



**Centro de Investigación en
Alimentación y Desarrollo, A. C.**

**PREVALENCIA DE *Cryptosporidium parvum* Y OTROS
PARÁSITOS INTESTINALES Y SU ASOCIACIÓN A
FACTORES DE RIESGO EN ESCOLARES RURALES Y
SUBURBANOS DEL MUNICIPIO DE HERMOSILLO,
SONORA**

Por:

GABRIEL ARVAYO ZATARAIN

TÉSIS APROBADA POR LA

COORDINACIÓN DE NUTRICIÓN

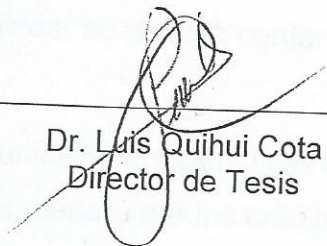
Como requisito parcial para obtener el grado de

MAESTRÍA EN CIENCIAS

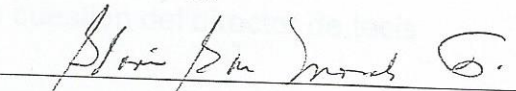
DECLARACIÓN INSTITUCIONAL

APROBACIÓN

Los miembros del comité designados para la revisión de la tesis de Gabriel Arvayo Zatarain, la han encontrado satisfactoria y recomiendan que sea aceptada como requisito para obtener el grado de Maestría en Ciencias.



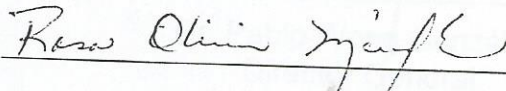
Dr. Luis Quihui Cota
Director de Tesis



M. en C. Gloria Gpe. Morales Figueroa
Asesor



Dr. Julián Esparza Romero
Asesor



Dra. Rosa Olivia Méndez Estrada
Asesor

DECLARACIÓN INSTITUCIONAL

La información generada en esta tesis es propiedad intelectual del Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C. (CIAD). Se permiten y agradecen las citas breves del material contenido en esta tesis sin permiso especial del autor, siempre y cuando se dé crédito correspondiente. Para la reproducción parcial o total de la tesis con fines académicos, se deberá contar con la autorización escrita del Director General del CIAD.

La publicación en comunicaciones científicas o de divulgación popular de los datos contenidos en esta tesis, deberá dar los créditos al CIAD, previa autorización escrita del manuscrito en cuestión del director de tesis



Dr. Pablo Wong González
Director General

AGRADECIMIENTOS

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT) por el financiamiento otorgado durante 2 años.

Al Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C. (CIAD) por la oportunidad y las facilidades otorgadas para poder realizar estudio de posgrado.

A las primarias visitadas durante la realización de éste estudio, por la cooperación recibida.

A mi director de tesis el Dr. Luis Quihui Cota, por su confianza, por su ayuda, comprensión, y por todos los consejos brindados, muchas gracias.

A los miembros del comité de tesis: Dr. Julián Esparza Romero, y M. en C. Guadalupe Morales Figueroa. Por su apoyo y sus consejos.

A los profesores con los que tuve la oportunidad de llevar materias durante mi estancia en CIAD, muchas gracias por su enseñanza y por sus consejos.

Al M. en C. Aarón Javalera Duarte, por su ayuda y entrenamiento brindados para la realización del presente estudio

Al M. en C. Manuel Castro García, por su apoyo durante el análisis de las muestras obtenidas.

A José Antonio Ponce Martínez por la estandarización y el apoyo brindado con las técnicas antropométricas utilizadas.

A todos los estudiantes que participaron como voluntarios en el presente estudio por su cooperación e interés.

DEDICATORIA

A mis padres, Luz Herminia Zatarain Moreno y Alfonso Arvayo Arellano y a mi hermano, Jorge Alfonso Arvayo Zatarain, por su apoyo, consejos y atenciones que me han brindado a lo largo de mi vida.

A mi padrino Víctor Raúl Burgos Fuentes, por el apoyo y la amistad brindada a mí y a mi familia durante todos estos años.

A todos mis amigos, quienes también forman parte de mi familia, en especial a Roxana Elizabeth Ruíz Valenzuela, quien me ha acompañado desde antes que empezara el programa de maestría en ciencias y durante toda la duración de la maestría y me ha apoyado todo el tiempo.

CONTENIDO

APROBACIÓN.....	ii
DECLARACIÓN INSTITUCIONAL.....	iii
AGRADECIMIENTOS.....	iv
DEDICATORIA.....	v
LISTA DE FIGURAS.....	x
LISTA DE TABLAS.....	xi
RESUMEN.....	xiii
ABSTRACT.....	xv
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. ANTECEDENTES.....	3
2.1. Impacto de Parasitosis en el Mundo.....	3
2.1.1. Prevalencia de Parasitosis Intestinales en México.....	3
2.2. Breve Descripción de los Parásitos Intestinales más Comunes en el sitio de Estudio.....	5
2.2.1. <i>Giardia lamblia</i>	5
2.2.1.1. Epidemiología.....	5
2.2.1.2. Mecanismo de acción.....	6
2.2.1.3. Transmisión.....	6
2.2.1.4. Tratamiento.....	7
2.2.2. <i>Cryptosporidium parvum</i>	8

CONTENIDO (continuación...)

2.2.2.1. Epidemiología.....	8
2.2.2.2. Clasificación.	9
2.2.2.3. Mecanismo de acción.....	9
2.2.2.4. Transmisión.....	10
2.2.2.5. Tratamiento.....	11
2.2.3. <i>Hymenolepis nana</i>	13
2.2.3.1. Ciclo biológico.	13
2.2.3.2. Patogenia.	13
2.2.3.3. Diagnóstico.	13
2.3. Parásitos Comensales.....	14
2.3.1 <i>Entamoeba coli</i>	15
2.3.1.1 Ciclo de vida.	15
2.3.1.2. Diagnóstico y tratamiento.	15
2.3.2 Endolimax nana.	15
2.3.2.1 Morfología.	15
2.4. Diagnóstico.....	16
2.4.1. Métodos Directos.....	16
2.4.2. Métodos Indirectos.....	17
2.5. Factores de Riesgo Asociados a Parasitosis Intestinales.....	18
2.5.1. Agua Contaminada.....	18
2.5.2. Alimentos Contaminados.....	19
2.5.3. Desnutrición.....	19
2.5.4. Hacinamiento.....	20

CONTENIDO (continuación...)

2.5.5. Higiene.....	20
2.5.6. Nivel Socioeconómico.....	21
2.6. Prevención.....	21
3. HIPÓTESIS.....	23
4. OBJETIVOS.....	24
4.1. General.....	24
4.2. Específicos.....	24
5. MATERIALES Y MÉTODOS.....	25
5.1. Diseño de Estudio.....	25
5.2 Sujetos de Estudio.....	25
5.3. Prevalencia de Infección Parasitaria Intestinal.....	26
5.4. Recolección y Análisis de Muestras de Agua.....	27
5.5. Aplicación de Encuesta Socioeconómica.....	38
5.7. Agua como Variable de Exposición (Hipótesis).....	30
5.8. Asignación y Tratamiento Estadístico de las Variables Confusoras..	30
5.9. Análisis Estadístico.....	33
6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	35
6.1. Descripción de la Población Participante.....	35
6.1.1. Características Descriptivas los Participantes.....	37
6.2. Prevalencia de Parasitosis Intestinal.....	38
6.3. Análisis de Agua.....	40
6.4. Asociación de Agua con la Prevalencia de Infección Parasitaria....	41

CONTENIDO (continuación...)

6.5 Análisis Logístico Univariado de los Factores de Riesgo Asociados a la Infección Parasitaria.....	42
6.6. Factores de Riesgo Asociados a la Infección Parasitaria: Análisis de Regresión Logística Múltiple.....	48
6.6.1. Factores de Riesgo Asociados a Infección por <i>C. parvum</i> : Análisis de Regresión Logística Múltiple.....	49
7. CONCLUSIÓN.....	51
8. BIBLIOGRAFÍA.....	52
9. ANEXOS.....	61

LISTA DE FIGURAS

Figura		Página
1.	Ciclo de infección por <i>Giardia lamblia</i> .	7
2	Ciclo de infección por <i>Cryptosporidium parvum</i> .	11

LISTA DE TABLAS

Tabla		Página
1	Características generales de la población escolar participante en este estudio de 8 primarias públicas localizadas en el municipio de Hermosillo Sonora (2014-2015).	36
2	Características generales de la población escolar participante en este estudio en 8 primarias públicas localizadas en el municipio de Hermosillo Sonora por comunidad de estudio (2014-2015).	37
3	Especies de parásitos observadas por la técnica de Faust y Kinyoun y detectadas en la población escolar participante en este estudio.	40
4	Prevalencia de las especies parasitarias encontradas en las zonas estudiadas.	40
5	Análisis de regresión logística univariada entre la presencia de parasitosis intestinal y las variables consideradas en este estudio en 307 escolares de 8 primarias públicas ubicadas en el municipio de Hermosillo Sonora.	43
6	Análisis de regresión logística univariada entre la presencia de infección por <i>C. parvum</i> y las variables consideradas en este estudio en 307 escolares de 8 primarias públicas ubicadas en el municipio de Hermosillo, Sonora.	46

7	Análisis de regresión logística múltiple entre infección parasitaria y variables seleccionadas por el modelo en 307 escolares participantes en este estudio.	48
8	Análisis de regresión logística múltiple entre infección por <i>C. parvum</i> y variables seleccionadas por el modelo en 307 escolares participantes en este estudio.	49

RESUMEN

Las infecciones intestinales parasitarias constituyen un gran problema de salud pública en el mundo. Existen diversos factores que favorecen su adquisición y desarrollo. En México, las parasitosis intestinales constituyen una de las principales causas de morbilidad, particularmente en la población infantil. Aunque existen pocos estudios sobre *Cryptosporidium parvum* en México, en Sonora, un estudio recientemente publicaba una prevalencia de *C. parvum* de 37% en 320 escolares de áreas suburbanas y rurales del municipio de Hermosillo. Por otro lado, es reconocido que estas infecciones pueden estar asociadas a problemas de desnutrición infantil lo cual es otro grave problema de salud pública. Por lo anterior, es importante el diagnóstico oportuno de estas infecciones con el fin de implementar las medidas sanitarias de salud necesarias para su prevención y control. Durante este estudio, participaron un total de 307 individuos y el objetivo del estudio fue determinar la prevalencia de parásitos intestinales e identificar los principales factores de riesgo asociados a su presencia considerando dos aspectos: primero analizando el agua domiciliaria de los participantes en busca de parásitos *C. parvum*, y segundo, definiendo si el agua de la llave se usaba como fuente directa de consumo. Lo anterior se investigó usando una encuesta, la cual incluyó también otros factores de riesgo a la infección y los cuales fueron tratados como variables confusoras. Los datos se analizaron por regresión logística univariada y después se realizó un modelo utilizando el método de regresión logística múltiple stepwise con las variables más importantes. Se encontró una prevalencia de infecciones parasitarias de 63.1% y el parásito de mayor prevalencia general fue *Cryptosporidium spp.* con un 38.1%. Los parásitos patógenos predominantes fueron *Cryptosporidium parvum* y *Giardia lamblia*, con 22.8% y 23.7% respectivamente. El agua se encontró asociada ($p < 0.05$) a la infección parasitaria general y por *C. parvum* en escolares que manifestaron consumir agua de la llave no tratada. De acuerdo a la asociación encontrada con el agua como factor de riesgo, es recomendable hervir el agua de la llave, o bien evitar su consumo.

Palabras clave: Hermosilo, Sonora, parasitosis intestinal, agua, *Cryptosporidium parvum*.

ABSTRACT

Parasitic intestinal infections represent a big public health issue worldwide. There are multiple factors that favor their acquisition and development. In Mexico, these intestinal parasitosis constitute one of the main causes of morbidity, especially in school aged children. Even though there are only a few studies about *Cryptosporidium parvum* in Mexico, in Sonora, a recent study published a *C. parvum* prevalence of 37% out of 320 school aged children in rural and suburban areas of Hermosillo. Furthermore, it is known that the infections can be associated to malnutrition problems in children, which represents another big public health issue. Therefore, an early diagnosis is important to implement the necessary sanitary measures to prevent and control these infections. During this study, a total of 307 school aged children participated and the objective was to determine the prevalence of intestinal parasitosis and to identify the main risk factors associated to their presence considering two aspects: First, analyze the water source in the participants house in search of *C. parvum* and second, defining if tap water was used as a main source of drinking water. This was investigated using a survey, which also included other risk factors to infection that were considered as dummy variables. The data was analyzed using logistic univariate regression and a model was made using the stepwise multiple logistic regression method with the most significant variables in STATA ver 12. The parasitic infection prevalence found was of 63.1% and the parasite with the biggest prevalence was *Cryptosporidium spp.* with 38.1%. The most prevalent pathogen species were *Cryptosporidium parvum* and *Giardia lamblia* with prevalences of 22.8% and 23.7%, respectively. Water was associated ($p < 0.05$) to general parasitic infection and to *C. parvum* infection in school children who drank tap water. Due to the association found with water as a risk factor, we recommend to boil tap water before consumption or to avoid its consumption entirely.

Key words: Hermosillo, Sonora, Intestinal parasitosis, Water, *Cryptosporidium parvum*.

1. INTRODUCCIÓN

Las infecciones parasitarias constituyen un problema de salud pública en el mundo, en especial en niños. Los parásitos intestinales se encuentran entre los agentes infecciosos más comunes en humanos y se estimaba que infectaban a 3500 millones de personas y enfermaban a 450 millones (Tabares, 2008). Por ello, es aún importante hacer el diagnóstico oportuno de estas infecciones con el fin de implementar las medidas sanitarias de salud necesarias para contrarrestarlas (Varkey, 2007).

Existen diversos factores, independientes del tipo de población y clima que favorecen la adquisición y el desarrollo de las parasitosis. Entre los principales se encuentran: consumo de agua y alimentos contaminados, bajo nivel socioeconómico, hacinamiento y malos hábitos de higiene. Debido al carácter tanto social como económico de estos factores, los países en desarrollo y subdesarrollados son los más afectados (Botero, 1981).

En México, las parasitosis intestinales constituyen una de las principales causas de morbilidad, particularmente en la población infantil (Cavazos y Del Río, 1989). Los datos de prevalencia de este tipo de infecciones en cada región de nuestro país no pueden ser extrapolables, a otras regiones debido a la diversidad climática, socioeconómica y de infraestructura de cada una de ellas. Dada esta situación, es necesario contar con un mayor número de estudios confiables que reflejen el problema en México (Sánchez et al., 2000).

Una de las parasitosis de mayor prevalencia en el mundo está la asociada con el protozooario *Cryptosporidium parvum* (*C. parvum*), un parásito intracelular apicomplejo de distribución cosmopolita, que se encuentra asociado a

problemas de salud a nivel mundial, principalmente en pacientes con SIDA, niños y ancianos (Romero, 2007).

Este patógeno causa diversos síntomas característicos de una patología gastrointestinal, tales como diarrea, dolor abdominal, vómito, fiebre y mal absorción. (Becerril, 2004; Markell, 1990).

Actualmente la prevalencia mundial de criptosporidiosis se ha estimado entre 1% y 5% en países desarrollados y mayores de 10% en países en vías de desarrollo. En general, los brotes de criptosporidiosis detectados en países desarrollados en población general han sido asociados con agua contaminada.

En México, hace algunos años, se estimó que 2.3% de los niños mayores de 3 años sufrían criptosporidiosis (Casemore, 1990; Casemore, 1991).

En Hermosillo Sonora, se tiene registro de una publicación sobre la prevalencia de *C. parvum* en 1996 (Gómez et. al; 1996), en el que se analizaron a 100 niños con síndrome diarreico de 0 a 5 años internados en 3 hospitales: Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS), Hospital Infantil del Estado de Sonora (HIES) y Secretaria de Salud y Asistencia (SSA). La prevalencia de criptosporidiosis fue estimada en 23.2% y más tarde otro estudio en 1999 demostró que el 37% de las 32 muestras de agua potable analizadas contenían ooquistes de *C. parvum* en la misma ciudad (Díaz et. al; 2003).

En 2003 otro estudio realizado en agua potable de Cd. Obregón Sonora, reveló que el 69% de 32 muestras de agua potable presentaban ooquistes de *C. parvum* (Díaz et. al; 2003).

Lo anterior nos lleva a suponer que en Sonora la prevalencia actual de *C. spp.* en la población podría ser elevada, sobre todo en las comunidades rurales. Por lo anterior, el presente estudio tuvo como propósito determinar la prevalencia

de *C. parvum* y otras infecciones parasitarias en la población y agua de los sectores rural y suburbano, así como también relacionar su presencia con el estado nutricional, nivel socioeconómico, hábitos higiénicos, y presencia de animales domésticos.

2. ANTECEDENTES

2.1. Impacto de las Parasitosis en el Mundo

Las enfermedades parasitarias han producido en la humanidad, a través del tiempo, un gran número de muertes y un notable daño económico. Inciden en gran manera sobre la salud, la esperanza de vida y la productividad de millones de personas, particularmente en países en desarrollo. En algunos países desarrollados empiezan a ser reconocidas de nuevo como potencial problema de salud por su mayor frecuencia debido, entre otras causas, a la diseminación mundial del virus del VIH. Resulta de importancia el control de estas enfermedades con el fin de disminuir la morbilidad con la que se les asocia (García *et al.*, 2006).

En Latinoamérica, las parasitosis intestinales son un gran problema de salud pública. Se estima que aproximadamente un 80% de la población se encuentra infectada, especialmente en países donde prevalecen áreas rurales con pobreza y zonas urbanas con deficiencias sociales y económicas (Méndez, 1986).

2.1.1. Prevalencia de Parasitosis Intestinales en México

Las parasitosis intestinales causadas por protozoarios y nemátodos se consideran en México entre las primeras 5 causas de morbilidad en la población general mexicana

Es de destacarse que esto ocurra a pesar del programa de desparasitación periódica en la población infantil que ha sido implementado desde 1993 a la fecha. Se considera que la población principalmente afectada por este tipo de infecciones en nuestro país es la de niños y jóvenes entre 1 y 19 años (Ximénez, 2002).

Aproximadamente un 34% de la población mexicana es menor de 15 años y el 60% de los mexicanos viven en la pobreza. Como la población infantil y las personas con un nivel socioeconómico bajo son vulnerables a las infecciones parasitarias, México se encuentra altamente afectado. Esto aunado al clima tropical presentado en algunas regiones del país, el cual representa un nicho adecuado para la el desarrollo y transmisión de parásitos (Morales *et al.*, 2003).

Los parásitos encontrados con mayores prevalencias en México y que además son comúnmente asociados a agua son *Giardia lamblia* y *Cryptosporidium parvum* (Morales *et al.*, 2003). La Secretaría de Salud del País administra a escolares una dosis de albendazol dos veces al año con el fin de combatirlas. Aun así, las prevalencias exactas en el noroeste del país no se conocen con precisión y los parásitos intestinales parecen estar contribuyendo a la mala nutrición de la población, particularmente en la población infantil. (Quihui *et al.*, 2008).

Quihui y Morales (2012), realizaron uno de los primeros estudios de prevalencia de parasitosis en el noroeste de México, particularmente en el estado de Sonora. En este estudio se encontraron prevalencias de 35% de parasitosis intestinales en escolares de primarias públicas de Hermosillo, Guaymas y Navjoa. Dicha investigación justifica la realización de más estudios en la región que muestren la urgencia de promover programas de corrección.

2.2. Breve Descripción de los Parásitos Intestinales más Comunes en el Sitio de Estudio

Los parásitos asociados a infecciones intestinales en el hombre se han categorizado en protozoarios y nemátodos. Los protozoarios más importantes son *G. lamblia* y *Entamoeba histolytica*, causantes de la giardiosis y amibiosis, respectivamente. *Cryptosporidium parvum* se encuentra como uno de los protozoarios intestinales causantes de mayor morbilidad en la población y su transmisión por agua contaminada es muy común, al igual que *G. lamblia*. A nivel mundial se estimaba que estas infecciones afectaban del 20% al 50% de la humanidad, incluyendo países desarrollados (García et al., 2004; Pérez et al., 2012).

2.2.1 *Giardia lamblia*

Giardia lamblia, intestinalis o duodenalis (G. lamblia), es un protozoario flagelado que se aloja en las microvellosidades del intestino delgado de los hospederos susceptibles, incluido el hombre. El quiste de *G. lamblia* es el agente etiológico de la giardiosis. Esta enfermedad es una de las provocadas por protozoarios intestinales que causa más problemas de salud pública en países en desarrollo y algunos desarrollados (Adam, 2001). Aunque en general la enfermedad no es causa de mortalidad importante, tiene implicaciones en el estado nutricional y en el crecimiento de la población infantil (Ximénez, 2002).

2.2.1.1 Epidemiología. La giardiosis afectaba a más de 200 millones de personas en el mundo con 500,000 casos de infección por año, con una distribución homogénea en los diferentes continentes de acuerdo a estimas realizadas y publicadas en 2003 (Minenoa y Avery, 2003). Los países y regiones que presentaban los mayores índices de infección son la Unión Soviética, Medio Oriente, África, México, Sudamérica y Estados Unidos (Wolfe, 1992). La mayoría de estos países están en desarrollo y su clima es generalmente tropical o subtropical. Debido a que la población infantil es la más afectada, los brotes de

esta enfermedad con características endémicas suelen darse en guarderías y escuelas (Ximénez, 2002).

Es difícil erradicar grandes epidemias debido a la elevada cantidad de portadores asintomáticos y al largo tiempo de sobrevivencia de los parásitos fuera del hospedero humano (OMS, 1996).

Además del humano, *G. lamblia* afecta a diversos mamíferos, anfibios, reptiles y aves. Los animales domésticos, particularmente perros y gatos, además del ganado representan reservorios potenciales importantes. También suele presentarse en algunos animales salvajes como los castores (Thompson, 2008).

A pesar de su elevada prevalencia a nivel mundial, giardiosis no está considerada como materia de estudio epidemiológico por la OMS. Sin embargo, en algunos países como Estados Unidos se han implementado estrategias de control por agencias ajenas al sector salud (Ximénez, 2002). Aunque la mortalidad por esta parasitosis es baja, su morbilidad resulta en deficiencias de salud y calidad de vida.

2.2.1.2. Mecanismo de acción. La patología de *G. lamblia* se debe a los efectos provocados por su adhesión a los enterocitos y a la colonización del intestino. La adherencia se produce por la presión negativa del disco succionador o ventral, generada por la fuerza de los flagelos ventrales. De esta misma manera se unen al plástico y al vidrio en cultivos in vitro (House *et al.*, 2011). Esta adhesión es además mediada bioquímicamente a través de las proteínas contráctiles del disco succionador o ventral de *G. lamblia*, tales como las giardinas, actinas, miosinas, tropomiosinas, vinculinas y lectinas. La unión de las lectinas a sus receptores produce lisis celular y aplanamiento de las microvellosidades en el intestino, manifestándose como dolor abdominal y diarrea (Adam, 2001).

2.2.1.3. Transmisión. La infección por *G. lamblia* se transmite vía fecal-oral, principalmente por ingestión de alimentos y agua contaminados con materia fecal

de hospederos infectados (Figura 1). El tener malos hábitos higiénicos, también favorece la infección (Monis *et al.*, 2009). Otra fuente de transmisión, que no es reconocida como una vía común, es la exposición a quistes del parásito provenientes de fuente animal (zoonosis) (Ballweber *et al.*, 2010).

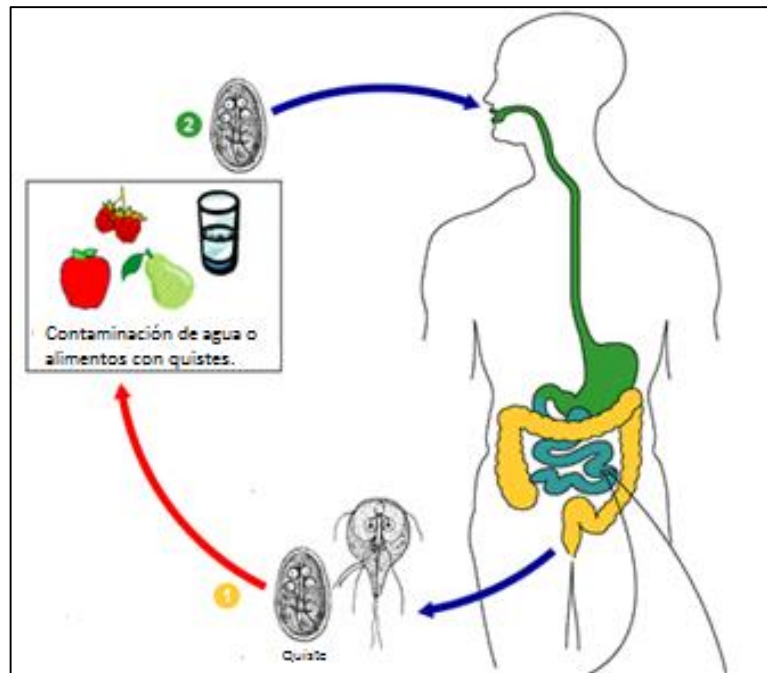


Figura 1. Ciclo de infección por *Giardia lamblia*. CDC 2002.

2.2.1.4. Tratamiento. No se cuenta con un fármaco ideal con el que se logre un cien por ciento de curación sin tener algún efecto secundario indeseable (Khaw y Panosian, 1995). Los compuestos 5-nitroimidazoles constituyen las drogas más usadas para el tratamiento de giardiosis. Estos presentan tasas elevadas de curación, bajo costo y facilidad de adquisición. Dentro de ellos, el metronidazol es uno de los más recomendados. Las tasas de curación del metronidazol oscilan entre 60 y 100%. La dosis recomendada es de 250 mg cada 8 horas en adultos y 15 mg por kg de peso cada 8 horas en niños. Sin embargo, son diversos los efectos adversos que comúnmente se reportan con su empleo como son; cefalea, sabor metálico, oscurecimiento de orina, vértigo y náuseas (Gardner y Hill, 2001).

Los bencimidazoles suelen ser utilizados con cierta frecuencia y dentro de ellos el que ha brindado mejores resultados tanto en estudios in vitro, como clínicos, es el albendazol (Meloni, 1990).

2.2.2. *Cryptosporidium parvum*

Los protozoarios del género *Cryptosporidium* son microorganismos intracelulares apicomplexos que se localizan en las superficies lumenales de los aparatos digestivo y respiratorio del ser humano y animales (Becerril, 2004; Romero, 2007).

Se han descrito 20 especies dentro del género *Cryptosporidium*. Las más importantes son *C. muris* (ratones y ganado vacuno), *C. baileyi* (gallinas), *C. meleagridis* (tortugas), *C. serpentis* (víbora), *C. nasorum* (peces) y *C. parvum* (Markell, 1990) (Tabla 1). *C. parvum* es la especie que se asocia a infección humana, aunque también puede encontrarse en otros hospederos, ya que no existe una completa especificidad de hospedero (Markell, 1990, Rodríguez *et. al*; 2000).

Este parásito fue reconocido en 1907, y antes de su descripción en humanos *Cryptosporidium* se consideraba únicamente patógeno de animales domésticos (vacas, cerdos, gatos, pavos, etc.) de 1 a 3 semanas de edad y se consideraba rara en animales adultos, lo que sugería que se adquiría inmunidad al contacto con el organismo (Becerril, 2004; Markell, 1990). Actualmente se reconoce que *C. parvum* parasita a una gran cantidad de animales, algunos de los cuales pueden servir como reservorios y transmitir la infección al humano.

2.2.2.1 Epidemiología. En últimas décadas, *C. parvum* se ha reconocido como agente causal de parasitosis intestinal en hombre, cuyos intervalos de prevalencia varían entre 1 y 5 % en países y desarrollados, y superiores a 10% en países en vías de desarrollo. En 1990 se estimó que en México el 2.3% de los

niños mayores de tres años eran afectados por esta enfermedad (Casemore 1990).

En 1993, en Milwaukee Estados Unidos, se registró el brote de criptosporidiosis de mayor trascendencia, en donde se afectaron poco más de 400,000 personas (Romero, 2007). Actualmente, se ha demostrado que la parasitosis se encuentra ampliamente difundida, lo cual está en estrecha relación con la resistencia presentada en la naturaleza por su forma infectiva para el hombre, los ooquistes. Aunado a esto existe escasa capacidad de las depuradoras y potabilizadoras para eliminarlos mediante tratamientos convencionales. Un dato que confirma este hecho es que el 98% de los individuos afectados por brotes epidémicos en Estados Unidos habitaban en hogares abastecidos por potabilizadoras con sistema convencional (Doménech, 2003).

2.2.2.2 Clasificación. Taxonómicamente, se encuadra dentro del *phylum Apicomplexa* (presentan complejo apical), clase *Sporozoasida* (reproducción sexual y asexual con formación de ooquistes), subclase *Coccidiasina* (el ciclo presenta merogonias, gametogonias y esporogonias), orden *Eucoccidiorida* (hay esquizogonia), suborden *Eimeriorina* (se desarrollan macro y microgametos de forma independiente, y el cigoto es inmóvil) y familia *Cryptosporidiae* (los ooquistes presentan cuatro esporozoitos y ciclo vital monoxeno, es decir, con un solo hospedero) (Fayer, 1986).

El estudio de los genes de la subunidad pequeña del rRNA permitió dividir el género *Cryptosporidium* en dos grupos; uno formado por *C. muris* y *C. serpentis*, y otro formado por *C. felis*, *C. meleagridis*, *C. wrairi*, y *C. parvum* (Fayer, 1986).

2.2.2.3 Mecanismo de acción. El protozooario se desarrolla en el interior de las células epiteliales del tracto digestivo del hospedero, en donde lleva a cabo su ciclo vital. Posteriormente, los ooquistes de pared gruesa son eliminados por las

heces, mientras que los de pared delgada se desenquistan dentro del huésped provocando su autoinfección. Su presencia puede llegar a cursar de manera asintomática en personas sanas e inmunológicamente competentes. En caso contrario, la enfermedad cursa con profusa diarrea acuosa, náuseas, vómitos, fiebre y dolores abdominales intensos. La duración e intensidad de los síntomas están relacionados con el número de ooquistes infectivos y el estado inmunitario del huésped, llegando a ser fatales en casos extremos (Doménech, 2003).

Los mecanismos que dan lugar a la diarrea osmótica, inflamatoria y secretora que se presenta en esta enfermedad, son considerados provenientes de un origen multifactorial, involucrando tanto al parásito como a sus productos, además de la respuesta inmune del hospedero, que da a lugar a deficiencias en la absorción a nivel de intestino delgado e incrementan la excreción de compuestos:

- Adhesión: Se contemplan lectinas y glicoproteínas semejantes a la mucina, receptores de adherencia de los ooquistes.
- Células T: Principalmente los linfocitos CD4+ son fundamentales en la respuesta inmune contra los ooquistes de *C. parvum*. A su vez, la atrofia de vellosidades y la hiperplasia de las criptas son cambios patológicos asociados a las células T (Chalmers *et al.* 2010).
- Apoptosis: La cascada de señales pro-apoptosis predominan a las 24 – 48 horas post-infección.
- Daño celular: Es causado por el parásito. Productos del ooquiste están involucrados en la desorganización de las uniones celulares, pérdida de la función de barrera, liberación de lactato-dehidrogenasa e incremento en la muerte celular. Además de producción de fosfolipasas y proteasas, moléculas que potencialmente pueden causar el daño tisular. (Stark *et al.* 2009).

2.2.2.4. Transmisión. La infección por *C. parvum* se da por la ruta fecal-oral y oral-anal (sexual). Una de las formas más comunes de infección es ingerir los quistes en agua o alimentos contaminados. Los hospederos más susceptibles

son la población infantil, ancianos y pacientes con SIDA, encontrándose en estos últimos prevalencias de 5 a 15%. (OMS, 1996).

El agua resulta un importante medio de transmisión, debido a su dispersión y a la elevada resistencia que poseen los ooquistes a los tratamientos comunes de potabilización, entre otras cosas. Se requieren como mínimo una concentración mayor a 80 mg/l de cloro libre para la destrucción total de los ooquistes (Korich *et al.*, 1990). Esta concentración es por mucho superior a la permitida en agua para consumo humano la cual tiene como máximo 1.5 mg/l de cloro libre residual y 2 mg/l para cloro combinado residual.

El ciclo de vida de *C. parvum* se divide en 3 etapas principales (Figura 2): 1) La excreción de ooquistes de pared gruesa por parte del hospedero. 2) La contaminación de agua y comida con los ooquistes. 3) La ingesta de los ooquistes por parte del hospedero (CDC, 2002).

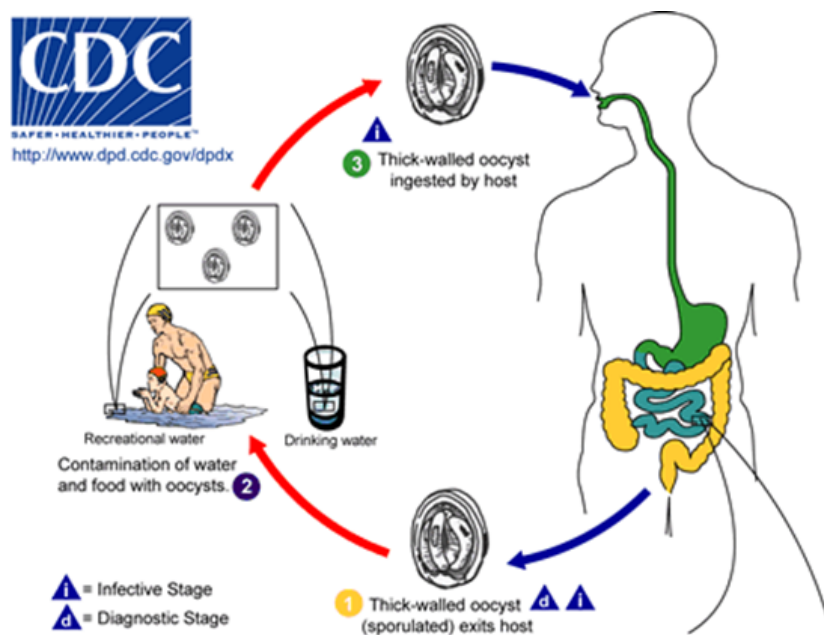


Figura 2. Ciclo de infección por *Cryptosporidium parvum*. CDC 2002.

2.2.2.5. Tratamiento. Numerosos estudios se han llevado a cabo para encontrar una quimioterapia específica contra *Cryptosporidium*. Se han probado

más de 200 drogas tanto *in vivo* como *in vitro*, y ninguna ha resultado ser altamente efectiva en el tratamiento de la infección (Romero, 2007). En niños la infección sintomática es favorecida si el tratamiento incluye restitución de agua y electrolitos (Becerril, 2004).

En los pacientes inmunocompetentes o con una inmunodepresión temporal la enfermedad es autolimitada, aunque no existe ningún tratamiento idóneo. Se emplea la paromomicina por vía oral durante 14 días, a dosis de 0,5 g/6 h en adultos (algunos autores sugieren la administración de 1g/6h) y 7,5 mg/kg/día en niños. En los pacientes con menos de 100 CD4/mm³ se recomienda la asociación de paromomicina (1g) y azitromicina (600 mg) durante cuatro semanas y después continuar con la administración de la paromomicina. Como tratamiento para cuadro sintomático se emplea, con cierto éxito, la octreótida (derivado sintético de la somatostatina) a dosis de 100-500 µg/8 h; también la loperamida, el difenoxilato y la tintura de opio (Fayer, 1986, Romero, 2007).

Algunos datos que indican que la roxitromicina podría tener buena actividad en el tratamiento de las diarreas en los pacientes con VIH. También se han obtenido resultados alentadores en modelos *in vitro* con la asociación entre la nitazoxamida con azitromicina y rifabutina, o con ranalexina, lasalocid y azitromicina, solas o en combinación (Romero, 2007).

La administración de concentrados de anticuerpos como el calostro bovino hiperinmune, globina de leche de vaca y factor de transferencia bovino han presentado cierta utilidad en el tratamiento de esta infección (Fayer, 1986).

Se han probado más de 40 agentes antimicrobianos, incluyendo coccidiostáticos y otros compuestos antiprotozoarios, antibióticos de amplio espectro y antihelmínticos para el tratamiento de la infección humana y experimentalmente en terneras y ratones. Ningún esquema ha sido eficaz (Romero, 2007).

2.2.3. *Hymenolepis nana*

La *Hymenolepis nana* (*H.nana*), es un parásito de la clase *Cestoda* que mide de 15 a 40mm. Es el céstodo con mayor prevalencia y afecta preferentemente a los niños. Infecta a seres humanos y roedores, causando la himenolepiasis. La infección severa del individuo puede causar fuerte diarrea, pérdida de peso, desnutrición, deshidratación y fuerte dolor abdominal (de Souza, 2002).

2.2.3.1. Ciclo biológico. Los huevos de *H. nana* pueden sobrevivir más de 10 días en un ambiente externo. Cuando son ingeridos por humanos y roedores a través de agua contaminada, vegetales crudos, o manos contaminadas por heces, llegan hasta la mucosa intestinal, donde las oncosferas salen y se transforman en cercocystis, o bien son ingeridas por cucarachas, que deberán pasar a uno de los hospedadores definitivos (humanos o roedores). Por último, los huevos son expulsados a través del poro genital de las proglótides grávidas (las cuales se desintegran), pasando éstos a las heces.

2.2.3.2. Patogenia. Producen himenolepiasis, que provoca agitación, insomnio, irritabilidad, síntomas nerviosos, acción refleja y liberación de toxinas, excitación del córtex cerebral, ataques epilépticos, gran producción de mucosidad con acción inmunológica específica (humoral y celular) y eosinofilia.

2.2.3.3. Diagnóstico. Se hace a través de la identificación microscópica de los huevos en las heces, debiéndose repetir el examen cuantas veces sean necesarias para confirmar el diagnóstico.

2.3. Parásitos Comensales

El comensalismo es una relación entre dos especies, en donde una de ellas se beneficia de dicha relación y la otra no se ve afectada. En parasitología se consideran como parásitos comensales, a aquellos parásitos que no producen daño al hospedero (Botero y Restrepo, 2003). Es común encontrar relación entre las prevalencias de ciertos parásitos comensales con algunos patógenos debido a la similitud existente en sus ciclos de transmisión. Es por ello, que estas especies parasitarias son consideradas de gran importancia por el sector salud como indicadores de riesgo a la presencia de especies parasitarias patógenas y por otro lado como indicadores de deficientes condiciones sanitarias.

Existen seis diferentes especies de amibas comensales que pueden colonizar el tracto digestivo del hombre. Cuatro pertenecientes al género *Entamoeba*: *E. gingivalis*, *E. dispar*, *E. hartmanni*, *E. coli* y *E. moshkovskii*; y dos pertenecientes a géneros distintos: *Endolimax nana* e *Iodamoeba bütschlii*. Todas ellas presentan forma de trofozoito y quiste excepto *E. gingivalis* que no presenta quistes (Derda *et al.*, 2011; Ponce y Martínez, 2010).

Para la mayoría de los parásitos comensales del hombre el mecanismo de transmisión es el fecalismo. Éste se da por la contaminación de agua, alimentos, bebidas, o fómites contaminados con parásitos excretados por individuos infectados. Para el caso de *E. gingivalis*, la transmisión se da al contacto con la saliva del individuo infectado (Acurero *et al.*, 2009).

Otro protozooario habitante del tracto gastrointestinal del hombre que fue considerado durante mucho tiempo como comensal no patógeno es *Blastocystis hominis*. Publicaciones recientes relacionan ciertas cepas de este parásito con algunos síntomas, aunque dicha asociación resulta controversial debido a otras infecciones alrededor. Aun así, se aconseja la administración de tratamiento cuando es detectado en cantidades importantes en muestras consecutivas de heces (Aparicio, 2007).

2.3.1. *Entamoeba coli*

La *Entamoeba coli* (*E. coli*), es una ameba fácilmente encontrada en los intestinos de algunos animales, incluido el hombre. Se presenta tanto en sujetos sanos como en enfermos, frecuentemente en forma comensal.

2.3.1.2. Ciclo de vida. El ciclo de vida de *E. coli* empieza en forma de trofozoito, que mide aproximadamente de 20 a 30µm, con movimientos lentos y escasa progresión. Después se vuelve un prequiste y un quiste inmaduro, donde empieza a secretar una membrana protectora contra los medios externos. Al finalizar la formación de esta membrana, pasa a su forma de quiste maduro, dividiendo su núcleo para tener 8.

2.3.1.3. Diagnóstico y tratamiento. A *E. coli* hay que distinguirla de otras amebas patógenas como *Entamoeba histolytica* y/o *E. dispar*. El diagnóstico se realiza mediante un análisis directo de las heces, métodos de concentración y/o tinciones especiales (tricrómica, hematoxilina férrica, entre otras). El tratamiento para la *E. coli* usualmente es el metronidazol, pero también se puede usar el cotrimoxazol y pirimentamina.

2.3.2. *Endolimax nana*

Endolimax nana (*E. nana*), es un parásito comensal exclusivo del intestino humano. Su presencia es un buen marcador de contaminación oral-fecal por los alimentos o agua en las poblaciones en donde a sus habitantes se les detecten el parásito.

2.3.2.1. Morfología. Tiene dos estados de desarrollo, uno trofozoíto y otro de quiste. Debido a su rol en el laboratorio clínico, los quistes son las formas de reconocimiento más importantes. Tiene forma ovoide de color caoba intenso coloreado con lugol, midiendo de 5 a 10 micras a lo largo de su eje mayor. Lo más común es observar en el endoplasma 4 núcleos.

2.4 Diagnóstico

Las enfermedades parasitarias representan un problema simple desde el punto de vista de diagnóstico. Existen una gran cantidad de infecciones intestinales parasitarias que no son diagnosticadas apropiadamente. El diagnóstico depende en gran parte de los procedimientos de laboratorio que sirven para establecer, confirmar o descartar un diagnóstico realizado en bases clínicas.

Los métodos para la detección e identificación de parásitos en materia fecal se denominan coproparasitoscópicos. Estos métodos tienen diferente sensibilidad y especificidad y dependerá de diversos factores incluyendo de la especie parasitaria a detectar. En algunos casos, la identificación se basa en criterios morfológicos, en donde existe la posibilidad de subjetividad al interpretar los resultados.

El diagnóstico de las infecciones intestinales parasitarias puede establecerse básicamente mediante dos tipos de métodos: directos e indirectos.

2.4.1. Métodos Directos

Tradicionalmente, el método más común para el diagnóstico de las parasitosis intestinales ha sido el examen microscópico directo de heces al paciente. Este se lleva a cabo mediante el aislamiento y la identificación de las diferentes formas parasitarias que son excretadas por el portador. Este método, aunque es específico, muestra una pobre sensibilidad debido, entre otras cosas, a que solo diagnostica una infección aguda y latente (Fuentes *et al.*, 2010).

Los métodos de concentración son también técnicas directas muy utilizadas en la identificación de parásitos. La concentración y separación de quistes de protozoarios y huevos de helmintos de otros elementos en la muestra fecal son de gran ayuda al diagnosticar. Los más comunes están dados por sedimentación, flotación o una combinación de ambas (Koneman, 1999).

La sedimentación se lleva a cabo suspendiendo la muestra fecal en agua o en solución salina esperando que sedimente o acelerando el proceso por centrifugación. La flotación consiste en suspender la muestra en un medio de densidad superior a la de los parásitos, que por flotación se concentran en superficie. Los métodos más utilizados son el de Faust en flotación y Ritchie en sedimentación, ambos eficientes para detectar protozoarios como *G. lamblia* y *E. histolytica* (Leventhal y Cheadle, 1992).

Existen métodos que son comúnmente utilizados para la detección de cierto tipo de parásitos específicos. El método de Kato-Katz, es un método utilizado frecuentemente para la identificación y cuantificación de helmintos, mediante el conteo de huevos existentes por gramo de heces. La técnica de Kinyoun es utilizada para identificar ooquistes de *Cryptosporidium* sp. Esta técnica es similar a la tinción Ziehl-Neelsen, a diferencia que es realizada sin calentamiento.

2.4.2. Métodos Indirectos

Los métodos indirectos detectan indirectamente al parásito mediante la captura de antígenos que éste libera, o bien por la respuesta humoral desencadenada en el hospedero. Es recomendable realizar pruebas indirectas para parásitos que sean difíciles de diagnosticar en heces o bien que tengan localización tisular de acceso complicado. Dentro de los métodos indirectos existen pruebas serológicas y pruebas moleculares (Uilenberg, 1998).

Las pruebas serológicas hacen evidente la respuesta inmune del hospedero, principalmente humoral. La mayoría de estas pruebas se basan en la detección de la respuesta específica de anticuerpos desarrollados ante la presencia del parásito. Éstas incluyen aglutinación clásica, fijación de complemento, difusión en gel, inmunofluorescencia, inmunodetección en membrana, ELISA, etc., y se utilizan para *E. histolytica*, *Trypanosoma* y *Plasmodium* principalmente (Chávez, 2008).

La identificación de especies parasitarias causantes de infecciones intestinales ha logrado un gran avance debido a la aplicación de métodos de diagnóstico molecular basados en la hibridación del ADN. El principio de estas pruebas es la demostración de la presencia de secuencias de nucleótidos, específicas para determinar cepas, especies y géneros de parásitos. La ventaja de las pruebas moleculares sobre las serológicas es que identifica sin importar el estado inmunológico del huésped, además detecta simultáneamente varios parásitos (Uilenberg, 1998; Chávez, 2008).

2.5. Factores de Riesgo Asociados a Parasitosis Intestinales

La prevalencia de infecciones por parásitos intestinales presenta una distribución mundial, pero es más común en poblaciones con factores similares característicos (Nkrumah y Nguah, 2011). Entre estos factores se encuentran: consumo de agua y alimentos contaminados, nivel socioeconómico bajo, hacinamiento y hábitos sanitarios deficientes. Estos factores son los responsables de la mayor cantidad de casos de enfermedad y muerte en países en desarrollo y subdesarrollados (Botero, 1981). Además, las parasitosis intestinales suelen ser transmitidas con mayor facilidad en ciertos tipos de climas, particularmente tropicales y húmedos (López y Molina, 2005).

2.5.1. Agua Contaminada

Entre las principales causas de parasitosis en el hombre está el consumir agua contaminada con quistes de parásitos procedentes de heces (fecalismo). Esto debido al uso de agua no potable, o agua potable contaminada, como bebida o medio para lavar utensilios de cocina principalmente. El beber agua potable no contaminada, o agua purificada, es un factor protector en contra de las infecciones por parasitosis intestinales (Nkrumah y Nguah, 2011).

2.5.2. Alimentos Contaminados

La alimentación es un potencial factor de riesgo asociado a la transmisión de parásitos intestinales. Alimentos crudos o mal cocidos como frutas, verduras, carne y pescado, además de aquellos en contacto con agua, constituyen las vías de infección más importantes. La prevalencia de parásitos específicos en diferentes alimentos y fuentes de alimentos es variable entre países y regiones (Anantaphruti, 2001).

La contaminación parasitaria de alimentos puede darse a diferentes niveles, puede ser inicial o en la materia prima, durante el proceso de industrialización o comercialización o a nivel de consumidor final. La función del consumidor final es muy importante ya que él puede, mediante la manipulación y preparación adecuada, evitar contaminar o descontaminar el alimento (Slifko *et al.*, 2000). Cifuentes *et al.* (2004), encontraron asociaciones significativas entre el agua y alimentos contaminados con prevalencias elevadas de parásitos intestinales.

Además, el tener malos hábitos alimenticios es también un factor de riesgo a la infección por parásitos intestinales.

2.5.3. Desnutrición

Se ha comprobado en diversos estudios la relación existente entre el estado de nutrición y las infecciones parasitarias. Generalmente un IMC bajo, indicador de posible desnutrición, suele estar asociado positivamente a la infección por parásitos intestinales (Amare *et al.*, 2013). Dicha asociación es orientada mayormente a que las infecciones parasitarias son las responsables de la disminución del estado nutricional. No obstante, estados nutricionales bajos causados por agentes ajenos a parásitos intestinales, son traducidos en sistemas inmunes inmaduros, lo cual pudiera facilitar la adquisición de parasitosis intestinal.

El puntaje Z de Talla para la Edad (T/E) es un parámetro indicador de estado nutricional que suele relacionarse a la infección parasitaria de manera similar al IMC. Pero a diferencia del IMC, la Z T/E es una estimación del estado de nutrición más precisa en escolares ya que se compara la talla de un niño con la talla ideal correspondiente a una población de referencia (OMS, 2004).

2.5.4. Hacinamiento

El término hacinamiento hace referencia a la relación entre el número de personas que habitan una casa y el espacio o número de habitaciones disponibles. La OMS define como hacinamiento a más de 2.3 personas coexistiendo en la misma habitación (OMS, 2006).

Debe diferenciarse al hacinamiento del término de densidad poblacional, que es solo una magnitud física expresada como número de personas por unidad de área. El hacinamiento es un concepto más profundo que involucra niveles apropiados de ocupación, densidad y privacidad. Son estos niveles los que se asocian con la infección parasitaria, al compartir servicios y disminuir la higiene facilitando la transmisión de los parásitos (Santoyo y Anguera, 1992).

2.5.5. Higiene

Investigadores epidemiológicos en diferentes países han demostrado que las condiciones socioeconómicas, de sanidad e higiene son causa importante en la endemia de las parasitosis. Particularmente la relación entre la prevalencia de infección parasitaria e higiene ha sido bien establecida y extensamente estudiada. Es conocido que el tener hábitos de higiene personal deficientes es un factor de riesgo para adquirir infecciones por parásitos (Al-Mohammed *et al.*, 2010).

Existe evidencia de que el no lavarse las manos, o bien lavárselas inapropiadamente, antes de ingerir alimentos o después de ir al baño, está fuertemente relacionado a la transmisión de parásitos intestinales (Pham Duc *et*

al., 2011). Otras prácticas como el poco uso de zapatos, aseo personal deficiente, animales en la vivienda y depósitos deficientes de excretas, también son consideradas factores de riesgo de parasitosis (Grenier *et al.*, 2008). En el 2011, Matthys *et al.*, encontraron relación entre niveles de sanidad deficientes en baños de escuelas primarias y elevadas prevalencias de infecciones por parásitos.

2.5.6. Nivel Socioeconómico

El nivel socioeconómico bajo es otro factor reconocido en favorecer la infección parasitaria, ya que países en desarrollo cuyos niveles de pobreza son elevados suelen presentar prevalencias más altas (Oberhuber, 1997). Por otra parte, también se ha encontrado que en algunos países el tipo de actividad económica está relacionada con alta prevalencia de parasitosis intestinales posiblemente relacionado a una mayor exposición del empleado a fuentes de infección en los lugares de trabajo incluyendo la alimentación y el ambiente (Fathy, 2011). También se ha encontrado una relación cercana entre el nivel socioeconómico y nivel de educación. Se ha documentado que con niveles altos de educación se ven mejoradas las prácticas sanitarias y las condiciones higiénicas y varios estudios ya han identificado que un nivel bajo de educación es un factor de riesgo a las infecciones parasitarias (Abdulsalam *et al.*, 2013).

2.6. Prevención

Existen diversas conductas y prácticas que pueden llevarse a cabo con el fin de prevenir y disminuir las infecciones por parásitos intestinales. Por ejemplo, el mantener una adecuada higiene personal, lavarse bien las manos, consumir agua de fuente segura, manipular, lavar y cocinar bien los alimentos, entre otras. Además, la implementación de programas y campañas de higiene y desparasitación a nivel poblacional diseñados de manera apropiada pueden contribuir a reducir las tasas de infección y reinfección por parásitos (Matthys *et al.*, 2011).

Aunque se tenga un nivel socioeconómico bajo, que es el más afectado por las parasitosis, es posible prevenir las infecciones. El tener una adecuada educación sanitaria en general, la cual debe ser independiente del estado socioeconómico, es un importante factor de prevención. Es sabido también que el contar con una adecuada disposición de excretas y aguas residuales es un factor protector contra la adquisición de parásitos intestinales (Tabares y González, 2008).

Conocer los mecanismos de transmisión de los parásitos permite evitar riesgos que los faciliten. Investigar sobre posibles fuentes de infección o identificar existentes contribuye a disminuir la infección. Además, el diagnóstico de prevalencias de infecciones parasitarias permite tomar medidas de erradicación en caso necesario o de manera alternativa reducir el problema infeccioso.

La prevención y erradicación de especies parasitarias es de importancia especial en México, ya que estudios anteriores han reportado una persistencia de diferentes especies de parásitos en la población escolar. Por ejemplo, Sánchez – Vega *et al.*, 2000, reportaron una prevalencia de *G. lamblia* de 29.98% y de *E. coli* de 7.29% en población rural mexicana. Otro ejemplo, enfocado en *Cryptosporidium*, es el estudio realizado por Lugo *et al.*, 2013, quienes reportaron una prevalencia de *C. parvum* de 37.8% en 320 niños de áreas rurales y suburbanas.

3. HIPÓTESIS

Existe una alta prevalencia de infección *C. parvum* y otros parásitos intestinales en escolares rurales y suburbanos del municipio de Hermosillo Sonora.

La prevalencia de *C. parvum* y otros parásitos intestinales en escolares rurales y suburbanos del municipio de Hermosillo está asociada a factores como el estado nutricional, la calidad del agua disponible, nivel socioeconómico y hábitos higiénicos.

4. OBJETIVOS

4.1. Objetivo General

Determinar la prevalencia de infección por *C. parvum* y otros parásitos intestinales y su asociación al estado nutricional y nivel socioeconómico en escolares rurales y suburbanos del municipio de Hermosillo, Sonora.

4.2. Objetivos Específicos

Determinar la prevalencia de *C. parvum* y otros parásitos intestinales en heces y muestras de agua domiciliarias de escolares de áreas rurales y suburbanas del municipio de Hermosillo Sonora.

Evaluar el estado nutricional de escolares de áreas rurales y suburbanas del municipio de Hermosillo, Sonora mediante técnicas antropométricas.

Colectar información sobre el nivel socioeconómico de escolares de áreas rurales y suburbanas del municipio de Hermosillo, Sonora mediante la aplicación de encuestas.

Analizar la asociación entre la prevalencia de *C. parvum* y otros parásitos intestinales con diversos factores de riesgo en escolares de áreas rurales y suburbanas del municipio de Hermosillo, Sonora.

5. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1. Diseño del Estudio

El estudio fue de tipo transversal realizado del periodo de marzo de 2014 a noviembre de 2015 en el municipio de Hermosillo, Sonora.

5.2 Sujetos de Estudio

Para llevar a cabo el reclutamiento de participantes en este estudio, se llevó a cabo una plática con los escolares y autoridades académicas (maestros y directores) de las escuelas primarias públicas seleccionadas en base al bajo nivel socioeconómico del área, el cual fue determinado por el número de casas sin servicios básicos alrededor de las escuelas seleccionadas, hacinamiento y bajo ingreso familiar (INEGI, 2005; SS 2008). Se les explicó con detalle el protocolo del estudio así como los beneficios de participar en el mismo, además se les pidió entregar una carta de consentimiento firmada por los padres para participar en el estudio.

Se seleccionaron ocho escuelas en total, cuatro del área rural y cuatro el área suburbana. En las escuelas del área rural, se encontraban un total de 482 estudiantes inscritos (SEC 2015), de los cuales 175 participaron en el presente estudio, representando un 36.3% de participación.

En cuanto al área suburbana, el total de escolares inscritos en las escuelas seleccionadas fue de 423 (SEC 2015) y de ellos 132 participaron en el estudio, representando un 31.2% de participación.

En total, se obtuvo la participación de 307 estudiantes de un total de 905 estudiantes inscritos en 8 escuelas primarias públicas seleccionadas, lo cual representa un porcentaje general de participación de 33.9%.

5.3. Prevalencia de Infección Parasitaria Intestinal

A cada participante, se le entregaron 3 recipientes de plástico para que recolectara una muestra diaria por 3 días. Se explicó la metodología más adecuada para tomar las muestras y la forma de conservación del recipiente con la muestra. Las muestras fueron recogidas en la misma escuela primaria a través de visitas diarias por un periodo de 5 días. Los contenedores con las muestras fueron transportados al Laboratorio de Parasitología del Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo (CIAD) donde se codificaron individualmente, se registraron y almacenaron a una temperatura entre 4 y 6 °C antes de su análisis.

Una vez en el laboratorio, las muestras de heces fueron homogenizadas y sometidas a observación directa al microscopio y a los métodos de Faust y Kinyoun, los cuales se explican a continuación.

Faust: La técnica de Faust es un método coproparasitológico de concentración por flotación. La materia fecal fue diluida en sulfato de zinc al 33% hasta alcanzar una densidad de 1.18, y los parásitos contenidos, que son más livianos, quedaron suspendidos en la capa superficial (Faust, 1939).

Kinyoun: La técnica de Kinyoun se realizó para identificar ooquistes del parásito *Cryptosporidium* sp, que consiste en realizar un frotis de la muestra en un

portaobjetos, cubrirlo con fuchina y lavar con alcohol ácido para después agregar azul de metileno como contraste (Kinyoun, 1915).

Variables dependientes e independientes

La variable dependiente (Y) de nuestro estudio fue la infección parasitaria, definida como todo aquel sujeto en cuya muestra se detectó la presencia de al menos un parásito intestinal mediante las pruebas de Faust, Kinyoun o durante la observación directa al microscopio. Dicha variable es de tipo dicotómica categórica, donde la no presencia de parásitos intestinales se representó con 0, y la presencia de parásitos intestinales fue codificada como 1. Con esta variable se calculó la prevalencia de parasitosis intestinal en base al porcentaje de casos positivos a infección parasitaria con respecto al total de sujetos analizados:

$$\% \text{ Prevalencia} = (\text{casos positivos} / \text{total de sujetos}) * 100$$

5.4. Recolección y Análisis de Muestras de Agua

La recolección de muestras de agua se hizo en recipientes limpios de 20 litros de capacidad y con tapa de presión. En total se colectaron 50 litros de agua de la llave de jardín en la casa de cada participante en el estudio, de acuerdo a los estándares de la Agencia de Protección del Medio Ambiente de Estados Unidos (USEPA, 2008). Cada contenedor fue etiquetado apropiadamente con un código de identificación del domicilio muestreado y registrado. Esta muestra de agua se analizó para la presencia de parásitos intestinales para asociarla con la infección intestinal parasitaria de los hospederos de cada casa muestreada. El muestreo de agua se realizó de manera simultánea con la colección de muestras de heces de cada uno de los habitantes del domicilio. Los 50 litros de agua colectada de la llave de jardín del domicilio fueron filtrados con ayuda de una bomba de vacío Marca Felisa (Modelo FE-1500 73.4 L/min, Feligneo, S.A de C.V Zapopan Jalisco, México 2014) a un caudal de 1 litro/min (USEPA, 2012). El control de flujo se realizó con una válvula de 0.5 gpm Bertram Controls, Plast-O-Matic cat. no. FC050B½-PV. La membrana de filtración utilizada fue de microfibra

de vidrio de la marca Whatman con un tamaño de poro de 1 μm (diámetro de 47mm, fabricado en el Reino Unido, número de catálogo 1821-047). Los filtros conteniendo el material filtrado fueron transportados al Laboratorio de Parasitología de CIAD bajo condiciones de refrigeración (4°C a 6°C) tal como lo recomienda el método 1622 USEPA 2005.

Las muestras fueron analizadas por el ensayo de inmunoabsorción ligado a enzimas (ELISA, por sus siglas en inglés) con el kit comercial EPITOPE Fecal *Cryptosporidium* Antigen ELISA para el antígeno *Cryptosporidium parvum*, fabricado en San Diego en 2015. El ELISA usado fue el tipo “sándwich”, que consiste en utilizar un anticuerpo anti-*Cryptosporidium parvum* para capturar el antígeno específico existente en el sobrenadante de la muestra, y luego un segundo anticuerpo anti-*Cryptosporidium parvum* es agregado uniéndose al antígeno capturado por el primer anticuerpo simulando un sándwich. La reacción es visualizada por la adición de un anticuerpo que se une al segundo anticuerpo conjugado a peroxidasa y el cromógeno tetrametilbenzidina (TMB) que produce un color azul, el cual con la adición de ácido fosfórico se torna a amarillo el cual es leído a una longitud de onda de 450 nm. Para la interpretación del resultado se tomó como resultado positivo las muestras con lecturas de absorbancias superiores a 0.500 a 450 nm de acuerdo a las instrucciones del fabricante. Dicha prueba cuenta con una sensibilidad de 97%.

5.5. Aplicación de Encuesta Socioeconómica

La encuesta socioeconómica incluyó preguntas para obtener información sobre sexo, edad (información sociodemográfica), si se observaron síntomas clínicos en algún día de los 15 días previos al momento de la encuesta tales como: diarrea, dolor de estómago, vómito y fiebre (síntomas comunes en una infección gastrointestinal por parasitosis). Esta encuesta fue aplicada al escolar con el apoyo del padre o madre de familia.

Se preguntó además la frecuencia en el lavado de manos antes de comer y después de ir al baño, y también la frecuencia en el lavado de alimentos, ambos clasificándose en pocas veces, algunas veces y siempre. También se preguntó si consumía agua directa de la llave, o agua tratada o purificada.

Se investigó el ingreso económico de la familia, para ello se preguntó el ingreso semanal promedio percibido por la familia donde habita. Dicho ingreso semanal fue estimado en salarios mínimos diarios, tomando como valor de 1 salario mínimo \$70.10 pesos de acuerdo al salario mínimo vigente al 2015, según la Comisión Nacional de los Salarios Mínimos (Conasami, 2015)

Se preguntó además durante la encuesta si la persona o la familia se encontraba recibiendo algún tipo de apoyo económico que pudiera estar contribuyendo a su economía tales como becas, programa oportunidades, programa setenta y más, entre otros.

A fin de determinar la existencia de hacinamiento se evaluó el número de habitantes en el hogar dividido entre el número de habitaciones disponibles. Si el resultado era mayor a 2.4, se consideró como hacinamiento de acuerdo a la definición de hacinamiento por la OMS (OMS, 2006).

Se preguntó además si contaban con los servicios públicos básicos (agua, luz, drenaje), institución que les otorgaba el servicio de salud en el caso de que así fuera, se consideraba las siguientes instituciones: IMSS, ISSSTE, ISSSTESON, Seguro popular y consultorios de farmacias genéricas, asignando un valor de 0 a las personas que contaban con un servicio de salud y 1 a quienes no contaban con ninguno.

Se preguntó acerca del estado civil de los padres, que proporcionó información de 4 categorías: Soltero, casado, unión libre y viudo, codificando a los padres que viven juntos con 0 y a los separados con 1. El nivel de escolaridad fue codificado como ninguno, primaria, secundaria, preparatoria y universidad, asignando un valor de 0 a las personas con escolaridad mayor a preparatoria y con 0 a aquellas personas con escolaridad menor a secundaria. Finalmente,

sobre su actividad económica fue categorizada como trabajar (valor “0”) y no trabajar (valor “1”) en el momento de la entrevista.

5.6. Agua como Variable de Exposición (Hipótesis)

Agua contaminada: El agua contaminada fue considerada como variable independiente o de exposición y fue determinada mediante el análisis del filtrado obtenido usando la prueba de ELISA. En este estudio, al encontrarse positiva a parásitos intestinales se consideró como Agua Contaminada, y se incluyó en el análisis estadístico como variable cualitativa dicotómica. Se codificó como 0 en los casos de agua sin parásitos y como 1 en los casos de Agua contaminada.

Beber agua de la llave: Se tomó como variable de exposición el beber agua de la llave, en donde los sujetos participantes que manifestaron en la encuesta utilizar agua de la llave sin ningún tratado (clorar o hervir) para consumo fueron considerados positivos a esta variable que de igual manera a la anterior fue incluida en el análisis estadístico, tomando como 0 los casos que manifestaron beber agua de garrafón y como 1 los que beben agua de la llave.

5.7. Asignación y Tratamiento Estadístico de las Variables Confusoras

En el presente estudio se evaluó la asociación entre infección parasitaria y agua como factor de riesgo (agua contaminada y beber agua de la llave). Sin embargo, dicha asociación puede ser afectada por algunas otras variables que está reportado tienen relación con la infección parasitaria. Por tanto a continuación se muestran las posibles variables confusoras que fueron consideradas en este estudio:

Edad: Diversos estudios han encontrado que los escolares suelen ser más propensos a infecciones intestinales parasitarias, debido en parte a que las actividades que ellos realizan generalmente son reconocidas a presentar mayor riesgo a infección (Pereira *et al.*, 2007). El valor de la variable edad en este estudio fue obtenido durante la aplicación de la encuesta, a partir de la fecha de

nacimiento siempre intentado verificar con una identificación oficial o CURP, según el caso. Para el análisis estadístico, el valor de edad se expresó en años cumplidos y se incluyó en el análisis estadístico como variable continua.

Talla: Para el cálculo del Índice de Masa Corporal (IMC) y el puntaje Z de Talla para la Edad (Z T/E), en caso de los menores, la talla de los sujetos de estudio fue medida mediante el uso de un estadiómetro marca Holtain Limited con calibración previa a cada uso. Cada sujeto fue medido sin zapatos y de pie sobre el estadiómetro, con los talones juntos y en contacto con la base trasera y con una abertura ligera en las puntas de los pies. Se colocó la cabeza del sujeto de tal manera que existiera una línea imaginaria de forma paralela al piso trazada desde el extremo inferior de la órbita hasta el borde superior del conducto auditivo externo (plano de Frankfort). El valor de la variable talla se incluyó en el análisis estadístico como variable continua.

Peso: Al igual que la variable talla, el peso fue medido para el cálculo de IMC, y puntaje Z de peso para la edad (Z P/E). La medición se realizó mediante el uso de una báscula portátil de la marca AND modelo FG-150KBM calibrada. El valor del peso fue registrado con la mínima cantidad de peso extra posible en el sujeto participante (sin zapatos, chamarras, dobles camisetas, gorras, cinturones, joyería, llaves, carteras, etc). Para el análisis estadístico fue incluida la variable peso como continua.

IMC: El valor de IMC fue calculado a partir de la fórmula: Peso/Talla^2 (kg/m²), obteniendo así la variable IMC de carácter cuantitativo continuo para el análisis estadístico. Los valores de IMC fueron agrupados en base a los criterios de la Organización mundial de la salud (OMS, 2004). Adicionalmente, se creó una variable llamada IMC categórica, con carácter dicotómico en donde se codificó como “0” para valores de IMC normales y como “1” para valores de riesgo.

T/E: El valor de T/E fue expresado en puntaje Z (Z score), el cual indica a cuantas desviaciones estándar de la media de referencia (-1 a +1) se encuentra un puntaje determinado. Los valores fueron calculados con ayuda del software WHO

AnthroPlus v1.0.4 introduciendo los valores de peso, talla, fecha de nacimiento y sexo. Se analizó como variable continua y además se categorizó como dicotómica asignando el valor de “1” a un puntaje Z mayor de -1 y de “0” a aquellos con puntaje Z menor de -1.

Sexo: Para el análisis estadístico se utilizó como variable categórica y se codificó como “0” para sexo femenino y como “1” para sexo masculino.

Síntoma gastrointestinal (GI): Para el análisis estadístico, la variable síntoma gastrointestinal se tomó como cualitativa y se dividió en dolor de cabeza, estómago, infección respiratoria y diarrea y se codificó como “0” para aquellos que no manifestaron presentar algún síntoma en los 15 días previos y como “1” a los que sí los presentaron.

Lavado de manos: En base a las respuestas obtenidas se clasificaron los grupos siempre y no siempre, codificándolo como “0” y “1” respectivamente.

Lavado de alimentos: Para el presente estudio, se contempló si el lavado de los alimentos se realizaba siempre, codificado como “0”, y en el caso contrario codificado como “1”.

Estado civil: Se creó una variable y fue utilizada en el análisis estadístico como cualitativa dicotómica para evaluar diferencias en cuanto a sujetos seguros con pareja (casados), quienes fueron codificados como “0”, contra sujetos de riesgo a aquellos sin pareja (solteros o viudos), codificados como “1”.

Escolaridad: Para el análisis estadístico se creó la variable Escolaridad, en donde se agruparon codificándose como “0” a aquellos quienes tenían una escolaridad mayor a preparatoria, y en otro grupo codificado como “1” a aquellos con escolaridad secundaria o menor. Esta variable se añadió al análisis estadístico como cualitativa dicotómica.

Ocupación: El grupo codificado como “0” estuvo integrado por aquellos que trabajan, y el grupo codificado como “1” por los que no trabajan.

Salario mínimo: Se agruparon en dos grupos de acuerdo a la cantidad de salarios mínimos y se evaluó como variable dicotómica. Después de tomar en consideración la mediana para salarios mínimos vigentes obtenidos, se determinó asignar como “0” a quienes recibían 2.44 o más salarios mínimos y como “1” a quienes recibían menos.

Apoyo económico: Se clasificó como “0” a aquellos que recibieron apoyo económico y como “1” a los que no recibían apoyo para analizarse como variable cuantitativa dicotómica.

Hacinamiento: Se analizó como variable cualitativa dicotómica y se codificó como “0” a los sujetos que no vivían en condiciones de hacinamiento y como “1” a los participantes que vivían en condiciones de hacinamiento.

Servicios públicos: Se clasificó como “0” a aquellos que tenían los servicios básicos y como “1” a los que tenían ausencia de al menos un servicio básico. Se analizó como variable dicotómica.

Servicio de salud: Para su análisis fueron clasificados como “0” todos aquellos que contaban con seguro de trabajador (IMSS, ISSSTE, ISSSTESON) o que se atendían en clínicas particulares o genéricas. Se clasificaron como “1” aquellos que no contaban con un servicio de salud. Para su análisis se tomó como variable dicotómica.

5.8. Análisis Estadístico

Con el fin de encontrar las variables que se asocian a la infección parasitaria (en general y por *C. parvum*), se realizó un análisis de regresión logística múltiple. Inicialmente se llevó a cabo un análisis exploratorio de las variables obtenidas con el fin de asegurar la limpieza de la base de datos y conocer cada una de las variables, como los valores mínimos y máximos, rangos, presencia de valores faltantes y la necesidad de crear nuevas variables. Para el caso de las variables cuantitativas continuas (edad, peso, talla, IMC, ZT/E, ZP/E

y ZIMC/E) fueron analizados el número de observaciones, media, desviación estándar, mínimo y máximo, además de su distribución. En tanto que las variables categóricas fueron analizadas como número de observaciones, frecuencia y porcentaje.

Posteriormente, se llevó a cabo el análisis de regresión logística univariada que consistió en analizar la relación de los posibles factores de riesgo con nuestras variables de respuesta (Análisis sin ajustar). Las posibles variables de riesgo fueron las siguientes: Hacinamiento, Animales domésticos, Agua contaminada, Beber agua de la llave, Sexo, como se definieron anteriormente para su análisis. De este grupo de variables, se seleccionaron aquellas que cumplieron con el criterio de $p \leq 0.2$.

Por último, se realizó el análisis de regresión logística múltiple, el cual consistió en aplicar la técnica de stepwise o selección por pasos a las variables seleccionadas en el paso anterior, con el criterio utilizado para la selección de variables de riesgo de $p \leq 0.05$ (Modelo ajustado). La asociación se avaluó a través de razones de momio utilizando intervalo de confianza (IC) al 95% y valor de p .

Las diferentes pruebas realizadas para el análisis estadístico se llevaron a cabo con el paquete estadístico Stata 12 (StataCorp. 2011. Stata Statistical Software: Release 12. College Station, TX: StataCorp LP).

6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

6.1. Descripción de la Población Participante

En el presente estudio participaron un total de 307 sujetos los cuales presentaron un promedio de edad de 8.4 ± 1.4 años, con un IMC medio de 17.6 ± 3.4 . En la tabla 1 se muestran las características generales de los participantes del estudio.

Tabla 1. Características generales de la población escolar participante en este estudio de 8 primarias públicas localizadas en el municipio de Hermosillo Sonora (2014-2015).

Variable	Participantes n = 307
Género	
Masculino	171 (55.7)
Femenino	136 (44.3)
Medidas antropométricas:	
Talla (m)	132.07 ± 10.2
Peso	31.42 ± 9.50
ZT/E (media)	0.059 ± 1.18
ZP/E (media)	0.436 ± 1.40
ZIMC/edad (media)	0.780 ± 4.40

Variables continuas \pm desviación estándar

Variables categóricas (n - %)

Por otro lado, en la tabla 2 se presentan las características generales de la población estudiada clasificada en escolares rurales y suburbanos.

Tabla 2. Características generales de la población escolar participante en este estudio en 8 primarias públicas localizadas en el municipio de Hermosillo Sonora por comunidad de estudio (2014-2015).

Variable	Rurales n = 175	Suburbanos n = 132	Total n = 307
Género			
Masculino	99 (56.5)	72 (54.5)	171 (55.7)
Femenino	76 (43.4)	60 (45.4)	136 (44.3)
Medidas antropométricas:			
Puntaje Z Peso/Edad	0.58 ± 1.59	0.25 ± 1.06	
Puntaje Z Talla/Edad	0.22 ± 1.38	-0.15 ± 0.82	
Puntaje Z IMC/Edad	1.05 ± 5.81	0.43 ± 1.17	

Los valores se presentan como frecuencia y (%). Media ± Desviación estándar.

6.1.1. Características Descriptivas de los Participantes

Dentro del grupo de participantes, el 44.3% fueron del sexo femenino y el 55.7% del sexo masculino, además, el 49.1% de los participantes bebía agua directa de la llave. Considerando la información de una tesis realizada en la ciudad de Cananea (González, 2014) en la que se reportaban prevalencias de *C. parvum* de 14.2% en agua de abastecimiento de la ciudad y de 9.5% en muestras domiciliarias, el beber agua directa de la llave puede ser un riesgo potencial de adquirir parasitosis intestinales. Con respecto a datos de morbilidad el 26% de los niños manifestaron haber presentado dolor de cabeza, 40% dolor de estómago, 14% infección respiratoria y 20.5% diarrea, en un periodo de dos semanas previas a nuestra entrevista. Esto nos indica que la población estudiada está expuesta a múltiples factores que son responsables de causar tal morbilidad. Al respecto, la Secretaría de Salud en su informe de noviembre de 2015, indicó que las altas tasas de enfermedades gastrointestinales podrían estar asociadas a la presencia de parásitos intestinales (SS, 2015)

Por otro lado, observamos que el 39.4% de los niños se encontraba viviendo en condiciones de hacinamiento, el cual es reconocido como un factor asociado a la presencia de infecciones por parásitos. En 2007, Guerrero – Hernández *et. al.*, publicaron que el 46.7% de 621 niños participantes en un estudio similar al nuestro también vivían en condiciones de hacinamiento.

Por otro lado, el 48.8% de la población escolar de nuestro estudio manifestó no siempre lavarse las manos antes de comer y después de ir al baño. Esta condición es un riesgo de infección por parásitos, como se ha demostrado en otros estudios. En 2015, un estudio realizado por Abdulkader *et al.*, en Etiopía demostraron que las tasas de infección y reinfección por parásitos intestinales fueron mayores en el grupo de escolares que no se lavaban las manos regularmente en comparación con el grupo que si lo hacía, reportando que el 86% de 367 escolares que se lavaban las manos no presentaban reinfección.

El 51.1% de los niños participantes habitaban con familias cuyo salario diario era menor a 2.44 salarios mínimos y 40% de esas familias no recibían ningún tipo de apoyo económico.

6.2. Prevalencia de Parasitosis Intestinal

La prevalencia de parasitosis intestinal en este estudio fue de 63.1%, y 52.7% de los escolares participantes presentaron parásitos intestinales patógenos y 24.4% se encontraban infectados con más de una especie parasitaria. En el área rural se encontró una prevalencia de infección de 56.6%, mientras que en el área suburbana fue de 71.9%. La prevalencia en el presente estudio fue considerablemente alta, ya que más de la mitad de nuestra población de estudio presentó alguna infección parasitaria intestinal. Con ello, pudimos confirmar, al igual que en otros estudios, que los escolares de las áreas estudiadas continúan siendo muy susceptibles a este tipo de infecciones (Quihui *et al.*, 2004; Mehraj *et al.*, 2008; Jimenez *et al.*, 2009). Además, es importante mencionar que la prevalencia encontrada en los escolares del presente estudio fue superior a la reportada en años anteriores en el noroeste del país, por ejemplo, de 35% en 389 escolares de 6 a 12 años (Quihui y Morales, 2012) y 29% en 728 escolares urbanos, suburbanos y rurales en el noroeste de México (Quihui *et al.*, 2014).

En este estudio se identificaron un total de 9 especies parasitarias diferentes (Tabla 3) comprendidas por los patógenos *Cyclospora spp.*, *Entamoeba histolytica*, *Hymenolepis nana*, *Cryptosporidium sp.*, *Blastocystis hominis* y *Giardia lamblia* y los comensales *Entamoeba coli*, *Iodamoeba butschlii* y *Endolimax nana*.

Tabla 3. Prevalencia de especies de parásitos observadas por la técnica de Faust y Kinyoun y detectadas en la población escolar participante en este estudio.

Especie	Prevalencia n = 307
<i>Cyclospora spp.</i>	0.97
<i>Entamoeba histolytica</i>	8.14
<i>Hymenolepis nana</i>	2.28
<i>Cryptosporidium spp.</i>	38.1
<i>Blastocystis hominis</i>	0.16
<i>Giardia lamblia</i>	23.7
<i>Entamoeba coli</i>	19.5
<i>Endolimax nana</i>	28.9
<i>Iodamoeba butschlii</i>	7.49

Tabla 4. Prevalencia de las especies parasitarias encontradas en las zonas estudiadas.

Especie	Rural n = 175	Suburbano n = 132
<i>Cyclospora spp.</i>	0.00	2.27
<i>Entamoeba histolytica</i>	4.57	12.7
<i>Hymenolepis nana</i>	1.14	3.78
<i>Cryptosporidium spp.</i>	36.0	40.9
<i>Blastocystis hominis</i>	0.00	0.32
<i>Giardia lamblia</i>	14.9	35.1
<i>Entamoeba coli</i>	11.4	30.3
<i>Endolimax nana</i>	21.7	38.6
<i>Iodamoeba butschlii</i>	5.14	10.6

Además, utilizando la técnica de ELISA, se detectó una prevalencia de *Cryptosporidium parvum* de 35.2%, lo cual es una prevalencia menor a la reportada por Quihui *et. al.*, 2013 (37.8%), sin embargo, sigue siendo una cifra elevada que indica un riesgo de salud para la población estudiada.

6.3. Análisis de Agua

Para evaluar la presencia de parásitos en agua (agua contaminada), se analizaron un total de 307 muestras de agua correspondientes a los domicilios de los sujetos de estudio, de las cuales 108 (35.2%) resultaron positivas a *C. parvum*, por el método de ELISA. La prevalencia es superior al 9.5% reportado en 2013 en 125 muestras de agua domiciliarias en la Ciudad de Cananea (González, 2014), pero menor al 69% reportado en 32 muestras de agua de Ciudad Obregón (Díaz *et al.* 2003).

6.4. Asociación de Agua con la Prevalencia de Infección Parasitaria

Además de demostrar que existe una elevada prevalencia de parasitosis intestinal en las áreas de estudio, la hipótesis de este trabajo fue comprobar que dicha infección por parásitos intestinales se encuentra asociada al agua como factor de riesgo importante. Esta asociación fue evaluada a través de dos aspectos: Primero, el análisis de agua de la llave domiciliaria en busca de parásitos intestinales y categorizando esa variable como Agua Contaminada (variable independiente), y segundo, definiendo si usa agua de la llave no tratada (variable independiente) como fuente directa para consumo. Además de esto se consideraron diversos factores de riesgo relacionados con la infección parasitaria (variables independientes confusoras).

6.5 Análisis de Regresión Logística Univariada de los Factores de Riesgo Asociados a la Infección Parasitaria e Infección por *C. parvum*

Los resultados obtenidos en el análisis por regresión logística no mostraron asociación entre la presencia de infección parasitaria en general y por *C. parvum* y el estado de nutrición de los escolares, ya sea en puntaje Z para talla para la edad, peso para la edad o índice de masa corporal para la edad.

Los resultados del análisis logístico univariado entre infección parasitaria intestinal y las diferentes variables consideradas en este trabajo se muestran en la Tabla 5.

Tabla 5. Análisis de regresión logística univariada entre la presencia de parasitosis intestinal y las variables consideradas en este estudio en 307 escolares de 8 primarias públicas ubicadas en el municipio de Hermosillo Sonora.

Variables	RM	IC 95%	P
Sexo (Hombre)	0.99	0.62 – 1.58	0.989
Edad (Años)	1.06	0.90 – 1.24	0.465
Edo. Civil (Separados)	1.47	0.78 – 2.79	0.230
Hacinamiento (Presencia)	9.66	5.07 – 18.38	0.0001
Sin luz eléctrica (Si)	0.57	0.11 – 2.90	0.504
Sin drenaje (Si)	1.87	1.17 – 3.00	0.009
Beber agua directo de la llave (Si)	21.00	10.86 – 40.61	0.0001
No siempre se lava las manos (Si)	21.56	11.14 – 41.74	0.0001
Agua contaminada por <i>C. parvum</i> (Presencia)	3.86	2.20 – 6.75	0.0001
Dolor de cabeza (Presencia)	3.64	1.93 – 6.87	0.0001
Dolor de estómago (Presencia)	11.25	5.80 – 21.83	0.0001
Infección respiratoria (Presencia)	1.83	0.88 – 3.79	0.103
Diarrea (Presencia)	25.45	6.08 – 106.45	0.0001

Variables de retención a $p \leq 0.2$

Como puede apreciarse en el valor razón de momios en los escolares, el riesgo de adquirir una infección intestinal en general en un domicilio con agua contaminada por *C. parvum* fue de 3.86 (IC 95% 2.20 – 6.75) con una p de 0.0001. Es decir, los escolares que tienen agua contaminada con *C. parvum* en su domicilio tienen 3.86 más veces de riesgo de adquirir una infección intestinal que las personas que habitan en domicilios con agua no contaminada. Con

respecto a la variable beber agua directa de la llave, se encontró que los escolares que beben agua de la llave tienen una razón de momios de 21.00 (10.86 – 40.61), lo cual indica que quienes beben agua directa de la llave tienen 21 veces más riesgo de contraer infecciones por parásitos intestinales en comparación a los que no toman agua de la llave ($p=0.0001$). Además, el riesgo de parasitosis intestinal habiendo manifestado dolor de cabeza mostró una razón de momios de 3.64 (1.93 – 6.87), lo que indica que quienes presentaron dolor de cabeza 15 días antes a la aplicación de la encuesta, tienen 3.64 veces más riesgo de presentar infección por parásitos intestinales que quienes no tuvieron dolor de cabeza ($p = 0.0001$), similarmente, se encontró que presentar dolor de estómago tuvo una razón de momios de 11.25 (5.80 – 21.83), lo que indica que los escolares que presentaron dolor de estómago 15 días antes a la aplicación de la encuesta, tienen 11.25 más riesgo de presentar infección por parásitos intestinales que quienes no tuvieron dolor de estómago ($p = 0.0001$), los escolares que presentaron infecciones respiratorias tuvieron una razón de momios de 1.83 (0.88 – 3.79), lo cual indica que los escolares que presentaron infecciones respiratorias 15 días antes a la aplicación de la encuesta tienen 1.83 veces más riesgo de presentar infecciones por parásitos intestinales que quienes no presentaron infecciones respiratorias ($p = 0.103$) y los escolares que tuvieron presencia de diarrea mostraron una razón de momios de 25.45 (6.08 – 106.45), lo cual indica que los escolares que presentaron diarrea 15 días antes de la aplicación de la encuesta tienen 25.45 veces más riesgo de presentar infecciones por parásitos intestinales que los escolares que no presentaron diarrea ($p = 0.0001$).

Para la variable de presencia de hacinamiento, se encontró una razón de momios de 9.66 (IC 95% 5.07 – 18.38, $p = 0.0001$), lo cual indica que los escolares que viven en condiciones de hacinamiento tienen 9.66 veces más riesgo de desarrollar infección por parásitos intestinales que quienes no viven en hacinamiento. El no contar con servicio de drenaje arrojó una razón de momios de 1.87 (1.17 – 3.00, $p=0.009$), que indica que quienes no cuentan con servicio de drenaje tienen 1.87 veces más riesgo de contraer infecciones por parásitos

intestinales que quienes cuentan con servicio de drenaje. Además, el no lavarse las manos antes de comer y después de ir al baño tuvo una razón de momios de 21.56 (11.14 – 41.74, $p=0.0001$), indicando que quienes no siempre se lavan las manos antes de comer y después de ir al baño tienen 21.56 veces más riesgo de contraer infección por parásitos intestinales que quienes siempre se lavan las manos antes de comer y después de ir al baño.

El análisis de regresión logística univariada de datos para las variables estudiadas en relación a la presencia de *C. parvum* es mostrado en la Tabla 6.

Tabla 6. Análisis de regresión logística univariada entre la presencia de infección por *C. parvum* y las variables consideradas en este estudio en 307 escolares de 8 primarias públicas ubicadas en el municipio de Hermosillo, Sonora.

Variables	RM	IC 95%	P
Sexo (Hombre)	0.80	0.46 – 1.37	0.427
Edad (Edad)	1.02	0.85 – 1.24	0.774
Edo. Civil (Separado)	1.14	0.57 – 2.27	0.708
Hacinamiento (Presencia)	2.57	1.48 – 4.46	0.001
Sin luz eléctrica (Si)	1.78	0.31 – 9.93	0.511
Sin drenaje (Si)	1.16	0.67 – 1.99	0.582
Beber agua directo de la llave (Si)	4.74	2.53 – 8.89	0.0001
No siempre se lava las manos (Si)	2.25	1.28 – 3.96	0.005
Agua con <i>C. parvum</i> (Si)	4.23	2.40 – 7.45	0.0001
Dolor de cabeza (Presencia)	2.12	1.19 – 3.77	0.010
Dolor de estómago (Presencia)	1.56	0.90 – 2.68	0.108
Infección respiratoria (Presencia)	0.91	0.41 – 2.02	0.836
Diarrea (Presencia)	1.89	1.02 – 3.52	0.042

Variables de retención a $p \leq 0.2$

Como puede apreciarse en el valor de razón de momios en los escolares, el riesgo de adquirir una infección por *C. parvum* en un domicilio con agua contaminada por *C. parvum* es 4.23 (2.40 – 7.45) veces mayor en comparación con quienes viven en un domicilio sin agua contaminada por *C. parvum* ($p=0.0001$). Con respecto a la variable beber agua de la llave, se encontró que los

escolares que beben agua directamente de la llave tienen una razón de momios de 4.74 (2.53 – 8.89), lo cual indica que quienes beben agua de la llave tienen 4.74 veces más riesgo de contraer infección por *C. parvum* que aquellos que no toman agua de la llave ($p=0.0001$).

Además, el haber manifestado dolor de cabeza mostró una razón de momios de 2.12 (1.19 – 3.77), indicando que quienes presentaron dolor de cabeza 15 días antes a la aplicación de la encuesta tienen 2.12 veces más riesgo de presentar infección por *C. parvum* que quienes no presentaron dolor de cabeza ($p = 0.010$). El presentar dolor de estómago tuvo una razón de momios de 1.56 (0.90 – 2.68), lo que indica que los escolares que presentaron dolor de estómago 15 días antes a la aplicación de la encuesta tienen 1.56 veces más riesgo de presentar infección por *C. parvum* que los escolares que no presentaron dolor de estómago ($p = 0.108$). La presencia de diarrea mostró una razón de momios de 1.89 (1.02 – 3.52), lo cual indica que los escolares que presentaron diarrea 15 días antes a la aplicación de la encuesta tienen 1.89 veces más riesgo de presentar infección por *C. parvum* que quienes no presentaron diarrea ($P = 0.042$).

Para la variable de presencia de hacinamiento, se encontró una razón de momios de 2.57 (1.48 – 4.46, $p = 0.001$), lo cual indica que los escolares que viven en condiciones de hacinamiento tienen 2.57 veces más riesgo de desarrollar infección por *C. parvum* que quienes no viven en hacinamiento. Además, el no lavarse las manos antes de comer y después de ir al baño tuvo una razón de momios de 2.25 (1.28 – 3.96, $p = 0.005$), indicando que los escolares que no siempre se lavan las manos antes de comer y después de ir al baño tienen 2.25 veces más riesgo de contraer infección por *C. parvum* que quienes siempre se lavan las manos antes de comer y después de ir al baño.

6.6. Factores de Riesgo Asociados a la Infección Parasitaria en General:

Análisis de regresión logística múltiple

Del análisis logístico univariado anterior se seleccionaron por su valor de $p \leq 0.2$ las variables “agua contaminada”, “beber agua directa de la llave”, “presentar síntomas de dolor de cabeza”, “estómago”, “infecciones respiratorias” y “diarrea”, “presencia de hacinamiento” y el “no siempre lavarse las manos antes de comer y después de ir al baño”. En la Tabla 7 se muestran las variables seleccionadas por el método de regresión logística múltiple stepwise debido a que su asociación con la presencia de infección intestinal parasitaria en general fue significativa de acuerdo al criterio del valor de p manejado ($p \leq 0.05$), las cuales fueron el “no siempre lavarse las manos antes de comer y después de ir al baño” con una razón de momios de 12.65 (5.95 – 26.86, $p = 0.0001$), “beber agua de la llave” con una razón de momios de 9.21 (4.38 – 19.37, $p = 0.0001$) y la “presencia de agua contaminada en el área” con una razón de momios de 4.20 (1.99 – 8.86, $p = 0.0001$).

Tabla 7. Análisis de regresión logística múltiple entre infección parasitaria y variables seleccionadas por el modelo en 307 escolares participantes en este estudio.

Variable	RM	IC 95%	p
No siempre lavarse las manos (Si)	12.65	(5.95 – 26.86)	0.0001
Beber agua de la llave (Si)	9.21	(4.38 – 19.37)	0.0001
Presencia de agua contaminada (Si)	4.20	(1.99 – 8.86)	0.0001

6.6.1. Factores de Riesgo Asociados a la Infección por *Cryptosporidium parvum*: Análisis de Regresión Logística Múltiple

Del análisis logístico univariado se seleccionaron por su valor de $p \leq 0.2$ las variables “agua contaminada”, “beber agua directa de la llave”, “presentar síntomas de dolor de cabeza, estómago y diarrea”, “presencia de hacinamiento” y el “no siempre lavarse las manos antes de comer y después de ir al baño”. En la Tabla 8 se muestran las variables seleccionadas por el método de regresión logística múltiple stepwise debido a que su asociación con la presencia de infección por *C. parvum* fue significativa de acuerdo al valor de p manejado ($p \leq 0.05$), las cuales fueron “presencia de agua contaminada” con una razón de momios de 3.55 (1.97 – 6.39, $p = 0.0001$) y “beber agua de la llave” con una razón de momios de 4.02 (2.10 – 7.67, $p = 0.0001$).

Tabla 8. Análisis de regresión logística múltiple entre infección por *C. parvum* y variables seleccionadas por el modelo en 307 escolares participantes en este estudio

Variable	RM	IC 95%	p
Presencia de agua contaminada (Si)	3.55	(1.97 – 6.39)	0.0001
Beber agua de la llave (Si)	4.02	(2.10 – 7.67)	0.0001

Los resultados obtenidos concuerdan con los publicados en estudios anteriores, como el de Raymundo *et al.*, 2002 y Devera *et al.*, 2003, quienes estimaron la prevalencia de parásitos intestinales en escolares de zonas rurales y suburbanas y encontraron que éstas infecciones se encontraban relacionada con vivir en condiciones de hacinamiento, no contar con servicios básicos y beber agua directamente de la llave, aunque en el presente estudio, la variable de vivir en

condiciones de hacinamiento no fue encontrada significativa en el modelo por el método de stepwise.

7. CONCLUSIÓN

Se encontró una alta prevalencia de parasitosis intestinal (63.1%) y de *C. parvum* (35.7%) en 307 escolares participantes de los sitios de estudio (área suburbana y área rural) pertenecientes al municipio de Hermosillo, Sonora. Es importante mencionar también que 52.7% de esta población estudiada presentó parásitos patógenos.

Otro hallazgo importante en el presente estudio es que se encontraron como factores de riesgo asociados a la infección parasitaria en general las variables “beber agua de la llave”, “agua contaminada” y “carencia de lavado de manos”. Para la infección por *C. parvum*, se encontraron como factores de riesgo las variables “beber agua de la llave” y “agua contaminada”.

8. BIBLIOGRAFÍA

- Abdulsalam AM, Ithoi I, Al-Mekhlafi HM, Hafeez A, Ahmed A, Surin J, Wah JM. Prevalence, predictors and clinical significance of *Blastocystis* sp. in Sebha, Libya. *Parasites & Vectors*. 2013;6:86
- Acurero EM, Beatriz A, Maldonado C, Bracho AM, Parra J, Urdaneta Y, Urdaneta M. *Entamoeba gingivalis* y *Trichomonas tenax* en cavidad bucal de pacientes de la Clínica Integral del Adulto de la Facultad de Odontología, Maracaibo, Venezuela. *Rev Soc Ven Microb* 2009;29:122-127.
- Adam RD. Biology of *Giardia lamblia*. *Clin Microbiol Rev* 2001;14:447-75.
- Al-Mohammed HI, Amin TT, Aboulmagd E, Hablus HR, Zaza BO. Prevalence of intestinal parasitic infections and its relationship with socio-demographics and hygienic habits among male primary schoolchildren in Al-Ahsa, Saudi Arabia. *Asian Pac J Trop Med* 2010;10:906-912.
- Amare B, Ali J, Moges B, Yismaw G, Belyhun Y, Simon G, Woldeyohannes D, Tafess K, Abate E, Endris M, Tegabu D, Mulu A, Ota D, Fantahun B, Kassu A. Nutritional status, intestinal parasite infection and allergy among school children in Northwest Ethiopia. *BMC Pediatrics* 2013;13:7.
- Anantaphruti MT. Parasitic contaminants in food. *Southeast Asian J Trop Med Publ Health* 2001;32:218-228.
- Aparicio MR, Tajada P. Parasitosis intestinales. *Pediatr Integ* 2007;11:149-160.

- Ballweber LR, Xiao L, Bowman D, Kahn G, Cama VA. Giardiasis in dogs and cats: update on epidemiology and public health significance. *Trends Parasitol* 2010;26:180-9.
- Botero D, Restrepo M. Parasitosis humanas. 4ª ed., Colombia: Ed. Corporación para Investigaciones Biológicas; 2003.
- Botero D. Persistencia de parasitosis intestinales endémicas en América latina. *Bol Ofic Sanit Panam* 1981;90:39-47.
- Brandt H, Tamayo RP. Pathology of human amebiasis. *Hum Pathol* 1970;1:351–385. Casemore DP. Epidemiological Aspects of Human Cryptosporidiosis. *Water Sci Technology* 1990;24:157-164.
- Cavazos N, Del Río A. Años de vida potencial perdidos: Su utilidad en el análisis de la mortalidad en México. *Rev Sal Publ de Mex* 1989;31:610-624.
- CDC. Giardiasis surveillance - United States, 2006-2008. *Mmwr Morb Mortal Wkly Rep* 2010;59:15-25.
- CDC. Cryptosporidiosis surveillance - United States, 1999 - 2002. *Mmwr Morb Mortal Wkly Rep* 2002;59:15-22.
- Chalmers RM, Davies AP. Minireview: Clinical cryptosporidiosis. *Exp Parasitol*, Jan 2010;124:138-146
- Chávez E. Diagnóstico de protozoarios intestinales frecuentes en niños. *Rev Bol Ped* 2008;47:169-177.
- Cifuentes R, Suárez L, Espinosa M, Juárez L, Martínez A. Risk of *Giardia intestinalis* infection in children from an artificially recharged groundwater area in México city. *Am J Trop Med Hyg* 2004;71:65-70.
- Comisión Nacional de los Salarios Mínimos, CONASAMI. 2015. Internet: http://www.conasami.gob.mx/nvos_sal_2014.html. (acceso el 18 de diciembre de 2015).

- Delialioğlu N, Aslan G, Oztürk C, Ozturhan H, Sen S, Emekdas G. Detection of *Entamoeba histolytica* antigen in stool samples in Mersin, Turkey. *J Parasitol* 2008;94:530-532.
- Derda M, Hadaś E, Antczak E, Jerzy W. Incidence of *Entamoeba gingivalis* in the oral cavity of students. *J Stoma* 2011;64:784-795.
- Díaz ME, Leyva EE, Mata V, González H. Incidencia y viabilidad de *Cryptosporidium parvum* en el agua potable de ciudad Obregón, Sonora, México. *Rev. Int. Contam. Ambient.* 2003;19:67-72
- Dirección General de Información en Salud (DGIS). Anuario estadístico 1995-2005: Sistema Nacional de Información en Salud (SINAIS). México, 2010: Secretaría de Salud.
- Doménech J. *Cryptosporidium* y *Giardia*, problemas emergentes en el agua de consumo humano. *Offarm* 2003;22:112-116.
- Fathy FM. A study on *Blastocystis hominis* in food-handlers: diagnosis and potential pathogenicity. *J Egypt Soc Parasitol* 2011; 41:433–453.
- Faust EC, Sawitz W, Tobie J, Odom V, Peres C, Lincicome DR. Comparative efficiency of various techniques for the diagnosis of protozoa and helminth in feces. *J Parasitol* 1939;25:241-6.
- Fuentes I, Gutiérrez MJ, Gárate T. Diagnóstico de las parasitosis intestinales mediante detección de coproantígenos. *Enferm Infecc Microbiol Clin.* 2010;28:33-39.
- García C, Rodríguez E, Do N. Parasitosis intestinal en el paciente con infección VIH-SIDA. *Rev gastroenterol* 2006;26:21-24.
- García LE, Hernández J, Olivares KV, Cantú JH. Prevalencia de parasitosis intestinales en niños en edad preescolar de Escobedo, N. L. *Bioquímica* 2004;29:98-99.

- Gardner TB, Hill DR. Treatment of giardiasis. *Clin Microbiol Rev* 2001;14:114-28.
- González G. *Cryptosporidium parvum* en el sistema de agua potable de la ciudad de Cananea, Sonora, México. Tesis de maestría. CIAD A.C. 2014. Hermosillo, Sonora, México.
- Grenier GE, Rodríguez G, Grenier EM, Sánchez R, Almeyda LI. Frecuencia por parasitosis intestinal en la población del barrio Los Cocos, municipio Sucre, estado Aragua, Venezuela. *Enf Inf Microbiol* 2008;28:6-12.
- House SA, Richter DJ, Pham JK, Dawson SC. Giardia Flagellar Motility is not directly required to maintain attachment to surfaces. *PLoS Pathog* 2011;7:100-116.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), 2010. www.inegi.org.mx (Fecha de consulta: 12 de marzo de 2013)
- Jimenez DE, Gonavez E, Marquez K, Rodriguez JM, Gonzalez X, Oxford J, Sanchez R, Kawa S, Flisser A, Maravilla P. Prevalence and risk factors associated with intestinal parasites in a rural community of central Mexico. *J. Parasitol. Vector Biol.* 2009;1:9-12.
- Julio C, Vilares A, Oleastro M, Ferreira I, Gomez S, Monteiro L, Nunes B, Tenreiro R, Angelo H. Prevalence and risk factors for Giardia duodenalis infection among children: A case study in Portugal. *Parasites & Vectors.* 2012;5:22
- Katz N, A. Chaves, J. Pellegrino A simple device for quantitative stool thick smear technique in schistosomiasis mansoni. *Rev Inst Med Trop Sao Paulo* 1972;14:397-400.
- Khaw M, Panosian CB. Human Antiprotozoal Therapy: Past, present and future. *Clin Microbiol Rev* 1995;8:427-439.
- Kinyoun JJ. A note on Uhlenhuth's method for sputum examination for tubercle bacilli. *Am. J. Public Health.* 1915;5:867.

- Koneman E, Allen S, Janda W, Scheckenberger P, Winn W. Diagnóstico Microbiológico. 5ª ed., México: Ed. Médica Panamericana; 1999.
- Leventhal R, Cheadle R. Parasitología Médica. 3ª ed., México: Ed. Interamericana, Mc Graw-Hill; 1992.
- López R, Molina R. Cambio climático en España y riesgo de enfermedades Infecciosas y parasitarias transmitidas por artrópodos y roedores. Rev Esp Salud Pública. 2005;79:177-190
- Matthys B, Bobieva M, Karimova G, Mengliboeva Z, Richard VJ, M Hoimnazarova, Kurbonova M, Lohourignon LK, Utzinger J, Wyss K. Prevalence and risk factors of helminths and intestinal protozoa infections among children from primary schools in western Tajikistan. Parasit Vectors 2011;4:195.
- Mehraj V, Hatcher J, Akhtar S, Rafique G, Beg MA. Prevalence and factors associated with intestinal parasitic infection among children in an urban slum of Karachi. PLoS One. 2008;3:368
- Meloni BP, Thompson RC, Reynoldson JA, Seville P. Albendazole: a more effective anti-giardial agent in vitro than metronidazole or tinidazole. Trans R Soc Trop Med Hyg 1990;84:375-379.
- Méndez H, Lopez M, Landaeta M, Gonzalez A, Pereira I. Estudio Transversal de Caracas. Arch Venez Puer Ped 1986;49:111-155.
- Minenoa T, Avery MA. Giardiasis: recent progress in chemotherapy and drug development. Curr Pharm Des 2003;9:841-55.
- Monis PT, Caccio SM, Thompson RC. Variation in Giardia: towards a taxonomic revision of the genus. Trends Parasitol 2009;25:93-100.
- Morales EM, Sánchez HJ, García MM, Vargas G, Méndez JD, Pérez M. Intestinal parasites in children, in highly deprived areas in the border region of Chiapas, Mexico. Rev Sal Publ de Mex 2003;45:379-388.

- Nkrumah B, Nguah SB. Giardia lamblia: a major parasitic cause of childhood diarrhoea in patients attending a district hospital in Ghana. Parasit Vectors 2011;4:163.
- Oberhuber G, Kastner N, Stolte M. Giardiasis: A histologic analysis of 567 cases. Scand J Gastroenrol 1997;32:48-51.
- Olivos A, Saavedra E, Nequiz M, Pérez R. Amibiasis: mecanismos moleculares de la patogenicidad de *Entamoeba histolytica*. Rev Fac Med UNAM 2011;54;10-20.
- Organización Mundial de la Salud (OMS). Informe mundial de la salud en el mundo – colaboremos por la salud. 2006.
- Organización Mundial de la Salud (OMS). Asamblea mundial de la salud. Ginebra. Suiza. 2004.
- Organización Mundial de la Salud (OMS). Modelo OMS de información sobre prescripción de medicamentos: Medicamentos utilizados en las enfermedades parasitarias. 2da edición. Ginebra, Suiza. 1996.
- Pereira M, Atwill E, Barbosa A. Prevalence and associated risk factors for Giardia lamblia infection among children hospitalized for diarrhea in Goiânia, Goiás State, Brazil. Rev Inst Med Trop. 2007;49:139-145.
- Pérez G, Redondo G, Fong HG, Sacerio M, González O. Prevalencia de parasitismo intestinal en escolares de 6-11 años. Medisan 2012;16:551.
- Phuc Pham D, Hung N, Hattendorf J, Zinsstag J, Phung DC, Odermatt P. Risk factors for Entamoeba histolytica infection in an agricultural community in Hanam province, Vietnam. Parasites & Vectors. 2011;4:102.
- Ponce G, Martínez RA. Taxonomía y filogenia del género Entamoeba. Una revisión histórica. Rev Ibero-Latinoam Parasitol 2010;69:5-37.

- Quihui CL, Valencia ME, Crompton DWT, Phillips S, Hagan P, Díaz SP, Triana A: Prevalence and intensity of intestinal parasitic infections in relation to nutritional status in Mexican Children. *Trans R Soc Trop Med Hyg.* 2004;98:653-659
- Quihui L, Aztiazaran H, Valencia ME, Morales GG, López MA, Vázquez F. Impact of *Giardia intestinalis* on vitamin A status in schoolchildren from Northwest Mexico. *Int J Vitam Nutr Res* 2008;78:51-56.
- Quihui L, Lugo CM, Morales TE, Cubillas MJ, Abril EM, Román R, Morales GG. Parasitosis intestinales en escolares urbanos, suburbanos y rurales del noroeste de México. *Biocencia.* 2014;16:15-20.
- Quihui L, Morales GG. Persistence of intestinal parasitic infections during the national de-worming campaign in schoolchildren of northwestern Mexico: a cross-sectional study. *Ann Gastroenterol* 2012;25:57-60.
- Reyes L, León R. Diferenciación de *Entamoeba histolytica* / *Entamoeba dispar* y los nuevos hallazgos en la patogénesis de la amibiasis intestinal. *Rev Costarric Cienc Méd* 2002;23:3-4.
- Romero R. *Microbiología y Parasitología Humana: Bases Etiológicas de la Enfermedad Infecciosa y Parasitarias* 2007. 3era Edición.
- Sánchez JT, Tay J, Robert L, Romero R, Ruíz D, Rivas C. Frecuencia de parasitosis intestinales en asentamientos humanos irregulares. *Rev Fac Med UNAM* 2000;43:80-83.
- Santoyo C, Anguera MA. El hacinamiento como contexto: estrategias metodológicas para su análisis. *Psicothema* 1992;4:551-569.
- Sistema Nacional de Información en Salud (SINAIS), 2010. Edición 2010:99.
- Slifko TR, Smith HV, Rose JB. Emerging parasite zoonoses associated with water and food. *Int J Parasitol* 2000;30:1379-1393.

- Solórzano S, Fortino P, Eneses M. Infección por *Cryptosporidium parvum* en Niños Desnutridos y No Desnutridos Sin Diarrea en una Población Rural Mexicana. *Rev. Invest. Clin* 2000;52:625-31.
- Stanley SL. Amoebiasis. *Lancet* 2003;361:1025-1034.
- Stark D, Barratt JL, Van Hal S, Marriott D, Harkness J, Ellis JT. Clinical significance of enteric protozoa in the immunosuppressed human population. *Clin Microbiol Rev* 2009;22:634-50.
- Tabares LF, González L. Prevalencia de parasitosis intestinales en niños menores de 12 años, hábitos higiénicos, características de las viviendas y presencia de bacterias en el agua en una vereda de Sabaneta, Antioquia, Colombia. *Iatreia* 2008;21:253-259.
- Thompson RC. Giardiasis: modern concepts in control and management. *Ann. Nestlé* 2008;66:23-29.
- Uilenberg G. A field guide for the diagnosis, treatment and prevention of African animal trypanosomosis. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) 1998. Internet: <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/006/x0413e/x0413e00.pdf> (acceso el 25 de Abril de 2013).
- United States Environmental Protection Agency, 2005. *Cryptosporidium* in water by filtration.
- Uribarren T. Criptosporidiosis o criptosporidiosis. 2014. Internet: <http://www.facmed.unam.mx/deptos/microbiologia/parasitologia/cryptosporidiosis.html> (acceso el 18 de mayo de 2014).
- Valencia ME, McNeill G, Haggarty P, Moya SY, Pinelli A, Quihui L, Davalos R. Energetic consequences of mild *Giardia intestinalis* infestation in Mexican children. *Am J Clin Nutr* 1995;61:860-5.

Varkey P, Jerath AU, Bagniewski S, Lesnick T. Intestinal parasitic infection among new refugees to Minnesota, 1996-2001. *Travel Med Infect Dis* 2007;5:223-9.

Wheaterbase. 2008. Internet: <http://www.weatherbase.com/weather> (acceso el 12 de septiembre de 2014).

Wolfe MS. Giardiasis. *Clin Microbiol Rev* 1992;5:93-100.

Ximenez C. Las parasitosis intestinales en México. *Cuadernos Funsalud* 2002;36:17-69.

9. ANEXOS

Lista de primarias participantes y su ubicación en el presente estudio:

Primaria	Ubicación
Independencia	La victoria
Vicente Guerrero	El tazajal
Alejandro González	Mesa del Seri
Revolución	San Pedro
Nueva Creación	Hermosillo
Belisario Domínguez	Hermosillo
Armida de la Vara	Hermosillo
Nueva Creación	Hermosillo

Encuesta socioeconómica aplicada durante el presente estudio:

ENCUESTA SOCIOECONÓMICA Y AMBIENTAL

Fecha: _____

Comunidad: _____

Datos generales del niño (a)

Nombre completo: _____

Edad: ___ años

Fecha de nacimiento: _____

Dirección: _____

Nombre de la escuela: _____

Grado escolar: _____

Información socioeconómica

1. Información de los padres

a. Información de la madre

Estado civil: Soltera: ___ Casada: ___ Divorciada: ___ Viuda: ___ Unión libre: ___

Edad: ___

Trabaja: Si: ___ Lugar: _____ No: ___

Último grado de estudio: _____

b. Información del padre

Estado civil: Soltero: ___ Casado: ___ Divorciado: ___ Viudo: ___ Unión libre: ___

Edad: ___

Trabaja: Si: ___ Lugar: _____ No: ___

Último grado de estudio: _____

2. Ingreso familiar

- a. Ingreso familiar semanal: _____
- b. Número de cuartos que tiene la casa: _____
- c. Tipo de apoyo económico recibido

Pensión alimentaria: ___ Seguro de vida: ___ Desayunos escolares: ___ Oportunidades: ___
Becas: ___ Ninguno: ___ Otro (especifique): _____

3. Condiciones del hogar

- a. Número de adultos que habitan la casa: ___
- b. Número de niños que habitan la casa: ___
- c. Servicios públicos disponibles en el hogar:

Agua potable: ___ Luz eléctrica: ___ Drenaje: ___

- d. Tipo de agua que bebe:

Tinaco: ___ Pozo: ___ Llave: ___ Pipa: ___:

- e. Tipo de tratamiento dado al agua antes de beber:

Hervir: ___ Clorada/Yodada: ___ Filtrada: ___ Purificada (garrafón): ___ Ninguno: ___ Otro (especifique): _____

4. Condiciones del ambiente

- a. Forma de depositar la basura

Calle: ___ Tambo: ___ Cubetas: ___ Bolsas de plástico: ___ Quema: ___ Otra (especifique): _____

- b. Frecuencia en la que el recolector pasa por la basura

1 vez por semana: ___ 2 veces por semana: ___ Cada 15 días: ___ No pasa: ___

- c. Presencia de animales domésticos:

Perro: ___ Gato: ___ Gallinas: ___ Cerdos: ___ Pájaros: ___ Ninguno: ___ Otro (especifique): _____

5. Higiene personal del niño

- a. Frecuencia de lavado de manos con agua y jabón antes de comer

Siempre: ___ A veces: ___ Nunca: ___

- b. Frecuencia de lavado de manos con agua y jabón después de ir al baño

Siempre: ___ A veces: ___ Nunca: ___

Historial clínico

- Tipo de servicio de salud con el que cuenta

IMSS: ___ ISSSTE: ___ Seguro popular: ___ Similares: ___ Ninguno: ___ Otro (especifique): _____

En los últimos 15 días su hijo ha presentado:

Alergia: ___ Dolor de cabeza: ___ Dolor de estómago: ___ Infecciones respiratorias: ___ Diarrea: ___
Vómito: ___ Otra (especifique): _____

¿Sabe de la existencia de una campaña de desparasitación? _____

¿Desde cuándo? _____