± 0.096 ; and PU4: 0.25 ± 0.097). The odds ratios indicated that the bovines from the PU located in the north had 5.9 times less risk ($P < 0.01$) of being seropositive to *N. caninum* than those from the PU located in the south of the central zone of the State of Veracruz. There was no difference ($P > 0.05$) in PR between seropositive and seronegative cows. *N. caninum* antibodies were found in all the PU of the three Municipalities of the central zone of the State of Veracruz. It is concluded that the bovines from the central region of the State of Veracruz have antibodies against *N. caninum*, where PU and geographical location (north or south) are factors that influenced the SP of neosporosis. The zoo-sanitary status did not influence PR.

Key words: Cattle; neosporosis; pregnancy rate; seroprevalence; Mexico.

INTRODUCCIÓN

En México, las enfermedades reproductivas se encuentran dentro de las causas más importantes de las pérdidas económicas en la industria ganadera, debido a los costos por tratamiento, servicios veterinarios y disminución en la producción [1]. Entre estas enfermedades se encuentra la neosporosis, la cual causa pérdidas reproductivas, productivas y económicas en áreas ganaderas de todo el mundo; sin embargo, hasta ahora no existe un tratamiento o inmunógeno capaz de curarla o prevenirla en los bovinos [4]. La neosporosis fue descrita por primera vez en caninos (*Canis lupus familiaris*) como un síndrome neuromuscular causado por un protozoario intracelular, apicomplejo-coccidio, denominado *Neospora caninum* [14]. En bovinos (*Bos taurus* y *Bos indicus*), este coccidio no fue reconocido hasta 1989 [3]. Dicho agente fue posteriormente relacionado no sólo con la producción de abortos en bovinos [19], sino también con disminución de la producción de carne y leche [4]. El ciclo de este protozoario es heteroxeno e involucra tres fases parasitarias reconocidas: taquizoitos, bradizoitos y esporozoitos. Durante las dos primeras, este parásito se aloja en hospedadores intermediarios, entre los que se encuentran: bovinos, ovinos (*Ovis aries*), caprinos (*Capra aegagrus hircus*) y equinos (*Equus caballus*), donde *N. caninum* cumple la fase de reproducción asexual pudiendo desarrollar la enfermedad, que en los bovinos se caracteriza por aborto. Todo parece indicar que el perro actúa como hospedador definitivo, que al ingerir fetos, placenta y carne de animales portadores, ofrece la oportunidad para que el parásito cumpla la

fase sexual de su reproducción a nivel intestinal, produciendo ooquistes que se eliminan por heces, contaminando pastos y aguas, con la posibilidad de infestar bovinos. No se descarta que otras especies de carnívoros como zorro (*Vulpes vulpes*), coyote (*Canis latrans*) y mapache (*Procyon lotor*) puedan jugar el mismo papel que el perro.

En los bovinos, esta enfermedad puede ocasionar abortos, mortalidad neonatal y nacimiento de crías con deficiencias neuromusculares, con un consecuente impacto negativo en el desempeño reproductivo de los hatos. Muchos abortos endémicos y esporádicos son resultado de la activación de una infección crónica, donde las vacas seropositivas a *N. caninum* tienen un enorme riesgo de abortar. Las vaquillas congénitamente infectadas tienen más posibilidad de riesgo de aborto durante su primera preñez, comparadas con vaquillas seronegativas, aunque el efecto de seropositividad es más marcado en vacas que han estado gestantes dos o más ocasiones. Las vacas seropositivas en un hato infectado tienen de dos a tres veces más riesgo de aborto que las vacas seronegativas [5]. Actualmente, los estudios de seroprevalencia (SP) y seropositividad contra *N. caninum* en bovinos provienen de varias partes del mundo y reportan resultados muy variables [3]. En México, la SP reportada de neosporosis es de 72% en ganado lechero, y a nivel de hato, el rango de SPs va de 10 a 100%, mientras que en ganado productor de carne la SP varía de 1,5 a 8,6% en el sureste de México [13]. Un estudio realizado para determinar la presencia de anticuerpos anti-*N. caninum* y ADN para identificar específicamente al parásito de *N. caninum* en muestras de sangre en ganado de doble propósito (DP) en la zona norte del estado de Veracruz, mostró una SP de 20,8%. El rango de SPs por Municipio fue de 8,2 a 39,4%, obtenidas en Tamiahua y Papantla, respectivamente [13]. Sin embargo, en el estado de Veracruz hace falta un mayor número de estudios en los que se identifiquen factores potenciales de riesgo, tales como la unidad de producción (UP), su ubicación y la relación que guarda el estatus sanitario con la tasa de preñez. Por lo anterior, los objetivos del presente trabajo fueron: 1) conocer algunos factores de riesgo que afectan la SP de neosporosis en UP bovinas de la zona centro del estado de Veracruz, y 2) determinar si la tasa de gestación (TG) es afectada por la SP de *N. caninum*.

MATERIALES Y MÉTODOS

Zona de estudio

El estudio se realizó durante el año 2013 en siete UP de los municipios de San Rafael, Medellín y Cotaxtla, ubicados en la zona centro del estado de Veracruz, México. El municipio de San Rafael se encuentra ubicado en los límites de la zona centro del Estado y a inicios de la zona norte en las coordenadas: paralelos $20^{\circ} 08'$ y $20^{\circ} 18'$ de LN; meridianos $96^{\circ} 46'$ y $97^{\circ} 02'$ de LO; altitud entre 10 y 100 msnm. Su clima es cálido húmedo con abundantes lluvias en verano (98%) y cálido subhúmedo con

lluvias en verano (2%), con un rango de temperatura de 24-26 °C y un rango de precipitación de 1400-1600 mm [8]. El municipio de Medellín se localiza en la zona centro del Estado, en las llanuras del sotavento, en las coordenadas: paralelos 18° 50' y 19° 09' de LN; los meridianos 96° 02' y 96° 16' de LO, altitud 5 y 60 msnm. Su clima es cálido subhúmedo con lluvias en verano, de mayor humedad (69%) y cálido subhúmedo con lluvias en verano, de humedad media (31%), con un rango de temperatura de 24-28 °C y una precipitación de 1100-1600 mm [8]. 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. Su clima es cálido subhúmedo con lluvias en verano, de humedad media (31%) con un rango de temperatura de 24-28 °C y una precipitación de 1100 mm. Sus coordenadas: entre los paralelos 18° 44' y 18° 59' LN; los meridianos 96° 11' y 96° 32' de LO; altitud 10 y 200 m. Su clima es cálido subhúmedo con lluvias en verano (100%; FIG. 1), con un rango de temperatura de 24-26 °C y una precipitación de 1100-1300 mm [8].

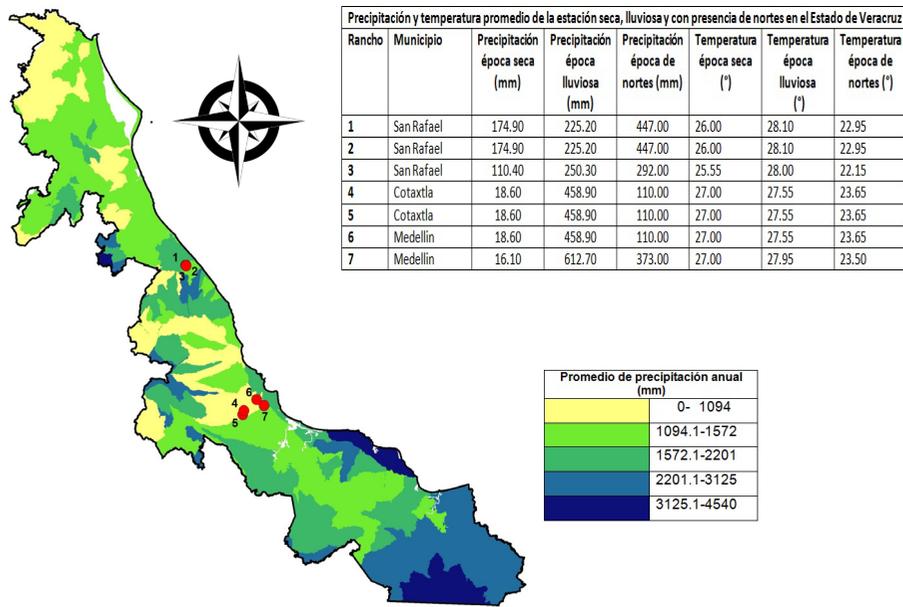


FIGURA 1. MAPA DE LA UBICACIÓN Y ZONA BIOGEOGRÁFICA DE LAS UNIDADES DE PRODUCCIÓN MUESTREADAS EN LA ZONA CENTRO DEL ESTADO DE VERACRUZ, MÉXICO.

Población y muestra

Considerando hatos de 100 vientres, se calculó el tamaño de muestra con la fórmula: $TM = (TP/2,25) \times (Nc - Fe)$; donde TM=tamaño de muestra, TP= tamaño de la población estudiada, 2,25= constante, Nc= nivel de confianza para inferir sobre la población, y Fe = SP esperada. El nivel de confianza y la SP esperada fueron 0,95 y 0,50, respectivamente [9]. Los bovinos fueron escogidos al azar en cada muestreo sanguíneo, seleccionando 139 hembras del total de animales de los siete ranchos de la zona centro del estado de Veracruz. En estas muestras se realizó el diagnóstico serológico de *N. caninum*. El diagnóstico reproductivo se realizó por medio de palpación rectal. A las hembras no gestantes se les dio seguimiento con tres palpaciones, con un intervalo de dos meses entre palpaciones, para detectar su preñez. Las hembras gestantes también se siguieron observando con la ayuda de los encargados de las UP, un monitoreo de su gestación hasta el parto o su interrupción por abortos o fetos nacidos muertos.

Toma de muestras

Se tomaron muestras sanguíneas de vacas cruzadas en cada UP. Las muestras de sangre, después de ser tomadas, se mantuvieron en refrigeración en una hielera con congelante hasta llegar al laboratorio. El suero de cada animal se contuvo en viales previamente identificados con el número del rancho y del animal; las muestras se conservaron en congelación a -20 °C hasta su análisis en un congelador tipo horizontal, con puerta sólida, marca CRIOTEC, modelo CTCC-25, México, con capacidad de 639,27 litros (Carretera a Villa de García Km. 2,5, Parque Industrial Finsa, Parque Industrial Diamante, 66350, Santa Catarina II, Nuevo León, México). Las muestras de sangre colectadas fueron centrifugadas a 3 G durante 10 minutos, en una centrífuga marca UNICO® Power Spin™ Centrifuge, modelo LX C856 de seis plazas (United Products & Instruments, Inc., 182 Ridge Road, Suite E, Dayton, NJ, 08810, EUA) para la separación del suero sanguíneo, el cual se identificó y se conservó a -20 °C hasta su análisis de laboratorio. De acuerdo al diagnóstico, los resultados se tomaron como referencia de la SP de esta enfermedad y del estatus zoonosario (seropositivo/seronegativo a *N. caninum*) de los bovinos de los hatos muestreados de la zona centro del estado de Veracruz.

Ensayos inmunoenzimáticos

El diagnóstico serológico se hizo mediante la prueba de ELISA (Enzyme Linked Immuno Sorbent Assay), usando un kit comercial (Laboratorios IDEXX, EUA) con reactivo para la detección de anticuerpos contra *N. caninum*. La técnica de ELISA es un inmunoensayo enzimático indirecto, diseñado para detectar anticuerpos específicos en muestras de suero, plasma o leche. Los anticuerpos en la muestra se unen al antígeno de la placa. El material no ligado se eliminó mediante un lavado. El complejo antígeno-anticuerpo se detectó mediante un conjugado peroxidasa de rábano. El resto del conjugado se eliminó mediante el lavado de la placa y se añadió una solución de sustrato/cromógeno. En

presencia de la enzima, el sustrato se convierte en un producto que reacciona con el cromógeno, generando una coloración azul. La absorbancia se midió en un espectrofotómetro (marca BioTek, modelo ELX800, BioTek Instruments, Inc., EUA) a una longitud de onda única de 450 nm [A (450)], o a una longitud de onda dual de 450 nm y 650 nm [A (450/650)]. El desarrollo de color indicó la presencia de anticuerpos en la muestra (seropositivo) [15].

Análisis estadísticos y factores de riesgo

Los grupos de estudio fueron: 1) hembras gestantes (n= 70) y 2) hembras no gestantes (n= 69), de uno a más partos, sin que se conociera específicamente el número de ellos, ya que el ganadero no contaba con dicha información. La SP de neosporosis se codificó como 1, cuando la hembra resultó seropositiva a la prueba de ELISA; por el contrario, la SP se codificó como 0, cuando la hembra resultó seronegativa. Se realizó un análisis de regresión logística en un diseño completamente al azar, donde el factor de riesgo fue la variable UP. Como producto de este análisis, se realizó un contraste ortogonal para comparar la SP promedio de las UP ubicadas al norte (municipio de San Rafael) con la SP promedio de las UP ubicadas al sur (municipios de Medellín y Cotaxtla) de la zona centro del estado de Veracruz. Los análisis de SP se llevaron a cabo con el procedimiento GENMOD (PROC GENMOD) del paquete SAS [18], considerando la liga logit para la distribución binomial. De manera similar, la TG se registró como 1, cuando una vaca resultó gestante a la palpación rectal; en caso contrario, se codificó como 0. El análisis de la TG también se realizó con el procedimiento GENMOD de SAS [18], asumiendo una liga logit, para determinar si la SP influye la TG. En este último análisis, el modelo estadístico incluyó los factores de riesgo estatus zoonosario (*i.e.* seropositiva/seronegativa a *N. caninum*) y UP.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La variable UP resultó ser un factor de riesgo significativo ($P < 0,05$) para la SP de neosporosis. Este resultado se atribuye a que las UP localizadas al sur de la zona centro del estado de Veracruz se caracterizan por un deficiente manejo sanitario del ordeño, pudiendo encontrarse en éstas, durante el estudio y previo a él, un gran número de perros, aves de corral, gatos (*Felis catus*) e incluso excremento de fauna silvestre en las instalaciones, como comederos y piso de las áreas de ordeño.

En la TABLA I se presentan las SP de neosporosis y sus intervalos de confianza al 95% por UP. Dichas SP fueron desde 3% (UP 2) hasta 41% (UP 5), con una SP promedio de 22,3%. Ninguno de los intervalos de confianza incluyó el cero, por lo que las SPs de neosporosis de las siete UP ubicadas en la zona centro del estado de Veracruz fueron realmente mayores que cero.

TABLA I
MEDIAS DE SEROPREVALENCIA DE *Neospora caninum* Y SUS ERRORES ESTÁNDAR POR UNIDAD DE PRODUCCIÓN

Unidad de producción	Municipio	Seroprevalencia
1	Cotaxtla	0,32 ± 0,107 (0,15 - 0,55) ^a
2	San Rafael	0,03 ± 0,035 (0,00 - 0,30)
3	San Rafael	0,15 ± 0,080 (0,05 - 0,38)
4	Medellín	0,25 ± 0,097 (0,11 - 0,48)
5	Cotaxtla	0,41 ± 0,119 (0,21 - 0,65)
6	Medellín	0,30 ± 0,096 (0,15 - 0,52)
7	San Rafael	0,10 ± 0,067 (0,03 - 0,32)

^aEntre paréntesis el intervalo de confianza al 95%.

Los resultados obtenidos en el presente trabajo muestran que la neosporosis se encuentra presente en todas las UP de los tres Municipios muestreados en la zona centro del estado de Veracruz. El factor de riesgo estudiado indicó que el ganado de las UP ubicadas al sur, municipios de Medellín y Cotaxtla, tienen 5,9 veces más probabilidad de ser seropositivo a *N. caninum* ($P < 0,01$) que el de las UP ubicadas al norte de la zona centro de Veracruz, municipio de San Rafael (TABLA II). En otras palabras, debido a que la SP de *N. caninum* fue casi 6 veces mayor en los municipios de Medellín y Cotaxtla que en el de San Rafael, se pudo confirmar que las UP ubicadas al sur, tienen un peor estatus zoonosanitario, que posiblemente es debido a un menor control en la realización de pruebas para diagnosticar animales positivos a *N. caninum*, antes de adquirirlos e introducirlos a sus hatos, así como un nulo control de fauna doméstica, feral o silvestre en sus instalaciones.

TABLA II
MEDIAS DE SEROPREVALENCIA DE *Neospora caninum* POR UBICACIÓN DE LAS UNIDADES DE PRODUCCIÓN

Ubicación	Municipio	Seroprevalencia
Norte del estado de Veracruz	San Rafael	0,09 ^a (0,03 - 0,33)
Sur del estado de Veracruz	Cotaxtla y Medellín	0,32 ^b (0,16 - 0,46)

^{a,b}Diferentes literales indican significancia estadística ($P < 0,05$); entre paréntesis el intervalo de confianza al 95%.

La SP máxima de neosporosis obtenida en el presente trabajo fue mayor a las reportadas por Meléndez y col. [11], quienes encontraron en ganado lechero del estado de Aguascalientes, México, una SP de neosporosis de 35,1%. Montiel [12], por su parte, encontró en la zona centro del estado de Veracruz una SP de 15,46%. Romero [16] y Romero-Salas y col. [17] encontraron una SP de neosporosis de 27,1% en la zona centro, de 20,9% en la zona norte y de 26,1% en la zona sur del estado de Veracruz. Martínez [10] reportó que Municipios de la zona sur del estado de Veracruz presentaron una SP de neosporosis de 30,36%. Por el contrario, García-Vázquez y col. [6] encontraron una SP más baja (8,6%) en bovinos del estado de Veracruz.

Para neosporosis no se puede implementar un protocolo de vacunación, porque aún no se cuenta con un biológico que desarrolle de manera eficaz una respuesta inmune en el animal, por lo que solo se puede prevenir y controlar realizando un diagnóstico serológico, monitoreando animales de reemplazo provenientes de otras UP, y teniendo un control sobre perros que

sirven como reservorio de la enfermedad, evitando su estadia en la UP [5,10,13], así como desechando el calostro de vacas positivas, eliminando restos de fetos y placentas [16] y también eliminando gradualmente animales seropositivos, comenzando con vacas que hayan abortado [12].

Las razones de probabilidades para la SP de *N. caninum* se muestran en la TABLA III. La razón de probabilidades, conocida también como razón de momios, de posibilidades, de oportunidades o de ventaja, es la probabilidad de que un evento suceda contra la de que no suceda bajo ciertas condiciones, dividida por la razón de probabilidades de que dicho evento suceda contra la de que no suceda, bajo las condiciones complementarias u opuestas. Las razones de SPs (o razones de momios) para neosporosis fueron significativas ($P < 0,05$) para las comparaciones entre las UP 2 y 1, 2 y 5, 2 y 6, y 5 y 7. La SP de neosporosis en las UP 1, 5 y 6 fue 0,06, 27,3 y 17,5 veces mayor ($P < 0,05$), respectivamente, que en la UP 2; la SP de la UP 5 fue 0,16 veces mayor ($P < 0,05$) que la SP de la UP 7.

TABLA III
RAZONES DE MOMIOS PARA LA SEROPREVALENCIA DE *Neospora caninum*

UP ^a	1 ^b	2	3	4	5	6
2	0,06 ± 0,08 ^b					
3	0,38 ± 0,30	6,90 ± 11				
4	0,72 ± 0,51	13,0 ± 20	1,90 ± 1,50			
5	1,50 ± 1,10	27,3 ± 47 ^b	4,00 ± 3,20	2,10 ± 1,50		
6	0,95 ± 0,64	17,1 ± 26 ^b	2,50 ± 1,90	1,30 ± 0,90	0,63 ± 0,42	
7	0,24 ± 0,22	4,30 ± 7,0	0,63 ± 0,61	0,33 ± 0,30	0,16 ± 0,14 ^b	0,25 ± 0,22

^aUnidad de producción.

^bRazones significativas a una $P < 0,05$.

En contraste con lo sucedido en el análisis de la SP de neosporosis, los factores de riesgo estatus zoonosanitario de la vaca y UP no afectaron ($P>0,05$) la TG (TABLA IV). Por un lado, esto significa que las vacas seropositivas a neosporosis tuvieron una TG similar a la de las vacas seronegativas, a pesar de observarse una tendencia de mayor TG (10 puntos porcentuales más) en las vacas seronegativas; por otro lado, esto significa que

las UP tuvieron TG similares. Es posible que debido a que en estas UP los animales se encuentran en contacto con el agente causal durante ya varios años de exposición, los animales convivan con la enfermedad, y al verse inmunodeprimidos por alguna causa, las pérdidas de la gestación aumenten a más de un 50%. La media general de la TG de las siete UP fue 48,28% (TABLA IV).

TABLA IV
TASAS DE GESTACIÓN PROMEDIO Y SUS ERRORES ESTÁNDAR POR ESTATUS ZOOSANITARIO DE LA VACA Y UNIDAD DE PRODUCCIÓN

	Tasa de gestación promedio
Estatus zoonosanitario	
Seronegativa	0,53 ± 0,049 ^a (0,44 - 0,62)
Seropositiva	0,43 ± 0,094 ^a (0,27 - 0,62)
Unidad de producción	
1	0,51 ± 0,117 ^a (0,29 - 0,72)
2	0,46 ± 0,106 ^a (0,27 - 0,66)
3	0,44 ± 0,117 ^a (0,24 - 0,67)
4	0,58 ± 0,121 ^a (0,34 - 0,79)
5	0,45 ± 0,123 ^a (0,24 - 0,69)
6	0,48 ± 0,115 ^a (0,27 - 0,69)
7	0,46 ± 0,120 ^a (0,25 - 0,69)

^aLas tasas de gestación promedio no son diferentes ($P>0,05$); entre paréntesis el intervalo de confianza al 95%.

Existen reportes en los que se atribuye hasta un 50% de las fallas reproductivas en bovinos a enfermedades de la reproducción; la incidencia de estas enfermedades representa un aspecto limitante de la eficiencia reproductiva de los hatos ganaderos [2]. Por otra parte, un estudio sobre la tasa de preñez en ganado de DP, obtenida de los dos principales riesgos que afectan la reproducción en bovinos, la detección de estros y la fertilidad para monitorear la eficiencia reproductiva, mostró que las mayores tasas de preñez se presentaron ($P<0,01$) en las UP con manejo mejorado (52,3%), comparadas con las UP tradicionales (47,3%) [7]. La baja eficiencia reproductiva en los sistemas de DP, con tan solo la mitad de las hembras produciendo, junto con altas prevalencias de enfermedades como la neosporosis, asociadas con otras enfermedades reproductivas, dará como resultado la desaparición paulatina de sistemas tradicionales poco tecnificados del trópico mexicano.

CONCLUSIONES

Existen anticuerpos contra *N. caninum* en el ganado bovino de la zona centro del estado de Veracruz. La SP de neosporosis dependió de la UP y la ubicación geográfica, encontrándose diferencias substanciales entre ranchos. Además, los bovinos de las UP del sur tuvieron más probabilidad de ser seropositivos a *N. caninum* que los de las UP del norte de la zona centro del estado de Veracruz. Sin embargo, no se encontró un efecto significativo del estatus zoonosanitario sobre la TG de dichos bovinos.

AGRADECIMIENTO

Se agradece al FORDECYT por el financiamiento para realizar esta investigación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] ANDERSON, M. Procedimiento de diagnóstico del aborto en ganado vacuno. **Rev. Prod. Anim.** 156:12-32. 2000.
- [2] CAMPERO, C.M. Pérdidas ocasionadas por las enfermedades venéreas de los bovinos. **Idia** Buenos Aires. 21(2):127-131. 2002.
- [3] DUBEY, J.P.; BUXTON, D.; WOUDA, W. Pathogenesis of bovine neosporosis. **J. Comp. Pathol.** 134:267-289. 2006.
- [4] DUBEY, J.P.; CARPENTER, J.L.; SPEER, C.A.; TOPPER, M.J.; UGGLA, A. Newly recognized fatal protozoan disease of dogs. **J. Am. Vet. Med. Assoc.** 192:1269-1285. 1988.
- [5] ESCALONA, J.; GARCÍA, F.; ORTELIO, M.; VARGAS, F. Factores de riesgo asociados a la seroprevalencia de neosporosis bovina en el municipio Bolívar del estado Yaracuy, Venezuela. **Zoot. Trop.** 28(2):201-212. 2010.
- [6] GARCÍA-VÁZQUEZ, Z.; ROSARIO-CRUZ, R.; MEJIA-ESTRADA, F.; RODRÍGUEZ-VIVAS, I.; ROMERO-SALAS, D.; FERNÁNDEZ-RUVALCABA, M.; CRUZ-VÁZQUEZ, C. Seroprevalence of *Neospora caninum* antibodies in beef cattle in three southern states of Mexico. **Trop. Anim. Health Prod.** 41(5):749-753. 2009.

- [7] GONZÁLEZ-STAGNARO, C.; MADRID-BURY, N.; GOICOCHEA-LLAQUE, J. Análisis de la tasa de preñez en vacas doble propósito. **Rev. Científ. FCV-LUZ**. XIII (6):440-447. 2003.
- [8] INSTITUTO NACIONAL PARA EL FEDERALISMO Y EL DESARROLLO MUNICIPAL (INFDM). 2009 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. En línea: <http://www.e-local.gob.mx/work/templates/enciclo/veracruz/>. 05/11/2012.
- [9] MATEU, E.; CASAL, J. Tamaño de muestra. **Rev. Epid. Med. Prevent.** 3(1):8-14. 2003.
- [10] MARTÍNEZ, H. Seroprevalencia de la neosporosis bovina en los municipios de Agua Dulce, Ixhuatlán del Sureste, Cosoleacaque y Acayucan ubicados en la zona sur del estado de Veracruz, México. Universidad Veracruzana, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Veracruz, México. Tesis de Grado. 54 pp. 2008.
- [11] MELÉNDEZ, R.; VALDIVIA, A.; RANCEL, E.; DÍAZ, E.; SEGURA, J.; GUERRERO, A. Factores de riesgo asociados a la presencia de aborto y desempeño reproductivo en ganado lechero de Aguascalientes, México. **Rev. Mex. Cien. Pec.** 1(4):391-401. 2010.
- [12] MONTIEL, T. Seroepidemiología de la neosporosis bovina en los municipios de Tierra Blanca, Tres Valles y Juan Rodríguez Clara de la zona centro del estado de Veracruz, México. Universidad Veracruzana, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Veracruz, México. Tesis de Grado. 52 pp. 2008.
- [13] MONTIEL, T.; ROMERO, D.; GARCÍA, Z.; MEDINA, L.; CRUZ, C. Neosporosis bovina en ranchos de la zona norte del estado de Veracruz, México. **Trop. Subtrop. Agroecosyst.** 13:469-479. 2011.
- [14] MCALLISTER, M.M.; DUBEY, D.S.; JOLLEY, W.R.; WILLS, R.A.; MCGUIER, A.M. Rapid communication: Dogs are definitive hosts of *Neospora caninum*. **Int. J. Parasitol.** 28(9):1473-1479. 1998.
- [15] PÉREZ, P.J.M.; PÉREZ, A.B. Técnica de ELISA (Enzyme Linked Immuno Sorbent Assay). Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de Estudios Superiores Zaragoza. Laboratorio de Inmunología L-121, Campus I. Pp. 1-7. 2009.
- [16] ROMERO, S.D. Enfermedades que causan abortos en la ganadería bovina. Universidad Veracruzana, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Veracruz, México. Folleto Técnico N°. 1. 44 pp. 2012.
- [17] ROMERO-SALAS, D.; GARCÍA-VÁZQUEZ, Z.; MONTIEL-PALACIOS, F.; MONTIEL-PEÑA, T.; AGUILAR-DOMÍNGUEZ, M.; MEDINA-ESPARZA, L.; CRUZ-VÁZQUEZ, C. Seroprevalence of *Neospora caninum* antibodies in cattle in Veracruz, Mexico. **J. Anim. Vet. Adv.** 9(10):1445-1451. 2010.
- [18] STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM INSTITUTE (SAS). Versión 8.1. 2001.
- [19] THILSTED, J.P.; DUBEY J.P. Neosporosis-like abortions in a herd of dairy cattle. **J. Vet. Diagn. Invest.** 1:205-209. 1989.