

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

**FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA- FACULTAD DE
AGRONOMÍA**



IDENTIFICACIÓN Y FRECUENCIA, DE LAS ESPECIES DE *Eimeria*
PRESENTES EN CABRAS (*Capra hircus*) DE NUEVO LEÓN.

Aprobación de tesis por el comité particular de

Biol. Indra Shamady González Sáenz

Dr. Marco Antonio Cantú Martínez

Director

Dra. Juan José Zarate Ramos

Co- Director

Diana Elisa Zamora Ávila

Co- Director

Dr. Bruno Pereira Berto

**Co- Director Externo
Universidade Federal Rural do
Río de Janeiro. Río de Janeiro,
Brasil.**

ESCOBEDO, N.L. MÉXICO

NOVIEMBRE 2015

ABREVIATURAS

CM	capa micropilar
CPS	cuerpo de parastieda
CR	cuerpo refráctil ^[1] _{SEP}
CS	cuerpo de Stieda ^[1] _{SEP}
CSS	cuerpo de substieda ^[1] _{SEP}
DM	diámetro mayor del ooquiste
dm	diámetro menor del ooquiste
GP	gránulo polar ^[1] _{SEP}
IM	índice morfométrico del ooquiste
RO	residuo del ooquiste
RE	residuo del esporoquiste



ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	6
1.1 OBJETIVOS.....	8
1. 1. 1 Objetivo general.....	8
1. 1. 2 Objetivos específicos.....	8
1.2 HIPOTESIS.....	8
1.3 JUSTIFICACIÓN.....	8
2. ANTECEDENTES.....	9
2.1 Coccidiosis.....	9
2.1.1 Eimeriosis.....	9
2.2 Clasificación.....	9
2.3 Ciclo de vida del género <i>Eimeria</i>	11
2.4 Especies de <i>Eimeria</i> en caprinos.....	12
2. 4. 1 Prevalencia y especies de <i>Eimeria</i> en otros continentes.....	14
2. 4. 2 Prevalencia y especies de <i>Eimeria</i> en América.....	18
2. 4. 3 Prevalencia y especies de <i>Eimeria</i> en México.....	20
2.5 Identificación morfológica.....	20
2.5.1 Características y estructuras importantes en la identificación de ooquistes.....	21
2.5.1.1 Capa micropilar.....	21
2.5.1.2 Pared del ooquiste.....	21
2.5.1.3 Residuo del ooquiste y gránulos polares.....	22
2.5.1.4 Micrópilo.....	24
2.5.1.5 Residuo del esporocisto.....	24
2.5.1.6 Cuerpo de Stieda y substieda.....	24
2.5.1.7 Cuerpo de Parastieda.....	24
2.5.1.8 Esporozoitos.....	25
2.5.2. Estudios Morfométricos.....	25
2.5.2.1 Histogramas.....	25
2.5.2.2 Regresión lineal.....	26
3. MATERIAL Y MÉTODOS.....	27
3.1 Descripción del área de estudio.....	27
3.2 Metodología.....	28
3.2.1 Colecta en campo.....	28
3.2.2 Actividades de Laboratorio.....	29
3.2.2.1 Procesamiento de muestras.....	29
3.2.2.2 Visualización de los ooquistes.....	29
3.2.2.3 Morfometrías y observación de los ooquistes.....	30
3.2.2.4 Identificación de los ooquistes.....	30
3.2.2.5 Histogramas y regresiones lineales.....	30
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	31
4.1 Frecuencia y especies identificadas en Nuevo León.....	31
4.2 Caracterización de los ooquistes.....	35
4.2.1 Ooquistes con capa micropilar.....	35
4.2.1.1 <i>Eimeria christenseni</i> Levine, 1962.....	35
4.2.1.1.1 Morfología del ooquiste, esporoquiste y esporozoito.....	35
4.2.1.1.2 Frecuencia en la distribución de las dimensiones de los ooquistes esporulados.....	Erro! Indicador não definido.



4.2.1.1.3 Distribución de las dimensiones de los ooquistes esporulados.....	36
4.2.1.2 <i>Eimeria jolchijevi</i> Musaev, 1979.....	40
4.2.1.2.1 Morfología del ooquiste, esporoquiste y esporozoito.....	40
4.2.1.2.2 Frecuencia en la distribución de las dimensiones de los ooquistes esporulados.....	41
4.2.1.2.3 Distribución de las dimensiones de los ooquistes esporulados.....	41
4.2.1.3 <i>Eimeria arloingi</i> (Marotel, 1905) Martin, 1909.....	44
4.2.1.3.1 Morfología del ooquiste, esporoquiste y esporozoito.....	44
4.2.1.3.2 Frecuencia en la distribución de las dimensiones de los ooquistes esporulados.....	45
4.2.1.3.3 Distribución de las dimensiones de los ooquistes esporulados.....	45
4.2.1.4 <i>Eimeria guajardoi</i> n. sp.....	51
4.2.1.4.1 Morfología del ooquiste, esporoquiste y esporozoito.....	51
4.2.1.4.2 Frecuencia en la distribución de las dimensiones de los ooquistes esporulados.....	51
4.2.1.4.3 Distribución de las dimensiones de los ooquistes esporulados.....	51
4.2.1.5 Observaciones comparativas de los ooquistes con tapa micropilar.....	54
4.2.2 Ooquistes sin capa micropilar.....	56
4.2.2.1 <i>Eimeria apsheronica</i> Musaev, 1970.....	57
4.2.2.1.1 Morfología del ooquiste, esporoquiste y esporozoito.....	57
4.2.2.1.2 Frecuencia en la distribución de las dimensiones de los ooquistes esporulados.....	57
4.2.2.1.3 Distribución de las dimensiones de los ooquistes esporulados.....	58
4.2.2.2 <i>Eimeria caprina</i> Lima, 1980.....	61
4.2.2.2.1 Morfología del ooquiste, esporoquiste y esporozoito.....	61
4.2.2.2.2 Frecuencia en la distribución de las dimensiones de los ooquistes esporulados.....	62
4.2.2.2.3 Distribución de las dimensiones de los ooquistes esporulados.....	62
4.2.2.3 <i>Eimeria caprovina</i> Lima, 1980.....	65
4.2.2.3.1 Morfología del ooquiste, esporoquiste y esporozoito.....	65
4.2.2.3.2 Frecuencia en la distribución de las dimensiones de los ooquistes esporulados.....	65
4.2.2.3.3 Distribución de las dimensiones de los ooquistes esporulados.....	66
4.2.2.4 <i>Eimeria ninakohlyakimovae</i> Yakimoff y Rastegaieff, 1930.....	69
4.2.2.4.1 Morfología del ooquiste, esporoquiste y esporozoito.....	69
4.2.2.4.2 Frecuencia en la distribución de las dimensiones de los ooquistes esporulados.....	70
4.2.2.4.3 Distribución de las dimensiones de los ooquistes esporulados.....	70
4.2.2.5 <i>Eimeria alijevi</i> Mausev, 1970.....	73
4.2.2.5.1 Morfología del ooquiste, esporoquiste y esporozoito.....	73
4.2.2.5.2 Frecuencia en la distribución de las dimensiones de los ooquistes esporulados.....	74
4.2.2.5.3 Distribución de las dimensiones de los ooquistes esporulados.....	74
4.2.2.6 Observaciones comparativas de los ooquistes sin capa micropilar.....	77
5. CONCLUSION.....	80
6. LITERATURA CITADA.....	81



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Porcentaje de positividad por municipio y prevalencia de especies.	33
Tabla 2. Comparación morfométrica de los ooquistes esporulados del género <i>Eimeria</i> recuperados de caprinos de Nuevo León.	34

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Taxonomía desde Apicomplexos hasta el género <i>Eimeria</i>	10
Figura 2. Ciclo de vida de <i>Eimeria</i> sp	12
Figura 3. Especies más frecuentes de <i>Eimeria</i> en cabras.....	13
Figura 4. Esquema de un ooquiste esporulado	23
Figura 5. Mapa de los Estados Unidos Mexicanos.....	27
Figura 6. Mapa de Nuevo León.....	28
Figura 7. Ooquiste esporulado y esporoquiste de <i>E. christenseni</i>	38
Figura 8. Histogramas de las dimensiones de los ooquistes esporulados de <i>E. christenseni</i>	39
Figura 9. Regresión lineal de las dimensiones de los ooquistes esporulados de <i>E. christenseni</i>	40
Figura 10. Ooquistes esporulados de <i>E. jolchijevi</i>	42
Figura 11. Histogramas de las dimensiones de los ooquistes esporulados de <i>E. jolchijevi</i>	43
Figura 12. Regresión lineal de las dimensiones de los ooquistes esporulados de <i>E. jolchijevi</i>	44
Figura 13. Ooquiste esporulado y esporoquiste de <i>E. arloingi</i> tipo 1.....	46
Figura 14. Ooquiste esporulado y esporoquiste de <i>E. arloingi</i> tipo 2.....	47
Figura 15. Histogramas de las dimensiones de los ooquistes esporulados de <i>E. arloingi</i> tipo 1.....	48
Figura 16. Histogramas de las dimensiones de los ooquistes esporulados de <i>E. arloingi</i> tipo 2.....	49
Figura 17. Regresión lineal de las dimensiones de los ooquistes esporulados de <i>E. arloingi</i> tipo 1.....	50
Figura 18. Regresión lineal de las dimensiones de los ooquistes esporulados de <i>E. arloingi</i> tipo 2.....	50
Figura 19. Ooquistes esporulados de <i>E. guajardoi</i> n. sp.	52
Figura 20. Histogramas de las dimensiones de los ooquistes esporulados de <i>E. guajardoi</i> n. sp.	53
Figura 21. Regresión lineal de las dimensiones de los ooquistes esporulados de <i>E. guajardoi</i>	54
Figura 22. Regresión lineal de todas las especies de <i>Eimeria</i> con capa micropilar.	55
Figura 23. Comparación entre las especies de <i>Eimeria</i> con capa micropilar encontradas en cabras.....	56
Figura 24. Ooquiste esporulado y esporoquiste de <i>E. apsheronica</i>	59
Figura 25. Histogramas de las dimensiones de los ooquistes esporulados de <i>Eimeria apsheronica</i>	60
Figura 26. Regresión lineal de las dimensiones de los ooquistes esporulados de <i>Eimeria apsheronica</i>	61
Figura 27. Ooquiste esporulado y esporoquiste de <i>E. caprina</i>	63
Figura 28. Histogramas de las dimensiones de los ooquistes esporulados de <i>Eimeria caprina</i>	64
Figura 29. Regresión lineal de las dimensiones de los ooquistes esporulados de <i>Eimeria caprina</i>	65
Figura 30. Ooquiste esporulado y esporoquiste de <i>E. caprovina</i>	67
Figura 31. Histogramas de las dimensiones de los ooquistes esporulados de <i>Eimeria caprovina</i>	68
Figura 32. Regresión lineal de las dimensiones de los ooquistes esporulados de <i>Eimeria caprovina</i>	69
Figura 33. Ooquiste esporulado y esporoquiste de <i>E. ninakohlyakimovae</i>	71
Figura 34. Histogramas de las dimensiones de los ooquistes esporulados de <i>Eimeria ninakohlyakimovae</i>	72
Figura 35. Regresión lineal de las dimensiones de los ooquistes esporulados de <i>Eimeria ninakohlyakimovae</i>	73
Figura 36. Ooquiste esporulado y esporoquiste de <i>E. alijevi</i>	75
Figura 37. Histogramas de las dimensiones de los ooquistes esporulados de <i>Eimeria alijevi</i>	76
Figura 38. Regresión lineal de las dimensiones de los ooquistes esporulados de <i>Eimeria alijevi</i>	77
Figura 39. Regresión lineal de todas las especies de <i>Eimeria</i> sin capa micropilar.....	78
Figura 40. Comparación entre las especies de <i>Eimeria</i> con capa micropilar encontradas en cabras.....	79



RESUMEN

La eimeriosis es una infección parasitaria causada por diferentes especies del género *Eimeria*, y es una de las enfermedades gastrointestinales con mayor importancia económica en el ganado caprino. En muchos países se han realizado trabajos de identificación de las especies de *Eimeria* que producen infección en animales, en México solo se han realizado algunos trabajos de este tipo, sin embargo, en Nuevo León no existen trabajos que nos brinden información acerca de la frecuencia de la enfermedad y la diversidad de las especies de *Eimeria* presentes. Por esta razón el objetivo del presente estudio fue identificar las especies de *Eimeria* y determinar su frecuencia en heces de caprinos en el estado de Nuevo León. Para realizar este objetivo se recolectaron muestras de heces fecales de 403 cabras procedentes de 14 municipios del estado de Nuevo León. Posteriormente se llevo a cabo la identificación (morfología y morfometría) de los parásitos y se realizaron histogramas y regresiones lineales para la confirmación de la identidad. Nuestros resultados mostraron que el 60.29% de las cabras muestreadas fueron positivas para ooquistes de *Eimeria*. Los municipios con mayor frecuencia de eimeriosis fueron Ramones y Pesquería con un 100% de animales positivos, mientras que la menor frecuencia se observó en el municipio de Aramberri con un 3.4%. Los análisis morfológicos y morfométricos de los ooquistes esporulados permitieron determinar que 8 especies de *Eimeria*, se encuentran en la población analizada: *E. alijeji*, *E. ninakohlyakimovae*, *E. arloingi*, *E. christenseni*, *E. jolchijevi*, *E. apsheronica*, *E. caprina*, *E. caprovina*, interesantemente, el análisis morfológico de algunos de los ooquistes analizados no mostró similitud con ninguna de las especies de *Eimerias* reportadas para caprinos, por ello en el presente trabajo se reporta la existencia de una nueva especie de *Eimeria*, la cual ha sido nombrada como *Eimeria guajardoii*. Finalmente se observó que la mayoría de las especies de *Eimeria* estudiadas en este trabajo tienen un alto grado de polimorfismo, por lo que el presente estudio es de gran relevancia para facilitar la identificación de las especies de este parásito en el estado de Nuevo León.



1. INTRODUCCIÓN

El ganado caprino se ha explotado tradicionalmente para la producción de leche, carne y pieles. Aún y que actualmente, las cabras tienen una relevancia productiva discreta a escala mundial, comparado con la de otras especies ganaderas de rumiantes, la producción de cabras representa una buena alternativa para la alimentación humana, debido a diferentes factores como el reducido espacio requerido para su producción y su capacidad de aprovechamiento de diferentes tipos de forrajes.

En el noreste de México la producción de cabras representa un recurso importante para algunos estratos sociales donde el común denominador de este sector pecuario es la escasa o nula tecnificación aplicada en los procesos productivos lo que se traduce en un aumento del riesgo en la infección por parasitosis debido al hacinamiento, exceso de humedad y acúmulo de excremento en el corral, lo cual se ve reflejado en el comercio y desarrollo económico (Quiroz, 2011).

La eimeriosis es una infección parasitaria causada por diferentes especies de *Eimeria*, que se presenta sobre todo en animales jóvenes y estresados, siendo esta una de las enfermedades gastrointestinales con mayor importancia económica en el ganado caprino (Das et al., 2012). Esta enfermedad provoca diarrea, en ocasiones melena, deshidratación y en los casos más graves la muerte (Zhang et al., 2013). En algunas regiones a la enfermedad se le conoce, comúnmente como *chorro*, diarrea hemorrágica, disentería parasitaria, *chorro* con sangre y eimeriosis.

Aún y que la eimeriosis repercute seriamente en la productividad y la salud del animal, no todas las especies de *Eimeria* poseen el mismo grado de patogenicidad, ya que algunas especies son más agresivas con el hospedero que otras (Quiroz, 2011). Debido a esto, en diferentes países del mundo se han identificado a las especies de *Eimeria* en caprinos, sin embargo, en México son



pocos los estudios que se han realizado y en Nuevo León no existen trabajos en los que se muestre la diversidad de las especies presentes.



1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo general

Identificar las especies de *Eimeria* y determinar su frecuencia en heces de caprinos en condiciones de agostadero en el estado de Nuevo León.

1.1.2 Objetivos específicos

1.1.2.1 Identificar y caracterizar los ooquistes esporulados de las especies del género *Eimeria* presentes en caprinos del estado de Nuevo León.

1.1.2.2 Elaborar histogramas y regresiones lineales para la identificación de las especies.

1.1.2.3 Determinar la frecuencia de cada especie considerando a los animales positivos con respecto al total de muestras analizadas.

1.2 HIPOTESIS

En Nuevo León existe una alta frecuencia de coccidiosis por diferentes especies de *Eimeria* en el ganado caprino, además estas especies tienen estructuras de ooquiste y esporoquiste que no han sido caracterizadas en México.

1.3 JUSTIFICACIÓN

En diferentes países del mundo se han reportado altas prevalencias de las diferentes especies de *Eimeria*, e incluso especies nuevas en diferentes localidades como India, Brasil y Nueva Zelanda. En México son pocos los estudios que se han realizado, además que en la mayoría de estos solo se reportan las prevalencias de la localidad y no las especies circulantes. Estudios parasitológicos realizados en el noreste del país, arrojan que una gran cantidad de cabras muestreadas en Nuevo León es positiva para ooquistes de *Eimeria*, sin embargo, estos estudios son cualitativos, además que no se identifican las especies presentes. Por lo tanto en Nuevo León y el noreste del país, no existen trabajos en los que se muestre y caracterice la diversidad y frecuencia con la que las especies de *Eimeria* parasitan al ganado caprino.



2. ANTECEDENTES

2.1 Coccidiosis

Este nombre fue creado para representar los efectos del género *Eimeria* sin embargo, a inicios de la década de 1970, se descubren los ciclos biológicos de *Toxoplasma* (Frenkel, 1973) y *Sarcocystis* (Fayer & Johnson, 1973), similares al modelo biológico de *Isospora*. En la década de 80, se describe el ciclo de *Cryptosporidium* (Current & Garcia, 1991), similar al de *Eimeria*. Posteriormente, a *Cyclospora* y *Neospora*, en modelos biológicos similares a los géneros antes citados (Rojas, 2010). De manera que ahora todos estos géneros (*Eimeria*, *Isospora*, *Toxoplasma*, *Sarcocystis*, *Cryptosporidium*, *Cyclospora* y *Neospora*) son “coccidios” (Dubey, Carpenter, Speer, Topper, & Uggla, 1988) y la terminología “coccidiosis” resulta muy general e imprecisa, por lo que Rojas (2010) señala que lo pertinente es usar el género y su correspondiente subfijo para señalar los efectos de cada cual. Por ejemplo: Eimeriosis, Toxoplasmosis, Criptosporidiosis, entre otros.

2.1.1 Eimeriosis.

La eimeriosis es una enfermedad producida por protozoarios del género *Eimeria* que se caracteriza por causar daños importantes, como numerosas lesiones nodulares en el intestino delgado y grueso de vertebrados (Aumont, Yvone, & Esnault, 1984). En pequeños rumiantes es una enfermedad de gran importancia ya que provoca pérdidas económicas, debido a que la enfermedad clínica (diarrea) y subclínica causan pérdida de peso en los animales (Chartier & Paraude, 2012).

2.2 Clasificación

El fílum Apicomplexa engloba a poco más de 5,000 especies de protozoarios; dentro de este, se encuentra la clase Conoidasida (Barta, Ogedengbe, Martin, & Smith, 2012; Levine & Ivens, 1988) de la que forma parte la subclase Coccidia que a su vez incluye a la familia Eimeriidae (Minchin, 1903),



que alberga la mayor diversidad de especies ya que agrupa a un tercio de los apicomplexos (figura 1). La familia Eimeriidae tiene en su mayoría un ciclo de vida monoxénico y ocasionalmente hay especies heteroxénicas facultativas (Tirth, 2010), son comúnmente parásitos obligados de intestino de vertebrados e invertebrados, y algunas especies pueden infectar tejido en otros órganos.

Pertenciente a la familia Eimeriidae se encuentra el género *Eimeria*, que como características presenta cuatro esporoquistes en cada ooquiste y dos esporozoitos en cada esporoquiste (Berto, McIntosh, & Lopes, 2014).

En caprinos la eimeriosis es causada por protozoarios del género *Eimeria* que se desarrollan tanto en intestino delgado como el grueso, dependiendo de la especie que se trate (Chartier & Paraude, 2012).

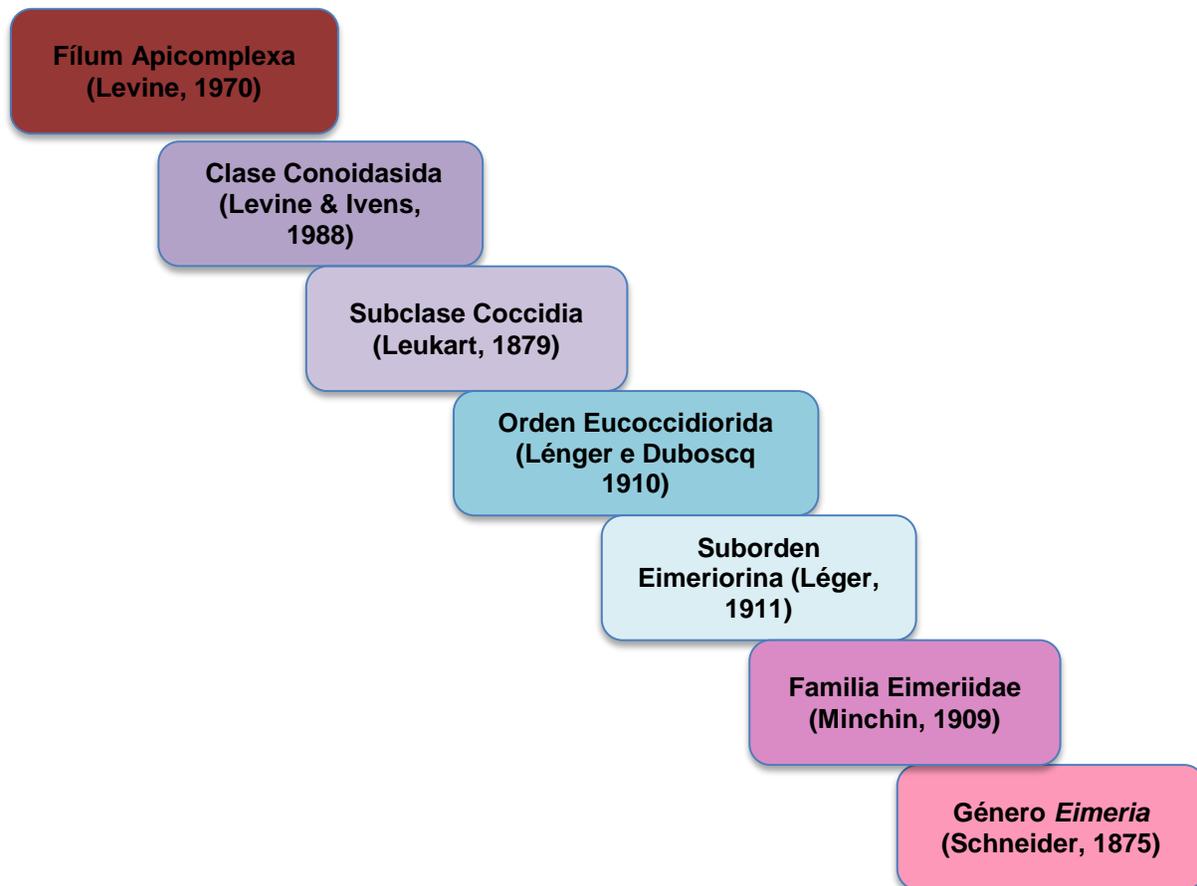


Figura 1. Taxonomía desde Apicomplexos hasta el género *Eimeria*



2.3 Ciclo de vida del género *Eimeria*.

El ciclo de vida de las especies de *Eimeria* requiere de un único hospedero. Incluye una fase exógena de maduración de ooquistes (esporogonia), que se produce fuera del huésped y una fase endógena con una multiplicación asexual seguida por una sexual (E. J. L. Soulsby, 1982). El potencial proliferativo en el anfitrión es muy alta, ya que, de acuerdo con un cálculo teórico, cada uno de ooquistes ingeridos podría dar origen a 30 millones de ooquistes excretados en la materia fecal (Gregory, Norton, & Catchpole, 1987). El ooquiste pasa a las heces fecales y no esporula. Los ooquistes esporulados se forman más tarde en un lapso de 2 a 15 días dependiendo de la especie de *Eimeria* y de las condiciones ambientales, tales como humedad, oxígeno y temperatura (I. Hernández & Mendoza, 2002). Los ooquistes esporulados son muy resistentes a las condiciones ambientales y se ha observado que son capaces de sobrevivir varios meses o incluso más de un año. Sin embargo la desecación severa y exposición directa al sol limitan su sobrevivencia (Foreyt, 1990; Li, Atwill, Dunbar, & Tate, 2010).

Una vez que los ooquistes son ingeridos por el hospedero estos pasan por el proceso de desenquistamiento, y los esporoquistes liberan a los esporozoitos que penetran en las células epiteliales del intestino donde inician su desarrollo, a continuación ocurren dos ciclos de multiplicación asexual (esquizoginas) en intestino delgado o grueso, dependiendo de la especie de *Eimeria*, donde el esporozoito se convierte en trofozoito y llega a ocupar la mayor parte de la célula del hospedero; el núcleo se divide iniciándose el estado de esquizonte, cada porción nuclear se rodea de citoplasma y se transforma en merozoitos, la célula se rompe, estos se liberan y pasan a la luz intestinal. A partir de este momento se inicia la gametogonia; los merozoitos con información genética masculina y femenina se introducen en otra célula huésped, crecen y dan lugar según sea el caso a microgametos o macrogametos. Las células con microgametos se rompen y liberan elementos biflagelados que buscan a los macrogametos para introducirse y realizar la fecundación, resultando de ello un huevo o cigoto que sale con las

heces al nuevo exterior esperando completar nuevamente el ciclo (Quiroz, 2011) (figura 2).

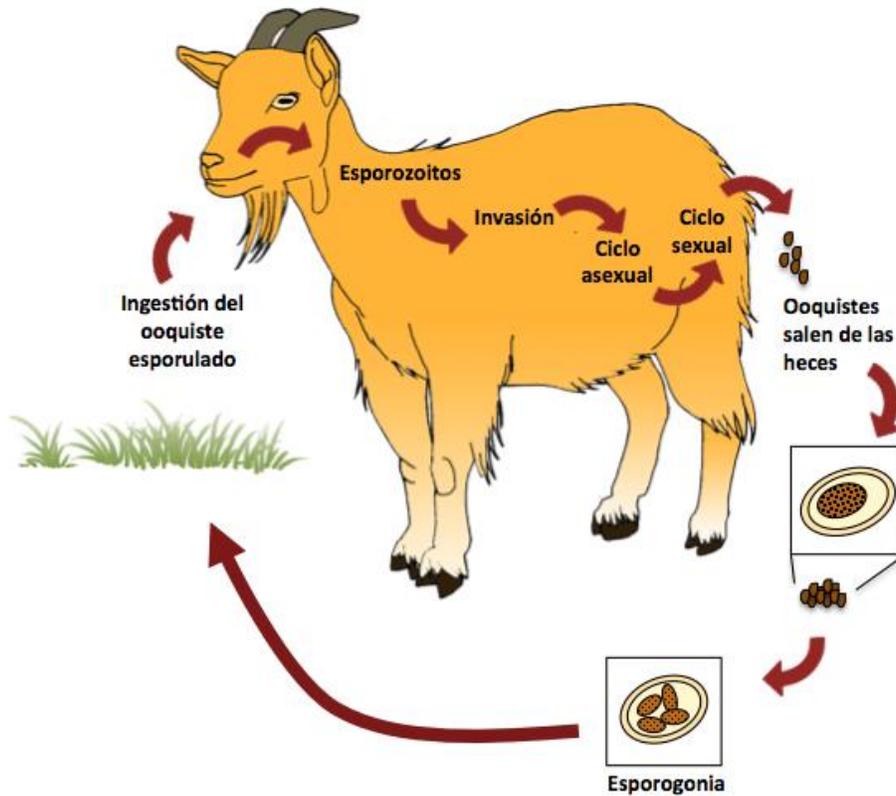


Figura 2. Ciclo de vida de *Eimeria* sp

2.4 Especies de *Eimeria* en caprinos.

Durante mucho tiempo, las especies de *Eimeria* en el ganado ovino y caprino fueron consideradas idénticas, lo que explica la gran confusión que se observa en los estudios publicados anteriormente sobre las diferentes especies en pequeños rumiantes (Chartier & Paraude, 2012), sin embargo, algunas especies como *Eimeria pallida*, *Eimeria punctata* (comúnmente encontradas en ovinos) y *Eimeria caprovina* pueden infectar tanto a ovinos como a caprinos (Abo-Shehada & Abo-Farieha, 2003).

Se reportan con frecuencia 9 especies de *Eimeria* en cabras (Taylor, Coop, & Wall, 2007) (figura 3), no obstante, algunos estudios alrededor del mundo



describen otras especies como *Eimeria sundarbanensis* en Sundanbar, India (Bandyopadhyay, 2004) ; *Eimeria africiensis* en Azerbaiyán (Musaev & Mamedova, 1981); *Eimeria kocharly* en Senegal (Vercruysse, 1982); *Eimeria capralis*, *Eimeria masseyensis*, *Eimeria charlestoni* en Nueva Zelanda (Soe & Pomroy, 1992) y *Eimeria minasensis*, en Brasil (A. C. Silva & Lima, 1998).

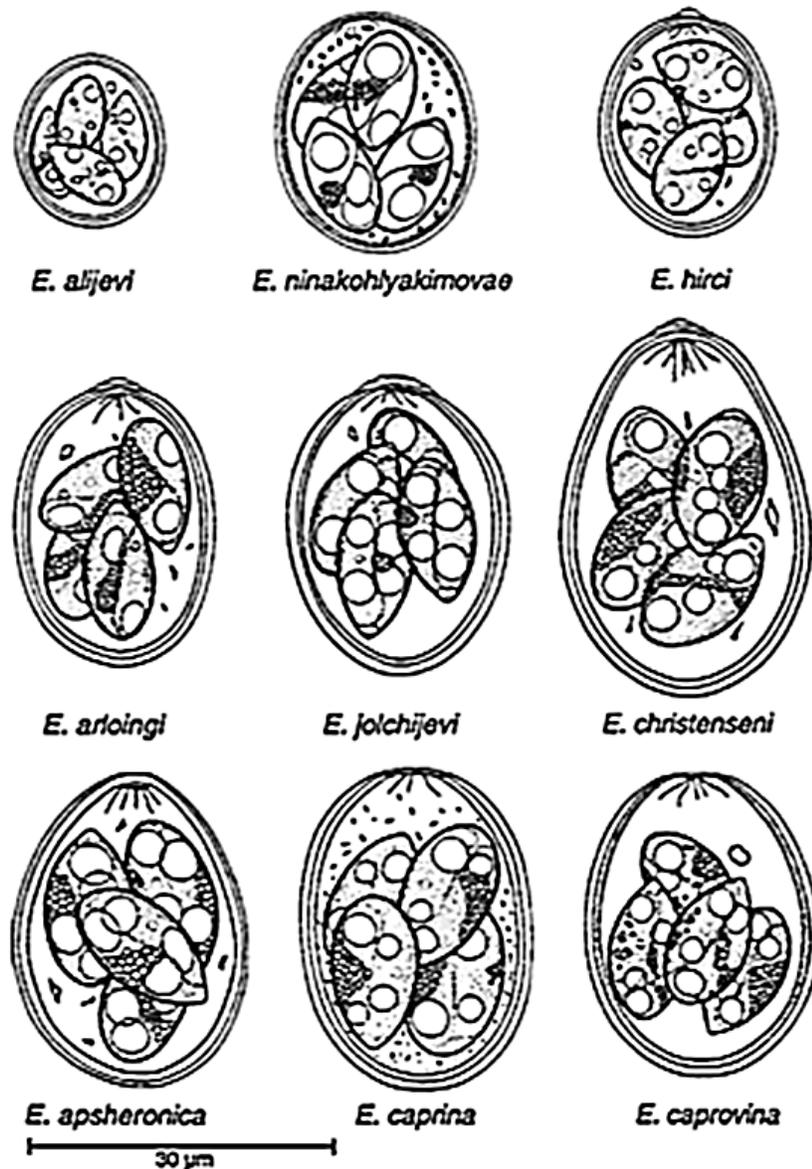


Figura 3. Especies más frecuentes de *Eimeria* en cabras, tomado de Eckert, Braun, Shirley, and Coudert (1995)



2. 4. 1 Prevalencia y especies de *Eimeria* en otros continentes.

Dada la importancia de esta enfermedad en pequeños rumiantes se han realizado estudios en diferentes países alrededor del mundo. Por ejemplo, en Australia O'Callaghan (1989) analiza 497 muestras de heces de cabras domésticas y 318 muestras de cabras ferales en donde encuentra ooquistes de *Eimeria* en un 97% y 3% respectivamente. Reporta las especies *Eimeria hirci* (82%), *Eimeria arloingi* (81%), *Eimeria ninakohlyakimovae* (51%), *Eimeria alijevi* (49%), *Eimeria caprina* (32%), *Eimeria christenseni* (29%), *Eimeria caprovina* (12%), *Eimeria jolchijevi* (9%) y *Eimeria apsheronica* (6%). En otro estudio en Nueva Zelanda Soe and Pomroy (1992) describen tres nuevas especies: *E. capralis*, diferenciada de las otras especies de *Eimeria* en caprinos con capa micropilar por tener un ooquiste considerablemente más grande, siendo esta solo un poco equiparable con *E. arloingi* en cuanto al tamaño, sin embargo, el estudio revela que la forma del esporoquiste casi ovoide de *E. capralis* diferencia a estas dos especies; *E. masseyensis*, distinta a las especies con capa micropilar por ser mucho más pequeña, clara y con gránulos polares finos y *E. charlestoni*, diferenciada de las especies sin capa ya que ninguna de estas posee cuerpos refráctiles tan grandes y prominentes. Estas especies fueron encontradas en el 100% de las muestras examinadas.

Norton (1986) en el suroeste de Inglaterra, encontró una prevalencia del 98% de ooquistes de *Eimeria* en 422 muestras de heces de cabras; observó que cabritos menores de un año tenían una mayor cantidad de ooquistes que las cabras adultas. Identificó a *E. arloingi* (94%), *E. hirci* (69%), *E. christenseni* (64%), *E. caprina* (55%), *E. ninakohlyakimovae* (48%), *E. alijevi* (42%), *E. apsheronica* (23%) fueron las especies más prevalentes mientras que y *E. jolchijevi* (8%) *E. caprovina* (4%) fueron raras.

En países bajos al noreste de Europa, Borgsteede and Dercksen (1996) realizan un estudio en tres grupos con diferentes edades de cabras y encuentran ooquistes de *Eimeria* en 26 de 27 cabritos (96.3%), en 52 de 55 cabritos destetados (94.5%) y 72 de 110 cabras adultas (65.5%), en donde al igual que en



Australia *E. ninakohlyakimovae* y *E. arloingi* reportan altas prevalencias con un 83% y 78% respectivamente, seguido de *E. apsheronica* (53.3%), *E. alijevi* (50%), *E. christenseni* (39.3%), *E. caprina* (38.7%), *E. hirci* (28.7%) y *E. jolchijevi* (7.3%).

Estudios realizados por Koudela and Bokova (1998) en Republica Checa revelan una prevalencia de 92.2% de ooquistes de *Eimeria*. Donde nuevamente *E. arloingi* fue la especie más común con una prevalencia del 84%, seguido de *E. hirci* 63%, *E. ninakohlyakimovae* 56%, *E. christenseni* 55%, *E. alijevi*, *E. caprina* 25%, *E. apsheronica* 12%, *E. capriovina* 6%, y *E. jolchijevi* que al igual que en Países Bajos fue la menos prevalente con un 2%. Al norte, en Polonia Balicka-Ramisz (1999) analizaron 110 cabras, en dos grupos donde el 81% de los adultos y el 100% de los cabritos se encontraban infectados con ooquistes de 9 diferentes especies *E. christenseni* con un 70 y 100%, *E. arloingi* en un 80 y 95%, *E. jolchijevi* en 10 y 20%, *E. ninakohlyakimovae* 40 y 40%, *E. alijevi* 10 y 20%, *E. caprina* 20 y 20%, y *E. hirci* con 10 y 10% en cabritos y cabras adultas respectivamente, por último *E. apsheronica* y *E. caprovina* con un 10% solo en cabras adultas. En las zonas semiáridas de Gran Canaria, España, las especies más frecuentes en cabras son *E. ninakohlyakimovae*, *E. arloingi* y *E. alijevi* (Ruiz et al., 2006).

Estudios más recientes en Portugal, L. M. Silva et al. (2014) obtienen resultados similares, donde de 114 cabras analizadas encuentran una prevalencia del 98.61%. Identifican las mismas 9 especies de *Eimeria* más comunes en caprinos, siendo nuevamente las especies más prevalentes *E. ninakohlyakimovae* con un 88% y *E. arloingi* con 85%.

En estudios en el continente Asiático, en Malasia Jalila, Dorny, Sani, Salim, and Vercruysse (1998) encuentran ooquistes en 725 cabras de 815 muestras fecales examinadas (89%). Las especies más prevalentes fueron *E. arloingi*, encontrada en un 71% de las muestras, *E. ninakohlyakimovae* con un 67%, *E. christenseni* 63% y *E. alijevi* en un 61%. Las otras especies *E. hirci*, *E. jolchijevi*, *E. caprovina*, *E. caprina* y *E. pallida* presentes en un 34, 22, 12, 9 y 4% respectivamente de las muestras analizadas. No se reportó *E. apsheronica* en el estudio. Cerca del golfo de Bengala en Sri Lanka Faizal and Rajapakse (2001)



realizan otro estudio con tres grupos: cabritos, cabritos destetados y cabras adultas, donde se encontraron positivos el 88% de los cabritos, el 91% de los cabritos destetados y 83% de las cabras adultas. Solo se reportaron 7 especies, en las que como es común *E. ninakohlyakimovae* (31%), *E. alijevi* (29%) y *E. arloingi* (21%) fueron las especies más comunes en todas las categorías. Las otras especies encontradas fueron *E. christenseni* (7%), *E. jolchijevi* (6%), *E. hirci* (3%) and *E. apsheronica* (1%).

En oriente medio, Abo-Shehada and Abo-Farieha (2003) identifican por primera vez 8 especies de *Eimeria* en cabras de Jordania, donde *E. arlongi*, *E. caprina* y *E. alijevi* fueron las especies más prevalentes en cabras adultas, y *E. ninakohlyakimovae*, *E. apsheronica* y *E. caprina* fueron las especies más comunes en la población de cabritos. Además, *E. caprovina* y *E. parva* fueron encontradas en ambos grupos, ésta última ahora se sabe que solo está presente en ovinos.

Bandyopadhyay (2004) reveló una nueva especie de *Eimeria* en cabras de Sundarban, Bengala Oeste en India. La especie bautizada como *E. sundarbanensis* solo es cercana a *E. hirci* y *E. africensis*, con la diferencia que esta tiene ooquistes piriformes y esporocistos en forma de huevo. Más recientemente en el estado de Maharashtra, [REDACTED] Khillare and Narladkar (2013) donde examinaron un total de 1663 muestras fecales de las cuales 689 (41.43%) muestras fueron positivas para ooquistes de *Eimeria*. Se reportaron 10 especies *E. arloingi* (41.43%), *E. ninakohlyakimovae* (26.63%), *E. parva* (23.63%), *E. christenseni* (20.26%), *E. crandallis* (17.67%), *E. granulosa* (8.65%), *E. faurei* (6.01%), *E. pallida* (4.81%) y *E. intricata* (1.20%).

Estudios epidemiológicos similares se han realizaron en varias localidades de Iran. Radfar, Sakhaee, Shamsaddini-Bafti, and Haj-Mohammadi (2011) identificaron 5 especies, *E. arloingi*, *E. parva*, *E. ninakohlyakimoave*, *E. christenseni*, *E. faurei* y *Eimeria* sp. en la ciudad de Barft, provincia de Kerman, donde 391 cabras de 438 cabras muestreadas (89.27%) resultaron positivas a ooquistes de *Eimeria*. Otro estudio más reciente realizado por (Kheirandish, Nourollahi-Fard, & Yadegari) en 2014 reportaron una prevalencia muy similar, en



la que 187 de 208 muestras de heces analizadas (89.91 %) fueron positivas a ooquistes de *Eimeria*, sin embargo, en este estudio encontraron 9 especies; *E. arloingi* (68.26 %), *E. christenseni* (50.9 %), *E. ninakohlyakimovae* (41.8 %), *E. caprina* (31.7 %), *E. alijevi* (29.8 %), *E. jolchijevi* (26.92 %), *E. apsheronica* (22.59 %), *E. hirci* (11.05 %), y *E. pallida* (5.2 %).

Ibrahim (2012) examinó un total de 336 de las cuales 180 (53.57%) resultaron positivas en Arabia Saudita. Encontró 9 especies diferentes *Eimeria arloingi* (35.71%), *E. alijevi* (26.19%), *E. hirci* (25.29%), *E. ninakohlyakimovae* (16.36%), *E. christenseni* (14.59%), *E. caprina* (11.31%), *E. jolchijevi* (9.52%), *E. caprovina* (5.59%) y *E. apsheronica* (3.27%).

En china Wang et al. (2010) encontraron que la prevalencia total de infección por eimerias fue del 87.9% (175/199) donde solo identificaron 5 especies *E. caprina*, *E. arloingi*, *E. alijevi* y *E. apsheronica*.

El primer estudio de esta naturaleza en África fue realizado en Senegal, donde las principales especies de coccidios son *E. arloingi* (64%) y *E. ninakohlyakimovae* (56%) en cabras (Vercruysse, 1982). En Zimbabue en 1991 (Chhabra & Pandey) encontraron que el 89.9% de 1092 cabras adultas y el 94% de 151 cabritos fueron positivos a ooquistes de *Eimeria*. El porcentaje de animales infectados por las diferentes especies fue: *E. alijevi* y *E. ninakohlyakimovae*, 99%; *E. hirci*, 83.5%; *E. arloingi*, 80.6%; *E. caprina*, 77.6%; *E. apsheronica*, 64.8%; *E. ahsata*, 63%; *E. christenseni* 60%; *E. granulosa*, 42.8%; *E. pallida*, 6.2%; *E. intricata*, 2% *E. punctata*, 0.3%.

Años más tarde en Morogoro, Tanzania el grupo de Kusilukaa, Kamaragea, Harrisonb, Dabornb, and Matthewmanc (1998) realizaron un estudio, con tres diferentes sistemas de producción semi-intensivo, animales estabulados y de pastoreo, en donde la producción semi-intensiva, mostró una alta prevalencia (95.2% en cabras adultas y un 93.3% cabritos) esto probablemente atribuido al ambiente contaminado en el corral. Las especies predominantes fueron *E. arloingi* (91.7%), *E. alijevi* (80.3%), *E. ninakohlyakimovae* (71.4%), y *E. christenseni*



(45.2%), otras especies menos prevalentes fueron *E. caprovina* (27.6%), *E. hirci* (27.2%), *E. pallida* (8.8%), *E. jolchijevi* (6.9%) y *E. apsheronica* (5.2%).

En 1999 (Harper & Penzhorn) reportan también altas prevalencias en diferentes regiones de Sudáfrica donde el 99.6% de 270 cabras adultas, y el 98.2% de 108 cabritos en la región de Hammanskraal fueron positivos a ooquistes de *Eimeria*; en Neboel 100% de 274 y 99% de 94, en Medunsa 88.7% de 307 y 89.2% de 149 respectivamente. Se identificaron 10 especies de *Eimeria*; *E. arloingi*, *E. alijevi*, *E. hirci*, *E. ninakohlyakimovae*, *E. christenseni*, *E. caprina*, *E. jolchijevi*, *E. caprovina*, *E. pallida* y *E. apsheronica*.

2. 4. 2 Prevalencia y especies de *Eimeria* en América.

En los Estados Unidos de América Lloyd and Soulsby (1978) realizaron un estudio de prevalencia e intensidad de infecciones parasitarias en cabras. Examinaron 336 muestras fecales del sudeste de Pensilvania y norte de Maryland en donde se encontró que el 100% de estas presentaban ooquistes de *Eimeria*.

Después Lima (1980) analiza 318 muestras de heces caprinas en los estados de Indiana, Missouri y Wisconsin, de las cuales el 100% contenían ooquistes de *Eimeria*. Encuentra 9 especies, *E. arloingi* (98.8%), *E. caprina* (49.7%), *E. caprovina* (1.9%), *E. crandallis* (92.6%), *E. christenseni* (58.2%), *E. faurei* (15.4%), *E. granulosa* (35.2%), *E. ninakohlyakimovae* (33.3%) y *E. parva* (33.3%). Posteriormente Ashraf and Nepote (1989) realizan otro estudio en el estado de Maryland que revela que el 94% de los animales muestreados estaban parasitados con coccidias, esta vez se identifican 8 especies *Eimeria parva*, *E. ahsata*, *E. faurei*, *E. ninakohlyakimovae*, *E. caprovina*, *E. caprina*, *E. christenseni*, *E. granulosa*, y *E. crandalis*.

En Montana Penzhorna, Rognliea, Halla, and Knapp (1994) estudiaron coccidias entéricas en cabras Cashmere en Montana se encontró que el 97.2% de 616 muestras fecales contenían ooquistes de *Eimeria*. Se identificaron 9 especies *E. arloingi*, *E. ninakohlyakimovae*, *E. alijevi*, *Eimeria hirci*, *E. caprina*, *E. jolchijevi*, *E. christenseni*, *E. caprovina*, *E. apsheronica*.

Un estudio más reciente de Kahan and Greiner (2013) analizó 277 muestras



fecales provenientes de 11 granjas de florida para determinar la prevalencia de las especies de *Eimeria* en la región. Se encontró que la prevalencia fue igual que en el estudio de Penzhorna et al. (1994) y se identificaron las mismas 9 especies.

En 1998 se describe una nueva especie, *E. minasensis* en cabras en Brasil. (A. C. Silva & Lima) la diferencian de otras especies con capa micropilar como *E. africiensis*, *E. arloingi*, *E. capralis*, *E. hirci*, *E. masseyensis* y *E. punctata* ya que estas tienen un ooquiste considerablemente más pequeño que *E. minasensis*. *E. jolchijevi* es también más pequeña que *E. minasensis* además de típicamente poseer forma de urna. *E. christenseni* y *E. kocharli* son más grandes que *E. minasensis*, así mismo, *E. arloingi* y *E. christenseni* tienen ciclos de vida en los que la parte sexual se lleva a cabo en el intestino delgado, mientras que en *E. minasensis*, se llevan a cabo en el ciego y colon del hospedero. Al noreste en el estado de Ceará, A. C. Cavalcante, Teixeira, Monteiro, and Lopes (2012) encontraron 196 muestras positivas de 215 (91.2%). 55 pertenecientes a cabritos (28%) y 141 de cabras adultas (72%). Se identificaron 8 especies diferentes, y sus prevalencias fueron: *E. alijevi* (26.7%), *E. arloingi* (20.6%), *E. hirci* (18%), *E. ninakohlyakimovae* (16.2%), *E. jolchijevi* (8.7%), *E. christenseni* (6%), *E. caprovina* (2.8%) y *E. caprina* (1%). *E. ninakohlyakimovae* mostró una mayor prevalencia en cabritos (97%), seguido de *E. arloingi* y *E. alijevi* (88%). Por otro lado *E. alijevi* (77%) fue la más común en cabras adultas, después *E. hirci* (74%) y *E. ninakohlyakimovae* (70%). La especie *E. caprina* tuvo una baja frecuencia en cabritos (27%) y en cabras adultas (13%).

Otro estudio en los estados brasileños de São Paulo, Mato Grosso do Sul, Goiás y Minas Gerais realizado por Coelho, do Amarante, and Bresciani (2012) encontraron un 93.06% (188/202) de muestras con ooquistes de *Eimeria* e identificaron las siguientes especies: *E. ninakohlyakimovae* con 28.71%, *E. alijevi* 25.24%, *E. jolchijevi* 11.38%, *E. arloingi* 7.42%, *E. caprovina* 10.39%, *E. hirci* 9.4% *E. christenseni* 4.45% y *E. caprina* 2.97%.

En Venezuela se caracterizaron las especies de *Eimeria* en caprinos del municipio de Torres en el estado de Lara, en base a sus características



morfométricas. Del total de 1440 muestras examinadas 1420 (98.6%) se encontraban positivas para ooquistes de *Eimeria* sp. I. Hernández and Carmen Meléndez (2007) señalaron por primera vez las especies, *E. christenseni*, *E. ninakohlykimovae*, *E. arloingi*, *E. apsheronica*, *E. alijevi*, *E. hirci*, *E. jolchijevi*, *E. caprina* y *E. caprovina*.

2. 4. 3 Prevalencia y especies de *Eimeria* en México.

En México son pocos los estudios que se han realizado. En 1995 (Torres-Acosta, Rodríguez-Vivas, & Camara Sarmiento) realizaron un estudio sobre la eliminación de huevecillos de nematodos y ooquistes de *Eimeria*, en cabras criollas en Mérida, Yucatán. Identificaron 4 especies, *E. ninakohlykimovae* con 52.28% y 51.50%, *E. caprina* 5.42% y 5%, *E. arloingi* 19.59% y 13.14%, *E. alijevi* con un 22.71% y 30.35% en cabras lactantes y vacías respectivamente. Posteriormente en el mismo estado, se hizo otra investigación en la que se analizaron 1456 caprinos de los cuales el 93.40% resultaron positivos a ooquistes de *Eimeria*, sin embargo, no se identificaron las especies presentes (Rodríguez-Vivas, Cob-Galera, & Dominguez-Alpizar, 2001).

Más recientemente Ortega-Sánchez, Hernández-Salgado, and Rodríguez-Contreras (2006) analizaron un total de 1221 muestras de muestras fecales, los resultados mostraron una parasitosis moderada de *Eimeria* sp. Con un rango de 400 a 1200 ooquistes por gramo de heces, no obstante, en este estudio tampoco se identificaron las especies presentes.

2.5 Identificación morfológica

La identificación de las especies de *Eimeria* se realiza en base a la morfología del ooquiste después de la esporulación (D. W. Duszynski & P. G. Wilber, 1997), que consiste en la segmentación del protoplasma en dos pequeños cuerpos infectivos llamados esporozoitos, que se desarrollan dentro de cada uno de los cuatro esporoquistes que a su vez se encuentran dentro del ooquiste (I. Hernández & Mendoza, 2002).



Los criterios para la diferenciación de especies incluyen el tamaño y forma del ooquiste, la presencia de elementos característicos como el micrópilo y la capa micropilar, color, aspecto de la pared, residuos del ooquiste y esporoquiste, así como la presencia del cuerpo de Stieda y gránulos polares (D. W. Duszynski & P. G. Wilber, 1997; Eckert et al., 1995) (figura 4).

2.5.1 Características y estructuras importantes en la identificación de ooquistes.

2.5.1.1 Capa micropilar

Todos los ooquistes pueden ser divididos en dos grupos. Algunos tienen capa micropilar y otros no. Esta pequeña capa, que es la solidificación de la pared externa, y se forma por encima del micrópilo como un engrosamiento de la superficie en la tercera pared que a veces está presente en ooquistes de diferentes coccidios. La capa es aparentemente formada del material fuera del macrogameto fertilizado durante el desarrollo del ooquiste en las células epiteliales del hospedero. La capa puede ser fácilmente removida de la superficie del ooquiste, pero este daño mecánico lo hace perder sus propiedades de protección (Yevgeniy & Kenneth, 1972).

2.5.1.2 Pared del ooquiste

La pared del ooquiste es una estructura de protección que puede tener una diferente variedad de espesores y está compuesta de dos capas, la pared externa e interna que puede ser lisas, rugosas y de igual o diferente espesor. La estructura depende de la uniformidad de la que esté hecha la pared externa. A veces la pared externa está compuesta de gránulos grandes y pequeños, hay ooquistes con paredes a rayas, arrugadas, ásperas o con espinas, más a menudo, sin embargo, la pared externa es de naturaleza homogénea y luce completamente lisa y translúcida. Una característica adicional importante que se utiliza en la descripción de la pared de ooquistes es el color. Muchos autores describen y diferencian las especies basándose en el color de la pared, caracterizándolos



como marrón, amarillento, marrón, entre otros, no obstante, en algunos casos, es pertinente señalar que estos colores puede ser un artificiales, como resultado de las diferencias en el tiempo de exposición de los ooquistes a los conservadores (por ejemplo, dicromato de potasio), la intensidad de la luz o la elección de filtro utilizado para la microscopía de luz (Berto et al., 2014), además de esto, el color de la pared es en algunos casos es adquirido por la absorción de pigmentos biliares del intestino donde la pared externa es casi siempre amarilla ó café aunque también puede ser incolora. Para la mayoría de las partes internas se observa un sombreado verde o rosa, depende de las propiedades ópticas (Yevgeniy & Kenneth, 1972).

2.5.1.3 Residuo del ooquiste y gránulos polares.

El residuo del ooquiste comprende una estructura grande dentro de los ooquiste, situado entre los esporoquistes. Esta estructura puede estar compuesta de una masa regular y compacto o puede estar formada por una masa irregular de gránulos. El gránulo polar es una estructura interna adicional de los ooquistes, que también se encuentra entre los esporoquistes, sin embargo, este es menor tamaño y es mucho más denso que el residuo de ooquiste. La forma de esta estructura puede ser único en muchas especies, y puede presentar una variedad de formas (Berto et al., 2014).

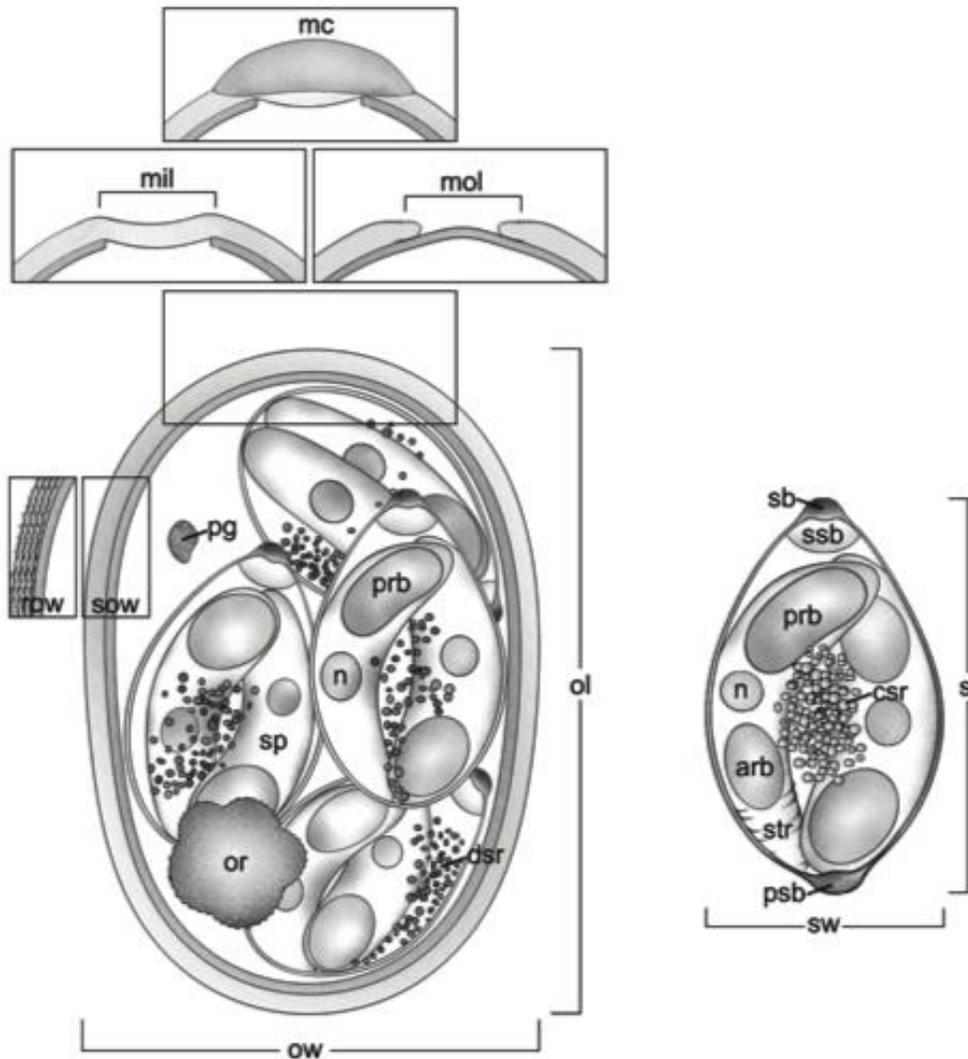


Figura 4. Esquema de un ooquiste esporulado (Apicomplexa: Ecoccidiorida: Eimeriidae) se detallan las estructuras mas comúnmente medidas y caracterizadas que son: (ow) ancho del ooquiste; (ol) largo del ooquiste; (D. Duszynski & P. Wilber) granulo polar; (or) residuo del ooquiste; (row) pared rugosa; (sow) pared de apariencia lisa; micrópilo en la pared interna (mil) o en la pared externa (mol); (mc) capa del micrópilo; (sw) ancho del esporoquiste; (sl) largo del esporoquiste; (sb) cuerpo de Stieda; (ssb) cuerpo de substieda; (psb) cuerpo de parastieda; (csr) residuo del esporoquiste compacto; (dsr) residuo del esporoquiste difuso; (sp) esporozoito; cuerpo refráctil posterior (prb) y anterior (arb) del esporozoito; (n) núcleo del esporozoito; (str) estrías del esporozoito. Esquema tomado de Berto et al. (2014).



2.5.1.4 Micrópilo

El micrópilo es una parte de la pared del ooquiste que difiere en estructura del resto. Una vez que el ooquiste entró al intestino del hospedero y es sometido a sus fluidos digestivos los esporozoitos dejan el ooquiste mediante el micrópilo. Es altamente probable que la formación del micrópilo corresponda al lugar por donde el microgameto entró en el macrogameto.

En algunos ooquistes la pared en este punto (siempre en un polo) esta marcadamente engrosada, pero la pared interna esta sin alterar. En otros ooquistes la apertura en la pared externa es una pequeña y la pared interna sobresale ligeramente a través de esta. La presencia o ausencia del micrópilo o capa no tiene efecto en la resistencia del ooquiste o daño por influencias externas. Esto es probablemente por el hecho de que el micrópilo y la capa micropilar esta formados por la pared externa pero la pared interna previene que el material de afuera entre al ooquiste (Yevgeniy & Kenneth, 1972).

2.5.1.5 Residuo del esporocisto.

Es sobrante de material citoplasmático dentro del esporocisto, después de la formación del esporozoito, semejante a una masa amorfa. Su función es proporcionar una fuente de energía a los esporozoitos cuando están fuera del hospedero (Cruz-Reyes & Camargo-Camargo, 2001).

2.5.1.6 Cuerpo de Stieda y substieda

El tamaño y la forma del cuerpo de Stieda y substieda en los esporoquistes puede ser suficiente para la identificación a nivel especie por lo que es importante una descripción detallada. Dada la importancia de esta estructura, se recomienda que, las variaciones observadas por microscopía de luz para los representantes de la misma especie sean caracterizados (Berto et al., 2014).

2.5.1.7 Cuerpo de Parastieda

El cuerpo parastieda se ha descrito con poca frecuencia en los coccidios.



Está situado en el extremo opuesto al cuerpo Stieda en el esporoquiste.

2.5.1.8 Esporozoitos

Las estructuras asociadas con la esporozoitos son los cuerpos refráctiles, el núcleo y estrías. Los cuerpos refráctiles pueden ser únicos en cada esporozoito, o pueden estar en pares, uno anterior y uno posterior, así como también pueden presentar diferentes formas. El núcleo es generalmente más pequeño que los cuerpos refráctiles (Berto et al., 2014).

2.5.2. Estudios Morfométricos

Las estructuras antes mencionadas pueden ser medidas para la caracterización de los ooquistes en las especies, por lo que comúnmente se toman en consideración las medidas de diámetro mayor y diámetro menor del ooquiste y esporoquiste, así como también el índice morfométrico, que es la relación entre el DM y dm del ooquiste. Valores cercanos a 1 muestran ooquistes de forma esférica, valores de IM iguales a 1 denotan formas subesféricas, y valores entre 1.0 y 1.1 indican ooquistes elipsoidales, cabe destacar que los ooquistes con complejos elipsoidales deben ser descritos poniendo especial atención a su forma, ovoide, de pera, entre otros. De la misma forma esta relación de IM se puede realizar con los esporoquistes (Berto et al., 2014).

2.5.2.1 Histogramas

En base a las mediciones realizadas del DM, dm, EM y em se pueden realizar histogramas con las morfometrías y compararlos con otras especies. Esto puede servir para demostrar regularidades y tendencias en la distribución de las dimensiones de los ooquistes. Los histogramas pueden confirmar la presencia de una misma especie de ooquiste en una muestra, o bien, también se puede determinar el polimorfismo entre una misma especie, así como también indicar la presencia de especies diferentes.

El histograma de IM puede también ayudar determinar la tendencia en



forma de los ooquistes. Números trabajos han utilizado esta herramienta en diferentes géneros de coccidios como *Eimeria* (Berto, Flausino, Ferreira, & Lopes, 2008; Cardozo et al., 2015), *Isospora* (Berto, Lopes Bdo, Flausino, Teixeira Filho, & Lopes, 2008) y *Tyzzeria* (Berto, Teixeira, & Lopes, 2007).

2.5.2.2 Regresión lineal

Los análisis de regresión lineal miden la proporcionalidad del ooquiste entre el DM y dm. Cuando los valores de R^2 son mayores a .5 los puntos de datos se encuentran situados cercanos a la línea de regresión en la gráfica lo que sirve para determinar pequeñas variaciones en el DM sobre el dm y así se puede determinar un patrón para la especie. En contraste cuando el valor de R^2 es menor los puntos se sitúan distantes a la línea de regresión indicando polimorfismo en los ooquistes, este polimorfismo, corresponde a valores bajos en la proporcionalidad, sin embargo, no necesariamente infiere la presencia de más de una especie en los ooquistes medidos o una falla en el proceso de medición ya que el polimorfismo ha sido descrito por muchos autores en diferentes coccidios, (Berto et al., 2014; Duszynski, 1971; Flausino et al., 2014).

Estudios de esta naturaleza se han realizado en tanto en ovinos (Hassum, Valladares, & de Menezes Rde, 2007) como en caprinos (Ramirez, Teixeira-Filho, Berto, Carvalho-Balthazar, & Gomes-Lopes, 2009) de Brasil, donde como resultado de este último, se encontró un notorio polimorfismo en las especies *E. arloingi*, *E. caprina*, *E. caprovina*, *E. chrintseni*, *E. jolchijevi*, *E. ninakohlyakimovae* y solo en *E. alijevi*, *E. caprovina*, *E. hirci* se logró observar un patrón definido.



3. MATERIAL Y MÉTODOS

3.1 Descripción del área de estudio

El estado de Nuevo León se encuentra al noreste de la República Mexicana. Tiene una superficie de 64,220 km², el 3.3% de la superficie total del país. Está comprendido entre los paralelos 23°11' y 27° 49' latitud Norte, 98°26' al este y 101°14' longitud Oeste de Greenwich. Está limitado al norte y este por Tamaulipas; al sur y al oeste por San Luis y Zacatecas; y al norte por Coahuila, Tamaulipas y el estado norteamericano de Texas (figura 5).



Figura 5. Mapa de los Estados Unidos Mexicanos. En rojo se muestra la ubicación geográfica de Nuevo León y sus estados colindantes señalados en naranja (Mapa tomado del sitio web del Gobierno del Estado de Nuevo León).



3.2 Metodología

3.2.1 Colecta en campo

Mediante un muestreo aleatorio, se extrajeron muestras fecales directamente del recto de 403 cabras de diferentes hatos productores en los municipios de García, Iturbide, Aramberri, General Bravo, Marín, Galeana, Linares, Ramones, Pesquería, General Zuazua, Vallecillo, Cadereyta Jiménez y Mina (figura 6), se transportaron a la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia (FMVZ) en el municipio de Escobedo, N.L.

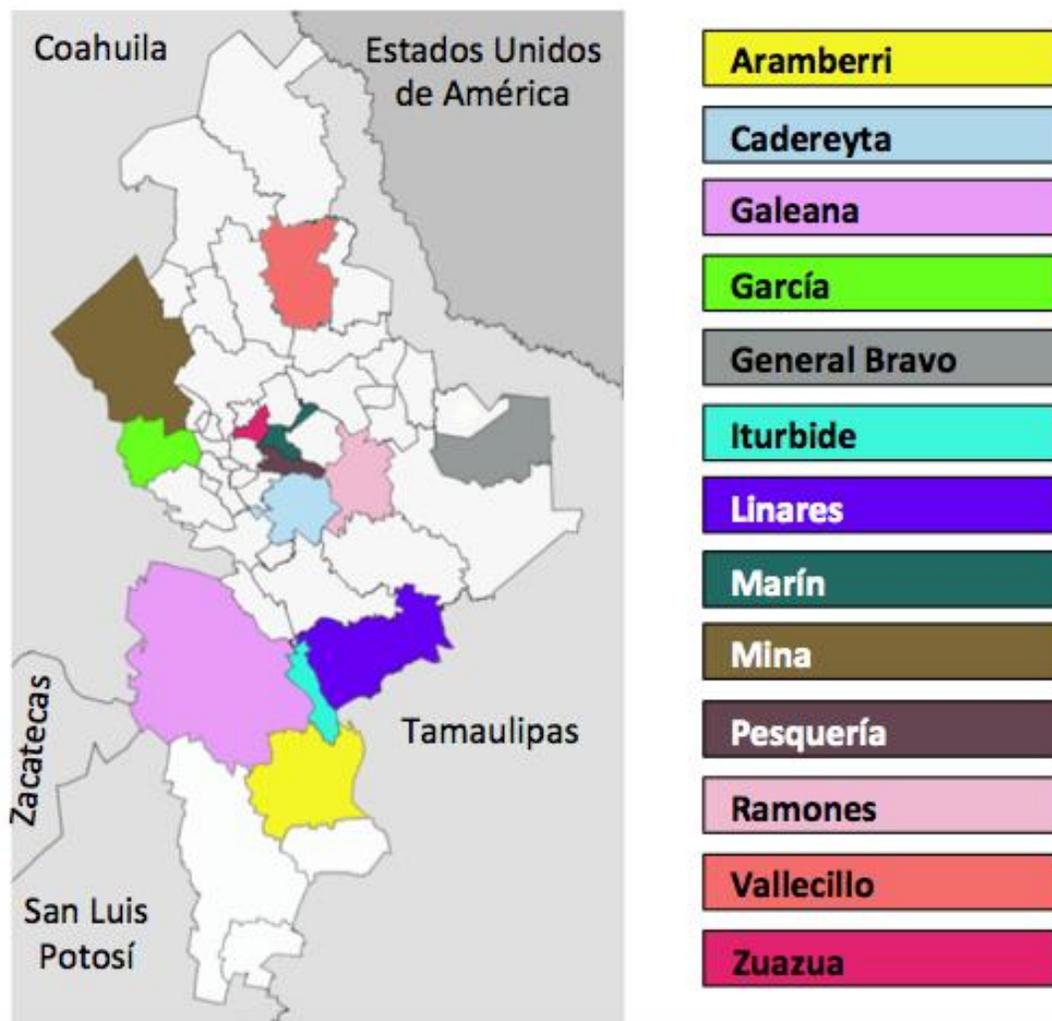


Figura 6. Mapa de Nuevo León donde se muestran en diferentes colores los municipios muestreados.



3.2.2 Actividades de Laboratorio

Las actividades de laboratorio se realizaron en el laboratorio de Farmacología y Toxicología y Parasitología de la FMVZ de la Universidad Autónoma de Nuevo León.

3.2.2.1 Procesamiento de muestras

Para la esporulación de los ooquistes, las muestras de heces maceradas se colocaron en cajas de Petri con dicromato de potasio ($K_2Cr_2O_7$) al 2.5% ($K_2Cr_2O_7$ 2.5 gr, 100 ml de agua destilada) durante 15 días a temperatura ambiente. Posteriormente se quitó el exceso de $K_2Cr_2O_7$ realizando dos lavados con agua destilada mediante centrifugación en un tubo de ensayo a 2500 rpm por 5 minutos. Después de la centrifugación, para la observación de los ooquistes, los mismos se separaron del resto de las heces mediante la técnica de flotación por sulfato de zinc al 33% (1000 ml de agua destilada, sulfato de zinc 331 gr) y con solución saturada de azúcar (500g de azúcar, 325 ml de agua destilada) descrita por Sheather (1923) modificada por D. W. Duszynski and P. G. Wilber (1997), que consiste en macerar 3 g de heces en un mortero y agregar la solución de flotación para después pasarlas por un colador y con ayuda de un embudo pasar al tubo de ensayo en donde se seguirá agregando solución hasta el borde del tubo dejando en la parte superior un menisco convexo, donde se pone encima un cubre objetos, el cual luego de 10 a 15 minutos se coloca en un portaobjetos para la observación de la muestra al microscopio.

3.2.2.2 Visualización de los ooquistes

Se utilizó un microscopio binocular Carl Zeiss Axioscop 40 en objetivos de 40X y 100X.



3.2.2.3 Morfometrías y observación de los ooquistes

Para la realización de las medidas morfométricas se utilizó el software de captación de imágenes AxioVision y se tomaron microfotografías de los ooquistes con una cámara Axio Cam HRc montada al microscopio. Se tomaron medidas del diámetro menor y diámetro mayor del ooquiste y esporoquiste, además de sus respectivos índices morfométricos (diámetro mayor/ diámetro menor), así mismo, se tomaron medidas de la capa micropilar y del espesor de la pared del ooquiste, presencia o ausencia de micrópilo, gránulo polar, residuo del ooquiste y cuerpos refráctiles en el esporozoito.

3.2.2.4 Identificación de los ooquistes

Para la identificación de las diferentes especies de *Eimeria* en caprinos se utilizaron las características descritas por Eckert et al. (1995), Cordero del Campillo et al. (1999), Taylor et al. (2007) y descripciones originales de los ooquistes.

3.2.2.5 Histogramas y regresiones lineales

Los histogramas fueron preparados para representar gráficamente los valores observados de DM, dm e IM con sus respectivas frecuencias (Berto, 2010). Tanto los histogramas como las regresiones lineales se realizaron con el software Microsoft® Excel® 2011 para Mac Versión 14.4.6. de acuerdo con Sampaio (2002).



4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Frecuencia y especies identificadas en Nuevo León

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, 243 (60.29%) fueron positivos para ooquistes de *Eimeria*.

Se han reportado frecuencias similares en cabras adultas de Europa por Borgsteede and Dercksen (1996), sin embargo, comparado con estudios de frecuencia realizados en otros países de America y México, la frecuencia de eimeriosis obetinda en el presente estudio fue menor, esto probablemente asociado al sistema de pastoreo, ya que esta costumbre se ha visto asociada a una baja en la frecuencia de eimeriosis, ya que los animales no se alimentan en un solo lugar, evitando así las constantes reinfecciones (Cai & Bai, 2009).

Mediante el análisis morfológico y morfométrico se determinó la presencia de 9 especies *E. alijevi*, *E. ninakohlyakimovae*, *E. arloingi*, *E. christenseni*, *E. jolchijevi*, *E. apsheronica*, *E. caprina*, *E. caprovina*, *Eimeria guajardo* n. sp. El porcentaje de positividad por municipio y la prevalencia de cada especie se muestra en la tabla 1.

A diferencia de los resultados obtenidos por Torres-Acosta et al. (1995) en el estado de Yucatán donde *E. ninakohlyakimovae* es la especie más frecuente, en Nuevo León la especie más frecuente fue *E. arloingi*.

Similarmente a los resultados obtenidos en el presente estudio, se reportan altas frecuencias de *E. arloingi* y *E. christenseni* en Inglaterra (Norton, 1986) y Polonia (Balicka-Ramisz, 1999), así mismo, investigaciones realizadas en Australia (O'Callaghan, 1989), Africa (Kusilukaa et al., 1998) y Asia (Faizal & Rajapakse, 2001) reportan como en el presente estudio a *E. apsheronica* como la especie menos frecuente.



Los municipios con mayor número de especies fueron Pesquería, Cadereyta Jiménez y Mina donde se encontraron las 9 especies registradas, seguidos de Iturbide, General Bravo, Zuazua y con 8 especies, posteriormente García, Galeana y Ramones con 7 especies, en Marín y Vallecillo se encontraron 5 especies, en Linares 2 y por último en el municipio de Aramberri se encontró solo 1 especie. Con frecuencia se encontraron múltiples especies parasitando un solo hospedero.



Tabla 1. Porcentaje de positividad por municipio y prevalencia de especies.

Municipio	Nº de muestras	Positivas	%	Nº de cabras infectadas con cada especie									
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
García	32	11	34.4	*	3	1	1	*	2	1	1	1	1
Iturbide	40	35	87.5	*	1	11	2	5	3	1	2	5	3
Aramberri	29	1	3.4	*	*	*	*	*	*	1	*	*	*
General Bravo	42	31	73.8	*	2	4	3	3	1	3	2	2	3
Marín	41	24	58.5	*	6	11	4	6	6	5	*	*	2
Galeana	20	16	80.0	*	3	6	5	6	4	9	5	5	3
Linares	27	9	33.3	*	1	1	*	*	*	*	*	1	*
Ramones	20	20	100.0	4	5	14	9	5	*	5	*	1	3
Pesquería	30	30	100.0	9	10	21	3	5	7	17	2	2	6
Zuazua	33	10	30.3	1	1	2	3	1	1	*	3	2	2
Vallecillo	22	6	27.3	*	1	3	2	1	*	1	*	1	*
Cadereyta Jiménez	30	17	56.7	1	3	5	1	5	2	4	1	2	1
Mina	37	33	89.2	8	5	20	7	9	7	12	5	1	12
Total	403	243	60.29	23	41	99	40	46	33	59	21	23	36
Prevalencias %				5.71	10.17	24.57	9.39	11.41	8.19	14.64	5.21	5.71	8.93

* Especie ausente en el municipio.

- 1. *E. guajardo* n. sp.
- 2. *E. arloingi*, tipo 2
- 3. *E. arloingi* tipo 1
- 4. *E. jolchijevi*
- 5. *E. alijevi*

- 6. *E. ninakohlyakimovae*
- 7. *E. christenseni*
- 8. *E. apsheronica*
- 9. *E. caprina*
- 10. *E. caprovina*.



Tabla 2. Comparación morfométrica de los ooquistes esporulados del género *Eimeria* recuperados de caprinos de Nuevo León.

Especies	Ooquiste			Esporoquiste		
	Diámetro (µm)			Diámetro (µm)		
	Mayor	Menor	Índice morfométrico	Mayor	Menor	Índice morfométrico
<i>E. guajardo</i> n. sp ¹	28.5 - 40.1 (32.4)	21.5 - 29.3 (24.4)	1.1 - 1.5 (1.3)	14-18.5 (15.8)	6.6 - 9.4 (8.1)	1.7-2.2 (2.0)
<i>E. arloingi</i> tipo 2 ¹	24.1 - 27.9 (25.9)	18.2 - 22.2 (20.2)	1.2 - 1.4 (1.3)	9.9-15.2 (12.4)	6 - 8.5 (7.1)	1.3 - 2.2 (1.8)
<i>E. arloingi</i> tipo 1 ¹	26.3 - 32.0 (29.1)	18.2 - 23.9 (20.9)	1.2 - 1.6 (1.4)	10-17.1 (13.6)	5.9 - 9.1 (7.3)	1.3 - 2.4 (1.9)
<i>E. jolchijev</i> ¹	29.8 - 35.2 (32.1)	19.6 - 30 (22.9)	1.3 - 1.6 (1.4)	14.05-17.11 (15.7)	6.8 - 9.2 (7.8)	1.3 - 1.6 (1.4)
<i>E. christensen</i> ¹	32.9 - 43.3 (37.9)	22.4 - 28.2 (25.4)	1.3 - 1.7 (1.5)	12.5 - 16.6 (14.7)	7.1 - 10.6 (9.1)	1.4 - 1.9 (1.6)
<i>E. alijev</i> ²	16 - 22.9 (20.3)	14.4 - 20.5 (17.7)	1.0 - 1.3 (1.2)	8.2-12.1 (10.1)	5.1 - 8 (6.4)	1.3 - 2 (1.6)
<i>E. ninakohlyakimovae</i> ²	18.6 - 26.4 (23.8)	17.3 - 22.9 (19.9)	1.0 - 1.4 (1.19)	9.4 - 14.6 (11.8)	6.5 - 8.8 (7.5)	1.4 - 2 (1.6)
<i>E. apsheronica</i> ²	30.8 - 34.6 (23.7)	21.9 - 25.1 (23.7)	1.3 - 1.5 (32.6)	13.1 - 17.4 (15.2)	7.5 - 9.9 (8.5)	1.52-2 (1.79)
<i>E. caprina</i> ²	26.1-36 (30.5)	20.12 - 26.53 (23.42)	1.16 - 1.44 (1.30)	13.5 - 17.6 (15.7)	7.06 - 9.19 (8.02)	1.73 - 2.23 (1.96)
<i>E. caprovina</i> ²	25.4 - 30.5 (27.7)	19.3 - 23 (21.2)	1.2 - 1.4 (1.31)	11.78 - 15.50 (13.39)	5.93 - 8.70 (7.31)	1.49 - 2.45 (1.85)

¹ Con capa micropilar, ²Sin capa micropilar



4.2 Caracterización de los ooquistes

Los ooquistes de las especies identificadas presentaron formas y tamaños diferentes tabla 2, las 9 especies encontradas en el presente estudio, se separaron primeramente en especies con capa micropilar y sin capa micropilar de las cuales se encontraron 4 y 5 respectivamente.

4.2.1 Ooquistes con capa micropilar

Se encontraron en los diferentes municipios 4 especies que presentaban capa micropilar, *E. christenseni*, *E. jolchijevi*, *E. arloingi* tipo 1, *E. arloingi* tipo 2, *E. guajardoii* n. sp.

4.2.1.1 *Eimeria christenseni* Levine, 1962

Esta especie solo ha sido reportada parasitando cabras. Se mencionan en la compilación electrónica The Coccidia of the World como especies sinónimas de *E. christenseni*: *Eimeria tirupatiensis* (Sivanarayana & Venkataratnam, 1969) y *E. tunisiensis* (Musaev & Mamedova 1981).

4.2.1.1.1 Morfología del ooquiste, esporoquiste y esporozoito

Los ooquistes tienen una forma elipsoidal ovoide de 32.9 - 43.3 (37.9) X 22.4 - 28.2 (25.4) μm . Con una pared doble de 1.90 μm color café oscuro. Con micrópilo. CM prominente de 2.02 X 7.69 μm , traslúcida. De 1 a varios GP grandes (figura 7 b), pero más frecuentemente 1 sólo (figura 7 a), de apariencia densa y muy refráctil. Sin RO. Esporoquistes elipsoidales. CS con forma de pezón (figura 7 d). Sin CSS. Sin CPS. RE formado por gránulos de diferentes tamaños, consistentes y muy refráctiles. Con 3 CR, 1 oscuro a cada extremo del esporozoito se encuentran y entre ellos 1 sin color, uno de los CR que se encuentran a los extremos siempre se sitúa en la parte de abajo del cuerpo de Stieda. En las características de la especie presentes en la descripción original de Levine, Ivens,



and Fritz (1962), así como en las referencias bibliográficas de Cordero del Campillo et al. (1999) y Taylor et al. (2007) mencionan que *E. christenseni* no posee CS o que se encuentra de manera vestigial, sin embargo, en el presente estudio el CS se observó claramente en todos los ooquistes.

4.2.1.1.2 Frecuencia en la distribución de las dimensiones de los ooquistes esporulados.

Como se puede observar en la figura 8 tanto en los histogramas a, b y c, 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, esto demuestra un solo pico en los histogramas, caracterizando así una sola especie.

En los histogramas se puede observar también una mayor frecuencia entre los valores de 37.4 a 38.9 μm de DM y de 24.9 a 25.8 μm en el dm que demuestran una mayor tendencia de los ooquistes a presentar esas dimensiones. En el histograma de índice morfométrico muestra 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 encuentran entre 1.45 a 1.5 en su IM.

Los valores de DM, dm e IM están dentro de los límites publicados por la descripción original de Levine et al. (1962).

4.2.1.1.3 Distribución de las dimensiones de los ooquistes esporulados.

El valor de R^2 obtenido en la regresión lineal para los ooquistes de *E. christenseni* fue menor de 0.5, lo que indica que los puntos se distribuyen de manera distante en la recta del gráfico (figura 9), es así que podemos afirmar que hay valores bajos entre la proporcionalidad del Dm y el dm por lo que un patrón específico no puede ser establecido para los ooquistes *E. christenseni*. Estas variaciones pueden deberse al polimorfismo de la especie (figura 7 a, b c), lo cual ya fue mencionado por Ramirez et al. (2009) donde el valor de R^2 es apenas solo un poco mayor que en los resultados arrojados por el presente estudio. El



polimorfismo puede deberse a factores como estrés, nutrición, inmunidad del hospedero, la dosis infectiva, estadio del periodo prepatente en que los ooquistes fueron eliminados y la plasticidad fenotípica (Berto et al., 2014).

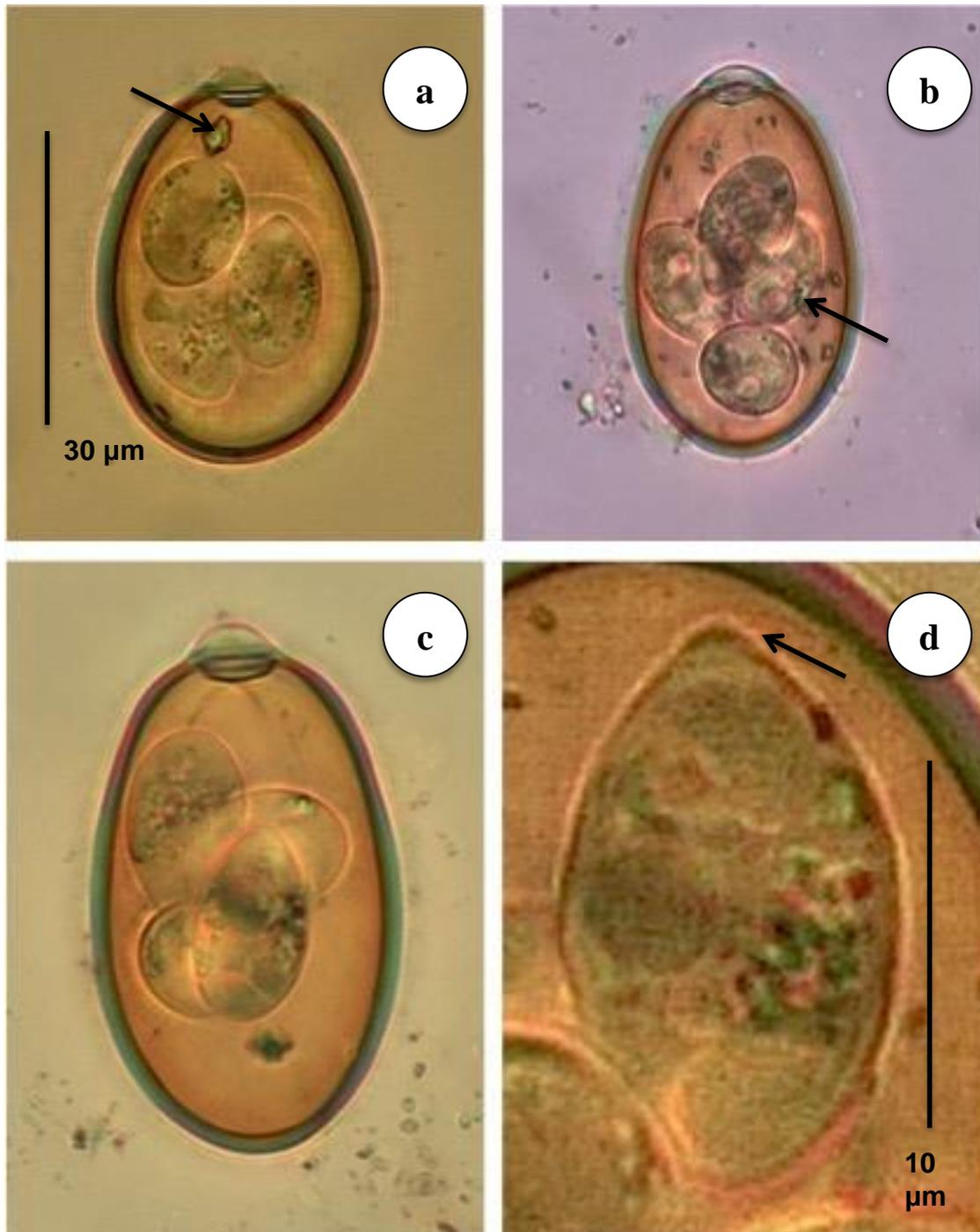


Figura 7. Ooquiste esporulado y esporoquiste de *E. christenseni*. En las figuras a, b y c, se muestran polimorfismos de los ooquistes esporulados de *E. christenseni*. La flecha en la figura a, se señala un granulo polar, la flecha en la figura d, señala el CS en el esporoquiste.

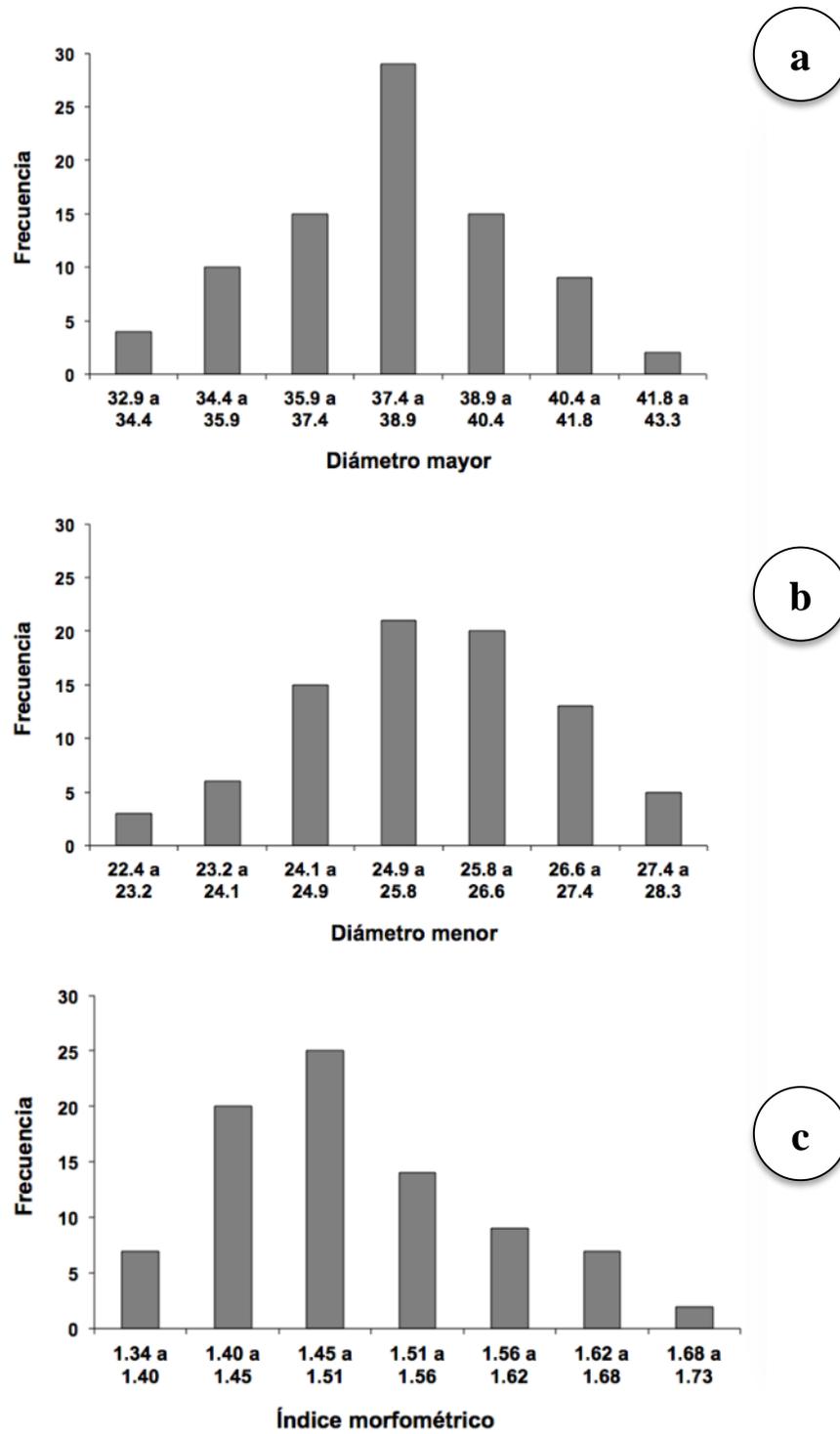


Figura 8. Histogramas de las dimensiones de los ooquistes esporulados de *E. christensenii*: Diámetros mayor a), diámetro menor b), e índice morfométrico c).

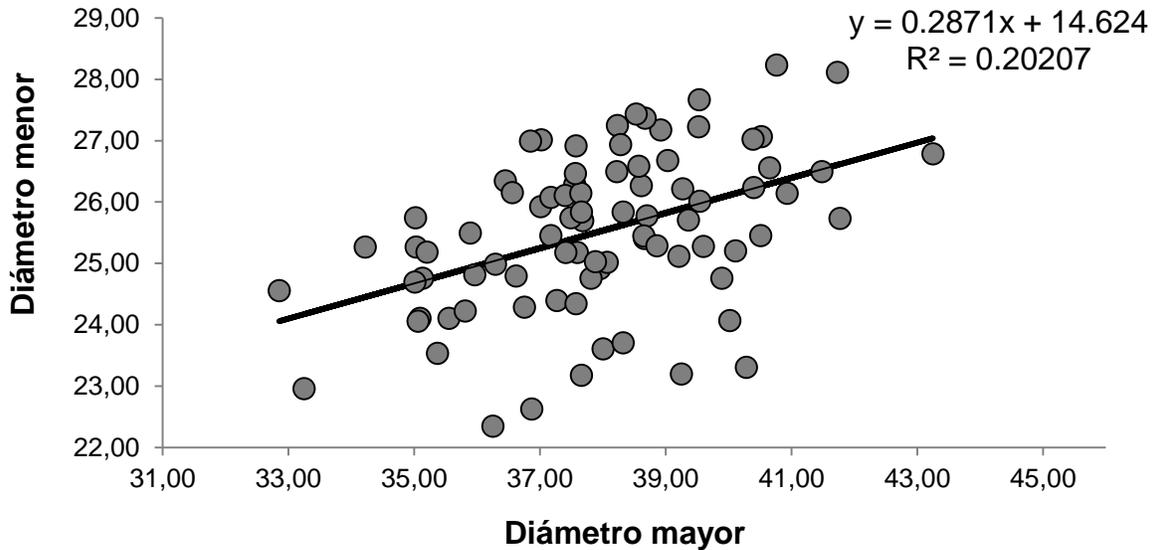


Figura 9. Regresión lineal de las dimensiones de los ooquistes esporulados de *E. christensenii*.

4.2.1.2 *Eimeria jolchijevi* Musaev, 1979

Esta especie fue descrita y ha sido reportada únicamente en cabras.

4.2.1.2.1 Morfología del ooquiste, esporoquiste y esporozoito.

Los ooquistes tienen forma elipsoidal de 29.8 - 35.2 (32.1) X 19.6 - 30 (22.9) μm . Con una pared doble de 1.52 μm . Con micrópilo. CM de 1.72 X 7 μm , translúcida, de forma variable (figura 10 a, b y c). Con muchos GP pequeños, puede haber varios grandes. Sin RO. Esporoquistes elipsoidales. CS con forma aplanada. Sin CSS. Sin CPS. RE formado por gránulos grandes, dispersos a lo largo del esporoquiste, sin embargo, en ocasiones el RE se puede ver más compacto como en la figura 10 c. Con 2 CR por esporozoito, cercanos al centro del esporoquiste y cercanos entre sí el 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.

En las características descritas por Cordero del Campillo et al. (1999), se



menciona que la especie no posee, RE y tampoco CS, sin embargo, ambas estructuras se encontraron presentes en los ooquistes recuperados de esta especie, tal como lo menciona la descripción original de la especie realizada por (Shah & Joshi, 1963).

4.2.1.2.2 Frecuencia en la distribución de las dimensiones de los ooquistes esporulados

Se puede observar en los histogramas a, b y c de la figura 11 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, de manera que podemos observar una sola especie en los ooquistes medidos, así mismo, se puede percibir que los ooquistes presentan una mayor y tendencia a medir de 30.7 a 31.6 μm en el DM y de 21.3 a 23.1 μm en su dm. El IM por encima de 1.1 revela ooquistes elipsoidales con una tendencia a estar entre 1.37 y 1.43.

En comparación con la descripción original de (Shah & Joshi, 1963) la medida máxima del Dm y dm de los ooquistes recuperados en el presente estudio es ligeramente más grande, sin embargo, el DM concuerda con las características de la especie descritas por Levine et al. (1962).

4.2.1.2.3 Distribución de las dimensiones de los ooquistes esporulados.

Similar a *E. christenseni*, en la figura 12 podemos observar puntos distantes en la recta los cuales dieron como resultado que el valor de R^2 obtenido en la regresión lineal fuera menor a .5, por lo que no es posible establecer un patón específico para los ooquistes de *E. jolchijevi*. En comparación con el estudio realizado por Ramirez et al. (2009) la R^2 en los ooquistes de *E. jolchijevi* del presente estudio fue mayor.

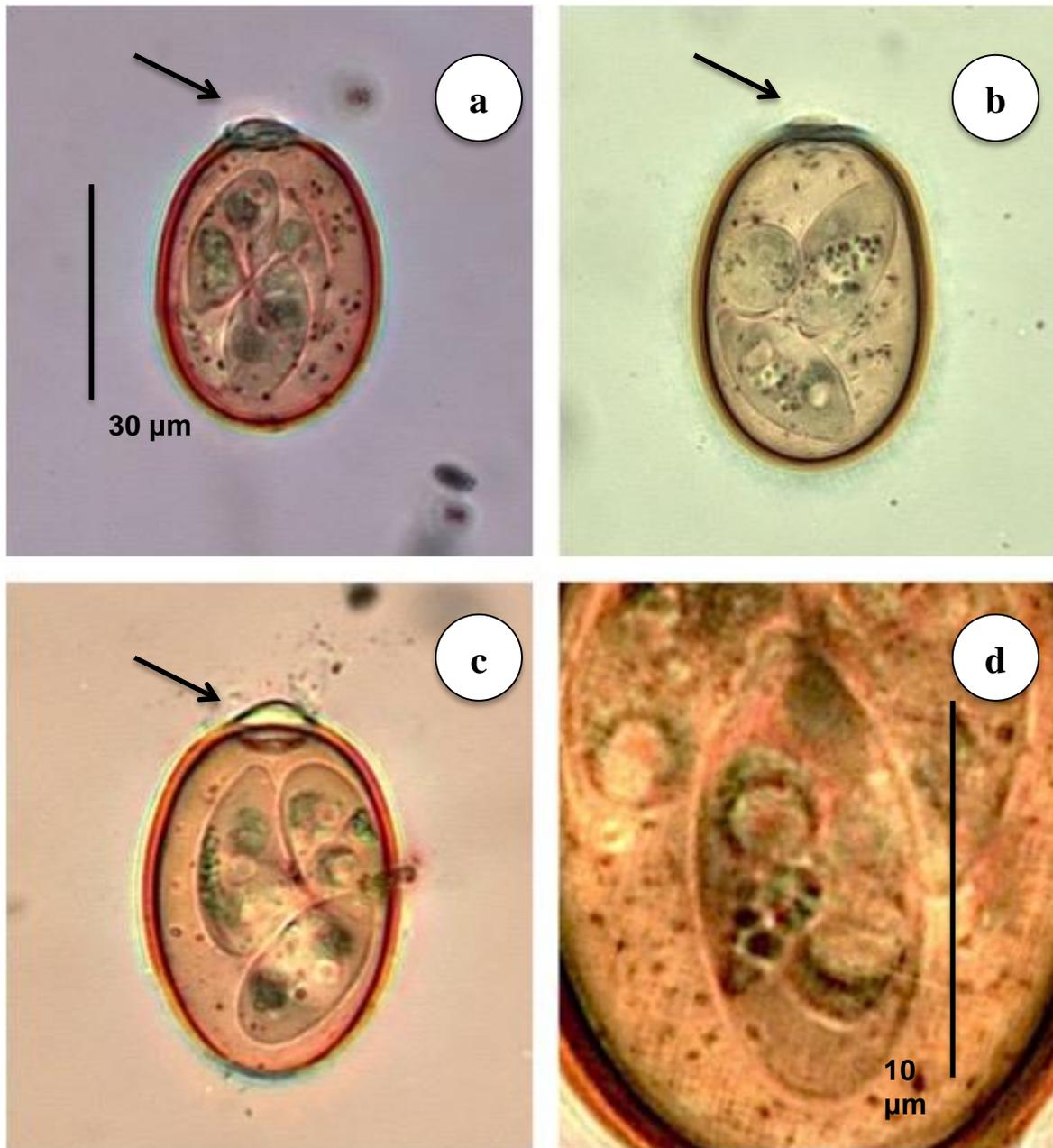


Figura 10. Ooquistes esporulados de *E. jolchijevi*. En las figuras a, b y c, se muestran ooquistes esporulados de *E. jolchijevi*, donde las CM muestran variaciones. En la figura d, se encuentra el esporoquiste.

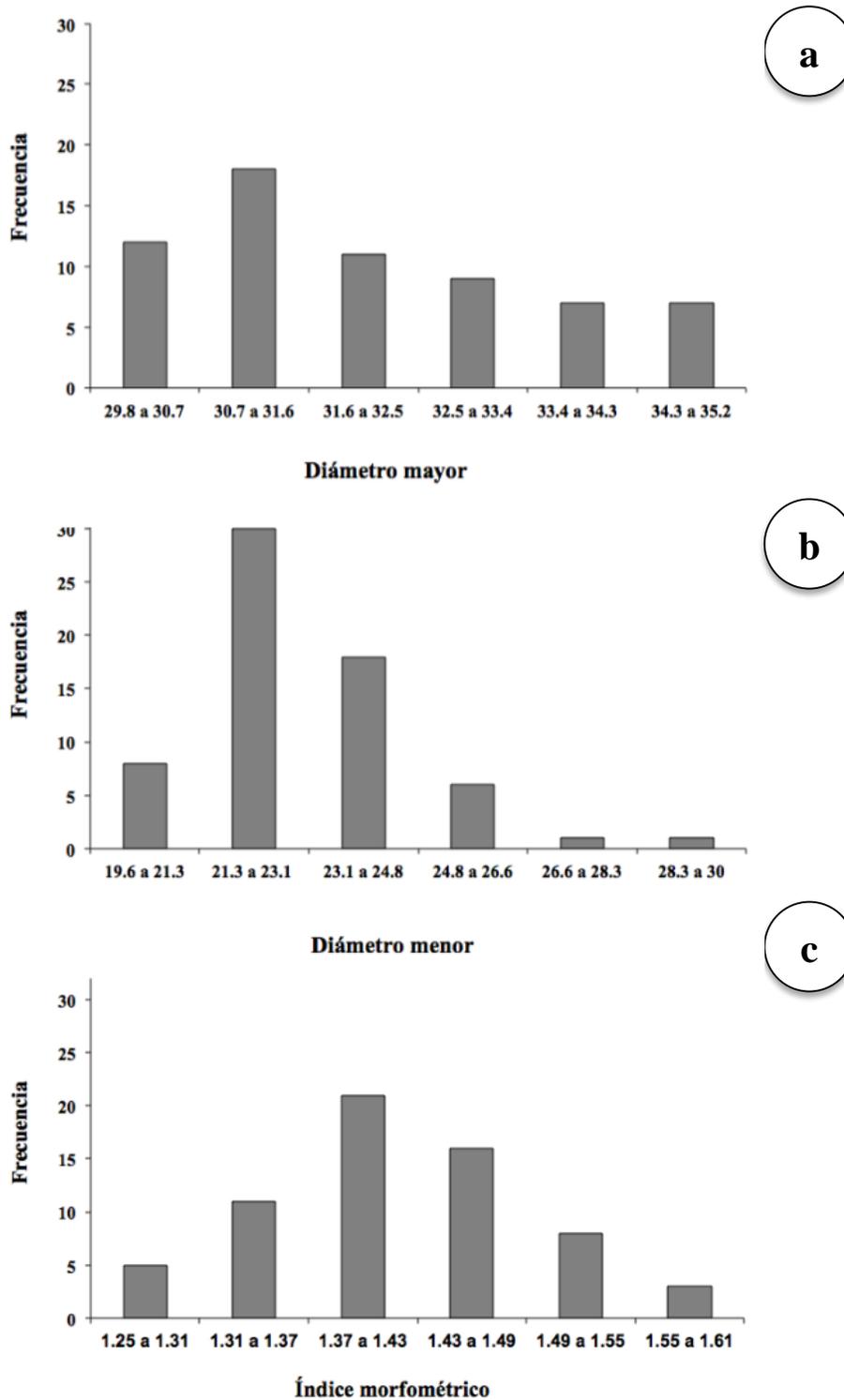


Figura 11. Histogramas de las dimensiones de los ooquistes esporulados de *E. jolchijevi*: Diámetros mayor a), menor b), e índice morfométrico c).

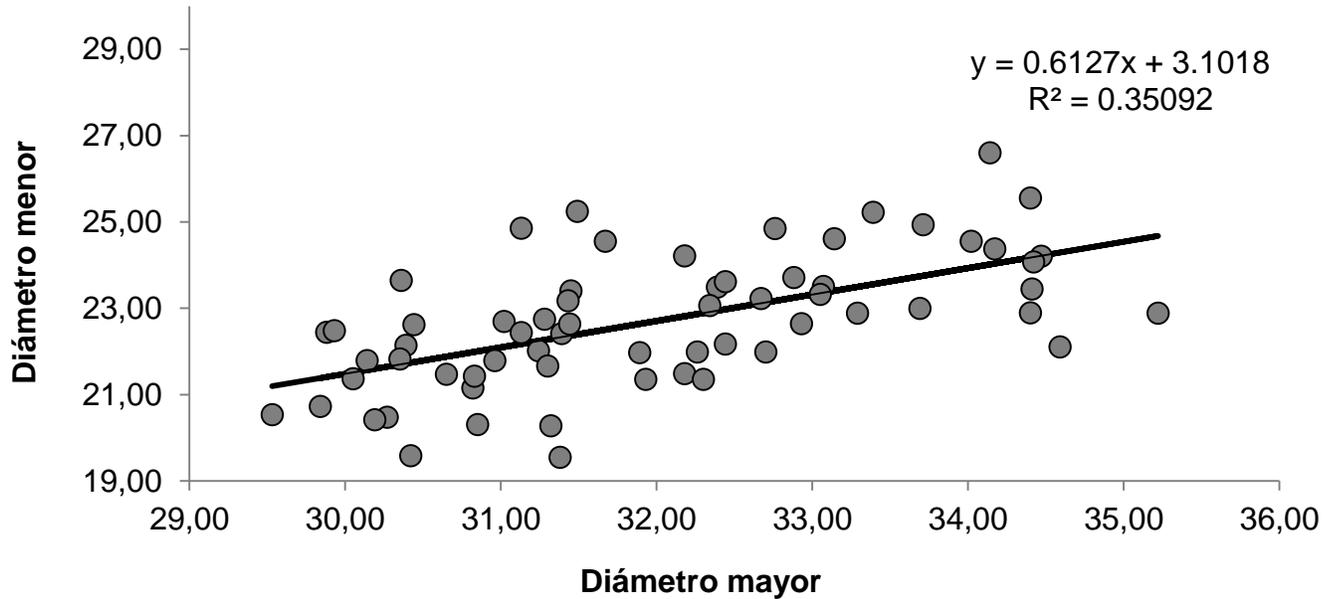


Figura 12. Regresión lineal de las dimensiones de los ooquistes esporulados de *E. jolchijevi*

4.2.1.3 *Eimeria arloingi* (Marotel, 1905) Martin, 1909.

Esta especie fue originalmente descrita en cabras, no obstante, hasta hace tiempo también se consideraba la especie más frecuente en ovejas (Levine, 1961; Morgan & Hawking, 1948) hasta que Levine and Ivens (1970) establecieron que la especie que se encontraba en ovejas no era la misma, si no, *Eimeria ovina* (*Eimeria baukekensis*) con una morfología muy similar a la de *E. arloingi*.

Se han reportado como hospederos de esta especie la cabra doméstica, rebeco, cabra de angora, ciervo rojo y corzo, sin embargo, Pellérdy (1974) duda de la validez de estas dos últimas citas.

4.2.1.3.1 Morfología del ooquiste, esporoquiste y esporozoito

En este caso se encontraron dos patrones en la especie, en el primero de ellos los ooquistes tienen forma elipsoidal a veces ovoide de 26.3 - 32.0 (29.1) X



18.2 - 23.9 (20.9) μm . Con una pared doble de 1.64 μm . Micrópilo presente. CM de 1.62 X 6.26 μm , redondeada en la parte de arriba. De 1 a varios GP, más comúnmente 1 o 2. Sin RO. Esporoquistes elipsoidales. CS con forma aplanada. Sin CSS. Sin CPS. RE formado por pequeños gránulos que atraviesan casi todo el esporoquiste. Con 2 CR por esporozoito (figura 13).

En el caso del segundo patrón mostrado por *E. arloingi* (figura 14) el ooquiste presenta un forma elipsoidal, en ocasiones ligeramente subesférica, de 24.1 - 27.9 (25.9) X 18.2 - 22.2 (20.2) μm . Pared doble de 1.55 μm . Con CM presente de 1.46 X 5.5 μm y con las mismas características morfológicas antes mencionadas para la especie. Este marcado polimorfismo en la misma especie puede deberse a presión medicamentosa y la intensidad de los retrocruzamientos.

4.2.1.3.2 Frecuencia en la distribución de las dimensiones de los ooquistes esporulados

Las figuras 15 y 16 muestran en los histogramas a b y c como las frecuencias ascienden y deciden gradualmente, demostrando así la presencia de una sola especie en el histograma. También podemos observar que al centro de los histogramas se encuentra la mayor parte de los ooquistes, estando la mayoría entre 28.7 - 29.5 μm en su DM y 20.6 - 21.4 μm en su dm para el tipo 1 y de 24.9 - 26.4 μm en el DM y 19.8 - 21.4 μm en el dm para el tipo 2. Los histogramas de IM también muestran una distribución regular en donde las mayores frecuencias se encuentran entre 1.27 - 1.43.

4.2.1.3.3 Distribución de las dimensiones de los ooquistes esporulados.

En las figuras 17 y 18 se puede observar la recta de regresión lineal, que similarmente a las especies antes analizadas, *E. arloingi* tipo 1 y 2 muestran puntos distantes de la recta los cuales dieron como resultado que el valor de R^2 obtenido en ambas regresiones fuera menor a .5, por lo que no es posible establecer un patrón específico para los ooquistes de *E. arloingi*. Comparativamente con el estudio realizado por Ramirez et al. (2009) la R^2 en los ooquistes del presente estudio fue mayor.

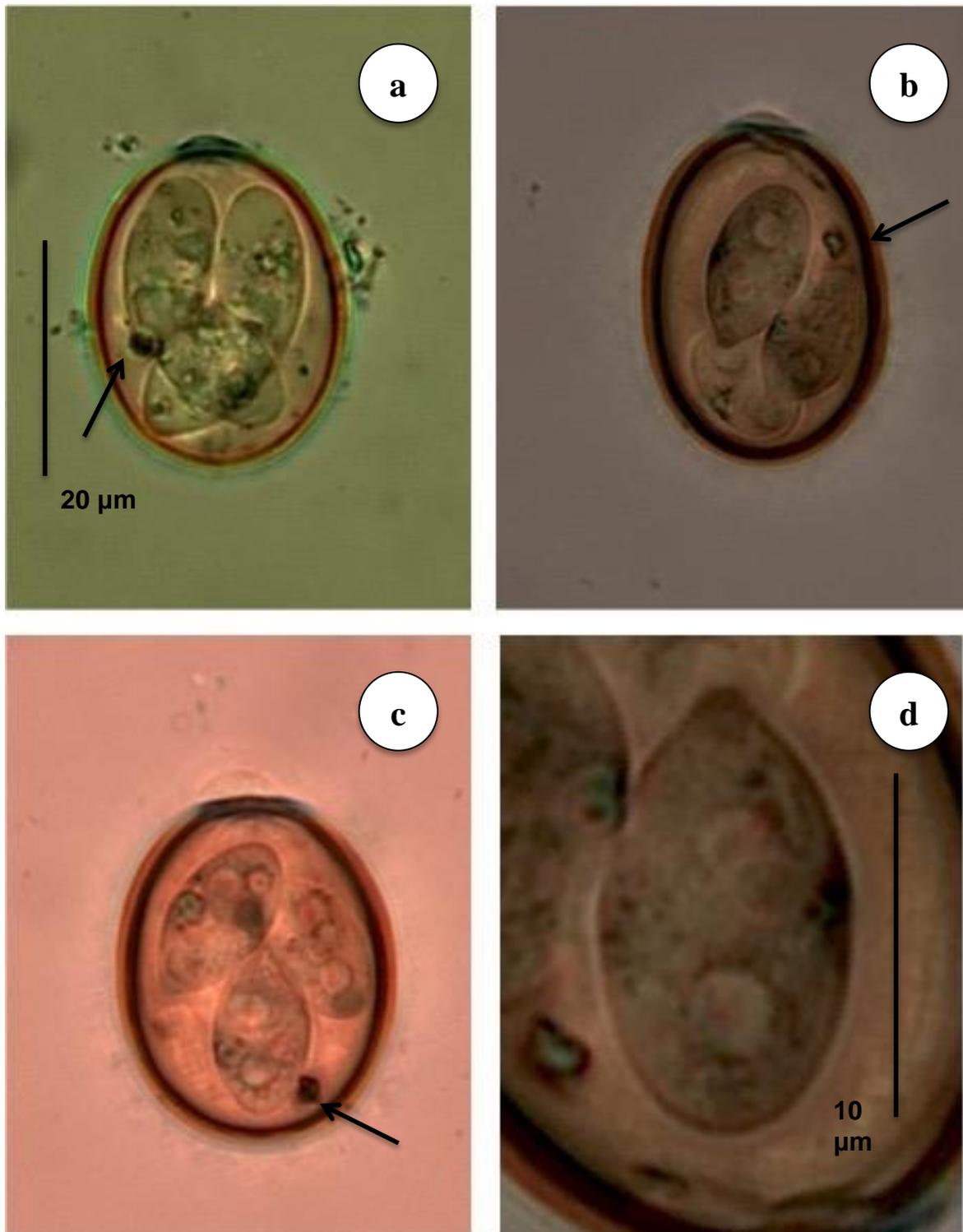


Figura 13. Ooquiste esporulado y esporoquiste de *E. arloingi* tipo 1. En las figuras a, b y c, se muestran ooquistes esporulados de *E. arloingi*, las flechas muestran el GP. En la figura d, se encuentra el esporoquiste.

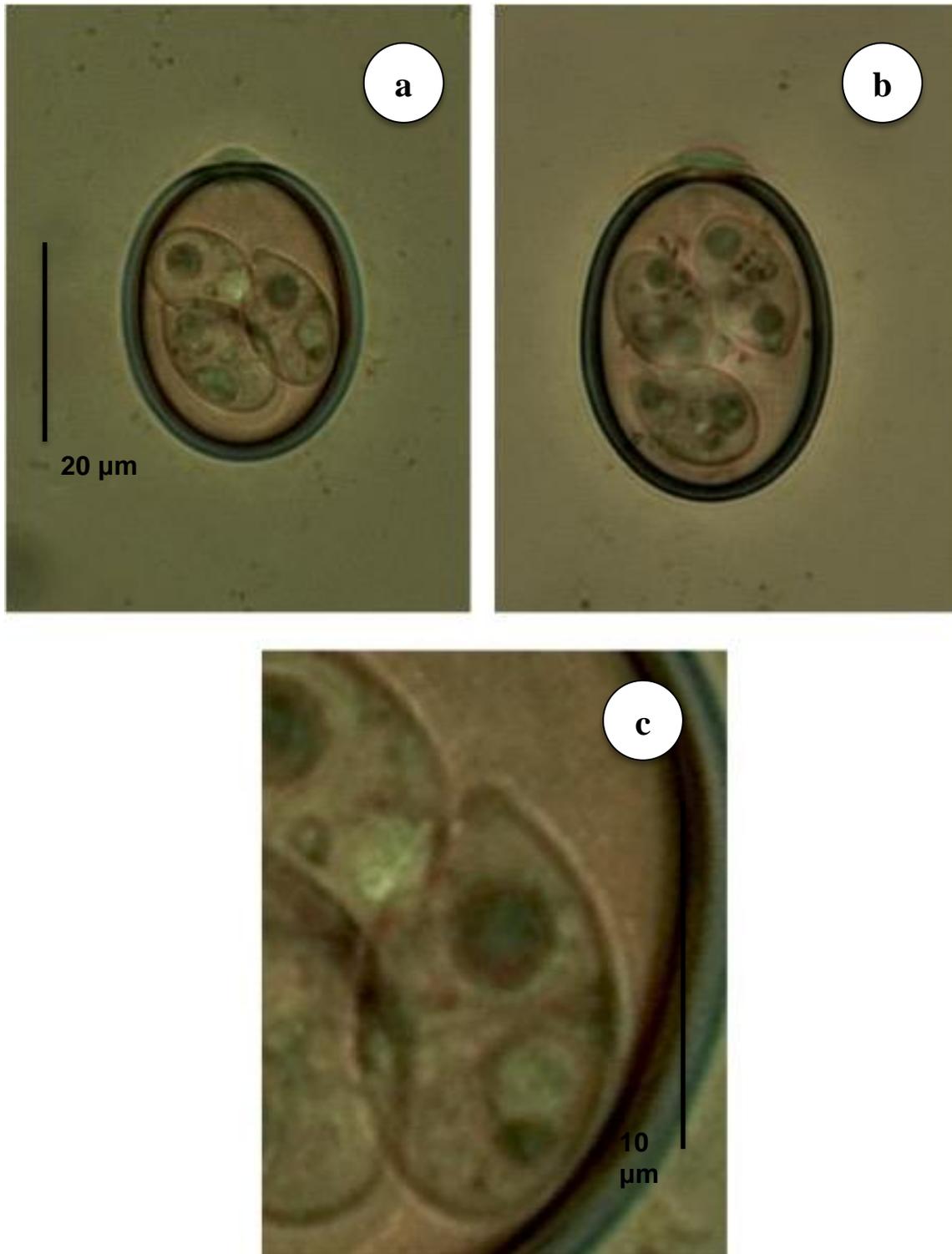


Figura 14. Ooquiste esporulado y esporoquiste de *E. arloingi* tipo 2. En las figuras a, b se muestran ooquistes esporulados de *E. arloingi*. En la figura c, se encuentra el esporoquiste.

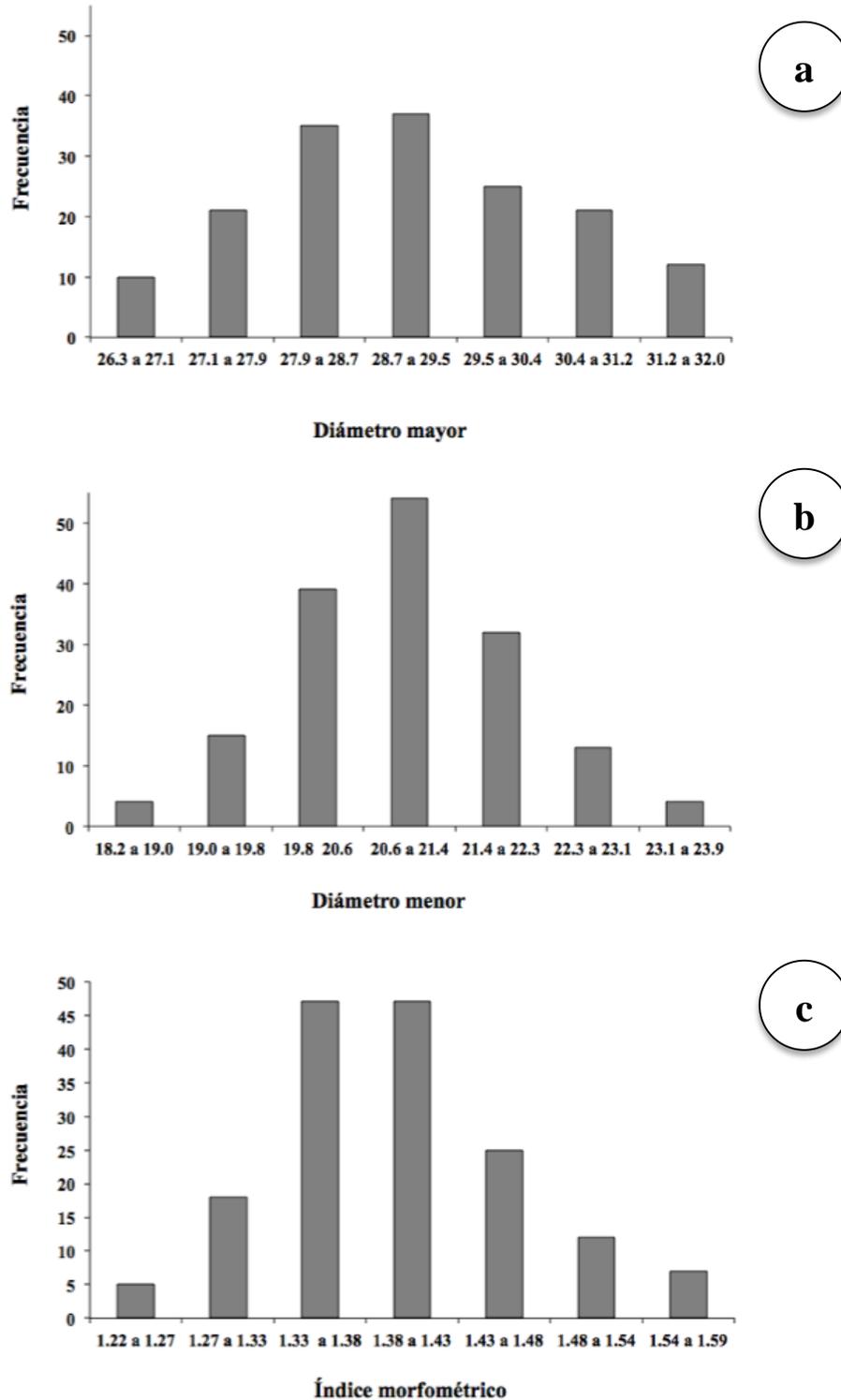


Figura 15. Histogramas de las dimensiones de los ooquistes esporulados de *E. arloingi* tipo 1: Diámetros mayor a), menor b), e índice morfométrico c).

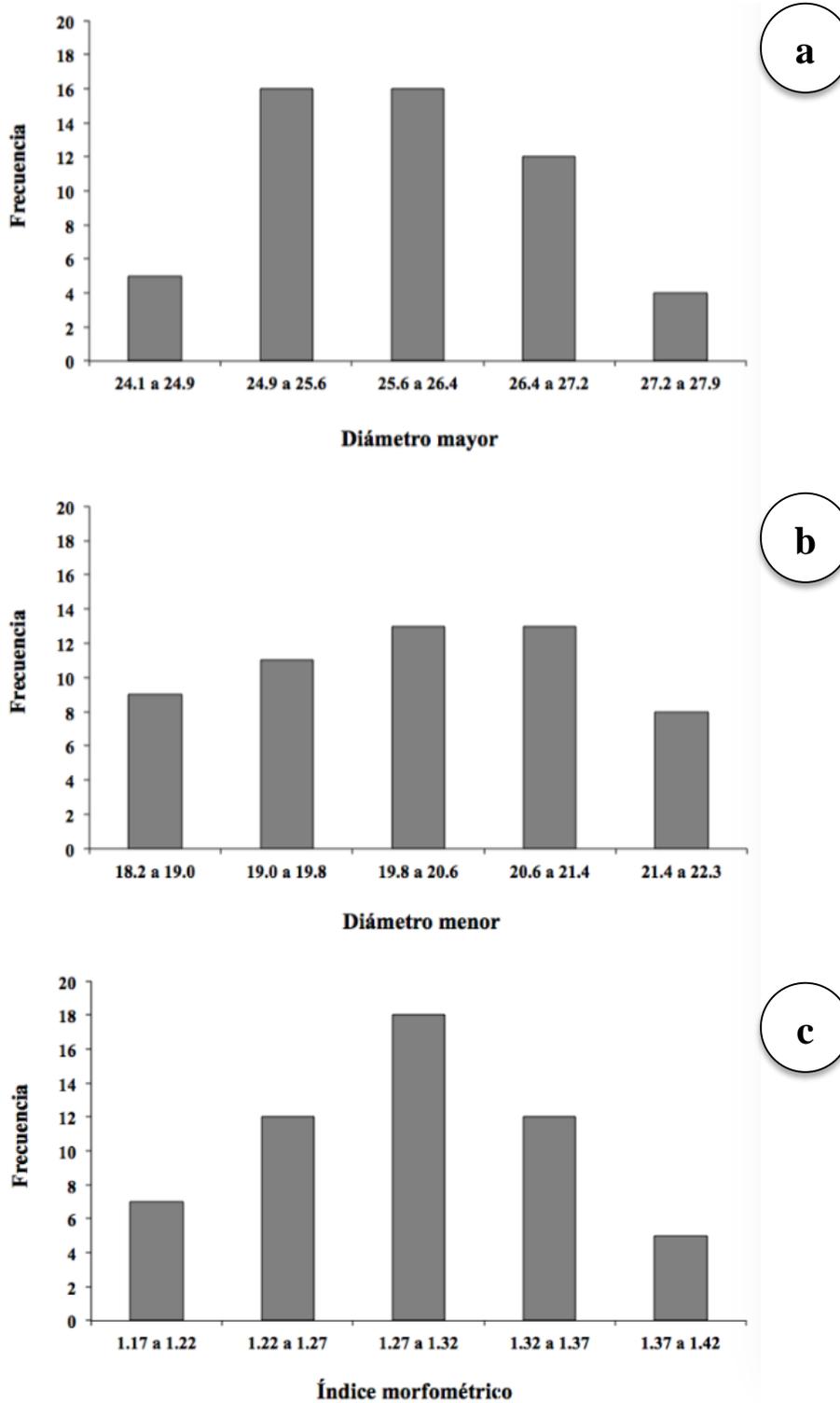


Figura 16. Histogramas de las dimensiones de los ooquistes esporulados de *E. arloingi* tipo 2: Diámetros mayor a), menor b), e índice morfométrico c).

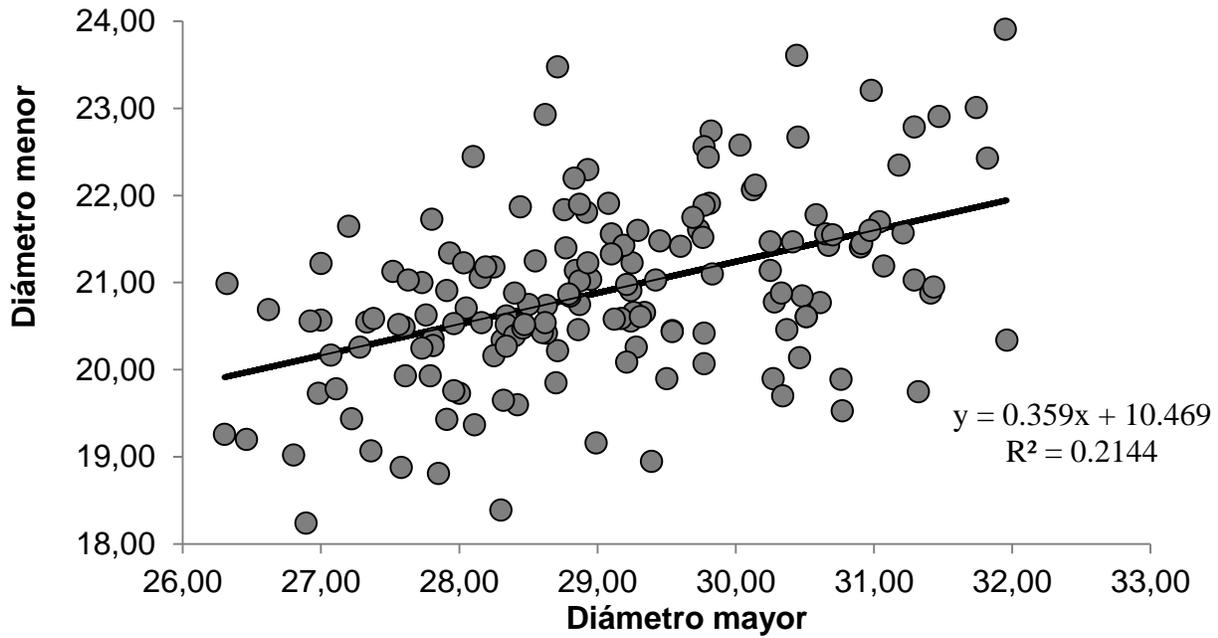


Figura 17. Regresión lineal de las dimensiones de los ooquistes esporulados de *E. arloingi* tipo 1

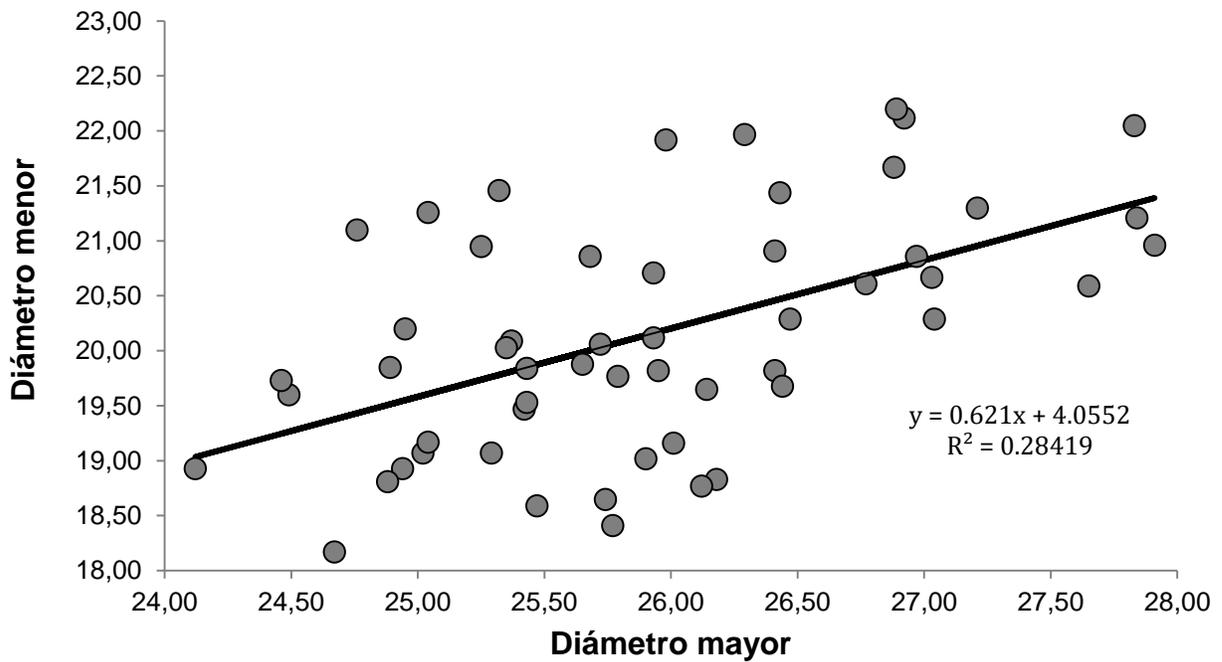


Figura 18. Regresión lineal de las dimensiones de los ooquistes esporulados de *E. arloingi* tipo 2.



4.2.1.4 *Eimeria guajardoi* n. sp

Reportamos esta especie como nueva ya que sus características morfológicas y morfométricas no corresponden a las descripciones antes publicadas para especies de *Eimeria* en caprinos. El nombre de la presente especie fue derivado del apellido del profesor M.C. Gerardo Guajardo Martínez, en conmemoración de sus más de 40 años de dedicación en la enseñanza en parasitología.

4.2.1.4.1 Morfología del ooquiste, esporoquiste y esporozoito.

El ooquiste presenta una forma elipsoidal a veces ligeramente subesférica de 28.5 - 40.1 (32.4) X 21.5 -29.3 (24.4) μm (figura 19). Con doble pared de 1.86 μm . Con micrópilo. CM de 2.24 X 9.31 μm , de superficie redondeada pero en ocasiones aplanada ó pero irregular y delicada (figura 19 c). Sin gránulos polares. Sin RO. Esporoquistes muy elipsoidales. CS aplanado. Con CSS (figura 19 d). Sin CPS. RE formado por gránulos grandes concentrados en un solo punto central al esporoquiste. Con 2 CR por esporozoito, uno muy grande de color verde brillante y uno pequeño de color más tenue.

4.2.1.4.2 Frecuencia en la distribución de las dimensiones de los ooquistes esporulados.

Como se puede observar en la figura 20 a), los ooquistes más pequeños de la especie fueron los que presentaron un mayor número de frecuencias, encontrándose entre de 28.5 a 30.8 en su DM. En los histogramas de dm e IM se presenta un ascenso y disminución gradual en las frecuencias, lo que nos permite afirmar que los ooquistes medidos pertenecen a una sola especie.

4.2.1.4.3 Distribución de las dimensiones de los ooquistes esporulados.

La regresión lineal que se presenta en la figura 21, presenta un valor de R^2 que es mayor a .5, por lo que podemos establecer un patrón específico para los ooquistes de la especie.

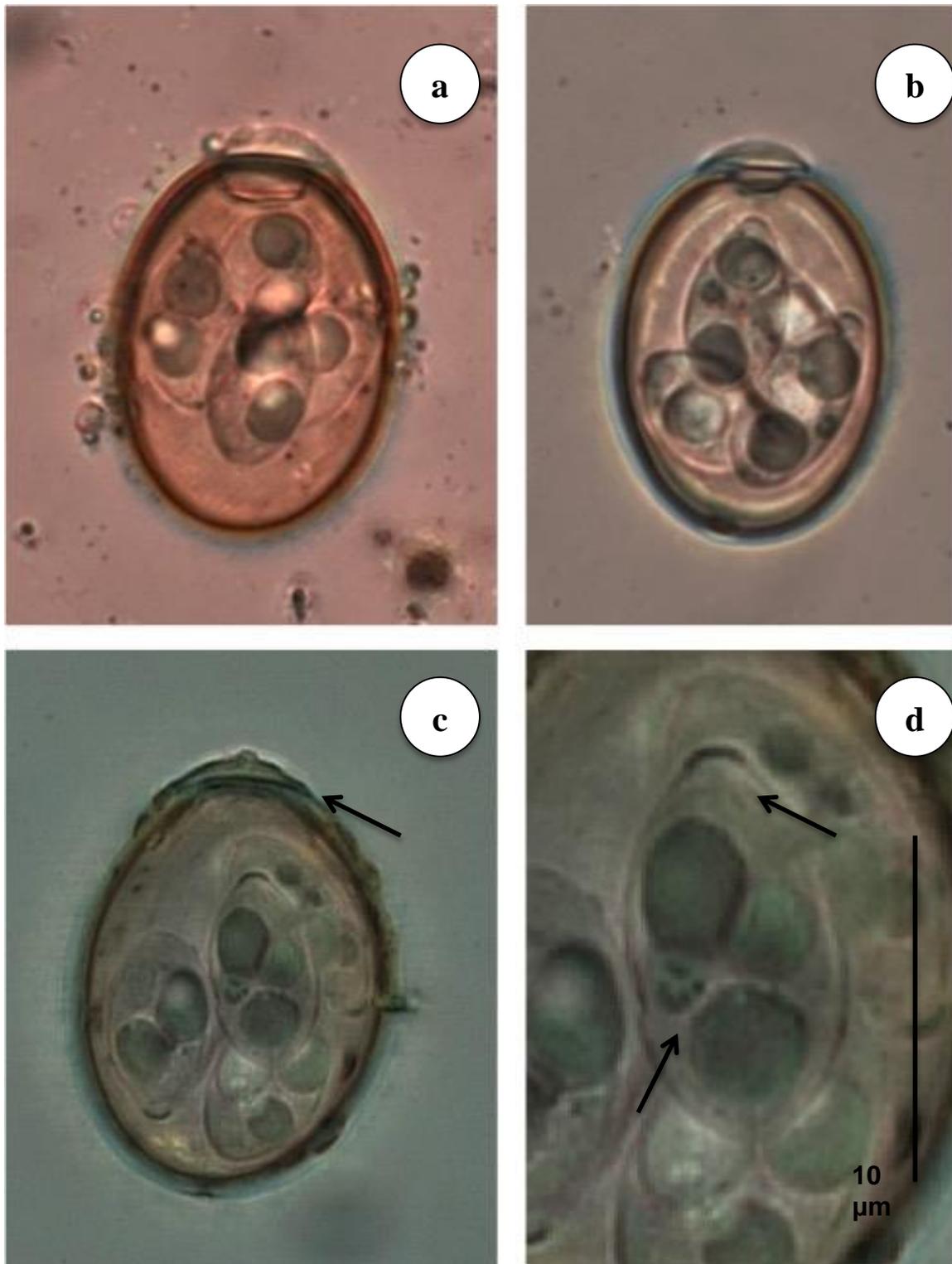


Figura 19. Ooquistes esporulados de *E. guajardoi* n. sp. En las figuras a, b se muestran ooquistes esporulados de *E. guajardoi* n. sp. En la figura c, se muestra una variación en el CM. En la figura d, las flechas muestran el CS y el RE compacto.

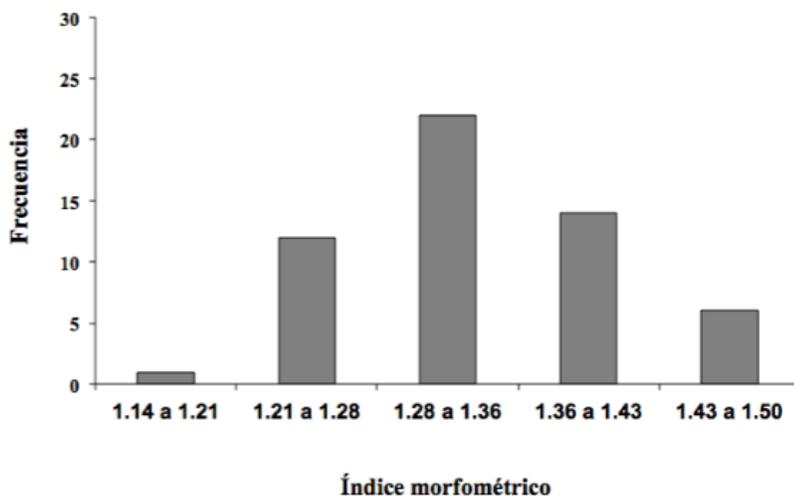
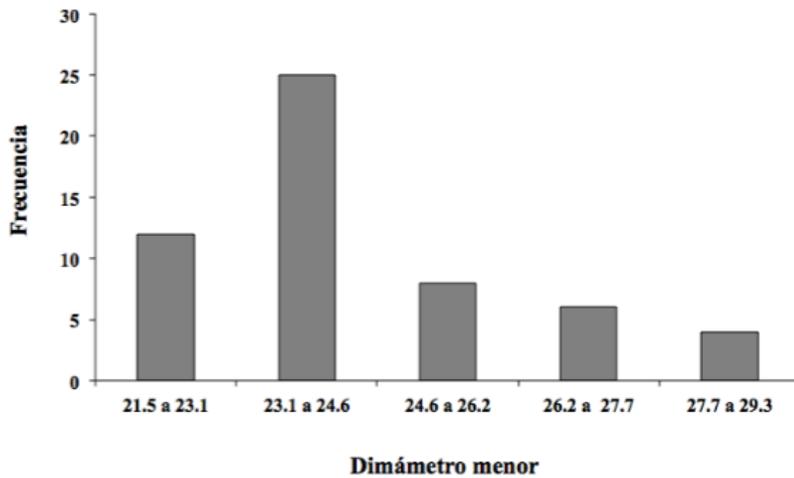
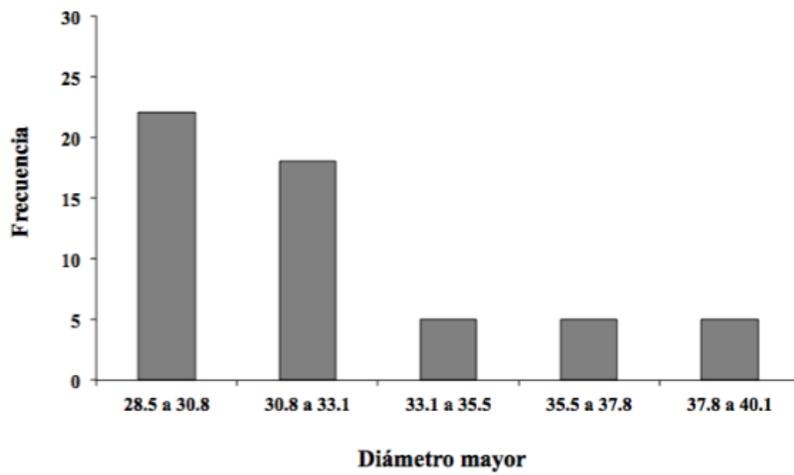


Figura 20. Histogramas de las dimensiones de los ooquistes esporulados de *E. guajardo* n. sp: Diámetros mayor a), menor b), e índice morfométrico c).

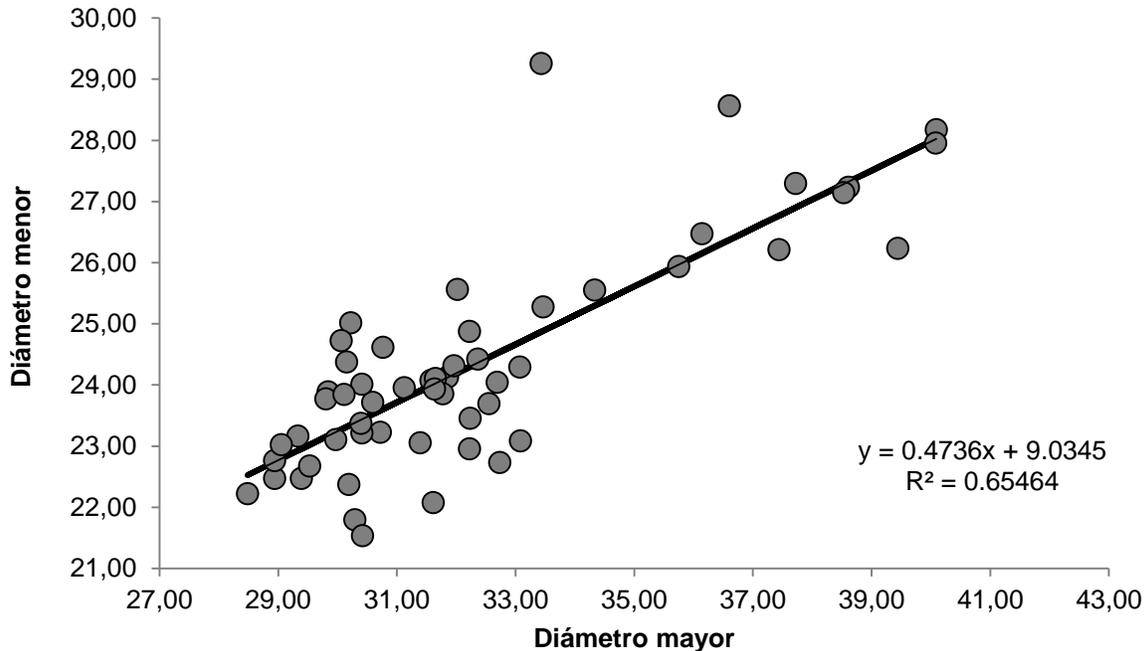


Figura 21. Regresión lineal de las dimensiones de los ooquistes esporulados de *E. guajardoi*.

4.2.1.5 Observaciones comparativas de los ooquistes con tapa micropilar .

Las principales diferencias entre especies con CM son un poco más evidentes que las características diferenciales de los ooquistes sin CM.

E. christensenii tiene los ooquistes más grandes con CM, solo los ooquistes más grandes de *E. jolchijevi*, que son pocos ya que están en el límite mayor del histograma, podrían compararse con estos, además, es difícil confundirlos ya que *E. christensenii* tiene una forma típicamente ovoide y una CM más prominente que *E. jolchijevi*, otra característica importante es que los esporoquistes de *E. christensenii* tienen una forma uniforme (figura 7 d) que no se parece a los esporoquistes de *E. jolchijevi*. En cuanto a tamaño del ooquiste la siguiente especie es *E. guajardoi* n. sp, que se diferencia de las dos anteriores y de todas las otras especies reportadas en cabras principalmente por que sus esporozoitos poseen 2 CR de los cuales uno de ellos es muy grande y brillante. Otra diferencia importante es la CM, que en este caso es más ancha que en todas las especies



del presente estudio. La especie más cercana a las características mostradas por *E. guajardo* n. sp es *E. minasensis* descrita en Brasil por A. C. Silva and Lima (1998) y no reportada en el presente estudio. Guardan similitud en cuanto a sus morfometrías, sin embargo, *E. minasensis* no presenta el CR grande, además de presentar varios GP, característica que no fue observada en los ooquistes de nuestra especie descrita.

Más cercana morfológicamente a *E. jolchijevi* se encuentra *E. arloingi*; los ooquistes más grandes de *E. arloingi*. Se pueden confundir con los de *E. jolchijevi*, en este caso la diferencia más notoria radica en que los esporoquistes de *E. jolchijevi* son más grandes y anchos que los de *E. arloingi* (figuras 22 y 23).

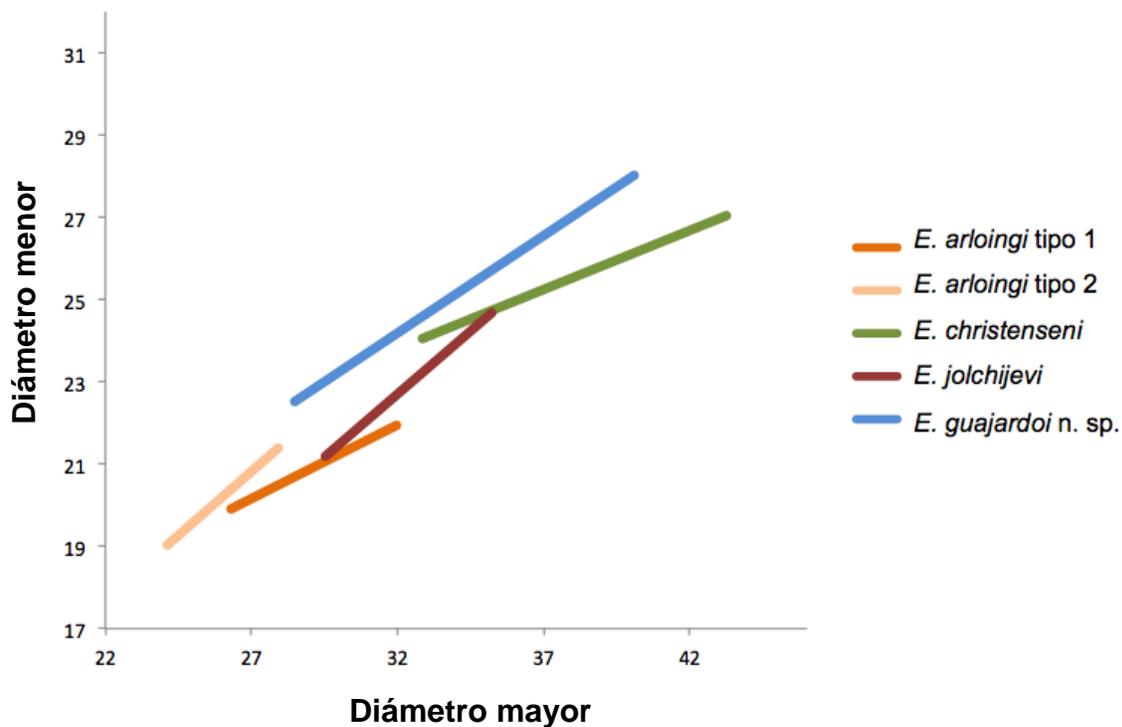


Figura 22. Regresión lineal de todas las especies de *Eimeria* con capa micropilar.



Figura 23. Comparación entre las especies de *Eimeria* con capa micropilar encontradas en cabras: *E. christenseni* a, *E. jolchijevi* b, *E. guajardoii* c, *E. arloigi* d.



4.2.2 Ooquistes sin capa micropilar.

Se encontraron en los diferentes municipios 5 especies que no presentaban capa micropilar, *E. apsheronica*, *E. caprina*, *E. caprovina*, *E. ninakholyakimovae*, *E. alijevi*.

4.2.2.1 *Eimeria apsheronica* Musaev, 1970.

E. apsheronica fue descrita inicialmente en cabras, sin embargo, como otras especies de *Eimeria* en caprinos fue confundida por mucho tiempo con *E. faurei* que parasita ovinos (Cordero del Campillo et al., 1999).

4.2.2.1.1 Morfología del ooquiste, esporoquiste y esporozoito.

Los ooquistes presentaron una forma elipsoidal ovoide, de 30.8 - 34.6 (23.7) X 21.3 - 25.1 (23.7) μm (figura 24). Presentan una doble pared de 1.82 μm de color café oscuro. Con un micrópilo angosto de 3.51 μm . Sin CM. De 1 a varios GP grandes y varios pequeños. Sin RO. Esporoquistes elipsoidales con forma de gota. CS aplanado. No presenta CSS. Sin CPS. RE formado por gránulos muy pequeños uniformes. Con 2 CR por esporozoito, uno oscuro y un mas claro, del mismo tamaño. La morfología de *E. apsheronica* en el presente estudio concuerda con las características presentes en Cordero del Campillo et al. (1999) con excepción del CS, estructura que se puede observar perfectamente en todos los ooquistes encontrados de esta especie.

4.2.2.1.2 Frecuencia en la distribución de las dimensiones de los ooquistes esporulados.

En la figura 25 se muestra como los histogramas de DM y dm, presentan un acenso y disminución gradual de las frecuencias, donde la mayoría se encuentra entre 32.3 – 33.1 y 23.6 a 24.6 respectivamente lo que nos permite observar que los ooquiste medidos pertenecen a un misma especie. El histograma c con el IM, no presenta este patron, lo que demuestra el alto grado de polimosfirmo en la especie.



4.2.2.1.3 Distribución de las dimensiones de los ooquistes esporulados.

La regresión lineal en la figura 26, muestra un valor de R^2 menor al .5 requerido en la para considerar la especie con un patrón definido; este valor bajo en la R^2 también explica la variación en el histograma c del IM.

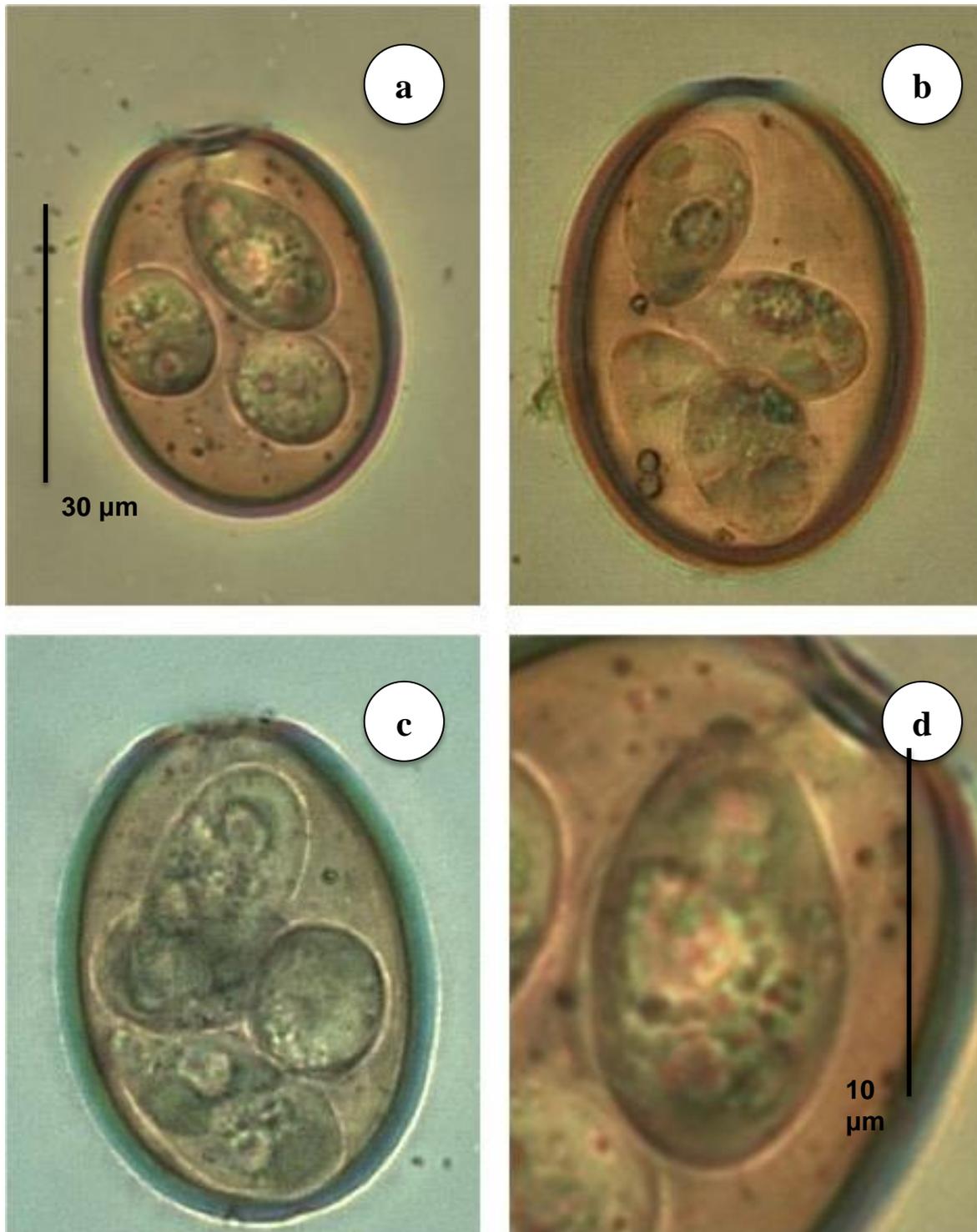


Figura 24. Ooquiste esporulado y esporoquiste de *E. apsheronica*. En las figuras a, b y c se muestran polimorfismos en los ooquistes de *E. apsheronica*. En la figura d, se muestra el esporoquiste.

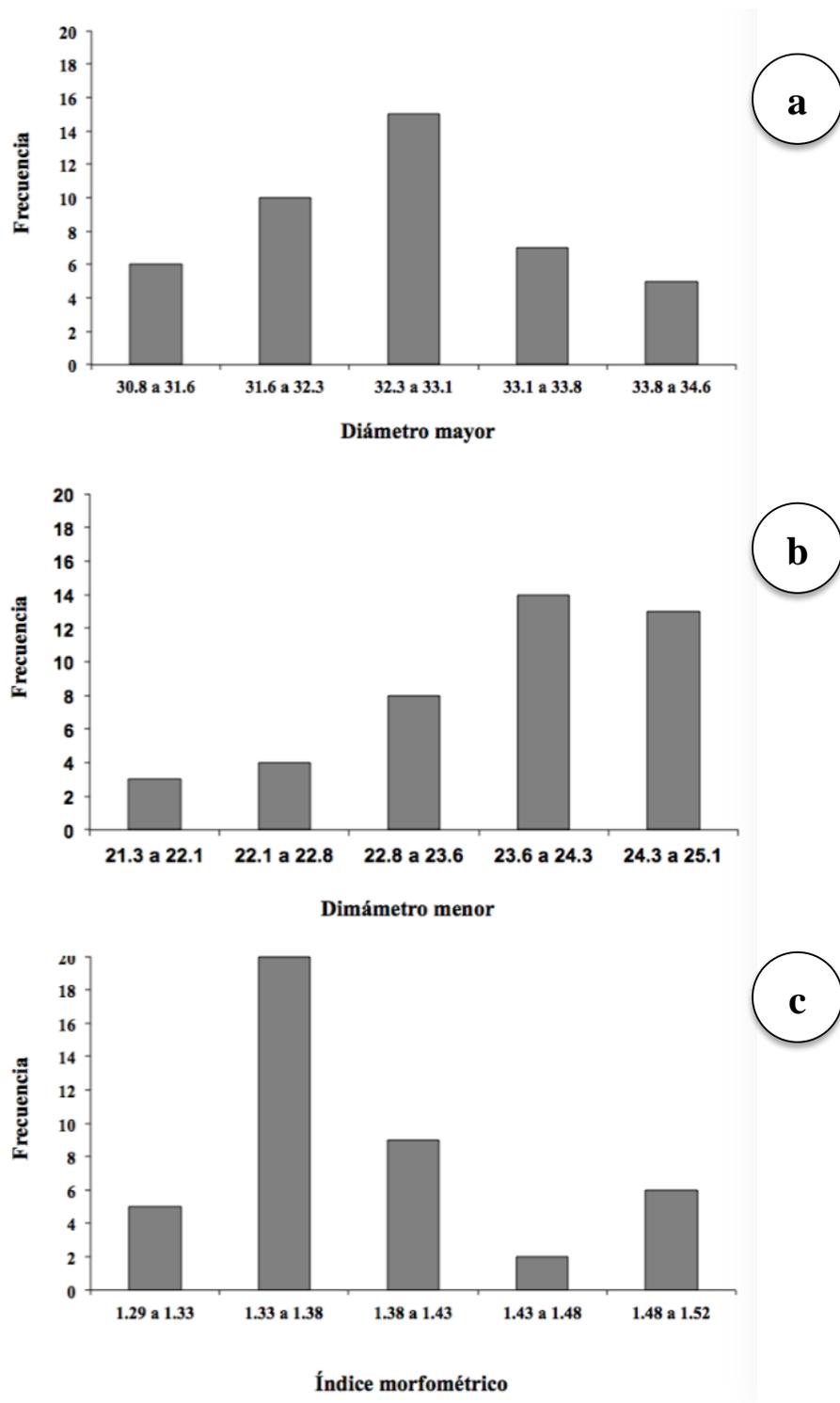


Figura 25. Histogramas de las dimensiones de los ooquistes esporulados de *Eimeria apsheronica*: Diámetros mayor a), menor b), e índice morfométrico c).

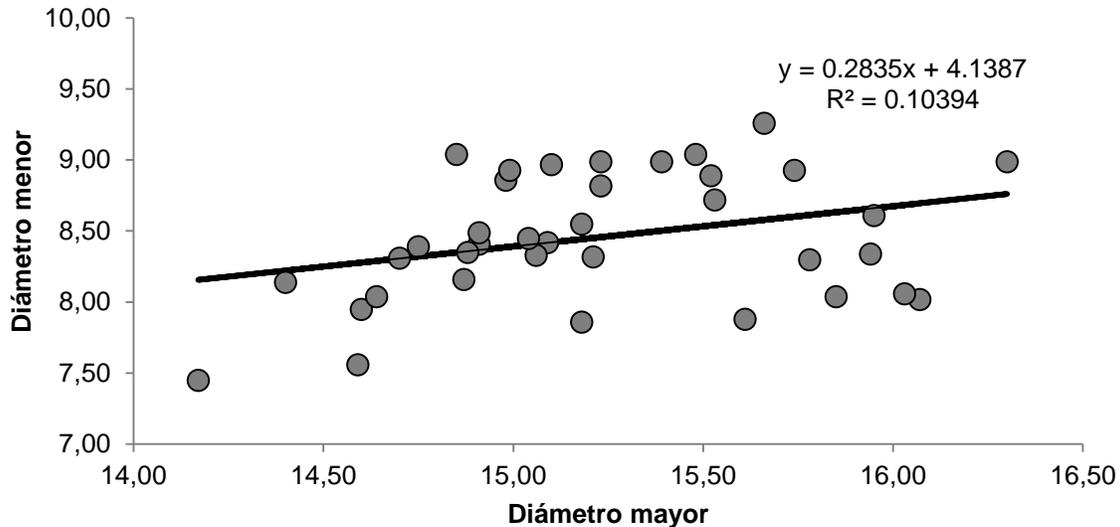


Figura 26. Regresión lineal de las dimensiones de los ooquistes esporulados de *Eimeria aphseronica*.

4.2.2.2 *Eimeria caprina* Lima, 1980

Esta especie fue descrita en cabras, sin embargo, como muchas especies de *Eimeria* en caprinos, ha sido erróneamente descrita en ovejas, esto también debido a su semejanza con *E. caprovina* (Cordero del Campillo et al., 1999).

4.2.2.2.1 Morfología del ooquiste, esporoquiste y esporozoito.

El ooquiste presenta una forma comunmente elipsoidal, sin embargo, se pueden encontrar ooquistes subeféricos de 26.1-36 (27.7) X 20.12 - 26.53 (23.7) μm . Presentan una doble pared de aproximadamente 1.44 μm . Posee micrópilo de 3.96 μm . Sin CM. Con mucho y muy pequeños GP. Sin RO. Esporoquiste elipsoidales, con forma muy marcada de botella. CS aplanado, muy notorio. No presenta CSS. Sin CPS. Con pocos pequeños gránulos como. RE. Presenta dos CR por esporozoito uno mas grande que otro, en ocasiones atrás del mas grande se observa una mancha oscura (figura 27).



4.2.2.2 Frecuencia en la distribución de las dimensiones de los ooquistes esporulados.

La figura 28 muestra los histogramas a, b y c, en donde en los tres casos se presenta un ascenso y descenso gradual en las frecuencias, donde la mayoría se encuentra entre 31.4 – 33 μm en el DM y de 24 – 25.2 (23.7) dm. El histograma c del IM mostró una mayor cantidad de frecuencias de 1.27 – 1.33 dm por lo que podemos decir que los ooquistes medidos pertenecen a una misma especie.

4.2.2.3 Distribución de las dimensiones de los ooquistes esporulados.

En el caso de esta especie los puntos son más cercanos a la recta y el valor de la R^2 es mayor a .5 por lo que podemos establecer un patron para esta especie (figura 29). Esto contrasta con el estudio realizado por Ramirez et al. (2009) en donde no se consiguió patronizar la especie.

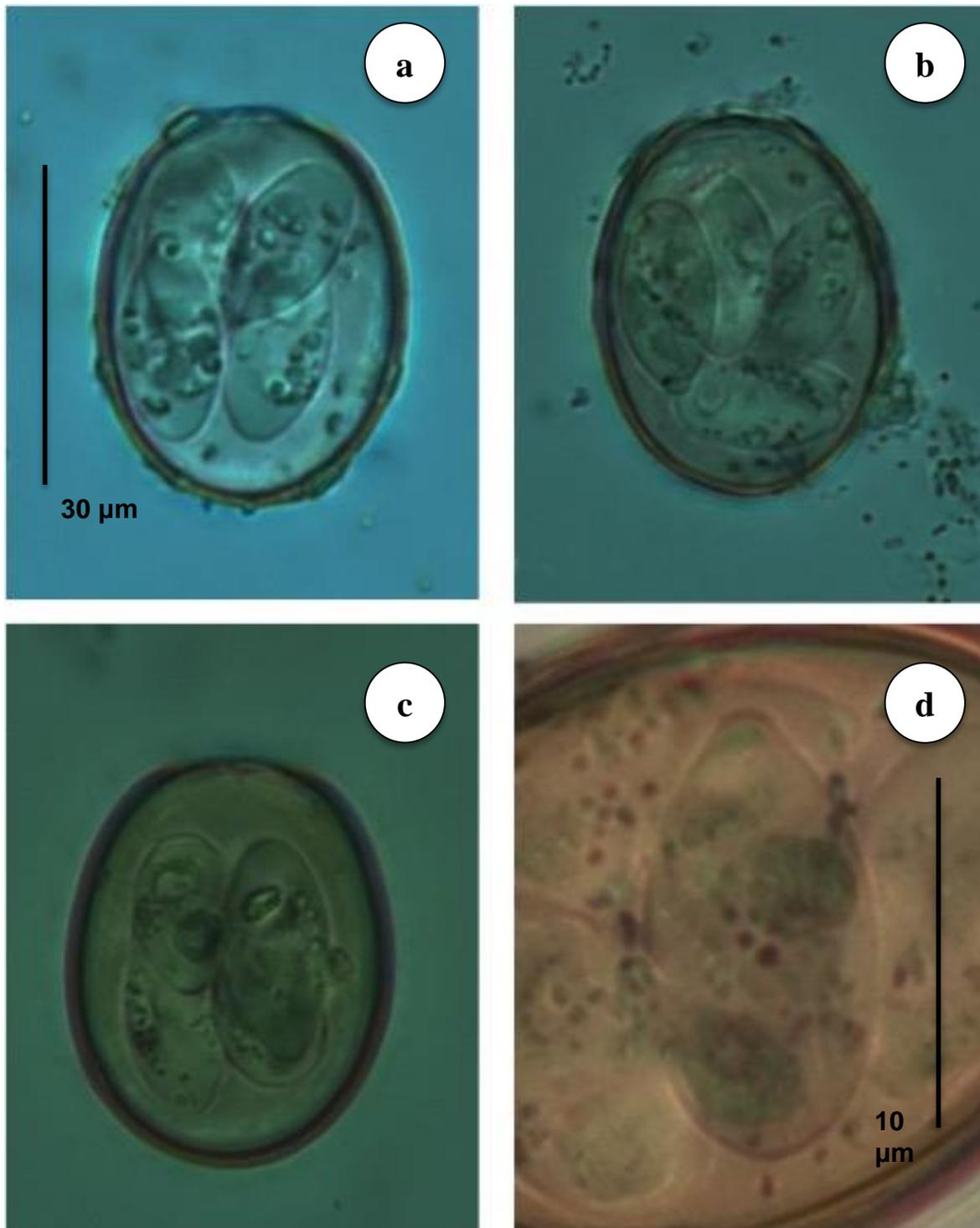


Figura 27. Ooquiste esporulado y esporoquiste de *E. caprina*. Las figuras a, b y c muestran ooquistes esporulados de *E. caprina*, mientras que la letra c muestra el esporoquiste.

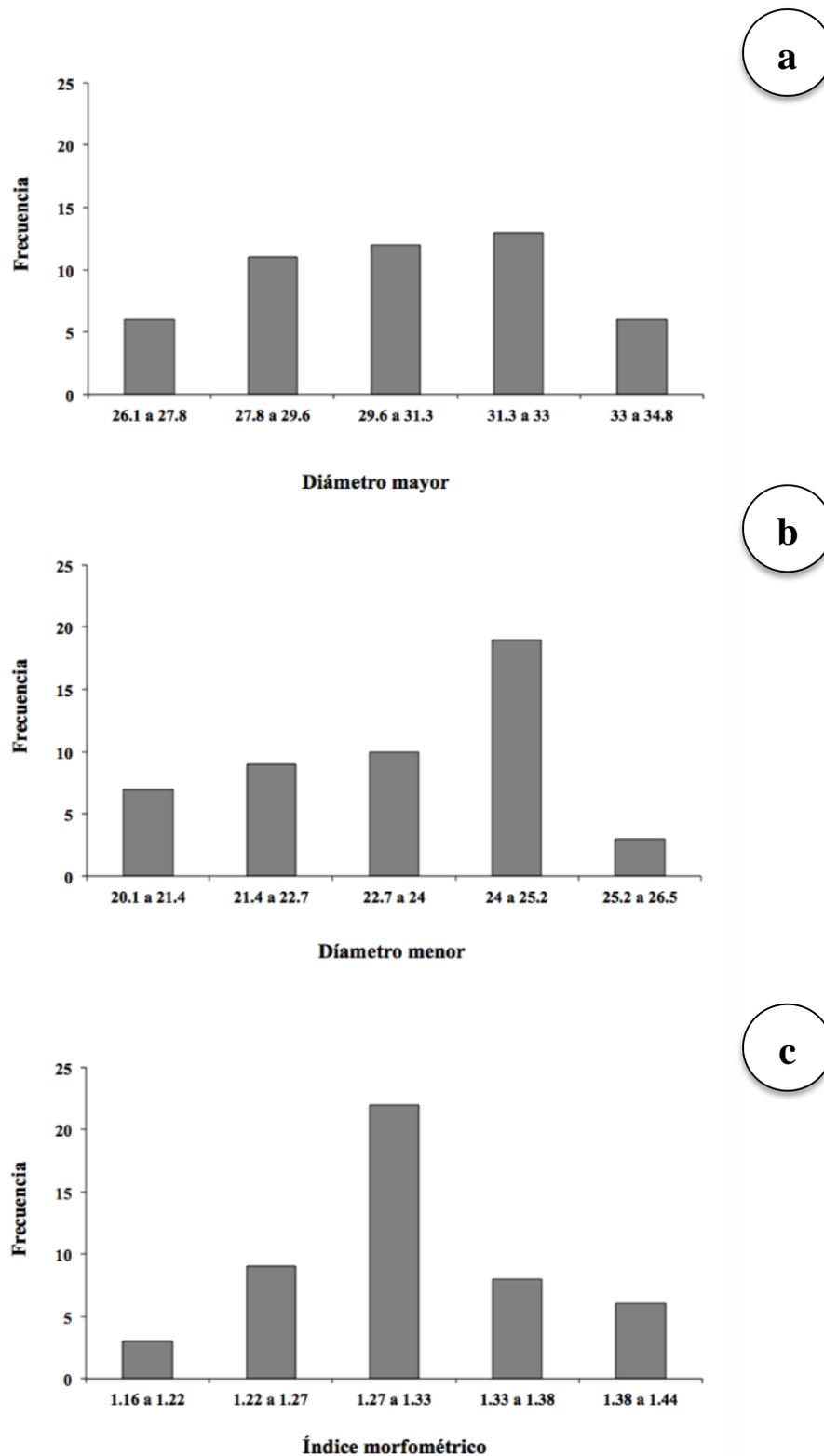


Figura 28. Histogramas de las dimensiones de los ooquistes esporulados de *Eimeria caprina*: Diámetros mayor a), menor b), e índice morfométrico c).

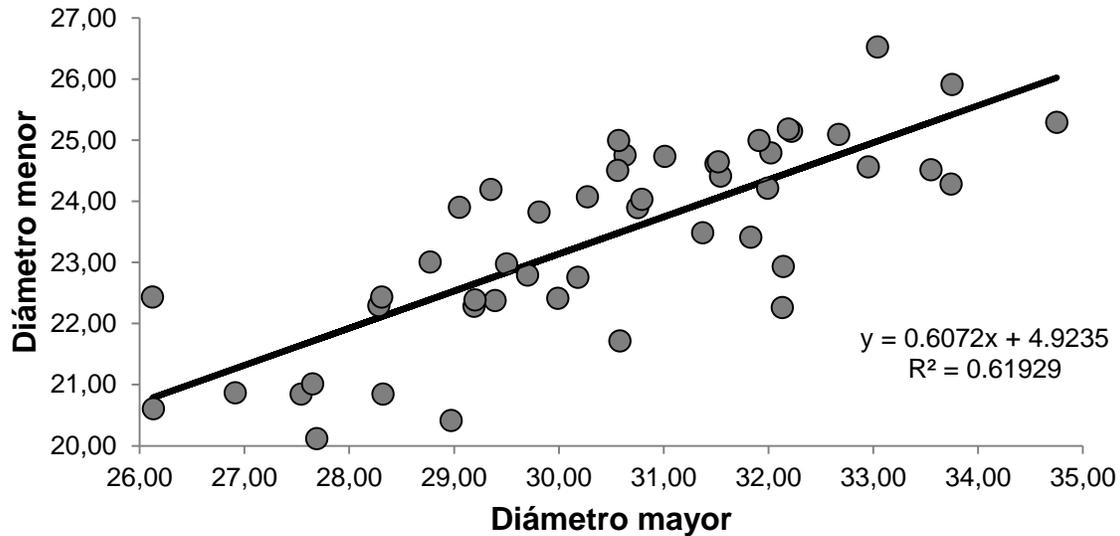


Figura 29. Regresión lineal de las dimensiones de los ooquistes esporulados de *Eimeria caprina*

4.2.2.3 *Eimeria caprovina* Lima, 1980

Esta especie fue originalmente descrita en *Capra hircus* sin embargo algunos estudios experimentales mencionan a esta especie como capaz de infectar también a ovinos (Abo-Shehada & Abo-Farieha, 2003; Levine, 1985).

4.2.2.3.1 Morfología del ooquiste, esporoquiste y esporozoito.

Los ooquistes tienen forma elipsoidal de 25.4 - 30.5 (27.7) X 19.3 - 23 (21.2) μm . (figura 30). Poseen una pared doble de 1.99 μm . Con micrópilo de 2.85 μm . Sin CM. De 1 a 3 GP. Sin RO. Esporoquistes elipsoidales. CS pequeño y aplanado. Sin CS. Sin cuerpo de CPS. Poco RE observable más notoriamente a manera de líneas a los lados del esporoquiste como pequeños gránulos. 2 CR por esporozoito, uno más oscuro que otro.

4.2.2.3.2 Frecuencia en la distribución de las dimensiones de los ooquistes esporulados.

Los histogramas mostraron una distribución regular (figura 31), 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. El histograma c muestra una tendencia igual a los anteriores, es así, que se puede observar como las frecuencias ascienden y deciden gradualmente, lo que se traduce en que se pueda observar una sola especie en los ooquistes medidos.

4.2.2.3.3 Distribución de las dimensiones de los ooquistes esporulados.

La regresión lineal de la figura 32, muestra como el valor de R^2 en los ooquistes de *E. caprovina* es muy bajo, a diferencia del estudio presentado por Ramirez et al. (2009) donde esta es una de las pocas especies que logran patronizar. Este polimorfismo puede deberse a muchos factores como, nutrición, inmunidad del hospedero y la variabilidad fenotípica en respuesta al ambiente (Flausino et al., 2014).

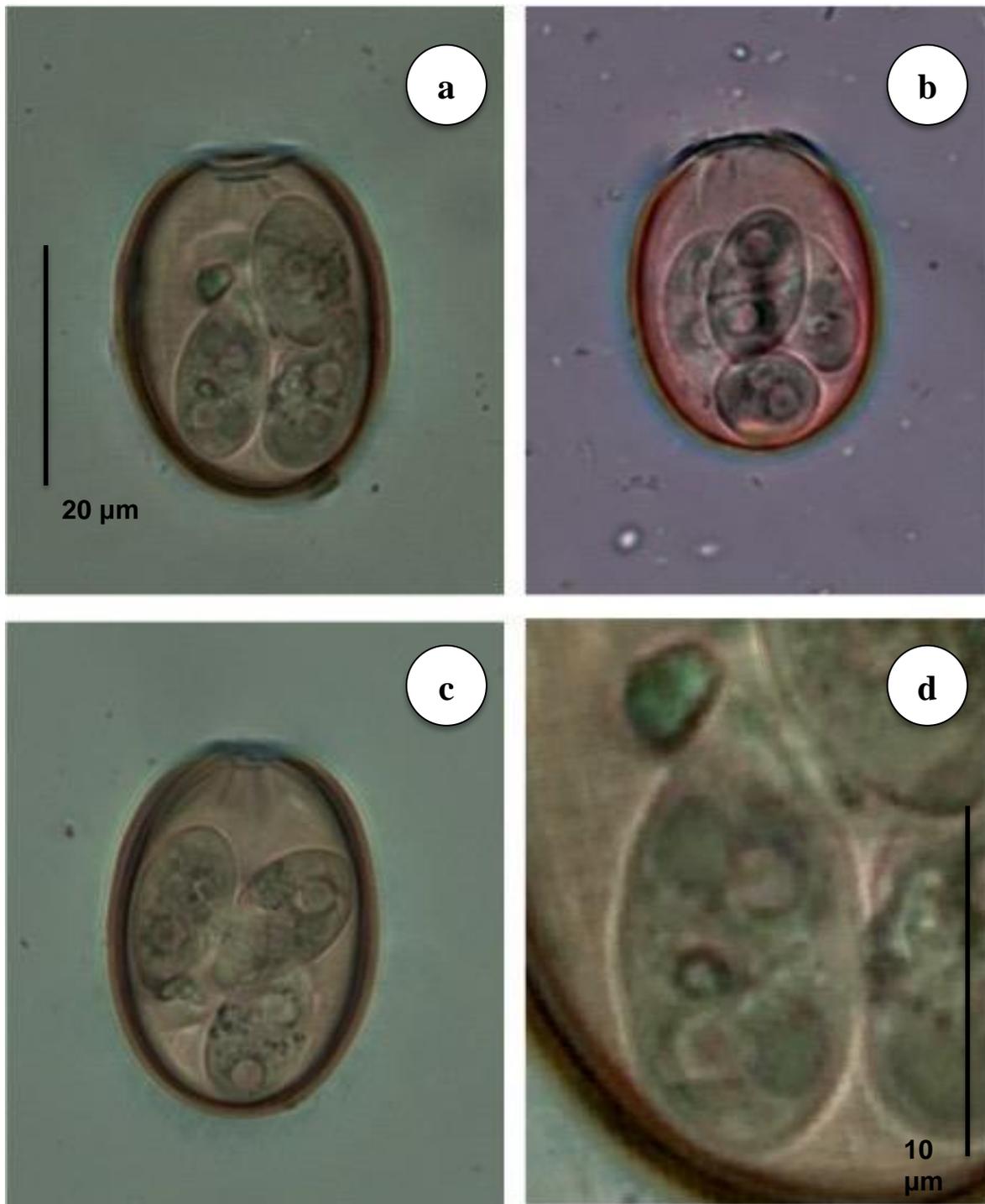


Figura 30. Ooquiste esporulado y esporoquiste de *E. caprovina*. Las figuras a, b y c muestran ooquistes esporulados de *E. caprovina*, mientras que la letra c muestra el esporoquiste.

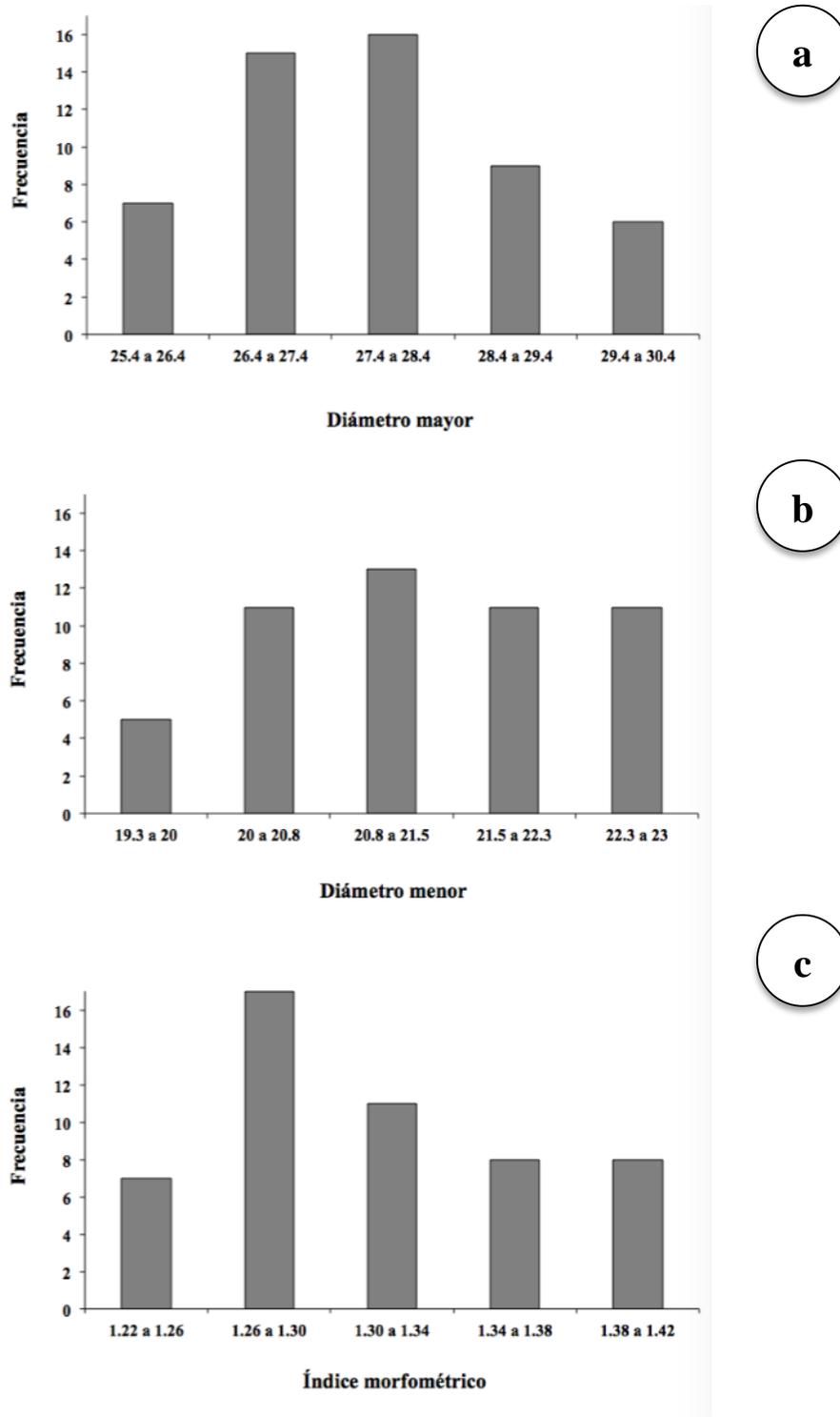


Figura 31. Histogramas de las dimensiones de los ooquistes esporulados de *Eimeria caprovina*: Diámetros mayor a), menor b), e índice morfométrico c).

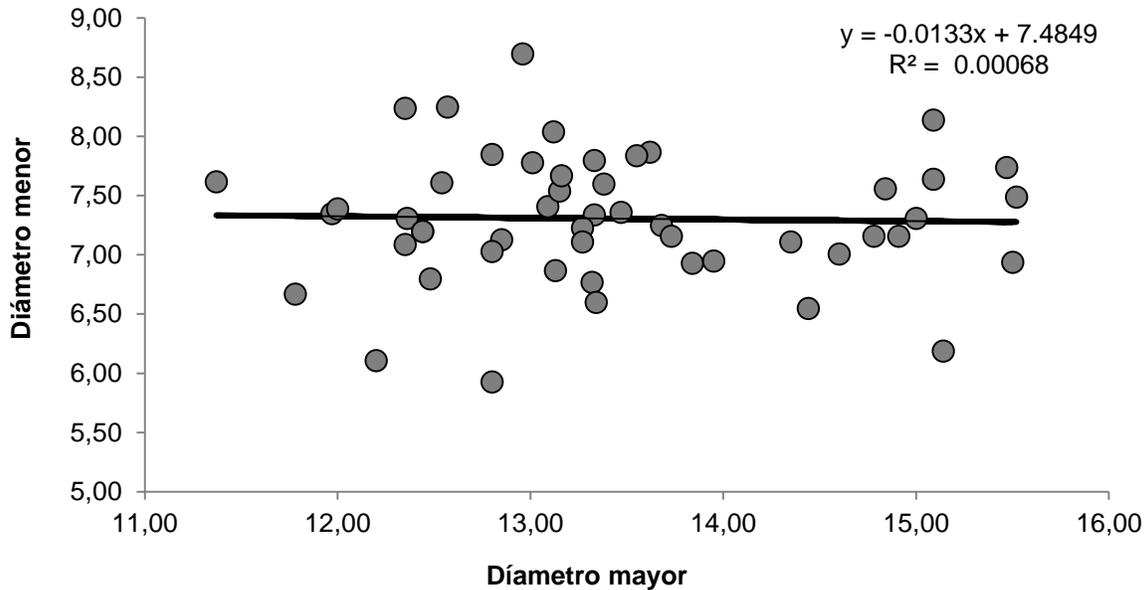


Figura 32. Regresión lineal de las dimensiones de los ooquistes esporulados de *Eimeria caprovina*.

4.2.2.4 *Eimeria ninakohlyakimovae* Yakimoff y Rastegaieff, 1930

Es una *Eimeria* presente sólo en caprinos, no obstante, debido a su semejanza a *E. ovinoidalis* fue muchas veces descrita incorrectamente en ovejas domesticas tanto en trabajos antiguos (E. J.L. Soulsby, 1987), como en otros más recientes (More, Kamble, & Nikam, 2014; Quiroz, 2011).

4.2.2.4.1 Morfología del ooquiste, esporoquiste y esporozoito.

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 . Con una doble pared de aproximadamente 2.04 μm . Con micrópilo. Sin CM. De 1 a varios gránulos polares. Sin RO. Esporoquistes elipsoidales, con forma de botella pequeña o limón. Con CS diferenciado, aplanado y pequeño. Sin CSS. Sin CPS. Residuo del esporoquiste algo compacto formado por pequeños gránulos de tamaño regular. Dos cuerpos refráctiles por esporozoito (figura 33).



4.2.2.4.2 Frecuencia en la distribución de las dimensiones de los ooquistes esporulados.

En las figuras a, b y c de los histogramas en la figura 34 muestran una tendencia en las frecuencias a aumentar y disminuir gradualmente. Estas tendencias se encuentran 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, mismo que está dentro de los rangos reportados para esta especie A. C. R. Cavalcante (1996). Un solo pico en cada uno de los histogramas nos demuestra que podemos observar una sola especie en los ooquistes medidos para esta especie.

4.2.2.4.3 Distribución de las dimensiones de los ooquistes esporulados.

En valor de R^2 que se obtuvo en la regresión lineal de la figura 35 demuestra que los ooquistes elipsoidales de *E. ninakohlyakimovae* son moderadamente proporcionales entre su Dm y dm ya que éste es próximo a .5, irregularidad antes mencionada por Ramirez et al. (2009).

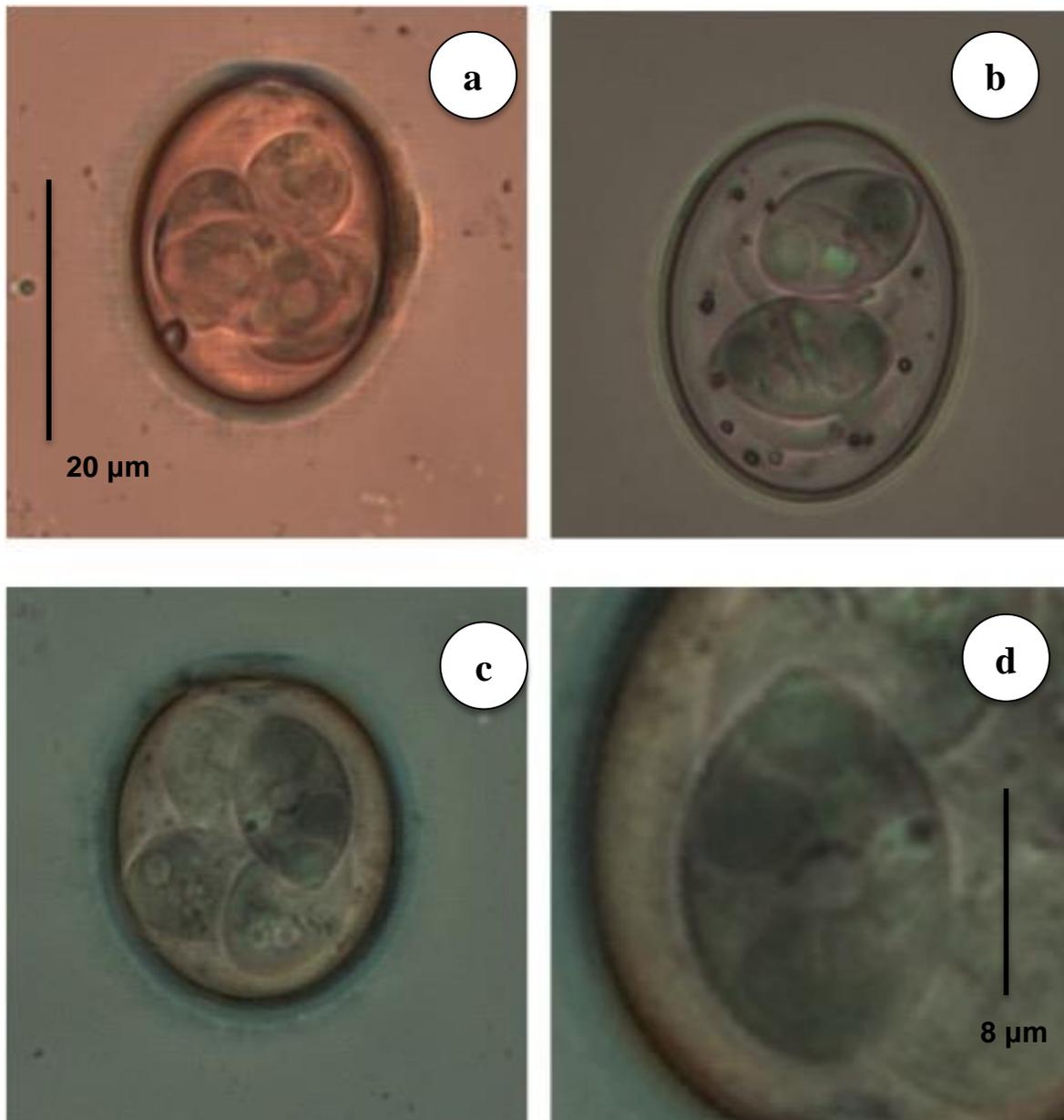


Figura 33. Ooquiste esporulado y esporoquiste de *E. ninakohlyakimovae*. Las figuras a, b y c muestran ooquistes esporulados de *E. ninakohlyakimovae*, mientras que la letra c muestra el esporoquiste.

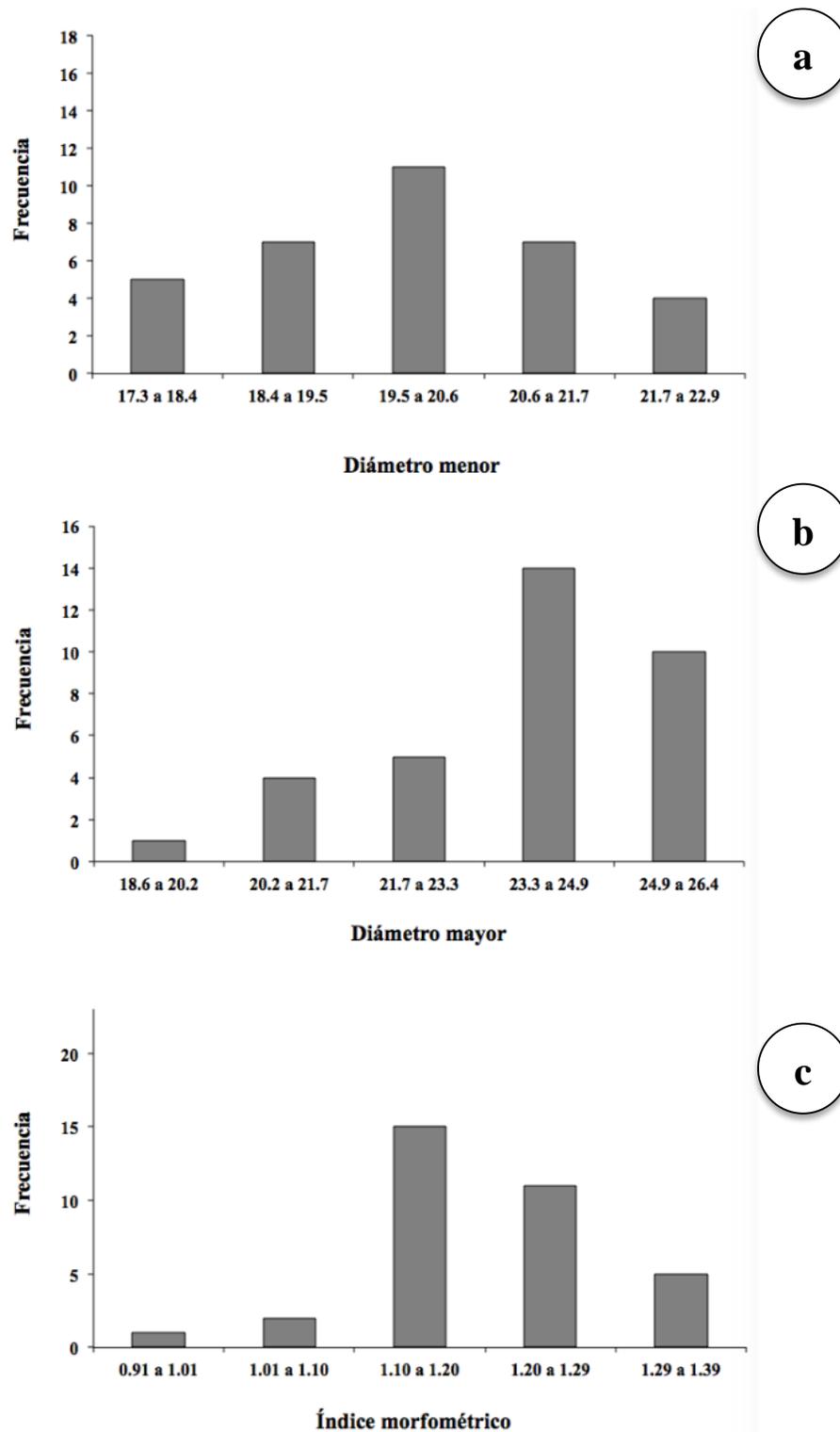


Figura 34. Histogramas de las dimensiones de los ooquistes esporulados de *Eimeria ninakohlyakimovae*: Diámetros mayor a), menor b), e índice morfométrico c).

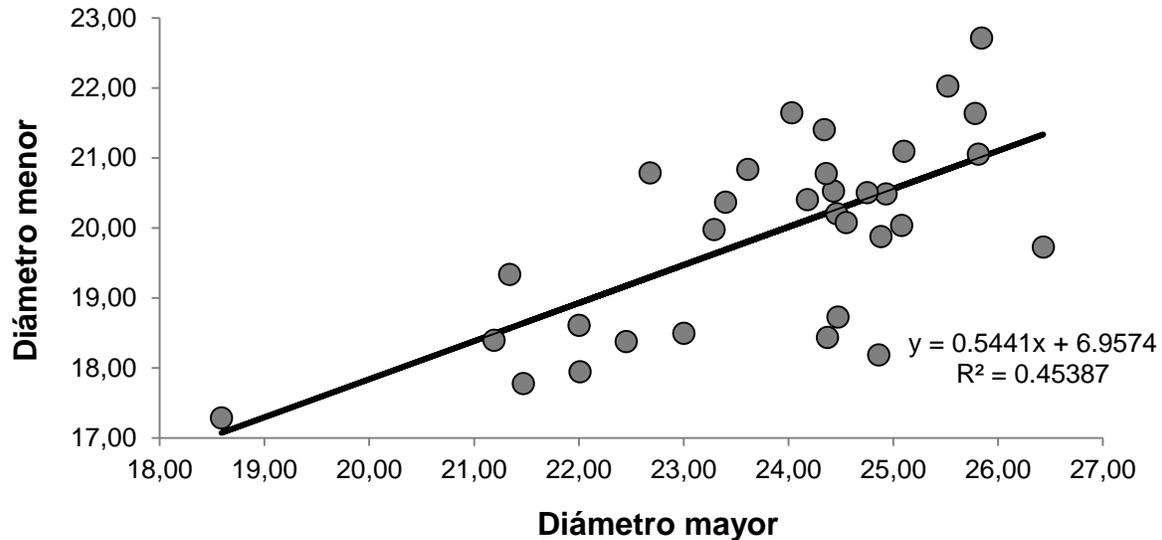


Figura 35. Regresión lineal de las dimensiones de los ooquistes esporulados de *Eimeria ninakohlyakimovae*.

4.2.2.5 *Eimeria alijevi* Mausev, 1970

Es una especie solo presente en caprinos y tiene una gran semejanza con *Eimeria ovina* en ovinos (Cordero del Campillo et al., 1999).

4.2.2.5.1 Morfología del ooquiste, esporoquiste y esporozoito.

El ooquiste de esta especie tiene una forma más comunmente elipsoidal, sin embargo, se pueden encontrar ooquistes esféricos o subesféricos de 16-22.9 (20.3) X 14.4-20.5 (17.7) μm . Con pared doble de 1.59 μm . Con micrópilo de 2.77 μm . Sin CM. Con GP. Sin RE. Esporoquistes elipsoidales. CS pequeño y aplanado. Sin CSS. Sin CPS. poco residuo del esporoquiste. 2 cuerpos refráctiles por esporozoito. A diferencia de las características de la especie presentadas en Cordero del Campillo et al. (1999) *E. alijevi* presenta micrópilo aunque no siempre muy evidente, y en todos los casos presentó sí CS (figura 36).



4.2.2.5.2 Frecuencia en la distribución de las dimensiones de los ooquistes esporulados.

El DM de *E. alijevi* presentó sus mayores frecuencias entre 19.5 y 20.6 μm ; el dm fue de entre 17.14 – 19.5 μm . Y su rango más frecuente fue 1.10^a 1.15 en el IM. Todos los histogramas de la figura 37, demuestran y la tendencia a aumentar y disminuir gradualmente, esta peculiaridad en el histograma permite que podamos afirmar que se trata de una sola especie.

4.2.2.5.3 Distribución de las dimensiones de los ooquistes esporulados

En el caso de *E. alijevi* los puntos representados como DM y dm en la gráfica de regresión lineal (figura 38) se encuentran más próximos a la recta, de manera que el valor de R^2 mayor a .5 nos permite afirmar que esta especie tiene un patrón establecido para la especie en Nuevo León. Similar a los resultados de Ramirez et al. (2009) esta especie fue patronizada.

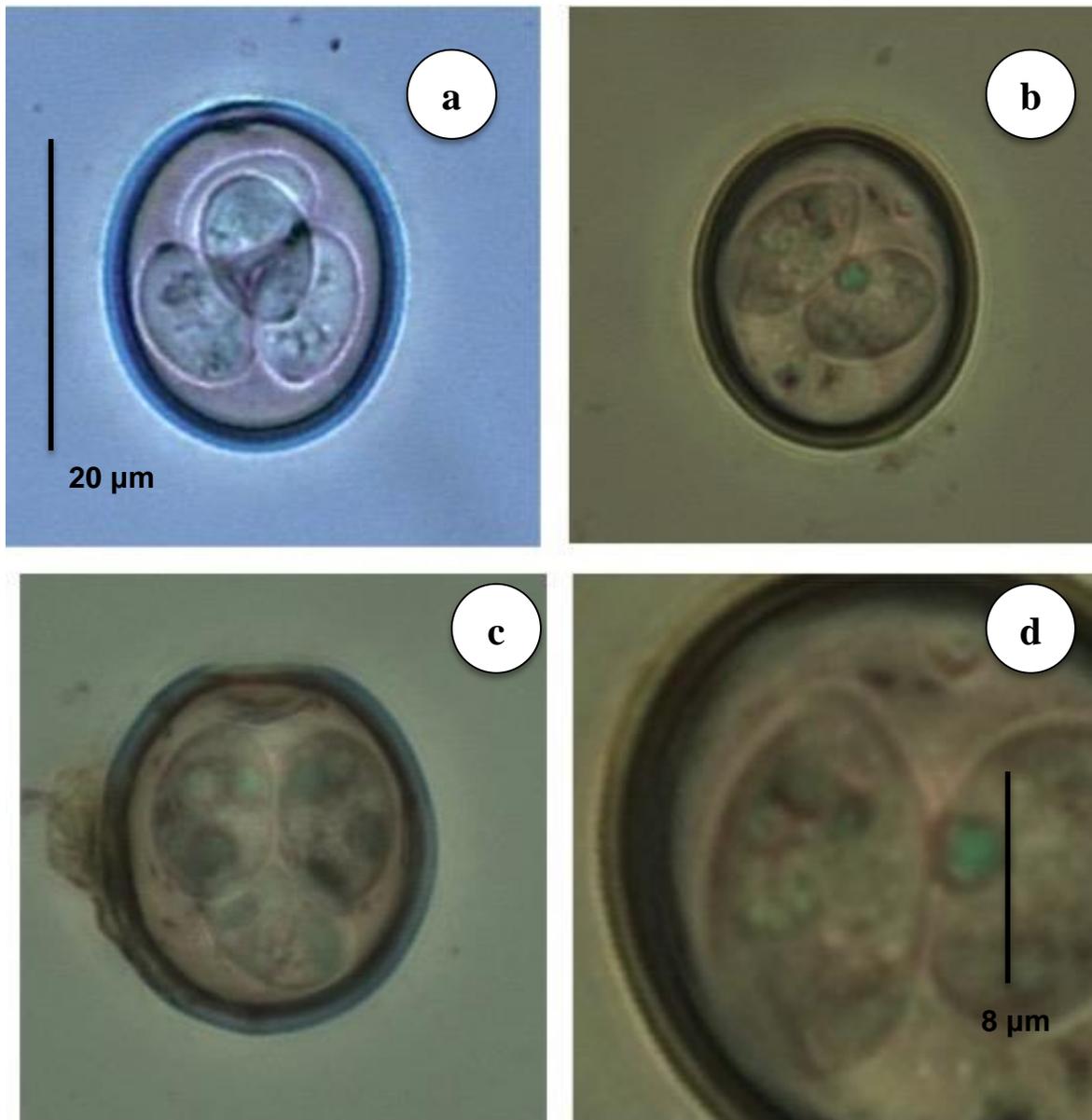


Figura 36. Ooquiste esporulado y esporoquiste de *E. alijevi*. Las figuras a, b y c muestran ooquistes esporulados de *E. alijevi*, mientras que la letra c muestra el esporoquiste.

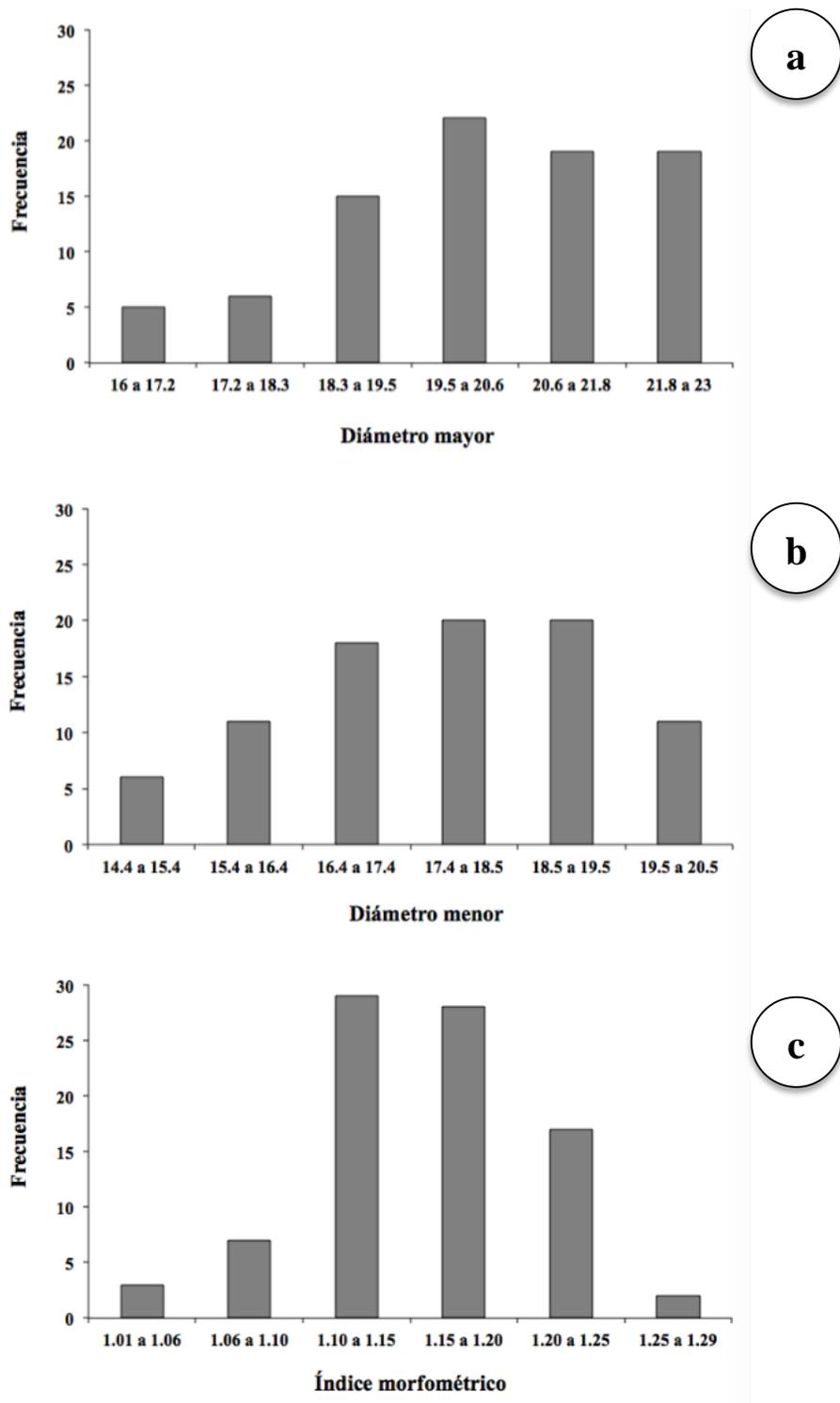


Figura 37. Histogramas de las dimensiones de los ooquistes esporulados de *Eimeria alijevi*: Diámetros mayor a), menor b), e índice morfométrico c).

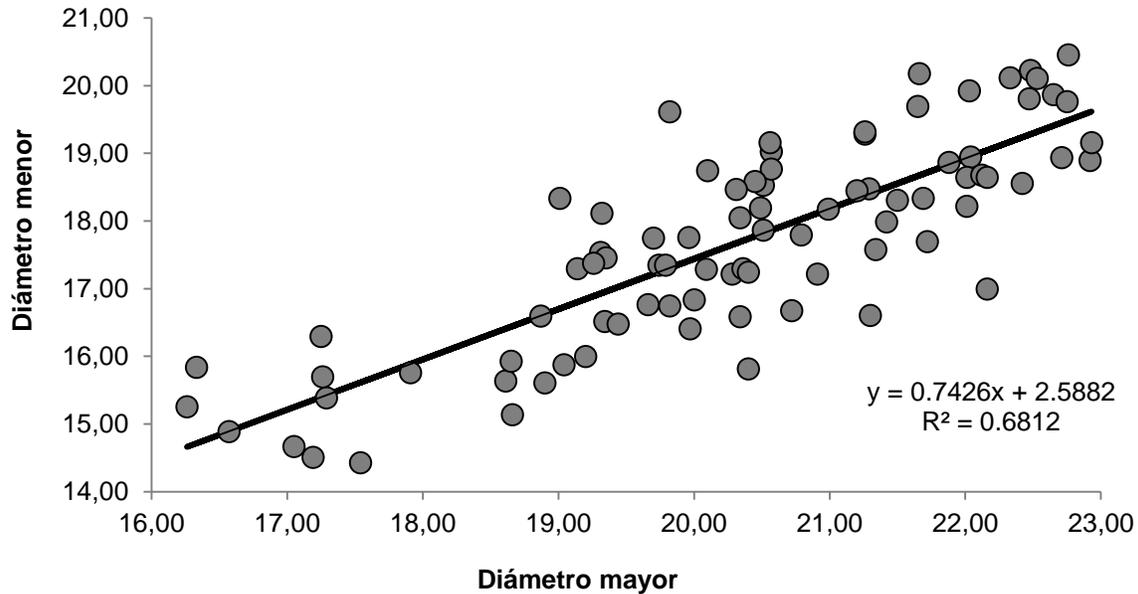


Figura 38. Regresión lineal de las dimensiones de los ooquistes esporulados de *Eimeria alijevi*.

4.2.2.6 Observaciones comparativas de los ooquistes sin capa micropilar.

De los ooquistes sin CM encontrados en el presente estudio *E. apsheronica* es el ooquiste de mayor talla, y se diferencia de las otras especies por su típica forma ovoide, con un micrópilo corto. En cuanto a tamaño le sigue *E. caprina* que difiere de *E. caprovina* por que la primera tiene ooquistes más anchos, con ligera tendencia a presentar en ocasiones formas subesféricas, así mismo, *E. caprina* se puede diferenciar de *E. caprovina* por tener esporoquistes con una forma muy típica botella. Menor en tamaño a *E. caprovina* se encuentra *E. ninakohlyakimovae*, esta se diferencia de *E. caprovina* por una mayor tendencia a ser subesférica que elipsoidal, además, el esporocisto tiene forma de botella pequeña o limón, que no entra en confusión con los esporoquistes de *E. caprina* ya que el esporoquiste no es tan grande; tienden a tener un color claro en el citoplasma, comparado con *E. caprovina* que tiene un color café claro en su pared externa. Por último, la especie más pequeña que tiene similitud con *E. ninakohlyakimovae*, es *E. alijevi*, los ooquistes más grandes de esta especie



podrían confundirse con los de *E. ninakohlyakimovae*, sin embargo, la principal diferencia radica en que *E. alijevi* tiene esporoquistes mucho más pequeños. De manera general el ooquiste es de mejor tamaño y la forma del esporoquiste en *E. alijevi* difiere bastante en forma comparandolo con *E. ninakohlyakimovae* (figura 39 y 40).

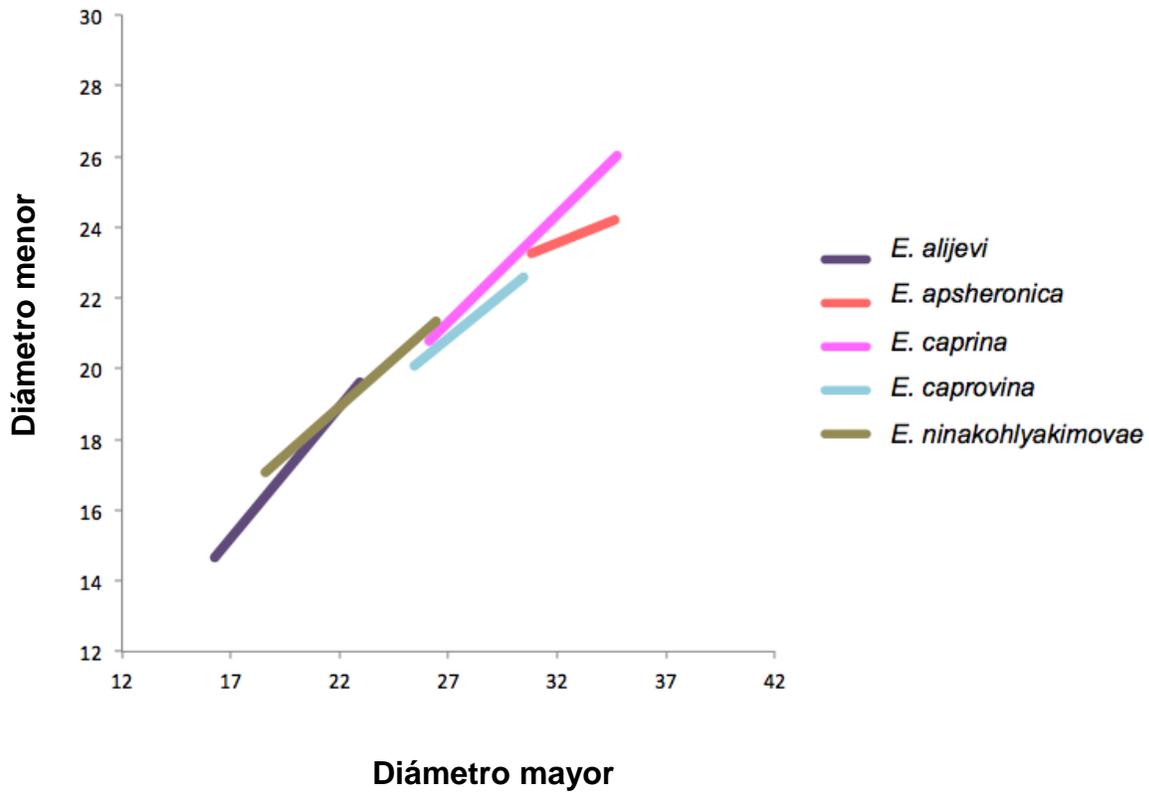


Figura 39. Regresión lineal de todas las especies de *Eimeria* sin capa micropilar.

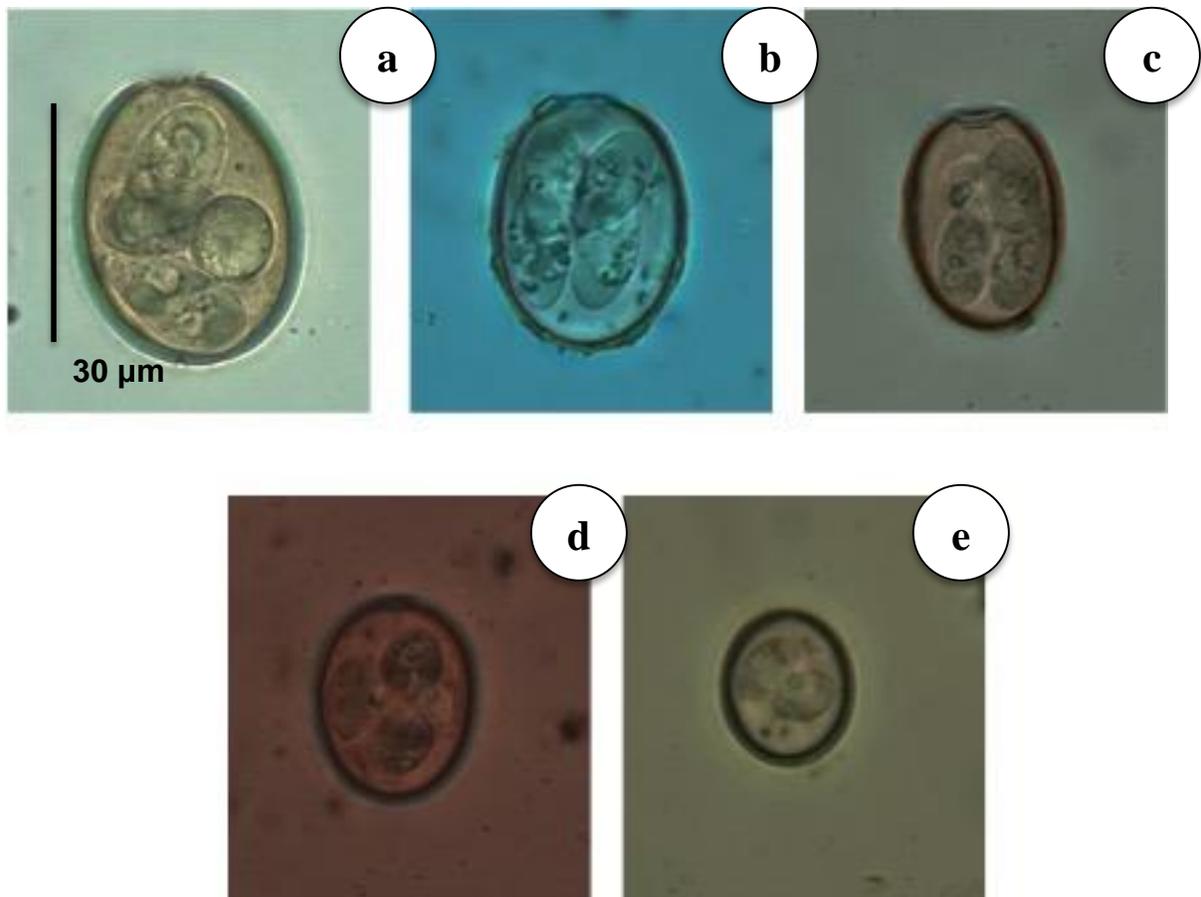


Figura 40. Comparación entre las especies de *Eimeria* con capa micropilar encontradas en cabras: *E. apsheronica* a, *E. caprina* b, *E. caprovina* c, *E. ninakohlyakimovae* d, *E. alijevi* e.



5. CONCLUSION

De acuerdo al análisis de los resultados obtenidos podemos concluir lo siguiente:

- La frecuencia de eimeriosis en el estado de Nuevo León es del 60.29% y se encontraron cabras infectadas en todos los municipios muestreados en el estudio.
- Se caracterizaron morfológica y morfométricamente 9 especies: *E. alijevi*, *E. ninakohlyakimovae*, *E. arloingi*, *E. christenseni*, *E. jolchijevi*, *E. apsheronica*, *E. caprina*, *E. caprovina*, *Eimeria guajardo* n. sp de las cuales, las especies más prevalentes son *E. arloingi* y *E. christenseni*. La especie menos prevalente es *E. apsheronica*.
- Basados en las descripciones morfológicas y morfométricas de las diferentes especies de *Eimeria* en caprinos, se caracterizó una nueva especie para la ciencia *E. guajardo* n. sp.
- La mayoría de las especies reportadas son altamente polimórficas en sus dimensiones, por lo que el presente estudio es de vital relevancia para la identificación morfológica de las especies de *Eimeria* en caprinos de Nuevo León.



6. LITERATURA CITADA

- Abo-Shehada, M. N., & Abo-Farieha, H. A. (2003). Prevalence of *Eimeria* species among goats in northern Jordan. *Small Ruminant Reserch*, *49*, 109-113. doi:10.1016/S0921-4488(03)00078-6
- Ashraf, M., & Nepote, K. H. (1989). Prevalence of gastrointestinal nematodes, coccidia and lungworms in Maryland Dairy Goats. *Small Ruminant Reserch*, *3*(3), 291-298.
- Aumont, G., Yvore, P., & Esnault, A. (1984). Experimental coccidiosis in goats. 1. Experimental model. Effects of parasitism on the feeding behaviour and the growth of animals; intestinal lesions. *Ann Rech Vet*, *15*(4), 467-473. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/6529115>
- Balicka-Ramis, A. (1999). Studies on coccidiosis in goats in Poland. *Vet Parasitol*, *81*(4), 347-349. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10206107>
- Bandyopadhyay, P. K. (2004). A new coccidium *Eimeria sundarbanensis* n. sp. (Protozoa: Apicomplexa: Sporozoea) from *Capra hircus* (Mammalia: Artiodactyla). *Protistology*, *3*(4), 223-225.
- Barta, J. R., Ogedengbe, J. D., Martin, D. S., & Smith, T. G. (2012). Phylogenetic position of the adeleorinid coccidia (Myzozoa, Apicomplexa, Coccidia, Eucoccidiorida, Adeleorina) inferred using 18S rDNA sequences. *J Eukaryot Microbiol*, *59*(2), 171-180. doi:10.1111/j.1550-7408.2011.00607.x
- Berto, B. P. (2010). *Morfologia e sistemática de coccidios (APICOMPLEXA: EIMERIIDAE) parasitas de aves passeriformes da ilha da Marambaia, Rio de Janeiro, Brasil.*, Univerisidad Federal Rural do Rio de Janeiro.
- Berto, B. P., Flausino, W., Ferreira, I., & Lopes, C. W. (2008). *Eimeria divinolimai* sp. n. (Apicomplexa: Eimeriidae) in the rufous casiornis *Casiornis rufus* Vieillot, 1816 (Passeriformes: Tyrannidae) in Brazil. *Rev Bras Parasitol Vet*, *17*(1), 33-35. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18554438>
- Berto, B. P., Lopes Bdo, B., Flausino, W., Teixeira Filho, W. L., & Lopes, C. W. (2008). Contribution on the study of *Isospora hemidactyli* Carini, 1936 and a report of an adeleid pseudoparasite of the house gecko *Hemidactylus mabouia*, from the Rio de Janeiro Metropolitan Region, Brazil. *Rev Bras Parasitol Vet*, *17*(3), 150-154. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19245761>
- Berto, B. P., McIntosh, D., & Lopes, C. W. (2014). Studies on coccidian oocysts (Apicomplexa: Eucoccidiorida). *Rev Bras Parasitol Vet*, *23*(1), 1-15. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24728354>
- Berto, B. P., Teixeira, M., & Lopes, C. W. (2007). *Tyzzeria parvula* (Kotlan, 1933) Klimes, 1963 (Apicomplexa: Eimeriidae) in the greylag goose (*Anser anser* Linnaeus, 1758) in southeastern Brazil. *Rev Bras Parasitol Vet*, *16*(3), 156-158. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18078603>



- Borgsteede, F. H., & Dercksen, D. P. (1996). Coccidial and helminth infections in goats kept indoors in the Netherlands. *Vet Parasitol*, 61(3-4), 321-326. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/8720569>
- Cai, K. Z., & Bai, J. L. (2009). Infection intensity of gastrointestinal nematodosis and coccidiosis of sheep raised under three types of feeding and management regimes in Ningxia Hui Autonomous Region, China. *Small Rumin. Res.*, 85, 111-115.
- Cardozo, S. V., Berto, B. P., da Fonseca, I. P., Tomas, A., Thode, F. R., & Lopes, C. W. (2015). Characterisation of *Isoospora lusitanensis* n. sp. (Apicomplexa: Eimeriidae) from the Eurasian blackbird *Turdus merula* Linnaeus (Passeriformes: Turdidae) in mainland Portugal. *Syst Parasitol*, 92(2), 171-179. doi:10.1007/s11230-015-9590-z
- Cavalcante, A. C., Teixeira, M., Monteiro, J. P., & Lopes, C. W. (2012). *Eimeria* species in dairy goats in Brazil. *Vet Parasitol*, 183(3-4), 356-358. doi:10.1016/j.vetpar.2011.07.043
- Cavalcante, A. C. R. (1996). *Espécies do gênero Eimeria Schneider, 1875 (Apicomplexa: Eimeriidae) parasitos de caprinos leiteiros na microrregião homogênea de Sobral, Ceará.* (Mestrado em Medicina Veterinária - Parasitologia Veterinária), UFRRJ, Seropédica.
- Chartier, C., & Paraude, C. (2012). Coccidiosis due to *Eimeria* in sheep and goats, a review. *Small Ruminant Research*, 103 84-92.
- Chhabra, R. C., & Pandey, V. S. (1991). Coccidia of goats in Zimbabwe. *Vet Parasitol*, 39(3-4), 199-205. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/1957480>
- Coelho, W. M., do Amarante, A. F., & Bresciani, K. D. (2012). Occurrence of gastrointestinal parasites in goat kids. *Rev Bras Parasitol Vet*, 21(1), 65-67. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22534948>
- Cordero del Campillo, M., Rojo-Vazquez, F. A., Martinez Fernandez, A. R., Sanchez-Acedo, C., Hernandez Rodriguez, S., Navarrete Lopez-Cozar, I., . . . Carvalho Varela, M. (1999). *Parasitología Veterinaria* (1º ed.). España: McGraw-Hill Interamericana
- Cruz-Reyes, A., & Camargo-Camargo, B. (2001). *Glosario de términos en Parasitología y Ciencias Afines*. México, D. F.: Plaza y Valdés, S.A de C. V.
- Current, W. L., & Garcia, L. S. (1991). Cryptosporidiosis. *Clin Lab Med*, 11(4), 873-897. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/1802526>
- Das, G., Atasoglu, C., Akbag, H. I., Tolu, C., Yurtman, I. Y., & Savas, T. (2012). Effects of kefir on coccidial oocysts excretion and performance of dairy goat kids following weaning. *Trop Anim Health Prod*, 44(5), 1049-1055. doi:10.1007/s11250-011-0039-3
- Dubey, J. P., Carpenter, J. L., Speer, C. A., Topper, M. J., & Uggla, A. (1988). Newly recognized fatal protozoan disease of dogs. *J Am Vet Med Assoc*, 192(9), 1269-1285. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/3391851>
- Duszynski, D., & Wilber, P. (1997). A guideline for the preparation of species descriptions in the Eimeridae. *J Parasitol*, 83(2), 333-336.



- Duszynski, D. W. (1971). Increase in size of *Eimeria separata* oocysts during patency. *J Parasitol*, 57(5), 948-952. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/5133901>
- Duszynski, D. W., & Wilber, P. G. (1997). A guideline for the preparation of species descriptions in the Eimeriidae. *Journal of Parasitology*, 83(2), 333-336.
- Eckert, J., Braun, R., Shirley, M. W., & Coudert, P. (1995). Guidelines on techniques in coccidiosis research. . *European Commission, DGXII*, 103–117.
- Faizal, A. C., & Rajapakse, R. P. (2001). Prevalence of coccidia and gastrointestinal nematode infections in cross bred goats in the dry areas of Sri Lanka. *Small Rumin Res*, 40(3), 233-238. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11323207>
- Fayer, R., & Johnson, A. J. (1973). Development of *Sarcocystis fusiformis* in calves infected with sporocysts from dogs. *J Parasitol*, 59(6), 1135-1137. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/4202518>
- Flausino, G., Berto, B. P., McIntosh, D., Furtado, T., Teixeira-Filho, W. L., & Lopes, C. W. (2014). Phenotypic and Genotypic Characterization of *Eimeria Caviae* from Guinea Pigs (*Cavia porcellus*). *Acta Protozool*, 53, 269-276.
- Foreyt, W. J. (1990). Coccidiosis and cryptosporidiosis in sheep and goats. *Vet Clin North Am Food Anim Pract*, 6(3), 655-670. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/2245367>
- Frenkel, J. K. (1973). *Toxoplasma* in and around us. *Bio-Science*, 23, 342-352.
- Gregory, M. W., Norton, C. C., & Catchpole, J. (1987). Les coccidioses ovines. *Point Vét.*, 19., 29–40.
- Harper, C. K., & Penzhorn, B. L. (1999). Occurrence and diversity of coccidia in indigenous, Saanen and crossbred goats in South Africa. *Vet Parasitol*, 82(1), 1-9. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10223345>
- Hassum, I. C., Valladares, G. S., & de Menezes Rde, C. (2007). [Differentiation of the species of *Eimeria* parasite of sheep by the use of linear regression and morphologic algorithms]. *Rev Bras Parasitol Vet*, 16(2), 97-104. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17706012>
- Hernández, I., & Carmen Meléndez, T. M. (2007). Caracterización de especies del género *Eimeria* spp en caprinos del municipio Torres del Estado Lara, Venezuela. <https://www.engormix.com/MA-ovinos/articulos/caracterizacion-especies-genero-eimeria-t1715/p0.htm> Retrieved from <https://www.engormix.com/MA-ovinos/articulos/caracterizacion-especies-genero-eimeria-t1715/p0.htm>
- Hernández, I., & Mendoza, N. (2002). Time of sporulation for several species of *Eimeria* in goats: An in vitro assessment. *Rvista Científica, FCV-LUZ*, 11(1), 24-28.
- Ibrahim, M. M. (2012). Prevalence of *Eimeria* species of the domestic goats *Capra hircus* Linnaeus, 1758 in Al-Baha area, Saudi Arabia. *Egyptian Academic Journal of Biological Sciences*, 4(1), 165-172.
- Jalila, A., Dorny, P., Sani, R., Salim, N. B., & Vercruyse, J. (1998). Coccidial infections of goats in Selangor, peninsular Malaysia. *Vet Parasitol*, 74(2-4), 165-172. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/9561704>



- Kahan, T. B., & Greiner, E. C. (2013). Coccidiosis of Goats in Florida, USA. *Open Journal of Veterinary Medicine*, 3, 209-212.
- Kheirandish, R., Nourollahi-Fard, S. R., & Yadegari, Z. (2014). Prevalence and pathology of coccidiosis in goats in southeastern Iran. *J Parasit Dis*, 38(1), 27-31. doi:10.1007/s12639-012-0186-0
- Khillare, B. S., & Narladkar, B. W. (2013). Species of Eimeria causing coccidiosis in caprines of Marathwada region of Maharashtra state. *Journal of Veterinary Parasitology*, 27(2), 117-122.
- Koudela, B., & Bokova, A. (1998). Coccidiosis in goats in the Czech Republic. *Vet Parasitol*, 76(4), 261-267. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/9650863>
- Kusilukaa, L. J. M., Kambaragea, D. M., Harrisonb, L. J. S., Dabornb, C. J., & Matthewmanc, R. W. (1998). Prevalence and seasonal patterns of coccidial infections in goats in two ecoclimatic areas in Morogoro, Tanzania. *Small Ruminant Reserch*, 30, 85-91.
- Levine, N. D. (1961). *Protozoan Parasites of domestic animals an man*.
- Levine, N. D. (1985). *Veterinary Protozoology*: Iowa State University Press, Ames,
- Levine, N. D., & Ivens, V. (1970). *The coccidian parasites (Protozoa Sporozoa) of ruminants*. Urbana, Chicago and London.: University of Illinois Press.
- Levine, N. D., & Ivens, V. (1988). Cross-transmission of Eimeria spp. (Protozoa, Apicomplexa) of rodents--a review. *J Protozool*, 35(3), 434-437. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/3054076>
- Levine, N. D., Ivens, V., & Fritz, T. E. (1962). Eimeria christenseni sp. n. and other coccidia (Protozoa: Eimeriidae) of the goat. *J Parasitol*, 48, 255-269. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/14464632>
- Li, X., Atwill, E. R., Dunbar, L. A., & Tate, K. W. (2010). Effect of daily temperature fluctuation during the cool season on the infectivity of Cryptosporidium parvum. *Appl Environ Microbiol*, 76(4), 989-993. doi:10.1128/AEM.02103-09
- Lima, J. D. (1980). Prevalence of Coccidia in Domestic Goats from Illinois, Indiana, Missouri and Wisconsin, . *Journal International Goat and Sheeo Reserch*, 1(3), 234-241.
- Lloyd, S., & Soulsby, E. J. (1978). Survey of parasites in dairy goats. *Am J Vet Res*, 39(6), 1057-1059. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/666082>
- More, B. V., Kamble, H. A., & Nikam, S. V. (2014). Study of Eimeria ninakohlyakimovae in goat and sheep from beed, Maharashtra State, India. . *Trends in Parasitology Reserch*, 3(2), 8-13.
- Morgan, B., & Hawking, P. (1948). *Veterinary Protozoology*.
- Musaev, M. A., & Mamedova, M. A. (1981). Data on the taxonomy of coccidia from domestic goats (Capra hircus) and their species composition in Azerbaidzhan. *Parasitology*, 4, 68-76.
- Norton, C. C. (1986). Coccidia of the domestic goat Capra hircus, with notes on Eimeria ovinoidalis and E. bakuensis (syn. E. ovina) from the sheep Ovis aries. *Parasitology*, 92 (Pt 2), 279-289. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/3714300>



- O'Callaghan, M. G. (1989). Coccidia of domestic and feral goats in South Australia. *Vet Parasitol*, 30(4), 267-272. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/2728316>
- Ortega-Sánchez, J. L., Hernández-Salgado, R., & Rodríguez-Contreras, P. (2006). Prevalencia de coccidiosis (*Eimeria* spp) y Trichostrongylosis (*Trichostrongylus* spp) caprina en los municipios de Tlahualilo, Gómez Palacio, Lerdo Dgo., Matamoros y San Pedro, Coahuila. *Rev. Biomed*(5), 217-223.
- Pellérdy, L. P. (1974). Coccidia and coccidiosis. . *Akademia, Kido, Budapest*.
- Penzhorna, B. L., Rognliea, M. C., Halla, L. L., & Knapp, S. E. (1994). Enteric coccidia of Cashmere goats in southwestern Montana, USA. *Vet Parasitol*, 55(1-2), 137-142.
- Quiroz, H. (2011). *Parasitología y enfermedades parasitarias de animales domésticos*: Limusa.
- Radfar, M. H., Sakhaee, E., Shamsaddini-Bafti, M., & Haj-Mohammadi, H. (2011). Study on gastrointestinal parasitic infections of Raeini goats. *Iranian Journal of Veterinary Reserch*, 12(1), 76-80.
- Ramirez, L., Teixeira-Filho, W. L., Berto, B. P., Carvalho-Balthazar, L., & Gomes-Lopes, C. W. (2009). Characterization of morfometric variations using the linear regression in the oocyst of the species of the Genus *Eimeria* in caprine from muntaineus region of the state of Río de Janeiro, Brasil. *Rev. Bras. Med. Vet.*, 31(3), 173-178.
- Rodríguez-Vivas, R., Cob-Galera, L., & Dominguez-Alpizar, J. (2001). Frecuencia de parásitos gastrointestinales en animales domésticos diagnosticados en Yucatán México. *Rev Biomed*, 12(1), 19-25.
- Rojas, M. (2010). Descriptores parasitarios. Una mini revisión para la ciencia veterinaria. *Revista Peruana de Parasitología*, 18(1), 24-28.
- Ruiz, A., Gonzalez, J. F., Rodriguez, E., Martin, S., Hernandez, Y. I., Almeida, R., & Molina, J. M. (2006). Influence of climatic and management factors on *Eimeria* infections in goats from semi-arid zones. *J Vet Med B Infect Dis Vet Public Health*, 53(8), 399-402. doi:10.1111/j.1439-0450.2006.00985.x
- Sampaio, I. (2002). Estatística aplicada à experimentação animal. *Belo Horizonte FEPMVZ*.
- Shah, H. L., & Joshi, S. C. (1963). Coccidia (Protozoa: Eimeriidae) of goats in Madhya Pradesh, with descriptions of the sporulated oocysts of eight species. *Journal of Veterinary and Animal Husbandry Research*, 7, 9-20.
- Sheather, A. L. (1923). The detection of intestinal protozoa and mange parasites by a flotation technique. *J Comp Pathol*, 36, 266-275.
- Silva, A. C., & Lima, J. D. (1998). *Eimeria minasensis* n. sp. (Apicomplexa: Eimeriidae) in the domestic goat *Capra hircus*, from Brazil. *Mem Inst Oswaldo Cruz*, 93(6), 741-744. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/9921296>
- Silva, L. M., Vila-Vicosa, M. J., Nunes, T., Taubert, A., Hermosilla, C., & Cortes, H. C. (2014). *Eimeria* infections in goats in Southern Portugal. *Rev Bras Parasitol Vet*, 23(2), 280-286. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25054515>



- Soe, A. K., & Pomroy, W. E. (1992). New species of *Eimeria* Apicomplexa: Eimeriidae. from domesticated goat *Capra hircus* in New Zealand. *Syst Parasitol*, 23, 195-202.
- Soulsby, E. J. L. (1982). *Helminths, Arthropods and Protozoa of Domesticated Animals* (seventh ed.): Baillière Tindall.
- Soulsby, E. J. L. (1987). *Parasitología y enfermedades parasitarias de los animales domésticos* (A. R. Martínez & F. A. Vazquez, Trans. 7º Edición ed.): Interamericana.
- Taylor, M. A., Coop, R. L., & Wall, R. L. (2007). *Veterinary Parasitology* (Third Edition ed.): Wiley-Blackwell.
- Tirth, R. G. (2010). Redescription of Genera of Family Eimeriidae Minchin, 1903. *International Journal of life Sciences*, 4, 26-47.
- Torres-Acosta, J. F., Rodríguez-Vivas, R. I., & Camara Sarmiento, R. (1995). Efecto del parto sobre la eliminación de huevecillos de nemátodos y ooquistes de *Eimeria* en cabras criollas. *Rev Biomed*, 6, 208-215.
- Vercruysse, J. (1982). The coccidia of sheep and goats in Senegal. *Vet Parasitol*, 10(4), 297-306. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/6890270>
- Wang, C. R., Xiao, J. Y., Chen, A. H., Chen, J., Wang, Y., Gao, J. F., & Zhu, X. Q. (2010). Prevalence of coccidial infection in sheep and goats in northeastern China. *Vet Parasitol*, 174(3-4), 213-217. doi:10.1016/j.vetpar.2010.08.026
- Yevgeniy, M. K., & Kenneth, S. T. (1972). *Life Cycles of coccidia of domestic animals* (F. K. Piou, Trans. K. S. T. Ed.): Butterworth-Heinemann.
- Zhang, W., Wang, R., Yang, F., Zhang, L., Cao, J., Zhang, X., . . . Shen, Y. (2013). Distribution and genetic characterizations of *Cryptosporidium* spp. in pre-weaned dairy calves in Northeastern China's Heilongjiang Province. *PLoS One*, 8(1), e54857. doi:10.1371/journal.pone.0054857