

Neosporosis bovina: una parasitosis que amenaza la productividad de la ganadería altoandina

Bovine neosporosis: a parasitic disease that threatens the productivity of high Andean livestock farming

 Pineda Serruto, Martin Equicio^{1*},  Ccama Sulca, Alberto²,  Valderrama Pomé, Aldo Alim¹,
 Bernilla De la Cruz, Sebastiana Virginia¹ y  Cárdenas Suárez, Nilton Marcial¹,

Resumen

Con el objeto de describir la neosporosis bovina como un problema de salud del ganado en los Andes, se identificaron los determinantes, la epidemiología y el control de esta parasitosis, para ello se hizo una revisión de la literatura publicada en la colección ScienceDirect, hallando que el canino es determinante principal para la neosporosis bovina, como propagador en el establo del protozoo *Neospora caninum*, otros factores están relacionados a los componentes del sistema de producción y a las razas de ganado; observando que la transmisión horizontal de la neosporosis bovina es por las excretas de perros que contaminan el alimento del ganado y la transmisión vertical ocurre en vacas jóvenes con escasa inmunidad, afectando a su descendencia, siendo los fetos a partir de los 3 meses de edad infectados por *N. caninum*, las vacas presentan abortos o problemas reproductivos como retornos al celo o pérdida temporal de estos; situación que provoca pérdidas económicas importantes en los ganaderos. A través, del análisis laboratorial serológico y molecular se diagnosticaron casos positivos de *N. caninum* en la población, estimando seroprevalencias de neosporosis bovina en distintas áreas geográficas del mundo, siendo más afectadas las zonas rurales; también fue medida la magnitud de asociación epidemiológica entre la neosporosis y sus determinantes estimando razones de posibilidad (OR), de prevalencia (RP) y de peligro (HR), siendo útil esta información para plantear estrategias de control en torno a acciones de bioseguridad específicas; en tanto, se vienen desarrollando tratamientos y vacunas eficaces.

Palabras clave: contagio, enfermedades parasitarias, epidemiología, factores de riesgo, parásitos.

Abstract

In order to describe bovine neosporosis as a livestock health problem in the Andes, the determinants, epidemiology, and control of this parasitic disease were identified. To this end, a review of the literature published in the ScienceDirect collection was conducted, finding that dogs are the main determinant of bovine neosporosis, as spreaders of the protozoan *Neospora caninum* in barns. Other factors are related to the components of the production system and cattle breeds. It was observed that horizontal transmission of bovine neosporosis occurs through dog excrement that contaminates cattle feed, and vertical transmission occurs in young cows with low immunity, affecting their offspring, with fetuses from 3 months of age infected by *N. caninum*. Cows experience abortions or reproductive problems such as returns to heat or temporary loss of heat, a situation that causes significant economic losses for livestock farmers. Through serological and molecular laboratory analysis, positive cases of *N. caninum* were diagnosed in the population, estimating seroprevalence rates of bovine neosporosis in different geographical areas of the world, with rural areas being the most affected. The magnitude of the epidemiological association between neosporosis and its determinants was also measured by estimating odds ratios (OR), prevalence ratios (PR), and hazard ratios (HR). This information is useful for developing control strategies based on specific biosecurity measures. Meanwhile, effective treatments and vaccines are being developed.

Keywords: epidemiology, parasites, parasitic diseases, risk factors, transmission.

Recibido: 06/04/2025

Aceptado: 21/12/2025

Publicado: 26/12/2025

Sección: Artículo de Revisión

***Autor correspondiente:** mpineda@unamba.edu.pe

Introducción

La neosporosis bovina es considerada a nivel global una enfermedad causante de abortos en establos (Llano et al., 2018) con graves consecuencias económicas para los productores (Macchi et al., 2020), pudiendo conllevar al abandono de la actividad ganadera (Schmidt et al., 2018; Almería et al., 2017). En nuestro país el Servicio Nacional de Sanidad Agraria, SENASA, Perú en el año 2010 hizo un monitoreo de la neosporosis bovina encontrando seroprevalencias preocupantes de esta parasitosis en las regiones altoandinas (PRODESA, 2011); las investigaciones posteriores de universidades en regiones de la sierra peruana confirman su mayor

frecuencia (Arauco Villar, 2018; Fernández Cevallos, 2020; Ståhl et al., 2006), considerando que la

¹Departamento Académico de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac, Abancay, Perú.

²Departamento Académico de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional del Altiplano de Puno, Perú.

Como citar: Pineda Serruto, M. E., Ccama Sulca, A., Valderrama Pomé, A. A., Bernilla De La Cruz, S. V., & Cárdenas Suárez, N. M. (2025). Neosporosis bovina: una parasitosis que amenaza la productividad de la ganadería altoandina. Revista De Investigaciones Altoandinas–Journal of High Andean Research, 27, e27708. <https://doi.org/10.18271/ria.2025.708>



Attribution 4.0 Internacional (CC BY 4.0) Share–Adapt

infección con *Neospora caninum* es causa de aborto y descapitalización en granjas lecheras (Gharekhani & Yakhchali, 2019), además de provocar pobre desempeño reproductivo (Abdelbaky et al., 2020; Olmo et al., 2018), la seropositividad de vacas lecheras a *N. caninum* se asoció definitivamente a abortos espontáneos recurrentes, retornos a celos y anestros temporales (Bruhn et al., 2013).

La presencia de perros en libertad con una incorrecta disposición de placentas de fetos abortados incrementaron la tasa de infección con *Neospora caninum* (Bruhn et al., 2013), se confirmó que los perros criados en los predios ganaderos poseen las tasas más altas de seropositividad a *N. caninum* siendo importante el manejo de estos animales que cohabitan e interactúan con el ganado (Gao & Wang, 2019) al ser el hospedero definitivo que elimina oocistos no esporulados en sus heces (Dubey et al., 2017), por lo que, la presencia de perros considerando el contexto social juega un rol clave en la propagación del agente infeccioso (Fávero et al., 2017; Nicolino et al., 2017) hacia los hospederos intermediarios entre ellos los bovinos ocurriendo la transmisión horizontal de la enfermedad (Dubey et al., 2017), mientras que otros factores de riesgo identificados estuvieron relacionados a las características productivas consistente en hatos pequeños, baja producción de leche, crianzas extensivas, la raza del ganado (Snak et al., 2018), las condiciones climáticas, el sistema de manejo (Fort et al., 2015), procedencia, tipo de establo/hato, sexo y edad del ganado (Kuruca et al., 2013), siendo el origen de los vientres de reemplazo un factor con potencial riesgo para la transmisión vertical en caso estos sean seropositivos a *N. caninum* (Dubey et al., 2017); observando que, en crianzas pequeñas donde se usa sistemas extensivos por estacas el riesgo de neosporosis es más baja posiblemente debido a la menor propagación de *N. caninum* entre predios al mantenerse por lo general los hatos aislados unos de otros (Klun et al., 2019).

Se determinó una importante transmisión horizontal entre los perros portadores de *Neospora caninum* con el ganado lechero en predios donde ambas especies cohabitaban y existía un historial de abortos (Nogueira et al., 2013), pudiendo también, ocurrir la transmisión de *N. caninum* hacia las vacas por el alimento suministrado contaminado con ooquistes procedentes de las heces del perro (Ghalimi et al., 2012); la introducción en las granjas de nuevos perros libres del protozoario reduciría la infección (Robbe et al., 2016), asimismo, la mayor edad de las vacas y la insuficiente higiene en el ordeño manual son indicadores importantes de la transmisión horizontal de la neosporosis bovina (Llano et al., 2018), existe elevado riesgo de transmisión vertical

en vacas menores de 4 años de edad, debido a la escasa inmunidad contra el parásito (Klauck et al., 2016).

La seroprevalencia del parásito responsable de la neosporosis permite estimar la fuerza de su asociación con los determinantes de la enfermedad (Ansari-Lari, 2020), lo que conllevaría a direccionar estrategias de control según la magnitud de la exposición (Olmo et al., 2018), como por ejemplo, el uso de técnicas reproductivas que reducen la transmisión vertical de *Neospora* (Nicolino et al., 2017). por lo que conocer el manejo sanitario de la enfermedad alrededor del mundo serviría al SENASA y a otros actores involucrados en la producción ganadera a llevar estrategias de control en zonas críticas de la sierra, lo cual finalmente impactaría en la productividad de los vacunos, mejorando el ingreso económico de los criadores.

Materiales y métodos

Se revisó de la base de datos ScienceDirect los artículos científicos sobre neosporosis bovina publicados desde inicios del presente siglo en revistas de alto impacto, la revisión se enfocó en la parasitosis del ganado vacuno y su hospedero definitivo el perro; los temas abordados fueron: generalidades de la enfermedad, métodos de diagnóstico en laboratorio, factores de riesgo, epidemiología y estrategias de control; incidiendo en la magnitud de los factores de riesgo o determinantes asociados a la enfermedad que, permitirían direccionar las actividades en programas de salud animal a través de estrategias de intervención.

Resultados

Neosporosis

Neospora caninum

Neospora caninum fue reconocido inicialmente como un protozoario responsable de una enfermedad fatal de cánidos, provocándoles patologías como meningoencefalomielitis, polimiositis, poliradiculoneuritis y lesiones dermatológicas, que se diagnosticaron, a través, de distintas técnicas (Duszynski et al., 2018a), más tarde fue motivo de debate respecto a su identificación morfológica dada su semejanza con *Hammondia heydorni*; ocurriendo lo mismo frente a *Toxoplasma gondii* (Dubey, 1993), finalmente, por estudios de ADN se concluyó que son especies de protozoarios distintos (Cruthers, 2019); actualmente *N. caninum* destaca por su importancia económica al ser causa en promedio de seis mil abortos en vacas al

año, alrededor del mundo, de los mayores centros de producción de ganado bovino (Parkinson, 2019).

Hospedero

Neospora caninum, es un parásito apicomplejo (Cruthers, 2019) cuyo huésped definitivo es el perro doméstico *Canis lupus familiaris* y los carnívoros de vida silvestre (Sykes, 2013), como, los coyotes *Canis latrans* (Duszynski et al., 2018b) el dingo *Canis lupus dingo* (King et al., 2010) o el lobo gris *Canis lupus* (Dubey et al., 2017) y entre los hospederos intermediarios omnívoros, carnívoros y herbívoros tenemos a los cerdos, gatos, vacunos, ovejas, cabras, caballos (Dubey, 1993), conejos, alpacas, ratones domésticos, así como, herbívoros silvestres, entre ellos, venados de cola negra y cola blanca, ronsocos y ratas, los cuales han sido identificados por aislamiento de *N. caninum*, ADN, títulos de anticuerpos y por confirmación de la enfermedad clínica (Duszynski et al., 2018b), no siendo afectados los humanos (Saari et al., 2019a); una revisión determinó que el perro se comporta como hospedero definitivo e intermediario (Cruthers, 2019), las células hospedadoras son las del epitelio del intestino delgado, las musculares, del tejido conectivo y del sistema nervioso central (Saari et al., 2019a). Se ha identificado la exposición del parásito como oocistos o quistes de *Neospora* presentes en tejidos del ganado vacuno a pequeños mamíferos cazadores, aves silvestres y pollos siendo probables hospederos intermediarios (Nogueira et al., 2013).

Ciclo de vida y transmisión

N. caninum es un protozooario patógeno intracelular obligado (Sykes, 2013), coccidia que infecta al perro de manera oro-fecal al ingerir los oocistos de tejidos del hospedero intermediario (Saari et al., 2019a), los taquizoitos se dividen rápidamente y se liberan de los oocistos ingresando a los enterocitos, multiplicándose allí primero de forma asexual y después sexualmente (Saari et al., 2019b), posteriormente los oocistos no esporulados salen en las heces y en los pastos esporulan siendo ingeridos por los herbívoros que presentarán aborto y daño al sistema nervioso central (Newcomer et al., 2021), la transmisión de *N. caninum* en el hospedero intermediario puede ser horizontal cuando el animal consume tejido quístico con taquizoitos o bradizoitos, por ejemplo al comer la placenta después del nacimiento y la transmisión vertical o congénita se da cuando en la madre infectada se multiplican los taquizoitos en la placenta materna y luego estos invaden el feto (Duszynski

et al., 2018b). Se han reconocido en el ciclo asexual de *N. caninum* dos estadios: 1) bradizoito en tejido quístico y 2) taquizoito o trofozoito, mientras, en el ciclo sexual ocurre el estadio de oocisto (Dubey et al., 2017).

Patogenia

La neosporosis bovina se debe a la infección por el protozooario *N. caninum* (Dubey & Schares, 2011), el origen externo de esta parasitosis bovina está en los perros de allí su importancia en la epidemiología de *N. caninum*, en los cuales, a pesar de no haber tenido contacto con el ganado pueden presentar desórdenes reproductivos y problemas nerviosos (Goździk et al., 2011); en la vaca producto de la infección externa se hace persistente durante la preñez pasando a una infección interna que contamina la placenta y el feto, constituyendo los tejidos blanco de *N. caninum* (Dubey et al., 2006), particularmente, durante la infección, la producción de IFN-g por la vaca preñada puede prevenir el aborto (Almería et al., 2017). en fetos abortados de 4 meses se halló taquizoitos de *N. caninum* en riñón y cerebro y se determinó por genotipificación multilocus-microsatélite un solo perfil genético del patógeno (Locatelli Dittrich et al., 2018).

Métodos de diagnóstico de neosporosis en laboratorio

Pruebas de Inmunofluorescencia

Mediante la prueba de inmunofluorescencia indirecta (IFI) que localiza inmunoglobulinas contra *N. caninum* en vacunos, se estimaron prevalencias individuales y por hato de 25,44% y 76,72% (Schmidt et al., 2018), mientras, en 130 vacunos de 29 establos lecheros se evaluó por el método de inmunofluorescencia contra anticuerpos (IFAT) la presencia de *N. caninum* concluyendo que aproximadamente 44% de establos con historia de abortos fueron seropositivos (Klauck et al., 2016), así mismo, de 139 muestras de vacas que abortaron, 19,42% fueron seropositivas a *N. caninum* (Ansari-Lari, 2020; Sadrebazzaz et al., 2004), también, aplicando IFAT se halló una asociación significativa entre vacas seropositivas a *N. caninum* y presencia de abortos (Kashiwazaki et al., 2004), con esta prueba se diagnosticó anticuerpos contra *N. caninum* en perros y se comparó la seropositividad entre los que tenían contacto con el ganado y los de crianza urbana observándose prevalencias de 46% y 18% respectivamente (Robbe et al., 2016). En Sidney, Australia en 2019 canes adultos fueron diagnosticados de neosporosis por IFAT para

anticuerpos contra *N. caninum*, observando una seroprevalencia de 14,1% similar a la hallada en 1997 de 12% con la que no se halló diferencia estadística (Barker et al., 2021).

Reacción en Cadena de la Polimerasa (PCR) y Prueba de inmunoadsorción enzimática (ELISA)

Utilizando ELISA indirecta para diagnóstico serológico de neosporosis en canes de áreas urbanas y rurales del Ecuador no se observó diferencias de prevalencias (Rodríguez-Pazmiño et al., 2024). En un estudio caso – control se evaluó la neosporosis bovina como exposición para la presentación de aborto de vacas y se aplicó diferentes pruebas como PCR, histología y serología, hallando 242 abortos, 21% de fetos infectados con *N. caninum* de los cuales 84% mostraron lesiones en el cerebro provocadas por el parásito (Sager et al., 2001), también, por inmunohistoquímica se detectó este protozooario en el cerebro de dos fetos abortados y hubo un descenso significativo en la producción láctea de vacas de primer parto seropositivas, lo que no ocurrió en vacas multíparas (Kashiwazaki et al., 2004), respecto al hallazgo de *N. caninum* en muestras de fetos producto de aborto tuvo mayor sensibilidad el PCR que ELISA (Serrano-Martínez et al., 2019), en este sentido, muestras de placenta y cerebro de fetos abortados sirvieron para la detección de una mayor cantidad de vacunos positivos a neosporosis en comparación con muestras serológicas utilizadas en pruebas de PCR y ELISA, lo cual supuso

que los propietarios reportaran más casos sospechosos cuando observaban abortos repetidos (Gliga et al., 2025), así mismo, se halló que el nivel de colinesterasa en suero es un buen indicador de la infección por *N. caninum* (Appelt et al., 2019).

Por ELISA indirecta en vacas se registraron títulos de anticuerpos contra el parásito (Serrano-Martínez et al., 2019), 1496 muestras de suero sanguíneo obtenido de vacas lecheras de 12 unidades epidemiológicas fueron analizadas por ELISA competitivo, reportándose una prevalencia de *N. caninum* por hato de 10,7% (95% CI, 9.7–11.8%) (Klun et al., 2019), por otra parte, en Alemania la prueba “bulk milk ELISA” mostró en los hatos una seroprevalencia a *N. caninum* mayor al 10% (Schaes et al., 2004). Un estudio concluyó que la técnica molecular de PCR anidado fue segura para encontrar ADN de *N. caninum* y el ELISA como prueba serológica tuvo la sensibilidad más alta para el hallazgo de seropositividad en toros iraníes (Gharekhani et al., 2023) asimismo, mediante ELISA indirecta en muestras de leche se midió la prevalencia de neosporosis en vacas (Villa et al., 2024), otros investigadores usaron fracciones subcelulares de *Neospora caninum* como antígeno para ELISA indirecta para tamizaje en el ganado con fines epidemiológicos (Martins et al., 2024). Por ELISA indirecta y ELISA de avidez se estimó la seroprevalencia a anticuerpos contra *N. caninum* en razas de vacunos de carne y leche (Alves Sinnott et al., 2020; Wilson et al., 2016; Fort et al., 2015).

Tabla 1
Métodos de laboratorio para diagnóstico de neosporosis bovina y canina, seroprevalencias reportadas

Especie animal	Prueba de laboratorio	Seroprevalencia (%)	Autor
Bovino	IFI	Individual: 25,44 Predial: 76,72	Schmidt et al., 2018
	IFAT	44,0	Klauck et al., 2016
	IFAT	19,42	Ansari-Lari, 2020
	ELISA	21,0	Sager et al., 2001
	ELISA competitivo	Predial: 10,7	Klun et al., 2019
	bulk milk ELISA	Predial: > 10,0	Schaes et al., 2004
Canino	IFAT	Contacto con ganado: 46,0 Crianza urbana: 18,0	Robbe et al., 2016
	IFAT	14,1	Barker et al., 2021

Nota: FI=inmunofluorescencia indirecta, IFAT=prueba de anticuerpos por inmunofluorescencia, ELISA=Prueba de inmunoadsorción enzimática

Determinantes de la neosporosis bovina

Condiciones de la tenencia de canes

La presencia de canes, la ubicación geográfica y la crianza al pastoreo fueron los principales determinantes para la diseminación de neosporosis en establos de Salta, Argentina (Pereyra et al., 2021), el año 2001 en heces

de canes naturalmente infectados se identificó ooquistes de *N. caninum* (Campero et al., 2023), el perro, la vida libre, su permanencia en las granjas, el ambiente de caza y el consumo de carne cruda fueron determinantes significativos para que los perros se infecten con *N. caninum* (Gao & Wang, 2019), la presencia de perros libres en las granjas (Arunvipas et al., 2012) y alimentados con carne cruda incrementaron la tasa de infección (Bruhn

et al., 2013), se confirmó que perros criados en predios ganaderos poseen las tasas más altas de seropositividad a *N. caninum* (Gao & Wang, 2019); en otros estudios sobre *Neospora* se halló mayor seroprevalencia en perros del área rural que del área urbana (Nogueira et al., 2013) hallándose en perros de zona urbana 21,7%, siendo mayor en hembras (Goździk et al., 2011).

Se evaluó la asociación del aborto de vacas lecheras con neosporosis y la presencia de perros o animales silvestres con acceso al material abortado (Ansari-Lari et al., 2011), siendo los determinantes con odds ratios (ORs) mayores a 5,0: la disposición de restos abortados, ofrecer desperdicios a los canes y el uso de toros reproductores (Cedeño Q & Benavides B., 2013), en tanto, se determinó asociación de factores de riesgo individuales y predial a seropositividad para *N. caninum* considerando la variable de referencia “granjas sin canes”, el odds ratio (OR) o posibilidad de seropositividad para *N. caninum* en “canes que no comían placenta” fue de 1,66 y se incrementó a 2,75 si los “canes consumían placentas” (VanLeeuwen et al., 2010), ocurriendo una importante transmisión horizontal entre los perros portadores de *N. caninum* y el ganado de hatos lecheros (Nogueira et al., 2013).

De otra parte, se evaluaron potenciales determinantes de neosporosis bovina que no están bajo control de los criadores, siendo significativos la localización geográfica del establo o el promedio de temperatura del aire en determinado mes del año; también, el número de perros y el tamaño del hato (Schaes et al., 2004); la presencia de perros considerando el contexto social juega un rol clave en la propagación del agente infeccioso (Nicolino et al., 2017) o los hábitos de alimentación de los canes (Kuruca et al., 2013), la tenencia de perros por más de cinco años (Asmare et al., 2013) se convierten en un potencial riesgo de transmisión horizontal de *N. caninum* al ganado con el que viven, lo cual sugiere que debieran ser introducidos perros seronegativos en las granjas para controlar la infección (Robbe et al., 2016).

Condiciones del hato y la crianza

Se observó elevado riesgo de la enfermedad en las vacas con menos preñeces o menores de 4 años de edad, posiblemente debido a la mayor transmisión vertical por escasa inmunidad contra el parásito (Klauck et al., 2016), contrariamente, se encontró razones de prevalencias (PR) de 7,10 y 1,76 para vacas mayores de 4 años y multíparas, mostrando mayor frecuencia de anticuerpos contra *N. caninum* (Serrano-Martínez et al., 2019), similar resultado se observó para vacas mayores a cuatro años de edad que tuvieron 4,4 veces la posibilidad de ser positivas a neosporosis respecto a las que tenían

menos de dos años (Villa et al., 2024), mientras que otros factores de riesgo identificados se relacionaron al sistema de producción consistente en hatos pequeños, baja producción de leche, crianzas extensivas y poseer la raza Jersey (Snak et al., 2018), la mayor frecuencia de neosporosis fue asociada a vacas de las razas Jersey y Holstein y no a vacas cruzadas (Asmare et al., 2013). En granjas lecheras de 100 a 300 vacas el OR para enfermar de neosporosis fue 2,8 veces, mientras que el OR fue 1,3 veces para pequeños hatos con menos de 100 animales y un OR de 1,7 veces para las de tamaño mediano de 300 a 500 cabezas de ganado respecto a granjas con más de 500 vacas donde no se observó asociación con la enfermedad (Villa et al., 2024) en esa dirección se halló razones de prevalencia (RP) de 3,50 para hatos de 34 a 111 vacunos y de 6,14 para hatos con más de 111 animales; en ambos casos se comparó con hatos pequeños de 34 o menos vacunos donde no hubo asociación con neosporosis (Maia et al., 2023), en crianzas pequeñas donde se usan estacas el riesgo de neosporosis es más baja, ello posiblemente debido a la menor propagación de *N. caninum* entre granjas (Klun et al., 2019).

Además, otros determinantes fueron la exposición a tecnificación del hato, tamaño del hato, pobre nivel de higiene (Asmare et al., 2013), la estación del año, la región geográfica (Ghalmi et al., 2012), el clima, el sistema de manejo (Fort et al., 2015), procedencia, tipo de establo, hato, sexo y edad (Kuruca et al., 2013), también, se observó un mayor riesgo de infectados en establos con menos de 10 años de dedicación a la crianza de ganado (Klauck et al., 2016). Se estudió la interface ganado-animales de vida silvestre, hallando muy frecuentemente *N. caninum* en los elces (*Cervus elaphus*), lo que indica el importante riesgo de transmisión del patógeno en sistemas de pastoreo (Pruvot et al., 2014).

Problemas reproductivos y alimentación del ternero

Los animales con una historia de abortos fueron 85% más seropositivos a *N. caninum* que los que no tuvieron un registro de abortos (Moore et al., 2009) y las vacas seropositivas con historia de aborto previo podrían volver a abortar, luego de observarse que vacas de segunda lactación seropositivas tuvieron 2,8 veces el riesgo de abortar que vacas seronegativas, pero, no hubo una asociación significativa entre la sola exposición a *N. caninum* y los abortos en la primera, tercera, cuarta y siguientes lactaciones, lo que podría deberse a un efecto protector inmunitario de la madre frente al parásito en posteriores lactaciones (Hernandez et al., 2002), mientras, un estudio prospectivo concluyó que la neosporosis crónica no se asocia directamente con la tasa de aborto temprano en las vacas, más aún el aborto tardío estaría influido no solo por el estado serológico a *N. caninum*, sino también por la inmunidad protectora

de la madre a *N. caninum* que podría incrementarse con la edad (Ståhl et al., 2006), contrariamente un estudio caso – control en vacas lecheras del Paraná y Sao Paulo, Brasil que buscó asociación entre seropositividad para neosporosis bovina y el historial de problemas reproductivos, encontró que vacas con un aborto y las que tuvieron desórdenes reproductivos su posibilidad de seropositividad fue 4,81 y 3,18 veces en comparación con las que no presentaron aborto ni problemas reproductivos (de Souza et al., 2022), también en el estado de Sao Paulo se halló asociación entre la neosporosis bovina y vacas con problemas reproductivos en el último tercio de gestación y con vacas adquiridas para reemplazo que posteriormente tuvieron desórdenes reproductivos con ORs de 2,16 y 1,74 (Bernardes et al., 2024), también, se determinó que vacas infectadas a distintos días de preñez, estaban propensas a abortar después de los 90 días de gestación y no antes (López-Gatius et al., 2004).

Se evaluó las historias clínicas, observando problemas de infertilidad, aborto, mayor número de pajillas para inseminación artificial, más alta tasa de retorno al celo y retenciones placentarias (Lefkaditis et al., 2020), la seropositividad de vacas a *N. caninum* se asoció definitivamente a abortos espontáneos recurrentes, retornos a celos, anestros temporales en vacas lecheras (Bruhn et al., 2013), historia de desórdenes reproductivos (Kuruca et al., 2013) y de nacidos muertos (Pagmadulam et al., 2018; Snak et al., 2018). Por otra parte, el uso de técnicas reproductivas redujo la transmisión vertical (Nicolino et al., 2017), además, se encontró que la enfermedad de la neosporosis bovina se halla asociada tanto con la venta de vacas reproductoras (Schmidt et al., 2018) como con su adquisición (Asmare et al., 2013), asimismo, la alimentación individual de terneros con calostro de vacas seropositivas (Nicolino et al., 2017).

Tabla 2

Medidas epidemiológicas reportadas para neosporosis bovina y canina

Especie animal	Determinante o factor de riesgo/referente	Seoprevalencia (%)	OR	Autor
Bovino	Restos de abortos, ofrecer desperdicios a canes y uso de toros/lo opuesto		> 5,0	Darío Cedeño & Bibiana Benavides, 2013
	Canes que consumen placenta/no canes en granja		2,75	VanLeeuwen et al., 2010
	<i>N. caninum</i> en fetos abortados	41,0 y 13,3		Wilson et al., 2016
	Transmisión vertical de vacas seropositivas/seronegativas		34,6 3,1	Bertoncello et al., 2025
	Aborto de vacas seropositivas/seronegativas		2,48	Mohieddini et al., 2025
	Problemas reproductivos de vacas seropositivas/seronegativas		HR=4,14	Mohieddini et al., 2025
	Vacunos de leche/carne		3,1	Alves Sinnott et al., 2020
	Vacas>4 años y multiparas/<4 años		RP=7,10 y 1,76	Serrano-Martínez et al., 2019
	Vacas>4 años/<2 años		4,4	Villa et al., 2024
	Hato: > 111 vacas, 34-111 vacas/< 34 vacas		RP= 6,14; 3,50	Maia et al., 2023
	Hato: 300-500 vacas, 100-300 vacas, < 100 vacas/> 500 vacas		1,7; 2,8; 1,3	Villa et al., 2024
	vacas con un aborto y con desórdenes reproductivos/seronegativas		4,81 y 3,18	de Souza et al., 2022
	Animal/hato	Individual: 20,33; 58,0 Predial: 66,99; 78,0		PRODESA, 2011; Ansari-lari et al., 2011
	Animal/hato	Individual: 18,1; 21,9 Predial: 17,8; 98,5		Maia et al., 2023; Nicolino et al., 2017
	Ganado lechero	21,03		Lefkaditis et al., 2020;
	Hembras y machos	27,5 y 20,4		Pagmadulam et al., 2018
	Brucelosis > 3,5%/no brucelosis		2,0	
	Vacas con problemas reproductivos en último tercio de gestación y para reemplazo con desórdenes reproductivos/seronegativas		2,16 y 1,74	Bernardes et al., 2024
Canino	Medio rural, clínica veterinaria, calles y domicilios	3,1 67,0		Nogueira et al., 2013
	Áreas urbana, rural y urbana con acceso a rural	11,74		Nogueira et al., 2013
	Criados en predios ganaderos	28,0		Gao & Wang, 2019

Nota. OR=odds ratio, HR=Hazard ratio, RP=Razón de prevalencias

Epidemiología de la neosporosis

Medidas de frecuencia y asociación

Aplicando técnicas serológicas para determinar anticuerpos contra *Neospora* en perros, se halló prevalencias entre 3,1 a 67% dependiendo del lugar

donde se encuentra el perro: medio rural, clínica veterinaria, calles y domicilios, con la prueba IFAT se halló una prevalencia total de 11,74% para perros de áreas urbana, rural y urbana con acceso a rural (Nogueira et al., 2013); se confirmó que los perros criados en predios ganaderos poseen las tasas más altas de seropositividad a *N. caninum* (28%) siendo importante su manejo al

cohabitar con el ganado (Gao & Wang, 2019) puesto que la transmisión horizontal de *N. caninum*, ocurrió por el consumo del alimento con ooquistes eliminados por los perros (Ghalimi et al., 2012). Se evaluaron 14 hatos lecheros con distintos grados de endemidad y epidemidad de abortos y no se encontró diferencias en las prevalencias por edad o tamaño del hato (Davison et al., 1999). Por ELISA se estimó la seroprevalencia a anticuerpos contra *N. caninum* en razas de vacunos de carne y leche, encontrando que el ganado de leche tiene 3,1 veces el riesgo de contraer la enfermedad respecto al ganado de carne (Alves Sinnott et al., 2020; Fort et al., 2015).

Aunque ha sido probada la transmisión vertical en los vacunos no debe dejar de considerarse la importancia del canino como hospedero definitivo en el ciclo del parásito (Goździk et al., 2011), de 14 hatos lecheros con casos de abortos concluyó que el tipo más importante de transmisión es el vertical (Davison et al., 1999; Maia et al., 2023), siendo que la enfermedad congénita es la forma de transmisión de *N. caninum* más prevalente (Hernandez et al., 2002). Aplicando un diseño de estudio retrospectivo, longitudinal entre los años 2007 a 2013 se demostró que la principal exposición para los abortos en vacas fue la alta prevalencia de *N. caninum*, asimismo, por vigilancia pasiva 41% de fetos abortados tuvieron asociación a *N. caninum* frente a 13,3% durante la vigilancia activa; además se observó que los fetos en edad de gestación de 3-6 meses tuvieron las más altas prevalencias de esta infección (Wilson et al., 2016). En Brasil fueron seguidas por tres generaciones vacas seropositivas a *N. caninum* para evaluar la transmisión vertical, hallando que tuvieron 34,6 veces la posibilidad de transmitir *N. caninum* a su descendencia en comparación a vacas seronegativas (Bertoncello et al., 2025), también, se halló que vacas seropositivas a *N. caninum* tuvieron mayor riesgo de tener descendencia con la enfermedad (OR=3,21), ésta descendencia a su vez tuvo mayor riesgo de aborto (OR=2,48), y hubo efectos desfavorables sobre la reproducción durante su etapa productiva (HR=4,14) anticipándose a los seronegativos para la saca o descarte (Mohieddini et al., 2025).

La seroprevalencia de neosporosis en vacunos de carne aumenta con la edad, se cree que es debido a la ingesta de alimento o beber agua con oocistos, siendo la transmisión horizontal más importante que la vertical (Masatani et al., 2018), la seroprevalencia en vacas fue mayor en hatos pequeños (Kuruca et al., 2013), sin embargo, no se halló correlación entre perros seropositivos a *N. caninum* y neosporosis bovina de los mismos predios (Snak et al., 2018) y la posibilidad de encontrar animales seropositivos en hatos lecheros fue tres veces que en hatos de ganado de carne (Moore et al., 2009) (Fort et al., 2015; Wilson et al., 2016). Se realizó

un estudio para caracterizar la neosporosis bovina en ganado lechero y de doble propósito en crianza extensiva de Perú, donde de 4580 muestras de suero sanguíneo encontraron prevalencias individual y predial a nivel nacional de 20,33% y 66,99% (PRODESA, 2011). Se observó en Salta, Argentina asociación entre seropositividad y enfermedad aguda en ganado adulto lo que indica mayor transmisión horizontal, donde además, el 100% de predios presentaron positividad a neosporosis (Pereyra et al., 2021) y en el estado de Paraíba, Brasil se encontraron seroprevalencias individual y predial de 18,1 y 17,8% utilizando para el diagnóstico de neosporosis bovina la prueba IFAT (Maia et al., 2023), otro estudio encontró prevalencias individual y predial de 21,9% y 98,5% (Nicolino et al., 2017), mientras que, por ELISA se hallaron prevalencias individual y predial de 58% y 78% (Ansari-Lari et al., 2011). En un establo lechero la seroprevalencia alcanzó 21,03%, lo que resultó en 184 vacas seropositivas a *N. caninum* (Lefkaditis et al., 2020), la seroprevalencia en hembras fue de 27,5% siendo mayor que los machos con 20,4% (Pagmadulam et al., 2018). En lugares donde la seroprevalencia de brucelosis bovina superaba el 3,5%, el riesgo de infección con *N. caninum* fue de dos veces (Fort et al., 2015).

Estrategias de control de la neosporosis bovina

Una medida a largo plazo para reducir la prevalencia de neosporosis bovina es evitar la contaminación de las raciones y del agua con heces de perros (McAllister, 2016), aunque es impracticable la eliminación de perros en los establos, los propietarios debieran considerar la crianza de un reducido número de ellos dada su relación con la transmisión horizontal (Chiebao et al., 2015); otra forma de control fueron las condiciones de higiene en el establo que permitieron disminuir la seroprevalencia de *N. caninum*, considerando la eliminación de los fetos abortados y placentas (Ghalimi et al., 2012); como medida estratégica, la carne y vísceras infectadas con *N. caninum* de vacunos sacrificados al congelarse por tres o más días a -10 °C, volvieron inviable al parásito, lo cual debiera ser considerado antes de que las coman los perros (Reiling et al., 2019).

La sensibilización de propietarios para que asistan a programas de capacitación sobre los riesgos de la compra de animales con neosporosis bovina y la importancia del manejo sanitario del ganado podrían evitar la propagación del agente infeccioso; estos programas deberían ser implementados por las autoridades en salud animal y asociaciones de criadores (Chiebao et al., 2015). Un plan de control que excluyó la inseminación artificial de vacas seropositivas a *N. caninum* permitió reducir significativamente en un lapso de cinco años la prevalencia e incidencia

de la enfermedad (Sala et al., 2018), asimismo, fue conveniente la identificación de animales seronegativos para mantenerlos en el establo, evitando la eliminación de todo el hato (McAllister, 2016). La evaluación económica de distintas estrategias de control sugiere que cuando la prevalencia es superior al 30% la vacunación es lo más recomendable, si es menor al 10% se puede optar por opciones como la vacunación, el diagnóstico para el sacrificio, la medicación o el empadre selectivo (Liu et al., 2020). De otra parte, el uso del corral de parto resultó siendo un factor protector para la infección por *N. caninum* (Talaflha & Al-Majali, 2012).

Vacunación y bioseguridad

En la actualidad no se cuenta con una vacuna efectiva para la lucha contra la neosporosis bovina, siendo esta la clave para disminuir el desarrollo de la infección (Marugan-Hernandez, 2017), un buen manejo puede ayudar a su control, pero, su completa erradicación prácticamente es imposible (McAllister, 2016); un posible candidato es la vacuna bivalente contra *N. caninum* elaborada a partir de partículas víricas producidas por el gusano de seda (Xu et al., 2019), también se está intentando mejorar una vacuna recombinante en base a los antígenos rNcSAG1 y rAtHsp81.2 de *N. caninum* que a la fecha tienen la limitación de no permitir distinguir entre ganado vacunado e infectado en campo (Bengoa-Luoni et al., 2019). Se busca una vacuna que evite la infección fetal por *N. caninum* inmunizando a la madre antes del apareamiento para evitar la generación de proteínas pro-inflamatorias que afecten el feto y la preñez (Innes et al., 2002). Los mecanismos de evasión del sistema inmune por *N. caninum* dificultan la disponibilidad de una vacuna efectiva; utilizando como adyuvante glicosilfosfatidilinositol de *N. caninum* junto al extracto total de antígenos de *N. caninum* se observó *in vitro* estimulación de la respuesta celular y humoral, así como la liberación de citoquinas moduladoras quedando pendiente su experimentación *in vivo* para la obtención de una vacuna efectiva (Débare et al., 2021). En 28 años de estudio de la neosporosis en Argentina, si bien se ha avanzado en técnicas de diagnóstico no se cuenta con un tratamiento farmacológico o una vacuna efectivas para controlar la enfermedad, por lo que deben mejorarse las estrategias sanitarias y normarse ellas por las autoridades sanitarias pues se estima que 9% de abortos en vacas de la provincia de Buenos Aires es por causa de *N. caninum* (Campero et al., 2023).

Son medidas de bioseguridad: las pruebas de diagnóstico en animales de reemplazo para un descarte oportuno (Appelt et al., 2019), medidas de higiene ganadera (Ghalimi et al., 2012), la cuarentena, el manejo de las pasturas contaminadas con heces de hospederos definitivos (canes), la limitación en el acceso de éstos a

determinadas zonas de la granja como los almacenes, evitando la contaminación del agua, el control de roedores por ser reservorios de *N. caninum*, el cuidado de la inmunidad del ganado a través de la alimentación, la aplicación de técnicas reproductivas de efecto protector contra la neosporosis, como la inseminación artificial y recientemente en aumento la transferencia de embriones, y podrían ser útiles las vacunas contra la neosporosis bovina, sin embargo, por tener una serie de restricciones su uso comercial no se ha difundido (Dubey et al., 2007), de allí la importancia de la bioseguridad como herramienta para controlar la transmisión horizontal de la enfermedad (Arunvipas et al., 2012). El tratamiento con quinolonas del tipo endoquina administrada junto a inhibidores de la bomba de quinasa en ratones preñados como modelo animal e infectados con *Neospora caninum* resultó en una menor mortalidad neonatal y en el 100 % de sobrevivencia post natal (Anghel et al., 2021)

La introducción de patógenos causantes de desórdenes reproductivos en el ganado puede reducirse si se mantienen los registros al día, se establece un período para la reproducción, se eliminan los animales sin rendimiento esperado, la cuarentena y el diagnóstico clínico de animales introducidos, así como el uso de vacunas para una mejor inmunidad (Bayne & Waters, 2025) por lo que, al mejorar las condiciones zootécnicas de los establos introduciendo apropiadas medidas preventivas, el riesgo de neosporosis disminuye (Klun et al., 2019). Se identificó que, la exposición de trabajadores que visitan establos cercanos fueron un riesgo para la seropositividad a *N. caninum* (Talaflha & Al-Majali, 2012).

Discusión

La enfermedad de la neosporosis bovina tiene como agente etiológico un protozooario apicomplejo denominado *Neospora caninum* cuyo hospedero definitivo es el perro (Cruthers, 2019) y el ganado vacuno es uno de los varios hospederos intermediarios (Dubey, 1993), el principal daño en el ganado son los abortos y los problemas reproductivos que ocasionan pérdidas económicas importantes en los ganaderos (Gharekhani & Yakhchali, 2019). Los métodos de diagnóstico de neosporosis bovina más utilizados son las pruebas serológicas de IFAT, ELISA y la prueba molecular de PCR (Gharekhani et al., 2023), siendo más probable el diagnóstico de neosporosis bovina cuando las muestras proceden de abortos (Gliga et al., 2025).

Entre los determinantes, exposiciones o factores de riesgo de la neosporosis bovina, el primero de ellos es el perro infectado con *N. caninum*, siendo el que disemina en el establo el parásito (Gao & Wang, 2019; Nogueira et al., 2013), los otros factores están

relacionados con los componentes de los sistemas de producción bovina, como las características intrínsecas del ganado, el manejo reproductivo y el tipo o sistema de crianza (Fort et al., 2015).

De lo visto, la seroprevalencia es la medida de frecuencia epidemiológica más aplicada que permite determinar el impacto de la neosporosis bovina tanto a nivel animal (individual) como por hato o establo (predial) (Maia et al., 2023), principalmente se dan estos reportes de forma periódica por vigilancia pasiva y monitoreo de la autoridad sanitaria y por investigadores de la academia, pudiendo ser más significativo el diagnóstico de la neosporosis si las muestras proceden del material biológico abortado (Gliga et al., 2025), frecuentemente, en el suero sanguíneo de los perros de forma indirecta se diagnosticó la infección por *N. caninum* y raramente de forma directa en muestras de heces. Las transmisiones horizontal y vertical de la enfermedad son de consideración epidemiológica siendo más relevante la vertical por afectar la descendencia al disminuir el rendimiento reproductivo (Mohieddini et al., 2025).

La estrategia de control recomendada y más efectiva, cuando es alta la prevalencia de neosporosis bovina, pese a sus limitaciones sería la vacunación, aunque aún los investigadores buscan mejoras de ésta a nivel de antígeno y adyuvante (Débare et al., 2021); mientras, cuando las prevalencias son bajas servirían la medicación, el diagnóstico-sacrificio y las medidas de bioseguridad. La estrategia de monta selectiva, evitando el empadre de vacas seropositivas, podría ser exitosa en el mediano plazo para la obtención de un hato seronegativo.

Conclusiones

En conjunto, aún no se ha tomado suficiente conciencia por parte de los actores del sector ganadero en la sierra del Perú sobre los perjuicios económicos que la neosporosis bovina viene generando, probablemente por la escasa información de los estudios científicos, lo que se evidencia lentamente por los investigadores en lo que va del presente siglo respecto a los determinantes, la epidemiología de la enfermedad, los avances en el diagnóstico, el tratamiento y las estrategias de prevención mediante la vacunación y las medidas de bioseguridad.

Agradecimiento

Al Dr. Franz Zirena Vilca por su mentoría en temas de investigación y haber definido el esquema del texto. El presente trabajo de revisión fue autofinanciado.

Contribución de autores

Pineda Serruto, M. E.: Administración del proyecto, Conceptualización, Investigación, Metodología. Ccama Sulca, A.: Supervisión, Análisis formal. Valderrama Pomé, A. A.: Escritura – Revisión y edición, Recursos, Visualización. Bernilla De La Cruz, S. V.: Validación, Escritura – Revisión y edición. Cárdenas Suárez, N. M.: Escritura – Borrador original, Escritura – Revisión y edición.

Referencias

- Abdelbaky, H. H., Nishimura, M., Shimoda, N., Hiasa, J., Fereig, R. M., Tokimitsu, H., Inokuma, H., & Nishikawa, Y. (2020). Evaluation of *Neospora caninum* serodiagnostic antigens for bovine neosporosis. *Parasitology International*, 75(December 2019), 102045. <https://doi.org/10.1016/j.parint.2019.102045>
- Almería, S., Serrano-Pérez, B., & López-Gatius, F. (2017). Immune response in bovine neosporosis: Protection or contribution to the pathogenesis of abortion. *Microbial Pathogenesis*, 109, 177-182. <https://doi.org/10.1016/j.micpath.2017.05.042>
- Anghel, N., Imhof, D., Winzer, P., Balmer, V., Ramseier, J., Haenggeli, K., Choi, R., Hulverson, M. A., Whitman, G. R., Arnold, S. L. M., Ojo, K. K., Van Voorhis, W. C., Doggett, J. S., Ortega-Mora, L. M., & Hemphill, A. (2021). Endochin-like quinolones (ELQs) and bumped kinase inhibitors (BKIs): Synergistic and additive effects of combined treatments against *Neospora caninum* infection in vitro and in vivo. *International Journal for Parasitology: Drugs and Drug Resistance*, 17(August), 92-106. <https://doi.org/10.1016/j.ijpddr.2021.08.007>
- Ansari-Lari, M. (2020). Bovine neosporosis in Iran: A systematic review and meta-analysis. En *Preventive Veterinary Medicine* (Vol. 176, Número February, p. 104913). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2020.104913>
- Ansari-Lari, M., Ahmadnia, S., Moraveji, M., & Bahrami, S. (2011). Seroepidemiological study of *Neospora caninum* in dairy cattle, Iran. September 2014. <https://www.researchgate.net/publication/215585723>
- Appelt, M. A., da Silva, A. S., Cazarotto, C. J., Machado, G., Rodrigues, R. S., Norbury, L. J., Baldissera, M.

- D., Alba, D. F., Gris, A., & Mendes, R. E. (2019). Cholinesterase as an inflammatory marker of subclinical infection of dairy cows infected by *Neospora caninum* and risk factors for disease. *Comparative Immunology, Microbiology and Infectious Diseases*, 66(April), 101330. <https://doi.org/10.1016/j.cimid.2019.101330>
- Arauco Villar, F. (2018). Seroprevalencia y factores de riesgo de neosporosis bovina en el valle del Mantaro-Región Junín, Perú. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 29(4), 1430-1439. <https://doi.org/10.15381/rivep.v29i4.15195>
- Arunvipas, P., Inpankaew, T., & Jittapalapong, S. (2012). Risk factors of *Neospora caninum* infection in dogs and cats in dairy farms in Western Thailand. *Tropical Animal Health and Production*, 44(5), 1117-1121. <https://doi.org/10.1007/s11250-011-0048-2>
- Asmare, K., Regassa, F., Robertson, L. J., & Skjerve, E. (2013). Seroprevalence of *Neospora caninum* and associated risk factors in intensive or semi-intensively managed dairy and breeding cattle of Ethiopia. *Veterinary Parasitology*, 193(1-3), 85-94. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2012.11.025>
- Barker, A., Wigney, D., Child, G., & Šlapeta, J. (2021). Seroprevalence of *Neospora caninum* in dogs from greater Sydney, Australia unchanged from 1997 to 2019 and worldwide review of adult-onset of canine neosporosis. *Current Research in Parasitology and Vector-Borne Diseases*, 1(December 2020), 1-6. <https://doi.org/10.1016/j.crpvbd.2020.100005>
- Bayne, J. E., & Waters, K. M. (2025). Biosecurity Principles for Reproductive Diseases of Cattle. *Vet Clin North Am Food Anim Pract.*, 41(2025 Mar), 55-69. <https://doi.org/doi:%252010.1016/j.cvfa.2024.11.008>
- Bengoa-Luoni, S. A., Corigliano, M. G., Sánchez-López, E., Albarracín, R. M., Legarralde, A., Ganuza, A., Clemente, M., & Sander, V. A. (2019). The potential of a DIVA-like recombinant vaccine composed by rNcSAG1 and rAtHsp81.2 against vertical transmission in a mouse model of congenital neosporosis. *Acta Tropica*, 198(July). <https://doi.org/10.1016/j.actatropica.2019.105094>
- Bernardes, J. C., Pinto-Ferreira, F., Ladeia, W. A., Caldart, E. T., Paschoal, A. T. P., Martins, T. A., Barreto, J. V. P., Crespi, M. E., de Barros, L. D., Nino, B. de S. L., Gonzalez, S. G., & Garcia, J. L. (2024). Seroprevalence and risk factors for *Neospora caninum* and *Toxoplasma gondii* in dairy cattle from São Paulo State, Brazil. *Revista Brasileira de Parasitologia Veterinaria*, 33(2), 1-10. <https://doi.org/10.1590/S1984-29612024034>
- Bertoncello, J. C. B., Simoni, L., Tagliari, M. R., Scheid, A., Paes, M. T. P., & Kwietniewski, C. E. F. (2025). Vertical transmission of *Neospora caninum* from three generations of naturally infected dairy cattle from Brazil. *Veterinary Parasitology: Regional Studies and Reports*, 126156. <https://doi.org/10.1016/j.vprsr.2025.101216>
- Bruhn, F. R. P., Daher, D. O., Lopes, E., Barbieri, J. M., da Rocha, C. M. B. M., & Guimarães, A. M. (2013). Factors associated with seroprevalence of *Neospora caninum* in dairy cattle in southeastern Brazil. *Tropical Animal Health and Production*, 45(5), 1093-1098. <https://doi.org/10.1007/s11250-012-0330-y>
- Campero, L. M., Basso, W., Moré, G., Fiorani, F., Hecker, Y. P., Echaide, I., Cantón, G. J., Cirone, K. M., Campero, C. M., Venturini, M. C., & Moore, D. P. (2023). Neosporosis in Argentina: Past, present and future perspectives. *Veterinary Parasitology: Regional Studies and Reports*, 41(March). <https://doi.org/10.1016/j.vprsr.2023.100882>
- Cedeño Q, D., & Benavides B., B. (2013). Seroprevalence and risk factors associated to *Neospora caninum* in dairy cattle herds in the municipality of Pasto, Colombia. *Revista MVZ Cordoba*, 18(1), 3311-3316. <http://www.scielo.org.co/pdf/mvz/v18n1/v18n1a09.pdf>
- Chiebao, D. P., Valadas, S. Y. O. B., Minervino, A. H. H., Castro, V., Romaldini, A. H. C. N., Calhau, A. S., De Souza, R. A. B., Gennari, S. M., Keid, L. B., & Soares, R. M. (2015). Variables Associated with Infections of Cattle by *Brucella abortus*, *Leptospira* spp. And *Neospora* spp. In Amazon Region in Brazil. *Transboundary and Emerging Diseases*, 62(5), e30-e36. <https://doi.org/10.1111/tbed.12201>
- Cruthers, L. R. (2019). Parasiticide Screening. En J. J. F. Alan A. Marchiondo, Larry R. Cruthers (Ed.), *Academic Press* (Vol. 1, pp. 379-540). <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-813890-8.00005-5>
- Davison, H. C., French, N. P., & Trees, A. J. (1999). Herd-specific and age-specific seroprevalence of *Neospora caninum* in 14 British dairy herds. *Veterinary Record*, 144(20), 547-550. <https://doi.org/10.1136/vr.144.20.547>

- de Souza, G. G., Amatti, L. Z., Garcia, L. V., Costa, L. R., Minutti, A. F., Martins, T. A., Bogado, A. L. G., Ignácio, F. S., de Almeida, B. F. M., Garcia, J. L., & de Barros, L. D. (2022). Neospora caninum infection and reproductive problems in dairy cows from Brazil: A case-control study. *Veterinary Parasitology: Regional Studies and Reports*, 28(August 2021). <https://doi.org/10.1016/j.vprsr.2021.100683>
- Débare, H., Moiré, N., Ducournau, C., Schmidt, J., Laakmann, J. D., Schwarz, R. T., Dimier-Poisson, I., & Debierre-Grockiego, F. (2021). Neospora caninum glycosylphosphatidylinositols used as adjuvants modulate cellular immune responses induced in vitro by a nanoparticle-based vaccine. *Cytokine*, 144(April). <https://doi.org/10.1016/j.cyto.2021.155575>
- Dubey, J. P. (1993). Parasitic Protozoa. En J. P. Kreier (Ed.), *Academic Press* (Vol. 6, pp. 1-158). <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-426016-0.50006-7>.
- Dubey, J. P., Buxton, D., & Wouda, W. (2006). Pathogenesis of Bovine Neosporosis. *Journal of Comparative Pathology*, 134(4), 267-289. <https://doi.org/10.1016/j.jcpa.2005.11.004>
- Dubey, J. P., Hemphill, A., Calero-Bernal, R., & Schares, G. (2017). *Neosporosis in Animals* (1.^a ed.). CRC Press. <https://doi.org/10.1201/9781315152561>
- Dubey, J. P., & Schares, G. (2011). Neosporosis in animals- The last five years. *Veterinary Parasitology*, 180(1-2), 90-108. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2011.05.031>
- Dubey, J. P., Schares, G., & Ortega-Mora, L. M. (2007). Epidemiology and control of neosporosis and Neospora caninum. *Clinical Microbiology Reviews*, 20(2), 323-367. <https://doi.org/10.1128/CMR.00031-06>
- Duszynski, D. W., Kvičerová, J., & Seville, R. S. (2018a). Discussion, Summary and Conclusions. En *The Biology and Identification of the Coccidia (Apicomplexa) of Carnivores of the World* (pp. 575-584). <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-811349-3.00020-7>
- Duszynski, D. W., Kvičerová, J., & Seville, R. S. (2018b). Sarcocystidae. En *The Biology and Identification of the Coccidia (Apicomplexa) of Carnivores of the World* (pp. 331-407). <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-811349-3.00016-5>
- Fávero, J. F., Da Silva, A. S., Campigotto, G., Machado, G., Daniel de Barros, L., Garcia, J. L., Vogel, F. F., Mendes, R. E., & Stefani, L. M. (2017). Risk factors for Neospora caninum infection in dairy cattle and their possible cause-effect relation for disease. *Microbial Pathogenesis*, 110, 202-207. <https://doi.org/10.1016/j.micpath.2017.06.042>
- Fernández Cevallos, A. N. (2020). *Seroprevalencia de anticuerpos contra Neospora caninum en bovinos de crianza extensiva en los distritos de Chumpi, Coracora y Pullo de la provincia de Parinacochas, Ayacucho* [Universidad Científica del Sur]. <https://doi.org/10.21142/tl.2020.1568>
- Fort, M., Edelsten, M., Maley, S., & Innes, E. (2015). Seroepidemiological study of Neospora caninum in beef and dairy cattle in la Pampa, Argentina. *Acta Parasitologica*, 60(2), 275-282. <https://doi.org/10.1515/ap-2015-0039>
- Gao, X., & Wang, H. (2019). Seroprevalence and risk factors for Neospora caninum infection in dogs in rural northeastern mainland China. *Parasite*, 26, 32. <https://doi.org/10.1051/parasite/2019034>
- Ghalmi, F., China, B., Ghalmi, A., Hammitouche, D., & Losson, B. (2012). Study of the risk factors associated with Neospora caninum seroprevalence in Algerian cattle populations. *Research in Veterinary Science*, 93(2), 655-661. <https://doi.org/10.1016/j.rvsc.2011.12.015>
- Gharekhani, J., Rafaat Mohammed, R., Heidari, R., Hajipour, N., Trotta, M., & Villanueva-Saz, S. (2023). Assessment of Neospora caninum infection in bulls using serological and molecular techniques. *Veterinary Parasitology: Regional Studies and Reports*, 46(October), 100940. <https://doi.org/10.1016/j.vprsr.2023.100940>
- Gharekhani, J., & Yakhchali, M. (2019). Neospora caninum infection in dairy farms with history of abortion in West of Iran. *Veterinary and Animal Science*, 8(June), 100071. <https://doi.org/10.1016/j.vas.2019.100071>
- Gliga, D. S., Zumthor, J. P., Frey, C. F., & Basso, W. (2025). Enhancing farmer awareness: Vertical transmission of Neospora caninum in aborting cattle and the value of diagnostics tools. *Veterinary*

- Parasitology*, 334(July 2024), 110403. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2025.110403>
- Goździk, K., Wrzesień, R., Wielgosz-Ostolska, A., Bień, J., Kozak-Ljunggren, M., & Cabaj, W. (2011). Prevalence of antibodies against *Neospora caninum* in dogs from urban areas in Central Poland. *Parasitology Research*, 108(4), 991-996. <https://doi.org/10.1007/s00436-010-2143-0>
- Hernandez, J., Risco, C., & Donovan, A. (2002). Risk of abortion associated with *Neospora Caninum* during different lactations and evidence of congenital transmission in. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 221(12), 1742-1746. <https://doi.org/10.2460/javma.2002.221.1741>
- Innes, E. A., Andrianarivo, A. G., Björkman, C., Williams, D. J. L., & Conrad, P. A. (2002). Immune responses to *Neospora caninum* and prospects for vaccination. *Trends in Parasitology*, 18(11), 497-504. [https://doi.org/10.1016/S1471-4922\(02\)02372-3](https://doi.org/10.1016/S1471-4922(02)02372-3)
- Kashiwazaki, Y., Giannechini, R. E., Lust, M., & Gil, J. (2004). *Seroepidemiology of neosporosis in dairy cattle in Uruguay*. 120, 139-144. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2004.01.001>
- King, J. S., Šlapeta, J., Jenkins, D. J., Al-Qassab, S. E., Ellis, J. T., & Windsor, P. A. (2010). Australian dingoes are definitive hosts of *Neospora caninum*. *International Journal for Parasitology*, 40(8), 945-950. <https://doi.org/10.1016/j.ijpara.2010.01.008>
- Klauck, V., Machado, G., Pazinato, R., Radavelli, W. M., Santos, D. S., Carlo, J., Braunig, P., Vogel, F. F., & Da, A. S. (2016). Microbial Pathogenesis Relation between *Neospora caninum* and abortion in dairy cows: Risk factors and pathogenesis of disease. *Microbial Pathogenesis*, 92, 46-49. <https://doi.org/10.1016/j.micpath.2015.12.015>
- Klun, I., Ćirković, V., Maletić, M., Bradonjić, S., & Djurković-Djaković, O. (2019). Seroprevalence of *Neospora caninum* infection and associated risk factors in dairy cattle in Serbia. *Parasitology Research*. <https://doi.org/10.1007/s00436-019-06307-9>
- Kuruca, L., Spasojević-Kosić, L., Simin, S., Savović, M., Lauš, S., & Lalošević, V. (2013). *Neospora caninum* antibodies in dairy cows and domestic dogs from Vojvodina, Serbia. *Parasite*, 20(1). <https://doi.org/10.1051/parasite/2013036>
- Lefkaditis, M., Mpairamoglou, R., Sossidou, A., Spanoudis, K., & Tsakiroglou, M. (2020). *Neospora caninum*, A potential cause of reproductive failure in dairy cows from Northern Greece. En *Veterinary Parasitology: Regional Studies and Reports* (Vol. 19, Número December 2019, p. 100365). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/j.vprsr.2019.100365>
- Liu, Y., Reichel, M. P., & Lo, W. C. (2020). Combined control evaluation for *Neospora caninum* infection in dairy: Economic point of view coupled with population dynamics. *Veterinary Parasitology*, 277(July 2019), 108967. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2019.108967>
- Llano, H. A. B., Guimarães, M. S., Soares, R. M., Polo, G., & da Silva, A. C. (2018). Seroprevalence and risk factors for *Neospora caninum* infection in cattle from the eastern Antioquia, Colombia. *Veterinary and Animal Science*, 6(March), 69-74. <https://doi.org/10.1016/j.vas.2018.03.001>
- Locatelli Dittrich, R., Regidor-Cerrillo, J., Ortega-Mora, L. M., Oliveira Koch, M. de, Busch, A. P. B., Gonçalves, K. A., & Cruz, A. A. (2018). Isolation of *Neospora caninum* from kidney and brain of a bovine foetus and molecular characterization in Brazil. *Experimental Parasitology*, 185, 10-16. <https://doi.org/10.1016/j.exppara.2018.01.004>
- López-Gatius, F., Pabón, M., & Almería, S. (2004). *Neospora caninum* infection does not affect early pregnancy in dairy cattle. *Theriogenology*, 62(3-4), 606-613. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2003.11.002>
- Macchi, M. V., Suanes, A., Salaberry, X., Fernandez, F., Piaggio, J., & Gil, A. D. (2020). Epidemiological study of neosporosis in Uruguayan dairy herds. *Preventive Veterinary Medicine*, 179(December 2019), 105022. <https://doi.org/10.1016/j.pprevetmed.2020.105022>
- Maia, A. R. A., de Melo, R. P. B., Mota, R. A., Clementino, I. J., Alves, C. J., de Sousa Américo Batista Santos, C., Fernandes, L. G., & de Azevedo, S. S. (2023). Herd and animal level prevalences and risk factors for *Neospora caninum* infection in cattle in the state of Paraíba, northeastern Brazil. *Veterinary Parasitology: Regional Studies and Reports*, 40(April). <https://doi.org/10.1016/j.vprsr.2023.100866>
- Martins, T. A., de Barros, L. D., de Souza Lima Nino, B., Bernardes, J. C., dos Santos Silva, A. C., Minutti,

- A. F., Cardim, S. T., Rose, M. P., Martinez, V., & Garcia, J. L. (2024). Indirect ELISAs with sucrose subcellular fractions of *Neospora caninum* as antigens for diagnosis of neosporosis in cattle. *Journal of Immunological Methods*, 534(September 2023). <https://doi.org/10.1016/j.jim.2024.113760>
- Marugan-Hernandez, V. (2017). *Neospora caninum* and Bovine Neosporosis: Current Vaccine Research. *Journal of Comparative Pathology*, 157(2-3), 193-200. <https://doi.org/10.1016/j.jcpa.2017.08.001>
- Masatani, T., Fereig, R. M., Otomaru, K., Ishikawa, S., Kojima, I., Hobo, S., & Nishikawa, Y. (2018). Seroprevalence of *Cryptosporidium parvum* and *Neospora caninum* in cattle in the southern Kyushu region of Japan. *Parasitology International*, 67(6), 763-767. <https://doi.org/10.1016/j.parint.2018.08.001>
- McAllister, M. M. (2016). Diagnosis and Control of Bovine Neosporosis. *Veterinary Clinics of North America—Food Animal Practice*, 32(2), 443-463. <https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2016.01.012>
- Mohieddini, A. A., Delavari, M. M., Baghbanani, R. H., & Akbarinejad, V. (2025). A longitudinal study on the effects of maternal and offspring seropositivity for *Neospora caninum* on birth weight, survival, reproductive performance and abortion in the offspring. *Veterinary Parasitology: Regional Studies and Reports*, 58(December 2024), 101206. <https://doi.org/10.1016/j.vprsr.2025.101206>
- Moore, D. P., Pérez, A., Agliano, S., Brace, M., Cantón, G., Cano, D., Leunda, M. R., Odeón, A. C., Odriozola, E., & Campero, C. M. (2009). Risk factors associated with *Neospora caninum* infections in cattle in Argentina. *Veterinary Parasitology*, 161(1-2), 122-125. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2009.01.003>
- Newcomer, B. W., Cebra, C., Chamorro, M. F., Reppert, E., Cebra, M., & Edmondson, M. A. (2021). Diseases of the hematologic, immunologic, and lymphatic systems (multisystem diseases). *Sheep, Goat, and Cervid Medicine*, 1(Mcv), 405-438. <https://doi.org/10.1016/b978-0-323-62463-3.00025-6>
- Nicolino, R. R., de Oliveira, C. S. F., Lopes, L. B., Rodrigues, R. O., & Haddad, J. P. A. (2017). Prevalence and risk factors associated with anti-*Neospora caninum* antibodies in dairy herds in the central region of Minas Gerais State, Brazil. *Veterinary Parasitology: Regional Studies and Reports*, 10(August), 71-74. <https://doi.org/10.1016/j.vprsr.2017.08.008>
- Nogueira, C. I., Mesquita, L. P., Abreu, C. C., Nakagaki, K. Y. R., Seixas, J. N., Bezerra, P. S., Rocha, C. M. B. M., Guimaraes, A. M., Peconick, A. P., & Varaschin, M. S. (2013). Risk factors associated with seroprevalence of *Neospora caninum* in dogs from urban and rural areas of milk and coffee production in Minas Gerais state, Brazil. *Epidemiology and Infection*, 141(11), 2286-2293. <https://doi.org/10.1017/S0950268813000162>
- Olmo, L., Dye, M. T., Reichel, M. P., Young, J. R., Nampanya, S., Khounsy, S., Thomson, P. C., Windsor, P. A., & Bush, R. D. (2018). Investigation of infectious reproductive pathogens of large ruminants: Are neosporosis, brucellosis, leptospirosis and BVDV of relevance in Lao PDR? *Acta Tropica*, 177(October 2017), 118-126. <https://doi.org/10.1016/j.actatropica.2017.10.007>
- Pagmadulam, B., Myagmarsuren, P., Fereig, R. M., Igarashi, M., Yokoyama, N., Battsetseg, B., & Nishikawa, Y. (2018). Seroprevalence of *Toxoplasma gondii* and *Neospora caninum* infections in cattle in Mongolia. *Veterinary Parasitology: Regional Studies and Reports*, 14(July), 11-17. <https://doi.org/10.1016/j.vprsr.2018.08.001>
- Parkinson, T. J. (2019). Specific Infectious Diseases Causing Infertility and Subfertility in Cattle. En *Veterinary Reproduction and Obstetrics* (pp. 434-466). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/b978-0-7020-7233-8.00024-0>
- Pereyra, W. R., Suarez, V. H., Cardoso, N., Gual, I., Martínez, G. M., Capozzo, A. V., & Mansilla, F. C. (2021). Seroprevalence and risk factors associated with *Neospora caninum* in dairy farms from the Province of Salta, Argentina. *Revista Argentina de Microbiologia*, 53(2), 145-153. <https://doi.org/10.1016/j.ram.2020.06.011>
- PRODESA. (2011). *Caracterización de la Diarrea Viral Bovina, Neosporosis Bovina y Rinotraqueitis Infecciosa Bovina en el Perú* (Técnico No. Informe final; Programa de Desarrollo de la Sanidad Agraria e Inocuidad Agroalimentaria, p. 26). Servicio Nacional de Sanidad Agraria, SENASA. <http://repositorio.senasa.gob.pe/handle/SENASA/135>
- Pruvot, M., Kutz, S., Van Der Meer, F., Musiani, M., Barkema, H. W., & Orsel, K. (2014). Pathogens at the livestock-wildlife interface

- in Western Alberta: Does transmission route matter? *Veterinary Research*, 45(1). <https://doi.org/10.1186/1297-9716-45-18>
- Reiling, S. J., Measures, L., Feng, S., Boone, R., Merks, H., & Dixon, B. R. (2019). Toxoplasma gondii, Sarcocystis sp. And Neospora caninum-like parasites in seals from northern and eastern Canada: Potential risk to consumers. *Food and Waterborne Parasitology*, 17, e00067. <https://doi.org/10.1016/j.fawpar.2019.e00067>
- Robbe, D., Passarelli, A., Gloria, A., Di Cesare, A., Capelli, G., Iorio, R., & Traversa, D. (2016). Neospora caninum seropositivity and reproductive risk factors in dogs. *Experimental Parasitology*, 164, 31-35. <https://doi.org/10.1016/j.exppara.2016.02.003>
- Rodriguez-Pazmiño, A. S., Brito, C. M., Salas-Rueda, M., Orlando, S. A., & Garcia-Bereguian, M. A. (2024). A first insight into seropositivity of Neospora caninum and associated risk factors in free-roaming dogs from Ecuador. *Acta Tropica*, 256(February), 6-9. <https://doi.org/10.1016/j.actatropica.2024.107245>
- Saari, S., Näreaho, A., & Nikander, S. (2019a). Canine Parasites and Parasitic Diseases. Chapter 2. En *Canine Parasites and Parasitic Diseases* (pp. 5-34). <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-814112-0.00002-7>
- Saari, S., Näreaho, A., & Nikander, S. (2019b). Canine Parasites and Parasitic Diseases. Introduction. *Canine Parasites and Parasitic Diseases*, 1-3. <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-814112-0.00001-5>
- Sadrebazzaz, A., Haddadzadeh, H., Esmailnia, K., Habibi, G., Vojgani, M., & Hashemifesharaki, R. (2004). Serological prevalence of Neospora caninum in healthy and aborted dairy cattle in Mashhad, Iran. *Veterinary Parasitology*, 124(3-4), 201-204. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2004.06.027>
- Sager, H., Fischer, I., Furrer, K., Strasser, M., Waldvogel, A., Boerlin, P., Audigé, L., & Gottstein, B. (2001). A Swiss case-control study to assess Neospora caninum-associated bovine abortions by PCR, histopathology and serology. *Veterinary Parasitology*, 102(1-2), 1-15. [https://doi.org/10.1016/S0304-4017\(01\)00524-6](https://doi.org/10.1016/S0304-4017(01)00524-6)
- Sala, G., Gazzonis, A., Boccardo, A., Coppoletta, E., Galasso, C., Manfredi, M. T., & Pravettoni, D. (2018). Using beef-breed semen in seropositive dams for the control of bovine neosporosis. *Preventive Veterinary Medicine*, 161(October), 127-133. <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2018.10.024>
- Schares, G., Bärwald, A., Staubach, C., Ziller, M., Klöss, D., Schröder, R., Labohm, R., Dräger, K., Fasen, W., Hess, R. G., & Conraths, F. J. (2004). Potential risk factors for bovine Neospora caninum infection in Germany are not under the control of the farmers. *Parasitology*, 129(3), 301-309. <https://doi.org/10.1017/S0031182004005700>
- Schmidt, A. C., Pacheco, T. D. A., Barddal, J. E. I., de Oliveira, A. C. S., de Aguiar, D. M., Negreiros, R. L., & Pacheco, R. de C. (2018). Seroprevalence, spatial analysis and risk factors of infection with Neospora caninum in cattle in Brazil's northern pantanal wetland. *Revista Brasileira de Parasitologia Veterinaria*, 27(4), 455-463. <https://doi.org/10.1590/s1984-296120180058>
- Serrano-Martínez, M. E., Cisterna, C. A. B., Romero, R. C. E., Huacho, M. A. Q., Bermabé, A. M., & Albornoz, L. A. L. (2019). Evaluation of abortions spontaneously induced by Neospora caninum and risk factors in dairy cattle from Lima, Peru. *Revista Brasileira de Parasitologia Veterinaria*, 28(2), 215-220. <https://doi.org/10.1590/s1984-29612019026>
- Snak, A., Garcia, F. G., Lara, A. A., Pena, H. F. J., & Osaki, S. C. (2018). Neospora caninum in properties in the west region of Paraná, Brazil: Prevalence and risk factors. *Revista Brasileira de Parasitologia Veterinaria*, 27(1), 52-60. <https://doi.org/10.1590/S1984-29612018001>
- Ståhl, K., Björkman, C., Emanuelson, U., Rivera, H., Zelada, A., & Moreno-López, J. (2006). A prospective study of the effect of Neospora caninum and BVDV infections on bovine abortions in a dairy herd in Arequipa, Peru. *Preventive Veterinary Medicine*, 75(3-4), 177-188. <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2006.02.006>
- Sykes, J. E. (2013). Neosporosis. En *Canine and Feline Infectious Diseases*. Elsevier Inc. <https://doi.org/10.1016/B978-1-4377-0795-3.00073-9>
- Talafha, A. Q., & Al-Majali, A. M. (2012). Prevalence and risk factors associated with Neospora caninum infection in dairy herds in Jordan. *Tropical Animal Health and Production*, 45(1), 479-485. <https://doi.org/10.1007/s11250-012-0244-8>

- VanLeeuwen, J. A., Haddad, J. P., Dohoo, I. R., Keefe, G. P., Tiwari, A., & Scott, H. M. (2010). Risk factors associated with *Neospora caninum* seropositivity in randomly sampled Canadian dairy cows and herds. *Preventive Veterinary Medicine*, 93(2-3), 129-138. <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2009.11.013>
- Villa, L., Allievi, C., Di Cerbo, A. R., Zanzani, S. A., Sommariva, F., Zanini, L., Mortarino, M., & Manfredi, M. T. (2024). *Neospora caninum* antibodies in bulk tank milk from dairy cattle herds in Italy in relation to reproductive and productive parameters and spatial analysis. *Acta Tropica*, 254(March), 107194. <https://doi.org/10.1016/j.actatropica.2024.107194>
- Wilson, D. J., Orsel, K., Waddington, J., Rajeev, M., Sweeny, A. R., Joseph, T., Grigg, M. E., & Raverty, S. A. (2016). *Neospora caninum* is the leading cause of bovine fetal loss in British Columbia, Canada. *Veterinary Parasitology*, 218, 46-51. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2016.01.006>
- Xu, J., Hiramatsu, R., Suhaimi, H., Kato, T., Fujimoto, A., Tokiwa, T., Ike, K., & Park, E. Y. (2019). *Neospora caninum* antigens displaying virus-like particles as a bivalent vaccine candidate against neosporosis. *Vaccine*, 37(43), 6426-6434. <https://doi.org/10.1016/j.vaccine.2019.09.002>