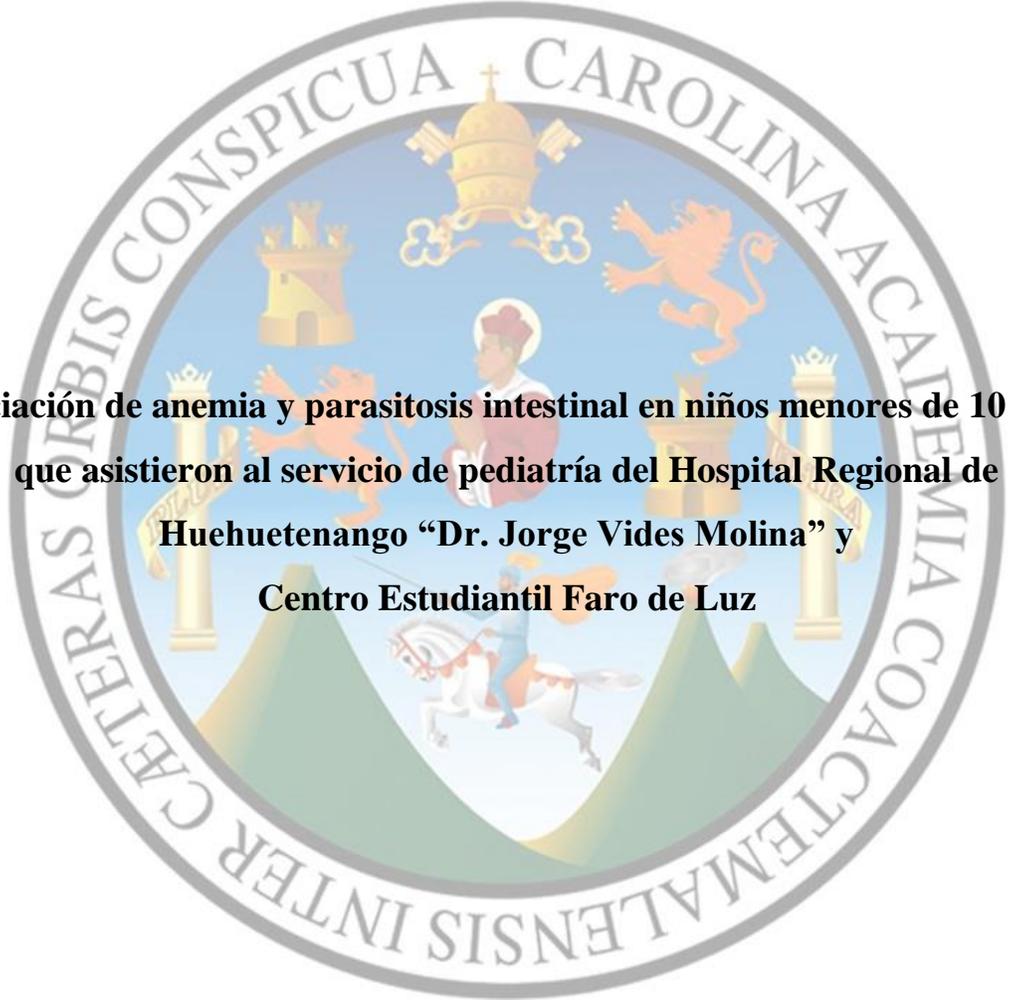


**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y FARMACIA**

The seal of the University of San Carlos of Guatemala is a circular emblem. It features a central figure of a saint on a white horse, surrounded by various symbols including a golden crown, a lion, and a castle. The Latin motto "CETERAS ORBIS CONSPICUA CAROLINA ACADEMIA COACTEMALENSIS INTER" is inscribed around the perimeter of the seal.

**Asociación de anemia y parasitosis intestinal en niños menores de 10 años
que asistieron al servicio de pediatría del Hospital Regional de
Huehuetenango “Dr. Jorge Vides Molina” y
Centro Estudiantil Faro de Luz**

**Beira Izenia de León Martínez
Anna Bertha Hernández Delgado
Magda Fabiola Santos Lechuga**

Químicas Biólogas

Guatemala, mayo de 2019

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y FARMACIA**

The seal of the University of San Carlos of Guatemala is a circular emblem. It features a central figure of a saint on a white horse, surrounded by various symbols including a golden crown, a lion, and a castle. The Latin motto "CETERAS ORBIS CONSPICUA CAROLINA ACADEMIA COACTEMALENSIS INTER" is inscribed around the perimeter of the seal.

**Asociación de anemia y parasitosis intestinal en niños menores de 10 años
que asistieron al servicio de pediatría del Hospital Regional de
Huehuetenango “Dr. Jorge Vides Molina” y
Centro Estudiantil Faro de Luz**

Presentado por

**Beira Izenia de León Martínez
Anna Bertha Hernández Delgado
Magda Fabiola Santos Lechuga**

**Para optar al título de
Químicas Biólogas**

Guatemala, mayo de 2019

JUNTA DIRECTIVA

M.A. Pablo Ernesto Oliva Soto	Decano
Licda. Miriam Roxana Marroquín Leiva	Secretaria
Dr. Juan Francisco Pérez Sabino	Vocal I
Dr. Roberto Enrique Flores Arzú	Vocal II
Lic. Carlos Manuel Maldonado Aguilera	Vocal III
Br. Byron Enrique Pérez Díaz	Vocal IV
Br. Pamela Carolina Ortega Jiménez	Vocal V

AGRADECIMIENTOS

A NUESTRA ASESORA Y REVISORA

Por la oportunidad de recurrir a su capacidad y conocimiento científico y poder desarrollar nuestro seminario, por su valiosa asesoría y paciencia.

A LA FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y FARMACIA

Por brindarnos la preparación adecuada para nuestra formación como profesionales.

A LA TRICENTENARIA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS

Por abrir sus puertas de su seno científico para poder estudiar nuestra carrera, que con mucho orgullo, amor y respeto llevamos en el corazón.

ACTO QUE DEDICO

A DIOS

Por guiarnos en todo este trayecto, por ser nuestra fortaleza en los momentos de debilidad y permitirnos culminar nuestra carrera.

A NUESTROS PADRES Y FAMILIA

Por su apoyo incondicional en cada momento de nuestra vida, por su motivación constante para salir adelante y su amor que nos dio fortaleza para continuar en los momentos más difíciles.

A NUESTRA ASESORA Y REVISORA

Por la oportunidad de recurrir a su capacidad y conocimiento científico y poder desarrollar nuestro seminario, por su valiosa asesoría y paciencia.

A LA TRICENTENARIA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS

Por abrir sus puertas de su seno científico para poder estudiar nuestra carrera, que con mucho orgullo, amor y respeto llevamos en el corazón.

ÍNDICE

I. RESUMEN	1
II. ÁMBITO DE LA INVESTIGACIÓN	3
III. ANTECEDENTES	5
A. Aspectos geográficos e históricos de Huehuetenango	5
1. Historia	5
2. Geografía	5
B. Datos demográficos y socioeconómicos de la comunidad	6
1. Población	6
2. Economía	6
3. Educación	7
C. Indicadores de salud de la población	7
1. Morbilidad	7
2. Mortalidad	7
3. Condiciones sanitarias	8
D. Parasitosis intestinal	9
E. Situación de parasitosis intestinal en Guatemala	11
F. Estudios realizados sobre parasitosis intestinal en Guatemala	12
G. Generalidades de parasitosis intestinal	14
1. Amebas comensales	15
2. <i>Entamoeba histolytica/dispar</i>	16
3. Protozoos flagelados	17
a. <i>Giardia lamblia</i> (<i>G. intestinalis</i> o <i>G. duodenalis</i>)	17
4. Nemátodos	20
a. <i>Trichuris trichiura</i>	20
b. <i>Ascaris lumbricoides</i>	21

c. <i>Enterobius vermicularis</i>	22
5. Uncinarias	23
6. Céstodes	25
a. <i>Taenia</i> sp	25
H. Anemia	27
1. Índices eritrocitarios	29
a. Volumen corpuscular medio (VCM)	29
b. Hemoglobina corpuscular media (HCM)	29
c. Concentración media de hemoglobina corpuscular (CMHC)	29
2. Clasificación de anemias	30
a. Anemia por deficiencia de hierro	31
b. Anemia por deficiencia de ácido fólico	32
c. Anemia perniciosa o por deficiencia de vitamina B12	32
3. Situación de anemia nutricional en Guatemala	34
I. Estudios realizados sobre asociación de anemia y parasitosis intestinal	38
IV. JUSTIFICACIÓN	42
V. OBJETIVOS	43
VI. HIPÓTESIS	44
VII. MATERIALES Y MÉTODOS	45
VIII. RESULTADOS	53
IX. DISCUSIÓN DE RESULTADOS	61
X. CONCLUSIONES	65
XI. RECOMENDACIONES	66
XII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	67
XIII. ANEXOS	75

I. RESUMEN

En los países en desarrollo las infecciones parasitarias se presentan con frecuencia y están estrechamente relacionadas a las condiciones socioeconómicas, en especial con las condiciones de infraestructura y saneamiento; en Guatemala se presenta con una elevada prevalencia, principalmente en el área rural en la cual los sistemas de drenaje y descarte de basura son deficientes. Otro problema de salud que se presenta en nuestro país son los altos índices de anemia nutricional.

La presente investigación buscó determinar la asociación entre parasitosis intestinal y el desarrollo de anemia en la población infantil, para lo cual se realizó un estudio exploratorio en la población pediátrica que ingresa al Hospital Regional de Huehuetenango y Centro Estudiantil Faro de Luz. El estudio se realizó en niños de cero a diez años, sumando un total de 272 casos.

Los resultados del estudio indican que el 37.13% (n=101) presentó parásitos intestinales y el 42.04% anemia (n=95). Los parásitos identificados fueron *Giardia lamblia* 23.81% (n=25), *Entamoeba histolytica* 47.62% (n=50), *Ascaris lumbricoides* 13.33% (n=14), *Chilomastix mesnili* 11.42% (n=12), *Trichuris trichiura* 1.90% (n=2), *Hymenolepis nana* 0.95% (n=1) y *Strongyloides stercoralis* 0.95% (n=1). Con predominio de protozoarios en un 83.01% (n=88) sobre helmintos 16.98% (n=18).

Al determinar la asociación entre parasitosis intestinal y anemia mediante la prueba de Prevalence Odd Ratio (POR) se obtuvo un valor de 4.83 (un niño o niña con parasitosis intestinal tiene 4.83 veces mayor probabilidad de presentar anemia), la cual es estadísticamente significativo ($p < 0.05$) se encontró asociación estadísticamente significativa entre *Giardia lamblia* y anemia normocítica, hiperocrómica, hiposaturada, hipocitémica (OR: 4.5, X^2 : 7.9489, p : 0.048), *Entamoeba histolytica* y anemia normocítica, normocrómica, hiposaturada, normocitémica (OR: 6.0556, X^2 : 8.5414, p : 0.0034), *Ascaris lumbricoides* y anemia normocítica, hiperocrómica, hiposaturada, hipocitémica (OR: 6.97, X^2 : 11.4691, p :

0.0007), *Chilomastix mesnili* y anemia normocítica, normocrómica, hiposaturada, hipocitémica (OR: 11.7273, X²: 5.9947, p: 0.0143) y *Trichuris trichuria* y anemia normocítica, hiperocrómica, normosaturada, hipocitémica (OR: 19.7694, X²: 8.2719, p: 0.004).

II. ÁMBITO DE LA INVESTIGACIÓN

Las infecciones por parasitosis intestinal son un grave problema en salud a nivel mundial, principalmente en países en vía de desarrollo. Guatemala presenta una elevada prevalencia que afecta a la población en general lo cual conlleva complicaciones médicas que están relacionados con procesos de desarrollo económico y social, en especial con infraestructura de saneamiento básico deficiente (OPS, 2008).

Por su parte la anemia es uno de los problemas de salud más importante a nivel mundial. De acuerdo a la Organización Mundial de la Salud (OMS) en el año 1995 la anemia afectó a 1,620 millones de personas en el mundo, lo que equivale al 24.8% de la población mundial. El grupo más afectado por la anemia son los niños en edad preescolar (OPS, 2003).

La causa principal de la anemia es la deficiencia de hierro, aunque generalmente ésta coexiste con otras causas como la malaria, infecciones parasitarias o desnutrición (Benavides, 2012).

Los parásitos pueden producir pérdida de apetito, incremento del metabolismo, mala absorción intestinal y lesiones en la mucosa intestinal; algunos generan anemia debido a lesiones que producen o por alimentarse de sangre, como es el caso de las uncinarias, helmintiasis causadas por *Ancylostoma duodenale* y *Necator americanus*, cuya principal manifestación clínica es la anemia ferropénica (Cardona, Rivera y Llanes, 2014).

Esta investigación se propuso determinar la asociación entre parasitosis intestinal y desarrollo de anemia en la población infantil que asiste al servicio de pediatría del Hospital Regional de Huehuetenango “Dr. Jorge Vides Molina” y Centro Estudiantil Faro de Luz. Para ello, se solicitó la firma de un consentimiento informado a los padres de familia que decidieron que su hijo(a) participara en el estudio. La presencia de parásitos intestinales se determinó por el método de concentración y la anemia se evaluó mediante una hematología completa, se confirmó y se clasificó el tipo de anemia mediante los índices eritrocitarios y su

confirmación por frote periférico. Los resultados obtenidos fueron entregados a los padres de familia y al médico correspondiente.

La asociación entre parasitosis intestinal y el desarrollo de anemia se determinó mediante un análisis estadístico, utilizando la razón de productos cruzados u Odd Ratio (OR) con un intervalo de confianza del 95%; y la prueba de Chi-cuadrado con corrección de Mantel-Haenszel con un nivel de significancia ($p < 0.05$).

III. ANTECEDENTES

A. Aspectos geográficos e históricos de Huehuetenango

1. Historia

Este departamento se encuentra a una distancia de aproximadamente 261 kilómetros (km) de la ciudad capital a una altura de 1902 metros sobre el nivel del mar(msnm). Está ubicado en la región Noroccidental del país y limita al norte y oeste con México, al sur con los departamentos de San Marcos, Quetzaltenango y Totonicapán y al este con el Quiché (Fundación Konrad Adenauer, 2009).

El nombre de Huehuetenango fue tomado de la cabecera departamental, la cual en la época prehispánica se conocía como “Chinabajul”, que significa “entre barrancos”. Durante la conquista, los indígenas mexicanos que acompañaban a los españoles le cambiaron el nombre y lo llamaron “Ueuetenango”, que algunos autores lo interpretan como “lugar de los viejos”; sin embargo, dicho nombre se pudo originar, por la abundancia de árboles denominados Sabinos cuya presencia impresionó a los mexicanos y por este motivo llamaron a la comarca el lugar de los ahuhuetes, nombre que con el tiempo cambio a Gueguetenango y finalmente Huehuetenango (Fundación Konrad Adenauer, 2009).

Huehuetenango es un departamento con múltiples grupos lingüísticos, siendo los de mayor habla el castellano, mam, q’anjob’abal, popti, jakalteko y awakateko. Su temperatura habitual es de templado a frío (Caal, 2008).

2. Geografía

Huehuetenango tiene una extensión territorial de 7,403 km², dividiéndose en 33 municipios, de los cuales el municipio de Huehuetenango constituye la cabecera

departamental (Fundación Konrad Adenauer, 2009). Para el año 2004 se establecieron diecisiete caseríos, dieciséis aldeas, nueve zonas, seis colonias y una ciudad (Caal, 2008).

El municipio de Huehuetenango se encuentra ubicado en la parte Suroccidental del Departamento de Huehuetenango, posee una extensión territorial de 204 km², con una altitud de 1902 msnm, latitud de 15° 19' 14" y longitud 91° 28' 13" (Instituto Nacional de Estadística, 2012).

B. Datos demográficos y socioeconómicos de la comunidad

1. Población

Según datos del Instituto Nacional de Estadística, para el año 2015, el departamento de Huehuetenango contaba con un estimado de 1,294,114 habitantes, del cual se estima que 121,433 habitantes se encontraban en la cabecera departamental (Instituto Nacional de Estadística, 2012).

Según estadísticas del área de Salud de Huehuetenango la mayoría de habitantes está comprendida entre 15 a 49 años con un estimado de 598,693 habitantes, en orden decreciente la población entre 1 y 14 años con un estimado de 495,247 habitantes. El Observatorio del Mercado Laboral (OML, 21010) indica que este departamento tiene una de las mayores tasas de crecimiento y densidad poblacional (Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, 2004).

2. Economía

Se basa principalmente en la agricultura regional, debido a la variedad de clima, su producción agrícola es diversa. En tierra caliente se cultiva café, caña de azúcar, tabaco, chile, yuca, achiote y gran variedad de frutas. En cambio, en tierra fría se cultiva trigo, papa, cebada, alfalfa, frijol, algunas verduras y frutas propicias al clima. El maíz se produce en todo el

departamento. En cuanto al aspecto pecuario, hay grandes rebaños de ovejas, en cambio, el ganado vacuno y caballar se ha reducido a pequeñas haciendas. También se explotan algunas minas de plomo, plata, zinc y cobre (Cristales, Carballo, Sigui, Ávila y Hernández, 2014).

3. Educación

Del año 2008 al 2012 el índice de analfabetismo en el departamento presentó una tendencia decreciente, pasando de 30.4% en 2008 a 24.5% en 2012. En dicho año el municipio que presentó el índice más alto de analfabetismo fue San Miguel Acatán, mientras que el índice más bajo lo registró el municipio de Tectitán (Instituto Nacional de Estadística, 2012).

C. Indicadores de salud de la población

1. Morbilidad

Según datos de la dirección del Área de Salud de Huehuetenango del programa ETA'S (enfermedades transmitidas por alimentos) para el año 2015 en toda la cabecera departamental se reportaron 24,313 casos de parasitosis intestinal, de los cuales 2,782 casos se dieron en pacientes comprendidos entre las edades de 1 y 14 años, así mismo se reportaron 246 casos de anemia en la comprendida en las edades de 1 año a 14 (Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, 2004).

2. Mortalidad

Los registros del departamento de Epidemiología de la dirección del área de salud de Huehuetenango demostraron que en el año 2015 en el Departamento de Huehuetenango se dieron 10 muertes por anemia nutricional, de las cuales el 40% se encuentran comprendidos en las edades de 6 y 10 años, por el contrario, no se reportaron casos de muertes ocasionadas por parasitosis (Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, 2004).

3. Condiciones sanitarias

De acuerdo a entrevistas y estudios realizados la Sub cuenca Torlón y Micro cuencas aledañas a Sibila, la municipalidad abastece aproximadamente 13,640 servicios de agua del área urbana, por otro lado, hay apertura de diez pozos mecánicos, de los cuales la municipalidad administra uno y el resto las comunidades, además, emplea una pipa para abastecer más de 400 hogares y hay aproximadamente 8 comités que abastecen 3,337 servicios, otro medio de abastecimiento de agua es la apertura de pozos artesanales (31% de la población), a pesar de ello hay un alto déficit en el suministro de la cantidad y calidad del agua (Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, 2004).

Según información recabada en el departamento de Saneamiento de la Dirección Área de Salud de Huehuetenango se realizan dos monitoreos de agua al año por distrito, según sea la estación que acontece, es decir invierno y verano. Dicho monitoreo se realiza con la finalidad de determinar si el agua es apta para consumo humano (Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, 2004).

En relación a la basura no existe cultura, cobertura ni áreas con capacidad para soportar los volúmenes que se generan actualmente. Para la disposición final de la basura, la municipalidad cuenta con un vertedero municipal a cielo abierto que se ubica en Tres Cruces, al este de la Cabecera Municipal, con una vida útil de unos años, al cual se vierten entre 50 a 70 toneladas de basura por día (entre 6 a 9 camiones diarios), provocando contaminación por descomposición, lixiviados, erosión laminar, vectores, eólica e hídrica (Instituto Nacional de Estadística, 2012).

Por los tipos de desechos sólidos que son transportados al vertedero municipal, hace que el lugar sea visitado por niños, jóvenes, mujeres y hombres que buscan recoger desechos reutilizables para ser vendidos a personas intermediarias que trabajan con papel, cartón, aluminio, hierro, PET, entre otros materiales reciclables. Es importante que la municipalidad o el sector privado se dé cuenta que esta actividad puede generar empleo e ingresos para la

población, en la medida que se creen sistemas más sostenibles para el manejo integrado de los desechos sólidos (Instituto Nacional de Estadística, 2012).

A nivel del municipio no existe un sistema de recolección, distribución, tratamiento y disposición final de las aguas residuales y no cuenta con el control y administración adecuado. De manera general el 23% de la población no posee servicio sanitario en el hogar (Instituto Nacional de Estadística, 2012).

D. Parasitosis intestinal

Las parasitosis están ampliamente distribuidas en todo el mundo y constituyen uno de los grandes problemas de salud pública que afecta principalmente a los países en desarrollo. En América Latina tienen una prevalencia elevada e inalterada a través del tiempo, ya que existe una endemidad estable en las parasitosis que es el resultado de un proceso dinámico de reinfecciones repetidas. La frecuencia de las mismas en la población dependerá de la presión de infección y de la susceptibilidad del hospedero (Benavides, 2012).

Según la Organización Mundial de la Salud –OMS- considera la parasitosis una de las principales causas de morbilidad y según sus publicaciones, más de la quinta parte de la población mundial está infectada por uno o varios parásitos intestinales y en muchos países de América Central y Sudamérica el promedio de infecciones parasitarias es del 45%. Se estima en 100 millones las personas infectadas por *Ascaris lumbricoides*, 50 millones con *Trichuris trichiura*, 48 millones con *Entamoeba histolytica* y 20 millones con *Giardia lamblia* (Benavides, 2012).

Las parasitosis intestinales son producidas por dos grandes grupos de organismos: los protozoarios y los helmintos. De forma general, estas infecciones se transmiten por la ingestión de las formas infectantes (quistes o huevos embrionados) a través del agua y/o alimentos contaminados con materia fecal. Esta contaminación, puede ocurrir directamente por deficientes prácticas higiénicas en el ambiente familiar y de manipuladores de alimentos

infectados o indirectamente a través de la ingestión de agua contaminada u otras vías de contaminación cruzadas (Devera, Amaya, Blanco, Requena, Tedesco, Rivas, et al., 2012).

La pobreza y las deficientes condiciones sanitarias derivadas de ella, por su mayor riesgo de infección por helmintos y protozoarios, repercuten en el estado nutricional del individuo. Los parásitos intestinales, a través de diferentes mecanismos relacionados con el tipo de enteropatógeno, privan al organismo de nutrientes (Solano, Acuña, Barón, Morón y Sánchez, 2008).

La infección intestinal parasitaria afecta principalmente a la población infantil, la cual es especialmente susceptible de adquirirla, principalmente cuando la forma infectante del parásito penetra por vía oral (Solano, et al., 2008).

A nivel mundial, más del 70% de la población ve afectada su salud a consecuencia de las parasitosis intestinales, la mayoría de esos grupos humanos no tiene acceso al abastecimiento de agua y al saneamiento básico. Esta situación se debe a la baja investigación en el área, la escasez de fondos económicos y ausencia de políticas que permitan prevenir y controlar las infecciones intestinales (Devera, et al., 2012).

Las helmintiasis transmitidas por el suelo denominados geohelmintos, son una de las parasitosis más comunes en todo el mundo y afectan a las comunidades más pobres y desfavorecidas. Son transmitidas por los huevecillos de los parásitos eliminados con las heces fecales de las personas infectadas, los que a su vez contaminan el suelo en zonas donde el saneamiento es deficiente. Las principales especies de helmintos transmitidos por el suelo que infectan al hombre son la ascáride (*Ascaris lumbricoides*), el tricocéfalo (*Trichuris trichiura*) y las uncinarias (*Necator americanus* y *Ancylostoma duodenale*). Estas parasitosis pueden tener sus propias características, clínicamente se caracterizan por la inflamación crónica y una serie de síndromes asociados, mediados por la anemia y la desnutrición (Socias, Fernández, Gil y Krolewiecki, 2014).

Aproximadamente mil millones de personas en el mundo están infectadas con al menos una especie de geohelmintos, siendo el poliparasitismo frecuente. Se estima que el 30% de la población latinoamericana padece geohelminthiasis (Socias, et al., 2014).

Diversos estudios realizados en población adulta y particularmente en pacientes geriátricos, refieren la presencia de *Blastocystis hominis*, *Entamoeba coli*, *Endolimax nana*, *Chilomastix mesnili*, *Entamoeba hartmanni*, *Iodamoeba butschlii*, *Giardia lamblia*, *Entamoeba histolytica/Entamoeba dispar*, *Cryptosporidium* sp. y microsporidios y que en los últimos años se evidencian a estos protozoarios patógenos como el grupo parasitario responsable del mayor número de infección gastrointestinal en niños, quienes presentan severas manifestaciones clínicas, tales como diarrea de intensidad variable, dolor y distensión abdominal (Acurero, Ávila, Rangel, Calch, Grimaldos y Cotiz, 2013).

E. Situación de parasitosis intestinal en Guatemala

Las infecciones diarreicas agudas están ampliamente distribuidas en Guatemala y son responsables de un alto porcentaje de la mortalidad y morbilidad principalmente en niños de este país en vías de desarrollo, en donde la pobre salubridad y la mala nutrición coexisten, actuando en forma sinérgica (González, 2004).

En Guatemala existe una alta prevalencia de parasitismo intestinal en la población infantil, la cual está vinculada a la contaminación de suelos, hacinamiento en el hogar e inadecuadas prácticas de higiene personal. Para el año 2004 la cifra de personas infectadas con parásitos intestinales superaba el medio millón, lo que coloca a esta enfermedad como la segunda causa de morbilidad en Guatemala. En estudios realizados en Sacatepéquez, Sololá y Quetzaltenango se encontró que 50% de los estudiantes de pre-primaria y primaria, de edades entre 5 y 15 años, de escuelas públicas de estos departamentos presentaban parásitos en el período de junio 2005 a julio 2006 (Organización Panamericana de la Salud, 2008).

Las enfermedades diarreicas se presentan generalmente en los niños de 0 a 12 años de edad y son causadas por una multiplicidad de agentes etiológicos. Entre los patógenos involucrados se encuentran *Trichuris trichiura*, *Ascaris lumbricoides*, *Necator americanus*, *Ancylostoma duodenale*, *Taenia* sp., *Entamoeba histolytica/dispar*, *Giardia lamblia*, *Entamoeba coli*, *Iodamoeba butschlii*, *Hymenolepis nana*, *Blastocystis hominis*, *Hymenolepis diminuta*, *Enterobius vermicularis* y *Endolimax nana*. Los que se presentan con mayor incidencia son *Giardia lamblia*, *Entamoeba coli* y *Ascaris lumbricoides* (Organización Panamericana de la Salud, 2008).

El parasitismo sigue siendo una de las enfermedades endémicas en nuestro país, dañando la salud de los guatemaltecos sobre todo en niños desde los últimos 40 años, representantes de la Organización Mundial de la Salud y de la Organización Panamericana de la Salud afirman que no cuentan con datos más precisos de reportes epidemiológicos, pues sus estadísticas se basan en reportes ministeriales; sin embargo, a la fecha las autoridades ministeriales no han tabulado datos desde el año 2005, cuando se supone que los problemas sanitarios pudieron ser mayores a causa de la tormenta Stan (Organización Panamericana de la Salud, 2008).

F. Estudios realizados sobre parasitosis intestinal en Guatemala

En 2001, en el Hospital Juan de Dios de Rodas de Sololá, se determinó la frecuencia de trastornos gastrointestinales y su relación con infecciones parasitarias, en el cual se estudiaron 174 personas, de 20 a 37 años. De todos los pacientes el 21% presentaban clínica sugestiva de síndrome de intestino irritable, el 15% de síndrome de intestino irritable y síndrome dispéptico y 14% de síndrome dispéptico. El 24% representó infección parasitaria gastrointestinal y el 78% presentaron parasitosis intestinal (González, González, León, Kindelán y Campdesuñer, 2006)

En el año 2003 estudios realizados en Sacatepéquez, Sololá y Quetzaltenango se encontró que 50% de los estudiantes de preprimaria y primaria, de edades entre 5 y 15 años, de escuelas públicas presentaron parásitos (Son y Gil, 2009).

En el período de 2003 a 2005 se examinó 244 muestras, en el cual se determinó que los parásitos de mayor frecuencia son: *Blastocystis hominis* (14.79%), *Endolimax nana* (3.11%), *Entamoeba coli* (7.0%) (Menéndez, 2003).

En 2003, Menéndez, realizó un estudio observacional, en el que se analizaron muestras de 141 niños de 8 a 9 años, en la ciudad de Guatemala, en el cual se estableció que el parásito de mayor prevalencia fue *Endolimax nana*, ya que se identificó en el 56.73%, seguida por *Entamoebacoli* 34.06%.

En 2004 se realizó un estudio descriptivo transversal con el propósito de determinar la incidencia de parasitismo intestinal, en 227 niños de 1-4 años, pertenecientes a la aldea Capellanía, municipio Chiantla, Huehuetenango. La población que presentó parasitosis intestinal fue el 63%. El orden de frecuencia fue: *Ascaris lumbricoides* (49%), *Enterobius vermicularis* (16.3%), *Giardia lamblia* (8.7%), *Taenia* sp. (5.4%), uncinarias (6.5%) (González, et al., 2006).

Durante el 2009 se realizó un estudio para determinar la prevalencia de parasitismo intestinal en niños escolares de nivel primario (5 a 14 años) de cuatro escuelas públicas de la ciudad de Quetzaltenango. Del total de 500 estudiantes que participaron en el estudio, 146 casos (29.26%) presentaron parasitismo intestinal. Los grados escolares con mayor parasitismo intestinal en orden descendente fueron: sexto primaria 38 casos (38%), primero con 30 casos (37.5%), y quinto con 24 casos (28.23%). Las especies de protozoos comensales y patógenos más reportados fueron: *Endolimax nana* (55 casos, 37.67%), *Blastocystis hominis* (34 casos, 23.29%), *Entamoeba histolytica* (29 casos, 19.86%), *Entamoeba coli* (12 casos, 8.22%), *Giardia lamblia* (8 casos, 5.48%) (Son y Gil, 2009).

En el 2010 se realizó un estudio para determinar la frecuencia de parasitosis protozoarios en la población infantil (7 a 15 años) que asisten a la Escuela Rural Mixta Sitio de las Flores en la Aldea Sitio de las Flores, Asunción Mita, Jutiapa. El protozoario más frecuente en esta población fue *Endolimax nana* (50%), seguido de *Entamoeba coli* (43.8%); *Blastocystis hominis* (21.9%); y con menor frecuencia *Giardia lamblia* (15.6 %); *Entamoeba histolytica/dispar* (10.9%); *Chilomastix mesnili* (9.4%) y *Iodamoeba butschlii* (3.1%), respectivamente. Se concluyó que la frecuencia de parasitismo intestinal causada por protozoarios es bastante elevada en los niños incluidos en este estudio encontrándose un 76.6% de la población parasitada, esto refleja que los hábitos de higiene y las condiciones de vida no son los adecuados. *Endolimax nana* fue el protozoario causante de la mayoría de las infecciones en los escolares, dato que concuerda con estudios realizados en regiones de Centroamérica (Silva, 2010).

G. Generalidades de parasitosis intestinal

Las parasitosis digestivas comprenden un gran número de agentes, protozoos y helmintos, afectan distintas partes del tubo digestivo y su relación con la pared intestinal es variable. Pueden constituir un problema clínico de relevancia como pasar inadvertidos por mucho tiempo (Flores, Marcos, Terashima, Samalvides y Gotuzzo, 2004).

Los protozoos que infectan al ser humano se dividen a su vez en cuatro filum:

- Sarcodyna (incluye todas las amebas)
- Ciliophora (protozoos ciliados)
- Sporozoa (coccidios)
- Mastigophora (protozoos flagelados) (Flores, et al., 2004)

Los helmintos se dividen en las siguientes clases:

- Aphasmidia y Phasmidia (gusanos redondos)
- Céstode (gusanos planos segmentados)
- Tremátoda (vermes planos no segmentados) (Flores, et al., 2004)

1. Amebas comensales

Las amebas comensales son organismos eucariotas del reino Protozoa, subreino Sarcomastigophora, filum Amoebozoa, superclase Rhizopoda. Todos los representantes de este grupo emiten proyecciones plasmáticas llamadas pseudópodos, que les proporcionan un tipo de locomoción realizada por deslizamiento (Atias, 2002).

El tubo digestivo del hombre puede estar colonizado principalmente por seis especies de amebas consideradas como no patógenas o comensales: cuatro de ellas pertenecen al género *Entamoeba*: *E. gingivalis*, *E. hartmanni*, *E. coli* y *Entamoeba dispar*, y dos de género diferentes: *Endolimax nana* e *Iodamoeba butschlii*. Todas ellas forman trofozoítos y quistes, con excepción de *E. gingivalis* que solo desarrolla trofozoítos. El mecanismo de transmisión en la mayoría de amebas comensales del hombre es el fecalismo, lo que implica la contaminación de alimentos, bebidas o fómites; esta situación se resume en los pobres hábitos higiénicos adquiridos por la población afectada (Atias, 2002).

La presencia en heces de protozoos comensales indica que la persona ha estado expuesta a contaminación fecal-oral. Sin embargo, los individuos infectados pueden también haber estado expuestos a organismos que si pueden causar enfermedad. Por lo tanto, algunos autores consideran la presencia de protozoos intestinales no patógenos como una variable epidemiológica y no clínica (Brown, 2001).

Existen protozoos considerados no patógenos, sin embargo, se han presentado casos donde causan cierta sintomatología. Uno de estos microorganismos es *Blastocystis hominis*, aunque no es considerado patógeno por algunos autores, se cree sea la causa de cierta sintomatología presentada por algunos pacientes, tal como diarrea, dolor abdominal, insomnio, escalofríos, anorexia, cansancio, fatiga, irritabilidad y a veces vómitos (Brown, 2001).

2. Entamoeba histolytica

Presenta tres estadios: una forma trofozoica de la luz intestinal conocida como forma minuta; una forma de trofozoito capaz de invadir la mucosa intestinal y responsable de la afección causada por el parásito, que se conoce como forma tisular, o como forma magna por su mayor tamaño; y una forma quística, tetranucleada cuando madura. La forma minuta (8-14 μm), caracterizada, además de su tamaño, porque en su citoplasma se encuentran vacuolas digestivas con restos bacterianos o de otro tipo, pero nunca eritrocitos. La forma tisular o magna, bastante mayor, de 10 a 30 μm , presenta el núcleo y las regiones citoplasmáticas, así como la característica motilidad, de la forma diminuta. Se distingue, además, por la presencia en su endoplasma de hematíes en diferentes estados de digestión, lo que no ocurre en la forma minuta ni en los trofozoitos de las restantes amebas enteroparásitas del hombre. Los quistes esféricos o subesféricos de 10 a 20 μm de diámetro y con una cubierta quística poco aparente, pueden ser uninucleados o binucleados cuando son inmaduros y típicamente tetranucleados cuando han completado su desarrollo. Además de los núcleos, con las mismas características que los de los trofozoitos, es frecuente observar unos corpúsculos bastoniformes de extremos romos (cuerpos siderófilo o cromidiales), más abundantes y más frecuentes en los quistes jóvenes que en los maduros, que reciben este nombre por colorearse intensamente en azul-violáceo con los colorantes a base de hematoxicilina férrica (Gallego, 2007).

Puede vivir en el intestino grueso o invadir la mucosa intestinal causando lesiones intestinales, produciendo síntomas tales como: dolor abdominal, náuseas, fiebre, flatulencias, dolor de cabeza, y signos como: diarrea muco-sanguinolenta, además, puede llegar a colonizar otros órganos: hígado, cerebro, piel y pulmón. Se ha señalado que la enfermedad causada por la especie patógena, está relacionada con ciertos factores como: edad, el mal saneamiento ambiental, la inadecuada eliminación de excretas, el analfabetismo, las condiciones socio-culturales e higiénicas y el hacinamiento (Tay, 2001).

Su efecto lítico se da sobre los tejidos, que ocasiona un microabsceso en cuello de botella, lesión característica desde la perspectiva anatomopatológica. El espectro de las

lesiones colónicas varía desde un simple engrosamiento inespecífico de la mucosa a la producción de úlceras, que pueden ser múltiples y diminutas (forunculosis intestinal), o dar lugar a abscesos importantes (subdiafragmáticos). La afectación hepática origina una fibrosis periportal o la formación de un absceso necrótico. Desde el punto de vista clínico se pueden observar cuadros de infección luminal no invasora con síntomas gastrointestinales inespecíficos, enfermedad intestinal invasora de comienzo gradual, con dolor y deposiciones sanguinolentas y absceso hepático (Mora, 2005).

3. Protozoos flagelados

a. *Giardia lamblia* (*G. intestinalis* o *G. duodenalis*)

Como otras especies de este género, el ciclo biológico de *Giardia lamblia* incluye dos fases o estadios: el trofozoíto (forma vegetativa) cuyo hábitat es el intestino delgado, siendo responsable de las manifestaciones clínicas, y el quiste (forma de resistencia e infecciosa) responsable de la transmisión del parásito. Los trofozoítos colonizan primariamente el yeyuno, aunque algunos organismos pueden encontrarse en el duodeno y, rara vez, en el íleon, vías biliares o vesícula biliar. El pH óptimo de desarrollo oscila entre 6.4 y 7.2. Esta predilección de los trofozoítos por el yeyuno sugiere que requieren una alta concentración de nutrientes para su supervivencia y proliferación, especialmente los que el parásito no es capaz de sintetizar *ex novo*, como el colesterol, elemento fundamental para la biogénesis de sus membranas y en el proceso de enquistación de los trofozoítos a lo largo del intestino (Alcaraz, 2002).

Este organismo tiene una morfología piriforme, de 12-15 μm x 6-8 μm , convexo dorsalmente y con una concavidad ventral (disco succionario o ventral). Los quistes de *Giardia lamblia* tienen una morfología elipsoidal de 8-12 μm de longitud por 5-8 μm de ancho. Poseen un citoplasma granular, fino, claramente separado de una pared quística de 0.3 μm de espesor adosada a la membrana plasmática del parásito. La pared del quiste es refráctil y su porción externa presenta una estructura fibrilar compuesta por 7 a 20 filamentos, mientras,

la porción interna es membranosa. Ambas se encuentran separadas por el espacio periplásmico (Alcaraz, 2002).

Los quistes inmaduros o recién formados tienen dos núcleos y se denominan prequistes y los quistes maduros son tetranucleados. Los núcleos se suelen localizar en el extremo del quiste. El cariosoma nuclear puede tener una posición central o excéntrica y la membrana nuclear carece de cromatina periférica. La actividad metabólica de los quistes es solo de un 10–20% de la desarrollada por los trofozoítos (Alcaraz, 2002).

Los estudios realizados hasta la fecha indican que *Giardia lamblia* es un organismo con reproducción asexual y funcionalmente haploide; no se ha demostrado reproducción sexual a diferencia de lo que sucede con otros protozoos. Los trofozoítos se dividen en el intestino delgado mediante un proceso de fisión binaria, que incluye la división nuclear en primer lugar, seguida del aparato neuromotor y del disco ventral, y la separación posterior del citoplasma, obteniéndose dos trofozoítos hijos (Alcaraz, 2002).

En los casos sintomáticos, se ha observado aplanamiento de las microvellosidades, infiltración linfocítica y malabsorción. En ocasiones, este acortamiento de las microvellosidades recuerda al de la enfermedad celíaca, sobre todo en individuos con hipogammaglobulinemia; sin embargo, no se ha observado invasión hística y a veces se ve un gran número de trofozoítos en las criptas duodenales sin evidencias de trastornos patológicos (Núñez, 2004).

La presencia de una toxina no ha sido bien y consistentemente demostrada hasta la fecha, y son pocos los mecanismos potenciales identificados a través de los cuales el protozoo puede causar diarrea. Sin embargo, investigaciones recientes han demostrado la presencia de sustancias citopáticas en los productos de excreción y secreción del parásito dentro de las cuales se han identificado proteinasas (y lectinas), las que pueden causar daño directo sobre la mucosa intestinal (Núñez, 2004).

El papel protector de la microflora puede estar relacionado con la competencia por sustratos nutricionales, la competencia específica por sitios receptores en la mucosa intestinal, la producción de compuestos antimicrobianos y metabólicos que inhiben el crecimiento de microorganismos patógenos y la amplificación de la respuesta inmune. Las diferencias en la flora normal del huésped pudieran explicar parcialmente la capacidad del parásito para provocar cuadros clínicos variables en los hospederos (Núñez, 2004).

La sintomatología de la giardiasis varía notablemente de unos pacientes a otros. Tras un período de incubación de una a dos semanas puede aparecer una diarrea explosiva, acuosa y maloliente raras veces se aprecia mucosidad o sangre acompañada de náuseas, anorexia, gorgoteo abdominal y retortijones y algunas veces, fiebre moderada y escalofríos. Otras veces las heces son pastosas, matinales o postprandiales sobre todo, de color amarillento o claro (Díaz y Fernández, 1996).

En otras ocasiones, tras una fase aguda mal definida puede instaurarse una fase subaguda o crónica durante varios meses, caracterizada por diarreas intermitentes y períodos de estreñimiento, pérdidas de peso, retrasos en el crecimiento, distensión abdominal, anorexia y flatulencia. Igualmente, en muchos pacientes se han descrito fenómenos de malabsorción de grasas, glucosa, lactosa, xilosa, vitamina A, vitamina B12, vitamina E, hierro y ácido fólico. Concretamente, la deficiencia de lactasa se da en un 20-40% de los casos; se ha observado, además, que muchos pacientes que presentan cuadros diarreicos tras un tratamiento para la giardiasis, tienen una intolerancia post-infección a este disacárido más que una recaída, por lo que se aconseja no tomar productos que contengan lactosa durante el mes siguiente a la finalización del tratamiento (Díaz y Fernández, 1996).

4. Nemátodos

a. *Trichuris trichiura*

El hombre es su único huésped. Es un gusano rojo, con la mitad de su cuerpo muy delgada. El macho mide 40 mm de longitud aproximadamente con el extremo caudal muy encorvado, un testículo y un conducto eyaculador. La hembra mide 45 mm de longitud aproximadamente. Un ovario en forma de barril, con tres cubiertas, miden 50 x 22 micras; una hembra deposita alrededor de 600 huevos diarios (Zamudio y García, 1998).

Los huevecillos de *Trichuris trichiura* son ovoides, con dos polos formados por tapones albuminosos que le confiere una peculiar forma de “bolillo”, miden 50 μ m de largo x 25 de ancho; en el momento de la puesta no están embrionados (Alonso, Lazcano y Hernández, 2005).

El huevo larvado es la forma infectante del parásito. Una vez que se adquiere la infección por la ingestión del huevo larvado, no realiza ninguna migración por fuera del intestino, sino continúa su desarrollo evolucionando hasta la fase de adulto y como tal se localiza a nivel del ciego y recto sigmoideo. Una vez que los adultos se encuentran en el intestino, la parte anterior delgada del parásito se introduce en las paredes intestinales, provocando así daño traumático; con esta acción, el parásito llega a producir ulceraciones sangrantes, se pierde sangre y el parásito toma un poco también (Romero y Herrera, 2002).

Las manifestaciones son diarrea y dolor abdominal, sangre fresca en la materia fecal, melena, palidez, diarrea con sangre, diarrea crónica, pujo y tenesmo, anemia; pueden presentarse dos complicaciones: apendicitis verminosa y prolapso rectal (Romero y Herrera, 2002).

b. *Ascaris lumbricoides*

Es el nemátodo intestinal de mayor tamaño. En su estado adulto la hembra mide de 20 a 40 cm de longitud y de 3 a 6 mm de diámetro. Los adultos parasitan el intestino delgado sostenidos contra las paredes debido a su musculatura (Mejía y Ramelli, 2006).

Los huevos fecundados miden entre 45 y 60 μm y los huevos no fecundados, entre 90 x 40 μm . Son amarillo castaño (teñidos con bilis), ovales o esféricos y presentan una cáscara gruesa, transparente y hialina recubierta por una capa albuminoide. Los huevos fecundados pueden reconocerse por la participación de la yema interna; los huevos embrionados en los últimos estadios del desarrollo pueden contener la forma larvaria. Los huevos no fecundados y decorticados recuerdan a las células vegetales y pueden ser extremadamente difíciles de reconocer en las muestras de heces (Koneman y Allen, 2008).

Los efectos patógenos de la ascariasis se deben a las reacciones inmunitarias del hospedero, los efectos mecánicos de los gusanos adultos y los efectos de estos en la alimentación del hospedero (Tay, 2001).

Las formas larvarias de *Ascaris lumbricoides* que atraviesan la membrana alveolo capilar y llegan a parénquima pulmonar, producen lesiones mecánicas con procesos congestivos e inflamatorios fugaces con eosinofilia local y sanguínea, acompañados de fiebre elevada, disnea, a menudo de tipo asmático, tos y estertores bronquiales por la presencia de exudado bronquio-alveolar. A este cuadro se le conoce con el nombre de Síndrome de Löeffler o neumonía eosinofílica y dura alrededor de una semana (Romero y López, 2010).

El parásito adulto produce distintos tipos de acción patógena en el hombre, como son: mecánica, tóxica, expoliatriz, inflamatoria, traumática o irritativa. Se ha observado que *Ascaris lumbricoides* produce pequeñas equimosis de la mucosa en los sitios de su implantación, con infección bacteriana asociada y desarrollo de abscesos. Cuando en pacientes es sensible o hay parasitosis masiva se aprecia una marcada acción irritativa de la

mucosa intestinal que clínicamente se manifiesta por síndrome diarreico, anorexia, palidez, pérdida de peso y malestar general (Romero y López, 2010).

El consumo por parte de los gusanos, de carbohidratos y alimentos que el paciente ingiere y la sustancia inhibidora de la tripsina que produce *Ascaris lumbricoides*, interfieren con la digestión y aprovechamiento de proteínas ingeridas en la dieta por parte del hospedero, y de esta forma contribuyen a la aparición de desnutrición e impiden un desarrollo normal especialmente en los niños (Tay, 2001).

En ocasiones, y sobre todo en aquellos pacientes que presentan parasitosis masiva, suelen producirse complicaciones con cuadros clínicos que requieren intervención quirúrgica, los más frecuentes son: suboclusión y oclusión intestinal debido al acúmulo de parásitos en una porción del tubo digestivo, vólvulos, invaginación, perforación, apendicitis, diverticulitis, abscesos hepáticos y obstrucción laríngea (Tay, 2001).

Se producen alteraciones graves y a veces fatales cuando *Ascaris lumbricoides* tanto en forma de larva como de adulto, presentan migración errática, pudiendo ser regurgitados y salir por la boca, escapar por nariz, invadir las vías biliares, vesícula, hígado, riñón, apéndice, conducto lagrimal, conducto auditivo externo, cicatriz umbilical y vejiga, entre otras (Romero y López, 2010).

c. *Enterobius vermicularis*

Los huevecillos son ovoides, asimétricos, con una cara plana y la otra abombada; tienen una doble pared, dentro de la cual se ve al embrión que tiene aspecto de renacuajo y está plegado. Miden de 50 a 60 μm de largo x 25 a 30 de ancho. En uno de los extremos hay un opérculo. Algunas veces se ha observado que el embrión hace eclosión y sale del huevecillo, transformándose de embrión piriforme (mientras está en el huevo) a embrión vermiforme (Alonso, et al., 2005).

La ingestión de huevos fecundados libera larvas que maduran en el duodeno, localizándose después en la región íleocecal. Desde aquí las hembras progresan, generalmente por las noches, hasta el recto y el ano para realizar la puesta de huevos, los cuales mediante una secreción especial se adhieren a los márgenes del ano y piel circundante (Romero y López, 2010).

El síntoma principal de esta infestación es el prurito anal y perianal generalmente nocturno y frecuentemente tan intenso que obliga al rascado, infectándose así las manos del niño, que se constituyen en vehículo de transmisión (además de los alimentos, ropa sucia y polvo atmosférico contaminado) (Romero y López, 2010).

5. Uncinarias

Las uncinarias tienen una serie de caracteres morfológicos, fisiológicos e incluso de requerimientos ecológicos en común, pero las uncinarias abarcan varios géneros. Algunas son parásitos del hombre y otras no lo son, como las uncinarias del perro y del gato. De los parásitos del hombre, hay dos géneros, que son *Necator* y *Ancylostoma*. El género *Necator* corresponde a lo que llamamos uncinarias del Nuevo Mundo, denominándose así *Necator americanus*, y el otro organismo, conocido como la uncinaria del Viejo Mundo, corresponde a *Ancylostoma duodenale*. De esta manera, *Necator americanus* se encuentra en América y *Ancylostoma duodenale* en Europa, Asia, África y en el sur de América (Romero, 2007).

El gusano adulto de *Ancylostoma duodenale*, es cilíndrico, grande, de color rosa a gris. Los machos miden 10 x 0.4 mm y las hembras 12 x 0.6 mm. Poseen un aparato digestivo muy completo y desarrollado. Los machos presentan un testículo, vesícula seminal, conducto eyaculador y espículas copuladoras. La hembra tiene una vulva, 2 ovarios, oviductos cortos y útero corto (Zamudio y García, 1998).

Necator americanus presenta cápsula bucal provista de 2 láminas semilunares en borde ventral o superior y 2 láminas cortantes más pequeñas en el labio inferior y un diente

cónico en la línea media. Son gusanos de color blanco grisáceo o rosado, más delgado en su porción anterior que está encorvada en sentido contrario al de la curvatura del mismo. Los machos miden 8 x 0.3 mm y las hembras 10 x 0.4 mm. Producen alrededor de 900 huevos diariamente (Zamudio y García, 1998).

El mecanismo de daño de las uncinarias es primeramente traumático a nivel de piel, gracias a la liberación de aspargilproteínasa, pepstatin-A, metaloproteínas y serinproteinasas, enzimas que hidrolizan los elementos estructurales del tejido cutáneo. Además, frecuentemente introducen con ellas bacterias, originando dermatitis pirógenas secundarias al eritema y prurito. Lo anterior es más usual en los pliegues interdigitales y a esta lesión comúnmente se le denomina sabañón. Con la migración por los tejidos, cuando llega a nivel pulmonar y a los capilares o alveolos pulmonares, genera pequeñas hemorragias con infiltrados celulares, focos de neumonitis y eosinofilia. A nivel intestinal, el mecanismo es traumático, con desgarramiento por la mordida que realizan en las paredes intestinales, lesiones que produce fácilmente con sus estructuras de la cápsula bucal. También cuentan con un esófago musculoso para succionar la sangre; lo que se llama acción expoliatriz. Las secreciones salivales contienen anticoagulantes, como catepsina y un péptido que inhibe el factor de coagulación Xa, con lo que se prolonga el tiempo de protrombina y el tiempo de tromboplastina (Romero, 2007).

El parásito desgarrando la pared intestinal, genera una úlcera, secreta saliva y chupa sangre. Las hembras, que son las que más sangre ingieren, pueden succionar hasta medio mililitro de sangre en 24 horas. A esto hay que sumar la sangre que no succionan, pero que se pierde cayendo a la luz intestinal. A los fenómenos hemorrágicos además se agregan el infiltrado eosinofílico en mucosa y submucosa, inflamación de la mucosa y enteritis con problemas en la absorción intestinal (Romero, 2007).

Como consecuencia de la pérdida continua de sangre se produce anemia microcítica, hipocrómica y ferropénica, que a la larga se acompaña de compromiso en los tejidos hematopoyéticos con la generación de hiperplasia medular y eritropoyesis extramedular en

el bazo e hígado. Si la anemia es muy importante, puede repercutir en insuficiencia cardiaca, degeneración grasa del corazón, degeneración celular del hígado e hiperplasia de células de Küpffer (Romero, 2007).

Todas estas alteraciones llevan a consecuencias que, aunadas a la cronicidad, no solo se manifiestan en anemias leves, moderadas o severas y palidez, sino que además vemos escasez de pelo, el cual se cae con solo tocarlo debido a la anemia intensa y se vuelve un cabello reseco y sin brillo (Romero, 2007).

En el sitio de penetración vemos edema y prurito, lesiones papulares y vesiculares pruriginosas, frecuentemente infectadas con secreción purulenta. A nivel pulmonar podemos tener un foco neumónico, tos y sintomatología bronquial, con gran cantidad de eosinófilos en sangre. En los intestinos tenemos los datos del daño directo, como son dispepsia, náusea y dolor abdominal epigástrico, ya que está localizado en el intestino delgado, en el duodeno y el yeyuno. Además, ocasionalmente puede haber diarrea y plenitud posprandial, melena y manifestaciones de mala absorción intestinal. Como consecuencia de la anemia crónica, puede haber retrasos en el crecimiento y en el desarrollo (Romero, 2007).

6. Céstodes

a. *Taenia* sp.

Las especies del género *Taenia* son los cestodos más comunes o tenias, de los platelmintos. La especie *Taenia solium* es la tenia del cerdo y *Taenia saginata*, la tenia de la vaca. El ciclo de ambas especies es muy parecido, y los seres humanos adquieren la infección al ingerir carne de cerdo o de vaca que contienen las larvas enquistadas. Las larvas maduran en el intestino y el gusano adulto se fija a la mucosa del intestino mediante ventosas o garfios que posee en su cabeza o escólex. La tenia crece y el número de segmentos, llamados proglótides, aumenta; a veces alcanzan una longitud de varios metros (Ingraham, 1998).

Las teniasis causan un número sorprendentemente reducido de síntomas; incluso los enfermos que albergan tenias muy grandes rara vez sospechan que están infectados, a menos que observen las proglótides en sus heces; en todo caso, a veces se produce un malestar abdominal, diarreas y otras molestias digestivas. Sin embargo, pueden producirse manifestaciones clínicas más graves si las personas ingieren huevos de *Taenia solium* a consecuencia de una contaminación con heces humanas, reemplazando el papel del cerdo en el ciclo vital del gusano. En este tipo de infección, o cisticercosis, las larvas enquistan en los tejidos humanos; puede ser muy grave si los quistes se alojan en tejidos vitales como el cerebro o el ojo (Ingraham, 1998).

Con respecto a la cisticercosis, la neurocisticercosis es la forma más grave y a veces fatal. La gravedad de las patologías depende de la localización y número de cisticercos. La neurocisticercosis se caracteriza por presentarse con convulsiones, mareos, cefaleas, desórdenes mentales, hidrocefalia, etc., aunque también se registran casos de neurocisticercosis asintomática. Se estima que la patología es función de la localización de los cisticercos en el sistema nervioso, número y estado de degeneración de los mismos, situación inmunológica del paciente, y puede ocasionar la muerte (Rodríguez, 2011).

La *Taenia saginata* mide de 4 a 10 m de largo. El escólex es piriforme, con cuatro ventosas, sin róstelo, ni ganchos (inerte). El estróbilo suele tener de 1000 a 2000 proglótides, con un poro genital lateral alterno. A diferencia de *Taenia solium*, tiene el doble de testículos y un ovario bilobulado. El útero, presenta de 15 a 20 ramas uterinas. Los huevos son amarillos parduscos muy semejantes a los de *Taenia solium*, con embrión hexacanto. Mientras que *Taenia solium* mide de 2 a 4 m de largo. Escólex globoso, a veces levemente cuboidal, con un róstelo poco saliente con 2 coronas de ganchos y con 4 ventosas. El estróbilo posee de 800 a 1000 proglótides con un poro genital lateral alterno. El útero presenta de 7 a 12 ramas uterinas laterales. Huevos esféricos de 40 a 40 μm de diámetro, con un embrión hexacanto de unas 20 μm de diámetro (Zamudio y García, 1998).

H. Anemia

La anemia se define por la disminución de la concentración de la hemoglobina (Hb) por debajo de la cifra normal estimada para un colectivo de la misma edad, sexo y condiciones medioambientales (González, Campos, Gascón, López, Moreno & Ordoñez, 2005). En la práctica, el diagnóstico de anemia se establece tras la comprobación de la disminución de los niveles de la hemoglobina y/o hematocrito por debajo de dos desviaciones estándar (DE) (Hernández, 2012).

Hemoglobina (Hb) es la medida de la concentración de la hemoglobina en sangre; se relaciona con el recuento eritrocítico y el hematocrito (Hto) es una medida del porcentaje total de volumen sanguíneo que ocupan los glóbulos rojos que se vincula de forma muy estrecha con el valor de hemoglobina y el recuento eritrocítico (Pagana, 2015).

Los valores normales de la hemoglobina y del hematocrito muestran amplias variaciones fisiológicas en función de edad, sexo, raza y altura sobre el nivel del mar:

- Edad: las cifras de hemoglobina son máximas (16.5-18.5 g/dL) en el recién nacido y en los primeros días de vida, pueden descender hasta 9-10 g/dL entre los 2 y 6 meses, se mantienen en cifras de 12-13.5 g/dL entre los 2 y 6 años de edad y llegan a 14-14.5 g/dL en la pubertad.
- Sexo: la influencia del sexo en las cifras de hemoglobina se hace evidente al llegar a la pubertad. En esta edad, la secreción de testosterona induce un incremento de la masa eritrocitaria y, por consiguiente, las cifras normales de hemoglobina son más elevadas en el varón que en la mujer. En los adultos se consideran normales cifras de 13-16 g/dL en mujeres y 14-17 g/dL en varones.
- Raza: en los niños negros pueden observarse cifras normales con aproximadamente 0.5 g/dL menos que en los de raza blanca o asiáticos de nivel socioeconómico similar.
- Altura sobre el nivel del mar: cuanto mayor es la altura sobre el nivel del mar, menor es el contenido en oxígeno del aire, ya que la hipoxia es un potente estímulo para la

hematopoyesis. Los valores de la hemoglobina se incrementan en la medida que el individuo se ubica a mayor altura sobre el nivel del mar (Hernández, 2012).

Cuadro 1. Valores hematológicos normales en niños y adolescentes en sangre periférica

Edad	Hb (g/dL)		Hto (%)		Eritrocitos (millones/ μ l)		VCM (fl)		HCM (pg)		CHCM (g/dL)	
	Media	-2DE	Media	-2DE	Media	-2DE	Media	-2DE	Media	-2DE	Media	-2DE
Nacimiento*	16.5	13.5	51	42	4.7	3.9	108	98	34	31	33	30
1-3 días	18.5	14.5	56	45	5.3	4	108	95	34	31	33	29
1 semana	17.5	13.5	54	42	5.1	3.9	107	88	34	28	33	28
2 semanas	16.5	12.5	51	39	4.9	3.6	105	86	34	28	33	28
1 mes	14	10	43	31	4.2	3	104	85	34	28	33	29
2 meses	11.5	9	35	28	3.8	2.7	96	77	30	26	33	29
3-6 meses	11.5	9.5	35	29	3.8	3.1	91	74	30	25	33	30
6-24 meses	12	10.5	36	33	4.5	3.7	78	70	27	23	33	30
2-6 años	12.5	11.5	40	35	4.6	3.9	81	75	27	24	34	31
6-12 años	13.5	11.5	40	35	4.6	4	86	77	29	25	34	31
12-18 años												
Mujer	14	12	41	36	4.6	4.1	90	78	30	25	34	31
Hombre	14.5	13	43	37	4.9	4.5	88	78	30	25	34	31

*Sangre de cordón. CHCM: concentración de la hemoglobina corpuscular media; DE: desviación estándar; Hb: hemoglobina; HCM: hemoglobina corpuscular media; Hcto: hematocrito; VCM: volumen corpuscular medio. Adaptado de: Nathan DG, Oski FA. Hematology of infancy and Childhood. 4th ed. Philadelphia: PA WB Saunders; 1993. p. 352 y The Harriet Lane Handbook. St Louis: Mosby; 1993. p. 231.

Fuente: Hernández, 2012

1. Índices eritrocitarios

Proporciona información acerca del tamaño y contenido de hemoglobina en los eritrocitos (Pagana, 2015).

a. Volumen corpuscular medio (VCM)

El VCM es una medida del volumen o tamaño promedio de un eritrocito y por lo tanto se utiliza para la clasificación de las anemias. Se calcula al dividir el hematocrito entre el recuento total de eritrocitos. Los valores normales varían respecto de la edad y género. Cuando aumenta el valor se dice que el eritrocito es anormalmente grande, o macrocítico. Si el VCM disminuye, el eritrocito es anormalmente pequeño o microcítico (Pagana, 2015).

b. Hemoglobina corpuscular media (HCM)

La HCM es la medida de la cantidad promedio de hemoglobina que se encuentra en un eritrocito. Se calcula al dividir la concentración total de hemoglobina entre el número total de eritrocitos. Puesto que las células macrocíticas contienen casi siempre más hemoglobina y las microcíticas menos hemoglobinas que las células normales, las causas de estos valores se asemejan de forma notable a los valores de VCM (Pagana, 2015).

c. Concentración media de hemoglobina corpuscular (CMHC)

La CMHC es un parámetro de la concentración promedio o porcentaje de hemoglobina en un eritrocito. Se calcula al dividir la hemoglobina total entre el hematocrito (Pagana, 2015).

Cuando los valores de CMHC descienden, la célula tiene una deficiencia de hemoglobina y se dice que es hipocrómica. Si las cifras son normales, se dice que la anemia es normocrómica. Los eritrocitos no pueden considerarse hiperocrómicos, ya que un eritrocito sólo puede contener 37 g/dL de hemoglobina (Pagana, 2015).

2. Clasificación de anemias

Existen diferentes formas de clasificar a las anemias, algunas se basan en el origen de las mismas o bien en los índices globulares (VCM, HCM y CMHC) (Hernández, 2012).

Clasificación fisiológica. Las anemias pueden clasificarse según la respuesta reticulocitaria: anemias regenerativas y arregenerativas. El recuento de reticulocitos refleja el estado de actividad de la médula ósea y proporciona una guía inicial útil para el estudio y clasificación de las anemias. Los valores normales de los reticulocitos en sangre periférica se sitúan en torno al 0.5-1% en los primeros meses de vida y el 1.5% después, y ya de forma estable, durante toda la vida (Hernández, 2012).

Clasificación morfológica. Esta se basa en los valores de los índices eritrocitarios. Se reconocen tres categorías generales: anemia microcítica, macrocítica y normocítica (Velásquez, 2005):

- Anemia microcítica, hipocrómica: eritrocitos pequeños y con una cantidad menor de hemoglobina, observados en las anemias ferropénicas, por hemorragias crónicas y en la talasemia. En este tipo de anemias el VCM es menor a 80 fL, el HCM <26 pg y el CMHC < 31 g/dL.
- Anemia macrocítica o megaloblásticas: son debidas muy frecuentemente a la falta de elementos que maduren y reduzcan de tamaño al eritrocito, como la vitamina B12 y el ácido fólico. En este tipo de anemias el VCM es > 94 micras y el CMHC es > 31 g/dL.
- Anemia normocítica, normocrómica: cuando existen valores normales de los índices globulares. Se observan cuando existe insuficiencia medular, hemólisis, aplasia medular, invasión neoplásica de la médula, enfermedades crónicas, síndromes mielodisplásicos o en hemorragias agudas.

a. Anemia por deficiencia de hierro

La anemia por deficiencia de hierro es una condición severa en la cual los niveles de hierro bajos producen una anemia microcítica, hipocrómica. La eritropoyesis restringida por hierro indica que la entrega de hierro a los precursores eritroides está alterada. Esto sin importar si las reservas están repletas o vacías. La deficiencia de hierro funcional es un estado de eritropoyesis pobre en hierro, en la cual, hay insuficiente movilización de hierro de las reservas en presencia de aumento de las demandas como la que se observa en el tratamiento con agentes estimulantes de la eritropoyesis (Longo, 2015).

En los países en desarrollo, la deficiencia de hierro y la anemia por deficiencia de hierro, típicamente resultan de alteraciones en la dieta, pérdida debido a parásitos intestinales o ambos. La infección por nematodos es una causa frecuente de malabsorción de hierro, especialmente en jóvenes. En países desarrollados, la dieta vegetariana o el no consumo de carnes rojas así como condiciones de malabsorción o pérdida de sangre crónica, como en las mujeres con alteraciones en la menstruación son las causas más frecuentes (Longo, 2015).

Los mecanismos de adquisición de hierro son estrictamente regulados por la hormona hepcidina lo cual se sintetiza principalmente en el hígado. Funciona como reactante de fase aguda que se ajusta a los niveles plasmáticos de hierro causado por la absorción de los enterocitos y macrófagos en el bazo. Esto lo logra mediante la unión y degradación de la ferroportina, la cual, como función, tiene la de exportar hierro de las células. Es decir, hepcidina evita que la ferroportina exporte hierro de la célula y así la disponibilidad del hierro es nula o baja. La producción de hepcidina es inhibida por la deficiencia de hierro, la hipoxia tisular. La producción de hepcidina esta aumentada en procesos inflamatorios debido a la IL-6. Esto podría explicar el secuestro de hierro y el aporte reducido a las células y por ende la eritropoyesis reducida en casos de estados inflamatorios crónicos, es decir, la IL-6 favorece la aparición de anemia de las enfermedades crónicas. La absorción intestinal de hierro se lleva a cabo por el DMT-1 (Transportador de metales divalente 1) el cual se expresa en mayor número debido al factor inducible por hipoxia tipo 2 (Longo, 2015).

Otras causas más raras de deficiencia de hierro son la hemólisis intravascular como en la hemoglobinuria paroxística nocturna, en la cual el hierro se pierde por la orina (Longo, 2015).

En la enfermedad renal crónica, la anemia por deficiencia de hierro resulta por la pérdida de sangre durante la diálisis, disminución del aclaramiento de la hepcidina, inflamación y diversos fármacos (antiinflamatorios no esteroideos, inhibidores de la bomba de protones, anticoagulantes) (Longo, 2015).

b. Anemia por deficiencia de ácido fólico

El ácido fólico es un nutriente esencial para la formación de proteínas y la hemoglobina. Sin el ácido fólico la división celular no puede llevarse a cabo. La deficiencia de ácido fólico puede afectar adversamente al crecimiento fetal y postnatal durante el primer año de vida por la estrecha correlación entre los niveles de ácido fólico y la disminución entre los percentiles peso/talla (Velásquez, 2005).

Las deficiencias vitamínicas pueden deberse a desnutrición, malabsorción, parásitos competitivos o deficiencias enzimáticas que impiden el uso de estas vitaminas (Pagana, 2015).

c. Anemia Perniciosa o por deficiencia de vitamina B12

La anemia perniciosa es una anemia macrocítica y megaloblástica producida por una deficiencia de vitamina B12. Algunas causas pueden ser el consumo inadecuado; absorción inadecuada por trastorno gástrico que produce falta o deficiencia de factor intrínseco por las células parietales del estómago, gastrectomía; utilización inadecuada por antagonistas de la vitamina B12, proteína fijadora de B12 anormal en suero, proteína fijadora de B12 inadecuada en suero; mayor requerimiento por hipertiroidismo, lactancia, parasitismo. La

anemia perniciosa afecta no sólo a la sangre sino también al sistema gastrointestinal y los sistemas nerviosos periférico y central. Esto la distingue de la anemia por deficiencia de ácido fólico (Velásquez, 2005).

La anemia perniciosa afecta en su gran mayoría a hombres y mujeres mayores de 60 años y es poco común antes de los 30 años, aunque se puede observar anemia perniciosa típica en niños menores de 10 años de edad, la cual es llamada anemia perniciosa juvenil. En Guatemala no se ha reportado estudios de anemia perniciosa en niños pre-escolares, pero si existe uno con niños escolares, el cual se realizó en el año de 1998 en la zona periurbana de la ciudad (Velásquez, 2005).

La alta incidencia de infección por parásitos intestinales y poliparasitismo afecta la salud de los individuos, pudiendo causar deficiencia en el aprendizaje y función cognitiva, principalmente en los niños, quienes son los más afectados (Marcos, Marco e Iwashita 2002).

Las infecciones crónicas por helmintos pueden causar desnutrición crónica en el hospedero, aunque esta relación no ha sido demostrada debido a que en la desnutrición participan otros factores (Marcos, et al., 2002).

El cuadro clínico se va a presentar de acuerdo al grado de infestación; la anorexia, malabsorción, pérdida de fluidos (diarrea) y anemia son más comunes en individuos altamente parasitados (Marcos, et al., 2002).

La deficiencia de hierro es la principal causa de anemia en los países en vías de desarrollo y los grupos poblacionales más vulnerables a esta deficiencia son los lactantes, los niños en edad preescolar y escolar, las mujeres en edad reproductiva y durante el embarazo (Barón, Solano y Páez, 2007).

En los niños, la principal causa de esta deficiencia se debe al aumento de los requerimientos nutricionales de hierro en relación con el crecimiento durante la etapa de desarrollo. Adicionalmente, el estado nutricional del hierro en individuos y poblaciones

depende de la cantidad y calidad de hierro proveniente de la dieta, de su biodisponibilidad en los alimentos y de las pérdidas de hierro por parte del organismo (Barón, et al., 2007).

Algunos de los factores de riesgo asociados con el desarrollo de la deficiencia de hierro son: la edad, el bajo nivel socioeconómico, bajo ingreso familiar y el hacinamiento. Esta situación puede acentuarse por la presencia de infestaciones parasitarias y enfermedades infecciosas frecuentes (Barón, et al., 2007).

3. Situación de anemia nutricional en Guatemala

Según la encuesta realizada en Guatemala en 1995, la situación nutricional de hierro se estimó a través de la medición de hemoglobina, corregida por altitud, considerado un mejor indicador de anemia; y se observó que la prevalencia en niños y niñas de 1 a 5 años fue de 26%. Observándose una prevalencia ligeramente mayor en el sexo masculino (26.4%), en relación al sexo femenino (25.5%). El análisis por edad muestra diferencias. El 50.1% de los niños y niñas entre 12 y 23 meses de edad presentaron anemia, la situación mejora a medida que aumenta la edad, hasta el grupo de 48 a 59 meses en donde la prevalencia fue de 12.1%. En este grupo de edad uno de cada dos niños y niñas presentaba deficiencia de hierro. El Altiplano es la región con mayor prevalencia, 30.7% de niños y niñas afectadas, Nororiente y la Costa Sur presentaron los valores más bajos, 23.8% y 23.1%, respectivamente. En la población rural la prevalencia casi fue el doble de la encontrada en la ciudad de Guatemala, 29.3 % y 15.5 %, respectivamente. En el área urbana fue de 23.6 %. La situación nutricional de hierro en niños y niñas preescolares fue más deficiente en el área rural. La mayor prevalencia de anemia en niños y niñas que padecieron de enfermedad diarreica o respiratoria aguda en las dos semanas previas a la encuesta, se explica por el conocimiento de la interacción infección-nutrición. También, la dieta del preescolar es deficiente en hierro. La estructura del país se ve reflejada en los datos de prevalencia de anemia según el lugar de residencia, ya que es mayor en las áreas rurales, menor en las urbanas del interior, y aún menor en la Ciudad Capital, esto influido seguramente por las condiciones educativas, acceso a información, poder adquisitivo, y contacto con productos

de otras culturas que prevalecen en cada uno de estos lugares de residencia (MSPAS, 1995) (Mahan y Escott, 2000).

El acceso a los alimentos ha sido reconocido como un derecho humano básico, sin embargo, el hambre y la desnutrición siguen siendo uno de los graves problemas que afronta la población guatemalteca (Programa de Seguridad Alimentaria del Istmo Centroamericano, 1990).

Guatemala presenta un serio problema de inequidad socioeconómica. Como consecuencia la mayoría de las familias viven en extrema pobreza (79.90%) y en inseguridad alimentaria nutricional Guatemala está entre los 9 países latinoamericanos catalogados como países de bajos ingresos con déficit alimentario (Programa de Seguridad Alimentaria del Istmo Centroamericano, 1990).

El deficiente acceso físico, económico y social a una adecuada alimentación afecta el estado nutricional de niños, niñas, mujeres y hombres guatemaltecos, lo cual se refleja en las tasas de mortalidad infantil en las tasas de bajo peso al nacer, en los niveles de desnutrición y en la prevalencia de deficiencias de energía, proteína y hierro. Como consecuencia esta situación genera pérdida de niveles de productividad por reducción del rendimiento en el trabajo, aumenta la frecuencia de enfermedades, disminuye la capacidad cognoscitiva y el rendimiento escolar. Con esto se reconoce que la inseguridad alimentaria es una limitante para el desarrollo sostenible del país (Programa de Seguridad Alimentaria del Istmo Centroamericano, 1990).

La Encuesta Nacional de Salud Materno Infantil (ENSMI) 98/99, concluyó lo siguiente en cuanto a la situación del estado nutricional del grupo materno-infantil (Instituto Nacional de Estadística, 1999):

- El 46% de los niños menores de 5 años sufren desnutrición crónica – Es decir, retardo en el crecimiento en talla para la edad, nivel que es similar al observado en 1995.

- La desnutrición crónica afecta casi por igual a niños y a niñas – Pero aumenta rápidamente con la edad desde el 26% entre los niños de 6 a 11 meses hasta alcanzar más del 50% después de esa edad.
- Entre los niños concebidos con intervalos relativamente cortos (menos de 2 años) el 56% se clasificaría como desnutrido, en comparación con el 31% entre aquellos cuyo intervalo de nacimiento es mayor de 48 meses.
- Dos terceras partes de los niños de madres sin educación o indígenas sufren retardo en su crecimiento, el doble del nivel de desnutrición observado entre los niños ladinos (34%) y más de cinco veces la desnutrición de los niños de madres con educación secundaria o más (13%).
- Las diferencias regionales son igualmente importantes. Casi el 70% de los niños de la región Noroccidente sufren de desnutrición crónica (39% severa) en comparación con el 29% en la región Metropolitana.
- El 24% de los niños menores de 5 años tienen un peso deficiente para su edad, evidenciando una ligera disminución de tres puntos porcentuales con respecto a la cifra observada en 1995 (27%).
- Al igual que con la desnutrición crónica, la desnutrición global aumenta con el orden de nacimiento y con la edad del niño, específicamente durante el primer año de vida y después se estabiliza.
- Alrededor de uno de cada tres niños de madres residentes en áreas rurales, o indígenas, o sin educación, sufre de desnutrición global, casi el doble si se compara con los niveles observados entre la población urbana y ladina (19%); y más de 5 veces el nivel observado entre las madres con secundaria o más. A nivel regional la desnutrición global alcanza el 33% en la región Noroccidente en comparación con el 29% en la Metropolitana.
- La desnutrición crónica ha disminuido relativamente poco desde 1987, desde casi el 60% de los niños de cinco años hasta el 45% en 1998/99. Por otro lado, la desnutrición global disminuyó del 34% al 24%.
- Tanto para la desnutrición crónica como para la global, la disminución ha sido mayor entre los hijos de mujeres ladinas y residentes urbanas, aumentando así la brecha entre esos grupos poblacionales.

En el 2000 se realizó una investigación con el objetivo de analizar la información disponible acerca del estado nutricional de hierro en Guatemala para caracterizar su situación e identificar líneas de investigación, se hizo un estudio con diseño de metaanálisis, que comprendió cinco fases: recopilación y agrupación de estudios; análisis cualitativo; análisis e integración de estudios; e identificación de necesidades de investigación. Se recopilaron 113 estudios, publicados o no, acerca del estado nutricional de hierro en sujetos guatemaltecos. Se encontró que la información relacionada con estudios acerca del estado nutricional de hierro en Guatemala se encuentra dispersa y a veces inaccesible. Además, se evidencia que no existe un consenso acerca de los criterios de normalidad para los indicadores utilizados en la evaluación del estado nutricional de hierro (Cerón, 2000).

En Guatemala no se ha reportado estudios de anemia perniciosa en niños pre-escolares, pero si existe uno con niños escolares, el cual se realizó en el año de 1998 en la zona periurbana de la ciudad con un total de 553 niños y se reportó que 11% de los evaluados presentó déficit de vitamina B12 utilizando un rango de <162 pmol/L de marcador en suero de vitamina B12, para su diagnóstico (Organización Panamericana de la Salud, 2003).

En el 2005 se determinó la anemia en niños pre-escolares, del Hospital General “San Juan de Dios”; relacionándola con el estado nutricional, y para ello se tomaron en cuenta 50 niños con estado nutricional normal y 50 niños con estado nutricional deficiente o desnutrición (leve, moderada y severa). Se estableció la relación entre anemia y estado nutricional por medio de un estudio transversal. Se observó que un niño y/o niña con estado nutricional deficiente o desnutrido tiene 1.92 mayor riesgo de padecer anemia, en comparación con un niño con estado nutricional normal; también se encontró que los niños de 12–23 meses presentaron en su mayoría anemia hipocrómica–microcítica, sobre todo los que se encontraban desnutridos (36%). Las niñas en este estudio presentaron 3.59 veces más anemia. Se puede concluir que no existió relación estadísticamente significativa entre anemia y estado nutricional, es decir que no se debe descuidar a la población con estado nutricional

normal, en cuanto a suplementación de hierro y ácido fólico, en el ámbito hospitalario, cuando sea necesario (Velásquez, 2005).

I. Estudios realizados sobre asociación de anemia y parasitosis intestinal

En algunos estudios realizados en Filipinas en el 2005 con el objetivo de cuantificar el impacto de las infecciones poliparasitarias, incluyendo infecciones múltiples concurrentes de baja intensidad que tienen sobre la anemia. Determinaron que las probabilidades de tener anemia en niños con infecciones poliparasitarias de baja intensidad fueron casi 5 veces mayor ($p=0.052$) que los niños con uno o dos parásitos. Las probabilidades de tener anemia en niños infectados con tres o cuatro especies de parásitos son 8 veces mayores que los niños con uno o dos parásitos ($p<0.001$). Además, las infecciones poliparasitarias de baja intensidad se asociaron con mayor probabilidad de tener anemia. Este estudio sugirió que las infecciones de baja intensidad concurrentes con múltiples especies de parásitos dan como resultado morbilidad clínicamente significativa (Ezeamama, Friedman, Oliveda, Acosta, Kurtis, Mor, et al., 2005).

En el 2007, Barón, Solano y Páez realizaron un estudio para evaluar el estado nutricional del hierro y establecer su asociación con edad, género y parasitosis intestinal en 264 niños que asistieron a una escuela de Valencia, Carabobo, Venezuela. Observaron que el 69.2% tuvieron deficiencia de hierro, el 16.2% anemia y 11.0% anemia ferropénica. La deficiencia de hierro y la anemia fueron significativamente mayores en preescolares que en escolares (79.3% y 23% vs 63.9% y 12.7% $p:<0.05$). La prevalencia de parasitosis intestinal fue de 58,4%; siendo *Blastocystis hominis*, *Entamoeba coli* y *Giardia lamblia*, las especies más prevalentes. El estudio no pudo determinar una asociación entre la presencia de enteroparásitos con el estado de hierro y con la anemia.

Otro estudio realizado en el 2007, el cual determinaron la frecuencia de helmintiasis intestinal y su asociación con desnutrición y deficiencia de hierro en niños de la región occidente de México; encontraron que el 60.9% y el 25% de los niños presentaron disminución de la ferritina y anemia respectivamente. El 16% mostró trichuriasis, el 6.9%

ascariasis y el 5.3% ambas. La infección por *Trichuris trichiura* la asociaron con desmedro y deficiencia de hierro grado leve y moderado. La infección por *Ascaris lumbricoides* no se asoció con desnutrición o deficiencia de hierro. Sin embargo, no hubo asociación estadística entre parasitosis intestinal y anemia (Gutiérrez, Trujillo, Martínez y Millán, 2007).

En el 2010, según un estudio realizado en indígenas del resguardo Canamomo-Lomaprieta, Colombia con el objetivo de determinar la prevalencia de parasitosis intestinal y anemia y su asociación con determinantes demográficos, socioeconómicas y sanitarias en indígenas. Encontraron que la prevalencia de anemia fue del 23% y la parasitosis intestinal del 73%. La distribución porcentual de los parásitos observados fueron: *Endolimax nana* (35.1%), *Blastocystis hominis* (31.1%), *Entamoeba coli* (29.1%), *Entamoeba histolytica/dispar* (13.2%), *Giardia intestinalis* (2.6%) y *Chilomastix mesnili* (0.7%), uncinarias (7.3%) y *Taenia* sp (0.7%). Según el estudio existe una elevada prevalencia de parasitosis intestinal y anemia, asociado a condiciones de infraestructura sanitaria (Cardona, et al., 2014).

Según Hernández, en el 2010, realizó un estudio con el objetivo de determinar la asociación entre la frecuencia de giardiasis intestinal y el nivel de hemoglobina en niños de 5 años de edad, en el Centro de Salud Salaverry-Trujillo. La frecuencia de nivel bajo de hemoglobina para la edad del niño fue de 33 (69%) de los casos y el 5 (10%) del grupo control, con diferencia estadística significativa. Los niveles bajos de hemoglobina, en niños menores de 5 años se asociaron, pero no fue causa-efecto directa.

Según un estudio realizado en Nigeria en el 2011 con el objetivo de determinar la prevalencia de anemia y evaluar la relación entre la infección por helmintos intestinales en los niños de las comunidades rurales de Evbuomore, Isiohor y Ekosodin, en el área de del gobierno local Ovia del Estado de Edo. De los 316 niños estudiados, el 38.6% eran anémicos: 75.9% de los niños de Evbuomore, 42.3% en Isiohor y el 26.8% en Ekosodin. La prevalencia global de parásitos en las tres comunidades fue: *Ascaris lumbricoides* (75.6%), anquilostomas (16.19%) y *Trichuris trichiura* (7.3%). La desnutrición fue evidente; 37.0%

de los niños tenían retraso del crecimiento y el 44.0% bajo peso. Observaron una asociación estadísticamente significativa entre *Ancylostoma duodenale* y *Ascaris lumbricoides* y anemia ($p < 0.001$), los niveles de ferritina sérica fueron más sensibles que la hemoglobina en la detección de la anemia y se correlacionaron con la infección por helmintos intestinales (Osazuwa, Ayo&Imade, 2011).

En el 2012, realizaron un estudio con el objetivo de conocer la relación entre la parasitosis intestinal y el estado nutricional en niños de 5 a 17 años en una zona de la selva del Perú. Examinaron 120 escolares de la localidad de Yanta lo ubicada en el departamento de San Martín, zona nororiental de la selva del Perú. Encontraron 64 escolares con heces positivas (53.3%). De estos, el 59.38% presentaron infección por helmintos, mientras que el 43.75% presentaron infección por protozoarios: *Trichuris trichiura* (37.5%), *Ascaris lumbricoides* (12.5%), *Anquilostomideos* (7.8%), *Entamoeba histolytica* (12.5%), *Giardia lamblia* (10.9%), *Hymenolepis nana* (7.8%) y *Blastocystis hominis* (7.8%). El dosaje de hemoglobina sanguínea de los 120 escolares mostró que el 28.3% presentó algún grado de anemia: leve (15.8%) y moderada (12.5%). También encontraron 44 escolares (36.7%) con algún grado de desnutrición crónica, y de este total el 68.18% cursaban con una parasitosis intestinal. En este estudio concluyen que no se encontró una relación directa entre la anemia y la parasitosis intestinal ya que su población en estudio tuvo acceso a suplementos vitamínicos, pudiendo compensar así la posible anemia causada por la parasitosis. Además, la carga parasitaria no fue lo suficientemente alta en ninguno de los casos como para atribuirle una relación de causalidad (Garaycochea, Acosta, Vigo, Heringman, Dyer, Jeri y Siancas, 2012).

En el 2013, Amurrio y Cuellar, realizaron un estudio con el fin de determinar la relación entre anemia y parasitosis en estudiantes de 5 a 14 años de la Unidad Educativa Monte Verde de la provincia Wames de Santa Cruz, Bolivia, con una muestra de 82 estudiantes. Determinaron según el cruce de variables (parasito/anemia) que los estudiantes el 37% presento anemia leve, el 30% anemia moderada y el 6% anemia severa. De los 60 estudiantes que presentaron anemia el 15% se encontró parasitado por *Ascaris lumbricoides*,

de los cuales el 12% presento anemia leve y el 3% anemia moderada. El 2% se encontró parasitado por uncinarias, la anemia que presentaron fue leve. El 29% se encontró parasitado por *Giardia lamblia*. De estos el 12% presentaron anemia leve, el 12% anemia moderada y el 5% anemia severa. La anemia que presentaron los estudiantes en dicho trabajo no fue 100% causada por parasitosis, sino que también hubo déficit alimentario ya que los parásitos encontrados en su mayoría no son hematófagos (como las uncinarias), aunque parásitos como *Ascaris lumbricoides* y *Giardia lamblia* son causantes de desnutrición la cual acompañada de deficiencia alimentaria lo cual conduce a la anemia.

En el 2014, según Morocho, realizó un estudio con el objetivo de determinar la prevalencia de anemia en escolares con parasitosis intestinal en la parroquia de El Progreso del cantón Pasaje, Ecuador. Analizó la distribución de acuerdo al tipo de parasitosis intestinal de 98 participantes con reporte positivo, obteniendo los siguientes resultados: *Entamoeba histolytica* (41.84%), *Entamoeba coli* (25.51%), *Giardia lamblia* (11.22%); parasitosis intestinal mixta (21.43%) siendo *Entamoeba coli* / *Entamoeba histolytica* (57.12%), *Entamoeba coli* / *Giardia lamblia* (14.29%) y *Entamoeba histolytica* / *Giardia lamblia* (28.57%). De acuerdo al valor de la hemoglobina el grupo 3 a 4 años el 44.44% presento anemia leve, no encontrándose anemia moderada o grave; el grupo entre 5 y 11 años el 36.23% presento anemia leve, hubo la presencia de anemia moderada en el 4.35%, no encontrándose pacientes con anemia grave; en los participantes de 12 y 14 años presentaron la presencia de anemia en el 45.45% de los participantes con anemia moderada o grave. Determinó que la prevalencia de anemia (40.82%) está relacionada con la presencia de parásitos intestinales, pero no se establece si es la única causa o la principal como el tipo de anemia presente en los escolares estudiados (Morocho, 2015).

IV. JUSTIFICACIÓN

Según UNICEF en Guatemala cuatro de cada diez niños y niñas (43.4%) menores de cinco años presenta desnutrición crónica, condición que provoca menos retención escolar, menor productividad, propensión a adquirir enfermedades y hasta pérdida del coeficiente intelectual, efectos irreversibles durante toda la vida (UNICEF).

Guatemala es el país centroamericano con mayor porcentaje de niños menores de cinco años con anemia, para el 2011 este dato alcanzó el 47.1% de los niños, es decir que casi la mitad de los niños guatemaltecos menores de cinco años tienen anemia (Organización Panamericana de la Salud, 2008).

Las infecciones parasitarias son una causa importante de morbimortalidad a nivel mundial. En Guatemala la presencia y persistencia está directamente relacionada con características culturales, geográficas, saneamiento, como la contaminación fecal del suelo y los alimentos, falta de agua potable, inadecuados hábitos higiénicos y factores socioeconómicos; siendo la población infantil más propensa a sufrir una parasitosis intestinal por ingerir alimentos contaminados, jugar en el suelo y manipular objetos (Menéndez, 2003).

De acuerdo con la Organización Panamericana de la Salud, en el 2008, la causa principal de la anemia es la deficiencia de hierro; esto se debe a una dieta baja en hierro, relacionado a la desnutrición, a infecciones parasitarias o a enfermedades como la malaria.

Por lo anteriormente, aunado con la escasa información que se encuentra de Guatemala acerca de una posible asociación entre parasitosis intestinal y anemia los cuales son factores principales de morbimortalidad, se hace necesario un estudio que evidencie si existe una relación entre la parasitosis intestinal como factor de riesgo para el desarrollo de anemia. Se realizó el estudio en la población infantil que ingresa al Hospital Regional de Huehuetenango “Dr. Jorge Vides Molina” y Centro Estudiantil Faro de Luz, como población piloto en este estudio exploratorio.

V. OBJETIVOS

A. Objetivo general

Determinar la asociación entre la parasitosis intestinal y el desarrollo de anemia en la población infantil que ingresa al Hospital Regional de Huehuetenango “Dr. Jorge Vides Molina” y Centro Estudiantil Faro de Luz.

B. Objetivos específicos

1. Identificar los diferentes tipos de parásitos intestinales que se presentan en la población infantil con anemia.
2. Determinar el tipo de anemia que presenta la población en estudio de acuerdo a parámetros hematológicos.
3. Correlacionar el parásito intestinal con el tipo de anemia de la población de estudio.

VI. HIPÓTESIS

Existe una asociación entre parasitosis intestinal y el desarrollo de anemia en la población infantil que ingresa al Hospital Regional de Huehuetenango “Dr. Jorge Vides Molina” y Centro Estudiantil Faro de Luz.

VII. MATERIALES Y MÉTODOS

A. Universo

Niños menores de 10 años que ingresan al Hospital Regional de Huehuetenango “Dr. Jorge Vides Molina” y Centro Estudiantil Faro de Luz.

B. Muestra

Doscientos setenta y dos (272) niños menores de 10 años que ingresan al Hospital Regional de Huehuetenango y Centro Estudiantil Faro de Luz, 101 con resultados positivos para parásitos intestinales.

C. Recursos

1. Humanos

Seminaristas:

- Br. Beira Izenia De León Martínez
- Br. Anna Bertha Hernández Delgado
- Br. Magda Fabiola Santos Lechuga

Asesora:

- M.A. Isabel Cristina Gaitán Fernández, Q.B.

2. Institucionales

- Laboratorio Clínico del Hospital Regional de Huehuetenango

3. Materiales

a. Equipo

- Centrífuga
- Equipo automatizado de Hematología marca MINDRAY BC5300
- Microscopio binocular

b. Material de laboratorio

- Algodón
- Coladores
- Colectores
- Guantes
- Jeringas descartables de 5 mL
- Láminas cubreobjetos
- Láminas portaobjetos
- Liga
- Palillos de madera
- Papel limpia lentes
- Papel pH
- Pipetas Pasteur
- Recipientes para descarte de cortopunzantes
- Tubos cónicos de 10 mL
- Tubos para hematología con EDTA de 5 mL

c. Reactivos

- Aceite de inmersión
- Etanol al 70%
- Kit para tinción Hemacolor®
- Lugol para heces
- Solución salina al 0.85%

D. Métodos

1. Recolección de datos clínicos

Se solicitó el consentimiento informado que incluyó en forma clara los objetivos del estudio y se informó que los resultados serán confidenciales y de valor científico. Los padres de familia que decidieron que su hijo(a) participara voluntariamente en el estudio, presentaron el consentimiento firmado por parte del padre o encargado.

A los padres de familia cuyos hijos participaron voluntariamente en el estudio y que cumplieron con los requisitos de inclusión se les realizó una entrevista que incluyó los siguientes datos: nombre completo, género, fecha del muestreo, edad, No. de registro, No. de muestra, recibió terapia antiparasitaria.

2. Análisis coproparasitológico

a. Toma de muestra

- A los padres de familia de los pacientes estudiados se les informó la técnica de recolección de la muestra, la cual consistió en realizar la evacuación en un recipiente limpio y seco e indicándoles que por ningún motivo se han de tomar directamente del suelo o de la cubeta del servicio sanitario.
- Se recolectaron las muestras para el posterior análisis coproparasitológico.

b. Análisis de la muestra

- El análisis macroscópico de las muestras consistió en la determinación de: color, consistencia, sangre, restos alimenticios, moco y pH.
- Se agregó 5 mL de solución salina 0.85 % en un vaso o recipiente limpio.
- Se agregó 1 gramo de materia fecal y luego fue homogenizado.
- Se colocó en otro vaso o recipiente limpio un colador con papel pH.
- Se colocó la solución de solución salina que tiene la materia fecal y se observó la cantidad de restos alimenticios y el valor de pH.
- Se transfirió solución a un tubo cónico de 10 mL.
- Se centrifugó a 2000 rpm por 5 minutos.
- Se decantó el sobrenadante y se homogenizó la muestra.
- Se realizó el análisis microscópico que consiste en la observación de: almidones, grasas, células vegetales, jabones y otros que incluye parásitos.
- Se montaron las muestras en láminas portaobjetos: del lado izquierdo se montó la muestra con solución salina 0.85% y del lado derecho con lugol.
- Se observó en el microscopio toda la lámina con lente de 10x para buscar la presencia de huevos de helmintos y con lente de 40x para la búsqueda de protozoarios en fase de trofozoíto.
- Sólo los pacientes que presentaron resultados con presencia de parásitos intestinal fueron ingresados al estudio.

3. Hematología

a. Toma de muestra

- Se realizó sólo a los pacientes que presentaron un resultado con presencia de parásitos intestinales en un análisis coprológico.

- Se procedió a recolectar los datos del paciente, se rotuló el tubo y posteriormente se realizó la extracción de la muestra sanguínea en tubo con EDTA (tapón morado), por venopunción.
- Las muestras fueron trasladadas al laboratorio Clínico del Hospital Regional de Huehuetenango y posteriormente se registraron en el sistema el cual se asignó el número de muestra y la etiqueta de identificación de la muestra,
- Se ingresó el número de muestra al equipo.
- Luego se ingresó la muestra al equipo de Hematología automatizado MINDRAY BC5300.
- Se observaron los resultados y posteriormente se imprimieron.
- En base a los resultados de hemoglobina, hematocrito y recuento de eritrocitos, se procedió a realizar el frote periférico.

c. Frote periférico

- Se tiñó el frotis en 4 pasos mediante la utilización del kit Hemacolor®
 - Solución 1: 5 veces por 1 segundo
 - Solución 2: 3 veces por 1 segundo
 - Solución 3: 6 veces por 1 segundo
 - Solución tampón 7.2: 45 segundos
- Se esperó a que se secase y por último, se observó al microscopio con el objetivo 100x.

d. Índices eritrocitarios

Los índices eritrocitarios se calcularon mediante los resultados de la hematología.

Volumen Corpuscular Medio

$$\text{VCM} = \frac{\text{Hematocrito \%}}{\text{Recuento del número de hematíes}} \times 10$$

(Dos primeras cifras de eritrocitos)

Hemoglobina Corpuscular Media

$$\text{HCM} = \frac{\text{Hemoglobina}}{\text{Recuento del número de eritrocitos}} \times 10$$

(Dos primeras cifras de eritrocitos)

Concentración de Hemoglobina Corpuscular Media

$$\text{CHCM} = \frac{\text{Hemoglobina (g/dL)}}{\text{Hematocrito (\%)}} \times 100$$

Índice de Volumen

$$\text{IV} = \frac{\text{VCM paciente}}{\text{VCM normal (90)}}$$

Índice de Color

$$\text{IC} = \frac{\text{HCM encontrado}}{\text{VCM normal (29.5)}}$$

Índice de Saturación

$$IS = \frac{\text{CHCM encontrado}}{\text{CHCM normal (34)}}$$

Relación de Número de Glóbulos Rojos

$$IN = \frac{\text{Recuento de eritrocitos del paciente}}{\text{Recuento de eritrocitos normal (5.0 millones glóbulos rojos/mm}^3\text{)}}$$

5. Informe de resultados

Se elaboró una hoja con los datos personales, resultados del análisis coprológico y hematológico del paciente. La clasificación de la anemia se realizó mediante el resultado de los índices eritrocitarios (VCM, HCM y CMHC). El resultado de los análisis se les entregó a los padres de familia de los niños que participaron en dicho estudio.

6. Diseño estadístico

a. Tipo de estudio

Estudio descriptivo de corte transversal.

b. Tipo de muestreo

Muestreo estratificado

c. Criterios de inclusión

- Niños menores de 10 años que ingresan al Hospital Regional de Huehuetenango “Dr. Jorge Vides Molina” y Centro Estudiantil Faro de Luz.
- Autorización de participación del niño por medio de la solicitud de consentimiento informado previamente firmado por el padre de familia y/o encargado.

d. Criterios de exclusión

- Niños que presentaron parásitos comensales tales como: *Entamoeba gingivalis*, *Entamoeba coli*, *Entamoeba dispar*, *Endolimax nana*, *Iodamoeba butschlii* y *Blastocystis hominis*.
- Niños que recibieron terapia antiparasitaria en un periodo mínimo de 3 meses, datos obtenidos por medio de la encuesta dirigida a padres de familia y/o encargado.

e. Diseño estadístico

Se realizó una base de datos con los 272 participantes que fueron analizados mediante el programa Epi-Info 7.0. Se utilizó la razón de productos cruzados u Odd Ratio (POR) con un intervalo de confianza (IC 95%) y la prueba estadística Chi-cuadrado con corrección de Mantel-Haenszel con un nivel de significación ($p < 0.05$) para establecer la asociación entre la parasitosis intestinal y el desarrollo de anemia.

VIII. RESULTADOS

La población estudiada está comprendida por 272 niños y niñas menores de 10 años que asistieron de mayo a octubre del año 2016 al servicio de pediatría del Hospital Regional de Huehuetenango “Dr. Jorge Vides Molina” y Centro Estudiantil Faro de Luz.

De los 272 niños y niñas que participaron en el estudio, 37.1% (n=101) presentaron parásitos siendo el género femenino el de mayor frecuencia (52.5%) mientras que el 62.9% no presentaron parásitos. Dentro de este resultado están excluidos los parásitos intestinales comensales (Tabla 1).

Tabla 1. Presencia o ausencia de parásitos intestinales distribuidos por género

Género	Presencia de parásitos		Ausencia de parásitos	
	*n	Porcentaje (%)	*n	Porcentaje (%)
Femenino	53	52.5	80	46.8
Masculino	48	47.5	91	53.2
Total	101	37.1	171	62.9

*n: número de pacientes

Fuente: datos experimentales

De los niños parasitados, cuatro pacientes presentaron más de un parásito que sumó una población total de 105.

Los parásitos encontrados fueron *Entamoeba histolytica* (47.6%), *Giardia lamblia* (23.8%), *Ascaris lumbricoides* (13.3%), *Chilomastix mesnili* (11.4%), *Trichuris trichiura* (1.90%), *Hymenolepis nana* (0.90%) y *Strongyloides stercoralis* (0.90%) (Tabla 2).

Tabla 2. Frecuencia de parásitos intestinales

Parásito	*n	Porcentaje (%)
<i>Entamoeba histolytica</i>	50	47.6
<i>Giardia lamblia</i>	25	23.8
<i>Ascaris lumbricoides</i>	14	13.3
<i>Chilomastix mesnili</i>	12	11.4
<i>Trichuris trichiura</i>	2	1.90
<i>Hymenolepis nana</i>	1	0.90
<i>Strongyloides stercoralis</i>	1	0.90
Total	105	100

*n: número de pacientes

Fuente: Datos experimentales

El 94.1% (n=95) de los niños parasitados presentaron anemia y el 5.94 % (n=6) no la presentaron. No se encontró diferencia significativa entre ambos géneros (Tabla 3).

Tabla 3. Frecuencia de anemia por género

Anemia	Femenino		Masculino		Total	
	*n	%	*n	%	*n	%
SI	48	47.5	47	46.5	95	94.1
NO	5	5.00	1	0.90	6	5.94
Total	53	52.5	48	47.5	101	100

*n: número de pacientes

Fuente: datos experimentales

Se realizó la clasificación de anemia según los índices eritrocitarios. De la anemia microcítica, las encontradas fueron: hipocrómica, normosaturada, normocitémica con 21.1% (8 pacientes); hiperocrómica, hiposaturada, normocitémica con 18.4% (7 pacientes) y normocrómica, normosaturada, normocitémica con 15.8% (6 pacientes) (Tabla 4).

Tabla 4. Frecuencia de anemia microcítica en niños con parásitos intestinales que ingresaron al Hospital Regional de Huehuetenango “Dr. Jorge Vides Molina” y Centro Estudiantil El Farol.

Tipo de Anemia	*n	Porcentaje (%)
hipocrómica, normosaturada, normocitémica	8	21.1
hipercrómica, hiposaturada, normocitémica	7	18.4
normocrómica, normosaturada, normocitémica	6	15.8
hipercrómica, hiposaturada, hipocitémica	4	10.5
normocrómica, hiposaturada, normocitémica	4	10.5
normocrómica, normosaturada, hipocitémica	3	7.90
normocrómica, hiposaturada, hipocitémica	2	5.26
hipercrómica, hipersaturada, hipocitémica	1	2.63
hipocrómica, hiposaturada, hipocitémica	1	2.63
hipercrómica, hipersaturada, normocitémica	1	2.63
hipocrómica, normosaturada, hipocitémica	1	2.63
Total	38	100

*n: número de pacientes

Fuente: Datos experimentales

Se encontró la presencia de anemia macrocítica, hipercrómica, normosaturada, hipocitémica en dos pacientes de los 95 parasitados con anemia (Tabla 5).

Tabla 5. Frecuencia de anemia macrocítica en niños con parásitos intestinales que ingresaron al Hospital Regional de Huehuetenango “Dr. Jorge Vides Molina” y Centro Estudiantil Farol de Luz

Tipo de anemia	*n	Porcentaje (%)
hipercrómica, normosaturada, hipocitémica	2	100
Total	2	100

*n: número de pacientes

Fuente: Datos experimentales

La anemia encontrada con mayor frecuencia fue normocítica, normocrómica, normosaturada, hipocitémica, con 32.7% (n=18), seguida de las anemias hiperocrómica, hiposaturada, normocitémica; hiperocrómica, normosaturada, hipocitémica y normocrómica, hiposaturada, hipocitémica con 11.0% (n=6) (Tabla 6).

Tabla 6. Frecuencia de anemia normocítica en niños con parásitos intestinales que ingresaron al Hospital Regional de Huehuetenango “Dr. Jorge Vides Molina” y Centro Estudiantil Farol de Luz.

Tipo de anemia	n	Porcentaje (%)
normocrómica, normosaturada, hipocitémica	18	32.7
hiperocrómica, hiposaturada, hipocitémica	11	20.0
hiperocrómica, hiposaturada, normocitémica	6	11.0
hiperocrómica, normosaturada, hipocitémica	6	11.0
normocrómica, hiposaturada, hipocitémica	6	11.0
normocrómica, hiposaturada, normocitémica	3	5.45
hipocrómica, normosaturada, hipocitémica	2	3.63
hiperocrómica, normosaturada, normocitémica	1	1.81
hiperocrómica, normosaturada, normocitémica	1	1.81
hiperocrómica, hipersaturada, hipocitémica	1	1.81
Total	55	100

n: número de pacientes

Fuente: Datos experimentales

La prueba de Prevalence Odd Ratio (POR) para determinar asociación entre parasitosis intestinal y anemia en este estudio fue de 4.83; el cual indica que un niño o niña con parasitosis intestinal tiene 4.83 veces más riesgo de tener anemia. El valor de la prueba

estadística Chi-cuadrado con corrección de Mantel-Haenszel, es de 12.5 que indica que existe asociación estadísticamente significativa ($p < 0.05$) entre parasitosis intestinal y desarrollo de anemia (Tabla 7).

Tabla 7. Asociación entre parasitosis intestinal y presencia de anemia en la población estudiada

	Anemia	Sin Anemia	^a OR	^b IC 95%	^c X ²	^d p
Parásitos	95	6	4.83	1.97-11.8	12.5	< 0.05
Sin parásitos	131	40				

^a OR: Odd Ratio; ^b IC 95%: ^c Intervalo de confianza al 95%; ^d X²: Chi-cuadrado; ^dp: Valor P

Fuente: Datos experimentales

De los 101 niños que presentaron parásitos, cuatro presentaron parasitosis mixtas, siendo éstas: *Ascaris lumbricoides/Hymenolepis nana*, *Ascaris lumbricoides/Entamoeba histolytica* y *Giardia lamblia/Chilomastix mesnili* (Tabla 8).

Tabla 8. Presencia de dos parásitos y tipo de anemia normocítica

Parásito	Tipo de Anemia	*n
<i>Ascaris lumbricoides/Hymenolepis nana</i>	normocrómica, hiposaturada, normocitémica	1
<i>Entamoeba histolytica/Ascaris lumbricoides</i>	hipercrómica, normosaturada, normocitémica	1
<i>Entamoeba histolytica/Ascaris lumbricoides</i>	hipercrómica, hiposaturada, hipocitémica	1
<i>Giardia lamblia/Chilomastix mesnili</i>	normocrómica, normosaturada, hipocitémica	1
Total		4

*n: número de pacientes

Fuente: Datos experimentales

Se encontró asociación estadísticamente significativa entre *Giardia lamblia* y anemia normocítica, hiperocrómica, hiposaturada, hipocitémica (X^2 : 7.94, $p < 0.05$, OR: 4.50), con un riesgo de 4.50 veces más de tener este tipo de anemia, mientras que en los otros tipos de anemias presentadas no se encontró asociación estadísticamente significativa (Tabla 9).

Tabla 9. Asociación entre presencia de *Giardia lamblia* y tipo de anemia

Tipo de anemia	^a n	^a OR	^b IC 95%	^c X ²	^d p
normocítica, hiperocrómica, hiposaturada, hipocitémica	5	4.50	1.45-13.9	7.94	<0.05
macrocítica, hiperocrómica, normosaturada, hipocitémica	2	2.06	0.42-10.0	0.86	0.36
microcítica, hiperocrómica, hiposaturada, normocitémica	2	1.87	0.39-8.93	0.62	0.43
normocítica, normocrómica, normosaturada, hipocitémica	5	1.80	0.63-5.20	1.24	0.26
microcítica, normocrómica, normosaturada, normocitémica	2	1.60	0.33-7.40	0.32	0.56
normocítica, hiperocrómica, hiposaturada, normocitémica	1	1.24	0.13-10.4	0.04	0.84
microcítica, hipocrómica, normosaturada, normocitémica	2	1.00	0.12-8.04	<3.84	1.00
microcítica, normocrómica, normosaturada, hipocitémica	1	1.00	0.12-8.04	<3.84	1.00
normocítica, normocrómica, hiposaturada, hipocitémica	1	1.00	0.12-0.04	<3.84	1.00
microcítica, hiperocrómica, hiposaturada, hipocitémica	1	0.80	0.09-6.0	<3.84	0.79
normocítica, hiperocrómica, normosaturada, hipocitémica	1	0.81	0.10-6.55	0.03	0.84
microcítica, normocrómica, hiposaturada, hipercitémica	1	-1.00	-1.00	9.88	<0.05
normocítica, hipocrómica, hiposaturada, normocitémica	1	-1.00	-1.00	9.88	<0.05
Total	25				

*n: número de pacientes; ^a OR: Odd Ratio; ^b IC 95%: ^c Intervalo de confianza al 95%; ^c X²: Chi-cuadrado ^d p: Valor P

Fuente: Datos experimentales

También se encontró una asociación estadísticamente significativa (X^2 : 8.5, $p < 0.05$) entre *Entamoeba histolytica* y anemia normocítica, normocrómica, hiposaturada, normocitémica, con un OR de 6.10 que indica un riesgo 6.10 veces más tener este tipo de anemia, mientras que en los otros tipos de anemias no se encontró asociación estadísticamente significativa (Tabla 10).

Tabla 10. Asociación entre presencia de *Entamoeba histolytica* y tipo de anemia en la población estudiada

Tipo de anemia	<i>Entamoeba histolytica</i>				
	*n	^a OR	^b IC 95%	^c X ²	^d p
normocítica, normocrómica, hiposaturada, normocitémica	5	6.10	1.56-23.4	8.54	<0.05
normocítica, hipocrómica, normosaturada, hipocitémica	1	4.51	0.30-73.3	1.34	0.25
microcítica, hipercrómica, hipersaturada, hipocitémica	1	4.51	0.30-73.3	1.34	0.25
microcítica, hipercrómica, hipersaturada, normocitémica	1	2.24	1.00-25.2	0.50	0.50
normocítica, hipercrómica, hipersaturada, hipocitémica	1	2.4	1.00-25.2	0.50	0.50
microcítica, hipercrómica, hiposaturada, normocitémica	4	2.10	0.61-7.00	1.40	0.23
normocítica, hipercrómica, normosaturada, hipocitémica	4	2.10	0.61-7.00	1.40	0.23
normocítica, normocrómica, normosaturada, hipocitémica	9	1.70	0.72-3.80	1.43	0.23
normocítica, normocrómica, hiposaturada, hipocitémica	2	1.50	0.30-7.66	0.24	0.62
normocítica, normocrómica, hiposaturada, normocitémica	1	1.49	0.20-14.62	0.11	0.73
microcítica, normocrómica, normosaturada, normocitémica	3	1.22	0.32-5.00	0.10	0.76
microcítica, hipocrómica, normosaturada, normocitémica	4	1.12	0.40-4.00	0.03	0.84
microcítica, normocrómica, hiposaturada, normocitémica	3	0.80	0.64-12.0	2.00	0.20
normocítica, hipercrómica, hiposaturada, hipocitémica	3	0.82	0.23-3.0	0.10	0.76
microcítica, hipercrómica, hiposaturada, hipocitémica	2	0.73	0.20-3.37	0.16	0.69
normocítica, hipercrómica, normosaturada, normocitémica	1	0.73	0.08-6.24	0.08	0.80
microcítica, normocrómica, normosaturada, hipocitémica	1	0.40	0.05-3.10	0.84	0.40
microcítica/hipocrómica/normosaturada/hipocitémica	1	0.30	0.03-2.36	1.44	0.22
No presencia de anemia	3				
Total	50				

*n: número de pacientes; ^a OR: Odd Ratio; ^b IC 95%: ^c Intervalo de confianza al 95%; ^c X²: Chi-cuadrado; ^d

p: Valor P

Fuente: Datos experimentales

Se encontró asociación estadísticamente significativa entre *Ascaris lumbricoides* y anemia normocítica, hipercrómica, hiposaturada, hipocitémica (X²:11.5, p<0.05, OR: 11.5), mientras que con los otros tipos de anemias no se encontró asociación estadísticamente

significativa, debido a que solo se presentó un caso en cada una de ellas y que la precisión es muy dudosa debido a que los intervalos de confianza muy amplios (Tabla 11).

Tabla 11. Asociación entre presencia de *Ascaris lumbricoides* y tipo de anemia

Tipo de anemia	<i>Ascaris lumbricoides</i>				
	*n	^a OR	^b IC 95%	^c X ²	^d p
microcítica, hiperocrómica, hipersaturada, normocitémica	1	19.7	1.17-334.1	8.30	<0.05
normocítica, hipocrómica, normosaturada, normocitémica	1	19.1	1.17-334.1	8.30	<0.05
microcítica, hiperocrómica, hiposaturada, normocitémica	1	19.7	1.17-334.1	8.30	<0.05
normocítica, normocrómica, hiposaturada, hipocitémica	1	9.85	0.84-115.7	5.00	<0.05
normocítica, hiperocrómica, hiposaturada, hipocitémica	4	7.00	1.94-25.0	11.5	<0.05
normocítica, hiperocrómica, normosaturada, normocitémica	1	3.23	0.40-28.8	1.22	0.30
normocítica, normocrómica, hiposaturada, hipocitémica	1	2.12	1.17-334.1	8.30	<0.05
microcítica, normocrómica, normosaturada, hipocitémica	1	1.91	0.23-16.1	0.40	0.54
microcítica, hiperocrómica, hiposaturada, hipocitémica	1	1.3	0.16-11.0	0.10	0.80
normocítica, normocrómica, normosaturada, hipocitémica	2	1.14	0.24-5.31	0.03	0.90
Total	14				

*n: número de pacientes; ^a OR: Odd Ratio; ^b IC 95%: Intervalo de confianza al 95%; ^c X²: Chi-cuadrado;

^d p: Valor P

Fuente: Datos experimentales

Se presentó una limitante debido al bajo número de niños y niñas en los que se encontró la presencia de *Chilomastix mesnili*, *Strongyloides stercoralis*, *Hymenolepis nana* y *Trichuris trichiura*, ya que no es posible determinar asociación estadísticamente significativa con el desarrollo de anemia.

IX. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Guatemala un país en desarrollo con alta prevalencia de parasitosis intestinal y anemia, siendo la población infantil la más vulnerable debido a su inmadurez inmunológica y como factor de riesgo, la falta de hábitos higiénicos, condiciones ambientales y sistemas de drenajes. En el municipio de Huehuetenango no existe un sistema de recolección, distribución, tratamiento y disposición final de las aguas residuales por lo que puede influir en la alta prevalencia de parásitos en la población estudiada. Por esta razón, se realizó el estudio con el objetivo de determinar la asociación entre la parasitosis intestinal y el desarrollo de anemia en la población infantil.

Es notoria la alta frecuencia de parásitos en la población estudiada ya que, según el Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social junto con el Departamento de Epidemiología, en el área de salud de Huehuetenango han encontrado las diez primeras causas de morbilidad infantil siendo la parasitosis intestinal y la anemia de tipo no especificado, la séptima y novena causa, respectivamente (Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, 2004).

De los 272 niños y niñas menores de 10 años que formaron parte de la muestra en estudio, el 37.1% presentaron parasitosis intestinal, de los cuales el género femenino presentó mayor frecuencia de parasitosis respecto al género masculino, 52.3% y 47.5%, respectivamente. Con estos datos no se encontró asociación estadísticamente significativa ($p < 0.05$) entre género y presencia de parasitosis, evidenciando que ambos géneros fueron afectados de igual manera (Tabla 1). Según Solano, et al, en el 2008 atribuye al hecho de que el tubo digestivo tiene la misma conformación en niños y niñas, por lo que los hábitos alimenticios y las oportunidades de infección por parásitos son similares en ambos géneros.

En estudios realizados por la OPS en el 2008 en la población infantil destaca el protozoo *Giardia lamblia* y el helminto *Ascaris lumbricoides* como los parásitos que presentan mayor incidencia en Guatemala. Los parásitos que se encontraron con mayor frecuencia en el presente estudio fueron: *Entamoeba histolytica* (47.6%) seguido de *Giardia*

lamblia (23.8%), *Chilomastix mesnili* (11.4%); y en menor frecuencia los nemátodos tales como *Ascaris lumbricoides* (13.3%), *Trichuris trichiura* (1.90%), *Hymenolepis nana* y *Strongyloides stercoralis* (0.90%) (Tabla 2). Lo anterior demuestra que en la población estudiada la frecuencia del parasitismo en el estudio de la OPS correlaciona con el protozoo *Giardia lamblia* y el helminto *Ascaris lumbricoides*; en otros estudios realizados en los diferentes departamentos del país se encontró mayor correlación en la frecuencia de los parásitos encontrados. En el 2003, Son y Gil realizaron un estudio donde determinaron la prevalencia de parasitismo intestinal en niños escolares de nivel primario de cuatro escuelas públicas en la ciudad de Quetzaltenango. Participaron 500 estudiantes de los cuales 146 presentaron parásitos, identificando con mayor frecuencia (no tomando en cuenta a los comensales) a *Entamoeba histolytica* seguido de *Giardia lamblia*. El estudio realizado por Joo (2013) en Acatenango, Chimaltenango, de los 10 parásitos más frecuentes encontrados en niños de 5 a 12 años, los tres con mayor porcentaje son *Giardia lamblia* 32%, *Ascaris lumbricoides* 21% y *Entamoeba histolytica* 15%. En el estudio realizado en el departamento de Sololá por Mujo (2014), se reportaron de manera descendente *Ascaris lumbricoides*, *Giardia lamblia* y *Trichuris trichiura*, datos similares a nuestro estudio en cuanto al protozoo y helminto más frecuente.

Es importante resaltar que algunos parásitos son hematófagos y pueden causar lesión en las mucosas produciendo anemia, razón por la cual se realiza el estudio para saber si los niños y niñas que poseen parásitos también presentan anemia. De los 101 niños y niñas con presencia de al menos un parásito, el 94.1% presentaron anemia (Tabla 3). Las anemias que se encontraron con mayor frecuencia fueron: anemia normocítica, normocrómica, normosaturada, hipocitémica con 32.7%; anemia microcítica, hipocrómica, normosaturada, normocitémica con 21.1%; normocítica, hiperocrómica, hiposaturada, hipocitémica 20.0%; anemia hiperocrómica, hiposaturada, normocitémica con 18.4% y normocrómica, normosaturada, normocitémica con 15.8% (Tablas 4 a 6).

El análisis estadístico obtenido en el estudio demostró que hay asociación estadísticamente significativa entre parasitosis intestinal y el desarrollo de anemia (IC95%:

1.97-11.8, $p < 0.05$) (Tabla 7) que existe un riesgo de 4.8 veces más de padecer algún tipo de anemia cuando el niño o niña tiene una infección parasitaria. Algunos estudios realizados a nivel internacional han demostrado que no hay asociación estadísticamente significativa entre parasitosis intestinal y anemia pero que sí existe un riesgo de padecer anemia frente a una parasitosis intestinal (Assandri, Skapino, Da rosa, Alemán y Acuña, 2018).

También se determinó la asociación entre el parásito intestinal y el tipo de anemia en la población de estudio. Para ello se obtuvieron varias asociaciones estadísticamente significativas, entre ellas *Giardia lamblia* y anemia normocítica, hiperocrómica, hiposaturada, hipocitémica con un OR:4.50 ($X^2:7.94$, IC95%: 1.45-13.9, $p < 0.05$) (Tabla 9); *Entamoeba histolytica* y anemia normocítica, normocrómica, hiposaturada, normocitémica con un OR:6.10 ($X^2:8.54$, IC95%:1.56-23.4, $p < 0.05$) (Tabla 10); *Ascaris lumbricoides* con anemia normocítica, hiperocrómica, hiposaturada, hipocitémica con un OR: 7.00 ($X^2:11.5$, IC 95%: 1.94-25.0, $p < 0.05$). Aunque algunos tipos de anemias presentes en la población de estudio se asociaron mediante la presencia de parasitosis intestinal con cierto riesgo de padecerla, no podemos inferir que sea una causa-efecto directo. Se ha demostrado que individuos que viven en lugares de mucha altitud son causas de anemia hiperocrómica ya que la hemoglobina aumenta debido a la elevada altitud del lugar y disminuye la concentración de oxígeno en el aire haciendo que los niveles de esta proteína se eleven (Wilmore y Costil, 2007).

El estudio realizado con el método estadístico descriptivo multivariado por Joo en el 2013 titulado “Cambios hematológicos secundarios a parasitismo intestinal en niños de 5 a 12 años de edad, en el municipio de Acatenango, Chimaltenango de enero – diciembre de 2012”, demuestra la relación entre los parásitos hematófagos que producen lesión en la mucosa y la presencia de anemia; de 29 niños con presencia de *Entamoeba histolytica*, 23 presentaron anemia. En este estudio, descriptivo de corte transversal, únicamente existe similitud en cuanto al cuadro de anemia en niños y niñas que presentaron *Entamoeba histolytica* con el estudio antes mencionado; sin embargo, el riesgo hallado indica que existe asociación entre parasitosis y anemia en la población de estudio y riesgo de padecer anemia

frente a una parasitosis intestinal la cual fue medida por medio de la prueba razón de productos cruzados u Odd Ratio (POR).

La asociación entre la presencia de los parásitos *Strongyloides stercoralis*, *Hymenolepis nana* y *Trichuris trichiura* y el tipo de anemia encontrado en la población en estudio no se pudo determinar debido a que la muy baja frecuencia de niños y niñas que presentaron dichos parásitos.

X. CONCLUSIONES

1. Los parásitos que se encontraron con mayor frecuencia fueron *Entamoeba histolytica* (47.6%), *Giardia lamblia* (23.8%), *Ascaris lumbricoides* (13.3%) y *Chilomastix mesnili* (11.4%).
2. Los tipos de anemia más frecuentes en la población en estudio fueron: anemia normocítica, normocrómica, normosaturada, hipocitémica (32.7%); microcítica, hipocrómica, normosaturada, normocitémica (21.1%), normocítica, hiperocrómica, hiposaturada, hipocitémica (20.0%); microcítica, hiperocrómica, hiposaturada, normocitémica (18.4%); microcítica, normocrómica, normosaturada, normocitémica (15.8%).
3. Se determinaron asociaciones estadísticamente significativas entre parasitosis causada por *Giardia lamblia* y anemia normocítica, hiperocrómica, hiposaturada, hipocitémica (OR: 4.5); *Entamoeba histolytica* y anemia normocítica, normocrómica, hiposaturada, normocitémica (OR: 6.1); *Ascaris lumbricoides* y anemia normocítica, hiperocrómica, hiposaturada, hipocitémica (OR: 7.0).
4. No se determinaron asociaciones estadísticamente significativas en parasitosis causada por *Trichuris trichiura* (2%), *Strongyloides stercoralis* (1%) y *Hymenolepis nana* (1%) y el tipo de anemia encontrado en la población del estudio debido a la baja frecuencia de niños y niñas que presentaron dichos parásitos.

XI. RECOMENDACIONES

1. Gestionar programas donde se brinde información sobre higiene personal, seguridad alimenticia y nutricional para los padres de familia de los participantes.
2. Realizar un estudio para determinar el tipo de anemia presente en la población infantil según la altitud (msnm) que se encuentra el Departamento de Huehuetenango.

XII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acurero, E., Ávila A., Rangel, L., Calchi, M., Grimaldos O. y Cotiz, M. (2013). Protozoarios intestinales en escolares adscritos a instituciones públicas y privadas del municipio Maracaibo estado Zulia. *Kasmera*, 41(1), 50-58.
- Alcaraz, M. J. (2002). *Giardia y Giardiosis*. Servicio de Microbiología. Hospital Universitario Doctor Peset Aleixandre. Recuperado de <https://www.seimc.org/contenido/ccs/revisionestematicas/parasitologia/Giardia.pdf>
- Alonso, P., Lazcano, E. y Hernández, M. (2005). *Cáncer cervicouterino: diagnóstico, prevención y control*. (2a ed.). México: Editorial Médica Panamericana.
- Amurrio, M. y Cuellar, J. (2013). *Relación del grado de anemia con parasitosis intestinal en niños de 5 – 14 años en la unidad educativa “Monte Verde” – Provincia Warnes*. (Tesis Bioquímica y Farmacia). Universidad Cristina de Bolivia. Facultad de Bioquímica y Farmacia.
- Assandri, E., Skapino, E., Da rosa, D., Alemán, A. y Acuña, A. (2018). Anemia, estado nutricional y parasitosis intestinal en niños pertenecientes a hogares vulnerables de Montevideo. *Revista Pediátrica Uruguaya*, 89 (2), 12-25.
- Atías, A. (2002) *Parasitología Clínica. Patología general de la Parasitosis y Parasitosis en el niño*. (2a ed.). Chile: Editorial Mediterráneo.
- Barón, M., Solano, L., Páez, M. y Pabón, M. (2007). Estado nutricional de hierro y parasitosis intestinal en niños de Valencia, Estado Carabobo, Venezuela. *Nutrición y Salud Pública*, 20(1), 5-11.

- Benavides, M. (2012). *Parasitosis en América Latina*. (Trabajo de investigación de Diplomado). Universidad de Guayaquil. Facultad Piloto de Odontología. Ecuador.
- Brown, S. (2001). *Inmunología y fisiopatología de las enfermedades inflamatorias Manual Moderno*. México: (s.n.)
- Caal, C. (2008). *Diagnóstico socioeconómico, potencialidades productivas y propuestas de inversión*. Guatemala: Editorial Universidad de San Carlos de Guatemala.
- Cardona, J., Rivera, P. y Llanes, O. (2014). Parasitosis intestinal y anemia en indígenas del resguardo Canamomo-Lomapieta, Colombia. *Avances en enfermería*, 32(2), 235-244.
- Cerón, M. (2000). *Estado nutricional de hierro en Guatemala: realidades y perspectivas*. (Tesis Médico y Cirujano). Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Ciencias Médicas. Guatemala.
- Cristales, E., Carballo, G., Sigui, M., Ávila, J. y Hernández, K. (2014). *Atención del parto y aborto por comadrona en adolescentes embarazadas menores de 14 años*. (Tesis Médico y Cirujano). Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Ciencias Médicas. Guatemala.
- Departamento de Epidemiología, Ministerio de Salud Pública y Asistencia social. (2004). Informe morbilidad y mortalidad infantil de Departamento de Huehuetenango.
- Devera, R., Amaya, I., Blanco, Y., Requena, I., Tedesco, R. y Rivas, N. (2012). Parasitosis intestinales en una comunidad suburbana de ciudad Bolívar, Estado Bolívar, Venezuela. *Revista de Enfermería y Otras Ciencias de la Salud*, 5(1), 55-63.

- Díaz, J. y Fernández, M. (1996). Giardiasis: Una breve revisión. Perspectivas diagnósticas en el laboratorio Clínico. *Revista Española de Pediatría*, 96(44), 87-91.
- Ezeamama, A., Friedman, J., Oliveda, R., Acosta, L. Kurtis, J., Mor, V., et al. (2005). Importancia funcional de las infecciones poliparasitarias por helmintos de baja intensidad en la anemia. *Revista Médica*, 192(12), 2160-70.
- Flores, M., Marcos, L., Terashima, A., Samalvides, F. y Gotuzzo, E. (2004). Distribución de la enteroparasitosis en el Altiplano Peruano: estudio en 6 comunidades rurales del departamento de Puno, Perú. *Revista de Gastroenterología del Perú*, 28(4), 316-318.
- Fundación Konrad Adenauer. (2009). *Diccionario municipal de Guatemala*. Guatemala: Fundación Konrad Adenauer.
- Gallego, J. (2007). *Manual de parasitología: morfología y biología de los parásitos de interés sanitario*. Barcelona: Publicacions i Edicions.
- Garaycochea, O., Acosta, G., Vigo, N., Heringman, K., Dyer, A. Jeri, S. y Siancas, G. (2012). Parasitismo intestinal, anemia y estado nutricional en niños de la comunidad de Yántalo, San Martín, Perú. *Ibero-Latinoamericana Parasitología*, 71(2), 143-151.
- González, R. (2004). Intervención educativa sobre parasitismo intestinal en madres de niños menores de dos años. Ocuibila, Huehuetenango. *Revista Cubana Médica Tropical*, 33(5), 403-406.
- González, R., González, S., León, O., Kindelán, F. y Campdesuñer, C. (2006) Incidencia del parasitismo intestinal en la aldea Capellanía, Municipio de Chiantla, Huehuetenango. *Revista Cubana Médica Tropical*, 58(3), 219-229.

- Google. (s.f.). [Mapa de Huehuetenango, Guatemala en Google maps.]. Recuperado:
<https://www.google.com.gt/maps/place/Hu%E1%BA%BF,+Th%E1%BB%ABa+Thi%C3%AAnHu%E1%BA%BF,+Vietnam/@16.4533788,107.5070727,12z/data=!3m1!4b1!4m5!3m4!1s0x3141a115e1a7935f:0xbf3b50af70b5c7b7!8m2!3d16.4637117!4d107.5908628>
- Gutiérrez, C., Trujillo, B., Martínez, A. y Millán, R. (2007). Frecuencia de helmintiasis intestinal y su asociación con deficiencia de hierro y desnutrición en niños de la región occidente de México. *Revista Médica Mexicana*, 147(4), 22-28
- Hernández, A. (2012). Anemias en la infancia y adolescencia. Clasificación y diagnóstico. *Pediatría Integral*, 16(5), 357-365.
- Hernández, L. (2010). *Asociación entre la frecuencia de giardiasis intestinal y nivel de hemoglobina en niños menores de 5 años*. (Tesis Doctorado en Salud Pública). Universidad Nacional de Trujillo. España.
- Instituto Nacional de Estadística. (1999). *Encuesta Nacional de Salud Materno Infantil 1998-1999*. Guatemala: Gobierno de Guatemala.
- Instituto Nacional de Estadística. (2012). *Caracterización departamental, Huehuetenango 2012*. Guatemala: Gobierno de Guatemala.
- Ingraham, J. (1998). *Introducción a la microbiología II*. Barcelona: Editorial Reverté.
- Joo, E. (2013). *Cambios hematológicos secundarios a parasitismo intestinal en niños de 5 a 12 años de edad en el municipio de Acatenango, Chimaltenango Enero-Diciembre 2012*. (Tesis de Licenciatura). Universidad Mariano Gálvez. Guatemala.

- Koneman, E. y Allen, S. (2008). *Diagnóstico Microbiológico y Atlas En Color*. (6a ed.). Argentina: Editorial Médica Panamericana.
- Longo, D. (2015). Iron-Deficiency Anemia. *The New England Journal of Medicine*, 372 (2), 1832-1843.doi: 1056/NEJMra1401038
- López, C. (2015). *Determinación de parásitos y coccidios en niños de 6-12 años de la Escuela Oficial Urbana Mixta de San Antonio Aguas Calientes, Sacatepéquez*. (Tesis Químico Biólogo). Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia.
- Mahan, K. y Escott, S. (2000). *Nutrición y Dietoterapia de Krause*. (10a ed.). México: McGraw-Hill.
- Marcos, L., Marco, V. y Iwashita, A. (2002). Prevalencia de parasitosis intestinal en niños del valle del Mantaro, Jaura, Perú.*Revista Médica Herediana: 13(3)*, 85-89.
- Mejía, G. y Ramelli, M. (2006). *Interpretación clínica del laboratorio*. México: Editorial Médica Panamericana.
- Menéndez, E. (2003). *Prevalencia de parásitos intestinales en niños de edad escolar de la escuela pública Alberto Mejía de la zona tres de la Ciudad Capital y comparación del análisis coproscópico simple con el análisis coproscópico seriado para su determinación*. (Tesis de Licenciatura). Universidad de San Carlos de Guatemala.
- Mora, M. (2005). Prevalencia del complejo *Entamoeba histolytica/Entamoeba dispar* en pacientes con síntomas gastrointestinales de diarrea procedentes de Cumaná, Estado Sucre Maracaibo.*Kasmera*,33(1), 50-53.

- Morocho, R. (2015). *Prevalencia de anemia en parasitosis intestinal y su relación con el grupo socioeconómico, en la Escuela Fiscal Mixta Dr. Luis Poveda Orellana. Parroquia El Progreso, Pasaje el Oro.* (Tesis Médico). Universidad Técnica de Machala. Unidad Académica de Ciencias Químicas y de Salud. Venezuela.
- Ministerio de Salud y Asistencia Social de Guatemala. (1995). *Encuesta Nacional de micronutrientes.* Guatemala.
- Ministerio de Salud y Asistencia Social de Guatemala. (2004). *Área de Salud de Huehuetenango.* Guatemala.
- Ministerio de Salud y Asistencia Social de Guatemala. (2009). *Manual para la Vigilancia Epidemiológica de la Desnutrición.* Guatemala.
- Mujo, P. (2014). *Prevalencia de parásitos intestinales en niños entre 2 y 5 años. Pasec/xejuyup, Nahualá, Sololá, Guatemala, septiembre 2014.* (Tesis Médico). Universidad Rafael Landívar. Facultad de Ciencias de la Salud.
- Núñez, F. (2004). *Estudio de factores asociados con la reinfección por Giardia lamblia en niños de círculos infantiles.* Cuba: Editorial Universitaria.
- Organización Panamericana de la Salud. (2008). *Adaptación del Manual; 5 claves de la OMS para la Inocuidad de los Alimentos en Escuelas Primarias de Guatemala.* Brasil. Obtenido de https://www.paho.org/panaftosa/images/Gallery/textos/copaia5%288%29_20esp.pdf?ua=1
- Organización Panamericana de la Salud. (2003). *Informe de la reunión regional: Fortificación de harinas con hierro, ácido fólico y vitamina B12.* Washington, D.C.

Obtenido de
<http://iris.paho.org/xmlui/bitstream/handle/123456789/34180/FCHNU492404-spa.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Osazuwa, F., Ayo Om. & Imade, P. (2011). A significant association between intestinal helminth infection and anaemia burden in children in rural communities of Edo state, Nigeria. *N Am J MedSci*, 3(1): 30-34.

Pagana, K. (2015). *Laboratorio Clínico. Indicaciones e Interpretación de Resultados*. México: Editorial El Manual Moderno S.A de C.V.

Programa de Seguridad Alimentaria del Istmo Centroamericano. (1990). *La Seguridad Alimentaria en el Istmo Centroamericano*. Panamá, CADESCA.

Rodríguez, V. (2011). *La lucha frente a las enfermedades de la pobreza: responsabilidad y necesidad*. (1a ed.). Bilbao: Fundación BBVA.

Romero, J. y López, M. (2010). *Parasitosis intestinales*. Protocolos diagnóstico-terapéuticos de Gastroenterología, Hepatología y Nutrición Pediátrica SEGHNPA-AEP.

Romero, R. (2007). *Microbiología y parasitología humana: Bases etiológicas de las enfermedades infecciosas y parasitarias*. (3a ed.). México: Editorial Médica Panamericana.

Socias, M, Fernández, A., Gil, J. y Krolewiecki, A. (2014). Geohelminthiasis en la Argentina. Una revisión sistemática. *Revista Médica*, 74(1), 76-80.

Solano, L., Acuña, I., Barón, M., Morón, A. y Sánchez, A. (2008). Influencia de las parasitosis intestinales y otros antecedentes infecciosos sobre el estado nutricional

antropométrico de niños en situación de pobreza. *Revista Parasitológica Latinoamericana*, 63(1), 12-19

Son, G. y Gil, M. (2009). Prevalencia de Parasitosis intestinal en escuelas públicas de Quetzaltenango, Ciudad de Quetzaltenango. *Revista Científica*, 21(2), 19-22.

Tay, Z. (2001). Amebiosis. *Revista de la Facultad de Medicina, Universidad Autónoma de México*, 33(5), 314-321.

UNICEF. Desnutrición. Recuperado en:
http://www.unicef.org/guatemala/spanish/panorama_18467.htm. Fecha de consulta:
18 de enero de 2016.

Velásquez, L. (2005). *Anemia en niños pre-escolares bien nutridos y desnutridos del Hospital General "San Juan de Dios"*. (Tesis Nutrición). Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia. Guatemala.

Wilmore, J. y Costil, D. (2007). *Fisiología del esfuerzo y del deporte*. (6ª ed.). Barcelona: Editorial Paidotribo.

Zamudio, M. y García A. (1998). *Manual: microbiología médica. 9º semestre*. Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de estudios superiores Zaragoza. México.



XIII. ANEXOS



Anexo 1 Consentimiento informado

Asociación de anemia y parasitosis intestinal en niños menores de 10 años que asistieron al servicio de pediatría del Hospital Regional de Huehuetenango “Dr. Jorge Vides Molina” y Centro Estudiantil Faro de Luz

El objetivo del estudio es: “Determinar la asociación entre la parasitosis intestinal y el desarrollo de anemia en la población infantil que ingresa al Hospital Regional de Huehuetenango “Dr. Jorge Vides Molina” y Centro Estudiantil Faro de Luz.

Procedimiento: Durante la investigación se solicitará contestar unas preguntas sobre el entorno y salud. También se extraerá una muestra de sangre (5mL) y se solicitará una muestra de heces; ambas tomadas una sola vez en todo el estudio.

Riesgos: No existe riesgo específico relacionado con la participación de su hijo/a en esta investigación que difiera de los riesgos mínimos asociados a la extracción de sangre.

Beneficios: Si usted está de acuerdo a que su hijo(a) participe en el estudio planteado, podrá conocer su estado de salud en cuanto a presencia de anemia y/o parásitos intestinales.

Confidencialidad: La información proporcionada en el cuestionario, así como el resultado del examen de sangre y heces será mantenida en CONFIDENCIALIDAD. El nombre de su hijo(a) no será utilizado en ningún reporte o publicación resultante de esta investigación.

Consideraciones financieras: La participación de su hijo(a) en la investigación no representa ningún gasto para usted o sus familiares. No se le dará compensación económica directa por participar en la investigación.

Cualquier duda o inquietud relacionada en este estudio o sobre la extracción de sangre, puede realizarla durante su participación a la persona encargada.

A continuación se le proporcionará unos números de contacto para las inquietudes relacionadas con la investigación y sus derechos como participante:

- Tel: 42173672
- Tel: 47619075
- Tel: 41938061

Resultados y Tratamiento: Los resultados obtenidos le serán proporcionados y según sea el resultado, se referirá al médico de dicha institución para darle seguimiento al caso e indicarle el tratamiento adecuado.

Consentimiento:

1. Reconozco que la participación de mi hijo(a) o la de la persona bajo mi responsabilidad es voluntaria. Tengo libertad de participar o salir de la investigación en cualquier momento.
2. Doy autorización a las personas encargadas de esta investigación, para usar la información recolectada en la ficha epidemiológica.

Nombre del padre o encargado (a)

Firma del padre o encargado (a)
(En letras o huella digital)

DPI del padre o encargado (a)

Nombre del investigador

Firma del Investigador

Anexo 2 Encuesta

No. _____

Fecha: _____

**Asociación de anemia y parasitosis intestinal en niños menores de 10 años que
asistieron al servicio de pediatría del Hospital Regional de Huehuetenango “Dr. Jorge
Vides Molina” y Centro Estudiantil Faro de Luz**

INSTRUCCIONES: escriba en forma clara los datos que se le solicitan.

DATOS GENERALES

Nombre: _____

Fecha de nacimiento: _____

Dirección: _____

Edad: _____ Género: M ____ F ____

Talla: _____ Peso: _____

No. registro: _____

CUESTIONARIO

1. El agua que utiliza para consumo diario proviene de:

- | | |
|---------------------|-----------------|
| a. Chorro | b. Pozo |
| c. Agua embotellada | d. Agua hervida |

2. Posee servicio sanitario en su vivienda

Sí _____ No _____

3. Su vivienda es de:

- | | |
|-----------|----------|
| a. Lámina | b. Adobe |
| c. Block | d. Teja |
| e. Madera | |

4. Cómo es la estructura de piso en su vivienda

- a. Tierra
- b. Piso
- c. Cemento

5. Se lava las manos

Sí _____ No _____

6. En qué momentos se lava las manos

- a. Antes de cada comida
- b. Después de ir al baño
- c. Cuando se levanta
- d: Todas

7. En dónde deposita la basura de su vivienda

- a. Camión de basura
- b. La quema
- c. La entierra
- d. La tira en el basurero municipal

8. Ha desparasitado a su hijo(a)?

SI ____ NO ____

Examen coproparasitológico

ANÁLISIS MACROSCÓPICO

Color:

Consistencia:

Sangre:

Restos alimenticios:

Moco:

pH:

ANÁLISIS MICROSCÓPICO

Almidones:

Grasas

Células vegetales:

Jabones:

Otros:

Examen hematológico

Glóbulos rojos:

Hemoglobina:

Hematocrito:

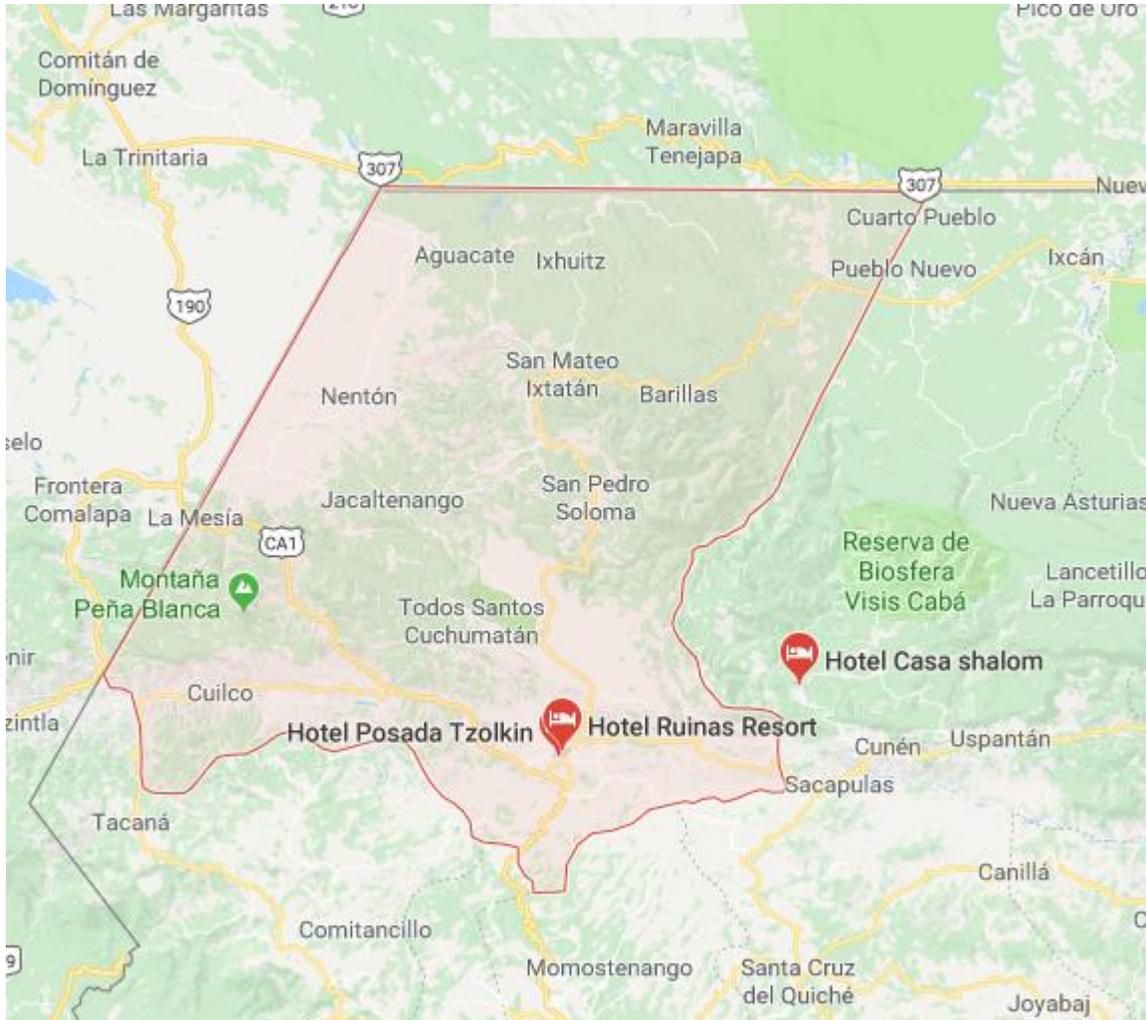
VCM:

HCM:

CHCM:

Tipo de anemia:

Anexo 3
Departamento de Huehuetenango, Guatemala

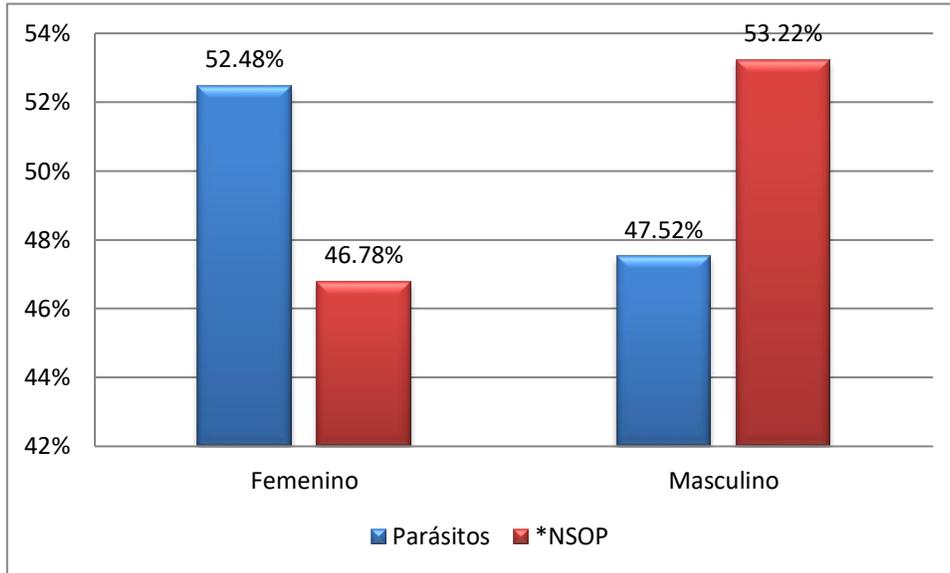


Fuente: GoogleMaps

Anexo 4

Gráficas obtenidas de los datos experimentales

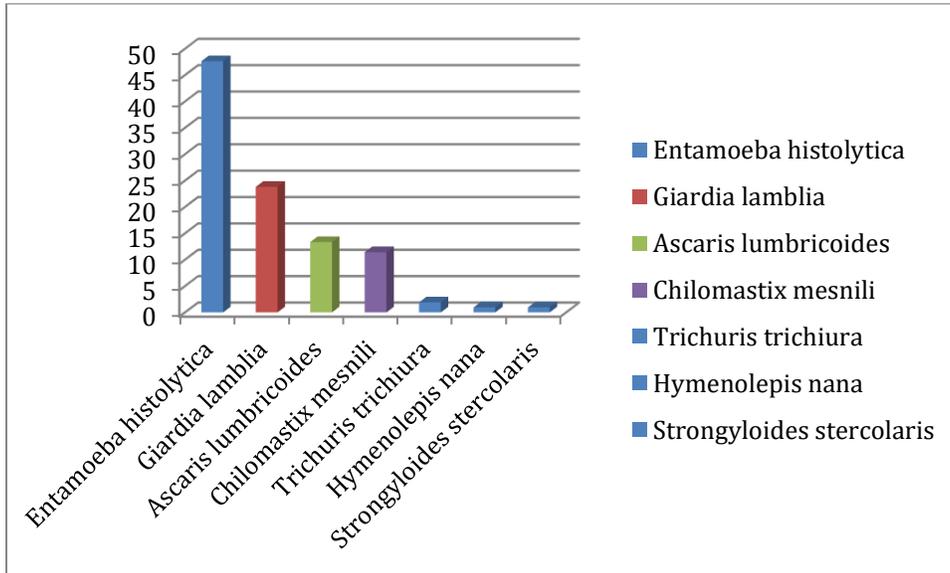
Gráfica 1. Clasificación de la población por género y presencia o ausencia de parásitos



*NSOP: no se observan parásitos

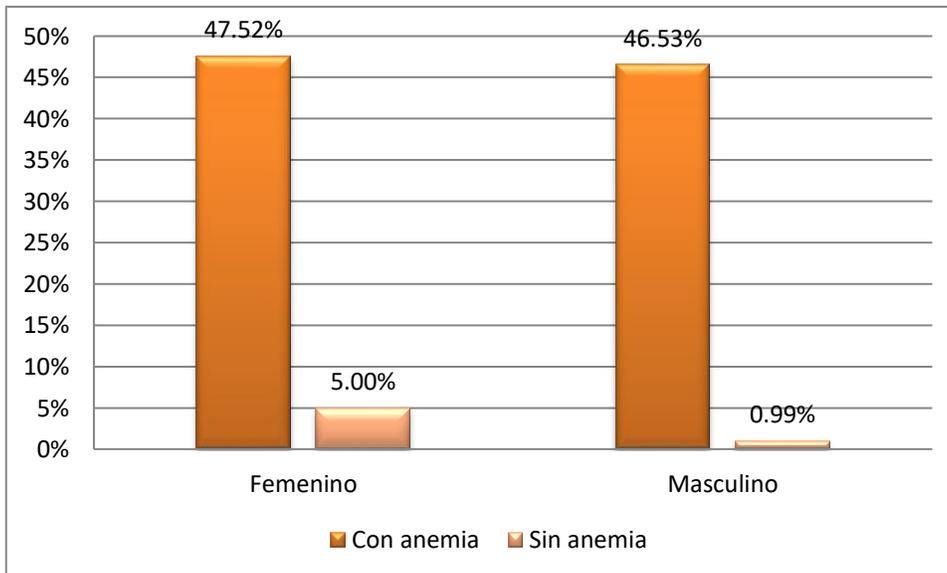
Fuente: Datos experimentales

Gráfica 2. Frecuencia de parásitos intestinales en la población estudiada



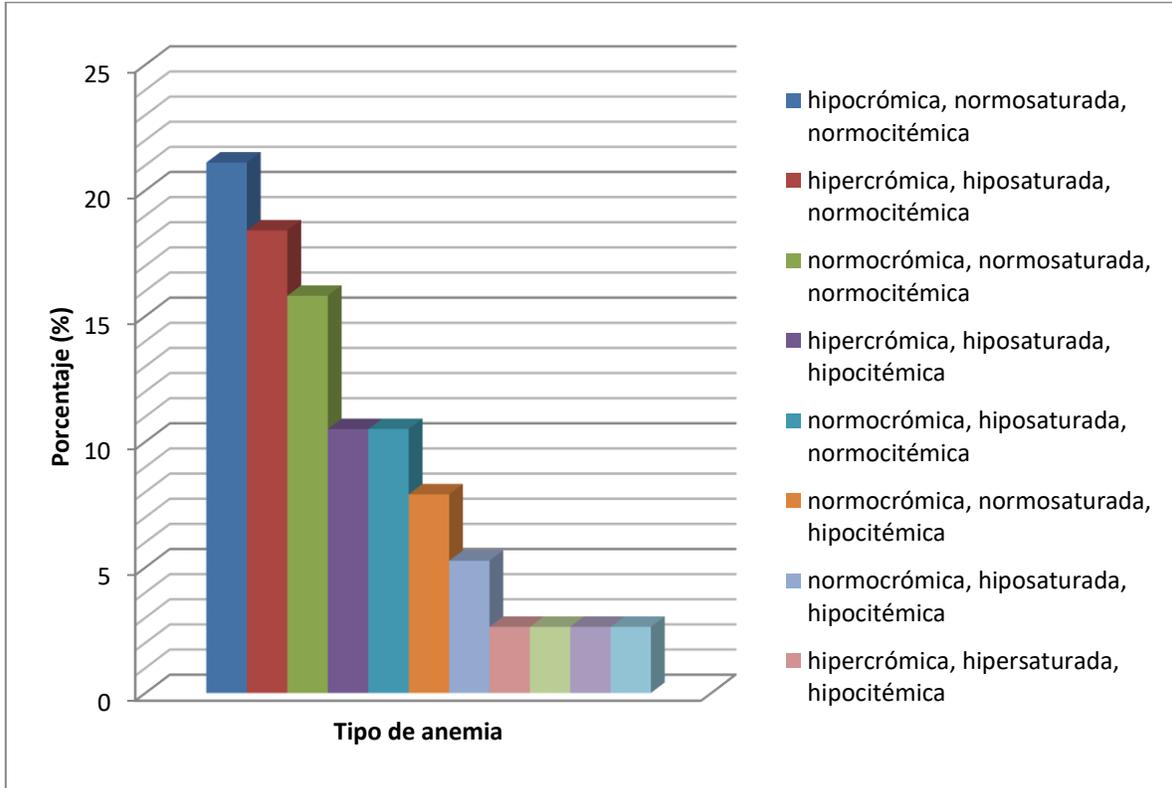
Fuente: Datos experimentales

Gráfica 3. Frecuencia de anemia por género en la población estudiada



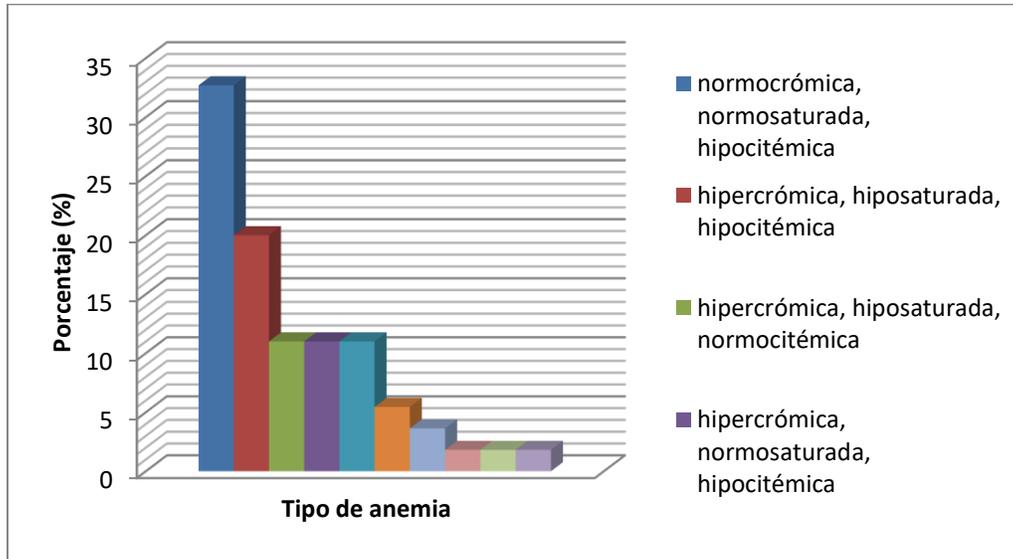
Fuente: Datos experimentales

Gráfica 4. Frecuencia de Anemia Microcítica en niños con parásitos intestinales que ingresaron al Hospital Regional de Huehuetenango “Dr. Jorge Vides Molina” y Centro Estudiantil Faro de Luz



Fuente: Datos experimentales

Gráfica 5. Frecuencia de anemia normocítica en niños con parásitos intestinales que ingresaron al Hospital Regional de Huehuetenango “Dr. Jorge Vides Molina” y Centro Estudiantil Faro de Luz.



Fuente: Datos experimentales

Anexo 5

Fotografías de los parásitos intestinales encontrados en el estudio



Imagen 1. Huevo de *Ascaris lumbricoides* observado en 10x por método de concentración

Fuente: Datos experimentales



Imagen 2. Huevo infértil de *Ascaris lumbricoides* observado en 10x por método de concentración

Fuente: Datos experimentales



Imagen 3. Quiste de *Entamoeba histolytica* observado en 40x por método de concentración

Fuente: Datos experimentales



Imagen 4. Quiste de *Chilomastix mesnili* observado en 40x por método de concentración

Fuente: Datos experimentales



Imagen 5. Quiste de *Giardia lamblia* observado en 40x por método de concentración

Fuente: Datos experimentales



Imagen 6. Larva de *Strongyloides stercoralis* observado en 40x por método de concentración.

Fuente: Datos experimentales

Anexo 6

Fotografías los frotos periféricos de las anemias encontrados en el estudio

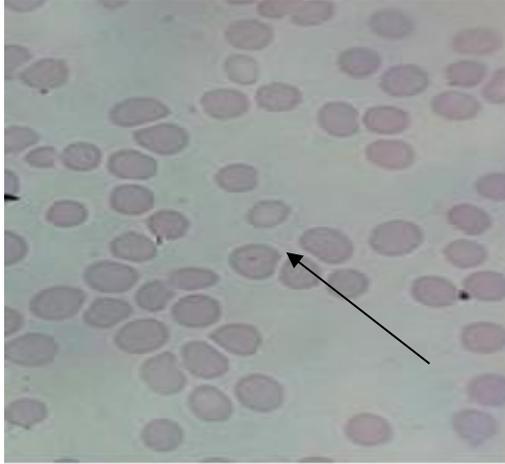


Imagen 7. Anemia Megaloblástica, hipercrómica observada en 100x teñido por kit Hemacolor®

Fuente: Datos experimentales

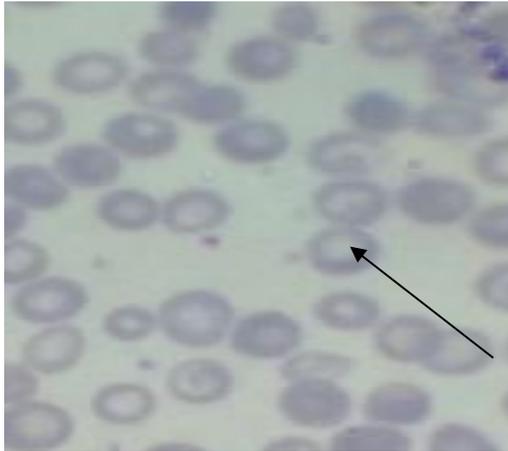


Imagen 8. Anemia Normocítica, hipocrómica, normosaturada, normocitémica observada en 100x teñido por kit Hemacolor®

Fuente: Datos experimentales

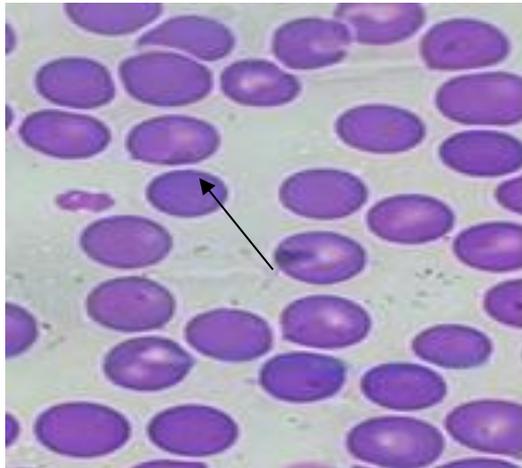


Imagen 9. Anemia Normocítica, hipercrómica, normosaturada, normocitémica observada en 100x teñido por kit Hemacolor®

Fuente: Datos experimentales



Imagen 10. Anemia microcítica, normocrómica, normosaturada, normocitémica observada en 100x teñido por kit Hemacolor®

Fuente: Datos experimentales

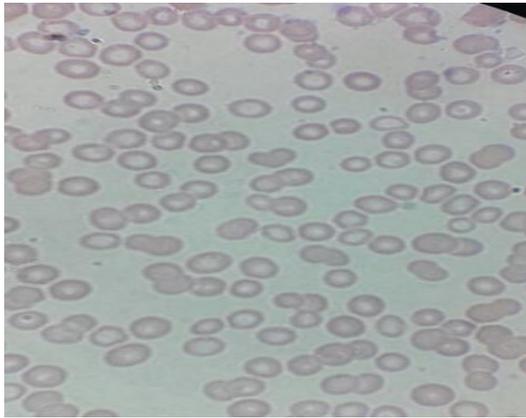


Imagen 11. Anemia Normocítica, hipocrómica, normosaturada, normocitémica observada en 100x teñido por kit Hemacolor®

Fuente: Datos experimentales

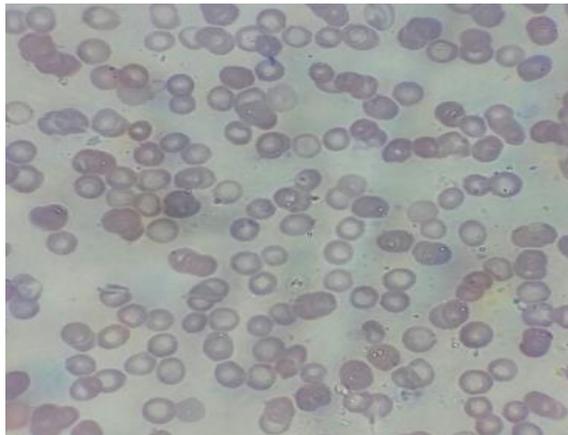


Imagen 12. Anemia Microcítica, hipocrómica, normosaturada, normocitémica observada en 100x teñido por kit Hemacolor®

Fuente: Datos experimentales

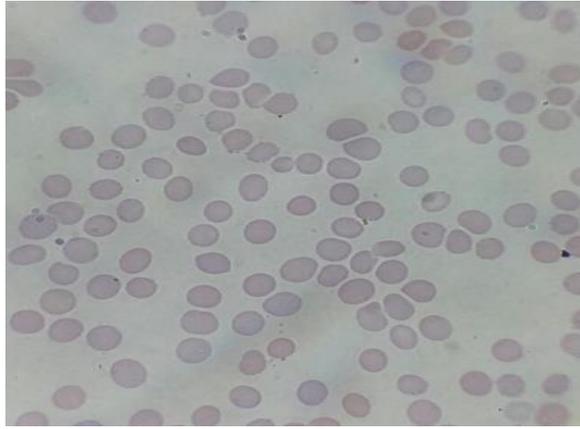


Imagen 13. Anemia Normocítica, normocrómica, normosaturada, hipocitémica observada en 100x teñido por kit Hemacolor®

Fuente: Datos experimentales