

PREVALENCIA Y FACTORES DE RIESGO ASOCIADOS A *Cryptosporidium* spp EN CORDEROS DE PELO DEL MUNICIPIO DE CULIACÁN, SINALOA, MÉXICO

Prevalence and risk factors associated to *Cryptosporidium* spp in hair lambs of the Municipality of Culiacán, Sinaloa, México

Nohemí Castro-del Campo¹, Nohelia Castro-del Campo², Idalia Enríquez-Verdugo¹,
Jesús José Portillo-Loera¹ y Soila Maribel Gaxiola-Camacho^{1*}

Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma de Sinaloa.¹ Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C. Unidad Culiacán, Sinaloa, México.² José Luis Ceceña Cervantes #2946, Fraccionamiento Universidad 94, C.P. 80059, Culiacán de Rosales, Sinaloa, México. Teléfono + 52 (667)1028476. *soilagaxiola@uas.edu.mx.

RESUMEN

Con el objetivo de determinar la prevalencia y algunos factores de riesgo asociados con *Cryptosporidium* spp. en corderos de pelo, se desarrolló un estudio de tipo transversal en el municipio de Culiacán, Sinaloa, México. Para ello, un total de 23 unidades de producción ovinas (UPO) con dos distintos sistemas de producción fueron evaluadas. En el muestreo se incluyeron corderos entre 1 y 90 días de edad; un total de 1140 muestras fecales fueron teñidas con la técnica Ziehl-Neelsen modificada y examinadas bajo el objetivo de inmersión (100X) para permitir la identificación del protozooario. La prevalencia de *Cryptosporidium* fue del 41,58% [Intervalo de confianza (IC) 95% 38,70; 44,40%], y dentro de las UPO varió de 27,80 a 77,80%; en el conteo semicuantitativo se observó el 61,60% de las muestras con un ooquiste; el riesgo de un animal positivo a *Cryptosporidium* fue 2,2 veces mayor en otoño que en verano y 2,3 veces mayor donde el suministro de agua proviene de dique. En conclusión, la prevalencia de *Cryptosporidium* fue de 41,58%; su presencia se observó en el 100% de las UPO, por lo cual debe considerarse como un problema endémico de la región. Los factores de riesgo asociados a la prevalencia de *Cryptosporidium* fueron la época y la fuente de agua, por lo que deben establecerse estrategias de prevención enfocadas en estos factores que permitan disminuir la presencia de este patógeno.

Palabras clave: Prevalencia; *Cryptosporidium*; corderos; factores de riesgo.

ABSTRACT

In order to determine the prevalence and some risk factors associated to *Cryptosporidium* spp in hair lambs, a transversal cross sectional study in the Municipality of Culiacan, Sinaloa, Mexico was developed. A total of 23 sheep production units (SPU) with two different production systems were evaluated. Lambs between 1 and 90 days of age were considered among the animals sampled; a total of 1140 fecal samples were collected and stained with modified Ziehl-Neelsen technique to finally be observed under oil immersion objective (100X) allowing the protozoan identification. The prevalence of *Cryptosporidium* was 41.58% [Confidence Interval (CI) 95% 38.70; 44.40%], and within the SPU ranged from 27.80 to 77.80%. The semiquantitative analysis showed that the 61.60% of samples harbored one oocyst. The risk of having a positive animal to *Cryptosporidium* was 2.2 times higher in Autumn than in Summer and 2.3 times higher where water from dique was provided. In conclusion, the prevalence of *Cryptosporidium* in hair lambs was 41.58%; It's presence was observed in the 100% of the SPU, and therefore it must be considered as an endemic problem of this region. The risk factors associated to *Cryptosporidium* prevalence were season and source of water, which can lead to the establishment of prevention strategies focused on these risk factors that allow diminishing the presence of this pathogen.

Key words: Prevalence; *Cryptosporidium*; lambs; factors of risk.

INTRODUCCIÓN

La cryptosporidiosis es una enfermedad parasitaria de distribución mundial, principalmente en climas cálidos y húmedos [23, 27]. Ésta es producida por el protozoo *Cryptosporidium* spp. el cual afecta a un amplio rango de hospedadores que incluyen mamíferos, aves, reptiles y peces [49]. Las especies identificadas en ovinos (*Ovis aries*) son *C. parvum*, *C. ubiquitum*, *C. xiao*, *C. hominis*, *C. fayeri* y *C. andersoni* [48] y algunas de éstas de carácter zoonótico, por lo que tiene gran importancia sanitaria, al ocasionar padecimientos como el síndrome de mala absorción, principalmente en hospedadores jóvenes y en individuos inmunocomprometidos [11, 30, 33]. Las pérdidas económicas debidas a los cuadros de infección causadas por este patógeno, ocurren por problemas asociados a diarreas, retraso del crecimiento, pérdida de peso y costos involucrados por tratamientos poco específicos contra este agente [4, 15, 45]. La transmisión se produce vía fecal-oral por ingestión de ooquistes eliminados por otros animales parasitados [35, 36], o por adultos que actúan como portadores asintomáticos [14], así como los animales silvestres [7, 9, 25]. *C. spp* es un enteropatógeno que afecta a los rumiantes durante sus primeras semanas de vida y se considera un importante agente en la etiología del síndrome de diarrea neonatal [15]. Diversos autores coinciden en que factores como la edad, el clima, y el sistema de producción se asocian a la presencia de este protozoo [12, 17, 26]. Estudios epidemiológicos conducidos en centro y

sur de México señalan prevalencias de *C. spp.* en ovinos que oscilan entre 19,52 y 67,50% [2, 3, 24, 38]. Sinaloa es el Estado que ocupa el primer lugar en producción ovina en el noroeste de México [40], sin embargo, en la región no existe información en relación al parásito en este tipo de ganado, a pesar de las implicaciones sanitarias que provoca *C. spp* en los animales que derivan en un impacto económico. Por lo cual, el objetivo de esta investigación fue determinar la prevalencia de *Cryptosporidium* spp asociada a factores de riesgo en corderos en el municipio de Culiacán, Sinaloa, México.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

El estudio se realizó en el municipio de Culiacán, Sinaloa, México (24° 46' 13" LN y 107° 21' 14" LO) (FIG. 1). La región se caracteriza por tener un clima BS₁ (h') w(w)(e), el cual se define como clima semiseco, muy cálido, con lluvias en verano, según la clasificación de Köppen y modificada por García [20]; con temperatura promedio anual de 25,9°C, máxima de 30,4°C en junio y julio, y mínima de 20,6°C en enero; la humedad relativa promedio es de 68%, con máxima de 81% en septiembre y mínima de 51% en abril; la precipitación anual promedio es de 688,5 mm [13].



FIGURA 1. LOCALIZACIÓN DEL ESTADO DE SINALOA Y MUNICIPIO DE CULIACÁN EN MÉXICO.

Tipo de estudio y tamaño de muestra

Se realizó un estudio transversal en los meses de julio a noviembre del año 2014. La unidad de muestreo fue la unidad de producción ovina (UPO). Para obtener el número de UPO que se incluyeron (n=23) (FIG. 2) se consideró el 100% (13 productores) que integran la Asociación Ganadera Local Especializada de Criadores de Ovinos y Caprinos de Culiacán, y 10 productores no asociados que aceptaron colaborar. Sinaloa tenía registradas

162.213 cabezas ovinas, de las que 43.560 correspondían al municipio de Culiacán distribuidas en 125 UPO [40], por lo que la muestra representó el 18,4% de las UPO. El muestreo de las UPO se realizó por conveniencia, con base a la cooperación del dueño y la facilidad para el acceso a la granja en cada sindicatura (divisiones poblacionales dentro del municipio), al final, de las 18 sindicaturas que integran el municipio de Culiacán se incluyeron UPO de 10 sindicaturas (55,6%).

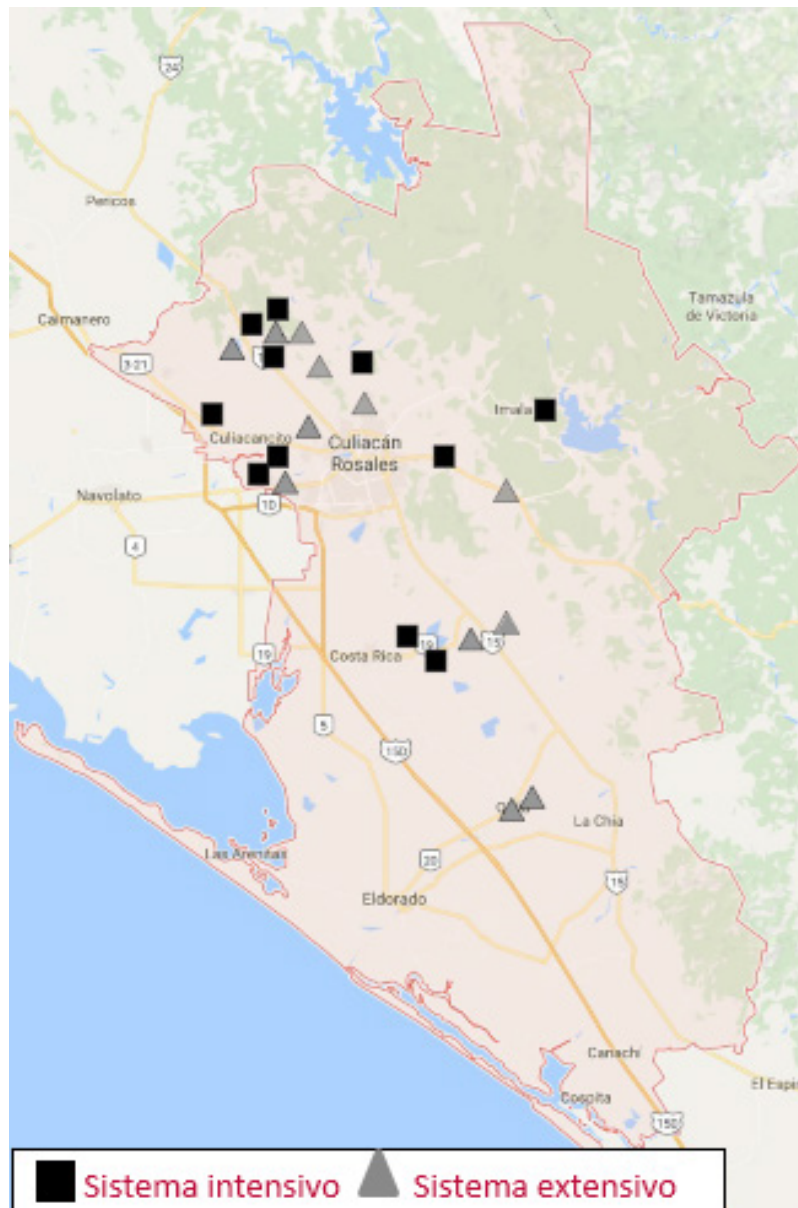


FIGURA 2. LOCALIZACIÓN DE LAS UNDADES DE PRODUCCIÓN OVINA EN EL MUNICIPIO DE CULIACÁN, SINALOA.

Debido a que al realizar la visita para el muestreo se desconocía en cada UPO el número de corderos existentes, por causa de corderos muertos y vendidos, se consideró el número de adultos (TABLA I), y se decidió muestrear un número de corderos que representó al menos el 10% de los adultos en

cada UPO. Se realizaron tres muestreos, en los que los ovinos no fueron siempre los mismos. Se seleccionaron 1140 ovinos (380 por muestreo) con edades comprendidas entre 1 y 90 días (d), las cuales se confirmaron mediante los registros individuales o por cronometría dentaria.

TABLA I
UBICACIÓN DE UNIDAD DE PRODUCCIÓN OVINA POR SINDICATURA Y SISTEMA DE PRODUCCIÓN

Sindicatura	UPO	Sistema de producción Intensivo Extensivo	Ovinos adultos	Corderos muestreados
Villa Adolfo L.M	Agrícola Limón	•	80	10
	La Hacienda	•	150	20
	La granjita	*	120	17
	Alborada	*	180	18
El Salado	El alacrán	•	70	11
Costa Rica	El trabajo	•	20	5
	Agrícola Sanfer	*	150	15
	Agrícola Tabachines	*	180	20
Quilá	Naranjos	•	70	12
	La Loma	•	30	5
Aguaruto	Fetasa	•	200	22
	Agrícola del Río	*	45	5
	Los Cabritos	*	200	20
Culiacancito	San Sebastián	•	250	25
	Agrícola Quiroz	*	250	25
	Los Otates	•	180	20
Las Tapias	Santa María	*	130	15
Sanalona	Baldomero	•	20	5
Imala	Guayacán	*	200	25
Culiacán	Guásima	•	230	25
	Agrícola Mojolo	*	300	35
	Ganadera Verdugo	*	80	15
	Campo Morelia	•	180	20

* Sistema intensivo •Sistema extensivo

Colecta de muestras y análisis de laboratorio

Las heces se obtuvieron por enema en los corderos menores de 1 mes (m) y directamente en el recto con guante de látex en los animales de mayor edad, a continuación se marcaron individualmente, se refrigeraron (MABE, RMP65YL, Estado de México, México) a 4°C hasta su traslado y análisis en el laboratorio de Parasitología de la Universidad Autónoma de Sinaloa. Se registró información sobre los siguientes factores de riesgo: época del año (verano y otoño), sistema de producción (intensivo y extensivo) de la UPO, fuente de agua suministrada

(dique y pozo), edad del cordero (menores de 30 d y de 30-90 d), consistencia de las heces (normales y anormales) y sexo del cordero (hembra y macho).

La detección de ooquistes de *C. spp.* en las muestras fecales se efectuó mediante la técnica de Ziehl-Neelsen Modificada [37]. La observación de los frotis se realizó mediante un microscopio óptico de luz (Carl ZeissAxiostar®, EUA) con el objetivo de inmersión (100x) y los ooquistes se identificaron en base a sus características morfológicas.

Análisis estadístico

Un caso se definió como aquel ovino positivo con al menos un ooquiste de *C. spp.* La prevalencia se estimó como el número de ovinos positivos entre el total de ovinos muestreados.

La información sobre la positividad se utilizó para el análisis de los factores de riesgo, el cual se realizó en dos etapas: 1) Los datos fueron dicotomizados y sumarizados en tablas de contingencia (2 x 2), y analizados con prueba de Ji-cuadrado para cada uno de los factores de riesgo. 2) Los factores de riesgo que resultaron significativos ($P < 0,20$) se incluyeron en un análisis de regresión logística multivariado [1]. El modelo general fue:

$$\pi(x) = \frac{\exp(\alpha + \sum \beta_i x_i)}{1 + \exp(\alpha + \sum \beta_i x_i)}$$

Donde: α valores de $x_i = (x_1, \dots, x_p)$ variables predictoras p , \exp es la base de los logaritmos naturales 2,71828; α es el valor del intercepto, β_i son los valores de los coeficientes de regresión, x_i representa el vector de variables independientes.

En este estudio se incluyeron en el modelo las variables de época del año, fuente de agua y consistencia de las heces. En el modelo de regresión logística multivariado marginal se incluyeron solo las variables que resultaron significativas ($P < 0,05$) como época del año y fuente de agua. Para éste análisis se utilizó el procedimiento LOGISTIC [46], con el que se estimó el grado de asociación [razón de probabilidades (OR)] y los intervalos de confianza al 95%, así como los estimadores de los parámetros del modelo de regresión.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Prevalencia

De un total de 1140 muestras analizadas, 474 resultaron positivas a *C. spp.* y de las 23 UPO el 100% fueron positivas al protozoario, donde la prevalencia general fue 41,58% (IC95% 38,70; 44,40%) y dentro de las UPO varió de 27,80 a 77,80%, éste es el primer reporte de *C. spp.* en corderos de esta región. La prevalencia de *C. spp.* en ovinos se ha reportado mundialmente [4, 21, 22] de 11,13 a 38,80%; al comparar la prevalencia de este estudio con los realizados en México, se observó más elevada a la reportada en la región sur, en la Huasteca alta de Veracruz (19,52%) [24] y en el centro del país, en el estado de México (34,33%) [3]; y menor a la observada por Romero y col. [38] en corderos (67,50%) en la región centro oeste de Veracruz; estas variaciones podrían deberse a la interacción de distintos aspectos como sistemas de producción, edad de los animales o condiciones ambientales. Los resultados sugieren que este protozoario debe ser considerado endémico en la región estudiada, ya que *C. spp.* fue detectado en el 100% de las UPO por lo que se debe tomar en cuenta como un agente de importancia en la sanidad animal.

El conteo semicuantitativo de ooquistes de *C. spp.* en las muestras se presenta en la TABLA II, donde 292 (61,60%) de las muestras se observó con un ooquiste y en 128 (27,00%) se observaron 2 ooquistes. El estudio realizado por Causapé y col. [12] reportaron más del 50% de corderos de 1-21 d con excreción de un ooquiste y 13% en corderos de 22-90 d con 2 o más ooquistes; en una población de 32 bovinos (*Bos taurus*), el 53% de las muestras se observó más de 10 ooquistes [8]. Aunque en el presente estudio más del 50% de las excreción estuvo en el nivel mínimo (un ooquiste), son una fuente importante de infección al ambiente y una fácil propagación a los animales pues la dosis infectante requerida en los animales es baja (1-100 ooquistes) [5, 18].

TABLA II
NÚMERO DE OOQUISTES DE *Cryptosporidium*
Spp. OBSERVADOS POR MUESTRA DE HECES DE
CORDEROS DE PELO

Ooquistes	Frecuencia	Porcentaje
1	292	61,60
2	128	27,00
3	41	8,65
4	12	2,53
5	1	0,21

FACTORES DE RIESGO

Los factores de riesgo estudiados se presentan en la TABLA III. Las pruebas de Ji cuadrado indicaron qué de los siete factores, sólo tres fueron significativos ($P < 0,20$): época del año, fuente de agua y consistencia de las heces, sin embargo, en el modelo de regresión logística marginal sólo dos factores resultaron significativos ($P < 0,05$): época del año y fuente de agua (TABLA IV).

En relación a la época del año, los corderos tuvieron 2,2 veces más riesgo de presentar *C. spp.* en el otoño que en el verano ($P < 0,0001$). La prevalencia de *C. spp.* es variable de acuerdo a las condiciones climáticas [32], éstas últimas son un factor influyente en la presencia de *C. spp.*, tal como lo refieren Essa y col. [17] quienes registraron la tasa más alta de infección en becerros durante el verano (34,19%) al compararlo con el otoño (14,29%); si bien la época reportada por estos autores difiere a lo observado en esta investigación, si se concuerda con lo señalado por Green y col. [23] en que la mayor prevalencia de *C. spp.* se presenta en los meses cálidos y lluviosos, ya que observaron 38,10% más ooquistes de *Cryptosporidium* en ovinos en el periodo de más precipitación. En este sentido, el mes de julio, en la región estudiada en Culiacán fue considerado como el octavo mes más lluvioso desde el año 1941 a la fecha, y las temperaturas medias entre los meses de verano y otoño fue de 29,5° y 28,4°C, respectivamente [41] es decir, las temperaturas medias de ambas estaciones difirieron en 1,2°C, estas temperaturas cálidas aunadas a las lluvias son factores importantes para el desarrollo del protozoario.

TABLA III
FACTORES DE RIESGO ASOCIADOS A LA PRESENCIA DE *Cryptosporidium* Spp. EN HECES DE CORDEROS DE PELO EN EL MUNICIPIO DE CULIACÁN, SINALOA, MÉXICO

Factor de riesgo	Total	Corderos		P ^a
		Positivos	Porcentaje	
Época del año ^{bc}				
Verano	760	268	35,26	0,0001
Otoño	380	206	54,21	
Sistema de producción				
Extensivo	329	137	41,64	0,98
Intensivo	811	337	41,55	
Fuente de agua ^{bc}				
Pozo	1035	411	39,71	0,0001
Dique	105	63	60,00	
Sexo del cordero:				
Macho	467	202	43,25	0,34
Hembra	673	272	40,42	
Edad del cordero				
> 30 hasta 90 d	821	342	41,66	0,932
≤ 30 d	329	132	40,12	
Consistencia de las heces ^b				
Normales	958	387	40,40	0,063
Anormales	182	87	47,80	

^a Valores de probabilidad de la prueba de Ji-cuadrado.

^b Factores incluidos en el modelo de regresión logística estándar.

^c Factores incluidos en el modelo de regresión logística marginal.

TABLA IV
PARÁMETROS ESTIMADOS DE LA REGRESIÓN LOGÍSTICA MARGINAL PARA ALGUNOS FACTORES DE RIESGO ASOCIADOS A LA PRESENCIA DE *Cryptosporidium* SPP. EN HECES DE CORDEROS DE PELO EN EL MUNICIPIO DE CULIACÁN, SINALOA, MÉXICO

Factor de riesgo	Coefficientes	Error Estándar	OR	IC 95%	P
Época del año:					
Verano	0	0	1		0,0001
Otoño	0,397	0,065	2,20	1,71; 2,83	
Fuente de agua:					
Pozo	0	0	1		0,0001
Dique	0,424	0,107	2,34	1,54; 3,55	

Intercepto = 0,128 ± 0,109.

El siguiente factor de riesgo significativo fue la fuente de agua suministrada a los ovinos, ya que los corderos de UPO con agua proveniente de dique tuvieron 2,3 veces más riesgo de presentar *C. spp.* que los abastecidos por agua de pozo ($P < 0,0001$), por lo cual los animales que se les ofrecía agua de dique presentaron mayor prevalencia (60%) a *Cryptosporidium*. Una de las principales vías de transmisión de *C. spp.* es por la ingestión de aguas contaminadas con el ooquiste [10]. En estudios de detección de este protozooario en ovinos y becerros se incluyó esta variable indicando al agua como un factor de riesgo [3, 26]. En un estudio realizado en el estado de Guerrero, México [19], reportaron al agua de pozo como un factor de riesgo con una prevalencia de 13,30%, esto difiere a los resultados de esta investigación, donde

se encontró un mayor porcentaje de prevalencia de *C. spp.* en las UPO donde se ofrecía a los corderos agua de dique, esto probablemente se deba a la exposición de aguas al contacto con heces de animales, tanto de pastoreo como de vida silvestre, como fue mencionado por Castro et al. [10], al indicar que los animales son un reservorio importante del parásito facilitando su dispersión y transmisión. El agua como factor de riesgo también toma notoriedad ya que es uno de los principales mecanismos de transmisión al humano [10, 31, 39].

La consistencia de las heces se observó anormal (47,40%) y fue estadísticamente significativo ($P = 0,063$) en el estudio de regresión logística estándar pero no en el de regresión logística marginal. Algunos estudios reportan la asociación de heces

diarreicas a *C. spp.* con porcentajes que oscilan del 20,70 al 82,50% [6, 12, 42, 43]. El presente estudio concuerda con algunos autores [38, 44, 47], quienes no observaron dicha asociación. Estos resultados ponen de manifiesto que, los corderos de esta región probablemente presenten cuadros asintomáticos tal como fue descrito [2, 29, 44], quienes afirman la posibilidad de animales asintomáticos, con ausencia de diarreas, por episodios de diarreas previos a la toma de muestra o recuperación de la infección clínica.

Los resultados del análisis de *C. spp.* y sistema de producción extensivo (41,64%) e intensivo (41,55%) no mostraron asociación significativa ($P < 0,98$); estudios al respecto reportan mayor prevalencia en sistemas extensivos [3, 44]. Los resultados del presente trabajo podrían atribuirse a las condiciones deficientes de higiene en la mayoría de las UPO que facilitarían el contagio, esta circunstancia unida a que las dosis infectivas para los animales son mínimas, podrían ser la causa de su presencia en cualquiera de los sistemas estudiados.

El análisis del factor de riesgo sexo de los corderos mostró en hembras el 40,42% y los machos 43,25%; sin embargo, no se asoció el protozoario con el sexo del cordero ($P < 0,34$). Esto coincide con la mayoría de los estudios [6, 28, 44]. En el presente estudio, la mayoría de los corderos se alojaban en los mismos corrales, por lo cual la diseminación del protozoario fue facilitada entre la población independientemente del sexo.

Al analizar los datos de la presencia de *C. spp.* de acuerdo al factor edad de los corderos se encontró una prevalencia de 40,12% en los menores de 30 d y de 41,66% en los mayores de 30 y hasta 90 d ($P < 0,932$). Diversos autores coinciden en que la edad es un factor de riesgo para la criptosporidiosis [6, 15, 50] y se considera a los animales recién nacidos los más susceptibles [16, 22]. Los resultados de la presente investigación muestran similitud a lo reportado por Romero y col. [38], quienes no observaron diferencias en corderos menores de 1 y hasta 2 m de edad. Una posible razón a este resultado reside en que los corderos permanecen entre 2,5 y 3 m de edad con la madre, las cuales pueden actuar como fuentes de infección [34] y contribuir al mantenimiento de la misma al excretar ooquistes al medio ambiente [15] facilitando la recirculación del protozoario en el rebaño en las diversas etapas de desarrollo.

Es pertinente continuar con estudios en épocas de invierno y primavera, con el fin de conocer el comportamiento de *C. spp.* en las distintas épocas, así como estudios moleculares acoplados al rastreo de fuentes de contaminación para determinar las especies de *Cryptosporidium* presentes en los corderos.

CONCLUSIÓN

La presente investigación es el primer estudio de prevalencia de *Cryptosporidium* spp. en corderos de pelo en el municipio de Culiacán, Sinaloa, México, y se observó en el 100% de las UPO, con una prevalencia general de 41,58%, con una variación

dentro de las UPO de 27,80 a 77,80%. El riesgo de que un animal presente *C. spp.* se incrementa 2,2 veces más en época de otoño y 2,3 veces más con el suministro de agua de dique, por lo que debe considerarse como un problema endémico de la región y dirigir mayor atención a estos factores para la implementación de medidas de prevención.

AGRADECIMIENTOS

A la Asociación de Criadores de Ovinos y Caprinos Culiacán AC. y al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT) México, por el apoyo económico para la formación de recursos humanos en este proyecto.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] AGRESTI, A. Categorical Data Analysis. 2ª Ed. Wiley Interscience. EUA. 710 pp. 2002.
- [2] ALONSO, F. M. U.; GARCÍA, A. A.; SALAZAR, G. F.; VÁZQUEZ, C. J. C.; PESCADOR, S. N.; SALTIJERAL, O. J. Prevalence of *Cryptosporidium* spp. in asymptomatic sheep in family flocks from Mexico State. **J. Vet. Med.** 52: 482-483. 2005.
- [3] ALONSO, M. U.; SALTIJERAL, J.; PESCADOR, N. Producción ovina y niveles de infección de *Cryptosporidium* spp en el Estado de México. **Peq. Rum.** 6 (2): 8-12. 2005.
- [4] BARIS, S.; MÜKREMIN, Ö. A.; YUNUS, G.; MURAT, K.; GENÇAY, T. T. The prevalence of *Cryptosporidium* species in diarrhoeic lambs in Kars province and potential risk factors. **Trop. Anim. Health Prod.** 41:819–826. 2009.
- [5] BASUALDO, J.; PEZZANI, B.; DE LUCA, M.; CÓRDOBA, A.; APEZTEGUÍA, M. Screening of the municipal water system of La Plata, Argentina, for human intestinal parasites. **Int. J. Hyg. Environ. Health.** 203: 177-82. 2000.
- [6] BEJAN, A.; VIORICA, M.; RADU, C.; SMARO, S.; COZMA, V. Epidemiology of *Cryptosporidium* spp. infection in goat kids in the central and the northwest part of Romania. **Sci. Parasitol.** 1: 2-36. 2009.
- [7] BUDU, A. E.; GREENWOOD, S. J.; DIXON, B. R.; BARKEMA, H. W.; YMCCLURE, J. T. Occurrence of *Cryptosporidium* and *Giardia* on beef farms and water sources within the vicinity of the farms on Prince Edward Island, Canada. **Vet. Parasitol.** 184:1-9. 2012.
- [8] CASTRO, H. J. A.; GONZÁLEZ, L. Y. A.; MEZO, M. M.; ARES, M. E. A study of cryptosporidiosis in a cohort of neonatal calves. **Vet. Parasitol.** 106:11–17. 2002.
- [9] CASTRO, H. J. A.; ALMEIDA, A.; GONZÁLEZ, W. M.; CORREIA D. C., J. M.; MEZO, M. Prevalence and preliminary genetic characterization of *Cryptosporidium* spp. isolated from asymptomatic heifers in Galicia (NW, Spain). **J. Euk. Microbiol.** 53: 22-23. 2007.

- [10] CASTRO, H.J.S.; GARCÍA, P. I.; ALMEIDA, A.; GONZÁLEZ, W. M.; CORREIA D. C. J.M.; MEZO, M. Detection of *Cryptosporidium* spp. and *Giardia duodenalis* in Surface water: A health risk for humans and animals. **Water Res.** 43: 4133-4142. 2009.
- [11] CASTRO, H. J. A.; GARCÍA, P. I.; ALMEIDA, A.; GONZÁLEZ, W. M.; CORREIA D. C., J. M.; MEZO, M. *Cryptosporidium* spp. and *Giardia duodenalis* in two areas of Galicia (NW Spain). **Sci. Total Environ.** 409: 2451-2459. 2011.
- [12] CAUSAPÉ, A. C.; QUÍLEZ, J.; SÁNCHEZ, A. C.; DEL CACHO, E.; LÓPEZ, B. F. Prevalence and analysis of potencial risk factors for *Cryptosporidium parvum* infection in lambs in Zaragoza (northeastern Spain). **Vet. Parasitol.** 104 (4): 287-98. 2002.
- [13] CIAPAN. Guía para la asistencia técnica del Valle de Culiacán. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas, Forestales y Pecuarias. Culiacán, Sinaloa, México. 92 pp. 2002.
- [14] CORDERO, C. M.; ROJO, V. F. A.; MARTÍNEZ, F. A. R.; SÁNCHEZ, A. M. C.; HERNÁNDEZ, R. S.; NAVARRETE, L. I.; DIEZ, B. P.; QUIROZ, R. H.; CARV, A.V. Criptosporidiosis. In Rojo, V. F.; Gómez, B. M.; Ortega, M. L.M. (Eds). **Parasitología Veterinaria**. 3ª Ed. McGraw-Hill-Interamericana. España. Pp 456-457. 2002.
- [15] DE GRAAF, D.C.; VANOPDEMBOSCH, E.; ORTEGA-MORA, L.M.; ABBASI, H.; PEETERS, J.F. A review of the importance of cryptosporidiosis in farm animals. **Int. J. Parasitol.** 29: 1269-1287. 1999.
- [16] DÍAZ, R. A.; JIMÉNEZ, G. J. M.; MATERANO, O. P. A.; RAMÍREZ, I. L. N. Dinámica de la infección por *Cryptosporidium* spp. y *Giardia* spp. en búfalos (*Bubalus bubalis*) durante los primeros tres meses de vida. **Rev. Científ. FCV-LUZ.** XXII (6): 507 – 515. 2012.
- [17] ESSA, S. H.; EL-SAYED, M. G.; MOHAMED, G. A.; ABDELMONEIM, M. M.; FAYSL, K. H.; LUBNA EL-AKABAWY. The incidence of *Cryptosporidium* infection among Friesian and buffalo calves in minufiya governorate. **Benha Vet. Med. J.** 26 (1): 195-204. 2014.
- [18] FAYER, R. *Cryptosporidium*: a water-borne zoonotic parasite. **Vet. Parasitol.** 126: 37-56. 2004.
- [19] FITZ, S. E.; ROSARIO, C. R.; HERNÁNDEZ, O. R.; HERNÁNDEZ, C. E.; RODRÍGUEZ, B. E.; GARCÍA, V. Z. *Cryptosporidium parvum*: prevalencia y factores de riesgo en becerros del municipio de Cuajinicuilapa, Guerrero, México. **Vet. y Zoot.** 7(1): 49-61. 2013.
- [20] GARCÍA, E. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen (para adaptarla a las condiciones climáticas de la República Mexicana). Instituto de Geografía. Universidad Nacional Autónoma de México. 144 pp. 1988.
- [21] GEURDEN, T.; THOMAS, P.; CASAERT, S.; VERCRUYSSSE, J.; CLAEREBOU, E. Prevalence and molecular characterisation of *Cryptosporidium* and *Giardia* in lambs and goat kids in Belgium. **Vet. Parasitol.** 155: 142–145. 2008.
- [22] GHAREKHANI, J.; HEIDARI, H.; YOUSSEFI, M. Prevalence of *Cryptosporidium* Infection in sheep in Iran. **Turkiye Parazitol. Derg.** 38: 22-5. 2014.
- [23] GREEN, R.E.; AMARANTE, A.F.T.; MASCARINI, L.M. The seasonal distribution of *Cryptosporidium* oocysts in sheep raised in the state of Sao Paulo. **Rev. Bras. Parasitol. Vet.** 13: 125-7.2004.
- [24] GUILLEN, L.V.M.; VITELA, M.I.V.; MEDINA, E.L.E.; CRUZ, V.C.R. Identificación de *Cryptosporidium parvum* en ovinos de producción extensiva de la región Huasteca alta de Veracruz. 2013. XIV Seminario de Investigación. Universidad Autónoma de Aguascalientes. Aguascalientes, 20-22 de mayo. México. En línea: https://investigacion.uaa.mx/seminario/Memoria_Electronica/14seminario/abstracts.html/06/07/2015.
- [25] HANCOCK, D.; BESSER, T.; LEJEUNE, J.; DAVIS, M.; RICE, D. The control of VTEC in the animal reservoir. **Int. J. Food Microbiol.** 66: 71-78. 2001.
- [26] HERNÁNDEZ, G. N.; CORTÉS V. J. A. Prevalencia y factores de riesgo de *Cryptosporidium* spp. y *Giardia* spp. en terneros de ganado lechero de la zona noroccidental de la Sabana de Bogotá. **Rev. Salud Publ.** 14 (1): 169-18. 2012.
- [27] JAFARI, R.; MAGHSOOD, A.H.; FALLAH, M. Prevalence of *Cryptosporidium* infection among Livestock and Humans in contact with Livestock in Hamadan District, Iran, 2012. **J. Res. Health Sci.**13: 88-89. 2013.
- [28] KHEZRI, M.; KHEZRI, O. The prevalence of *Cryptosporidium* spp. in lambs and goat kids in Kurdistan, Iran. **Vet. World.** 6(12): 974-977. 2013.
- [29] LASSEN, B.; VILTROP, A.; RAAPERI, K.; JARVIS, T. *Eimeria* and *Cryptosporidium* in Estonian dairy farms in regard to age, species and diarrhea. **Vet. Parasitol.** 166 (3-4):212-219. 2009.
- [30] LINDSAY, D. S.; UPTON, S. J.; OWENS, D. S.; MORGAN, U. M.; MEAD, J. R.; BLAGBURN, B. L. *Cryptosporidium andersoni* (Apicomplexa: Cryptosporiidae) from cattle, *Bos taurus*. **J. Euk. Microbiol.** 47 (1): 91-95. 2000.
- [31] MAC KENZIE, W.; HOXIE, N.; PROCTOR, M.; GRADUS, M.; BLAIR, K.; PETERSON, D.; KAZMIERCZAK, J.; ADDISS, D.; FOX, K.; ROSE, J. A massive outbreak in Milwaukee of *Cryptosporidium* infection transmitted through the public water. **N. Engl. J. Med.** 331(3):161-167. 1994.
- [32] MORSY, G.H.; KADRIA, N.; ABDEL, M.K.N.; HAMMAM, A.M.; SELIEM, M.M.E.; FATHIA, A.M.; KHALIL, F.A.M.; DINA, A.D. Prevalence of *Cryptosporidium* infection in

- Buffalo calves with special reference to urea and creatinine levels. **Global Vet.** 13 (5): 662-667. 2014.
- [33] OLSON, M. E.; O'HANDLEY, R. M.; RALTON, B. J.; MCALLISTER, T. A.; THOMPSON, R. C. A. Update on *Cryptosporidium* and *Giardia* infections in cattle. **Trends Parasitol.** 20:185-191. 2004.
- [34] PULIDO, M. M. O.; ANDRADE, B. R. J.; RODRÍGUEZ, V. R. I.; GARCIA, C. D. J. Prevalencia y posibles factores de riesgo en la excreción de ooquistes de *Cryptosporidium* spp en bovinos de Boyacá, Colombia. **Rev. Mex. Cien. Pec.** 5 (3): 357-364. 2014.
- [35] QUÍLEZ, J.; VERGARA, C.J.; SÁNCHEZ, A.C.; DEL CACHO, E.; LÓPEZ, B.F. Prevalencia de *Cryptosporidium parvum* en ganado caprino en la provincia de Zaragoza. Estudio preliminar. **Acta Parasitol. Port.** 8:167. 2001.
- [36] QUÍLEZ, J.; SÁNCHEZ, A. C.; DEL CACHO, E. Criptosporidiosis de los pequeños rumiantes. **Peq. Rum.** 4 (2): 22-29. 2003.
- [37] ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE SANIDAD ANIMAL (O.I.E). Manual of diagnostic test and vaccines for terrestrial animals. Criptosporidiosis. 2008. En línea: web.oie.int/norms/mmanual/pdf_es_2008/2.09.04%20criptosporidiosis.pdf/03/06/2016.
- [38] ROMERO, S. D.; COSME, A. E.; CRUZ, R. A.; AGUILAR, D. M.; IBARRA, P. N.; MERINO, C. J. O.; PÉREZ L. A. A.; HERNÁNDEZ, T. J. Prevalence of *Cryptosporidium* in small ruminants from Veracruz, México. **BMC Vet. Res.** 12:14. 2016.
- [39] ROSE, J. B. Environmental ecology of *Cryptosporidium* and public health implications. **Annu. Rev. Publ. Health.** 18:135-61. 1997.
- [40] SERVICIO DE INFORMACIÓN AGROALIMENTARIA Y PESQUERA. Población ganadera ovino. 2013. En Línea. <http://www.gob.mx/siap/documentos/poblacion-ganadera#/27/05/2016>.
- [41] SERVICIO METEOROLÓGICO NACIONAL. Pronóstico. Climatología. 2015. En Línea: <http://smn.cna.gob.mx/ces/climatología/informaciónclimatologica/03/06/2015>.
- [42] SHAFIQ, B. M. A.; MAQBOOL, A.; KHAN, J. U.; LATEEF, M.; IJAZ, M. Prevalence, Water Borne Transmission and Chemotherapy of Cryptosporidiosis in Small Ruminants. **Pakistan J. Zool.** 47 (6): 1715-1721. 2015.
- [43] SHARMA, S.P.A.L.; BUSANG, M. Prevalence of some gastrointestinal parasites of ruminants in southern Botswana. **Bots. J. Agric. Appl. Sci.** 9 (2): 97-103. 2013.
- [44] SHARMA, S. P. A.L.; BUSANG, M. *Cryptosporidium* infection in sheep and goats in Southern Botswana and its public health significance. **Global J. Anim. Sci. Res.** 3(2): 329-336. 2015.
- [45] SMITH, H. V.; RAB, N. *Cryptosporidium*: detection in water and food. **Exp. Parasitol.** 124: 61-79. 2010.
- [46] STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM INSTITUTE. (SAS). Versión 8.1. USA. 2001.
- [47] VALERA, Z.; QUINTERO, W.; VILLAROEL, R.; HERNÁNDEZ, E. *Cryptosporidium* spp en becerros neonatos de una finca del municipio Rosario de Perijá, estado Zulia, Venezuela. **Rev. Cientif. FCV-LUZ** XI (3): 213-218. 2001.
- [48] XIAO, L. Molecular epidemiology of cryptosporidiosis: an update. **Experim. Parasitol.** 124: 80-89. 2010.
- [49] XIAO, L.; FAYER, R.; RYAN, U.; UPTON, S. J. *Cryptosporidium* taxonomy: Recent advances and implications for public health. **Clin. Microbiol. Rev.** 17:72-97. 2004.
- [50] ZUCATTO, A. S.; AQUINO, M. C. C.; INÁCIO, S. V.; FIGUEIREDO, R. N.; PIERUCCI, J. C.; PERRI, S. H. V.; MEIRELES, M. V.; BRESCIANI, K. D. S. Molecular characterisation of *Cryptosporidium* spp in lambs in the South Central region of the State of São Paulo. **Arq. Bras. Med. Vet. Zoot.** 67 (2): 441-446.