

## Diagnóstico serológico de *Neospora caninum* en vacas del municipio de Tuta, Boyacá

S. Cruz-Estupiñan<sup>1</sup>, A. Diaz-Anaya<sup>1</sup>, D. Bulla-Castañeda<sup>1\*</sup>,  
D. Garcia-Corredor<sup>1, 2</sup>, M. Pulido-Medellín<sup>1</sup>

Artículo recibido: 25 de septiembre de 2019 · Aprobado: 10 de diciembre de 2019

### RESUMEN

*Neospora caninum* es un parásito protozoario del filo Apicomplexa que ha sido reconocido como causante de abortos y fallas reproductiva en el ganado de todo el mundo. Aunque en Colombia existen algunos estudios sobre la seroprevalencia de esta enfermedad, la información sigue siendo limitada. **Objetivo:** establecer la seroprevalencia de *N. caninum* en vacas lecheras del municipio de Tuta (Boyacá, Colombia). **Materiales y Métodos:** se muestrearon 375 animales. Las muestras se procesaron bajo la técnica de ELISA indirecta y se realizó un análisis estadístico con la prueba de chi-cuadrado de asociación-independencia para determinar si existía relación entre la presencia de anticuerpos contra *N. caninum* y las diferentes variables reproductivas. **Resultados:** el 52% de los individuos fueron positivos a anticuerpos contra *N. caninum* y la única variable reproductiva que presentó relación estadística con la presencia del protozoo fue la repetición de celo; por otra parte, no existió relación entre edad y raza de los bovinos y la presencia de *N. caninum*. **Conclusión:** la seroprevalencia es elevada si se compara con los datos reportados con anterioridad en otras regiones del país; no obstante, estos resultados no demostraron la presencia de enfermedad en los animales analizados, pero sí la evidencia antigénica, lo que sugiere que en algún momento de la vida se infectaron con el agente y promovieron la formación de anticuerpos específicos.

**Palabras clave:** *N. caninum*, Seroprevalencia, Elisa indirecta (Fuente: DeCS).

## Serological diagnosis of *Neospora caninum* in cows of Tuta, Boyacá

### ABSTRACT

*Neospora caninum* is a protozoan parasite of the phylum Apicomplexa, and has been recognized as a major cause of abortion and reproductive failure in cattle in the world. Although in Colombia there are some studies on the seroprevalence of this disease, even so the information remains limited. **Objective:** the aim of this study was to establish the seroprevalence of *N. caninum* in dairy cows of Tuta, (Boyacá, Colombia). **Materials and methods:** 375 animals were sampled. The samples were processed under indirect ELISA technique, a statistical analysis was performed with the chi-square association-

<sup>1</sup> Grupo de Investigación en Medicina Veterinaria y Zootecnia (Gidimevetz), Escuela de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia (UPTC). Avenida Central del Norte 39-115, Tunja (Colombia).

<sup>2</sup> Doctorado en Ciencias Biológicas y Ambientales, (UPTC).

\* Autor para correspondencia: [dianabullamvz17@gmail.com](mailto:dianabullamvz17@gmail.com)

independence test to determine if there was a relationship between the presence of antibodies against *N. caninum* and the different reproductive variables. **Results:** it was observed that 52% of the individuals were positive for antibodies against *N. caninum*. the only reproductive variable that presented a statistical relationship with the presence of the protozoan was repetition of estrus, there was no relationship between age and breed of the cattle and the presentation of *N. caninum*. **Conclusions:** the seroprevalence is high if they if you keep in mind the seroprevalence data previously reported in other regions of the country, however, these results do not demonstrate the presence of disease in the animals analyzed, but the antigenic evidence, which implies that at some point life they became infected with the agent and promoted the formation of specific antibodies. **Keywords:** *N. caninum*, Seroprevalence, Indirect Elisa (Source DeSC).

## INTRODUCCIÓN

La neosporosis es una de las causas más importantes de aborto infeccioso en bovinos en todo el mundo. La transmisión puede ocurrir por la ingestión de ooquistes de *Neospora caninum* excretada por hospedadores definitivos, en especial caninos, (transmisión horizontal), o a través de la migración del parásito al feto durante la gestación (transmisión vertical), siendo esta última la ruta más común. Reportes de varios países han demostrado que el riesgo de abortos aumenta no sólo con el porcentaje de vacas seropositivas en un hato, sino también con el porcentaje de seroconversión, oscilando entre 3-12% de mayor probabilidad de abortar para animales con títulos bajos o altos, respectivamente (González-Warleta *et al.* 2011; Mazuz *et al.* 2014). Sin embargo, lo normal es que la mayoría de las vacas seropositivas sigan teniendo animales clínicamente normales, así estén infectados y más propensos a padecer abortos posteriores. La evolución clínica de una infección fetal transplacentaria depende en gran medida de las respuestas inmunitarias maternas y fetales, que son siempre impredecibles (Maley *et al.* 2006).

La neosporosis bovina se perfila en el mundo como una importante enfermedad

reproductiva causante de elevadas pérdidas económicas y productivas (Dubey *et al.* 2007), por ejemplo, se estiman pérdidas superiores a 80 millones de dólares anuales en Argentina (Campero 2002; Lertora *et al.* 2010).

Diversos estudios han sido llevados a cabo para determinar los efectos negativos que implica la presencia de *N. caninum* en los hatos bovinos (Dubey y Schares 2006; Escalona *et al.* 2010; Neverauskas *et al.* 2015). Sin embargo, en Colombia no se dispone de estimaciones reales acerca de las pérdidas económicas por *N. caninum*, si bien ya se han desarrollado mapas epidemiológicos regionales en los que se han encontrado frecuencias que varían de acuerdo con la zona muestreada. Hasta ahora, los únicos informes que documentan la presencia de *N. caninum* en bovinos se basan en pruebas serológicas y las asociaciones con problemas reproductivos como abortos se han estudiado desde hace poco tiempo (Chaparro *et al.* 2016). Adicionalmente, si bien es cierto que el número de muestras analizadas en algunas regiones es bastante limitado, la información obtenida es alarmante con respecto a la neosporosis bovina.

Por su parte, en Boyacá se han realizado algunas investigaciones (Cruz-Carrillo *et*

al. 2014; Pulido-Medellín *et al.* 2013; Pulido-Medellín *et al.* 2016; Pulido-Medellín *et al.* 2017) que han permitido elaborar un mapa epidemiológico de la enfermedad para esta zona, el cual facilitará estudios de la patogénesis y cálculos sobre pérdidas económicas atribuidas a este fenómeno.

El presente estudio se desarrolló con el fin de establecer serológicamente la seroprevalencia de *N. caninum* en vacas lecheras del municipio de Tuta (Boyacá, Colombia), además de estimar las variables que pueden estar asociadas con la presencia del parásito.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Área de Estudio

La cabecera municipal de Tuta está localizada a 05° 41' 36" de latitud norte y 73° 13' 51" de longitud oeste, a una altura de 2600 m s.n.m. y temperatura media de 14°C con precipitación anual de 935 mm. El área municipal es de 165 km<sup>2</sup> (Alcaldía de Tuta 2013).

### Población Bovina

Tuta es un municipio agroindustrial en donde el sector ganadero es muy fuerte, con una marcada tendencia al crecimiento especialmente en la producción lechera, siendo una de las más grandes del departamento de Boyacá (Alcaldía de Tuta 2013). Según el último censo pecuario nacional del Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) hay un total de 15.455 bovinos, entre los que se encuentran animales menores de un año (2541), hembras (11.061) y machos (1853) (ICA 2017).

### Tamaño de la muestra

Se determinó una muestra de 375 animales que fueron seleccionados aleatoriamente entre la población total de 15.455 cabe-

zas bovinas existentes en el año 2017, mencionadas anteriormente, a partir de la siguiente fórmula obtenida mediante el programa OpenEpi® 3.0:

$$n = [EDFF * Np(1-p)] / [(d2/Z21-\alpha/2*(N-1) + p*(1-p)]$$

Dónde:

N: tamaño de la población (para el factor de corrección de la población finita o fcp): 15.455

p: frecuencia % hipotética del factor del resultado en la población: 10% +/-5

d: límites de confianza como % de 100 (absoluto +/--%): 5%

Z: intervalo de confianza del 95%

$\alpha$ : 0.05

Efecto de diseño (para encuestas en grupo-EDFF): 4

Para el caso de la investigación, en la aplicación de la fórmula propuesta, se obtuvo muestra al 95% de intervalo de confianza: 375 animales.

### Variables

Se tuvieron en cuenta variables reproductivas como: estado reproductivo (gestante, no gestante), aborto, distocia, muerte embrionaria y repetición de celos. En las fincas donde se realizó el estudio se recolectaron datos de edad y raza de cada animal.

### Material biológico obtenido

La muestra de sangre se obtuvo a partir de venopunción coccígea de los bovinos, utilizando aguja calibre 16 y 18 de 3 pulgadas. Para la extracción de sangre se utilizó el sistema de tubos al vacío sin anticoagulante (tipo Vacutainer), que por ser un sistema cerrado presta mayor garantía en cuanto a asepsia y preservación de las muestras, las cuales fueron refrigeradas en nevera de icopor a 4°C y trasladadas al laboratorio de

Parasitología Veterinaria de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia (UPTC) donde se realizó centrifugación (Hermle Z206A, Alemania) a 1500 rpm durante 10 minutos para separar las células del suero. Luego, con una pipeta Pasteur, se separó el suero y se transfirió a un tubo Eppendorf para la realización de la prueba de diagnóstico (Figueiredo *et al.* 2017).

### Procesamiento de las muestras

Las muestras se procesaron bajo la técnica de ELISA indirecta utilizando el kit comercial para *N. caninum* Ingezim R.12.NC.K1 (Ingenasa S.A) y se siguió el protocolo del fabricante. Este kit comercial refiere una sensibilidad de 99.4% y especificidad del 100%.

### Análisis Estadístico

El estudio fue descriptivo de corte transversal. Se realizó un muestreo aleatorio simple, en el cual cada miembro de la población de estudio tuvo la misma probabilidad de ser seleccionado como parte de la muestra, siendo esta representativa. Los resultados obtenidos fueron tabulados en una hoja Microsoft Excel® y procesados en los programas estadístico SPSS® versión 22.0 y Epiinfo. Para este análisis se realizó la prueba de chi-cuadrado de asociación-independencia para determinar si existía relación entre la presencia de anticuerpos contra *N. caninum* y las diferentes variables reproductivas, así como con las variables edad y raza. Se estimó el riesgo (Odds ratio) para el caso de las variables que mostraron relación significativa con la presencia de *N. caninum*.

### Aspectos éticos

Los investigadores aseguraron la privacidad y la confidencialidad de la información de los participantes conforme a la Ley Nacional

25326 de Habeas Data, a fin de asegurar el anonimato de los propietarios de animales posiblemente positivos a la entidad parasitaria estudiada. Los datos no podrán ser accesibles por Internet o por otros medios de divulgación o comunicación masiva, es decir, los datos son de uso académico e investigativo y los resultados publicables del trabajo nunca revelarán datos de los propietarios, ni nombres de las fincas donde provengan los animales con posibles problemas parasitarios. De acuerdo con los principios establecidos en la Resolución 8430 del 4 de octubre de 1993, esta investigación se considera como Investigación de Riesgo Mínimo la cual se desarrolló conforme a los siguientes criterios:

- A. Las personas que hicieron parte de la toma de muestras tienen formación específica en medicina veterinaria y poseen las competencias necesarias para realizar los procedimientos mencionados.
- B. Teniendo en cuenta el Título IV—De la bioseguridad de las investigaciones, se cumplió con las normas de bioseguridad exigidas para la toma de muestras y todos los procedimientos se realizaron en el laboratorio de Parasitología Veterinaria de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, el cual es un lugar idóneo para la ejecución de éstas investigaciones.
- C. La investigación se llevó a cabo una vez se obtuvo la firma de consentimiento informado por parte de los propietarios de los individuos que participaron en el presente estudio.

## RESULTADOS

### Seroprevalencia General

Se determinó la seroprevalencia de *N. caninum* en los animales muestreados. Del total de animales (375), el 52% (195/375)

fueron seropositivos a anticuerpos contra *N. caninum* mientras que el 48% (180/375) fueron seronegativos.

Se realizó prueba de chi-cuadrado de asociación-independencia para determinar si existía relación estadísticamente significativa entre la presencia de anticuerpos contra *N. caninum* y las diferentes variables reproductivas, edad y raza. (Tablas 1 y 2).

Se estimó el riesgo (Odds ratio) para el caso de la variable repetición del celo. Se concluyó que los individuos que presentaban repetición de celo tenían 1,657 veces más riesgo de presentar *N. caninum* en comparación con el grupo de individuos que no presentaban esta alteración.

**DISCUSIÓN**

La seroprevalencia del 52% se puede considerar alta en comparación con las

reportadas a nivel mundial; países asiáticos han presentado seroprevalencias que varían entre el 3,8 y 20% (Chanlun *et al.* 2007; Ghanem *et al.* 2009). Mientras tanto, Inglaterra ha registrado valores del 10% (Woodbine *et al.* 2008).

En cuanto a Latinoamérica los resultados son diversos, por ejemplo, en Argentina se muestran seroprevalencias que van desde el 4,5 al 67,4% (Venturini *et al.* 1995; Moore *et al.* 2002). En Brasil los resultados son menos variables, allí se han encontrado seroprevalencias del 11,2 al 21,1% (Corbellini *et al.* 2002; Corbellini *et al.* 2006). Por su parte, en Chile las seroprevalencias han variado entre 20 y 50% (Meléndez *et al.* 1999). En países más cercanos como Ecuador y Perú las seroprevalencias han sido similares a la reportada en este estudio, así, Ecuador ha presentado una seroprevalencia de un 42%,

**TABLA 1.** Seroprevalencia de *N. caninum* según porcentaje de presencia y ausencia de alteraciones reproductivas.

Variables Reproductivas	Presencia (%)	Ausencia (%)	Valor de p
Aborto	54,8	49,7	0,325
Distocias	57,02	49,6	0,179
Muerte embrionaria	60	50,47	0,176
Repetición de celo	58,28	45,74	<b>0,015</b>
Terneros débiles al nacer	55,5	51,4	0,572

p < 0,05 indica la existencia de una relación entre la presencia de anticuerpos contra *N. caninum* y la variable evaluada.

**TABLA 2.** Seroprevalencia de *N. caninum* según la edad y la raza.

Variables	Porcentaje de casos de <i>N. caninum</i> según la edad			Valor p	
	2 a 3 años	3 a 4 años	> 4 años		
Edad	43,62%	56,62%	48,38%	0,089	
Raza	Porcentaje de casos de <i>N. caninum</i> según la raza				
	Ayrshire	Holstein	Jersey	Normando	0,152
	52,08%	57,81%	40,84%	52,50%	

mientras que en Perú los porcentajes han sido de 55,2 y 62,1% (Rivera *et al.* 2000; Lozada 2004). Entre tanto, México ha registrado comportamientos parecidos a los de Ecuador y Perú con seroprevalencias de 34,6 56,2 y 58,8% de acuerdo con Morales *et al.* (2001) y García-Vázquez *et al.* (2002).

Respecto a Colombia, la seroprevalencia de este estudio coincide con la obtenida en el primer reporte de la enfermedad en el país (54,1%) en bovinos procedentes de la sabana de Bogotá, Nariño y algunas fincas de clima cálido (Zambrano *et al.* 2001). Además, presenta una seroprevalencia similar a la obtenida por Motta *et al.* (2014) en el departamento del Cauca, cuyo porcentaje en bovinos para *N. caninum* fue del 45,4%. Sin embargo, la seroprevalencia reportada en la presente investigación es alta comparada con otros estudios realizados en el país, como en el caso de López *et al.* (2007) quienes reportaron una seroprevalencia de 34,6% para el municipio de Fredonia (Antioquia).

Por su parte, Oviedo *et al.* (2007) realizaron un estudio serológico de Neosporosis en bovinos con problemas reproductivos, dicho estudio determinó una seropositividad de 10,2%. A su vez, Benavides *et al.* (2010) encontraron una seroprevalencia del 30% en el departamento de Nariño. Por otro lado, la Federación Colombiana de Ganaderos y el Fondo Nacional del Ganado (2005-2009) recolectaron y consolidaron la información asociada a los resultados de diagnóstico de las enfermedades del complejo reproductivo, destacándose la Neosporosis bovina con una seropositividad del 37% (Álvarez-Soto *et al.* 2016). Finalmente, Chaparro *et al.* (2016) determinaron la seroprevalencia de *N. caninum* en ganado lechero sin vacunar del altiplano Norte de Antioquia, allí se identificaron bovinos seropositivos en todos los hatos con seroprevalencia del 37,1%.

En el departamento de Boyacá se han realizado diversos estudios en los cuales la seroprevalencia ha sido más alta que la encontrada en el resto del país. Así, en el año 2013 se determinó una seroprevalencia de *N. caninum* del 57,5% en vacas de la provincia de Sugamuxi (Pulido-Medellín *et al.* 2013). Por su parte, Pulido-Medellín *et al.* (2016) encontraron una seroprevalencia del 64% en el municipio de Toca, igualmente alta comparada con este estudio. Adicionalmente, un estudio posterior en el municipio de Sotaquirá muestra la seropositividad de anticuerpos contra *N. caninum* en vacas lecheras con un resultado del 45% (Pulido-Medellín *et al.* 2017), la cual se podría considerar elevada si se tiene en cuenta los datos de seroprevalencia que reporta la literatura en otras regiones del país, pero comparada con la mayoría de estudios en el departamento y con la seroprevalencia reportada en este estudio es similar. En contraste, en el municipio de Oicata solo 2,8% de las vacas presentaron anticuerpos contra *N. caninum*, siendo esta la seroprevalencia más baja encontrada hasta ahora en el departamento (Cruz-Carrillo *et al.* 2014).

Es importante destacar que hasta ahora las pruebas serológicas para detectar anticuerpos de *N. caninum* han sido el método más común para diagnosticar el estado de infección en hatos. Sin embargo, los títulos fluctúan considerablemente y animales crónicamente infectados pueden llegar a convertirse en seronegativos, por lo que los resultados serológicos en un solo animal no siempre reflejan el estado real de infección. En estos casos, algunos estudios han llevado a cabo pruebas en serie en el transcurso de varios años para evaluar la sensibilidad y especificidad de realizar un solo muestreo (Dijkstra *et al.* 2001).

La diferencia en las seroprevalencias reportadas sugieren la presencia de factores de riesgo en diferentes grados de frecuencia, lo que influye en la mayor o menor presencia del parásito en las fincas (Montiel-Peña *et al.* 2011). Dentro de dichos factores se destaca la presencia de caninos en las zonas de alimentación de animales de producción y el manejo de placentas y fetos abortados de bovinos (Dubey *et al.* 2002). En este sentido, uno de factores que pueden influir en la diseminación de la enfermedad es la infección transplacentaria a las crías, ya que el mantenimiento de vacas positivas con enfermedad postnatal perpetúa la presencia del parásito en los hatos (Cardoso *et al.* 2012; Goodswen *et al.* 2013). La importancia de la seroprevalencia encontrada en este estudio radica en el hecho de que, a mayor seropositividad de animales en el hato, mayor serán los niveles de transmisión vertical, tal como lo demuestran Camillo *et al.* (2010) quienes describieron un alto grado de correlación entre la tasa de transmisión vertical y la prevalencia de animales seropositivos.

Ahora bien, pese a que la neosporosis está relacionada estrechamente con fallas reproductivas, los resultados encontrados muestran que no existe una relación estadísticamente significativa entre *N. caninum* y los abortos. No obstante, este resultado contrasta con el estudio realizado por Pulido-Medellín *et al.* (2016) donde se estableció una mayor y significativa frecuencia de animales seropositivos con historial de abortos, que en aquellos sin registros de aborto. Igualmente, se ha encontrado correlación entre la ocurrencia de abortos y la seropositividad a la enfermedad, identificando este protozoo como una importante causa de dicha alteración. Sin embargo, este parásito, si bien puede infectar los bovinos, no siempre es la causa

directa del aborto, teniendo en cuenta que existen otros agentes etiológicos que también producen esta alteración reproductiva (Dubey *et al.* 2007). Adicionalmente, es importante señalar que no se puede establecer una clara relación entre la infección y el aborto únicamente con una prueba serológica, ya que ésta solo puede revelar la exposición al agente sin diferenciar infecciones previas o recientes (Lucchese *et al.* 2016).

Tampoco se encontró asociación entre las hembras positivas a *N. caninum* y la presentación de muerte embrionaria; esto se debe posiblemente a que, como se mencionaba previamente, las causas de aborto bovino y muertes embrionarias son difíciles de determinar por diversas razones, ya que cualquier perturbación puede provocar aborto y alteración en la fisiología normal de la gestación, por lo tanto, otras causas como agentes infecciosos, toxinas, desequilibrio hormonal, vacunación, nutrición deficiente, alteraciones cromosómicas y factores físicos, pueden producir aborto y muerte embrionaria (Lucchese *et al.* 2016).

Para este caso no existe relación entre la presencia de *N. caninum* y la presencia de distocias, lo que difiere de los resultados de otras investigaciones en el departamento donde se encontró una relación significativa entre *N. caninum* y la ocurrencia de esta alteración reproductiva (Pulido-Medellín *et al.* 2017).

De otra parte, si bien se ha reportado que *N. caninum* se caracteriza por producir nacimiento de terneros débiles, con ataxia, parálisis e incoordinación (Calandra *et al.* 2014), en el presente estudio no se encontró relación entre la presencia de *N. caninum* y la de terneros débiles al nacer, es decir que la presencia de éstos fue independientemente de *N. caninum*.

Otra variable en la que tampoco hubo relación con la presencia del parásito fue la raza, lo cual concuerda con otros estudios donde se concluye que se puede presentar *N. caninum* independientemente de esta (López *et al.* 2007; Pulido-Medellín *et al.* 2017).

Finalmente, la única variable reproductiva que presentó relación estadísticamente significativa con la presencia de *N. caninum* fue la repetición de celo, que coincidió con los resultados obtenidos por Oviedo *et al.* (2007), donde las vacas seropositivas al protozoario presentaron básicamente la condición de repetidoras. Sin embargo, los mismos autores concluyen que no es posible afirmar que los trastornos reproductivos que presentaron los animales sean atribuibles exclusivamente a *N. caninum*.

En cuanto a la edad de los animales seropositivos a *N. caninum*, se evidenció la presencia del parásito en todos los grupos etarios analizados, siendo el grupo de 3-4 años el de mayor número de animales infectados. Sin embargo, no deja de ser importante la seroprevalencia encontrada en el grupo de mayores a 4 años, ya que el riesgo de ser seropositivo incrementa con la edad, lo que a su vez indica la elevada probabilidad de transmisión horizontal que puede deberse a la exposición postnatal de los bovinos con fuentes contaminadas por ooquistes esporulados del parásito (Bartels *et al.* 2006).

## CONCLUSIONES

La seroprevalencia de anticuerpos contra *N. caninum* encontrada en vacas del municipio de Tuta (Boyacá, Colombia) fue del 52%, porcentaje elevado si se tiene en cuenta los datos de seroprevalencia reportados en otras regiones del país. Estos resultados no demostraron la presencia

de enfermedad en los animales, pero sí la evidencia antigénica lo que sugiere que en algún momento de la vida se infectaron con el agente y promovieron la formación de anticuerpos específicos. La única variable reproductiva que presentó una relación estadística con la presencia del protozoo fue la repetición de celo; respecto a la edad, se observó que existe un mayor número de infectados en las hembras de 3-4 años y en mayores a 4 años con seroprevalencias de 56,62 y 48,38%, respectivamente.

## REFERENCIAS

- Alcaldía de Tuta. 2013. Nuestro Municipio [Internet]. Tuta, Boyacá (CO): Alcaldía de Tuta; [citado 2018 feb. 21]. Disponible en: <http://www.tuta-boyaca.gov.co/tema/alcaldia>.
- Álvarez-Soto M. 2016. *Neospora caninum* y sus alteraciones sobre la salud reproductiva bovina. citado [tesis]. [Caldas (CO)]: Facultad de Ciencias Administrativas y Agropecuarias, Corporación Universitaria Lasallista; [citado 2018 feb. 21]. Disponible en: [http://repository.lasallista.edu.co/dspace/bitstream/10567/17371/1/Neospora\\_Caninum\\_alteraciones\\_salud\\_reproductiva\\_bovina.pdf](http://repository.lasallista.edu.co/dspace/bitstream/10567/17371/1/Neospora_Caninum_alteraciones_salud_reproductiva_bovina.pdf).
- Bartels J M, Arnaiz-Seco JI, Ruiz-Santa-Quitera A, Björkman C, Frössling J, Von Blumröder D, Ortega-Mora LM. 2006. Supranational comparison of *Neospora caninum* seroprevalences in cattle in Germany, The Netherlands, Spain and Sweden. *J Vet Parasitol.* 137(1-2): 17-27. Doi: 10.1016/j.vetpar.2005.12.016.
- Benavides B, Jurado C, Cedeño D. 2010. Factores de riesgo asociados a aborto bovino en la cuenca lechera del departamento de Nariño. *J MVZ Córdoba.* 15(2): :2087-2094. Doi: 10.21897/rmvz.319.
- Calandra PM, Di Matía JM, Cano DB, Odriozola ER, García JA, Späth JA, Moore DP. 2014. Neosporosis epidémica y endémica: Descripción de dos eventos en bovinos para cría. *J Arg Microbiología.* 46(4): 315-319. Doi: 10.1016/S0325-7541(14)70089-6.
- Camillo G, Cadore G, Cezar AS, Toscan G, Bräunig P, Sangioni LA, Vogel SF. 2010. Anticorpos

- anti-*Neospora caninum* em bovinos de leite do sudoeste do estado do Paraná. J Arch Brasileiro de MVZ. [Internet] [Citado 2018 feb. 21]; 62(2). Disponible en <https://doi.org/10.1590/S0102-09352010000600033>.
- Campero CM. 2002. Pérdidas Provocadas por *Neospora caninum* en Bovinos. En: 11° Encuentro de Veterinarios Endoparasitólogos Rioplatenses. Facultad de Ciencias Veterinarias. Disponible en [http://www.veterinaria.org/asociaciones/vet-uy/articulos/artic\\_bov/050/0018/bov018.htm](http://www.veterinaria.org/asociaciones/vet-uy/articulos/artic_bov/050/0018/bov018.htm).
- Cardoso MS, Amaku M, dos Santos Araújo JU, Gennari SM. 2012. A longitudinal study of *Neospora caninum* infection on three dairy farms in Brazil. J Vet Parasitology [Internet]. [Citado 2018 feb. 21]; 187(3-4): 553-557. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2012.01.019>.
- Chanlun A, Emanuelson U, Frössling J, Aiumlamai S, Björkman C. 2007. A longitudinal study of seroprevalence and seroconversion of *Neospora caninum* infection in dairy cattle in northeast Thailand. J Vet Parasitology [Internet]. [Citado 2018 August ]; 146 (3-4): 242-248. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2007.02.008>.
- Chaparro GJ, Olivera AM, Ramírez VN, Villar AD, Fernandez SJ, Londoño PJ, Palacio BL. 2016. *Neospora caninum* serostatus in dairy cattle of the Northern plains of Antioquia, Colombia. J MVZ Córdoba [Internet]. [Citado 2018 feb. 21]; 21(3): 5577-5583. Diponible en: <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.21897/rmvz.832>.
- Corbellini LG, Driemeier D, Cruz FE, Gondim FP, Wald V. 2002. Neosporosis as a cause of abortion in dairy cattle in Rio Grande do Sul, southern Brazil. J Vet Parasitology [Internet]. [Citado 2018 feb. 24]; 103(3): 195-202. Diponible en <https://doi.org/10.1109/IFITA.2009.321>.
- Corbellini LG, Pescador CA, Frantz F, Wunder E, Steffen D, Smith DR, Driemeier D. 2006. Diagnostic survey of bovine abortion with special reference to *Neospora caninum* infection: Importance, repeated abortion and concurrent infection in aborted fetuses in Southern Brazil. Vet J [Internet]. [Citado 2019 feb. 26]; 172(1): 114-120. Disponible en <https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2005.03.006>.
- Cruz-Carrillo AC, Moreno Figueredo G, González Medrano K, Martínez Contreras JA. 2014. Determinación de la presencia de anticuerpos contra *Neospora caninum* y el Virus de Diarrea Viral Bovina y su relación con el desempeño reproductivo de hembras bovinas del municipio de Oicatá (Boyacá). J CES MVZ [Internet]. [Citado 2019 ene. 21]; 9(2): 238-247. Disponible en: <https://doi.org/10.21615/3180>.
- Dijkstra T, Barkema HW, Eysker M, Wouda W. 2001. Evidence of post-natal transmission of *Neospora caninum* in Dutch dairy herds. International Journal for Parasitology [Internet]. [Citado sept. 24]; 31(2): 209-215. Disponible en: [https://doi.org/10.1016/S0020-7519\(00\)00160-0](https://doi.org/10.1016/S0020-7519(00)00160-0).
- Dubey JP, Barr BC, Barta JR, Bjerkås I, Björkman C, Blagburn BL, Lindsay DS. 2002. Redescription of *Neospora caninum* and its differentiation from related coccidia. Intern J for Parasitology [Internet]. [Citado 2018 February 21]; 32(8): 929-946. Disponible en: [https://doi.org/10.1016/S0020-7519\(02\)00094-2](https://doi.org/10.1016/S0020-7519(02)00094-2).
- Dubey JP, Schares G. 2006. Diagnosis of bovine neosporosis. J Vet Parasitology [Internet]. [Citado 2018 feb. 21]; 140(1-2): 1-34. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2006.03.035>.
- Dubey JP, Schares G, Ortega-Mora LM. 2007. Epidemiology and control of neosporosis and *Neospora caninum*. Cli Microbiology Rev [Internet]. [Citado 2018 feb. 21]; 20(2): 323-367. Disponible en: <https://doi.org/10.1128/CMR.00031-06>.
- Escalona J, García F, Mosquera O, Vargas F. 2010. Factores de riesgo asociados a la prevalencia de Neosporosis Bovina en el municipio Bolívar del estado Yaracuy , Venezuela. J Zoo Tropical [Internet]. [Citado 2019 ago. 12]; 28(2): 201-211. Diponible en: [http://www.sian.inia.gob.ve/repositorio/revistas\\_ci/ZootecniaTropical/zt2802/pdf/2802\\_Escalona\\_j.pdf](http://www.sian.inia.gob.ve/repositorio/revistas_ci/ZootecniaTropical/zt2802/pdf/2802_Escalona_j.pdf).
- Fard RN, Khalili M, Aminzadeh A. 2008. Prevalence of antibodies to *Neospora caninum* in cattle in Kerman province, South East Iran. Veterinarski Arhiv. 78(3): 253-259.
- Figueiredo Marques G, Augusto Pompei JC, Martini M. 2017. Manual Veterinario de Toma y Envío de Muestras 2017. Rio de Janeiro (BR): Panaftosa-OPS/OMS.

- García-Vázquez Z, Cruz-Vázquez C, Medina-Espinoza L, García-Tapia D, Chavarria-Martinez B. 2002. Serological survey of *Neospora caninum* infection in dairy cattle herds in Aguascalientes, Mexico. *Vet Parasitology* [Internet]; [Citado 2018 August 12]; 106(2): 115–120. Disponible en: [https://doi.org/10.1016/S0304-4017\(02\)00040-7](https://doi.org/10.1016/S0304-4017(02)00040-7).
- Ghanem ME, Suzuki T, Akita M, Nishibori M. 2009. *Neospora caninum* and complex vertebral malformation as possible causes of bovine fetal mummification. *Can Vet J*. 50(4): 389–392.
- González-Warleta M, Castro-Hermida JA, Carro-Corral C, Mezo M. 2011. Anti-*Neospora caninum* antibodies in milk in relation to production losses in dairy cattle. *Preventive Vet Med* [Internet] [Citado 2019 ago. 14]; 101(1–2): 58–64. Disponible en <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2011.04.019>.
- Goodswen SJ, Kennedy PJ, Ellis JT. 2013. A review of the infection, genetics, and evolution of *Neospora caninum*: From the past to the present. *Infection, Gen and Evol* [Internet] [Citado 2019 feb. 21]; 13: 133–150. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.meegid.2012.08.012>.
- [ICA] Instituto Colombiano Agropecuario. 2017. Censo Pecuario 2017 [Internet]. Bogotá (CO): ICA. [Citado 2018, feb. 1]; Disponible en: <https://www.ica.gov.co/areas/pecuaria/servicios/epidemiologia-veterinaria/censos-2016/censo-2017.aspx>.
- Lertora W, Mohr-Betiana N, Mosquera M, Sanchez-Negrette M. 2010. Detección de *Neospora caninum* en fetos bovinos abortados espontáneamente en el nordeste argentino. In *Vet* [Internet]. [Citado 2019 ago. 12]; 12: 173–182. Disponible en: [http://www.redalyc.org/pdf/1791/Resumenes/Resumen\\_179119233007\\_1.pdf](http://www.redalyc.org/pdf/1791/Resumenes/Resumen_179119233007_1.pdf).
- López G, Restrepo B, Restrepo M, Lotero MA, Murillo V, chica A, Giraldo M. 2007. Estudio para evidenciar la presencia de *Neospora caninum* en bovinos de la hacienda san pedro en el municipio de Fredonia. *Rev Ces* [Internet]. [Citado 2018 feb. 1]; 2(1900–9607): 7–19. Disponible en: <http://bdigital.ces.edu.co:8080/repositorio/bitstream/10946/3265/1/8.pdf>.
- Lozada EF. 2004. Determinación de la presencia de anticuerpos a *Neospora caninum* en hatos lecheros de la sierra Centro Norte del Ecuador, por prueba inmunoenzimática [tesis de doctorado]. [Quito (EC)]: Universidad Central de Ecuador.
- Lucchese L, Benkirane A, Hakimi I, Idrissi A. 2016. Seroprevalence study of the main causes of abortion in dairy cattle in Morocco. *J Vet Italiana* [Internet]. [Citado 2019 ago. 12]; 52(1): 13–19. Disponible en: <https://doi.org/10.12834/VetIt.388.1813.1>.
- Maley SW, Buxton D, Macaldowie CN, Anderson I E, Wright SE, Bartley PM, Innes EA. 2006. Characterization of the Immune Response in the Placenta of Cattle Experimentally Infected with *Neospora caninum* in Early Gestation. *J Com Pathology* [Internet]. [Citado 2019 ago. 12]; 135(2–3): 130–141. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jcpa.2006.07.001>.
- Mazuz ML, Fish L, Reznikov D, Wolkomirsky R, Leibovitz B, Savitzky I, Shkap V. 2014. Neosporosis in naturally infected pregnant dairy cattle. *J Vet Parasitology* [Internet] [Citado 2019 ago. 12]; 205(1–2): 85–91. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2014.06.009>.
- Meléndez P, Concha C, Donovan A, Bjorkman C. 1999. Serological evidence of *Neospora caninum* in a dairy herd from the central area in Chile. *J Avances Cien Vet* [Internet]. [Citado 2018 oct. 28]; 14: 13–16. Disponible en: [http://web.uchile.cl/vignette/avancesveterinaria/CDA/avan\\_vet\\_simple/Vol14\\_n1\\_1999\\_002.pdf](http://web.uchile.cl/vignette/avancesveterinaria/CDA/avan_vet_simple/Vol14_n1_1999_002.pdf).
- Montiel-Peña T, Romero-Salas D, García-Vázquez ZM, Esparza L, Cruz-Vázquez C. 2011. Neosporosis Bovina en ranchos ganaderos de la Zona Norte del Estado de Veracruz, México. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*. 13: 469–479.
- Moore DP, Campero CM, Odeón AC, Posso MA, Cano D, Leunda MR, Späth E. 2002. Seroepidemiology of beef and dairy herds and fetal study of *Neospora caninum* in Argentina. *Vet Parasitology* [Internet]. [Citado 2018 feb. 21]; 107(4): 3013–3316. Disponible en: [https://doi.org/10.1016/S0304-4017\(02\)00129-2](https://doi.org/10.1016/S0304-4017(02)00129-2).
- Morales E, Trigo FJ, Ibarra F, Puente E, Santacruz M. 2001. Neosporosis in Mexican dairy herds: Lesions and immunohistochemical detection of *Neospora caninum* in fetuses. *Journal Comparative Pat* [Internet]. [Citado 2019 ago. 12]; 125(1): 58–63. Disponible en: <https://doi.org/10.1053/jcpa.2001.0477>.

- Motta L, Clavijo A, Waltero I, Abeledo MA. 2014. Prevalencia de anticuerpos a *Brucella abortus*, *Leptospira* sp. y *Neospora caninum* en hatos bovinos y bubalinos en el departamento de Caquetá, Colombia. *Revista Salud Animal*. 36(2): 80-89.
- Neverauskas CE, Nasir A, Reichel MP. 2015. Prevalence and distribution of *Neospora caninum* in water buffalo (*Bubalus bubalis*) and cattle in the Northern Territory of Australia. *J Parasitology Int* [internet]. [Citado 2019 ago. 12]; 64(5): 392–396. Disponible <https://doi.org/10.1016/J.PARINT.2015.05.009>.
- Oviedo S, Betancur C, Mestra A, González M, Reza L, Calonge K. 2007. Estudio serológico sobre neosporosis en bovinos con problemas reproductivos en Montería, Córdoba (Colombia). *Rev MVZ Córdoba* [Internet]. [Citado 2019 sept. 1]; 12(1): 929–933. Diponible en: <https://doi.org/10.21897/rmvz.437>.
- Pulido-Medellín MO, Díaz-Anaya AM, García DJ, Becerra RJ. 2013. Determinación de anticuerpos anti *Neospora caninum* en vacas de la provincia de Sugamuxi, Colombia. *Rev Mex Cienc Pec* [Internet]. [Citado 2018 feb. 21]; 4(4): 501–506. Disponible en: <https://doi.org/10.22319/rmcp.v8i2.4439>.
- Pulido-Medellín MO, García-Corredor DJ, Vargas-Abella JC. 2016. Seroprevalencia de *Neospora caninum* en un Hato Lechero de Boyacá, Colombia. *Rev Inv Vet Perú* [Internet]. [Citado 2018 feb. 21]; 27(2): 355–362. Disponible en <https://doi.org/10.15381/rivep.v27i2.11658>.
- Pulido-Medellín M, Díaz-Anaya AM, Becerra-Andrade R. 2017. Asociación entre variables reproductivas y anticuerpos anti *Neospora caninum* en bovinos lecheros de un municipio de Colombia Association between reproductive variables and anti *Neospora caninum* antibodies in dairy cattle herds from a Colombian municipality. *Rev Mex Cienc Pecu* [Internet]. [Citado 2018 feb. 12]; 8(2): 167–174. Disponible en: <https://doi.org/10.22319/rmcp.v8i2.4439>.
- Rivera H, Nelson D, Tabacchi L. 2000. *Neospora caninum* y otros agentes en fetos abortados de bovinos lecheros del valle de lima. *Rev Inv Vet Perú*. 11(1): 1–7. Doi: 10.15381/rivep.v11i1.6766.
- Venturini L, Lorenzo C, Venturini C, Romero J, Di Lorenzo C. 1995. Antibodies to *Neospora* sp. in aborted cows. *Rev Vet Argentina*. 12(113): 167–170.
- Woodbine KA, Medley GF, Moore SJ, Ramirez-Villaescusa A, Mason S, Green LE. 2008. A four year longitudinal sero-epidemiology study of *Neospora caninum* in adult cattle from 114 cattle herds in south west England: Associations with age, herd and dam-offspring Pairs. *BMC J Vet Research* [Internet]. [Citado 2019 ago. 12]; 4(35). Disponible en <https://doi.org/10.1186/1746-6148-4-35>.
- Zambrano J, Cotrino V, Jimenez C, Romero M, Guerrero B. 2001. Evaluación serológica de *Neospora caninum* en bovinos en Colombia. *Revista Acovez*. 26: 5–10.

### Article citation

Cruz-Estupiñan S, Díaz-Anaya A, Bulla-Castañeda D, García-Corredor D, Pulido-Medellín M. 2019. Diagnóstico serológico de *Neospora caninum* en vacas del municipio de Tuta, Boyacá. [Serological diagnosis of *Neospora caninum* in cows of Tuta, Boyacá]. *Rev Med Vet Zoot*. 66(3): 197-207. Doi: 10.15446/rfmvz.v66n3.84256.