

Original

Prevalencia de anticuerpos séricos bovinos contra *Neospora caninum* en las zonas Central y Sur del Golfo de México

Juan P. Zárate-Martínez¹  Ph.D.; Jorge V. Rosete-Fernández²  M.Sc.; Guadalupe A. Socci-Escatell³  M.Sc.; Abraham Fragoso-Islas²  M.Sc.; Sara Olazarán-Jenkins²  M.Sc.; Lorenzo Granados-Zurita⁴  M.Sc.; Ángel Ríos-Utrera^{1*}  Ph.D.

¹Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), Centro de Investigación Regional Golfo-Centro, Campo Experimental La Posta. Km. 22.5 carretera federal Veracruz-Córdoba, Paso del Toro, Medellín, Veracruz, México.

²Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), Centro de Investigación Regional Golfo-Centro, Sitio Experimental Las Margaritas. Km. 18.5 carretera Hueytamalco-Tenampulco, Hueytamalco, Puebla, México.

³Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Salud e Inocuidad Animal. Km. 15.5 carretera federal México-Toluca, Palo Alto, Ciudad de México, México.

⁴Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), Centro de Investigación Regional Golfo-Centro, Campo Experimental Huimanguillo. Km. 1 carretera federal Huimanguillo-Cárdenas, Huimanguillo, Tabasco, México.

*Correspondencia: rios.angel@inifap.gob.mx.

Recibido: Abril 2020; Aceptado: Agosto 2020; Publicado: Noviembre 2020.

RESUMEN

Objetivo. Determinar la prevalencia de anticuerpos contra *Neospora caninum* (PAS) en bovinos carne y doble propósito de las zonas Central y Sur del Golfo de México, así como evaluar su asociación con el estatus reproductivo (ER) de la vaca (gestante, no gestante). **Materiales y métodos.** Se colectaron muestras de sangre de 422 vacas. Los anticuerpos se detectaron con una prueba comercial de ELISA. La PAS se analizó con un modelo de regresión logística que incluyó estado, municipio anidado en estado, y rancho anidado en municipio. **Resultados.** Los estados de Tabasco, Puebla y Veracruz tuvieron similar PAS ($p>0.05$). La PAS promedio de los tres estados fue 24.0%. La PAS varió de 7.8 a 43.3% entre municipios. En Puebla, la PAS en los bovinos del municipio de San José Acateno fue más de dos veces mayor que en los bovinos de los municipios de Hueytamalco y Nauzontla ($p<0.05$). En Tabasco, los municipios de Cunduacán, Huimanguillo y Ranchería El Puente mostraron similar ($p>0.05$) PAS. En Veracruz, las vacas de los municipios de Cotaxtla y Medellín de Bravo presentaron mayor ($p<0.05$) PAS que las del municipio de San Rafael. El ER de las hembras seropositivas fue similar ($p>0.05$) al de las seronegativas. **Conclusiones.** Los tres estados tuvieron similar PAS. Todos los hatos tuvieron anticuerpos contra *N. caninum*, sugiriendo que este parásito está ampliamente distribuido en los tres estados. Además, existió gran variación entre hatos y entre municipios; finalmente, la presencia de anticuerpos contra *N. caninum* no estuvo asociada al ER de la vaca.

Palabras clave: Anticuerpos séricos; clima tropical; estatus reproductivo; frecuencia; Neosporosis; vacas (*Fuente: CAB*).

ABSTRACT

Objective. To determine the prevalence of antibodies against *Neospora caninum* (PSA) in beef and dual-purpose cattle from the Central and Southern Gulf of Mexico regions, as well as to evaluate its

Como citar (Vancouver).

Zárate-Martínez JP, Rosete-Fernández JV, Socci-Escatell GA, Fragoso-Islas A, Olazarán-Jenkins S, Granados-Zurita L, Ríos-Utrera Á. Prevalencia de anticuerpos séricos bovinos contra *Neospora caninum* en las zonas Central y Sur del Golfo de México. Rev MVZ Córdoba. 2021; 26(1):e1996. <https://doi.org/10.21897/rmvz.1996>



©El (los) autor (es), Revista MVZ Córdoba 2020. Este artículo se distribuye bajo los términos de la licencia internacional Creative Commons Attribution 4.0 (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>), que permite a otros distribuir, remezclar, retocar, y crear a partir de su obra de modo no comercial, siempre y cuando den crédito y licencien sus nuevas creaciones bajo las mismas condiciones.

association with the reproductive status (RS) of the cow (pregnant, not pregnant). **Materials and methods.** Blood samples were taken from 422 cows. Antibodies were detected with a commercial ELISA kit. PSA was analyzed with a logistic regression model that included state, township nested within state, and ranch nested within township. **Results.** The states of Tabasco, Puebla and Veracruz had similar PSA ($p>0.05$). The mean PSA for the three states was 24.0%. The PSA varied from 7.8 to 43.3% across townships. In Puebla, the PSA in cattle from San José Acateno township was more than two-fold greater than that in cattle from Hueytamalco and Nauzontla townships ($p<0.05$). In Tabasco, Cunduacán, Huimanguillo and Ranchería El Puente townships showed similar ($p>0.05$) PSA. In Veracruz, cows from Cotaxtla and Medellín de Bravo townships presented higher ($p<0.05$) PSA than those from San Rafael township. The RS of seropositive females was similar ($p>0.05$) to that of seronegative females. **Conclusions.** The three states had similar PSA. All the herds had antibodies against *N. caninum*, suggesting that this parasite is amply distributed in the three states. In addition, great variation existed among herds and among townships; finally, the presence of *N. caninum* antibodies was not associated with the RS of the cow.

Keywords: Cows; frequency; Neosporosis; serum antibodies; reproductive status; tropical climate (*Source: CAB*).

INTRODUCCIÓN

Como en otros países, recientemente se ha reportado que *Neospora caninum* es un importante agente patógeno que está presente en hatos bovinos lecheros (1,2), de carne (3,4) y de doble propósito (5,6) del territorio mexicano. Aunque todos los estudios mexicanos disponibles en la literatura incluyen bovinos de solo la mitad de los estados de México, éstos han revelado importantes aspectos relacionados con este parásito coccidio.

La literatura científica indica que *N. caninum* está abundantemente distribuido en los estados mexicanos de Hidalgo (1,7,8), Guanajuato (8), Estado de México (1,9) y Querétaro (1,8), y que estos estados tienen considerables niveles de prevalencia de anticuerpos séricos bovinos contra este parásito intracelular obligado, con valores promedio entre 53 y 60%.

Otro aspecto importante es que en muchos hatos bovinos mexicanos se ha encontrado que la seropositividad a *N. caninum* está asociada a aborto. Por ejemplo, se observó una fuerte correlación entre seropositividad a *N. caninum* y aborto en 50 hatos bovinos en varios estados de México (1). En un estudio realizado en Aguascalientes, México, la seroprevalencia en vacas que abortaron fue 21% mayor que en vacas que no abortaron (2). En un estudio más reciente, investigadores mexicanos encontraron ADN de *N. caninum* en un feto abortado (9).

Sin embargo, la mayoría de los estudios mexicanos sobre la prevalencia de anticuerpos séricos contra *N. caninum* y su asociación con

la falla reproductiva se ha realizado con vacas Holstein de hatos lecheros del altiplano mexicano (1,2,7,9,10,11,12,13). En contraste, estudios mexicanos relacionados con la prevalencia de anticuerpos séricos contra *N. caninum* en bovinos de carne y doble propósito criados en condiciones tropicales y/o subtropicales de México son escasos (5,6).

Con base en la información mencionada previamente, el objetivo de la presente investigación fue determinar la prevalencia de anticuerpos séricos contra *N. caninum* en bovinos de carne y doble propósito de las zonas Central y Sur del Golfo de México, así como evaluar su asociación con el estatus reproductivo de la vaca.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización. El estudio se realizó de marzo del 2011 a diciembre del 2015 en 24 ranchos. Siete ranchos se localizaron en tres municipios de los estados de Veracruz (Medellín de Bravo, Cotaxtla y San Rafael); once ranchos se localizaron en cinco municipios del estado de Puebla (Nauzontla, Ayotoxco de Guerrero, San José Acateno, Hueytamalco y Xochitlán); y seis ranchos se localizaron en tres municipios del estado de Tabasco (Huimanguillo, Cunduacán y Ranchería el Puente). Once ranchos se dedicaban a la producción de leche y becerros (sistema doble propósito) y trece ranchos se dedicaban a la producción de becerros (sistema vaca-cría).

Animales. El estudio incluyó vacas puras Brahman (N=20) y cruzadas *Bos taurus* x *Bos indicus* (N=402) con uno o más partos.

Debido a restricciones económicas y al hecho de que las vacas presentan mayor prevalencia de anticuerpos séricos contra *N. caninum* comparadas con becerros y vaquillas, el presente estudio solo incluyó vacas adultas. Las vacas permanecen más tiempo en el hato; por lo tanto, tienen mayor probabilidad de infectarse con diversos agentes patógenos. Ninguna vaca presentó signos clínicos de enfermedad durante el estudio.

Manejo general de los hatos. Las vacas se mantuvieron en un sistema de pastoreo rotacional. En ambos sistemas de producción, doble propósito y vaca-cría, los becerros se destetaron entre 7 y 9 meses de edad. Los hatos estaban oficialmente libres de *Brucella abortus* (brucelosis) y *Mycobacterium bovis* (tuberculosis). El estatus reproductivo (gestante, no gestante) de cada hembra se diagnosticó, por palpación rectal, el mismo día que se colectaron las muestras de sangre; sin embargo, no fue posible realizar tal diagnóstico en los hatos del estado de Tabasco.

Selección de ranchos y tamaño de muestra. Los ranchos se seleccionaron con base en un muestreo no probabilístico por conveniencia, de acuerdo con el interés de los ganaderos de participar en el presente estudio. Por otro lado, el tamaño de muestra se calculó de acuerdo con el presupuesto del estudio, por lo tanto, no todas las vacas de cada rancho se muestrearon; sin embargo, por lo menos 12 vacas se seleccionaron en cada uno. Dentro de cada rancho, las vacas se seleccionaron mediante selección aleatoria simple.

Muestreo sanguíneo y colección de suero. El muestreo sanguíneo (alrededor de 10 ml por vaca) se realizó mediante punción de la vena coccígea usando tubos vacutainer sin anticoagulante. Las muestras de sangre se transportaron inmediatamente al laboratorio en hieleras. Después de la formación del coágulo, los sueros se obtuvieron por centrifugación de la sangre a 1000 g durante 15 minutos. Finalmente, los sueros se preservaron en tubos de poli-estireno a -20°C hasta que se realizó la subsecuente detección de anticuerpos contra *N. caninum*.

Prueba serológica. Los anticuerpos séricos contra *N. caninum* se detectaron con la prueba de ELISA indirecta, usando la prueba comercial CIVTEST BOVIS NEOSPORA (Laboratorios HIPRA; Girona, España), siguiendo las especificaciones del fabricante. El valor de densidad óptica de

cada muestra de suero analizada se determinó con un espectrofotómetro (BioTek Instruments, Inc., Winooski, VT, USA) a 405 nanómetros.

Variables. Se analizaron dos variables de respuesta: prevalencia de anticuerpos séricos contra *N. caninum* y estatus reproductivo de la vaca. Ambas se consideraron variables binarias. La primera se registró como 1 cuando se detectaron anticuerpos contra *N. caninum*; en el caso contrario, ésta se registró como 0. La segunda variable binaria se registró como 1 cuando una vaca se diagnosticó gestante; en el caso contrario (vaca no gestante), ésta se registró como 0.

Análisis estadísticos. Las dos variables dependientes se analizaron con el procedimiento GENMOD de SAS (14). Para prevalencia de anticuerpos séricos contra *N. caninum*, el modelo de regresión logística incluyó los efectos de estado, municipio anidado en estado, y rancho anidado en municipio. Para estatus reproductivo de la vaca, el modelo estadístico incluyó estatus sanitario de la vaca (seropositiva o seronegativa), estado, y municipio anidado en estado. El estatus sanitario de la vaca denotó si una vaca tuvo anticuerpos séricos contra *N. caninum* o no. En la declaración del modelo del procedimiento GENMOD, se especificó una distribución binomial y una función liga logit. En ambos análisis de regresión logística, el criterio de convergencia fue 10^{-8} . Las diferencias entre las medias de cuadrados mínimos se probaron con la opción PDIFF del procedimiento previamente mencionado.

RESULTADOS

Los niveles de probabilidad de los efectos fijos para prevalencia de anticuerpos contra *N. caninum* se presentan en la Tabla 1. Estado no mostró efecto significativo ($p > 0.05$), indicando que los estados de Tabasco, Puebla y Veracruz tuvieron similares prevalencias; en contraste, municipio anidado en estado y rancho anidado en municipio fueron fuentes de variación altamente significativas ($p > 0.01$) para prevalencia de anticuerpos séricos contra *N. caninum*.

La Tabla 2 muestra las medias de cuadrados mínimos, errores estándar e intervalos de confianza al 95% para prevalencia de anticuerpos séricos contra *N. caninum*, por estado. La prevalencia promedio de anticuerpos séricos para los tres estados evaluados fue 24.0%.

Tabla 1. Grados de libertad (gl), valores de Chi-cuadrada y niveles de probabilidad de los efectos incluidos en el modelo estadístico para analizar prevalencia de anticuerpos séricos bovinos contra *N. caninum*.

Efecto	gl	Chi-cuadrada	Probabilidad
Estado	2	0.75	0.6864
Municipio anidado en estado	8	32.59	<0.0001
Rancho anidado en municipio	13	31.57	0.0028

Tabla 2. Medias de cuadrados mínimos, errores estándar e intervalos de confianza al 95% para prevalencia (%) de anticuerpos séricos bovinos contra *N. caninum*, por estado.

Estado	Media	Límite inferior	Límite superior
Puebla	26.0 ± 4.9 ^a	17.5	36.8
Tabasco	23.8 ± 6.9 ^a	12.8	39.8
Veracruz	22.3 ± 4.0 ^a	15.4	31.1

^aMedias con la misma literal no son diferentes ($p > 0.05$).

Las medias de cuadrados mínimos, errores estándar e intervalos de confianza al 95% para prevalencia de anticuerpos séricos contra *N. caninum*, por municipio, se presentan en la Tabla 3. La prevalencia de anticuerpos séricos contra *N. caninum* varió de 7.8 (municipio de San Rafael) a 43.3% (municipio de San José Acateno) entre municipios.

Tabla 3. Medias de cuadrados mínimos, errores estándar e intervalos de confianza al 95% para prevalencia (%) de anticuerpos séricos bovinos contra *N. caninum*, por municipio.

Municipio	Media	Límite inferior	Límite superior
Estado de Puebla			
Ayotoxco de Guerrero	20.0 ± 8.9 ^{abc}	7.7	42.8
Hueytamalco	17.1 ± 4.3 ^{bc}	10.2	27.2
Nauzontla	15.4 ± 10.0 ^{bc}	3.9	45.1
San José Acateno	43.3 ± 6.4 ^a	3.1	56.0
Xochitlán	42.9 ± 18.7 ^{ab}	14.4	77.0
Estado de Tabasco			
Cunduacán	16.7 ± 10.8 ^{bc}	4.2	47.7
Huimanguillo	40.6 ± 8.0 ^{ab}	26.3	56.7
Ranchería El Puente	18.2 ± 11.6 ^{abc}	4.6	50.7
Estado de Veracruz			
Cotaxtla	32.2 ± 7.9 ^{ab}	18.9	49.1
Medellín de Bravo	36.8 ± 7.9 ^{ab}	23.1	53.1
San Rafael	7.8 ± 3.5 ^c	3.2	18.2

^{a,b,c}Medias con diferente literal son diferentes ($p < 0.05$).

En el estado de Puebla, la prevalencia de anticuerpos séricos contra *N. caninum* en bovinos del municipio de San José Acateno fue más de dos veces mayor que en bovinos de los municipios de Hueytamalco y Nauzontla

($p < 0.05$), pero tuvieron similar prevalencia a la de los bovinos de los municipios de Ayotoxco de Guerrero y Xochitlán ($p > 0.05$). Los bovinos de los municipios de Hueytamalco, Ayotoxco de Guerrero, Xochitlán y Nauzontla tuvieron similares ($p > 0.05$) prevalencias de anticuerpos séricos contra *N. caninum*.

En el estado de Tabasco, los bovinos de los municipios de Huimanguillo, Cunduacán y Ranchería El Puente tuvieron similares ($p > 0.05$) prevalencias de anticuerpos séricos contra *N. caninum*.

En el estado de Veracruz, los bovinos de los municipios de Medellín de Bravo y Cotaxtla presentaron mayor ($p < 0.05$) prevalencia de anticuerpos séricos contra *N. caninum* que los bovinos del municipio de San Rafael. Los bovinos de los municipios de Medellín de Bravo y Cotaxtla tuvieron similares ($p > 0.05$) prevalencias de anticuerpos séricos contra *N. caninum*.

Las frecuencias de anticuerpos séricos bovinos por rancho sugieren que *N. caninum* estuvo presente en los 24 hatos, y que existió una variación significativa entre ellos, de 4.8 (rancho San Ignacio) a 75.0% (rancho San Pedrito) (Tabla 4).

Tabla 4. Medias de cuadrados mínimos, errores estándar e intervalos de confianza al 95% para prevalencia (%) de anticuerpos séricos bovinos contra *N. caninum*, por rancho.

Rancho	Media	Límite inferior	Límite superior
Colozapa	20.0 ± 8.9 ^{cde}	7.7	42.8
Cuaxocota	30.0 ± 10.3 ^{bcd}	14.1	52.7
El Canelo	30.0 ± 10.3 ^{bcd}	14.1	52.7
Las Margaritas	8.7 ± 5.9 ^{de}	2.2	28.9
Maquiquila	28.6 ± 9.9 ^{bcd}	13.4	50.8
Valle Roncal	5.0 ± 4.9 ^e	0.7	28.2
Cirillogco	15.4 ± 10.0 ^{cde}	3.9	45.1
Ayoteaca	40.0 ± 11.0 ^{abcd}	2.1	62.0
El Cedral	40.0 ± 11.0 ^{abcd}	2.1	62.0
San Andrés	50.0 ± 11.2 ^{abc}	2.9	70.6
San Bernardo	42.9 ± 18.7 ^{abcd}	14.4	77.0
El Arenal	16.7 ± 10.8 ^{cde}	4.2	47.7
Lomas de San Antonio	57.1 ± 13.2 ^{ab}	31.6	79.4
Los Palomos	21.4 ± 11.0 ^{cde}	7.1	49.4
San Felipe	16.7 ± 10.8 ^{cde}	4.2	47.7
San Pedrito	75.0 ± 12.5 ^a	44.8	91.7
Cristina	18.2 ± 11.6 ^{cde}	4.6	50.7
El Copite	20.0 ± 8.9 ^{cde}	7.7	42.8
Los Rivera	47.4 ± 11.5 ^{abc}	26.8	68.9
El Rosario	21.7 ± 8.6 ^{cde}	9.3	42.8
San Ramón	55.0 ± 11.1 ^{ab}	33.6	74.7
Jaral	10.0 ± 6.7 ^{de}	2.5	32.4
San Ignacio	4.8 ± 4.6 ^e	0.7	27.1
Tres Bocas	10.0 ± 6.7 ^{de}	2.5	32.4

^{a,b,c,d,e}Medias con diferente literal son diferentes ($p < 0.05$).

Los niveles de probabilidad de los efectos fijos para estatus reproductivo de la vaca se presentan en la Tabla 5. El estatus sanitario no fue una fuente de variación importante para el estatus reproductivo de la vaca ($p > 0.05$), lo que significa que el estatus reproductivo de las vacas seropositivas fue similar al de las vacas seronegativas (58.2 vs 55.6%; Tabla 6). Estado y municipio anidado en estado tampoco fueron fuentes de variación significativas para el estatus reproductivo de las vacas ($p > 0.05$; Tabla 5).

Tabla 5. Grados de libertad (gl), valores de Chi-cuadrada y niveles de probabilidad de los efectos incluidos en el modelo estadístico para analizar el estatus reproductivo de la vaca.

Efecto	gl	Chi-cuadrada	Probabilidad
Estatus sanitario de la vaca ^a	1	0.15	0.7009
Estado	1	0.02	0.8783
Municipio anidado en estado	6	6.27	0.3931

^aSeronegativa o seropositiva.

Tabla 6. Medias de cuadrados mínimos, errores estándar e intervalos de confianza al 95% para el estatus reproductivo de la vaca (%), por estatus sanitario de la vaca, estado y municipio.

	Media	Límite inferior	Límite superior
Estatus sanitario de la vaca			
Seronegativa ^a	55.6±4.7 ^c	46.4	64.5
Seropositiva ^b	58.2±6.2 ^c	45.8	69.7
Estado			
Puebla	56.3±7.0 ^c	42.5	69.2
Veracruz	57.6±4.8 ^c	48.0	66.7
Municipio			
Ayototxco de Guerrero	50.6±11.9 ^c	28.7	72.2
Hueytamalco	54.7±5.6 ^c	43.6	65.3
Nauzontla	42.7±14.6 ^c	18.8	70.6
San José Acateno	48.8±7.3 ^c	35.0	62.8
Xochitlán	80.2±17.8 ^c	31.1	97.3
Cotaxtla	50.1±8.8 ^c	33.4	66.8
Medellín de Bravo	69.8±7.7 ^c	53.1	82.5
San Rafael	51.9±7.2 ^c	38.1	65.4

^aSeronegativa= ausencia de anticuerpos séricos contra *N. caninum*.

^bSeropositiva= presencia de anticuerpos séricos contra *N. caninum*.

^cMedias con la misma literal no son diferentes ($p > 0.05$).

DISCUSIÓN

La prevalencia de anticuerpos séricos bovinos contra *N. caninum* para el estado de Veracruz reportada en este estudio es similar a la prevalencia reportada en dos estudios previos realizados en el norte del estado de Veracruz (6) y en el municipio de Medellín de Bravo en el estado de Veracruz (5), con valores de 20.8 y 22.6%, respectivamente. Sin embargo, otros

investigadores (3) no encontraron anticuerpos séricos contra *N. caninum* en bovinos de los municipios de Paso de Ovejas y Medellín de Bravo, también en el estado de Veracruz.

La seroprevalencia de anticuerpos bovinos contra *N. caninum* para el estado de Puebla obtenida en la presente investigación (26%) es algo menor que la seroprevalencia (39%) previamente reportada para el estado de Puebla (1). La diferencia (13%) pudo ser causada por diferencias en el tipo de bovinos; las hembras incluidas en el presente estudio provinieron de hatos de carne y doble propósito; sin embargo, las hembras del estudio previo (1) provinieron de hatos lecheros.

No se encontraron artículos científicos previos sobre seroprevalencia de anticuerpos bovinos contra *N. caninum* para el estado de Tabasco; por lo tanto, parece que la presente prevalencia de anticuerpos contra este protozooario intracelular obligado en bovinos del estado de Tabasco ($23.8 \pm 6.9\%$; Tabla 2) es el primer estimador disponible en la literatura científica formal. El conocimiento de la prevalencia de agentes patógenos en un estado, municipio y/o localidad, entre otros factores, es esencial para entender la epidemiología de enfermedades y centrar el interés en estrategias de control.

La prevalencia promedio de anticuerpos séricos bovinos contra *N. caninum* para Tabasco, Puebla y Veracruz encontrada en el presente estudio (24%) es menor que la prevalencia correspondiente reportada para hatos bovinos lecheros de los estados de Hidalgo (7), Chihuahua (8), Guanajuato (8), Querétaro (8) y Estado de México (9). Esta diferencia se esperaba, ya que los bovinos incluidos en el presente estudio pastaron en condiciones extensivas; sin embargo, los bovinos del estudio previo se criaron en condiciones intensivas con mayor densidad poblacional que favorece la viabilidad y transmisión de huevecillos de *N. caninum*. Otros autores (3,15) también han reportado baja prevalencia de anticuerpos séricos bovinos para Chiapas (15.0%), Yucatán (11.3%) y Tamaulipas (11.9%), estados mexicanos con clima tropical y bovinos criados en condiciones extensivas. Un estudio reveló que el sistema de producción fue un factor de riesgo significativo para la prevalencia de anticuerpos séricos bovinos contra *N. caninum*; la prevalencia en el sistema intensivo fue 22% mayor que en el sistema de doble propósito (8).

El intervalo de la prevalencia de anticuerpos séricos por municipio encontrado en el presente estudio (7.8 a 43.3%) es similar al intervalo (0 a 45%) observado en un estudio realizado en los estados de Yucatán, Veracruz y Chiapas (3), a pesar del hecho de que el presente y el previo estudio incluyeron diferentes estados (excepto Veracruz) y, en consecuencia, diferentes municipios y localidades.

La variación de la prevalencia de anticuerpos séricos a través de ranchos (4.8 a 75.0%) encontrada en la presente investigación pudo ser causada por diferencias en la existencia y abundancia de perros, aves y coyotes, y/o en el origen (mismo rancho, diferente rancho) de las hembras de reemplazo entre hatos. En un estudio realizado en el centro de México, la presencia de coyotes y aves domésticas en hatos lecheros bovinos se identificó como un factor de riesgo potencial asociado con la seroprevalencia de anticuerpos contra *N. caninum* (13).

La presencia de anticuerpos séricos contra *N. caninum* en las vacas no afectó su estatus reproductivo. Este hallazgo es acorde con los resultados de estudios previos realizados con

vacas Holstein en los estados de Querétaro (10) y Aguascalientes (11), México, donde no hubo diferencia en los títulos de anticuerpos contra *N. caninum* entre vacas que abortaron y aquellas que no abortaron. No se encontraron en la literatura científica estudios previos relacionados con el efecto de la presencia de anticuerpos séricos bovinos contra *N. caninum* sobre el estatus reproductivo de las vacas.

En conclusión, los estados de Veracruz, Tabasco y Puebla mostraron similar prevalencia de anticuerpos séricos bovinos contra *N. caninum*. Todos los hatos tuvieron anticuerpos séricos contra *N. caninum*, sugiriendo que este parásito intracelular obligado está abundantemente distribuido en los tres estados. Además, existió una gran variación entre hatos y entre municipios. Finalmente, no se encontró asociación entre anticuerpos séricos bovinos contra *N. caninum* y el estatus reproductivo de las vacas.

Conflictos de interés

Los autores declaran que no tienen conflictos de interés.

REFERENCIAS

- Morales SE, Trigo TFJ, Ibarra VF, Puente CE, Santacruz M. Seroprevalence study of bovine neosporosis in Mexico. *J Vet Diagn Invest.* 2001; 13:413-415. <https://journals.sagepub.com/doi/pdf/10.1177/104063870101300508>
- Gutiérrez GJJ, Cruz-Vázquez C, Medina EL, Valdivia FA, Islas OE, García-Vázquez Z. Factores de manejo asociados con la seroprevalencia a la infección por *Neospora caninum*, en ganado lechero de Aguascalientes, México. *Vet Mex.* 2007; 38(3):261-270. <http://veterinariamexico.unam.mx/index.php/vet/article/view/189>
- García-Vázquez Z, Rosario-Cruz R, Mejía-Estrada F, Rodríguez-Vivas I, Romero-Salas D, Fernández-Ruvalcaba M, et al. Seroprevalence of *Neospora caninum* antibodies in beef cattle in three southern states of Mexico. *Trop Anim Health Prod.* 2009; 41:749-753. <https://doi.org/10.1007/s11250-008-9247-x>
- Segura-Correa JC, Domínguez-Díaz D, Avalos-Ramírez R, Arguez-Sosa J. Intra-herd correlation coefficients and design effects for bovine viral diarrhoea, infectious bovine rhinotracheitis, leptospirosis and neosporosis in cow-calf system herds in North-eastern Mexico. *Prev Vet Med.* 2010; 96:272-275. <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2010.07.006>
- Romero-Salas D, García-Vázquez Z, Montiel-Palacios F, Montiel-Peña T, Aguilar-Domínguez M, Medina-Esparza L, et al. Seroprevalence of *Neospora caninum* antibodies in cattle in Veracruz, Mexico. *J Anim Vet Adv.* 2010; 9(10): 1445-1451. <http://docsdrive.com/pdfs/medwelljournals/javaa/2010/1445-1451.pdf>
- Montiel-Peña T, Romero-Salas D, García-Vázquez Z, Medina-Esparza L, Cruz-Vázquez C. Neosporosis bovina en ranchos ganaderos de la zona norte del estado de Veracruz, México. *Trop Subtrop Agroecosyst.* 2011; 13:469-479. <http://www.revista.coba.uady.mx/ojs/index.php/TSA/article/view/1387/686>

7. Sánchez-Castilleja YM, Rodríguez-Diego JG, Pedroso M, Cuello S. Simultaneidad serológica de *Neospora caninum* con *Brucella abortus* y los virus de la rinotraqueitis infecciosa bovina y diarrea viral bovina en bovinos pertenecientes al estado de Hidalgo, México. Rev Salud Anim. 2012; 34(2):95-100. <http://revistas.censa.edu.cu/index.php/RSA/article/viewFile/56/48>
8. Milián-Suazo F, Hernández-Ortíz R, Hernández-Andrade L, Alvarado-Islas A, Díaz-Aparicio E, Mejía-Estrada F, et al. Seroprevalence and risk factors for reproductive diseases in dairy cattle in Mexico. J Vet Med Anim Health. 2016; 8(8):89-98. <https://academicjournals.org/journal/JVMAH/article-full-text-pdf/561BD5E59345>
9. Ojeda-Carrasco JJ, Espinosa-Ayala E, Hernández-García PA, Rojas-Martínez C, Álvarez-Martínez JA. Seroprevalencia de enfermedades que afectan la reproducción de bovinos para leche con énfasis en neosporosis. Eco Rec Agrop. 2016; 3(8):243-249. <http://era.ujat.mx/index.php/rera/article/view/755/719>
10. Escamilla HP, Martínez MJJ, Medina CM, Morales SE. Frequency and causes of infectious abortion in a dairy herd in Queretaro, Mexico. Can J Vet Res. 2007; 71:314-317. <https://www.canadianveterinarians.net/cvj-cjvr-classified-ads/cjvr-past-issues>
11. Meléndez SRM, Valdivia FAG, Rangel MEJ, Díaz AE, Segura-Correa JC, Guerrero BAL. Factores de riesgo asociados a la presencia de aborto y desempeño reproductivo en ganado lechero de Aguascalientes, México. Rev Mex Cienc Pecu. 2010; 1(4):391-401. <https://cienciaspecuarias.inifap.gob.mx/index.php/Pecuarias/article/view/1495/1490>
12. Cedillo SLC, Banda RVM, Morales SE, Villagómez-Amezcu ME. Asociación de quistes foliculares ováricos con la presencia de anticuerpos y agentes causantes de las principales enfermedades infecciosas reproductivas en vacas. Abanico Vet. 2012; 2(1):11-22. <https://abanicoacademico.mx/revistasabanico/index.php/abanico-veterinario/article/view/38/25>
13. Conzuelo SR, Medina-Esparza L, Ramos Parra M, García-Vázquez Z, Cruz-Vázquez C. Factores de riesgo asociados a la seroprevalencia de anticuerpos a *Neospora caninum* en ganado lechero de Aguascalientes, México. Rev Mex Cienc Pecu. 2011; 2(1):15-24. <https://cienciaspecuarias.inifap.gob.mx/index.php/Pecuarias/article/view/1457/1452>
14. SAS. SAS/STAT. Version 9.3. 4th ed. SAS Institute: Cary, USA; 2011. <https://support.sas.com/en/software/sas-stat-support.html>
15. Rábago-Castro JL, Jasso-Obregón JO, Zertuche-Rodríguez JL, Sánchez-Martínez JG, Loredó-Osti J, Domínguez-Muñoz MA. Detection of *Neospora caninum* antibodies in beef cattle in Tamaulipas, Mexico. Austral J Vet Sci. 2017; 49:205-207. <http://australjvs.cl/index.php/amv/article/view/484/18>