



Factores de riesgo asociados a neosporosis en caprinos en el estado de Veracruz, México



Javier Cruz Huerta-Peña ^a

David Izcoatl Martínez-Herrera ^{b*}

Violeta Trinidad Pardío-Sedas ^b

José Juan Martínez-Maya ^c

Héctor Alejandro Contreras-López ^b

José Alfredo Villagómez-Cortés ^b

^a Universidad Veracruzana. Facultad de Ciencias Biológico-Agropecuarias. Veracruz, México.

^b Universidad Veracruzana. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Veracruz, México.

^c Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Ciudad de México, México.

* Autor de correspondencia: dmartinez@uv.mx

Resumen:

La neosporosis caprina es una enfermedad abortiva que ocasiona pérdidas económicas a la industria caprina. Se llevó a cabo un estudio enfocado en medir la seroprevalencia e identificar los factores de riesgo asociados a neosporosis mediante un estudio transversal multietápico estratificado en 14 municipios del centro de Veracruz, México. Se muestrearon seis animales por granja, machos y hembras mayores de 3 meses de edad. El diagnóstico se realizó con un kit comercial de ensayo inmunoabsorbente ligado a enzimas (ELISA) indirecto. Se identificaron los factores de riesgo por medio de dos cuestionarios, uno general

para cada hato y uno individual para cada animal seleccionado. Los resultados se analizaron mediante estadística descriptiva y la asociación entre las variables mediante razón de momios y regresión logística para buscar posibles relaciones con los factores de riesgo. En el total de 550 muestras hubo una seroprevalencia general de 3.6 %. Entre municipios la frecuencia fue de 64.2 % y entre granjas de 17.2 %. La interacción entre el movimiento de animales y su lugar de origen desde otros estados se identificó como un factor de riesgo ($P < 0.05$). A diferencia de las hembras seronegativas, las seropositivas fueron más susceptibles a los abortos. Si bien fue baja la seroprevalencia general de neosporosis en cabras del centro de Veracruz, México, la enfermedad presenta una amplia distribución entre los municipios y las granjas estudiadas, y diversos factores de riesgo contribuyen a su presencia en la región.

Palabras clave: Enfermedades en animales, Cabras, América Latina, *Neospora caninum*, Factores de riesgo.

Recibido: 30/05/2024

Aceptado: 10/06/2025

El protozoo *Neospora caninum* puede causar abortos y mortalidad en bovinos, ovinos, caprinos, perros y caballos. También puede causar problemas nerviosos en perros y bovinos; sin embargo, los cánidos domésticos y salvajes son los principales reservorios del agente. Se han encontrado anticuerpos en cánidos salvajes, coyotes, zorros, búfalos, camellos, gatos, ratones, cerdos, primates y caballos, lo que demuestra que tanto las mascotas como la fauna silvestre desempeñan un papel importante en la epidemiología de esta enfermedad^(1,2).

En general, y con pocas excepciones, la producción caprina en México se desarrolla en zonas de alta marginalidad y bajos ingresos, como en otras partes del mundo. Por lo tanto, el desconocimiento y la falta de solvencia y liquidez económica impiden a los productores acceder al conocimiento y a la tecnología que les permitirían implementar medidas preventivas y de bioseguridad para preservar la salud de sus unidades de producción, así como para prevenir posibles zoonosis⁽³⁾. En el estado de Veracruz, el inventario de cabras es menor, ocupando el puesto 27 entre los 32 estados del país; la mayoría de las actividades relacionadas con la cría de cabras se desarrollan en la zona central del estado, en condiciones similares a las del resto del país⁽⁴⁾.

En algunos estudios recientes sobre neosporosis bovina, se midió la seroprevalencia y la distribución de los factores de riesgo asociados con la enfermedad en Veracruz^(5,6). Sin embargo, la información sobre la presencia de la infección en cabras en Veracruz es escasa⁽⁷⁾, especialmente en el centro de Veracruz, donde se ubican la mayoría de las granjas caprinas.

En la producción caprina mexicana, los perros se utilizan con frecuencia para actividades de pastoreo y cuidado de animales e instalaciones; por lo tanto, el riesgo de infección es alto, ya que los perros son los hospederos definitivos de *N. caninum*. La neosporosis en el ganado bovino tiene una amplia distribución en México, al igual que en otras partes del mundo⁽⁶⁾. Desde luego, es importante identificar su presencia y los factores de riesgo asociados con la enfermedad en cabras en los municipios del centro de Veracruz, México, ya que allí se concentra el 90 % del inventario caprino estatal.

Se realizó un estudio transversal en 14 municipios del estado de Veracruz: Chiconquiaco, Coacoatzintla, Coatepec, Emiliano Zapata, Ixhuacán de los Reyes, Jalacingo, Las Minas, Las Vigas de Ramírez, Perote, Tatatila, Yecuatla, Tlacolulan, Villa Aldama y Xico.

El número de animales a muestrear en cada granja se estimó utilizando el programa Win Episcopy 2.0 para una seroprevalencia asumida del 50 %, un error del 5 % y un 95 % de confianza. Se obtuvo un tamaño de muestra de al menos 385 animales con una fracción de muestreo de seis animales por granja. Se seleccionaron aleatoriamente machos y hembras de 3 meses o más de edad.

Las muestras de sangre se obtuvieron mediante punción yugular en tubos sin anticoagulante y se procesaron mediante serología utilizando un kit comercial de ensayo inmunoabsorbente ligado a enzimas (ELISA) indirecto (sensibilidad 100 %, especificidad 98.9 %, IDEXX Laboratories™ Inc., Westbrook, Maine, EE. UU.) en la Unidad de Diagnóstico de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Veracruzana.

Se identificaron los factores de riesgo por medio de dos cuestionarios. El primero se aplicó a cada granja considerada en el estudio e incluyó preguntas generales sobre datos de la granja y sus instalaciones, y los manejos de genética, de alimentación, y sanitario y reproductivo de los animales, entre otros. El segundo cuestionario fue a nivel individual y recopiló más datos sobre cada animal muestreado, como edad, etapa productiva, antecedentes de salud y signos clínicos relacionados con la neosporosis. Los datos recolectados de las granjas y de los animales se capturaron en hojas de cálculo (Microsoft Excel™). Se desarrollaron las estadísticas descriptivas para identificar los factores de riesgo asociados con *N. caninum* para las variables explicativas a nivel de animal y granja utilizando el programa en línea VassarStats. Este programa también se utilizó para calcular la seroprevalencia, así como para la epidemiología descriptiva. Los posibles factores de riesgo se identificaron a partir de las respuestas a los cuestionarios considerando variables como la edad y se analizaron para asociación mediante una razón de momios (RM); también se estimaron intervalos de confianza del 95 % (95%IC) mediante aproximación logarítmica. No se realizó regresión logística porque las variables consideradas carecían de significancia⁽⁸⁾. De acuerdo con los criterios de muestreo, se colectaron 550 muestras de animales seleccionados en los 14

municipios estudiados. Un total de 20 animales resultaron positivos, lo que representa una seroprevalencia general del 3.6 % ($_{95\%}IC$: 2.28-5.63). La seroprevalencia más alta se observó en los municipios de Emiliano Zapata y Coacoatzintla. No se encontraron cabras seropositivas en otros cinco municipios: Chiconquiaco, Coatepec, Ixhuacán, Las Minas y Xico, (Cuadro 1). La frecuencia de casos positivos entre los municipios fue del 64.29 % ($_{95\%}IC$: 35.63-86.02), ya que en nueve de los 14 municipios se encontró al menos un animal seropositivo.

Cuadro 1: Seroprevalencia global de *Neospora caninum* en cabras por municipio en la zona central del estado de Veracruz, México

Municipio	Animales muestreados (N)	Animales seropositivos, N (%)	$_{95\%}IC$	RM	RM $_{95\%}IC$
Emiliano Zapata	34	4 (11.76)	3.83 – 28.39	5.1	0.5 – 47.7
Coacoatzintla	36	4 (11.11)	3.62 – 27	4.75	0.5 – 44.7
Villa Aldama	50	3 (6)	1.56 – 17.54	2.43	0.2 – 24.3
Yecuatla	34	2 (5.88)	1.02 – 21.05	2.29	0.2 – 27.4
Las Vigas	41	2 (4.88)	0.85 – 17.81	1.9	0.1 – 22.4
Jalacingo	32	1 (3.13)	0.16 – 18.01	1.22	0.07 – 20.4
Perote	67	2 (2.99)	0.52 – 11.32	1.16	0.1 – 13.3
Tatatila	39	1 (2.56)	0.13 – 15.07	1.00	-
Tlacolulan	39	1 (2.56)	0.13 – 15.07	1.00	-
Chiconquiaco	32	0 (0)	0 – 13.34	ND	ND
Coatepec	41	0 (0)	0 – 10.67	ND	ND
Ixhuacán	25	0 (0)	0 – 13.32	ND	ND
Las Minas	33	0 (0)	0 – 12.98	ND	ND
Xico	49	0 (0)	0 – 9.06	ND	ND
Total	550	20 (3.62)	2.28 – 5.63		

$_{95\%}IC$ = intervalo de confianza de 95%; RM= razón de momios; RM $_{95\%}IC$ = intervalo de confianza de 95% de la razón de momios; ND = no determinado.

Dado que 14 de las 81 granjas caprinas resultaron seropositivas (Cuadro 2), la frecuencia entre ellas fue del 17.28 % ($_{95\%}IC$: 10.10-27.64). Las granjas de los municipios de Villa Aldama, Emiliano Zapata y Coacoatzintla fueron las más afectadas, mientras que en las de Chiconquiaco, Coatepec, Ixhuacán, Las Minas y Xico no se encontraron animales seropositivos.

Cuadro 2: Seroprevalencia de *Neospora caninum* en cabras por granja en la zona central del estado de Veracruz, México

Municipio	Rebaños (N)	Rebaños positivos, N (%)	95%IC
Villa Aldama	7	3 (42.86)	11.81 – 79.76
Coacoatzintla	5	2 (40.00)	7.26 – 82.96
Emiliano Zapata	5	2 (40.00)	7.26 – 82.96
Perote	10	1(20.00)	1.05 – 70.12
Jalacingo	5	1(20.00)	1.05 – 70.12
Yecuatla	5	2(20.00)	3.54 – 55.78
Las Vigas	6	1(16.67)	0.88 – 63.52
Tatatila	6	1(16.67)	0.88 – 63.52
Tlacolulan	6	1(16.67)	0.88 – 63.52
Chiconquiaco	5	0 (0)	0 – 53.71
Coatepec	5	0 (0)	0 – 53.71
Ixhuacán	4	0 (0)	0 – 60.42
Las Minas	5	0 (0)	0 – 53.71
Xico	7	0 (0)	0 - 53.71
Total	81	14(17.28)	10.10 – 27.64

95%IC = intervalo de confianza de 95%

Se identificó un mayor número de cabras infectadas en los municipios de Coacoatzintla (RM: 3.89, 95%IC: 1.22-12.32) y Emiliano Zapata (RM: 4.16, 95%IC: 1.31-13.24) (Cuadro 1). Las principales edades afectadas fueron las de 12 meses de edad (RM: 0.2, 95%IC: 0.) y de 42 meses de edad (RM: 13.8, 95%IC: 1.2-160) (Cuadro 3).

Cuadro 3: Seroprevalencia de *Neospora caninum* en cabras por edad en la zona central del estado de Veracruz, México

Edad (meses)	Animales (N)	Positivas, N (%)	95%IC	RM	RM 95%IC
<12	22	2 (9.09)	1.59 – 30.62	6.7	0.58 – 77.8
12	55	5 (9)	3.3 – 20.7	6.7	0.76 – 59.2
18	19	2 (10.5)	1.8 – 34.5	7.8	0.67 – 92.2
24	51	2 (3.9)	0.6 – 14.5	2.7	0.24 – 31.0
30	70	2 (2.8)	0.5 – 10.8	1.9	0.17 – 22.3
36	3	1 (33.3)	1.7 – 87.4	33.5	1.5 – 749.8
42	162	4 (2.4)	0.7 – 6.6	1.69	0.19 – 15.5
48	68	1(1.4)	0.08 – 9	1.0	-
60	11	1(9)	0.4 – 42.8	6.7	0.39 – 115.9

95%IC = intervalo de confianza de 95%; RM= razón de momios; RM 95%IC = intervalo de confianza de 95% de la razón de momios.

Finalmente, las cabras que coexistieron con perros fueron más susceptibles a la infección por *N. caninum* (RM: 1.6; 95%IC: 0.36-7.02). Las hembras con resultado positivo presentaron mayor probabilidad de abortos (RM: 21.75; 95%IC: 6.35-74.38) (Cuadro 4).

Cuadro 4: Seroprevalencia de *Neospora caninum* en cabras por aborto y por coexistencia con perros en la zona central del estado de Veracruz, México

		Positivas (n)	Prevalencia (%)	95%CI	OR	OR 95%CI
Coexisten con perros:						
Sí	468	18	3.8	2.4 – 6.1	1.6	0.36 – 7.02
No	82	2	2.4	0.4 – 9.4	1.0	-
Abortos:						
Sí	13	5	38.4	15.1 – 67.7	21.7	6.35 – 74.38
No	537	15	2.7	1.6 – 4.7	1.0	-

95%IC = intervalo de confianza de 95%; RM= razón de momios; RM 95%IC = intervalo de confianza de 95% de la razón de momios.

La seroprevalencia general del 3.62 % (95%IC: 2.28-5.63) encontrada en este estudio es inferior al 8.9 % reportado en cabras en São Paulo, Brasil⁽⁹⁾. La frecuencia por municipio fue del 64.29 % (95%IC: 35.63-86.02) debido a que hubo animales seropositivos en 9 de los 14 municipios estudiados. Esta discrepancia entre la tasa global y la de rebaños se ha reportado en estudios previos. Dos encuestas aplicadas a un total de 56 rebaños de cabras lecheras en el oeste de Francia arrojaron una prevalencia entre los rebaños positivos de entre el 3 y el 19 %, mientras la prevalencia global de animales positivos fue bajo (1-2 %) y similar en ambas encuestas⁽¹⁰⁾. Otro estudio de 381 cabras en 14 granjas en el municipio de Mossoró, Rio Grande do Norte, Brasil, encontró una seroprevalencia de *N. caninum* de 1.05 % de animales positivos, pero de 28.6 % entre las granjas⁽³⁾. En el estado de Minas Gerais, Brasil, una muestra de 401 cabras de 11 granjas mostró una seroprevalencia individual del 10.7 %⁽¹¹⁾. La seroprevalencia de 3.62 % observado en el presente estudio es notablemente más bajo que la 17.39 % reportado en un estudio de 46 cabras de cinco rebaños en el oeste del estado de Maranhão, en el noreste de Brasil⁽¹²⁾. También se han reportado seroprevalencias más altas en un estudio de ganado en Sudán entre 262 animales de 25 rebaños, con 10.7 % a nivel individual y de 44 % a nivel de rebaño⁽¹³⁾.

Los factores de riesgo identificados en el presente estudio incluyeron cabras en los municipios de Coacoatzintla (RM: 3.89; 95%IC: 1.22-12.32) y Emiliano Zapata (RM: 4.16; 95%IC: 1.1-13.24), los cuales comparten condiciones climáticas similares. El efecto del clima regional sobre la seroprevalencia de *N. caninum* sigue sin aclararse. Por un lado, hay propuestas de que la prevalencia de neosporosis en cabras puede variar según las condiciones climáticas⁽³⁾, y de que es más propenso a estar presente en ganado que vive en climas cálidos, desde regulares hasta extremadamente cálidos⁽⁶⁾. Por otro lado, se han encontrado cabras

seropositivas en climas tropicales en Brasil⁽⁹⁾ y en climas fríos en Francia⁽¹⁰⁾, sugiriendo que la temperatura ambiental a lo mejor no es un factor de infección. Los presentes resultados concuerden con este último, ya que los municipios seleccionados se ubican en climas con temperaturas que oscilan entre 12.5 y 22.5 °C de temperatura anual promedio.

La edad se identificó como un factor de riesgo, con un riesgo más alto entre cabras de 12 meses (RM: 3.2; 95%IC: 1.1-9.1) y de 42 meses (RM: 13.8; 95%IC: 1.2-160). Este hallazgo concuerda con otros estudios que han demostrado que la seropositividad aumenta con la edad^(14,15,16). Por ejemplo, un estudio reporta diferencias significativas entre los grupos de edad, con las mayores frecuencias de positividad en cabras mayores de 3 años⁽¹¹⁾. Sin embargo, otros informes han demostrado lo contrario, reportando que la edad no está relacionada con el estado de seropositividad ni con un aumento en el riesgo de infección^(5,17). En Rio Grande do Norte, Brasil, un estudio no encontró asociación estadística entre los agentes de seropositividad y el sexo, la presencia de problemas reproductivos ni la presencia de perros o gatos en las propiedades⁽³⁾. Y otro estudio no encontró diferencias significativas en cuanto a la presencia de perros o gatos domésticos en la propiedad ni en la atención veterinaria; eso sí, la suplementación alimentaria resultó ser un factor de riesgo significativo ($P<0.05$)⁽¹²⁾. Un factor no considerado en el presente estudio fue la raza, la cual se ha reportado que afecta la seroprevalencia, con una tasa mayor en la raza Alpina (24 %) que en la raza Saanen (14 %) y Nubia (3 %)⁽¹⁷⁾.

La regresión logística identificó como factores de riesgo significativos la introducción de nuevos animales ($P=0.002$, RM: 5.59, 95%IC: 1.84-16.95) y su procedencia ($P=0.021$, RM: 2.99, 95%IC: 1.18-7.59). Estos dos factores interactuaron con todas las variables consideradas y parecen estar estrechamente relacionados con la adquisición de animales para la cría por parte de los ganaderos; por lo tanto, la introducción de cabras de otros estados sin pruebas previas de *N. caninum* representa un claro riesgo de propagación de la enfermedad en las unidades de producción⁽¹⁸⁾.

En un estudio, la infección por *N. caninum* fue una causa importante de aborto en las cabras, mientras que las cabras seronegativas eran menos susceptibles a dicha afección⁽¹⁰⁾. Esto coincide con los resultados presentes (RM: 0.04, 95%IC: 0.01-0.15), que mostraron que las cabras con resultados positivos en la prueba tuvieron mayor probabilidad de haber tenido un aborto (RM: 21.75, 95%IC: 6.36-74.38) que las cabras seronegativas. En otro estudio⁽¹¹⁾, no se encontró una correlación positiva entre la tasa de prevalencia de *N. caninum* y la aparición de problemas reproductivos en los rebaños. Sin embargo, las granjas con un historial de problemas reproductivos exhibieron un promedio de 18.64 % de animales reactivos a *N. caninum*, en comparación con 13.97 % en granjas donde esos problemas no fueron reportados. En el mismo estudio, después de separar los problemas reproductivos por categoría, sí se identificó una relación entre la aparición de abortos y la seroprevalencia de

N. caninum ($P<0.05$). La relación entre la prevalencia y el aborto se apoya por otro reporte en que la seroprevalencia a nivel de animal fue mayor ($P<0.05$) en animales con antecedentes de aborto (12.8 %) que en animales aparentemente sanos (11.3 %), en cabras con antecedentes de infertilidad (8.1 %) o con muerte neonatal (4.3 %), pero no hubo diferencias en la seroprevalencia según localidad, raza, sexo o edad ($P>0.05$)⁽¹³⁾. Lo anterior refuerza la observación de que cuando se introducen a rebaños cabras con un estado desconocido de neosporosis, pero que provienen de áreas afectadas por la enfermedad, pueden representar una amenaza para las cabras sanas del rebaño⁽¹⁹⁾.

El presente estudio encontró una baja seroprevalencia general de neosporosis en cabras en el estado de Veracruz, México. Sin embargo, las altas prevalencias entre los municipios y los rebaños resaltan la existencia de diversos factores de riesgo que contribuyen a su presencia, incluyendo la presencia de animales en los municipios de Emiliano Zapata y Coacoatzintla, animales de 12 y 42 meses de edad, la procedencia de los animales, la introducción de nuevos animales a una granja y la ocurrencia previa de abortos en una granja.

Declaración del Comité de Revisión Institucional

El presente estudio se llevó a cabo según los lineamientos de la Declaración de Helsinki, y se aprobó por el Comité de Bioética de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Veracruzana.

Reconocimientos

Los autores agradecen a los dueños de las granjas por haber permitido la recolección de muestras y por contestar las encuestas. El primer autor recibió una beca de posgrado en México del CONAHCYT.

Conflictos de interés

Los autores declaran no tener ninguna relación comercial o económico que se podría interpretar como un potencial conflicto de interés.

Literatura citada:

1. Atelge M, Karatepe M, Yıldırım A. Seroprevalence of *Neospora caninum* in goats from Korkuteli District of Antalya. *Turkiye Parazitol Derg* 2022;46(3):180-183. <https://doi.org/10.4274/tpd.galenos.2022.07269>.
2. Gondim LF. *Neospora caninum* in wildlife. *Trends Parasitol* 2006;22(6):247-252. <https://doi.org/10.1016/j.pt.2006.03.008>.

3. Lima JTR, Ahid SMM, Barrêto Júnior RA, Pena HFJ, Dias RA, Gennari SM. Prevalence of antibodies against *Toxoplasma gondii* and *Neospora caninum* in caprine herds from the municipality of Mossoró, Rio Grande do Norte. Braz J Vet Res Animal Sci 2008;45(2):81-86.
4. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. México. 2018. http://infosiap.siap.gob.mx/repoAvance_siap_gb/pecAvanceEdo.jsp.
5. Garcia-Vazquez Z, Rosario-Cruz R, Mejia-Estrada F, Rodriguez-Vivas I, Romero-Salas D, Fernandez-Ruvalcaba M, Cruz-Vazquez C. Seroprevalence of *Neospora caninum* antibodies in beef cattle in three southern states of Mexico. Trop Anim Health Prod 2009;41(5):749-753. <https://doi.org/10.1007/s11250-008-9247-x>.
6. Montiel PT, Romero SD, Garcia-Vazquez Z, Medina-Esparza L, Cruz-Vazquez C. Bovine neosporosis in cattle farms from the northern region of the state of Veracruz, Mexico. Trop Subtrop Agroecos 2011;13(3):469-479.
7. Huerta-Peña JC, Martinez-Herrera DI, Peniche-Cardena AEJ, Villanueva-Valencia M, Hernandez-Ruiz SG, Villagomez-Cortes JA, et al. Seroprevalence and risk factors associated with *Neospora caninum* in goats from municipalities of the central region of Veracruz. Trop Subtrop Agroecos 2011;13(3):445-454.
8. Thrusfield M. Veterinary epidemiology. 3rd ed. Oxford, England: Blackwell Science; 2005.
9. Figliuolo LPC, Rodrigues AAR, Viana RB, Aguiar DM, Kasai N, Gennari, SM. Prevalence of anti-*Toxoplasma gondii* and anti-*Neospora caninum* antibodies in goats from São Paulo State, Brazil. Small Ruminant Res 2004;55(1-3):29-32.
10. Chartier C, Baudry C, Losson B, De Meerschman F, Romand S Thuillier P. Neosporosis in goats: Results from two serologic surveys in West France. Le Point Vet 2000; 31(209):65-69.
11. Varaschin MS, Mesquita LP, Guimarães AM, Hirsch C, Abreu CC, Rocha CMBM, Wouters F, Moreira MC. Factors associated to seroprevalence of *Neospora caninum* and *Toxoplasma gondii* in caprine herds in southern Minas Gerais state, Brazil. Pesq Vet Bras 2011;31(1):53-58.
12. Moraes LMB, Raimundo JM, Guimarães A, Santos HA, Macedo Junior GL, Massard CL, Machado RZ, Baldani CD. Occurrence of anti-*Neospora caninum* and anti-*Toxoplasma gondii* IgG antibodies in goats and sheep in western Maranhão, Brazil. Rev Bras Parasit Vet 2011;20(4):312-317.

13. Ibrahim AM, Elfahal AM, El Hussein HAR. First report of *Neospora caninum* infection in cattle in Sudan. Trop Anim Hlth Prod 2012;44(4):769-772. <https://doi.org/10.1007/s11250-011-9963-5>.
14. Dyer RM, Jenkins MC, Kwok OC, Douglas LW, Dubey JP. Serologic survey of *Neospora caninum* infection in a closed dairy cattle herd in Maryland: risk of serologic reactivity by production groups. Vet Parasitol 2000;90(3):171-181. [https://doi.org/10.1016/s0304-4017\(00\)00253-3](https://doi.org/10.1016/s0304-4017(00)00253-3).
15. Rinaldi L, Fusco G, Musella V, Veneziano V, Guarino A, Taddei R, Cringoli G. *Neospora caninum* in pastured cattle: determination of climatic, environmental, farm management and individual animal risk factors using remote sensing and geographical information systems. Vet Parasitol 2005;128(3-4):219-230. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2004.12.011>.
16. Sanderson MW, Gay JM, Baszler TV. *Neospora caninum* seroprevalence and associated risk factors in beef cattle in the northwestern United States. Vet Parasitol 2000;90(1-2):15-24. [https://doi.org/10.1016/s0304-4017\(00\)00234-x](https://doi.org/10.1016/s0304-4017(00)00234-x).
17. Uzêda RS, Pinheiro AM, Fernandez SY, Ayres MCC, Gondim LFP, Almeida MAO. Seroprevalence of *Neospora caninum* in dairy goats from Bahia, Brazil. Small Rum Res 2007;70:257-259. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2006.04.003>.
18. Dubey JP. Review of *Neospora caninum* and neosporosis in animals. Korean J Parasitol 2003;41(1):1-16.
19. Bartels CJM, Hogeveen H, van Schaik G, Wouda W, Dijkstra T. Estimated economic losses due to *Neospora caninum* infection in dairy herds with and without a history of *Neospora caninum* associated abortion epidemics. Proc 11th Intern Symp Vet Epidem Prev Med. Exeter, UK 2006.