

**CONTAMINACIÓN CON *Cryptosporidium* spp.
EN SUELOS DE LOS PRINCIPALES PARQUES
PÚBLICOS Y ZONAS VERDES DE LA CIUDAD DE
TUNJA**

GONZÁLEZ PATIÑO, Ana Consuelo. M. V. Z. Esp.
Docente Facultad de Ciencias Agrarias, FUJDC
Grupo de investigación IRABI
cvzoomedica@yahoo.com

GRANADOS RAMÍREZ, Guillermo Enrique. M. V. Z. Esp.
Clínica Veterinaria Zoomédica
granram11@yahoo.es

TÉLLEZ ACOSTA, Arleth Johanna. M.V.
Clínica Veterinaria Zoomédica
arleth4@hotmail.com

Recibido: 15/03/2013
Aceptado: 10/08/2013

RESUMEN

La criptosporidiosis constituye uno de los mayores problemas de salud pública en el mundo, hasta el punto de ser considerada en la actualidad como una enfermedad emergente, aunque puede presentarse de forma esporádica, los brotes epidémicos de esta zoonosis son más frecuentes y están relacionados con el consumo de agua contaminada debido al control deficiente de los sistemas de tratamiento de agua para consumo. Así mismo, se han realizado estudios en los últimos años sobre *Cryptosporidium* spp., y su interacción con el suelo, en especial, el destinado al uso agrícola por su impacto en la salud pública, debido al uso de aguas residuales para riego de cultivos. Se determinó la presencia de *Cryptosporidium* spp., en 159 muestras de suelos provenientes de 12 parques de la ciudad de Tunja, mediante la técnica de sedimentación espontánea y Ziehl Neelsen Modificada. En el desarrollo de la investigación se tuvo en cuenta las variables textura, pH del suelo y temperatura ambiental. De los parques públicos intervenidos en esta investigación, el 80,5 % presentó áreas contaminadas por este protozooario. En el análisis, para las variables temperatura, textura y pH, se halló una asociación significativa ($p < 0.05$) entre la variable textura del suelo con la presencia de *Cryptosporidium* spp.; mientras las variables temperatura ambiental y pH no evidenciaron asociación

significativa. El alto porcentaje de parques contaminados (80,5 %) indica que estos sitios constituyen un factor de riesgo para la presentación de enfermedades zoonóticas de importancia en salud pública, por lo que es necesario tomar medidas por parte de las autoridades locales, para disminuir la contaminación de los espacios públicos.

Palabras clave: *contaminación fecal, Cryptosporidium spp., infección gastrointestinal, protozooario, salud pública, zoonosis.*

CONTAMINATION WITH *Cryptosporidium spp.* IN SOILS OF THE MAIN PUBLIC PARKS AND GREEN ZONES OF THE TUNJA CITY

ABSTRACT

Cryptosporidium has become one of the major public health problems around the world. Nowadays, *Cryptosporidium* has been considered as an emerging infectious disease, although it can occur as a sporadic form, the epidemic outbreaks of this zoonoses are caused by drinking contaminated water; as a result of an incorrect drinking water treatment. Moreover, there are some studies related to *Cryptosporidium spp.* and its interaction with the land, especially, those destined to agricultural use which it has had a great impact on the public health, due to its use as wastewater for crop irrigation. In this study was possible to determine the presence of *Cryptosporidium spp.* in 159 soil samples which were taken from 12 different Tunja's green parks, throughout the Ziehl Neelsen Modified stain, Spontaneous sedimentation technique. The development of this research was based on different variables such as texture, soil pH and environmental temperature. The results pointed out that some of the 80, 5% of the public parks areas were contaminated by this protozoan. Therefore, the analysis of temperature, texture and pH showed a ($p < 0.05$) significant association between the soil texture variable and the *Cryptosporidium spp.* presence. Meanwhile there was not a significant association between temperature and pH. The 80.5 % evidence a high level of contaminated parks which indicates that these parks areas are an important risk factor for submission of this zoonotic diseases for public health importance. In this sense, it is necessary that the local authorities take control in order to reduce the parks contamination in Tunja.

Keywords: *fecal contamination, Cryptosporidium spp., dogs, gastrointestinal infection, public health, protozoan, zoonotic.*

INTRODUCCIÓN

Cryptosporidium es un parásito protozoario que se desarrolla en las células epiteliales intestinales de humanos y otras especies animales; pudiendo infectar otros epitelios como el del tracto respiratorio y renal, especialmente en individuos inmunocomprometidos. La infección con este parásito se manifiesta como un proceso diarreico agudo que, dependiendo de la inmunocompetencia del individuo puede autolimitarse o convertirse en una patología crónica (Greene, 2008; Bowman, 2004). En la actualidad se reportan 20 especies del género *Cryptosporidium* de las cuales se describen: 1 en anfibios, 2 en reptiles, 2 en peces, 3 en aves y 12 reportadas en mamíferos (Fayer, 2010). De las especies de *Cryptosporidium* que infectan mamíferos *C. parvum* and *C. hominis* son las responsables de infección zoonótica y antropozoonótica. *C. felis*, *C. muris* y *C. canis* han sido reportadas en infecciones humanas, pero son menos comunes (Quah *et al.*, 2011; Celis, 2010; Greene, 2008; Vergara & Quílez, 2004). De la misma manera, se ha comprobado que *C. parvum* no causa infección en aves, a pesar de ser estas un vector mecánico en el transporte de este parásito zoonótico (Quah *et al.*, 2011).

La criptosporidiosis constituye uno de los mayores problemas de salud pública en el mundo, cobrando interés por su prevalencia, distribución y consecuencias, especialmente en países desarrollados, hasta el punto de ser considerada en la actualidad como una enfermedad emergente (Acha, 2003). Aunque se presenta de forma esporádica, las infecciones producidas por *Cryptosporidium* spp. en humanos y animales en los últimos años, son más frecuentes y están relacionadas con el consumo de agua, debido al control deficiente de los sistemas de tratamiento físico-químicos de la misma, la resistencia del parásito frente a las condiciones ambientales y la aparición de nuevos genotipos de *Cryptosporidium*, que evidencian un impacto negativo en salud pública (Alyousefi *et al.*, 2011; Almeida *et al.*, 2010; Fayer, 2010; Flores *et al.*, 2010; Barboni *et al.*, 2008; Solarte *et al.*, 2006).

En recientes investigaciones se ha comprobado la presencia de *Cryptosporidium* en el suelo, especialmente aquellos destinados para usos agrícolas, dado el inadecuado manejo de aguas residuales para riego de cultivos, y el permanente contacto con materia fecal contaminada con dicho protozoario, demostrándose así otra ruta de transmisión horizontal para humanos y animales (Peng *et al.*, 2011; Flores *et al.*, 2010; Barwick *et al.*, 2003).

En Colombia son pocos los estudios de seroprevalencia que se han hecho en comunidades donde se reporta la presencia de este protozoario que, al no originar emergencias epidemiológicas de importancia, no se considera de

reporte obligatorio. En cuanto a los datos que se tienen en relación con la contaminación de suelos de los espacios públicos está limitado a la detección de helmintos y nematodos; esto puede atribuirse al desconocimiento o falta de estandarización de un método de concentración fiable para la detección de *Cryptosporidium* spp. dadas las características extrínsecas del suelo (Polo, 2006; Córdoba et al., 2002; Castro 1998).

El objetivo de este estudio fue establecer la presencia de *Cryptosporidium* spp. en suelos provenientes de parques públicos de la ciudad de Tunja; mediante una técnica diagnóstica parasitológica de concentración para *Cryptosporidium* spp., así como la identificación de la interacción entre los ooquistes presentes y las características físico-químicas.

METODOLOGÍA

El diseño fue de corte transversal a conveniencia, desarrollado entre septiembre y octubre de 2012 con una duración de 3 semanas. El trabajo se dividió en tres fases: selección de los parques, que se realizó con base en aspectos como: estado de conservación de los parques, presencia de señales y cerramientos que impidan la entrada de animales domésticos, ya sean población canina o animales para pastoreo (bovinos, equinos, entre otros) y la alta afluencia de personas en estos sitios. La recolección de muestras se realizó en 12 parques de la ciudad, considerándose como factores de exclusión las áreas verdes de los parques y zonas verdes de la ciudad con bajo o nulo acceso por cerramientos y relacionadas con lugares acondicionados en cemento para el ejercicio. Para la determinación del área a muestrear, se midieron las áreas verdes de mayor concurrencia, ya que estos reportes aún no se encuentran consignados en el Plan de Ordenamiento Territorial (POT) actual. La toma de muestras se realizó de acuerdo con la descrita por Polo (2006), donde se tomaron un total de 159 muestras de suelo una cada 100 m² con una pala en un área de 10 cm de ancho por 10 cm de largo a una profundidad de 3 cm.

Las muestras fueron mantenidas en bolsas plásticas y se mantuvieron en refrigeración (4°C) para conservar sus características hasta su procesamiento. El análisis de las muestras de suelos se realizó en el Laboratorio de Suelos de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia (UPTC); de la misma manera, se tomaron muestras aleatorias para medición de pH, las cuales se efectuaron en el laboratorio de microbiología de la Facultad de Medicina Veterinaria de la Fundación Universitaria Juan de Castellanos. La estandarización del proceso, preparación, montaje y lectura de las muestras se realizaron en el Laboratorio Veterinario Microzoo, y Clínica Veterinaria Zoomédica. La temperatura, un factor que durante la ejecución de este estudio

osciló entre los 12.1°C y 13.3°C; fue consultada en el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM). Luego de la recolección de las muestras, estas fueron homogenizadas con una tijera de fragmentación. Luego, se llevó a cabo un tamizaje con colador de plástico para retirar el material vegetal y otros residuos; seguido a esto se tomaron 40 g de tierra la cual se homogenizó con 50 ml de agua destilada; a esta mezcla se le realizó un tamizaje adicional. Finalmente, la mezcla fue vertida en tubos de vidrio de 25 ml, los cuales se cerraron herméticamente, se agitaron por 30 s y se dejaron reposar por 1 hora. Para la determinación de la concentración de ooquistes se retiró el sobrenadante dejando 0,3 ml aproximadamente por encima del sedimento, y se tomó una muestra consistente en cuatro gotas las cuales se colocaron en una lámina portaobjetos y secadas a temperatura ambiente.

La identificación de ooquistes de *Cryptosporidium* spp. se ejecutó mediante coloración de Ziehl Neelsen modificada de acuerdo con el protocolo del Laboratorio Veterinario Microzoo. Las muestras consideradas positivas para *Cryptosporidium* spp. fueron aquellas donde los ooquistes visualizados presentaron las propiedades ópticas y su forma coincidió con las descritas por Del Coco *et al.*, 2008 ; Zanaro & Garbossa, 2008 y Casemore *et al.*, 1985.

Análisis estadístico

Los datos fueron tabulados mediante Excel 2007 (Microsoft®), teniendo en cuenta datos como zona intervenida y número de muestras, cada uno de los cuales fueron categorizadas en un sistema semicuantitativa así: (-) ausencia de *C. spp.*; (+) presencia de 1 a 3 ooquistes; (++) 4 a 6 ooquistes; (+++) presencia de 7 a 10 ooquistes y (++++) para presencia mayor a 10 ooquistes en cada muestra. Se evaluó el grado de asociación entre la presencia de *Cryptosporidium* spp. y la textura, temperatura y pH del suelo empleando una prueba de Chi² y prueba exacta de Fisher, con un nivel de significancia de 0,05.

RESULTADOS

De los parques públicos intervenidos en esta investigación, el 80,5 % presentó áreas contaminadas por este protozoario (figura No. 1). Los lugares donde se obtuvieron las muestras más contaminadas fueron los parques del Consuelo, los Muiscas y la Florida como se muestra en la figura No. 2.

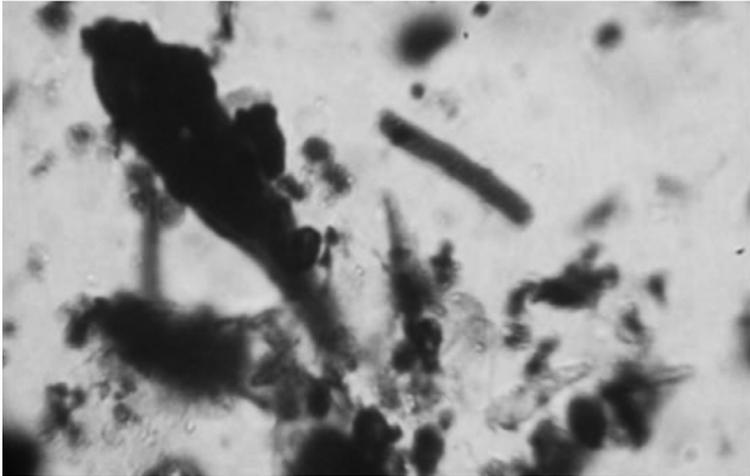


Figura No. 1. Identificación de ooquistes de *Cryptosporidium* spp. Objetivo 40x.

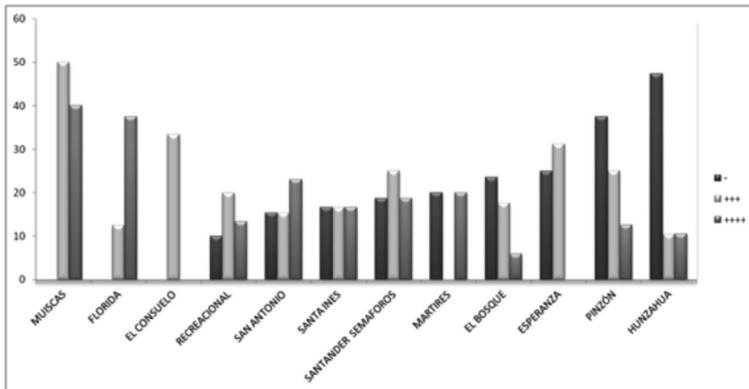


Figura No. 2. Porcentaje de distribución de *Cryptosporidium* spp. en los parques de la ciudad de Tunja.

En cuanto a la textura del suelo, de las 159 muestras tomadas, el 28,9% pertenecen a muestras en suelos francos, de las cuales el 70% de estas presentan uno o más ooquistes de *Cryptosporidium* spp., seguidas por suelo de tipo franco limoso con un 21,4% y suelos orgánico y franco a franco - limoso con una prevalencia del 15,1%. Como se observa en la tabla, en estas cuatro clasificaciones se encuentra la mayor cantidad de muestras positivas a *Cryptosporidium* spp.

Tabla No. 1. Porcentaje de muestras tomadas según el tipo de suelo en parques públicos de la ciudad de Tunja.

TEXTURA DEL SUELO	Total muestras tomadas según textura del suelo	Porcentaje de muestras tomadas según textura del suelo (%)	Presencia de ooquistes en cada muestra (%)
FRANCO	46	28,9	70
FRANCO LIMOSO	34	21,4	79
ORGÁNICO	24	15,1	100
FRANCO - FRANCO LIMOSO	24	15,1	96
FRANCO ARENOSO	13	8,2	69
FRANCO-ARCILLO ARENOSO	11	6,9	91
ARENOSO	4	2,5	25
ARCILLOSO	3	1,9	67

La presencia de ooquistes es relativamente homogénea en cada tipo de suelo; sin embargo, la relación de presencia-ausencia de ooquistes de *Cryptosporidium* spp., respecto al tipo de suelo ($p= 0,00022655$); se observa una afinidad del protozoario a suelos donde la presencia de material orgánico es mayor.

DISCUSIÓN

Respecto al conteo de ooquistes de *Cryptosporidium* spp., aunque varíe la cantidad y número de ooquistes por muestra, de los 12 parques muestreados el 85% de estas áreas presentan contaminación con *Cryptosporidium* spp., se puede inferir a partir de los datos obtenidos que la falta de manejo de las excretas y el descuido por parte de las autoridades sanitarias en cuanto al aseo y mantenimiento que requieren este tipo de espacios, incrementa el riesgo de infección accidental en las personas por ingestión al manipular objetos que estuvieron en contacto con los excrementos de los animales, en especial los niños quienes frecuentan las zonas verdes y es común en ellos los hábitos de geofagia. Cabe recalcar que en varios de los parques muestreados además de encontrar heces de caninos se hallaron heces de humanos, bovinos, asnales y equinos, lo que aumenta la contaminación por *Cryptosporidium*; más aun sabiéndose que los reportes de la transmisión de esta zoonosis en el humano es más común por bovinos.

El alto índice de muestras positivas a *Cryptosporidium* spp. en suelos de tipo orgánico (100%) y limoso (70% a 96%), confirma que son texturas óptimas para el mantenimiento de la humedad, temperatura, flujo de oxígeno y gas carbónico, así mismo facilita el transporte de los ooquistes a través de las biopelículas y la filtración de estos en el subsuelo, con lo cual se perpetúa la contaminación de los suelos con este parásito, en concordancia con lo reportado por Peng *et al.* (2011 - 2008) quienes afirman que “Las partículas del suelo probablemente no afectan directamente a la supervivencia de ooquistes, pero puede modificar la actividad metabólica de los ooquistes, cambiar otras propiedades físico-químicas y biológicas del suelo”.

Aunque el avance de las técnicas de concentración y detección de ooquistes de *Cryptosporidium* en suelos permiten nuevos abordajes en el desarrollo de esta enfermedad y su transmisión, no excluyen el hecho de continuar realizando diagnósticos de manera simple y práctica, como la técnica de concentración y detección de ooquistes planteadas en el trabajo, pues es una alternativa aceptable para el muestreo en estudios de este tipo en países donde aún es difícil acceder a técnicas más precisas y de última generación, como las descritas por Barwick *et al.* (2003) y Kuczynska & Shelton (1999), donde se manejaron técnicas de mayor confiabilidad para la detección de ooquistes de *Cryptosporidium* spp. (reactivo tris 80), pues las características coloidales del suelo, en especial de tipo arcilloso, favorecen mecanismos de transporte del parásito a través de la carga electrostática y puede dificultar su detección.

En este estudio se halló *Cryptosporidium* spp. en una de las muestras de suelo de tipo arenoso; lo cual difiere de lo reportado en la literatura, donde se afirma que es improbable su detección en este tipo de suelos (Barwick *et al.*, 2003), cabe aclarar que la detección del parásito puede deberse al transporte por fómites o por descargas recientes de origen intestinal; esto es de gran importancia pues las partículas del suelo en constante contacto con seres y objetos favorece su diseminación, así mismo, la precipitación y temperatura tienen efecto en las propiedades intrínsecas del suelo con las cuales la presencia del protozooario en el suelo puede variar (Castro, 1998).

Aunque en este estudio, el pH en todas las muestras de suelo fue ácido, con valores desde 5.9 hasta 7.2, típico de los suelos de la ciudad de Tunja dada su caracterización (cárcavas), es necesario comparar la supervivencia de este parásito en pH alcalino, pues existen contrariedades en cuanto al papel que desempeña el pH en la supervivencia del ooquiste, pues Dai *et al.* (2003) en su estudio describen que el pH alcalino no ofrece las condiciones para la supervivencia del ooquiste; y Peng *et al.* (2011) describe la necesidad de realizar estudios comparativos entre pH y temperatura en campo que permitan

definir la relevancia de estos factores, ya que la adherencia del ooquiste a las partículas del suelo y el transporte de éste en diferentes superficies es debido a su carga electrostática que mejora en suelos con pH ácido a neutro, y los procesos de alimentación, y metabolismo del *Cryptosporidium* spp. dependen de la temperatura ambiental y las características físicas del suelo para su desenvolvimiento y supervivencia.

La temperatura fue un factor que durante la ejecución de este estudio osciló entre los 12.1°C y 13.3°C; aunque no se registró asociación de esta con la presencia de *Cryptosporidium* spp. en este estudio ($p = 0,093$); Peng *et al.* (2011) y Barwick *et al.*(2003) establecen que el rango de temperatura entre 4 a 22 °C, es óptimo para el mantenimiento del parásito.

Estudios acerca de la contaminación de suelos con parásitos zoonóticos atribuyen la contaminación al uso de aguas residuales para riego de cultivos (Flores *et al.*, 2010), el manejo deficiente y la diseminación de excretas de mascotas y animales de pastoreo (Peng *et al.*, 2011; Polo, 2006); por lo que las características de los suelos en la ciudad de Tunja (cárcavas) favorecen la escorrentía y puede ser un factor que influye en la contaminación de los suelos.

CONCLUSIONES

La contaminación de los suelos de los espacios públicos con *Cryptosporidium* spp. tiene gran impacto en todas las especies incluyendo el hombre, ya sea de manera directa o indirecta, teniendo en cuenta que esta enfermedad, emergente en muchos casos, no es diagnosticada por no tener relevancia en epidemiología y probablemente por la sintomatología clínica que puede ser similar a otro tipo de enfermedades, así como la carencia de reportes epidemiológicos que puedan brindarle al personal médico una herramienta de información sanitaria y ambiental, aún más sabiendo que esta enfermedad ya no se remite solo a individuos inmunocomprometidos sino a pacientes inmunocompetentes, lo que puede restarle relevancia y su posible asociación con otras enfermedades.

La temperatura y la precipitación son factores que regulan las propiedades intrínsecas del suelo como la presencia: de materia orgánica, tipo de arcilla y acidez del suelo intercambiable, por lo que es de importancia continuar los muestreos de éste y otros microorganismos de importancia en salud pública en suelos de espacios públicos ya que estos son de gran importancia, puesto que la alteración del medio, el continuo contacto del hombre con los animales y con otros ecosistemas son la causa de que muchas enfermedades recurrentes afecten a las personas, por lo que el riesgo al que se están expuestos los habitantes en la ciudad de Tunja es elevado.

La técnica descrita en el presente trabajo permite recuperar, concentrar y detectar ooquistes de *Cryptosporidium* spp. en suelos de manera fácil que puede implementarse en futuros estudios de prevalencia sobre este parásito.

LITERATURA CITADA

ACHA, P. N. & SZYFRES, B. 2003. Zoonosis y enfermedades transmisibles comunes al hombre y a los animales. Publicación científica 580. 3a ed. Washington, D.C., USA. [en línea] Disponible en <books.google.com.co/books?id=_mH8um0UWwgC&pg=PR4&hl=es&source=gb_s_selected_pages&caf=3#v=onepage&q&f=true>. Accesado: 22/04/2012.

ALMEIDA, A., MOREIRA, M., SOARES, S., DELGADO, M., FIGUEIREDO, J., SILVA, E., CASTRO, A. & CORREIDA DA COSA, J. 2010. Presence of *Cryptosporidium* spp. and *Giardia duodenalis* in Drinking Water Samples in the North of Portugal. *Korean J. Parasitol.* 48 (1): 43-48.

ALYOUSEFI, N.A., MAHDY, M.A., MAHMUD, R. & LIM, Y. 2011. Factors associated with high prevalence of intestinal protozoan infections among patients in Sana'a city, Yemen. *PLoS ONE.* 6(7): e22044. Disponible en <http://www.10.371/journal.pone.0022044>. Accesado: 08/04/2012.

BARBONI, G., CANDI, M., VILLACÉ, M., LEONARDELLI, A., BALBARYSKI, J. & GADDI, E. 2008. Criptosporidiosis intestinal en niños con HIV/SIDA. *Medicina Buenos Aires* 68: 213-218.

BARWICK, R., MOHAMMED, H., WHITE, M. & BRYANT, R. 2003. Factors associated with the likelihood of *Giardia* spp. and *Cryptosporidium* spp. in soil from dairy farms. *Journal of Dairy Science* 86: 784-791.

BOWMAN, D. 2004. *Georgis parasitología para veterinarios*. Octava edición. ED. Elsevier, España. 480pp.

CASEMORE, D., ARMSTRONG, M., & SANDS, R. 1985. Laboratory diagnosis of cryptosporidiosis. *J. Clin. Pathol.* 38: 1337-1341.

CASTRO, H. E. 1998. *Fundamentos para el conocimiento y manejo de suelos agrícolas*. Instituto Universitario Juan de Castellanos. Tunja.

CELIS, N. 2010. *Criptosporidiasis en caninos criados en comunidades campesinas de tres distritos del departamento de Puno*. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Tesis. Perú. 48pp.

CÓRDOBA, A., CIARMELA, M. L., PEZZANI, B., GAMBOA, M. I., DE LUCA, M. M., MINVIELLE, M., & BASUALDO, J. A. 2002. Presencia de parásitos intestinales en paseos públicos urbanos en La Plata Argentina. *Parasitología latinoamericana* 57 (1-2): 25-29.

DAI, X., AND J. BOLL. 2003. Evaluation of attachment of *Cryptosporidium parvum* and *Giardia lamblia* to soil particles. *J. Environ. Qual.* 32: 296-304.

DEL COCO, V. F., CÓRDOBA, M. & BASUALD, J. 2008. Comparación de tres técnicas de concentración de heces para recuperar oocistes de *Cryptosporidium*. *Acta Bioquímica Clínica Latinoamericana* 42 (3): 333-337.

FAYER R, 2010. Taxonomy and species delimitation in *Cryptosporidium*. *Experimental Parasitology* 124: 90-97.

FLORES- MARGEZ, J. P, OLIVAS-ENRÍQUEZ, E., IGLESIAS- OLIVAS, J., CORRAL- DÍAZ, B., ROCHA-GUADARRAMA, Y. & GÓMEZ-CARBAJAL, J. 2010. Detección de *Cryptosporidium parvum* y *Giardia lamblia* en suelos irrigados con aguas residuales. En: GARCÍA, J.L., SALAZAR SOSA, E., ORONA- CASTILLO, I., FORTIS- HERNÁNDEZ, M., TREJO- ESCAREÑO, H. (Eds). *Agricultura Orgánica, III Parte*. CONACYT, Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo A.C. Duran, México pp. 369-400. Disponible en <http://www.uacj.mx/docentes/juflores/Documents/JuanPedroFMCapLibroAbonosOrganicos2010.pdf> . Accesado: 07/05/2012.

GREENE, A. 2008. *Enfermedades infecciosas del perro y el gato*. 3ra. Edición. Intermédica. Buenos Aires. 1760pp.

KUCZYNSKA, E. & SHELTON, D. 1999. Method for Detection and Enumeration of *Cryptosporidium parvum* Oocysts in Feces, Manures, and Soils. *Applied and environmental microbiology* 65: 2820-2826.

PENG X., MACDONALD, S., MURPHY, T. & HOLDEN, N. M. 2011. The fate and transport of *Cryptosporidium parvum* Oocysts in the soil. In: Burcu, E., Gungor, O. (Ed.) *Principles, Application and Assessment in Soil Science*. InTech, Disponible en <http://www.intechopen.com/books/principles-application-and-assessment-in-soil-science/the-fate-and-transport-of-cryptosporidium-parvum-oocysts-in-the-soil>. Accesado: 22/04/2012.

PENG. X, MURPHY, T. & HOLDEN, N. 2008. Evaluation of the effect of temperature on the die-off rate for *Cryptosporidium parvum* Oocysts in water, soils, and feces. *Applied and environmental microbiology* 74 (23): 7101-7107.

POLO L., 2006. Determinación de la contaminación de los suelos de los parques públicos de la localidad de Suba, Bogotá, D.C. con nematodos gastrointestinales de importancia zoonótica. Universidad Nacional de Colombia. Tesis. Bogotá - Colombia. 135pp.

QUAH J. X., AMBU, S., LIM, Y.A., MAHDY, M. A. & MAK, J. W. 2011. Molecular identification of *Cryptosporidium parvum* from avian hosts. *Parasitology* 138: 573-577.

SOLARTE, Y., PEÑA, M. & MADERA, C., 2006. Transmisión de protozoarios patógenos a través del agua para consumo humano. *Colombia Médica* 37 (1). Disponible en <http://colombiamedica.univalle.edu.co/index.php/comedica/article/view/415/1101>. Accesado: 22/04/2012.

VERGARA, C. & QUILEZ, J., 2004. Criptosporidiosis: una zoonosis parasitaria. *Revista MVZ Córdoba* 9 (1): 363-372.

ZANARO, N. & GARBOSSA, G. 2008. *Cryptosporidium*: cien años después. *Acta Bioquím Clín Latinoam* 42 (2): 195-201.