

Neosporosis en animales domésticos: una revisión

Rafael Blanco Martínez^{1*}, Victor Gómez León², José Cardona Álvarez^{2,3}

Recibido: 24 marzo 2015 / Aceptado: 17 junio 2015

■ Resumen

La neosporosis es definida como una enfermedad parasitaria que afecta caninos, bovinos, ovinos, caprinos, búfalos, ciervos y equinos, causada por *Neospora caninum*, y es un protozoo intracelular obligado, parásito que puede infectar a los cánidos domésticos y salvajes, a los rumiantes y a los caballos. El perro (*Canis lupus familiaris*) y el coyote (*Canis latrans*) son huéspedes definitivos del protozoario, lo cual sugiere que el agente puede infectar el alimento del ganado con ooquistes eliminados por los perros en la materia fecal; la transmisión vertical se reconoce como responsable de la perpetuación de la infección en el hato, por lo que en vacas infectadas de forma crónica, la transmisión al feto durante la gestación sucede como consecuencia del recrudecimiento de la infección latente, debido a la inmunodepresión generada por la gestación. El aborto es el único signo clínico observado en vacas adultas; sin embargo, se pueden encontrar terneros vivos afectados congénitamente, en los que se observa bajo peso en el momento del nacimiento y signos neurológicos de ataxia. El efecto más importante de la neosporosis en los bovinos es la producción de abortos, con las consecuentes pérdidas económicas que ello ocasiona a los productores; por esta razón la identificación de los factores de riesgo que intervienen en la infección de rebaños bovinos por *Neospora caninum* tiene importantes consecuencias en el desarrollo de estrategias para controlar o prevenir la enfermedad, sobre todo en ausencia de tratamientos o vacunas efectivas disponibles.

Palabras clave: *Neospora caninum*, bovinos, aborto.

1 MVZ, MSc. Corporación Universitaria Lasallista, Facultad de ciencias Administrativas y Agropecuarias, Docente tiempo completo de Parasitología Veterinaria, GIVET*.

2 MVZ, MSc. Estudiante de Doctorado en Medicina Veterinarias. Universidad Federal de Viçosa, Departamento de Medicina Veterinaria, Viçosa, Brasil.

3 MVZ, MSc, PhD(c). Universidad de Córdoba, Departamento de Ciencias Pecuarias, Semillero de Investigaciones en Medicina de Grandes Animales (MEGA), Montería, Colombia. Bolsista do Programa Estudantes-Convênio de Pós-Graduação – PEC-PG, da CAPES/CNPq – Brasil.* E-mail: rablanco@lasallistado-centes.edu.co



Neosporosis in domestic animals: a review

■ Abstract

Neosporosis is a parasitary disease that affects dogs, cattle, sheep, goats, buffaloe, deer and horses, caused by *Neospora caninum*, an intracellular protozoan. This parasite can infect wild and domestic canids, the ruminants and the horses. Dogs (*Canis lupus familiaris*) and coyotes (*Canis latrans*) are definitive hosts of the protozoan, and this fact suggests that the agent can infect the cattle's food with oocysts eliminated by these animals in their feces. The vertical transmission is known as responsible for the perpetuation of the infection within the herd, and this is why chronically infected cows transmit the parasite to the fetus during the gestation as a consequence of the recrudescence of the latent infection, which appears due to the immunosuppression caused by the gestation. Abortion is the only clinical sign observed in adult cows, but living calves with the infection, congenitally transmitted, can be found. They have low weight when they are born and they also show neurological signs, such as ataxia. The most important effect of neosporosis in cattle is the occurrence of abortions, with the economic losses they bring to producers. This is why the identification of the risk factors involved in the infection of cattle with *Neospora caninum* has important consequences in the development of strategies to control or prevent the disease, especially when there are no treatments or vaccines available.

Key words: *Neospora caninum*, cattle, abortion.

Neosporosis em animais domésticos: uma revisão

■ Resumo

A *Neospora* é definida como uma doença parasitária que afeta caninos, bovinos, ovinos, caprinos, búfalos, veados e equinos, causada por *Neospora caninum*, sendo um protozoário intracelular obrigatório. Este parasita pode infectar aos caninos domésticos e selvagens, ruminantes e aos cavalos. O cachorro (*Canis lupus familiaris*) e o coiote (*Canis latrans*) são hospedes definitivos do protozoário, o qual sugere que o agente pode infectar o alimento do gado com oocistos eliminados por estes animais na matéria fecal. A transmissão vertical se reconhece como responsável da perpetuação da infecção no rebanho, pelo que em vacas infectadas de forma crônica, a transmissão ao feto durante a gestação sucede como consequência do recrudesimento da infecção latente, devido à imunodepressão gerada pela gestação. O aborto é o único signo clínico observado em vacas adultas, no entanto se podem encontrar bezerros vivos afetados congenitamente, observando-se sob peso ao nascimento e signos neurológicos como ataxia. O efeito mais importante da *neospora* nos bovinos é a produção de abortos, com as consequentes perdas econômicas que isso ocasiona aos produtores. É por esta razão que a identificação dos fatores de risco envolvidos na infecção de rebanhos bovinos por *Neospora caninum*, tem importantes consequências no desenvolvimento de estratégias para controlar ou prevenir a doença, sobretudo em ausência de tratamentos ou vacinas efetivas disponíveis.

Palavras importante: *Neospora caninum*, bovinos, aborto.

■ Introducción

Neospora caninum es un protozoo intracelular obligado, que causa abortos, mortalidad neonatal y nacimiento de crías con deficiencias neuromusculares en bovinos, con un consecuente impacto negativo sobre el desempeño reproductivo de los rebaños (Dubey, 2003).

Actualmente la neosporosis es definida como una enfermedad parasitaria que afecta caninos, bovinos, ovinos, caprinos, búfalos, ciervos y equinos, causada por *Neospora caninum*. Equinos, caprinos, ovinos, ciervos, búfalos, e inclusive el perro, pueden comportarse como hospedadores intermediarios (Dubey, 1999a). En equinos se ha descrito otra especie causante de mieloencefalitis protozoaria equina, denominada *Neospora hughesi* (Marsh, 1996).

En la epidemiología de la neosporosis bovina, la transmisión vertical es reconocida como la principal ruta para mantener la infección en el ganado; los becerros son infectados vía transplacentaria en madres crónicamente infectadas (Dubey, 2007; 2006). La otra ruta de infección la representa la transmisión horizontal, en la cual el perro y el coyote (Gondim, 2004), que han sido descritos como huéspedes definitivos de *Neospora caninum*, aparecen como principales responsables al excretar ooquistes en las heces, y con ello contaminar agua de bebida y alimentos (Dubey, 2007; 2006).

Neosporosis

La neosporosis fue descrita por primera vez en caninos como un síndrome neuromuscular causado por un protozoo intracelular denominado *Neospora caninum* (Dubey 1988). Aunque la enfermedad es causante de pérdidas reproductivas, productivas y económicas en áreas ganaderas de todo el mundo, hasta el presente no existe tratamiento o inmunógeno

capaz de prevenir la infección en los bovinos (Dubey, 2003).

Neospora caninum es un protozoo que puede infectar a los cánidos domésticos y salvajes, rumiantes y caballos (Dubey, 2006; 2003). Perteneció a la familia *Sarcocystidae*, phylum *Apicomplexa*, estrechamente relacionado con *Toxoplasma Gondii* (Dubey, 2003) hasta 1988, cuando fue descrito como un nuevo género y una nueva especie (Dubey 1988).

Tiene un ciclo de vida heteroxeno, considerando como hospederos definitivos a los perros y coyotes (*Canis latrans*) (Gondim, 2004). El parásito presenta tres estadios de infección: taquizoito, bradizoito y ooquiste. Los dos primeros están presentes en tejidos de los hospederos infectados (intermediarios y definitivos), mientras que los ooquistes están presentes en las heces del hospedero definitivo (Bjorkman, 1999).

Vías de infección

El ciclo biológico es parcialmente conocido; sin embargo, se sabe que el perro doméstico (*Canis lupus familiaris*) y el coyote (*Canis latrans*) son huéspedes definitivos del protozoo (Gondim, 2004), lo cual sugiere que el agente puede infectar el alimento del ganado con ooquistes eliminados por los perros en la materia fecal; no obstante, esta vía de infección está relacionada con el número de ooquistes ingeridos (Gondim, 2004).

La transmisión vertical se reconoce como responsable de la perpetuación de la infección en el hato (Dubey, 2006; Ortega-Mora, 2006). En vacas infectadas de forma crónica, la transmisión al feto durante la gestación sucede como consecuencia del recrudecimiento de la infección latente, debido a la inmunodepresión generada por la gestación (Innes, 2005; 2001); la parasitemia consecuente permite que las formas



infectantes del parásito invadan la placenta y diferentes tejidos fetales por vía sanguínea (Dubey, 2006).

La transmisión venérea del parásito podría ser posible, ya que recientemente se ha descrito la presencia esporádica de ADN de *Neospora caninum* tanto en semen fresco como en semen congelado (Ortega-Mora, 2003).

El ciclo de *Neospora caninum* entre animales domésticos y silvestres fue demostrado recientemente en América del Norte, con la confirmación de la transmisión del parásito entre ciervos y caninos, así como entre coyotes y terneros. La participación de la fauna silvestre en el ciclo de transmisión de *Neospora caninum* determina mayores desafíos para el control de la neosporosis (Gondim, 2006; 2004).

Signos clínicos

Bovinos.

El aborto es el principal signo clínico observado en vacas adultas, y se puede presentar desde tres meses de gestación hasta el término de la misma; la mayoría de los casos ocurre entre los cinco y los seis meses de gestación (Locatelli-Dittrich, 2001).

En cuanto al feto, este puede morir en el útero, ser reabsorbido, momificado, autolisado, nacer muerto, nacer vivo y morir inmediatamente, o nacer clínicamente normal, pero crónicamente infectado (Dubey, 1999b).

Se pueden encontrar terneros vivos afectados congénitamente, y las afecciones que más frecuentemente se observan son: bajo peso en el momento del nacimiento, signos neurológicos de ataxia, disminución del reflejo patelar y pérdida de la propiocepción, incluso, puede llegar a la parálisis completa. También puede observarse exoftalmia y asimetría de los ojos. La

infección intrauterina también puede dar lugar al nacimiento de terneros clínicamente sanos en los que se pueden encontrar altas tasas de anticuerpos precalostrales (Zambrano, 2001).

Equinos.

Los signos clínicos de neosporosis en equinos son: ceguera, pérdida de peso, parálisis de los miembros posteriores, alteración del comportamiento, dificultad de masticación, incoordinación, ataxia y aborto (Walsh 2000; Marsh, 1996).

La patogenicidad y la infección transplacentaria por *Neospora* sp. en equinos son poco conocidas, así como el posible nacimiento de potros asintomáticos (Hoane, 2006).

La mieloencefalitis protozoaria equina (MEP) es causada por los protozoarios *Neospora hughesi* y *Sarcocystis neurona*, que infectan el sistema nervioso central (Marsh, 1996). Los equinos con MEP causado por *Neospora hughesi* presentan ataxia de los miembros posteriores y, en algunos casos, de los cuatro miembros, y anomalías en el modo de andar, acentuadas cuando el animal camina con la cabeza elevada o cuando anda en círculos (Cheadle, 1999).

En América del Sur, *Neospora hughesi* aún no ha sido aislada, y en los estudios de seroprevalencia y de diagnóstico serológico están siendo utilizados los taquizoitos de *Neospora caninum* como antígeno, pero es imposible la diferenciación de la especie de neospora que está infectando equinos (Locatelli-Dittrich, 2006; Patitucci, 2004; Dubey, 1999a).

Caninos.

Neospora caninum es un patógeno primario en perros y puede causar la enfermedad clínica en perros de todas las edades. En la mayoría de los

casos clínicos de neosporosis en perros, estos han sido infectados congénitamente (Dubey, 2007).

En la mayoría de los casos, los perros nacen asintomáticos y desarrollan signos clínicos tres semanas después del nacimiento. No todos los cachorros en la camada se ven afectados (Dubey, 2006; 2003).

En caninos la enfermedad puede ser fatal tanto en perros jóvenes como en adultos, pero los casos de infección congénita son los más dramáticos (Dubey, 1999a). En cachorros la manifestación clínica característica de la neosporosis es la paresia y/o la parálisis ascendente de los miembros posteriores, con contracción espástica de los mismos (Cole, 1995; Dubey, 1988).

Diagnóstico

El diagnóstico de la neosporosis bovina se puede realizar en el ganado mediante diferentes técnicas serológicas indirectas, como el inmunoensayo enzimático (ELISA) y la inmunofluorescencia indirecta, mientras que en los fetos abortados se usan métodos de detección directos, como la histopatología, la inmunohistoquímica y recientemente las pruebas de PCR, utilizando principalmente cerebro, corazón e hígado, que son los órganos comúnmente más afectados (Ortega-Mora, 2006); asimismo, se ha informado que mediante PCR es posible detectar DNA del parásito en leucocitos, linfocitos y sangre, lo cual demuestra la presencia del parásito de manera directa en animales vivos con infecciones naturales o experimentales (Serrano-Martínez, 2007; Okeoma, 2004).

Epidemiología

La neosporosis bovina ha sido informada en África, América, Asia, Europa y Oceanía (Dubey, 2003). La enfermedad se inicia después de una

parasitemia materna ocasionada como resultado de una infección primaria o como consecuencia de la reactivación de una infección persistente durante la gestación (Dubey, 2006), lo que provoca abortos entre el tercero y el noveno mes de gestación, mortinatos, muerte neonatal, muerte fetal temprana y reabsorción embrionaria, y un efecto importante en diferentes parámetros reproductivos (Dubey, 2007).

En los rebaños infectados por *Neospora caninum*, los abortos pueden presentarse de forma endémica o epidémica (Davison, 1999). La forma esporádica es poco frecuente y ocurre en rebaños donde la tasa de aborto es baja y los abortos se producen a intervalos irregulares. Los abortos con presentación epidémica, con una elevada tasa anual de abortos localizada en un corto período de tiempo, se han descrito en diversos estudios (Dubey, 2006; 2003).

El patrón endémico es la forma más frecuente de abortos causados por neosporosis y se presenta en hatos donde el parásito se transmite, principalmente, de modo vertical entre generaciones sucesivas. En los rebaños con aborto endémico, se ha observado una correlación clara entre la seropositividad de las madres y la progenie con una distribución de los animales seropositivos igual en los diferentes grupos de edad (Schaes, 2002).

El patrón de aborto epidémico se ha asociado con una infección reciente y la transmisión postnatal del parásito, evidenciado por la falta de asociación entre la seropositividad de las madres y la descendencia y la presencia de IgG anti-*N. caninum* de baja avidéz en los animales abortados (McAllister, 2000).

En Colombia existen estudios que demostraron la presencia de anticuerpos contra *N. caninum* en 54.1 % de vacas con antecedentes abortivos procedentes de la sabana de Bogotá, Nariño y algunas fincas de clima cálido (Zambrano, 2001).



Del mismo modo estudios realizados en vacas con antecedentes de trastornos reproductivos en Montería, Córdoba, demostraron la presencia de anticuerpos compatibles en el 10.2 % de los animales estudiados (Oviedo, 2007).

Importancia económica

El efecto más importante de la neosporosis en los bovinos es la producción de abortos, con las consecuentes pérdidas económicas que ello ocasiona a los productores. Sin embargo, existen otras pérdidas que no son tan visibles, pero que tienen un impacto real en la economía, como por ejemplo, reabsorción embrionaria, infertilidad, muerte perinatal y descarte prematuro de animales seropositivos por bajo rendimiento en los rodeos. A estas pérdidas hay que sumarles los costos ocasionados por la asistencia profesional, el diagnóstico, la disminución en la producción láctea y el costo del remplazo de las vacas abortadas (Innes, 2001).

En ganado lechero infectado por *N. caninum* la producción láctea disminuye hasta 4 % (Hernández, 2001). En el ganado de carne también disminuye la producción; aunque no se ha relacionado con alteraciones en ganancia de peso (Tennent-Brown, 2000), sí se ha reportado la presencia de abortos en este tipo de ganado infectado con *Neospora caninum* (Waldner, 1998; Williams, 1997).

Control y prevención

La identificación de los factores de riesgo que intervienen en la infección de rebaños bovinos por *Neospora caninum* tiene importantes consecuencias en el desarrollo de estrategias para controlar o prevenir la enfermedad, sobre todo en ausencia de tratamientos o vacunas efectivas disponibles (Schaes, 2004; Otranto, 2003).

La vacunación frente a *Neospora caninum* ha demostrado un éxito limitado, particularmente en la reducción de abortos, pero no en la prevención de infecciones fetales o placentarios (Reichek, 2009; Innes, 2002).

Baillargeon et al. (2001) y Landmann et al. (2002) demostraron que la transferencia de embriones es una técnica segura y eficaz para el control de la transmisión vertical; embriones de donantes positivas cuando se transfieren a receptoras negativas son capaces de romper el ciclo de la infección congénita. Sin embargo, cuando las receptoras son positivas a *Neospora caninum*, el feto se infecta independientemente de la condición de las donantes.

Baillargeon et al. (2001) demostraron que los embriones recuperados de vacas seropositivas a *Neospora caninum*, tratados con tripsina antes de ser transferidos a vacas receptoras seronegativas, produjeron terneros que fueron libres de la infección por *Neospora caninum*. El uso de tripsina elimina agentes que se adhieren firmemente a la zona pelúcida (Bielanski, 2013) al romper los enlaces asociados con la adherencia a las superficies de las células. La eficiencia de esta ha sido estudiada en espetozides (Mattson, 2008) y embriones bovinos (Bielanski, 2013).

Finalmente, otro aspecto a tener en cuenta sería evitar la tenencia de caninos en explotaciones ganaderas, debido a que la presencia de perros en estas representa un factor de riesgo importante, dado que los canes expulsan los ooquistes del parásito en sus heces, lo que facilita la transmisión horizontal de la neosporosis (Portocarrero, 2015).

Consideraciones finales

La neosporosis se ha convertido en una de las parasitemias que está afectando la producción bovina, y a la cual no se le ha dado importancia

debido al poco conocimiento que se tiene, además de la adaptación del parásito a diferentes especies de huésped.

En Colombia específicamente se ha reportado la presencia de anticuerpos contra *Neospora caninum* a través de diferentes técnicas serológicas en bovinos en los departamentos de Antioquia (López, 2007), Córdoba (Oviedo, 2007), Caquetá (Motta Giraldo, 2012) y Boyacá (Pulido, 2013); ovinos (Patarroyo, 2013) y asnales (Blanco, 2014) en el departamento de Córdoba.

Es un desafío, para parasitólogos, inmunólogos, veterinarios, zootecnistas y productores, conocer, comprender y erradicar el protozoario, para evitar pérdidas en las producciones, así como la presentación de la enfermedad en animales domésticos.

■ Referencias

- Baillargeon, P., Fecteau, G.; Paré, J; Iamothe, P., Sauvé, R. (2001). Evaluation of the embryo transfer procedure proposed by the International Embryo Transfer Society as a method of controlling vertical transmission of *Neospora caninum* in cattle. *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 218, 1803-1806.
- Bielanski, A., Algire, J., Lalonde, A., Garceac, A. (2013). Prevention of bovine herpesvirus-1 transmission by the transfer of embryos disinfected with recombinant bovine trypsin. *Theriogenology.* 80, 1104-1108
- Bjorkman, C. y Ugglá, A. (1999). Serological diagnosis of *Neospora caninum* infection. *Int. J. Parasitol.* 29, 1497-1507.
- Blanco, R. D., Patarroyo, J. H., Vargas, M. I., Cardona, J. A., Araújo, L. S., Gómez, V. E. (2014). Ocorrência de anticorpos anti-*Neospora* spp. em jumentos (*Equus asinus*) no estado de Sucre-Colômbia. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.* 66(2), 450-454.
- Cheadle, M., Lindsay, D., Rowe, S., Dykstra, C., Williams, M., Spencer, J., et al. (1999). Prevalence of antibodies to *Neospora* sp. in horses from Alabama and characterization of an isolate recovered from a naturally infected horse. *Int. J. Parasitol.* 29, 1537-1543.
- Cole, R., Lindsay, D., Blagburn, B., Sorjohen, D., Dubey, J. (1995). Vertical transmission of *Neospora caninum* in dogs. *J. Parasitol.* 81, 208-211.
- Davison, H., French N., Trees A. (1999). Herd-specific and age-specific seroprevalence of *Neospora caninum* in 14 British dairy herds. *Vet. Rec.* 144, 547- 550.
- Dubey J., Buxton, D., Wouda, W. (2006). Pathogenesis of bovine neosporosis. *J. Comp. Pathol.* 134, 267-289.
- Dubey, J. (1999a) Recent advances in *Neospora* and neosporosis. *Vet. Parasitol.* 84, 349-367.
- Dubey, J. (1999b). Neosporosis in cattle: biology and economic impact. *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 214, 1160-1163.
- Dubey, J. (2003). Neosporosis in cattle. *J. Parasitol.* 89(Suppl): S42-S56.
- Dubey, J., Schares, G., Ortega-mora, L. (2007). Epidemiology and control of neosporosis and *Neospora caninum*. *Clin. Microbiol. Rev.* 20, 323-367.
- Dubey, J. P., Hattel, A. L., Lindsay, D. S., Topper, M. J. (1988). Neonatal *Neospora caninum* infection in dogs of the causative agent and experimental transmission. *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 193, 1259-1263.



- Gondim, L. (2006). *Neospora caninum* in wildlife. *Trends Parasitol*, 22(6), 247-252.
- Gondim, L., McAllister, M., Pitt, W., Zemlickac, D. (2004). Coyotes (*Canis latrans*) are definitive hosts of *Neospora caninum*. *Int. J. Parasitol*, 34, 159-161.
- Hernández, J., Risco, C., Donovan, A. (2001) Association between exposure to *Neospora caninum* and milk production in dairy cows. *J. Am. Vet. Med. Assoc.*, 219, 632-635.
- Hoane, J., Gennari, S., Dubey, J., Ribeiro, M., Borges, A., Yai, L., et al. (2006). Prevalence of *Sarcocystis neurona* and *Neospora* spp. infection in horses from Brazil based on presence of serum antibodies to parasite surface antigen. *Vet. Parasitol*, 136, 155-159.
- Innes, E., Andrianarivo, A., Björkman, C., Williams, D., Conrad P. (2002) Immune responses to *Neospora caninum* and prospects for vaccination. *Trends Parasitol*, 18(11), 497-504.
- Innes, E., Wright, S., Bartley, P., Maley, S., Macaldowie, C. (2005). The host parasite relationship in bovine neosporosis. *Vet. Immunopathol*, 108, 29-36.
- Innes, E., Wright, S., Maley, S., Rae, A., Schok, A., Kirvar, E. (2001). Protection against vertical transmission in bovine neosporosis. *Int. J. Parasitol*, 31, 1523-1538.
- Landmann, J., Jillella, D., O'donoghue, P., McGowan, M. Confirmation of the prevention of vertical transmission of *Neospora caninum* in cattle by the use of embryo transfer. *Aust. Vet. J* 2002; 80: 502-503
- Locatelli-Dittrich, R., Dittrich, J., Richartz, R., Gasino-Joineau, M., Antunes, J., Pinckney, R., et al. (2006). Investigation of *Neospora* sp. and *Toxoplasma gondii* antibodies in mares and in precolostral foals from Parana state, Southern Brazil. *Vet. Parasitol*, 135, 215-221.
- Locatelli-Dittrich, R., Soccol, V., Richartz, R., Gasino-Joineau, M., Vinne, R., Pinckney, R. (2001). Serological diagnosis of Neosporosis in a herd of dairy cattle in Southern Brazil. *J. Parasitol*, 87(6), 1493-1494.
- López, V. G., Restrepo, J. B., Restrepo, M., Lotero, C. M., Murillo, V., Chica, A., Cano, J., Giraldo, M. (2007). Estudio para evidenciar la presencia de *Neospora caninum* en bovinos de la hacienda San Pedro en el municipio de Fredonia. *CES, Med. Vet. Zootec.*, 2(1), 7-20.
- Marsh, A., Barr, B., Madigan, J., Lakritz, J., Nordhausen, R., Conrad, P. (1996). Neosporosis as a cause of equine protozoal myeloencephalitis. *J. Amer. Vet. Med. Assoc.*, 209, 1907-1913.
- Mattson, K. J., Devlin, B. R., Loskutoff, N. M. (2008). Comparison of a recombinant trypsin with the porcine pancreatic extract on sperm used for the in vitro production of bovine embryos. *Theriogenology*. 69, 724-727.
- McAllister, M., Björkman, C., Anderson-Sprecher, R., Rogers, D. (2000) Evidence of point-source exposure to *Neospora caninum* and protective immunity in a herd of beef cows. *J. Am. Vet. Med. Assoc.*, 217, 881-887.
- Motta Giraldo, J. L., Waltero García, I., Abeledo, M., Fernández, O. (2012) Estudio retrospectivo de agentes infecciosos que afectan la reproducción bovina en el departamento del Caquetá, Colombia. *Rev. Salud Anim.*, 34(3), 159-164.
- Okeoma, C., Williamson, N., Pomroy, W., Stowell, K., Gillespie, L. (2004). The use of PCR to detect *Neospora caninum* DNA in the blood of naturally infected cows. *Vet. Parasitol*, 122, 307-315.

- Ortega-Mora, L., Fernández, G. A., Gómez, B. M. (2006). Diagnosis of bovine neosporosis: recent advances and perspectives. *Act. Parasitol*, 51, 1-14.
- Ortega-Mora, L., Ferre, I., Del Pozo, I., Caetano-Da Silva, A., Collantes-Fernández, E., Regidor-Cerrillo, J. et al. (2003) Detection of *Neospora caninum* in semen of bulls. *Vet. Parasitol*, 117, 301-308.
- Otranto D., Llazari, A., Testini, G., Traversa, D., Frangipane, A., Badan M.; Capelli. G. (2003). Seroprevalence and associated risk factors of neosporosis in beef and dairy cattle in Italy. *Vet. Parasitol*, 118, 7-18.
- Oviedo, S. T., Betancur, H. C., Mestra, P. A., González, T. M., Reza, G. L., Calonge, G. K. (2007). Estudio serológico sobre neosporosis en bovinos con problemas reproductivos en Montería, Córdoba, Colombia. *Rev. MVZ Córdoba*, 12(1), 929-933.
- Patarroyo S. J., Vargas, V. M., Cardona, Á. J., Blanco, M. R., Gómez, L. V. (2013) Frecuencia de anticuerpos anti-*Neospora caninum* en ovinos del departamento de Córdoba, Colombia. *Rev. MVZ Córdoba*, 18(3), 3886-3890.
- Patitucci, A., Mphil, N., Pérez, M., Cárcamo, M., Baeza, L. (2004). Presencia de anticuerpos séricos contra *Neospora caninum* en equinos en Chile. *Arch. Med. Vet.*, 36, 203-206.
- Portocarrero, M. C., Pinedo, V. R., Falcón, P. N., Chávez, V. A. (2015). Factores de riesgo asociados a la seroprevalencia de *Neospora caninum* en bovinos naturalmente infectados en la Ceja de Selva de Oxapampa, Perú. *Rev. Investig. Vet. Perú*, 26(1), 119-126.
- Pulido, M. O., Díaz, A. M., García, D. J., Andrade, R. J. (2013). Determinación de anticuerpos anti *Neospora caninum* en vacas de la provincia de Sugamuxi, Colombia. *Rev. Mex. de Cienc. Pecuarias*, 4(4), 501-506.
- Reichel, M. y Ellis, J. (2009). *Neospora caninum*-how close are we to development of an efficacious vaccine that prevents abortion in cattle? *Int. J. Parasitol* 2009; 39: 1173-1187.
- Schares, G., Barwald, A., Staubach, C., Söndgen, P., Rauser, M., Schroder, R., et al. (2002). P 38-avidity-ELISA: examination of herds experiencing epidemic or endemic *Neospora caninum*-associated bovine abortion. *Vet. Parasitol*, 106, 293-305.
- Schares, G., Bärwald, A., Staubach, C., Ziller, M., Klöss, D., Schröder, R., et al. (2004). Potential risk factors for bovine *Neospora caninum* infection in Germany are not under the control of the farmers. *Parasitology*, 129, 301-309.
- Serrano-Martínez, E., Ferre, I., Martínez, A., Osoro, K., Mateos-Sanz, A., Del Pozo, I. (2007). Experimental neosporosis in bulls: Parasite detection in semen and blood and specific antibody and interferon-gamma responses. *Theriogenology*, 67, 1175-1184.
- Tennent-Brown, B., Pomroy, W., Reichel, M., Gray, P., Marshall, T., Moffat, P., et al. (2000). Prevalence of *Neospora* antibodies in beef cattle in New Zealand. *New Zealand Vet. J.*, 48, 149-150.
- Waldner, C., Janzen, E. y Ribble, C. (1998) Determination of the association between *Neospora caninum* infection and reproductive performance in beef herds. *J. Am. Vet. Med. Assoc.*, 213, 685-690.
- Walsh, C., Duncan, R., Zajac, A., Blagburn, B. y Lindsay, D. (2000) *Neospora hughesi*: Experimental infections in mice, gerbils and dogs. *Vet. Parasitol*, 98, 119-129.



Williams, D., McGarry, J., Guy, F., Barber, J. y Trees, A. (1997). Novel ELISA for detection of Neospora-specific antibodies in cattle. *Vet. Rec.* 140, 328-331.

Zambrano, J., Cotrino, V., Jiménez, C., Romero, M., Guerrero, B. (2001). Evaluación serológica de *Neospora caninum* en bovinos en Colombia. *Rev. Acovez*, 26, 5-10.