



Identificación de especies de *Eimeria* presentes en caprinos (*Capra aegagrus hircus*) en Nuevo León, México

Marco Antonio Cantú-Martínez¹ ; Indra Shamady González-Sáenz² ; Bruno Pereira Berto³ ; Diana Elisa Zamora Ávila⁴ ; Ramiro Ávalos Ramírez⁴ ; Karina Wendolin Vázquez Cisneros¹ ; Fermín Mar Aguilar² ; Juan José Zarate-Ramos^{1*} .

¹Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Departamento de Parasitología, Campus de Ciencias Agropecuarias, al Escobedo, N.L. México.

²Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Ciencias Biológicas, Departamento de Parasitología. México.

³Universidad Federal Rural de Río de Janeiro, Instituto de Veterinaria, Departamento de Parasitología Animal. Brasil

⁴Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Departamento de Genética, Campus de Ciencias Agropecuarias, General Escobedo, N.L., México.

*Correspondencia: juan.zaraterm@uanl.edu.mx

Recibido: Noviembre 2021; Aceptado: Julio 2022; Publicado: Julio 2022.

RESUMEN

Objetivo. Identificar, describir y determinar la frecuencia de especies de género *Eimeria* a partir de heces de cabra del estado de Nuevo León, México. **Materiales y métodos.** Se colectaron 403 muestras de excretas de caprinos de 13 municipalidades de Nuevo León, México. Posteriormente, tras la esporulación de las formas de dispersión parasitaria (Ooquistes), se realizó la identificación en función de su morfología y morfometría mediante histogramas y análisis de regresión lineal. **Resultados.** Un total de 60.29% de los animales muestreados resultaron positivos a la presencia de ooquistes de *Eimeria* spp. Las municipalidades en las que con más frecuencia se detectó este parásito fueron Ramones y Pesquería con 100% de muestras positivas, mientras que se observó una menor frecuencia en el municipio de Aramberri con 3.4%. El análisis morfológico y morfométrico de los ooquistes esporulados permitió identificar ocho tipos diferentes de *Eimerias* en el grupo de animales estudiados siendo estas ocho especies: *E. caprina*, *E. caprovina*, *E. christensenii*, *E. ninakohlyakimovae*, *E. jolchijevi*, *E. alijevei*, *E. arloingi* y *E. apsheronica*. **Conclusiones.** La mayoría de las especies de *Eimeria* spp. identificadas presentaron un alto grado de polimorfismo, acorde a sus características morfométricas se logró identificar ocho especies, incluida *E. apsheronica* la cual previamente no ha sido descrita en México. Se requiere ampliar los estudios de las especies de *Eimeria* circulantes en caprinos de México.

Palabras clave: Coccidios; coccidiosis; enfermedades parasitarias; infecciones por protozoarios (*Fuente: DeCS*).

ABSTRACT

Objective. To identify, describe and determine the frequency of species of the genus *Eimeria* from goat feces from the state of Nuevo Leon, Mexico. **Materials and methods.** From 403 samples of goat excreta from 13 municipalities of Nuevo Leon, Mexico. Subsequently, after sporulation of

Como citar (Vancouver).

Cantú-Martínez MA, González-Sáenz IS, Pereira BB, Zamora ÁD, Ávalos RR, Wendolin VK, Mar AF, Zarate-Ramos JJ. Identificación de especies de *Eimeria* presentes en caprinos (*Capra aegagrus hircus*) en Nuevo León, México. Rev MVZ Córdoba. 2022; 27(Supl):e2560. <https://doi.org/10.21897/rmvz.2560>



©El (los) autor (es) 2022. Este artículo se distribuye bajo los términos de la licencia internacional Creative Commons Attribution 4.0 (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>), que permite a otros distribuir, remezclar, retocar, y crear a partir de su obra de modo no comercial, siempre y cuando den crédito y licencien sus nuevas creaciones bajo las mismas condiciones.

the parasite dispersal forms (Oocysts), identification was made according to their morphology and morphometry by means of histograms and linear regression analysis. **Results.** A total of 60.29% of the animals sampled were positive for the presence of oocysts of *Eimeria* spp. The municipalities in which this parasite was most frequently detected were Ramones and Pesquería with 100% of positive samples, while a lower frequency was observed in the municipality of Aramberri with 3.4%. The morphological and morphometric analysis of the sporulated oocysts allowed the identification of 8 different types of Eimeria in the group of animals studied: *E. caprina*, *E. caprovina*, *E. christenseni*, *E. ninakohlyakimovae*, *E. jolchijevi*, *E. alijevei*, *E. arloingi* and *E. apsheronica*. **Conclusions.** Most of the identified Eimeria spp. showed a high degree of polymorphism. According to their morphometric characteristics, eight species were identified, including *E. apsheronica*, which has not been previously described in Mexico. Further studies of Eimeria species circulating in goats in Mexico are required.

Keywords: Coccidia; coccidiosis; parasitic diseases; protozoan infections, (Source: DeCS).

INTRODUCCIÓN

Los sistemas de producción caprina en el noreste de México consisten esencialmente en tipos de cría extensiva y semi-extensiva con fincas pequeñas debido a su localización en regiones semiáridas, donde el común denominador en los procesos productivos ganaderos es poca o ninguna modernización aplicada a los mismos. Esto ocasiona un incremento del riesgo para padecer Eimeriosis debido entre otras cosas al hacinamiento, exceso de humedad y acumulación de excretas en el corral, dado que genera las condiciones ambientales favorables para el desarrollo de este tipo de parásitos.

Las infecciones parasitarias causan grandes pérdidas económicas, al disminuir la producción animal en general y predisponen a los animales a enfermedades secundarias, provocando alta mortalidad en animales jóvenes y sobre todo aquellos que sufren estrés (1).

La eimeriosis caprina es una de las afecciones gastrointestinales de mayor impacto económico en las cabras (2). En condiciones de producción intensiva que implican una alta productividad y densidad animal, la coccidiosis puede convertirse en una infección de gran importancia económica (3) los animales jóvenes son los más susceptibles y las medidas higiénicas particularmente en las zonas de parto y sus inmediaciones es fundamental para prevenir la coccidiosis clínica (4). Sin embargo, se han realizado pocos estudios sobre las especies de coccidias que afectan a cabras; por otra parte, se reconoce que existen diversas especies que son patógenas específicas para estos rumiantes pequeños. Por ejemplo, *Eimeria arloingi* provoca la formación de pólipos e hiperplasia focal de la mucosa, *Eimeria ninakohlyakimovae* y *Eimeria caprina* provocan la destrucción de la

mucosa en el intestino grueso y delgado, por su parte a *Eimeria christenseni* y *Eimeria hirci*, se les atribuye capacidad patógena por lo tanto en términos generales estas cinco especies probablemente serían las más patógenas (5,6).

Dada la importancia de esta parasitosis se han estudiado e identificado distintas especies del género *Eimeria* en cabras en todo el mundo (7,8). En México existe escasa información respecto de la diversidad de especies de *Eimeria* spp. así como de su prevalencia, y particularmente en el estado de Nuevo León, México, (9) por ello el presente estudio tuvo como objetivo el describir e identificar las especies de este género, así como determinar su frecuencia a partir de excretas de cabra.

MATERIALES Y MÉTODOS

Sitio de Estudio. El trabajo se realizó en el estado de Nuevo León, ubicado en el noreste de México, el cual está formado por 51 municipios. Este estado cuenta con una superficie de 64.220 km², que representa el 3.3% de la extensión territorial de México. Está comprendido entre los paralelos 23°11' y 27° 49' latitud Norte, 98°26' al este y 101°14' longitud Oeste de Greenwich. Limitado al norte y este por Tamaulipas; al oeste y al sur por los estados de Zacatecas y San Luis Potosí (10).

Población estudiada. Se recolectaron 403 muestras fecales directamente del recto de los animales mediante muestreo aleatorio de 70 hatos caprinos de 13 municipios del estado de Nuevo León, México dichos municipios fueron (García, Iturbide, Aramberri, General Bravo, Marín, Galeana, Linares, Ramones, Pesquería, General Zuazua, Vallecillo, Cadereyta Jiménez y Mina).

Métodos de laboratorio. El material biológico se llevó para su procesamiento a el Laboratorio de Parasitología de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Autónoma de Nuevo León; las heces se maceraron y fueron colocadas en placas de Petri con dicromato de potasio (K₂Cr₂O₇) al 2.5% para incubarse a 23-28°C. Cada muestra fue observada diariamente hasta que el 70% de los ooquistes mostraron esporulación.

Los ooquistes se recuperaron mediante la técnica de flotación con Sulfato de Zinc al 37% (1000 ml de agua destilada y Sulfato de Zinc 371 g) y solución de azúcar saturada (450 g de azúcar y 355 ml de agua destilada), según lo descrito por Foreyt (11).

Análisis de resultados. Las observaciones morfológicas y las medidas de los ooquistes esporulados se realizaron utilizando un microscopio binocular Carl Zeiss Axioscop con cámara Axio Cam HRc y lentes 40X y 100X, también utilizando la metodología descrita por Berto et al (12).

Los valores observados de mayor diámetro, menor diámetro y el índice morfométrico del ooquiste, así como sus respectivas frecuencias fueron analizadas mediante la elaboración de histogramas y regresiones lineales mismos que se analizaron con el software Microsoft® Excel® 2011 para Mac Versión 14.4.6. (12).

RESULTADOS

De los 403 animales muestreados en los municipios de García, Iturbide, Aramberri, General Bravo, Marín, Galeana, Linares, Ramones, Pesquería, General Zuazua, Vallecillo, Cadereyta Jiménez y Mina; del estado de Nuevo León, México; sólo 243 (60.29%) de los animales resultaron positivos a la presencia de ooquistes de *Eimeria* spp.

Los resultados del análisis morfológico y morfométrico determinaron la presencia de ocho especies del género *Eimeria* no reportadas previamente en dichos municipios del estado de Nuevo León, los porcentajes de frecuencia de estas fueron: *E. arloingi* tipo 1, 24.57 %, *E. christenseni*, 14.64%, *E. alijevi*, 11.41%, *E. arloingi*, tipo 2., 10.17%, *E. jolchijevi*, 9.39%, *E. caprovina.*, 8.93%, *E. ninakohlyakimovae*, 8.19%, *E. caprina*, 5.71% y *E. apsheronica*, 5.21%. Se evidenció diferencia en la distribución de especies registradas por municipio, en seis de los 13 municipios, se observó la presencia de todas las especies registradas en el presente trabajo, dichos municipios fueron Cadereyta Jiménez, Galeana, General Bravo, Mina y Pesquería e Iturbide, en los municipios de García y Zuazua se identificaron siete especies; seguidos de Marín y Ramones con seis especies registradas, por su parte los municipios con menos especies registradas fueron, Vallecillo con cinco, Linares con dos y Aramberri con solo una especie registrada (Tabla 1). Cabe mencionar que con frecuencia se encontraron múltiples especies infectando a un solo hospedero.

Tabla 1. Porcentaje de prevalencia de las especies de Eimeria por municipio en Nuevo León, México.

MUNICIPIO	N	POSITIVOS*	%	NO DE CABRAS INFECTADAS								
				A	B	C	D	E	F	G	H	I
ARAMBERRI	29	1	3.4	0	0	0	0	0	1	0	0	0
CADEREYTA JIMÉNEZ	30	17	56.7	5	3	1	5	2	4	1	2	1
GALEANA	20	16	80.0	6	3	5	6	4	9	5	5	3
GARCÍA	32	11	34.4	1	3	1	0	2	1	1	1	1
GENERAL BRAVO	42	31	73.8	4	2	3	3	1	3	2	2	3
ITURBIDE	40	35	87.5	11	1	2	5	3	1	2	5	3
LINARES	27	9	33.3	1	1	0	0	0	0	0	1	0
MARÍN	41	24	58.5	11	6	4	6	6	5	0	0	2
MINA	37	33	89.2	20	5	7	9	7	12	5	1	12
PESQUERÍA	30	30	100.0	21	10	3	5	7	17	2	2	6
RAMONES	20	20	100.0	14	5	9	5	0	5	0	1	3
VALLECILLO	22	6	27.3	3	1	2	1	0	1	0	1	0
ZUAZUA	33	10	30.3	2	1	3	1	1	0	3	2	2
TOTAL	403	243	60.29	99	41	40	46	33	59	21	23	36
PREVALENCIAS %				24.57	10.17	9.39	11.41	8.19	14.64	5.21	5.71	8.93

*El número de muestras positivas no se corresponde con el número de especies de *Eimeria* spp. reportado puesto que varias muestras positivas presentaron coinfección con más de una especie.

A) *Eimeria arloingi*, tipo 1, B) *Eimeria arloingi*, tipo 2 C) *Eimeria jolchijevi*, D) *Eimeria alijevi*, E) *Eimeria ninakohlyakimovae*, F) *Eimeria christenseni*, G) *Eimeria apsheronica*, H) *Eimeria caprina*, I) *Eimeria caprovina*.

Con respecto a la caracterización de los ooquistes se determinó que los ooquistes de las especies identificadas presentaron formas y tamaños diferentes, las ocho especies descritas en este trabajo se separaron para su descripción en especies con capa micropilar (Tapón del Micropilio) siendo tres las especies identificadas dentro de esta categoría y correspondieron a *E. arloingi* Tipos 1 y 2, *E. jolchijevi*, *E. christenseni* (Figura 1) y por su parte las clasificadas como sin tapa micropilar (Sin Tapón del Micropilio), fueron cinco, siendo estas *E. alijeivi*, *E. ninakohlyakimovae*, *E. apsheronica*, *E. caprina*, *E. caprovina* (Figura 2).

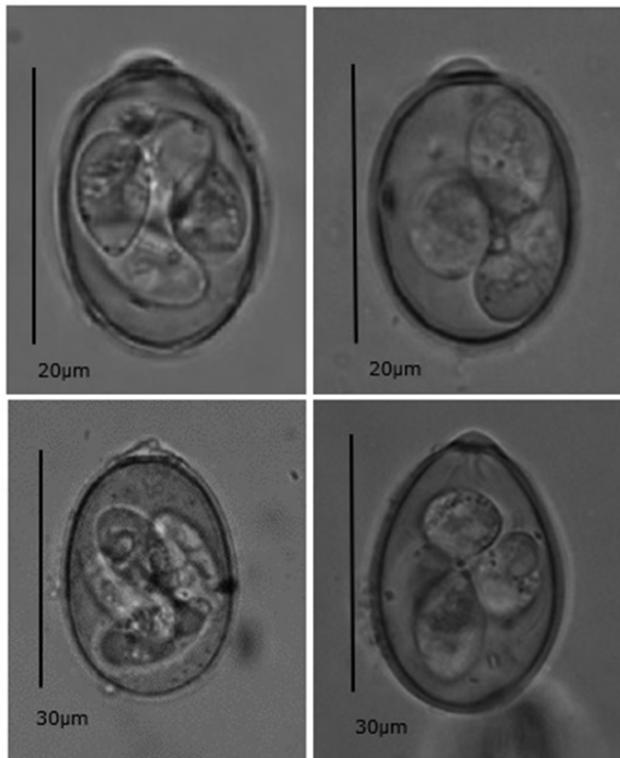


Figura 1. Especies de *Eimeria* con capa Micropiliar *E. arloingi* type 1, *E. arloingi* type 2., *E. jolchijevi*, *E. Christenseni*. De arriba abajo e izquierda a derecha.

Descripción morfológica e interpretación de histogramas de las especies con ooquistes con capa micropilar

Eimeria arloingi Marotel, 1905

En esta especie se observaron dos patrones morfológicos, en el primero de ellos (Tipo 1) los ooquistes presentaron forma elipsoidal y a veces ovoide de 26.3 - 32.0 (29.1) X 18.2 - 23.9 (20.9) μm (figura 1), mientras que en el caso del segundo (Tipo 2) el ooquiste presento una forma elipsoidal de 24.1 - 27.9 (25.9) X

18.2 - 22.2 (20.2) μm (figura 1), en ocasiones ligeramente subesférica. Con una pared doble de 1.64 y de 1.55 μm respectivamente, micrópilo presente, con capa micropilar (CM) y redondeada en la parte de arriba, presencia de uno a varios gránulos polares (GP) grandes, más comúnmente de uno a dos. Sin residuo del ooquiste (RO) y esporoquistes elipsoidales, cuerpo de Stieda (CS) en forma aplanada y sin cuerpo de Substieda (CSS), ni cuerpo de Parastieda (CPS), el residuo del esporoquiste (RE) formado por pequeños gránulos que atraviesan casi todo el esporoquiste. Con dos cuerpos refráctiles (CR) por esporozoíto. Los histogramas de esta especie presentaron frecuencias que ascienden y descienden gradualmente, demostrando así la presencia de una sola especie con dos tipos.

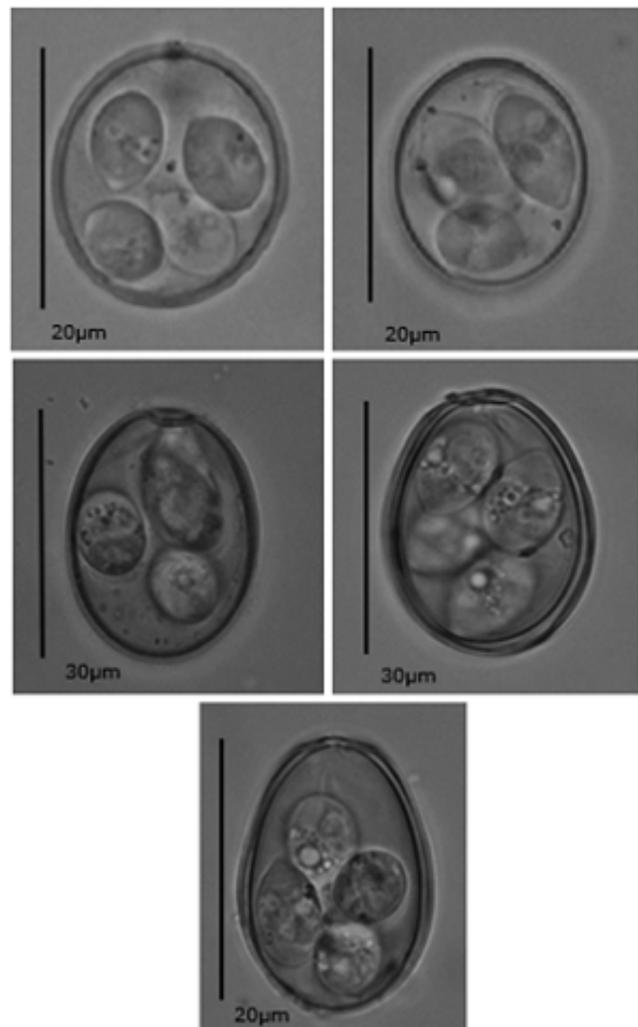


Figura 2. Especies de *Eimeria* sin capa Micropiliar *E. alijeivi*, *E. ninakohlyakimovae*, *E. apsheronica*, *E. caprina*, *E. caprovina*. De arriba abajo e izquierda a derecha

Eimeria jolchijevi Musaev, 1979

En *E. jolchijevi* los ooquistes tienen forma elipsoidal de 29.8 - 35.2 (32.1) X 19.6 - 30 (22.9) μm (figura 1). Con una pared doble de 1.52 μm , y con micrópilo evidente. La CM de 1.72 X 7 μm , traslúcida y de forma variable. Con muchos GP pequeños, puede haber varios grandes. Esporoquistes elipsoidales y sin RO. El CS con forma aplanada. Sin CSS ni CPS. El RE formado por gránulos grandes, dispersos a lo largo del esporoquiste, sin embargo, en ocasiones el RE se puede ver más compacto. Con dos CR por esporozoíto, cercanos al centro del esporoquiste y cercanos entre sí uno del otro, uno oscuro más grande y uno transparente un poco más pequeño, en ocasiones el CR pequeño parece tener una mancha oscura en el centro. Los histogramas para esta especie mostraron que existe una tendencia en las frecuencias a aumentar y disminuir gradualmente, indicando que los valores mínimos y máximos están en menor cantidad que los valores medianos, lo que refleja que se trata de una sola especie en los ooquistes medidos.

Eimeria christenseni Levine, 1962

Los ooquistes tienen una forma elipsoidal ovoide de 32.9 - 43.3 (37.9) X 22.4 - 28.2 (25.4) μm (figura 1). Con una pared doble de 1.90 μm color café oscuro. Con micrópilo. La CM es traslúcida y prominente de 2.02 X 7.69 μm . Presentaron de uno a varios GP grandes, pero más frecuentemente uno sólo, de apariencia densa y muy retráctil. Esporoquistes elipsoidales. No se observaron RO, CSS ni CPS. El RE formado por gránulos de diferentes tamaños y muy refráctiles. Con tres CR, uno oscuro a cada extremo del esporozoíto se encuentra y entre ellos uno sin color, uno de los CR que se encuentran a los extremos siempre se sitúa en la parte de abajo del CS. En el análisis de los histogramas para esta especie se observó que las frecuencias en las clases tienden a aumentar y disminuir gradualmente, de manera que las medidas más pequeñas y más grandes de los ooquistes se presentan en menor cantidad en los límites menor y mayor del histograma, lo que refleja que se trató de una sola especie. El histograma de índice morfométrico (IM) mostro que todas las clases se encuentran por encima de 1.1, lo que indica que la especie es elipsoidal, y la mayor parte de los ooquistes se encontraron entre 1.45 a 1.5 en su IM.

Descripción morfológica e interpretación de histogramas de las especies con ooquistes sin capa micropilar***Eimeria alijevi*** Mausev, 1970

El ooquiste de esta especie tiene una forma más comúnmente elipsoidal, sin embargo, se pueden encontrar ooquistes esféricos o subesféricos de 16-22.9 (20.3) X 14.4-20.5 (17.7) μm (Figura 2). Con pared doble de 1.59 μm . Con micrópilo de 2.77 μm . Con GP pero sin CM ni RE. Esporoquistes elipsoidales con CS pequeño y aplanado. El CSS y el CPS ausentes. poco residuo del esporoquiste. Dos CR por esporozoíto. *E. alijevi* presentó micrópilo aunque no siempre muy evidente, y en todos los casos presentó CS. En este caso también el análisis de los histogramas mostro que se trató de una sola especie.

Eimeria ninakohlyakimovae Yakimoff y Rastegaieff, 1930

Los ooquistes tienen forma típicamente elipsoidal, pero en ocasiones se pueden observar ooquistes esféricos y subesféricos de 18.6 - 26.4 (23.8) X 17.3- 22.9 (19.9) μm (Figura 2). Con una doble pared de aproximadamente 2.04 μm . Con micrópilo y sin CM. De uno a varios GP. No se advirtieron residuo del ooquiste, ni CSS ni CPS. Esporoquistes elipsoidales, con forma de botella pequeña o limón. Con CS diferenciado, aplanado y pequeño. El residuo del esporoquiste se observó algo compacto formado por pequeños gránulos de tamaño regular. Dos cuerpos refráctiles por esporozoíto. En esta especie los histogramas mostraron una tendencia en las frecuencias a aumentar y disminuir gradualmente. Estas tendencias se encontraron entre 19.5 - 20.6 en el dm, de 23.3 a 24.9 en el DM y de 1.10 a 1.20 en el IM. La presencia de un solo pico en cada uno de los histogramas analizados demuestra que se trata de una sola especie en los ooquistes medidos para esta especie.

Eimeria apsheronica Musaev, 1970

Los ooquistes presentaron una forma elipsoidal ovoide, de 30.8 - 34.6 (23.7) X 21.3 - 25.1 (23.7) μm (figura 2). Presentan una doble pared de 1.82 μm de color café oscuro. Con un micrópilo angosto de 3.51 μm y sin CM. De uno a varios GP grandes y varios pequeños. No se evidencio RO. Esporoquistes elipsoidales con forma de gota. Con un CS aplanado, no se observaron CSS ni CPS. El RE presentó gránulos muy pequeños y uniformes. Con dos CR por esporozoíto, uno oscuro y uno más claro, del

mismo tamaño. El análisis de los histogramas para esta especie mostro que diámetro mayor (DM) y diámetro menor (dm), presentaron un acenso y disminución gradual de las frecuencias, quedando la mayoría de estas entre 32.3 – 33.1 y 23.6 a 24.6 respectivamente lo que demuestra que los ooquistes medidos pertenecen a una misma especie.

Eimeria caprina Lima, 1980

El ooquiste presentó una forma comúnmente elipsoidal, sin embargo, se pueden encontrar ooquistes subesféricos de 26.1-36 (27.7) X 20.12 - 26.53 (23.7) μm (Figura 2), con una doble pared de aproximadamente 1.44 μm . Micrópilo de 3.96 μm y sin CM. Con muchos y muy pequeños GP, no se advirtió la presencia de RO. Esporoquiste elipsoidales, con forma muy marcada de botella. El CS aplanado, muy notorio, ausencia de CSS y CPS. Presentaron dos CR por esporozoito uno más grande que otro, en ocasiones atrás del más grande se observa una mancha oscura. Los histogramas para esta especie presentaron un ascenso y descenso gradual en las frecuencias, donde la mayoría se encontró entre 31.4 – 33 μm en el DM y de 24 – 25.2 (23.7) dm, luego del análisis de estos se concluyó que los ooquistes medidos pertenecían a una misma especie.

Eimeria caprovina Lima, 1980

Los ooquistes tienen forma elipsoidal de 25.4-30.5 (27.7) X 19.3 – 23 (21.2) μm . (Figura 2). Poseen una pared doble de 1.99 μm . Con micrópilo de 2.85 μm . Sin CM. Presentaron de uno a tres GP. Sin RO. Esporoquistes elipsoidales. CS pequeño y aplanado. Los CSS y CPS ausentes. Poco RE observable más notoriamente a manera de líneas a los lados del esporoquiste como pequeños gránulos. Dos CR por esporozoito, uno más oscuro que otro. Los histogramas mostraron una distribución regular donde las frecuencias mayores se encontraron entre 27.4 y 28.4 μm en el DM y de 20.8 - 21.5 en el dm. En el análisis de los histogramas se observó que las frecuencias ascienden y descienden gradualmente, por lo que se dedujo que los ooquistes medidos pertenecían a una sola especie.

DISCUSIÓN

Las Eimerias de ovejas y cabras son especies específicas y no hay infección cruzada (5). Sin embargo, las especies de Eimeria en ovino y caprino han sido consideradas idénticas por su morfología durante mucho tiempo, lo que explica la gran confusión que se puede encontrar

en estudios previamente publicados sobre las diferentes especies de Eimeria en pequeños rumiantes (13); sin embargo, algunas especies consideradas como parásitos de cabras y ovejas no fueron capaces de infectar a uno u otro de esos hospederos en estudios de transmisión cruzada (3).

Por lo que determinar de manera apropiada la especie de coccidia es fundamental para establecer la distribución de especies de este importante parásito.

La variabilidad en prevalencia de la Eimeriosis caprina depende de complejas interacciones entre el parásito y su hospedero; además de diversos aspectos que afectan la gravedad de esta parasitosis, por ejemplo, la edad del animal, el estrés, susceptibilidad genética, condición física y el grado de inmunidad entre otros (14). Las distintas especies de Eimerias de caprinos, encontradas en el presente estudio, poseen una distribución mundial, no obstante, las prevalencias en los diferentes países donde han sido registrada su presencia varían ampliamente por ejemplo en Ucrania un (100%), en el sur de Portugal de (98.6%), en el estado de Punjab en la India (96.7%), en República Checa (92.2%), en Malasia (89.2%), en Nepal (80.75%), en Polonia (76%), en Egipto (60%), en el norte de Jordania (54%), y en Irak (42.2%) (15). En esta investigación la frecuencia encontrada fue del 60.29%.

Por otro lado de las 16 especies de Eimeria que se han descrito en cabras de diferentes partes del mundo, *E. christenseni*, *E. arloingi*, *E. caprina* y *E. ninakohlyakimovae* son las especies consideradas de mayor patogenicidad (3,16).

De acuerdo con los resultados en este estudio, *E. arloingi* fue la especie más prevalente en el área de estudio, lo cual resulta similar a lo observado en otros países como Australia, Polonia, Kenia, los Países Bajos, Tanzania, la República Checa, Sudáfrica, Turquía (14), China (17) así como en los Estados Unidos (16).

Recientemente en Myanmar, un estudio morfológico y molecular para determinar las especies presentes en dicho país revelaron de manera similar que *E. arloingi* fue la especie más prevalente (18) y dicho comportamiento también fue observado en Senegal, Nigeria y Zimbabue, pero mediante estudios microscópicos (18) así como en la India (19).

Las especies consideradas altamente patógenas, como *E. ninakohlyakimovae* y *E. caprina* (6), fueron observadas con menor frecuencia en el presente estudio, con un 8.19% y 5.71% respectivamente.

En un estudio realizado en ovinos y caprinos de Egipto los autores encontraron siete especies de *Eimeria* en cabra de las cuales seis coinciden con las especies encontradas en la presente investigación y estas fueron *E. caprina*, *E. ninakohlyakimovae*, *E. jolchijevi*, *E. christenseni*, *E. arloingi* y *E. apsheronica*, sin embargo, en este estudio se pudo determinar la presencia de *E. caprovina* y *E. alijevi*. En cambio reportaron, *E. hirci*. Las especies que con mayor frecuencia se encontraron fueron *E. hirci* con 24.69%, *E. ninakohlyakimovae* con 30.86% y *E. arloingi* con 37.04%; en el caso de *E. arlongi* se coincide en que es la especie más prevalente en ambos trabajos, los resultados indican que se presentó con una frecuencia del 24.57% (20).

Recientemente en México se publicó un trabajo en el que se establece la georreferenciación de la ubicación y ocurrencia del género *Eimeria* spp. en varias especies animales incluidos los caprinos, durante el periodo de 1961 al 2018, en dicho documento se registra la presencia de ocho especies de *Eimerias* siendo estas *E. alijevi*, *E. arloingi*, *E. caprina*, *E. caprovina*, *E. christenseni*, *E. hirci*, *E. jolchijevi* *E. ninakohlyakimovae* (9). En este sentido cabe

destacar que no se documenta la presencia de *E. apsheronica*, por lo que este sería la primera notificación de la presencia de esta especie en caprinos de México.

Finalmente, con este trabajo se pretende aportar información de las especies de coccidias presentes en caprinos del noreste de México.

Luego del análisis de los resultados observados en la presente investigación, se puede concluir que la frecuencia de la Emeriosis caprina en el estado de Nuevo León, México es del 60.29% y se encontraron cabras parasitadas en todos los municipios muestreados. De acuerdo con su morfológica y morfometría se describieron ocho especies, las cuales fueron: *E. caprina*, *E. caprovina*, *E. christenseni*, *E. ninakohlyakimovae*, *E. jolchijevi*, *E. apsheronica*, *E. alijevi* y *E. arloingi*. de las cuales, las especies más prevalentes en el estado de Nuevo León, México fueron *E. arloingi* Tipo I y *E. christenseni*, 24.57% y 14.64% respectivamente. La especie menos prevalente fue *E. apsheronica*, con un 5.21%, además esta última constituiría el primer registro de esta especie en México.

Conflicto de intereses

No existen conflictos de interés potenciales declarado por los autores que, con respecto a la investigación, autoría del presente artículo.

REFERENCIAS

1. Zhang W, Wang R, Yang F, Zhang L, Cao J, Zhang X, et al. Distribution and genetic characterizations of *Cryptosporidium* spp. in pre-weaned dairy calves in Northeastern China's Heilongjiang Province. *PLoS One*. 2013; 8(1):e54857. <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0054857>
2. Daş G, Ataşoğlu C, Akbağ HI, Tölü C, Yurtman IY, Savaş T. Effects of kefir on coccidial oocysts excretion and performance of dairy goat kids following weaning. *Trop Anim Health Prod*. 2012; 44 (5):1049–55. <http://dx.doi.org/10.1007/s11250-011-0039-3>
3. Khodakaram-Tafti A, Hashemnia M. An overview of intestinal coccidiosis in sheep and goats. *Revue Méd Vét*. 2017; 168(1/3):9-20. https://www.revmedvet.com/2017/RMV168_9_20.pdf
4. ilva LMR, Carrau T, Vila-Viçosa MJM, Musella V, Rinaldi L, Failing K, et al. Analysis of potential risk factors of caprine coccidiosis. *Vet Parasitol*. 2020; 22(100458):100458. <http://dx.doi.org/10.1016/j.vprsr.2020.100458>

5. Andrews AH. Some aspects of coccidiosis in sheep and goats. *Small Rumin Res.* 2013; 110(2–3):93–95. <http://dx.doi.org/10.1016/j.smallrumres.2012.11.011>
6. Bangoura B, Bardsley KD. Ruminant coccidiosis. *Vet Clin North Am Food Anim Pract.* 2020; 36(1):187–203. <http://dx.doi.org/10.1016/j.cvfa.2019.12.006>
7. Al-Habsi K, Yang R, Ryan U, Miller DW, Jacobson C. Morphological and molecular characterization of three Eimeria species from captured rangeland goats in Western Australia. *Vet Parasitol.* 2017; 9:75–83. <http://dx.doi.org/10.1016/j.vprsr.2017.05.001>
8. Macedo LO de, Santos MAB, Silva NMM da, Barros GMM do R, Alves LC, Giannelli A, et al. Morphological and epidemiological data on Eimeria species infecting small ruminants in Brazil. *Small Rumin Res.* 2019; 171:37–41. <http://dx.doi.org/10.1016/j.smallrumres.2018.12.006>
9. Alcalá-Canto Y, Figueroa-Castillo JA, Ibarra-Velarde F, Vera-Montenegro Y, Cervantes-Valencia ME, Alberti-Navarro A. First database of the spatial distribution of Eimeria species of cattle, sheep and goats in Mexico. *Parasitol Res.* 2020; 119(3):1057–1074. <http://dx.doi.org/10.1007/s00436-019-06548-8>
10. INEGI. Anuario Estadístico y Geográfico de Nuevo León. Instituto Nacional de Estadística y Geografía: México; 2017. http://internet.contenidos.inegi.org.mx/contenidos/Productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/nueva_estruc/anuarios_2017/702825094911.pdf
11. Foreyt WJ. *Veterinary parasitology: reference manual.* Fifth edition Iowa State University Press: United States; 2001.
12. Berto BP, McIntosh D, Lopes CWG. Studies on coccidian oocysts (Apicomplexa: Eucoccidiorida). *Rev Bras Parasitol Vet.* 2014; 23(1):1–15. <http://dx.doi.org/10.1590/s1984-29612014001>
13. Chartier C, Paraud C. Coccidiosis due to Eimeria in sheep and goats, a review. *Small Rumin Res.* 2012; 103(1):84–92. <http://dx.doi.org/10.1016/j.smallrumres.2011.10.022>
14. Hashemnia M, Rezaei F, Chalechale A. Prevalence, intensity, and pathological lesions of Eimeria infection in goats in western Iran. *Comp Clin Path.* 2015; 24(4):805–810. <http://dx.doi.org/10.1007/s00580-014-1986-7>
15. Ghimire TR, Bhattarai N. A survey of gastrointestinal parasites of goats in a goat market in Kathmandu, Nepal *J Parasit Dis.* 2019; 43(4):686–695. <http://dx.doi.org/10.1007/s12639-019-01148-w>
16. Kahan TB, Greiner EC. Coccidiosis of Goats in Florida, USA. *Open J Vet Med.* 2013; 3(3):209–212. <http://dx.doi.org/10.4236/ojvm.2013.33033>
17. Zhao GH, Lei L-H, Shang C-C, Gao M, Zhao YQ, Chen C-X, et al. High prevalence of Eimeria infection in dairy goats in Shaanxi province, northwestern China. *Trop Anim Health Prod.* 2012; 44(5):943–946. <http://dx.doi.org/10.1007/s11250-011-9997-8>
18. Bawm S, Win TZB, Win SY, Htun LL, Nakao R, Katakura K. First detection of Eimeria species in Myanmar domestic goats with both microscopic and molecular methods. *Parasite.* 2020; 27:38. <http://dx.doi.org/10.1051/parasite/2020037>
19. Sharma D, Paul S, Rout P, Mandal A, Bhusan S, Sharma N, et al. Caprine coccidiosis in semi-arid India: Dynamics and factors affecting fecal oocysts count. *J Adv Vet Anim Res.* 2017; 4(1):1. <http://dx.doi.org/10.5455/javar.2017.d190>
20. Mohamaden WI, Sallam NH, Abouelhasan EM. Prevalence of Eimeria species among sheep and goats in Suez Governorate, Egypt. *Int J Vet Sci Med.* 2018; 6(1):65–72. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijvsm.2018.02.004>