

**UNIVERSITAT
DE
VALÈNCIA**



**FACULTAT
DE
FARMÀCIA**

TESIS DOCTORAL
PROGRAMA DE DOCOTRADO “PARASITOLOGÍA HUMANA Y ANIMAL”
DEPARTAMENT DE FARMÀCIA I TECNOLOGIA FARMACÈUTICA I
PARASITOLOGIA DE LA FACULTAT DE FARMÀCIA DE LA UNIVERSITAT DE
VALÈNCIA

**PARASITISMO INTESTINAL EN POBLACIÓN
INFANTIL DE LAS REGIONES ATLÁNTICAS DE
NICARAGUA**

por

PALOMA PÉREZ ESCOBEDO

Directores

Dr. JOSÉ GUILLERMO ESTEBAN SANCHÍS
Catedrático de Parasitología
Departament de Farmàcia I Tecnologia Farmacèutica i Parasitologia.
Facultat de Farmàcia, Universitat de València

Dra. CARLA MUÑOZ ANTOLÍ-CANDELA
Profesora Titular de Parasitología
Departament de Farmàcia I Tecnologia Farmacèutica i
Parasitologia. Facultat de Farmàcia, Universitat de València

Valencia, 2018

DEPARTAMENT DE FARMÀCIA I TECNOLOGIA FARMACÈUTICA I PARASITOLOGIA

Los abajo firmantes Dr. JOSÉ GUILLERMO ESTEBAN SANCHÍS y Dra. CARLA MUÑOZ ANTOLÍ-CANDELA, Profesores Titulares del Área de Parasitología del Departament de Farmàcia i Tecnologia Farmacèutica i Parasitologia de la Facultat de Farmàcia de la Universitat de València, por la presente:

CERTIFICAN: que Doña PALOMA PÉREZ ESCOBEDO, ha realizado íntegramente la Tesis Doctoral titulada “PARASITISMO INTESTINAL EN POBLACIÓN INFANTIL DE LAS REGIONES ATLÁNTICAS DE NICARAGUA” en el Departament de Farmàcia i Tecnologia Farmacèutica i Parasitologia de la Facultat de Farmàcia de la Universitat de València con el fin de optar al grado de Doctor en Farmacia.

Y para que así conste a los efectos oportunos, firman la presente en Valencia a 6 de Junio dos mil dieciocho.

Fdo: Dr. J.G. Esteban

Fdo: Dra. C. Muñoz

**“Aquellos que tienen el privilegio de saber
tienen la obligación de actuar.”**

Albert Einstein

PÉREZ ESCOBEDO, PALOMA, 2018.- “PARASITISMO INTESTINAL EN POBLACIÓN INFANTIL DE LAS REGIONES ATLÁNTICAS DE NICARAGUA.” TESIS DOCTORAL (DIRS: DR. J. G. ESTEBAN Y DRA. C. MUÑOZ-ANTOLÍ), FACULTAT DE FARMÀCIA, UNIVERSITAT DE VALÈNCIA, 347pp.

La presente Tesis Doctoral tiene como objetivo establecer el espectro parasitario intestinal de la costa Atlántica de Nicaragua, concretamente de la Región Autónoma del Atlántico Norte (RAAN) y la Región Autónoma del Atlántico Sur (RAAS). Para ello, se ha estudiado un total de 1878 escolares (1009 niñas y 869 niños), con edades comprendidas entre <1 y 14 años de edad. Se ha detectado un espectro parasitario total de al menos 18 especies parásitas (10 protozoos y 8 helmintos), con una prevalencia de parasitación total de 93.7%, observándose mayor prevalencia de protozoos que de helmintos (85.3% vs 61%). Las especies más prevalentes detectadas fueron *Blastocystis* spp. (68.2%), seguido de *T. trichiura* (54.3%) y *G. intestinalis* (34.4%). El multiparasitismo ha destacado sobre el monoparasitismo (77.5% vs 15.9%) en toda la zona Atlántica, detectándose un caso de parasitación de hasta 10 especies parásitas diferentes a la vez. Aunque el estado anémico basal de los escolares no reflejó asociación directa con la parasitación por geohelmintos, se evidencia que la mayoría de escolares anémicos presentó parasitación por geohelmintos. Los resultados parasitológicos obtenidos fueron analizados en función del sexo, edad, zona poblacional, intensidad de parasitación (carga helmíntica) y en función de distintas variables socio-económicas e higiénico-sanitarias, detectándose correlación estadísticamente significativa en algunas de estas variables. Los resultados han sido comparados con la bibliografía existente hasta el momento sobre parasitismo intestinal en población infantil de Nicaragua y con la de países centroamericanos y de entornos insulares caribeños. El presente estudio permite reflejar la situación parasitológica que presenta la población infantil de las Regiones Autónomas nicaragüenses, concluyendo que se debe seguir empleando campañas de desparasitación por helmintos en población infantil de las zonas más marginadas de la zona Atlántica de Nicaragua.

PALABRAS CLAVE

Protozoos, helmintos, espectro parasitario, prevalencia, multiparasitismo, anemia, población infantil, Región Autónoma del Atlántico Norte (RAAN), Región Autónoma del Atlántico Sur (RAAS), Nicaragua.

PÉREZ ESCOBEDO, PALOMA, 2018.- “INTESTINAL PARASITIC INFECTIONS IN CHILDREN FROM THE ATLANTIC REGIONS OF NICARAGUA.” DOCTORAL THESIS (DIRS: DR. J. G. ESTEBAN AND DR. C. MUÑOZ-ANTOLÍ), FACULTAT DE FARMÀCIA, UNIVERSITAT DE VALÈNCIA, 347pp.

The aim of this Doctoral Thesis is to determine the intestinal parasitic spectrum from the Atlantic coast of Nicaragua, which includes the North Atlantic Autonomous Region (RAAN) and the South Atlantic Autonomous Region (RAAS). For this purpose, a total of 1878 schoolchildren (1009 girls and 869 boys), aged between <1 and 14 years old have been studied. The total parasitic spectrum consisted of at least 18 different species (10 protozoa and 8 helminths), detecting an overall prevalence of infection of 93.7%, with a higher prevalence of protozoa than helminths (85.3% vs 61%). The most prevalent species were *Blastocystis* spp. (68.2%), followed by *T. trichiura* (54.3%) and *G. intestinalis* (34.4%). Polyparasitism predominated over monoparasitism (77.5% vs 15.9%) in the entire Atlantic area, detecting a case of infection up to 10 different parasitic species at the same time. Although the baseline anaemic state of the schoolchildren did not reflect a direct association with soil-transmitted helminth infections, it is noteworthy that the majority of anaemic schoolchildren presented geohelminth infection. The parasitological results obtained were analysed according to sex, age, population area, parasitic intensity (helminthic load) and according to different socio-economic and hygienic-sanitary variables, detecting statistically significant differences in some of these variables. The results have been compared with the existing bibliography to date on intestinal parasites in child population from Nicaragua and other Central American countries as well as Caribbean environments. Our study reflects the current parasitological situation in children of the Autonomous Regions of Nicaragua, highlighting that deworming campaigns need to be implemented especially in the most marginalized areas of the Atlantic coast of Nicaragua.

KEY WORDS

Protozoa, helminths, parasitic spectrum, prevalence, polyparasitism, anaemia, schoolchildren, North Atlantic Autonomous Region (RAAN), South Atlantic Autonomous Region (RAAS), Nicaragua.

ÍNDICE

AGRADECIMIENTOS	19
INTRODUCCIÓN/INTRODUCTION	24
OBJETIVOS	49
CAPÍTULO PRIMERO: MATERIAL	55
1.- MATERIAL	57
1.1.- PROCEDENCIA DEL MATERIAL ANALIZADO: NICARAGUA	57
1.1.1.- ZONA DE ESTUDIO: REGIÓN AUTÓNOMA DEL ATLÁNTICO NORTE (RAAN)	63
1.1.1.1.- MUNICIPIO DE PUERTO CABEZAS	70
A) CARACTERIZACIÓN DE LA ZONA	70
B) POBLACIÓN ESTUDIADA	74
1.1.1.2.- MUNICIPIO DE SIUNA	74
A) CARACTERIZACIÓN DE LA ZONA	74
B) POBLACIÓN ESTUDIADA	78
1.1.1.3.- TOTAL DEL MATERIAL ANALIZADO EN RAAN	78
1.1.2.- ZONA DE ESTUDIO: REGIÓN AUTÓNOMA DEL ATLÁNTICO SUR (RAAS).....	79
1.1.2.1.- MUNICIPIO LAGUNA DE PERLAS.....	84
A) CARACTERIZACIÓN DE LA ZONA	84
B) POBLACIÓN ESTUDIADA	87
1.1.2.2.- MUNICIPIO DE BLUEFIELDS	88
A) CARACTERIZACIÓN DE LA ZONA	88
B) POBLACIÓN ESTUDIADA	92
1.1.2.3.- MUNICIPIO DE CORN ISLAND.....	93
A) CARACTERIZACIÓN DE LA ZONA	93
B) POBLACIÓN ESTUDIADA	96

1.1.2.4.- TOTAL DEL MATERIAL ANALIZADO EN RAAS	98
1.1.3.- EN EL TOTAL DEL ESTUDIO DE AMBAS REGIONES AUTÓNOMAS	99
CAPÍTULO SEGUNDO: MÉTODOS Y TÉCNICAS	101
2.- MÉTODOS Y TÉCNICAS	103
2.1.- CONSIDERACIONES GENERALES	103
2.1.1.- APROBACIÓN POR LOS ORGANISMOS COMPETENTES	103
2.1.2.- INFORMACIÓN DE LA NATURALEZA DEL ESTUDIO	104
2.1.3.- RECOLECCIÓN DE MUESTRAS Y OBTENCIÓN DE DATOS	105
2.1.4.- ALMACENAMIENTO Y TRANSPORTE DE LAS MUESTRAS	106
2.2.- CONSIDERACIONES PARTICULARES	107
2.2.1.- DE ÍNDOLE ETIOLÓGICO	108
2.2.2.- TRATAMIENTO DE LAS MUESTRAS DE HECES EN EL PAÍS DE ORIGEN	108
A) TÉCNICA DE KATO-KATZ	109
B) FIJACIÓN DE LAS MUESTRAS DE HECES	110
C) TRANSPORTE DE LAS MUESTRAS DE HECES	111
2.2.3.- TRATAMIENTO DE LAS MUESTRAS SANGUÍNEAS EN EL PAÍS DE ORIGEN	111
2.2.4.- PROCESAMIENTO DE LAS MUESTRAS DE HECES EN VALENCIA ..	113
A) VISIÓN DIRECTA	113
B) TÉCNICA DE FORMOL-ACETATO DE ETILO MODIFICADO	114
C) TÉCNICA DEL ZIEHL-NEELSEN MODIFICADO	115
2.2.5.- DE ÍNDOLE ESTADÍSTICO	116
2.2.5.1.- BASE DE DATOS Y TABULACION DE RESULTADOS	116
2.2.5.2.- METODOLOGÍA DEL ANÁLISIS ESTADÍSTICO	116
A) ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA	117
B) ESTADÍSTICA INFERENCIAL	118

CAPÍTULO TERCERO: RESULTADOS	124
3.- RESULTADOS	126
3.1.- EN RELACIÓN AL ESPECTRO PARASITARIO INTESTINAL Y LAS PREVALENCIAS DE PARASITACIÓN	127
3.1.1.- EN LA REGIÓN AUTÓNOMA DEL ATLÁNTICO NORTE (RAAN)	127
3.1.1.1.- EN RELACIÓN AL TOTAL DEL ESTUDIO	127
A) POR SEXO	128
B) POR GRUPOS DE EDAD	129
C) EN FUNCIÓN DE LA ZONA	131
3.1.1.2.- MUNICIPIO DE PUERTO CABEZAS	132
A) POR SEXO	134
B) POR GRUPOS DE EDAD	135
C) EN FUNCIÓN DE LA ZONA	136
3.1.1.3.- MUNICIPIO DE SIUNA	138
A) POR SEXO	140
B) POR GRUPOS DE EDAD	140
C) EN FUNCIÓN DE LA ZONA	142
3.1.2.- EN LA REGIÓN AUTÓNOMA DEL ATLÁNTICO SUR (RAAS)	144
3.1.2.1.- EN RELACIÓN AL TOTAL DEL ESTUDIO	144
A) POR SEXO	146
B) POR GRUPOS DE EDAD	147
C) EN FUNCIÓN DE LA ZONA	147
3.1.2.2.- MUNICIPIO DE LAGUNA DE PERLAS	149
A) POR SEXO	152
B) POR GRUPOS DE EDAD	152
C) EN FUNCIÓN DE LA ZONA	154
3.1.2.3.- MUNICIPIO DE BLUEFIELDS	155
A) POR SEXO	157
B) POR GRUPOS DE EDAD	158

C) EN FUNCIÓN DE LA ZONA.....	159
3.1.2.4.- MUNICIPIO DE CORN ISLAND.....	160
A) POR SEXO	163
B) POR GRUPOS DE EDAD.....	165
C) EN FUNCIÓN DE LA ZONA.....	166
3.1.3.- ESTUDIO COMPARATIVO ENTRE RAAN Y RAAS	168
3.1.3.1.- EN RELACIÓN AL TOTAL	168
A) POR SEXO	169
B) POR GRUPOS DE EDAD.....	171
C) EN FUNCIÓN DE LA ZONA.....	173
3.1.4.- EN EL TOTAL DE LAS REGIONES AUTÓNOMAS.....	173
A) POR SEXO.....	175
B) POR GRUPOS DE EDAD	177
C) EN FUNCIÓN DE LA ZONA	177
3.2.- EN RELACIÓN AL MULTIPARASITISMO.....	184
3.2.1.- EN LA REGIÓN AUTÓNOMA DEL ATLÁNTICO NORTE DE (RAAN) 184	
3.2.1.1.- EN RELACIÓN AL TOTAL DEL ESTUDIO	184
3.2.1.2. MUNICIPIO DE PUERTO CABEZAS	185
3.2.1.3.- MUNICIPIO DE SIUNA	187
3.2.2.- EN LA REGIÓN AUTÓNOMA DEL ATLÁNTICO SUR (RAAS).....	188
3.2.2.1.- EN RELACIÓN AL TOTAL DEL ESTUDIO	188
3.2.2.2.- MUNICIPIO DE LAGUNA DE PERLAS	189
3.2.2.3.- MUNICIPIO DE BLUEFIELDS	190
3.2.2.4.- MUNICIPIO DE CORN ISLAND.....	192
3.2.3.- EN EL TOTAL DEL ESTUDIO	193
3.2.4.- EN RELACIÓN A LAS ASOCIACIONES ENTRE ESPECIES PARÁSITAS 194	
3.3.- EN RELACIÓN A LAS INTENSIDADES DE PARASITACIÓN	199
3.3.1.- EN LA REGIÓN AUTÓNOMA DEL ATLÁNTICO NORTE (RAAN).....	199

3.3.1.1.- EN RELACIÓN AL TOTAL DEL ESTUDIO	199
A) POR SEXO	200
B) POR GRUPOS DE EDAD	201
C) EN FUNCIÓN DE LA ZONA	201
3.3.1.2.- MUNICIPIO DE PUERTO CABEZAS	202
A) POR SEXO	203
B) POR GRUPOS DE EDAD	204
C) EN FUNCIÓN DE LA ZONA	204
3.3.1.3.- MUNICIPIO DE SIUNA	205
A) POR SEXO	206
B) POR GRUPOS DE EDAD	206
C) EN FUNCIÓN DE LA ZONA	207
3.3.2.- EN LA REGIÓN AUTÓNOMA DEL ATLÁNTICO SUR (RAAS)	208
3.3.2.1.- EN RELACIÓN AL TOTAL DEL ESTUDIO	208
A) POR SEXO	209
B) POR GRUPOS DE EDAD	209
C) EN FUNCIÓN DE LA ZONA	210
3.3.2.2.- MUNICIPIO DE LAGUNA DE PERLAS	211
A) POR SEXO	212
B) POR GRUPOS DE EDAD	213
C) EN FUNCIÓN DE LA ZONA	213
3.3.2.3.- MUNICIPIO DE BLUEFIELDS	214
A) POR SEXO	215
B) POR GRUPOS DE EDAD	216
C) EN FUNCIÓN DE LA ZONA	216
3.3.2.4.- MUNICIPIO DE CORN ISLAND	217
A) POR SEXO	218
B) POR GRUPOS DE EDAD	218
C) EN FUNCIÓN DE LA ZONA	219
3.3.3.- EN EL TOTAL DEL ESTUDIO DE LAS DOS REGIONES AUTÓNOMAS ..	220

A) POR SEXO.....	221
B) POR GRUPOS DE EDAD	222
C) EN FUNCIÓN DE LA ZONA	222
D) EN FUNCIÓN DE CO-INFECCIONES	223
3.4.- FACTORES DE RIESGO DE PARASITACIÓN	226
3.4.1.- EN LA REGIÓN AUTÓNOMA DEL ATLÁNTICO (RAAN).....	227
3.4.2.- EN LA REGIÓN AUTÓNOMA DEL ATLÁNTICO SUR (RAAS).....	230
3.4.3.- EN EL TOTAL DE LAS DOS REGIONES AUTÓNOMAS	233
3.5.- ANEMIA Y PARASITACIÓN POR GEOHELMINTOS	236
3.5.1.- ANEMIA BASE.....	237
3.5.2.- ANEMIA Y GEOHELMINTOS	238
A) POR SEXO	239
B) POR GRUPOS DE EDAD	240
C) EN RELACIÓN A LA INTENSIDAD DE PARASITACIÓN	242
CAPÍTULO CUARTO: DISCUSIÓN	246
4.- DISCUSIÓN.....	248
4.1.- EN RELACIÓN AL ESPECTRO PARASITARIO Y PREVALENCIAS DE PARASITACIÓN	248
4.2.- EN RELACIÓN AL MULTIPARASITISMO	262
4.3.- EN RELACIÓN A LA INTENSIDAD DE PARASITACIÓN.....	266
4.4.- EN RELACIÓN A LAS CARACTERÍSTICAS EPIDEMIOLÓGICAS.....	269
A) SEXO	269
B) EDAD	271
C) ZONA POBLACIONAL	273
D) TIPO DE VIVIENDA	276
E) ELIMINACIÓN DE EXCRETAS	276
F) FUENTE DE AGUA DE CONSUMO	277
G) CAMINAR DESCALZO.....	279

4.5.- EN RELACIÓN A LA ANEMIA Y GEOHELMINTOS	280
CAPÍTULO QUINTO: CONCLUSIONES	285
5.- CONCLUSIONES/CONCLUSIONS.....	287
BIBLIOGRAFÍA	293
ANEXOS	332

AGRADECIMIENTOS

Una vez concluida la presente Tesis Doctoral, deseo expresar mi agradecimiento a todas aquellas persona que de forma directa o indirecta han intervenido en la realización de este trabajo.

En primer lugar, quiero agradecer al Catedrático de Parasitología Dr. JOSÉ GUILLERMO ESTEBAN SANCHÍS, del Departament de Farmàcia i Tecnologia Farmacèutica i Parasitologia de la Facultat de Farmàcia de la Universitat de València, por haberme acogido y aceptado en su equipo de investigación. Me gustaría destacar, que desde el primer momento, depositó su confianza en mí para llevar a cabo la realización de este gran y especial proyecto, que ha tenido lugar en Nicaragua. Su gran carisma y profesionalidad me cautivaron desde la primera clase del “Máster Internacional en Enfermedades Parasitarias Tropicales”, momento en el que tuve claro que quería continuar en el campo de los parásitos intestinales, sabiendo que iba a recibir la mejor formación profesional. Le agradezco con especial cariño, todo el apoyo, el tiempo, y paciencia dedicados.

A la Dra. CARLA MUÑOZ ANTOLÍ-CANDELA, Profesora Titular del Departament de Farmàcia i Tecnologia Farmacèutica i Parasitologia de la Facultat de Farmàcia de la Universitat de València, quien también ha formado parte de este especial proyecto y que me ha brindado su incondicional apoyo en la realización de la presente Tesis Doctoral. Su profesionalidad y sus conocimientos en el campo de la Parasitología también me encaminaron a seguir en esta línea de investigación, pero sobre todo, su gran energía y carisma han hecho de este trabajo una gran experiencia profesional. Gracias por la confianza, paciencia y tiempo dedicado, he sido muy afortunada de formar parte de este gran equipo.

A la Dra. ALEYDA PAVÓN RAMOS, Profesora Titular del Departamento de Bioanálisis Clínico del Instituto Politécnico de la Salud, de la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, IPS-UNAN-Managua, por haber compartido conmigo sus conocimientos y por brindarme desde el primer momento su confianza. La realización de este proyecto no habría sido posible sin su colaboración. Gracias por enseñarme, por el cariño y el tiempo dedicado. Además, espero que en un futuro no muy lejano, podamos volver a coincidir.

Me gustaría expresar mi gratitud a todos los demás Profesores de Parasitología del Departament de Farmàcia i Tecnologia Farmacèutica i Parasitologia de la Facultat de Farmàcia de la Universitat de València, especialmente al Dr. RAFAEL TOLEDO NAVARRO, Profesor Titular, por su colaboración en los principios del presente proyecto y por los buenos momentos compartidos en los congresos y cenas de equipo. También agradecer a los directores del “Máster Internacional en Enfermedades Parasitarias Tropicales” Catedrática Dra. ADELA VALERO ALEIXANDRE, Catedrático Dr. SANTIAGO MAS-COMA y Catedrática Dra. M^a DOLORES BARGUES por la amabilidad brindada.

También quiero agradecer a todas aquellas personas que durante mi estancia en Nicaragua, me ofrecieron su apoyo, su amistad, y sobre todo, por abrirme las puertas de sus casas. Aquí debo mencionar a la responsable del Departamento de Bioanálisis Clínico del IPS-UNAN-Managua, LORENA ORTEGA; a las técnico de laboratorio del Departamento de Bioanálisis Clínico, INÉS JIRÓN, CELSA OBANDO, ANA SOFÍA FLORES, NADIEZDA CISNEROS; y a los estudiantes del IPS-UNAN-Managua, MARITZA SEQUEIRA y EDUARDO SIRIAS.

El mayor de los agradecimientos se lo debo a mis padres, PALOMA ESCOBEDO y FERNANDO PÉREZ, por el apoyo incondicional, paciencia, y la comprensión brindada en la toma de todas mis decisiones profesionales. A mis hermanos, MATEO PÉREZ y MONICA BERMÚDEZ, por tanto cariño y amor. A mi segunda familia, mis amigos, por los buenos momentos y por haberme brindado todo el apoyo posible en esta etapa de mi vida, NACHO CUÑAT, TONI RUIZ, CARLA SUBH, ARANTXA PARDO, MARTA REGUERA, SARA BUEZO, BRUNO MARTÍNEZ, DANIELLE GUERRERO, PABLO LLUCH, JAVIER CARCELÉN, RICARDO ORÓN, JOSE MARÍA MORA, MIGUEL HERRERO, VICENTE JOSÉ TAMARIT, JUAN JOSÉ CANÓS, MARÍA SAÍZ, DANIEL APARICIO, por muchos más años juntos.

A mis compañeros de equipo, la Dra. M^a JOSÉ IRISARRI y el Dr. RAIMUNDO SEGUÍ; que suerte he tenido al cruzarme con vosotros en este mundo apasionante de los parásitos intestinales, ya que habéis sido un gran ejemplo a seguir, Gracias por tanto apoyo, por enseñarme y por vuestra amistad.

También agradecer a mis compañeros del Departamento y del Máster, por haber compartido conmigo en estos últimos 4 años grandes momentos, Dra. ALBA CORTÉS, Dra. ALICIA GALIANO, Dra. VIVIAN LIMA, Dra. SONIA ADAM, Dra. CARLA QUESADA, Dr. PATRICIO ARTIGAS, Dr. DAVID OSCA, JAVIER ROIG, M^a JESUS RODES, CARLA MARTÍN, RODRIGO MUÑOZ y ELENA BARRIO, ha sido un placer coincidir con vosotros.

Me gustaría, además, hacer un reconocimiento al resto del personal del Departamento: a ARACELI TERRONES, por su trabajo en el laboratorio; y a CLEMENTE BAÑULS, por su ayuda y buena disposición en todos los trámites que han sido necesarios para poder presentar la presente Tesis Doctoral.

En el ámbito laboral, durante los últimos tres años he recibido con mucho cariño el apoyo de jefes y compañeros a quienes me gustaría incluir en este apartado, y ellos son BORJA RIBERA, ANNA VACULIKOVA, ISABEL CARBONELL, OLGA CANUTO y ANDREA MONTORO.

Finalmente, destacar que este trabajo no habría sido posible sin el soporte económico proporcionado y la ayuda recibida por parte del Vicerrectorado de Relaciones Internacionales de la Universitat de València, que al amparo del convenio establecido con la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua (UNAN-Managua), habría de permitir el desplazamiento de los Directores de la Tesis, para establecer los contactos necesarios para llevar a cabo el estudio en cuestión. Asimismo, cabe añadir que parte de este estudio ha sido sufragado al amparo del Proyecto de Cooperación al Desarrollo concedido por la Universitat de València y que, además de permitir el desplazamiento de miembros del equipo a Nicaragua, incluyendo el mío propio, permitió el establecimiento de un Convenio de Colaboración entre la Fundación General de la Universitat de València y el Instituto Politécnico de la Salud de la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua (POLISAL-UNAN-Managua) para la ejecución de dos proyectos de salud (SN07.927 y SM07.AL26) de la población infantil de las Regiones Autónomas de Nicaragua.

INTRODUCCIÓN/INTRODUCTION

Las enfermedades parasitarias intestinales son un problema de salud pública a nivel mundial, sobre todo en países tropicales y subtropicales en vías de desarrollo (MUÑOZ-ANTOLÍ *et al.*, 2014). Aunque estas parasitosis afectan a individuos de todas las edades, sexo y clases sociales, son los niños en edad preescolar y escolar los más vulnerables de sufrir estas enteroparasitosis (WHO, 2000; CHABRA & SINGLA, 2009; MONIB *et al.*, 2016). La gravedad de estas infecciones parasitarias intestinales radica en que son capaces de producir déficit nutricional, desarreglos en la función cognitiva, retraso en el crecimiento, cuadros anémicos severos y, en casos más extremos incluso la muerte (OKPALA *et al.*, 2014; AHMED *et al.*, 2016). Además de presentar estas complicaciones, las infecciones parasitarias intestinales se encuentran asociadas a factores socio-económicos y ambientales (PAWAR *et al.*, 2016). Así, las poblaciones que conviven en condiciones de pobreza y marginación social presentan mayor riesgo de contraer estas infecciones y ofrecen mayor susceptibilidad de presentar múltiples infecciones parasitarias simultáneas (multiparasitismo) (RASHID *et al.*, 2011; GABBAD & ELAWARD 2014; ABDULLAH *et al.*, 2016; FARIA *et al.*, 2017). Presentan una calidad de vida deficiente al convivir en ambientes insalubres, carentes de saneamiento ambiental, sin tratamiento adecuado de eliminación de excretas, suministro insuficiente de agua potable, bajo nivel de educación, favoreciendo en estas comunidades ciclos continuos de infección y desnutrición (STECKETEE, 2003; OSPAN *et al.*, 2007; MEHRAV *et al.*, 2008; SPEICH *et al.*, 2016). A pesar de los avances en Medicina y en la industria farmacéutica, los factores sociales y ecológicos son las principales causas en la persistencia de estas enfermedades en estas comunidades. La implementación de programas de control de las enteroparasitosis resulta difícil debido a los elevados costes que supone mejorar la infraestructura, sobre todo en países en vías de desarrollo. Además, debido a la escasez de datos epidemiológicos, existe una limitación muy grande a la hora de aplicar programas de control y prevención de estas enfermedades, debido a una falta de integración de colaboraciones y cooperaciones nacionales e internacionales, por lo que no se ejecutan programas preventivos de control, eliminación o erradicación (SAVIOLI *et al.*, 1992; GARZÓN, 2003; WHO, 2009; OSMAN *et al.*, 2016).

Nicaragua se clasifica como un país de bajos ingresos y con déficit alimentario, y se considera el segundo país más pobre de América Latina. No obstante, informes recientes sobre pobreza y desigualdad de Nicaragua, basados en el consumo anual de

alimentos, bienes y servicios, ponen de manifiesto que la pobreza en los últimos 10 años ha disminuido. En concreto, la pobreza general a nivel nacional se ha reducido de un 42.5% a un 24.9% y la pobreza extrema de un 17% a un 6.9%. A pesar de estas reducciones, los niveles de pobreza y pobreza extrema todavía permanecen en las Regiones Autónomas del Atlántico Norte y Sur de Nicaragua (RAAN y RAAS). Ambas regiones están pobladas por comunidades indígenas que conservan sus tradiciones y costumbres y la mayoría convive en ambientes rurales, donde el acceso a los servicios básicos como la alimentación, salud, educación, agua potable y energía eléctrica son limitados. El gobierno nicaragüense no presenta una fuerte economía como para llevar a cabo estrategias de planificación ambiental y mejorar la infraestructura en estas comunidades, por lo que permanecen aisladas y al margen de un posible desarrollo. Aunque RAAN y RAAS se caracterizan por presentar grandes riquezas naturales, estos recursos no son aprovechados adecuadamente y, además, existe una gran dispersión poblacional lo cual perjudica al desarrollo socio-económico. Todas estas condiciones dificultan poner en práctica las medidas necesarias para prevenir las enteroparasitosis y poder interrumpir el ciclo de desnutrición-reinfección, sobre todo en población infantil.

En Nicaragua se ha realizado estudios epidemiológicos referente a parásitos intestinales en población infantil, con el objetivo de poner de manifiesto la situación actual parasitológica que presenta el país. Se dispone de una bibliografía diversa y existe una veintena de trabajos científicos realizados abarcando algunos Departamentos del país. En los trabajos realizados en el Departamento de Carazo se estudia la posible correlación entre las parasitosis intestinales y el desarrollo físico y mental de la población infantil (OBERHELMAN *et al.*, 1998). Además, se ha estudiado la relación entre la lactoferrina fecal con la presencia de helmintos intestinales mediante un test de aglutinación rápida (Leukotest) (OBERHELMAN *et al.*, 1999). En el Departamento de León se ha realizado 6 estudios en los que se abordan distintos temas: i) la respuesta inmunológica de las IgG de *Entamoeba histolytica* detectados por ELISA (TÉLLEZ *et al.*, 1992); ii) la prevalencia de parásitos intestinales en población total (TÉLLEZ *et al.*, 1997); iii) la presencia de anticuerpos secretores contra *Giardia intestinalis* en mujeres lactantes (TÉLLEZ *et al.*, 2003, 2005); iv) las diferentes técnicas diagnósticas que discriminan entre *E. histolytica* y *E. dispar* (LEIVA *et al.*, 2006); v) la prevalencia de diferentes genotipos de *Giardia* en humanos y animales (LEBBAD *et al.*, 2008); y vi) la detección de parásitos intestinales en expendedores de alimentos en los recintos de la

UNAN-León (CORTÉS *et al.*, 2008). Del Departamento de Managua, se publicó un trabajo sobre diferentes técnicas de diagnóstico de la amebiasis intestinal en población general de Managua (LÓPEZ-CRUZ *et al.*, 1991). Además, en el año 2002, el Director del Departamento de Bioanálisis Clínico de la UNAN-Managua efectuó un estudio sobre el comportamiento de los enteroparásitos en niños menores de 12 años provenientes de barrios pobres de Managua y Masaya (ROCHA, 2003). Del mismo Departamento, se ha publicado una Tesis Doctoral, en el que se efectúa un estudio sobre el parasitismo intestinal en población infantil (GOZALBO, 2012). En otra Tesis Doctoral se estudia el parasitismo intestinal en población infantil de los Departamentos del Pacífico nicaragüense (PAVÓN, 2014). Además, se ha publicado un reciente estudio sobre las enteroparasitosis en preescolares de la región del Pacífico (MUÑOZ-ANTOLÍ, *et al.*, 2018). También se ha realizado un trabajo enfocado a como la comunidad indígena de Tilgüe (Isla de Ometepe) utiliza la vegetación autóctona para el tratamiento de las parasitosis intestinales (LÓPEZ-SÁEZ & PÉREZ-SOTO, 2010). Del Departamento de Río San Juan, se ha publicado un artículo referido a la identificación de *Cryptosporidium* mediante técnicas de análisis molecular en población infantil nicaragüense (MUÑOZ-ANTOLÍ *et al.*, 2011), así como un estudio sobre las prevalencias y factores de riesgo de la parasitación intestinal en población infantil nicaragüense (MUÑOZ-ANTOLÍ *et al.*, 2014). En la parte opuesta del país, en la costa Atlántica, solo cabe citar la existencia de un trabajo realizado sobre el parasitismo intestinal en población infantil procedente del archipiélago de Corn Island (CAVOUTI & LANCASTER, 1992). Además, se ha realizado un reciente trabajo sobre la prevalencia de las helmintiasis transmitidas por el suelo en población infantil en el municipio de Laguna de Perlas (MUÑOZ-ANTOLÍ *et al.*, 2018). Finalmente, y abarcando distintos Departamentos de Nicaragua, cabe citar un estudio sobre angiostrongiliasis en Nicaragua (DUARTE *et al.*, 1991), así como un trabajo sobre la prevalencia de geohelminthos en población infantil de 10 escuelas de educación primaria procedentes de los Departamentos de Chinandega, Estelí, Granada y Chontales (ROSEWELL *et al.*, 2010).

Según las estimaciones de la Organización Mundial de la Salud (OMS), en el mundo hay aproximadamente 3.5 billones de individuos afectados por parásitos intestinales y 450 millones sufren de morbilidad, siendo la población infantil la más afectada. Así, se estima que hay entre 800-1000 millones de casos de ascariasis, entre

700-900 millones de ancylostomiasis, 500 millones de casos de trichuriasis, 200 millones de giardiasis y 500 millones sufren de amebiosis. Además, cabe destacar que en los listados actuales de enfermedades tropicales desatendidas, se encuentra numerosas infecciones parasitarias intestinales causadas por protozoos, nematodos, trematodos y cestodos (WHO, 1991, 2013; HOTEZ *et al.*, 2009; HOTEZ, 2016).

Dentro de las infecciones causadas por protozoos, *Entamoeba histolytica* y *Giardia intestinalis* son las especies más comunes responsables de producir cuadros diarreicos tanto en adultos como en niños (AYEH-KUMI *et al.*, 2009; NKRUMAH & NGUAH, 2011; MONIB *et al.*, 2016). Las enfermedades diarreicas son consideradas como la segunda causa más común de morbilidad y mortalidad en niños menores de 5 años en países en vías de desarrollo (UNICEF/WHO, 2009; BLACK *et al.*, 2010; MOHAMMED *et al.*, 2016). La amebiosis está causada por *E. histolytica*, única especie del complejo *E. histolytica/dispar/moshkovskii* capaz de producir invasión intestinal en el ser humano y la responsable de aproximadamente 110.000 muertes al año (STANLEY, 2003; SPEICH *et al.*, 2013; CALEGAR *et al.*, 2016). Los individuos afectados por el complejo *Entamoeba* presentan manifestaciones clínicas diversas, desde asintomáticos, hasta presentar cuadros diarreicos, disentería, dolor abdominal causado por invasión intestinal, e incluso llegar a presentar complicaciones extra-intestinales. Diversos estudios epidemiológicos ponen de manifiesto que la mayoría de infecciones están causadas por la especie no patogénica indiferenciable morfológicamente de *E. histolytica*, conocida como *Entamoeba dispar*, mientras que tan solo el 10-12% están infectados con *E. histolytica* (WHO, 1997, FOTEDAR *et al.*, 2007a, b; LEIVA *et al.*, 2006; MI-ICHI *et al.*, 2016). La distribución geográfica de *E. histolytica* y *E. dispar* se mantiene incierta debido a que pocos estudios utilizan el protocolo adecuado para diferenciarlas. En consecuencia, resulta evidente la importancia en diferenciar estas especies debido a que la mayoría de los individuos son asintomáticos (portadores sanos), por lo que pueden diseminar el parásito y favorecer su expansión. Sin embargo, dentro del complejo *E. histolytica/dispar/moshkovskii* resulta imposible diferenciar las especies debido a que presentan una morfología idéntica. Solo mediante pruebas bioquímicas, inmunológicas y moleculares se ha permitido establecer la diferenciación específica entre ellas (DIAMOND & CLARK, 1993; NÚÑEZ *et al.*, 2001; LEIVA *et al.*, 2006; FOTEDAR *et al.*, 2008; RIVERO-RODRÍGUEZ *et al.*, 2009; CHACÍN-BONILLA, 2010, 2013).

La giardiosis, causada por *G. intestinales* (*G. lamblia* o *G. duodenalis*), es una de las infecciones más predominantes a nivel global, con rangos de prevalencia de 2-7% en países desarrollados y de 20-30% en la mayoría de países en vías de desarrollo. En África y en Latino América, se estima que hay aproximadamente 500.000 casos nuevos de giardiosis al año (CASERO *et al.*, 2015; RODRÍGUEZ-MORALES *et al.*, 2016; SÁNCHEZ *et al.*, 2017). Este protozoo flagelado es reconocido como uno de los primeros patógenos que infectan a lactantes e infantes, causando diarrea aguda, vómitos y fiebre. En infecciones crónicas conlleva a una malnutrición, retraso en el crecimiento, en el desarrollo y en el aprendizaje (DE LUCIO *et al.*, 2016; PAWAR *et al.*, 2016). La infección se produce mediante el contacto directo/indirecto con sus quistes y las vías de transmisión son diversas (antroponosis, zoonosis, consumo de alimentos y agua contaminados) (BALDURSON & KARANIS, 2011; MOORE *et al.*, 2016). Puesto que este protozoo presenta diversidad genética y especificidades variadas por sus hospedadores mamíferos, resulta conveniente emplear métodos moleculares para el correcto diagnóstico, y así emplear el tratamiento adecuado. Además, la identificación de los diferentes genotipos permite conocer posibles patrones de transmisión tanto en humanos como en animales (THOMPSON & MONIS, 2004; RAMÍREZ *et al.*, 2015). Dado el impacto que presenta esta enfermedad en salud pública y en las condiciones socio-económicas, junto con otras enteroparasitosis, forman parte de la iniciativa de enfermedades olvidadas de la OMS (SAVIOLI *et al.*, 2006; WHO, 2013).

Dentro de los protozoos, se encuentra la especie *Blastocystis* spp., que también parasita el intestino del ser humano y de una gran variedad de animales. Se ha reportado rangos de prevalencia de 1.6-16% en países desarrollados y de 27-60% en países en vías de desarrollo (STENSVOLD, 2013; OLIVEIRA-ARBEX *et al.*, 2018). Cabe resaltar que es la especie intestinal más prevalente y ocupa el primer lugar en frecuencia dentro de las parasitosis intestinales (ESTEBAN *et al.*, 2002; DEVERA *et al.*, 2006, TAN, 2008). Su elevada prevalencia se asocia a factores socio-económicos y ambientales, ya que es una influencia directa de malos hábitos sanitarios, consumo de agua y comida contaminada, siendo la vía oro-fecal la principal forma de transmisión de este parásito (RODRÍGUEZ *et al.*, 2007; TAN *et al.*, 2010; WAWRZNIAK *et al.*, 2013). Aunque su papel patógeno se sigue discutiendo, su presencia se asocia a cuadros diarreicos, flatulencia y síndrome de colon irritable (CASERO *et al.*, 2015; SÁNCHEZ *et al.*,

2017). Además, se ha estudiado la relación existente entre el crecimiento en niños y la presencia del parásito, y los resultados confirman que existe asociación significativa entre peso y baja talla en niños con blastocystosis (ERTUG *et al.*, 2007).

Cabe mencionar la especie *Balantidium coli*, único protozoo ciliado que parasita el intestino del ser humano y de numerosas especies de animales, siendo el cerdo uno de los principales hospedadores (ESTEBAN *et al.*, 1998). Aunque la mayoría de casos detectados son asintomáticos, en determinadas circunstancias este parásito puede invadir la mucosa intestinal causando disentería balantidiana (balantidiosis). La contaminación fecal de agua y alimentos es la principal vía de transmisión aunque el contacto directo con cerdos también se considera como un factor de riesgo de parasitación (PLUTZER & KARANIS, 2016).

En los últimos años, *Cryptosporidium* ha adquirido relevancia dentro de las infecciones parasitarias intestinales, ya que es una importante causa de casos diarreicos en niños en edad escolar y en pacientes inmunocomprometidos. El protozoo coccidio también afecta a individuos inmunocompetentes, aunque dado su carácter oportunista, es responsable de 5-10 millones de muertes anuales (NEMES, 2009; SHIRLEY *et al.*, 2012, MOORE *et al.*, 2016). En países desarrollados la prevalencia varía entre un 1.6-16%, mientras que en países en vías de desarrollo la prevalencia puede ser hasta cuatro veces mayor, siendo en estos países una gran causa de morbimortalidad (GHENGHESH *et al.*, 2016).

Finalmente, del grupo Protozoos, existen especies comensales que se pueden encontrar en el intestino humano, tales como *Entamoeba coli*, *Entamoeba hartmanni*, *Iodamoeba bütschlii*, *Endolimax nana*, *Chilomastix mesnili* y *Retortamonas intestinalis*. La presencia de estas especies en el ser humano, puede ser utilizado como marcador biológico y de calidad de vida, ya que el principal mecanismo de transmisión es a través del contacto directo con material fecal (ano-mano-boca) y de forma indirecta, mediante la ingesta de alimentos y agua contaminada con material fecal. Por lo tanto, existe una relación entre la parasitación con la falta de saneamiento ambiental y condiciones de pobreza en la población afectada.

Las helmintiasis transmitidas por el suelo (HTS), causan infección humana a través del contacto con los huevos de nematodos o estadíos larvarios, que se desarrollan en tierras húmedas de los suelos de países tropicales y subtropicales (VANDEMARK *et al.*, 2010; JIA *et al.*, 2012). En su fase adulta, estos vermes pueden vivir durante años en el tracto gastrointestinal de los seres humanos. Las especies que causan las infecciones de importancia global son *Ascaris lumbricoides*, *Trichuris trichiura* y *Necator americanus/Ancylostoma duodenale*. Estas infecciones son endémicas en los países de Latino América, China, Este Asiático y la región de África sub-Sahariana (MUÑOZ-ANTOLÍ *et al.*, 2017; NGONJO *et al.*, 2016) Actualmente, un tercio de la población mundial se encuentra infectada por una de estas especies de nematodos, y por ello, son reconocidas como un importante problema de salud (HOTEZ *et al.*, 2006, 2007; WHO, 2012; ECHAZÚ *et al.*, 2017). Su gravedad radica en la cronicidad y en la probabilidad de coparasitación simultánea (BETHONY *et al.*, 2006). Dentro de las enfermedades tropicales, las HTS son responsables de un 40% de morbilidad global (CLARKE *et al.*, 2016; GABRIE *et al.*, 2106). Los niños en edad escolar presentan un mayor riesgo de contraer estas infecciones, debido a la falta de higiene personal, mayor actividad fuera de casa y, por tanto, mayor interacción con el medio ambiente, y menos control parental de comportamientos y hábitos higiénicos. En Latino América y en la región caribeña, 49 millones de niños en edad preescolar y en edad escolar se encuentran en riesgo de contraer una infección por una HTS (PULLAN *et al.*, 2014; CAMPBELL *et al.*, 2016).

Estas infecciones se asocian a un mayor riesgo de desnutrición infantil como causa de síndromes de malabsorción de nutrientes y micronutrientes, resultando en un retraso en el crecimiento y desarrollo cognitivo (SAVIOLI *et al.*, 2002; AHMED *et al.*, 2012; ÁSBJÖRNDÓTTIR *et al.*, 2018). Se ha visto que *A. lumbricoides* causa daños permanentes en el crecimiento y, a su vez, presenta complicaciones agudas como obstrucción intestinal, obstrucción biliar, apendicitis y peritonitis (DE SILVA *et al.*, 1997, 2003; ÁLVAREZ *et al.*, 2011). Las infecciones causadas por *T. trichiura* producen alteraciones cognitivas (NOKES *et al.*, 1992) y están asociadas a la producción de cuadros diarreicos y prolapso rectal (CALLENDER *et al.*, 1994). La clínica más significativa de los Ancilostómidos es la pérdida crónica de sangre intestinal que puede resultar en una deficiencia de hierro y por tanto en una anemia ferropénica y, a su vez, puede provocar una hipoalbuminemia (HOTEZ *et al.*, 2004, 2008). Por otro lado, se reconoce que las mujeres embarazadas son población de riesgo de morbilidad y

mortalidad (CHRISTIAN *et al.*, 2004; VERCRUYSSSE *et al.*, 2011) ya que existe una relación entre la exposición a *N. americanus*/*A. duodenale* con el desarrollo de anemia. Además, se ha visto que durante el embarazo, esta infección produce prematuridad neonatal, así como bajo peso al nacer (BROOKER *et al.*, 2004; CLARKE *et al.*, 2016).

Las infecciones causadas por *Strongyloides stercoralis* también entran en la categoría de HTS importante. Se estima que afecta a aproximadamente 100 millones de personas (HERNÁNDEZ-CHAVARRÍA, 2001; GORDON *et al.*, 2017). Sin embargo, este valor podría estar subestimado debido a que su método de diagnóstico es poco sensible (FIGUERA *et al.*, 2002). Además, cabe mencionar, que este parásito presenta un potencial elevado de provocar infección diseminada terminal (KAMINSKY *et al.*, 2016).

A pesar de suponer una carga importante en la salud pública, las HTS aun permanecen en la categoría de Enfermedades Tropicales Desatendidas (ETD). Este hecho es debido a tres características fundamentales: estas enfermedades afectan mayoritariamente a la población más empobrecida del mundo que sobrevive con una renta mínima de US\$ 2.00 al día; estas infecciones producen enfermedad de tipo crónico; y por último, lo complicado de cuantificar el efecto de estas infecciones sobre el desarrollo económico y educacional (MONTRESOR, 2002; BETHONY *et al.*, 2006; VANDEMARK *et al.*, 2010). Sin embargo, en los últimos 5 años, se ha empezado a reconocer su importancia debido a las revisiones epidemiológicas realizadas y se ha visto que su carga global puede llegar a ser tan elevada como la producida por malaria o tuberculosis (CHAN, 1997; HOTEZ, 2016). Algunos estudios, incluso han resaltado el profundo efecto que estas infecciones producen en el rendimiento académico en niños en edad escolar, así como en la futura capacidad para producir económicamente, afectando negativamente al desarrollo de estas comunidades endémicas (BLEAKLY, 2003; HOTEZ *et al.*, 2008, 2009; PABALAN *et al.*, 2018). Algunos autores (FINCHAM *et al.*, 2003; LE HESRAN *et al.*, 2004; SUMBELE *et al.*, 2017) sugieren que la presencia de estos parásitos puede incrementar la susceptibilidad de contraer otras infecciones importantes como pueden ser la malaria o la tuberculosis e incluso el VIH. Así, la OMS ha aprobado una resolución en la que se instaba a los miembros de países en vías de desarrollo a controlar la morbilidad producida por las HTS a través del uso a gran escala de fármacos antihelmínticos en niños de edad escolar (WHO, 2012). A

pesar de suponer una gran iniciativa sanitaria de control mundial, el uso frecuente de fármacos antihelmínticos puede producir a largo plazo, resistencia al tratamiento e incluso puede disminuir la efectividad del mismo (ALBONICO *et al.*, 2004; VERCRUYSSSE *et al.*, 2011; PULLAN *et al.*, 2014). El objetivo actual de los programas de control de HTS se enfoca en disminuir la intensidad de infección y el potencial de transmisión, con la finalidad de reducir morbilidad y evitar la muerte asociada a estas enfermedades (ALBONICO *et al.*, 2008; BROOKER *et al.*, 2015).

Dentro de las trematodiasis de interés sanitario cabe mencionar las infecciones causadas por *Schistosoma*. Las tres principales especies que afectan al ser humano son *Schistosoma mansoni*, *Schistosoma haematobium* y *Schistosoma japonicum*. La schistosomiasis se caracteriza por ser una enfermedad de tipo crónico ya que gradualmente va debilitando el estado de salud del individuo infectado. Su transmisión es mediante el contacto directo con la larva infectiva (furcocercaria) presente en agua dulce contaminada (STEINMANN *et al.*, 2006). La OMS estima que la schistosomiasis es transmitida en más de 70 países, predominando en países tropicales y subtropicales (WHO, 2006). Su difícil control se debe a que en estos países la schistosomiasis convive con otras enfermedades consideradas de mayor impacto sanitario como la malaria y el VIH, por lo que la mayoría de recursos son empleados para controlar estas otras infecciones. Además, diversos estudios manifiestan la complejidad del ciclo biológico del platelminto, destacando que la schistosomiasis es un problema de salud importante, especialmente en países subdesarrollados donde el sistema de saneamiento ambiental es inadecuado (HOTEZ, 2008).

La fascioliasis es una enfermedad parasitaria mundialmente distribuida, de gran impacto en salud pública y veterinaria. Afecta principalmente al ganado ovino y caprino, aunque actualmente se considera una enfermedad emergente en humanos. Se estima que entre 2.4-17 millones de personas se encuentran infectadas, dependiendo de la zona geográfica (MAS-COMA *et al.*, 2014). *Fasciola hepatica* y *Fasciola gigantica* son las especies responsables de causar esta enfermedad de carácter crónico. Ambos trematodos digénidos parasitan los conductos biliares y rara vez afectan al duodeno y pulmones de su hospedador definitivo. Los focos de transmisión humana presentan una relación con la presencia de colecciones de agua y las prevalencias en humanos y en

niños en edad escolar, están relacionados con la presencia del caracol, que actúa como hospedador intermediario (ESTEBAN *et al.*, 2002, 2003).

En relación a las cestodiasis, las infecciones causadas por *Echinococcus* y *Taenia* son consideradas como enfermedades de transmisión zoonótica desatendidas de gran impacto socio-económico. La infección por *Echinococcus* spp. en el ser humano se debe a la ingestión de los huevos del parásito presente en comida contaminada (DA SILVA, 2010). Las especies patogénicas en el ser humano son *Echinococcus granulosus* y *Echinococcus multilocularis*. En el caso de las teniasis, la transmisión en humanos se debe a la ingesta del estadio larvario (cisticerco) del parásito presente en carne cruda o mal cocinada (ÁLVAREZ-ROJAS *et al.*, 2018), siendo *Taenia solium* y *Taenia saginata* las especies responsables de causar teniasis en el hombre. Ambas enfermedades se encuentran relacionadas con malos hábitos higiénicos y el contacto directo con animales.

La difilobotriasis es una infección intestinal causada por cestodo del orden Diphyllobotriidea. Su transmisión se debe principalmente al consumo de pescado crudo que contiene la larva infectiva (plerocercoides). La difilobotriasis se presenta habitualmente en ecosistemas de agua dulce, asociada a una contaminación fecal ambiental. De las especies que afectan al ser humano, *Diphyllobothrium latum* es la más frecuente (ESTEBAN *et al.*, 2014; SCHOLZ & KUCHTA, 2016). Se estima que afecta a más de 20 millones de personas a nivel global. Ciertos estudios revelan que la difilobotriasis ha disminuido en algunos países de Norte América, Asia y Europa, mientras que en otros países como Rusia, Japón y Brasil se considera como una enfermedad reemergente (SCHOLZ *et al.*, 2009). Aunque la difilobotriasis es reconocida como un importante problema de salud, actualmente se desconoce su distribución exacta, epidemiología y clínica más relevante, debido a la escasez de datos epidemiológicos sobre esta enfermedad.

Como se ha comentado anteriormente, Nicaragua puede considerarse como un modelo para el estudio del estado parasitológico de un país en vías de desarrollo. Además, si se facilitaran datos referentes a la costa Atlántica, se conseguiría completar el conocimiento de parásitos intestinales en todo su territorio. De esta forma se lograría aumentar los datos e información epidemiológica que permitiría identificar los factores

de riesgo y así, la aplicación de correctos y oportunos programas de control y prevención de las parasitosis intestinales, sobre todo en la población infantil.

Con la presente Tesis Doctoral se pretende ampliar el conocimiento sobre la realidad parasitológica de Nicaragua, referente a su población infantil, abarcando el estudio parasitológico de la Región Autónoma del Atlántico Norte (RAAN) y la Región Autónoma del Atlántico Sur (RAAS). De esta forma se cubrirá todo el territorio de la costa Atlántica o caribeña, contribuyendo así a conocer los datos parasitológicos de todo el territorio nacional.

Intestinal parasitic infections are considered a worldwide public health problem, especially in tropical and subtropical regions from developing countries (MUÑOZ-ANTOLÍ *et al.*, 2014). Although these enteroparasitic diseases affect individuals of all ages, gender and social class, children are the most vulnerable to suffer from these infections (WHO, 2000; CHABRA & SINGLA, 2009; MONIB *et al.*, 2016). The importance of these intestinal parasitic infections relies in the fact that they can produce nutritional deficiency, cognitive impairment, growth retardation, severe anaemia and even death in more extreme circumstances (OKPALA *et al.*, 2014; AHMED *et al.*, 2016). In addition to these complications, intestinal parasitic infections are associated with socioeconomic and environmental factors (PAWAR *et al.*, 2016). Thus, populations living under poverty conditions and social marginalization are at greater risk of contracting these infections and are more susceptible to multiple simultaneous parasitic infections (polyparasitism) (RASHID *et al.*, 2011; GABBAD & ELAWARD 2014; ABDULLAH *et al.*, 2016; FARIA *et al.*, 2017). They present a poor quality of life by living in unhealthy environments, lacking sanitary conditions, with no adequate excreta disposal systems, insufficient supply of safe drinking water, low educational levels, favouring in these communities continuous cycles of infection and malnutrition (STECKETEE, 2003; OSTAN *et al.*, 2007; MEHRAV *et al.*, 2008; SPEICH *et al.*, 2016). Despite the advances in Medicine and in the pharmaceutical industry, social and ecological factors are the main causes for the persistence of these diseases in these communities. The application of enteroparasitic control programmes is difficult due to the high costs of improving infrastructures, especially in developing countries. Also, due to a scarcity of epidemiological data, there is a wide limitation when applying control and prevention campaigns for these diseases as a result of a lack of cooperation and integration between national and international partnerships, which is why prevention, elimination or eradication programmes are not being executed (SAVIOLI *et al.*, 1992; GARZÓN, 2003; WHO, 2009; OSMAN *et al.*, 2016).

Nicaragua is classified as a low-income country with food-deficit, and it is considered the second poorest country in Latin America. However, recent reports on poverty and inequality in Nicaragua, based on annual consumption of food, goods and services, have shown that poverty has decreased over the past 10 years. Overall, national poverty has been reduced from 42.5% to 24.9% and extreme poverty from 17% to 6.9%. Despite these reductions, the levels of poverty and extreme poverty still remain

in the North and South Autonomous Atlantic Regions (RAAN and RAAS). Both regions are populated by indigenous communities that preserve their traditions, customs and mostly live in rural environments, where access to basic needs such as food, health, education, drinking water and electricity are very limited. The Nicaraguan government does not have a strong economy to carry out environmental planning strategies and improve infrastructure in these communities which is why they remain isolated and at margin of a possible development. Although RAAN and RAAS are characterized by their great natural wealth, these resources are not exploited adequately. In addition, the wide population dispersion affects negatively socioeconomic development. The sum of these conditions makes it difficult to carry out the necessary measures to prevent enteroparasitic diseases and interrupt malnutrition and reinfection cycles, especially in children.

Different epidemiological surveys have been carried out in Nicaragua, concerning intestinal parasitic infections in schoolchildren, with the aim to highlight the current parasitological situation in the country. The diverse bibliography includes about twenty scientific researches covering some Departments of the country. A study on the possible correlation between intestinal parasitism and the physical and mental development of children was carried out in the Department of Carazo (OBERHELMAN *et al.*, 1998). In addition, the relationship between faecal lactoferrin and the presence of intestinal helminths has been studied using a rapid agglutination test (Leukotest) (OBERHELMAN *et al.*, 1999). In the Department of Leon 6 different studies have been carried out: i) the immunological response to the IgG of *Entamoeba histolytica* detected by ELISA (TÉLLEZ *et al.*, 1992); ii) the prevalence of intestinal parasites in human population (TÉLLEZ *et al.*, 1997); iii) the presence of secretory antibodies against *Giardia intestinalis* in lactating women (TÉLLEZ *et al.*, 2003, 2005); iv) the different diagnostic techniques that discriminate between *E. histolytica* and *E. dispar* (LEIVA *et al.*, 2006); v) the prevalence of different *Giardia* genotypes in humans and animals (LEBBAD *et al.*, 2008); and vi) the detection of intestinal parasites in food outlet in the UNAN-Leon premises (CORTÉS *et al.*, 2008). From the Department of Managua, an article on different techniques for the diagnosis of intestinal amoebiasis in human population of Managua has been published (LÓPEZ-CRUZ *et al.*, 1991). In addition, in 2002, the Director of the Clinical Bioanalysis Department of UNAN-Managua conducted a study on the behaviour of enteroparasites in children less than 12 years of

age from poor neighbourhoods in Managua and Masaya (ROCHA, 2003). From the same Department, a Doctoral Thesis has been published on intestinal parasitism in children (GOZALBO, 2012). Another Doctoral Thesis, studies intestinal parasitism in children from the Pacific Departments of Nicaragua (PAVÓN, 2014). Furthermore, a study on enteroparasitic infections among preschool children in the Pacific region has recently been published (MUÑOZ-ANTOLÍ *et al.*, 2018). Another study has been carried out on how the indigenous community of Tilgüe (Ometepe Islands) uses indigenous vegetation for the treatment of intestinal parasites (LÓPEZ-SÁEZ & PÉREZ-SOTO, 2010). From the Department of Río San Juan, an article has been published on the identification of *Cryptosporidium* in children, using molecular techniques (MUÑOZ-ANTOLÍ *et al.*, 2011). On the opposite side of the country, in the Atlantic coast, we can only mention the existence of a study about intestinal parasitism in children from Corn Island (CAVOUTI & LANCASTER, 1992). In addition, a recent survey on the prevalence of soil-transmitted helminth infections in children from the municipality of Laguna de Perlas has been published (MUÑOZ-ANTOLÍ *et al.*, 2018). Finally, and including different Departments of Nicaragua, it is worth mentioning a study on angiostrongyliasis in Nicaragua (DUARTE *et al.*, 1991) as well as a study on the prevalence of geohelminths in child population of 10 primary schools from the Departments of Chinandega, Estelí, Granada and Chontales (ROSEWELL *et al.*, 2010).

According to the World Health Organization (WHO) estimates, approximately 3.5 billion people worldwide are affected by intestinal parasites and 450 million suffer from morbidity, being the children the most affected. It is estimated that there are 800-1000 million ascariasis, 900 million hookworm infections, 500 million trichiuriasis, 200 million giardiasis and 500 million amoebiasis. Moreover, it is striking that numerous infections caused by protozoa, nematodes, trematodes and cestodes are listed as neglected tropical diseases (WHO, 1991, 2013; HOTEZ *et al.*, 2009; HOTEZ, 2016).

Among the infections caused by protozoa, *Entamoeba histolytica* and *Giardia intestinalis* are the most common species responsible for causing diarrhoea in children and adults (AYEH-KUMI *et al.*, 2009; NKRUMAH & NGUAH, 2011; MONIB *et al.*, 2016). Diarrhoeal diseases are considered the second most common cause of morbidity and mortality in children under five years old in developing countries (UNICEF/WHO, 2009; BLACK *et al.*, 2010; MOHAMMED *et al.*, 2016). Amoebiasis is caused by *E.*

histolytica, the only species of the *E. histolytica/dispar/moshkovskii* complex, capable of causing intestinal invasion in humans and responsible for approximately 110,000 deaths per year (STANLEY, 2003; SPEICH *et al.*, 2013; CALEGAR *et al.*, 2016). Individuals affected by *Entamoeba* complex present diverse clinical manifestations, from asymptomatic to diarrhoea, dysentery, abdominal pain caused by intestinal invasion or extra-intestinal complications. Epidemiological studies show that the morphologically indistinguishable non-pathogenic species of *E. histolytica*, known as *Entamoeba dispar*, causes most infections while only 10-12% are infected by *E. histolytica* (WHO, 1997, FOTEDAR *et al.*, 2007a, b; LEIVA *et al.*, 2006; MI-ICHI *et al.*, 2016). The geographical distribution of *E. histolytica* and *E. dispar* remains uncertain because only few studies use the appropriate protocol to differentiate them. The importance of differentiating these species is evident because most individuals are asymptomatic (healthy carriers) and can spread the parasite and favour its expansion. However, within the *E. histolytica/dispar/moshkovskii* complex it is impossible to differentiate these species because of their identical morphology. Only through biochemical, immunological and molecular tests it has been possible to differentiate each species (DIAMOND & CLARK, 1993; NÚÑEZ *et al.*, 2001; LEIVA *et al.*, 2006; FOTEDAR *et al.*, 2008; RIVERO-RODRÍGUEZ *et al.*, 2009; CHACÍN-BONILLA, 2010, 2013).

Giardiasis, caused by *G. intestinalis* (*G. lamblia* o *G. duodenalis*), is one of the most prevalent infections worldwide, with prevalence rates of 2-7% in developed countries and 20-30% in most developing countries. In Africa and Latin America it is estimated that there are approximately 500,000 new cases of giardiasis per year (CASERO *et al.*, 2015; RODRÍGUEZ-MORALES *et al.*, 2016; SÁNCHEZ *et al.*, 2017). This flagellated protozoan is recognized as one of the first pathogens to infect infants and toddlers, causing acute diarrhoea, vomit and fever. In chronic infections it leads to malnutrition, growth retardation and other physical and mental health problems (DE LUCIO *et al.*, 2016; PAWAR *et al.*, 2016). The infection occurs through direct/indirect contact with their cysts and the transmission routes can be diverse (anthroponosis, zoonoses, consumption of contaminated food and water) (BALDURSON & KARANIS, 2011; MOORE *et al.*, 2016). Since this protozoa presents genetic diversity and varied specificities for its mammalian hosts, it is convenient to use molecular methods for an accurate diagnosis and use the appropriate

treatment. In addition, the identification of the different genotypes allows the study of possible transmission patterns in both humans and animals (THOMPSON & MONIS, 2004; RAMÍREZ *et al.*, 2015). Given the impact of this disease on public health and socioeconomic conditions, together with other parasitic infections, it is now part of the WHO's neglected diseases initiative (SAVIOLI *et al.*, 2006; WHO, 2013).

Among the protozoa species, *Blastocystis* spp. is also a parasite of human and animal intestines. Prevalence ranges of 1.6-16% have been reported in developed countries and of 27-60% in developing countries (STENSVOLD, 2013; OLIVEIRA-ARBEX *et al.*, 2018). Interestingly, it is the most prevalent intestinal species among intestinal parasitic infections (ESTEBAN *et al.*, 2002; DEVERA *et al.*, 2006, TAN, 2008). Its high frequency is associated with socioeconomic and environmental factors, as it is a direct influence of poor hygiene habits, consumption of contaminated water and food, being the oral-faecal route the main form of transmission (RODRÍGUEZ *et al.*, 2007; TAN *et al.*, 2010; WAWRZNIAK *et al.*, 2013). Although its pathogenic role is still under debate, its presence has been associated with diarrhoeal diseases, flatulence and irritable bowel syndrome (CASERO *et al.*, 2015; SÁNCHEZ *et al.*, 2017). Moreover, studies have confirmed the relationship between growth and the presence of this parasite in children, showing a significant association between weight and low height in children with blastocystosis (ERTUG *et al.*, 2007).

It is worth mentioning the species *Balantidium coli*, the only ciliated protozoan that parasitizes the human intestine and of numerous animal species, being the pig one of the main hosts (ESTEBAN *et al.*, 1998). Although the majority of infected individuals are asymptomatic, under certain circumstances this parasite can invade the intestinal mucosa causing *Balantidium* dysentery (balantidiasis). The main route of transmission is through the consumption of contaminated water and food, although direct contact with pigs has also been considered a risk factor for infection (PLUTZER & KARANIS, 2016).

In the past few years, among the intestinal parasitic infections, *Cryptosporidium* has become a major cause of diarrhoea in school-aged children and immunocompromised patients. This coccidia also affects immunocompetent individuals although given its opportunistic nature, it is responsible for 5-10 million annual deaths (NEMES, 2009; SHIRLEY *et al.*, 2012, MOORE *et al.*, 2016). In developed countries

its prevalence varies between 1.6-16% while in developing countries it can be up to four times higher, being a major cause of morbidity and mortality in these countries (GHENGHESH *et al.*, 2016).

Finally, from the Protozoa group, it is worth mentioning the human intestinal commensal species, such as *Entamoeba coli*, *Entamoeba hartmanni*, *Iodamoeba bütschlii*, *Endolimax nana*, *Chilomastix mesnili* and *Retortamonas intestinalis*. The presence of these species in humans can be used as a biological marker since the main transmission mechanism is through direct contact with faecal material and indirectly, through the ingestion of contaminated food and water with faecal material. Therefore, there is an important association between parasitization and the lack of environmental sanitation together with poverty, among the affected population.

Soil-transmitted helminths (STH) cause human infection through direct contact with the nematode eggs or larval stages, which develop in the soils of the humid tropical and subtropical countries (VANDEMARK *et al.*, 2010; JIA *et al.*, 2012). When adulthood is reached, these worms can harbour the human gastrointestinal tract for years. The main species responsible for causing disease are *Ascaris lumbricoides*, *Trichuris trichiura*, *Necator americanus/Ancylostoma duodenale*. These infections are endemic in countries of Latin-America, China, East Asia and sub-Saharan Africa (MUÑOZ-ANTOLÍ *et al.*, 2017; NGONJO *et al.*, 2016). One third of the world's population is infected by one of these nematode species and are therefore recognized as a major health problem (HOTEZ *et al.*, 2006, 2007; WHO, 2012; ECHAZÚ *et al.*, 2017). The difficulty of these infections lies on its chronicity and the high probability of presenting polyparasitism (BETHONY *et al.*, 2006). Among the tropical diseases, STH's are responsible for 40% of global burden morbidity (CLARKE *et al.*, 2016; GABRIE *et al.*, 2106). Schoolchildren are at greater risk due to poor personal hygiene, increased outdoor activities and therefore greater interaction with the environment, and less parental control on hygiene behaviours and habits. In Latin America and the Caribbean region, 49 million preschool and school-aged children are at risk of STH infections (PULLAN *et al.*, 2014; CAMPBELL *et al.*, 2016).

These infections are associated with increased risk of child malnutrition as a result of nutrient and micronutrient malabsorption syndromes, resulting in cognitive

impairment and growth retardation (SAVIOLI *et al.*, 2002; AHMED *et al.*, 2012; ÁSBJÖRNDÓTTIR *et al.*, 2018). It has been proven that *A. lumbricoides* causes permanent growth damage as well as acute intestinal complications such as intestinal obstruction, biliary obstruction, appendicitis and peritonitis (DE SILVA *et al.*, 1997, 2003; ÁLVAREZ *et al.*, 2011). Infections caused by *T. trichiura* produce cognitive alterations (NOKES *et al.*, 1992) and are associated with diarrhoeal disease and rectal prolapse (CALLENDER *et al.*, 1994). The most significant hookworm clinical manifestation is the chronic loss of intestinal blood producing iron deficiency and therefore can result in an iron-deficiency anaemia, which can lead to hypoalbuminemia (HOTEZ *et al.*, 2004, 2008). On the other hand, it has been recognized that pregnant women are at risk of morbidity and mortality as there is a relationship between exposure to *N. americanus*/*A. duodenale* and developing anaemia. Also, hookworm infection during pregnancy has been shown to cause neonatal prematurity as well as low birth child weight (BROOKER *et al.*, 2004; CLARKE *et al.*, 2016).

Strongyloides stercoralis also lies under the category of major STH infection. It is estimated that it affects approximately 100 million people (HERNÁNDEZ-CHAVARRÍA, 2001; GORDON *et al.*, 2017). However, this value may be underestimated due to the lack of sensitivity of its coprological diagnosis method (FIGUERA *et al.*, 2002). In addition, it should be highlighted that this parasite has a high potential for causing terminal disseminated infection (KAMINSKY *et al.*, 2016).

Despite being a major public health problem, STH infections still remain in the category of Neglected Tropical Diseases (NTDs). This fact is due to three main reasons: these diseases mainly affect the world's most impoverished population that survives on a minimum daily income of US\$ 2.00; these infections produce chronic diseases; and finally, the difficulty of quantifying the effect of these infections on economical and educational development (MONTRESOR, 2002; BETHONY *et al.*, 2006; VANDEMARK *et al.*, 2010). However, in the last 5 years its importance has begun to be recognized due to the epidemiological surveys carried out and, its global burden can be as high as the one produced by malaria or tuberculosis (CHAN, 1997; HOTEZ, 2016). Some studies have even highlighted the profound effect that these infections have on the academic performance of schoolchildren as well as on their future ability to produce economically, having a negative impact on the development of the

communities where these infections are endemic (BLEAKLY, 2003; HOTEZ *et al.*, 2008, 2009; PABALAN *et al.*, 2018). Some authors suggest that the presence of these parasites may increase the susceptibility to other important infections such as malaria or tuberculosis and even HIV. Consequently, the WHO has approved a resolution urging members in developing countries to control STH morbidity through the large-scale use of anthelmintic drugs in schoolchildren (WHO, 2012). Despite being a major global health initiative, the frequent use of deworming drugs can lead to long-term treatment resistance and less effectiveness (ALBONICO *et al.*, 2004; VERCRUYSSSE *et al.*, 2011; PULLAN *et al.*, 2014). The main objective of STH control programmes is to reduce the intensity of infection in order to reduce morbidity burden and prevent death associated with these diseases (ALBONICO *et al.*, 2008; BROOKER *et al.*, 2015).

Infections caused by *Schistosoma* are among the trematodiasis of major sanitary interest. The three main species infecting humans are *Schistosoma mansoni*, *Schistosoma haematobium* and *Schistosoma japonicum*. Schistosomiasis is a chronic disease that gradually weakens the health of infected individuals. Its transmission is through direct contact with the infective larvae (furcocercaria) present in contaminated fresh water (STEINMANN *et al.*, 2006). The WHO estimates that schistosomiasis is transmitted in more than 70 countries especially in tropical and subtropical countries (WHO, 2006). Its difficult control is due to the fact that in these countries schistosomiasis coexists with other diseases of greater health impact such as malaria and HIV, where most of the resources are used to control these other infections. Moreover, several studies highlight the complexity of this flatworm's life cycle underlining that it is a major health problem especially in developing countries where there are no proper environmental sanitation systems (HOTEZ, 2008).

Fascioliasis is a worldwide distributed parasitic disease causing a major impact on public and veterinary health. It mainly affects sheep and cattle although it is currently considered as an emerging human disease. Estimates of 2.4-17 million people are infected depending on the geographical area (MAS-COMA *et al.*, 2014). *Fasciola hepatica* and *Fasciola gigantica* are the main species responsible for causing this chronic disease. Both digenetic trematodes parasitize the bile ducts and rarely affect the duodenum and lungs of their definitive host. Human outbreaks are related to the presence of water collections and the prevalence in humans and schoolchildren is

related to the presence of the snail, which acts as an intermediate host (ESTEBAN *et al.*, 2002, 2003).

With regards to cestodiasis, infections caused by *Echinococcus* and *Taenia* are considered neglected zoonotic transmitted diseases of great socioeconomic impact. Infection with *Echinococcus* spp. in humans occurs through the ingestion of parasite eggs present in contaminated food (DA SILVA, 2010). The pathogenic human species are *Echinococcus granulosus* and *Echinococcus multilocularis*. In the case of *Taenia* infection, transmission in humans is due to the ingestion of the larval stage (cysticercus) in raw or undercooked meat (ÁLVAREZ-ROJAS *et al.*, 2018) with *Taenia solium* or *Taenia saginata*, the responsible species for causing taeniasis in humans. Both diseases are associated to poor hygiene and direct contact with animals.

Diphyllobothriasis is an intestinal infection caused by Diphyllbothriidae cestodes. Its transmission is mainly due to the consumption of raw fish with the infective larvae (plerocercoid). Diphyllbothriasis usually occurs around freshwater ecosystems where there is environmental faecal contamination. The most common human species is *Diphyllobothrium latum* (ESTEBAN *et al.*, 2014; SCHOLZ & KUCHTA, 2016). It affects approximately more than 20 million people worldwide. Previous studies have shown that diphyllbothriasis has decreased in several countries of North America, Asia and Europe while in other countries like Brasil, Russia and Japan, it is considered a re-emerging disease (SCHOLZ *et al.*, 2009). Although diphyllbothriasis has been recognized as an important health problem, its exact distribution, epidemiology and clinical impact is still unknown due to the lack of epidemiological data on this disease.

As before mentioned, Nicaragua can be considered as a model for the study of the parasitological state of a developing country. Furthermore, if data of the Atlantic coast were provided, it would be possible to complete the knowledge on intestinal parasitic infections throughout the territory. Therefore, it would be possible to increase epidemiological data and information that would allow the identification of risk factors and consequently, the application of adequate control programmes to prevent intestinal parasitic infections in child population.

The present Doctoral Thesis aims to extend the knowledge of the current parasitological reality in children from Nicaragua, by studying the North Autonomous Atlantic Region (RAAN) and the South Autonomous Atlantic Region (RAAS). In this way, the entire Atlantic or Caribbean territory would be covered, contributing to the knowledge on parasitological data of the entire national territory.

OBJETIVOS

No cabe duda que las infecciones parasitarias intestinales siguen siendo una carga importante para la salud a nivel mundial. Su elevada prevalencia, su amplia distribución geográfica y sus efectos perjudiciales en la población infantil son razones de peso y suficientemente importantes como para fomentar su estudio. De esta forma en un futuro muy próximo, se podrá crear campañas adecuadas de actuación, con el objetivo de prevenir, controlar y erradicar estas enfermedades. Nicaragua es uno de los países de Centro América que se encuentra comprometido con la lucha y prevención de estas infecciones y realiza campañas de desparasitación anuales, empleando tratamiento antihelmíntico a niños en edad escolar (una o dos veces por año). El objetivo es mejorar los niveles de salud y reducir costes para intentar mejorar la economía del país. No obstante, este sigue siendo un proceso largo y complejo en el que se debe integrar el Ministerio de Salud de Nicaragua (MINSa) con los centros de salud de cada Departamento, tanto en zonas rurales como urbanas, e integrar a las familias y profesorado para poder establecer las medidas oportunas para luchar y controlar las parasitosis intestinales detectadas. Por todo ello, se pretende abordar el siguiente estudio epidemiológico sobre parásitos intestinales en población infantil de RAAN y RAAS, con la finalidad de conseguir los siguientes objetivos:

Objetivos Generales

- el primer objetivo se centra en la población infantil objeto de estudio, a la cual se pretende brindar el mejor apoyo posible a través de un diagnóstico parasitológico adecuado. Asimismo, comunicar las medidas de profilaxis para prevenir y luchar contra las parasitosis que se detecten;
- el segundo objetivo, de suma importancia, viene enfocado a las familias de los niños y se centra en la integración y colaboración con el Ministerio de Salud de Nicaragua (MINSa), para reducir el gasto económico requerido para ofrecer tratamientos, mejorar infraestructuras, actualización del personal sanitario, entre otros.

Objetivos Específicos

- Establecer el patrón parasitario intestinal típico de la costa Atlántica o caribeña nicaragüense, identificando los protozoos y los helmintos que parasitan a los escolares con edades inferiores a los 15 años, procedentes de las Regiones Autónomas de Nicaragua (RAAN y RAAS). Además, se calculará las prevalencias de parasitación de cada especie parásita detectada en dichas regiones;
- relacionar las prevalencias de parasitación con variables epidemiológicas como género y edad de los escolares estudiados, para detectar las principales características del personal de riesgo en la costa Atlántica nicaragüense;
- detectar los multiparasitismos (presencia de más de una especie parásita diferente), en función de diferentes variables epidemiológicas, para poder analizar y valorar las posibles coparasitaciones existentes de relevancia clínica y farmacológica;
- examinar las asociaciones existentes dentro de las diferentes especies parásitas, con el fin de observar si la presencia de una de ellas, influye en la presencia de otra;
- conocer las intensidades de infección provocadas por geohelmintos, en función de diferentes variables epidemiológicas para poder establecer la gravedad de ellas;
- conocer la relación entre la parasitación intestinal con situaciones de anemia;
- y, finalmente, establecer un patrón de transmisión típico en la costa atlántica o caribeña nicaragüense, mediante la utilización de datos sobre condiciones socio-económicas (tipo de vivienda, eliminación de excretas, etc.) e higiénico-sanitarias (aseo personal, uso de calzado, etc.), que permita establecer los posibles factores de riesgo asociados con la infección en dichas regiones.

Y para alcanzar estos objetivos marcados, la presente Tesis Doctoral se ha dividido en cinco capítulos:

- en el primero, se aborda la procedencia de todo el material utilizado, destacando los aspectos fisiográficos más relevantes de cada municipio estudiado, así como de las

características socio-económicas, culturales e higiénico-sanitarias de las poblaciones estudiadas. Además, se explica como se ha llevado a cabo la recolección de las muestras clínicas en Nicaragua, objeto del análisis parasitológico;

- el segundo capítulo se centra en la descripción de los métodos y las técnicas de laboratorio utilizadas para el procesamiento de cada una de las muestras fecales, así como los métodos empleados para el tratamiento de los datos utilizados en la presente investigación;
- en el tercer capítulo se expone los resultados obtenidos incluyendo el espectro parasitario total, según el tipo de zona estudiada (urbana vs rural), la prevalencia, los multiparasitismos, las intensidades de infección, la anemia y el estudio de las variables epidemiológicas establecidas en cada una de las regiones atlánticas o caribeñas estudiadas.
- en el cuarto capítulo, se procede a la discusión de los resultados obtenidos, contrastándolos con los alcanzados por otros autores y contrastándolo con los patrones característicos de parasitación de la Región Pacífica nicaragüense.
- y en el quinto capítulo, se expone las conclusiones más relevantes que se obtienen de la presente investigación.

Finalmente, todas las referencias bibliográficas comentadas y valoradas durante la realización de la presente Tesis Doctoral, son expuestas al final del trabajo.

CAPÍTULO PRIMERO: MATERIAL

1.- MATERIAL

En este capítulo se describe la procedencia de todo el material que ha sido analizado para realizar la presente Tesis Doctoral.

1.1.- PROCEDENCIA DEL MATERIAL ANALIZADO: NICARAGUA

La República de Nicaragua se encuentra ubicada en el centro del istmo centroamericano, y se localiza en las coordenadas 12°09'00''N y 86°16'00''O. Nicaragua limita al norte con Honduras, al sur con Costa Rica, al oeste con el océano Pacífico y al este con el mar Caribe (Figura 1).



Figura 1. Localización de Nicaragua en Centroamérica.

Es el país más extenso de la región centroamericana, presentando una superficie territorial de 130.373.47 km², incluyendo el área de los grandes lagos y lagunas. Cuenta con una densidad poblacional de 48.0 habitantes/km² y se caracteriza por presentar una interesante gama de contrastes geográficos. Presenta zonas de intrincadas montañas con vastas llanuras, generalmente de origen aluvial; zonas de selva tropical, volcanes activos y además, como se ha comentado anteriormente, incluye un área importante de grandes lagos, lagunas y ríos. El país goza de tener uno de los lagos más grandes y bellos del mundo (Lago de Nicaragua o Cocibolca). De igual forma, se caracteriza por presentar zonas de playas vírgenes e islas impresionantes, tales como las Islas de Ometepe, la Isla Zapatera, Isletas de Granada y las Islas del Maíz. Sus principales ríos y más importantes

por su longitud y caudal, son el río Coco, río Grande, río Escondido y río San Juan, que desembocan en el mar Caribe. El río San Juan sirve de vía de comunicación y transporte en el país. Nicaragua presenta una gran riqueza en su naturaleza y sus increíbles paisajes dotan al país de un encanto único y especial.

Desde el punto de vista administrativo, Nicaragua se divide en 15 Departamentos y 2 Regiones Autónomas (Figura 2). Los Departamentos son: Boaco (con capital Boaco), Carazo (Jinotepe), Chinandega (Chinandega), Chontales (Juigalpa), Estelí (Estelí), Granada (Granada), Jinotega (Jinotega), León (León), Madriz (Somoto), Managua (Managua), Masaya (Masaya), Matagalpa (Matagalpa), Nueva Segovia (Ocotal), Río San Juan (San Carlos) y Rivas (Rivas). Las Regiones Autónomas se encuentran localizadas en la zona del Caribe y son la Región Autónoma del Atlántico Norte, conocida como RAAN, con sede administrativa en Puerto Cabezas (Bilwi); y la Región Autónoma del Atlántico Sur conocida como RAAS, con sede administrativa en Bluefields.



Figura 2. División política de Nicaragua en Departamentos y Regiones Autónomas.

Nicaragua es un país atravesado por dos cadenas montañosas que configuran tres regiones naturales: el eje volcánico del Pacífico (con las cimas Cosigüina y San Cristóbal), la meseta o macizo montañoso Central, con numerosas lagunas y lagos y la llanura del Caribe o llanura Atlántica, baja y arenosa (Figura 3).



Figura 3. División geográfica de Nicaragua desde una perspectiva regional.

La región del Pacífico de Nicaragua se caracteriza por ser la región volcánica del país, por lo que es una zona de alto riesgo sísmico. En ella se extiende la cordillera centroamericana más elevada y rocosa, llamada cordillera Isabelia, que supera los 2000 m de altura. Además, alberga el lago más grande de Centroamérica, el Lago de Nicaragua, el cual se une al lago de Managua (lago Xolotlán), a través del río Tipitapa. La región está conformada por los Departamentos de Chinandega, León, Masaya, Carazo, Granada, Rivas y Managua. Cabe destacar que Managua es el Departamento que concentra la mayoría de la población del país (54%), representando la mayoría de la población urbana de Nicaragua. En este Departamento se encuentra Managua, la capital del país, que representa el principal centro administrativo, comercial y de transporte de Nicaragua.

La región Central del país se caracteriza por sus núcleos montañosos, picos y mesetas elevadas. Asimismo, presenta regiones secas, como Nueva Segovia y zonas húmedas como Jinotega y Matagalpa. Nueva Segovia presenta las cordilleras de Dipilto y Jalapa (frontera con Honduras). Jinotega contiene la cordillera de Isabelia, y Matagalpa, la cordillera Dariense. A lo largo de esta región, también se desplaza la cordillera de Amerrisque o Chontaleña. Esta zona se encuentra densamente poblada (32%) aunque en menor proporción que la zona del Pacífico. El 38.1% de su población se distribuye en área urbana y el 61.9% en área rural. La región se conforma por los

siguientes Departamentos: Madriz, Nueva Segovia, Estelí, Jinotega, Matagalpa, Boaco y Chontales.

La región del Atlántico o del Caribe se caracteriza por ser una amplia llanura con abundantes precipitaciones y selvas, escasamente poblada (14%) y urbanizada. Sus principales núcleos de población se sitúan en la costa. Hacia el este, se ubica la planicie costera del Caribe, conocida como la costa de los Mosquitos, que desemboca frente al mar Caribe y se extiende por Nicaragua y Honduras. Esta región se encuentra poblada por los misquitos, un pueblo amerindio que conserva su idioma nativo, el misquito, a pesar de que gran parte de la población habla el misquito criollo, basado en el inglés caribeño. En esta región se incluye la Región Autónoma del Atlántico Norte (RAAN), la Región Autónoma del Atlántico Sur (RAAS) y el Departamento de Río San Juan.

Durante un poco más de dos siglos (1650-1860), la costa Caribe de Nicaragua estuvo bajo diversas formas de control foráneo, destacándose el Protectorado Británico que duró hasta el siglo XIX. Este hecho condicionó el proceso de integración de la costa Atlántica al resto del país. La Región Autónoma del Atlántico Norte y la Región Autónoma del Atlántico Sur fueron creadas en 1987, eligiendo sus primeros gobiernos regionales en 1990 (FADCANIC, 2000). El status jurídico de autonomía del que gozan los habitantes de la costa Atlántica, es el resultado de un largo proceso de búsqueda de paz, unidad nacional y reconciliación entre las familias y comunidades costeñas, por medio del cual se puso fin a un intenso periodo marcado por conflictos armados, enfrentamientos políticos y desencuentros históricos. A pesar del Estatuto de Autonomía de la Región Atlántica de Nicaragua, el territorio de la costa Atlántica ha estado sometido a un elevado aislamiento respecto al resto del país, que hoy se manifiesta en la falta de inversiones sociales y productivas, lo cual es reflejado en la ausencia de infraestructura de transporte, desarticulación de la estructura productiva regional, inseguridad ciudadana, además de presentar limitada cobertura de servicios básicos (vivienda, alimentos, salud, educación, agua potable, etc.).

El clima del país está marcado por su condición ístmica y por su relieve, además de estar ubicado en región tropical, de forma que se ve sometido a un intenso régimen de lluvias y de la ocurrencia de fenómenos ciclónicos. Estas lluvias son capturadas por las serranías que se encuentran básicamente en la región Central del país, las cuales se

distribuyen principalmente hacia la vertiente del Caribe. Según las condiciones de lluvia y temperatura, se pueden identificar cuatro grandes zonas climáticas en el país: la zona seca tropical, ubicada principalmente en la región del Pacífico; la zona subtropical de transición que comprende gran parte de las alturas del norte y centro del país; y la zona premontaña, que incluye las cumbres elevadas que sobrepasan los 1500 m de altura; la zona húmeda tropical que ocupa la llanura aluvial del Caribe y la zona del río San Juan, siendo esta la más lluviosa del país.

Las condiciones naturales del territorio nicaragüense, su clima y su topografía, han permitido pese a la intensa actividad humana realizada en su territorio, la existencia de interesantes ecosistemas y áreas naturales, dando lugar a la estructuración de un sistema nacional de áreas protegidas. Las cumbres altas de cerros y volcanes constituyen en la región Central y Pacífica, las principales áreas protegidas de la zona. En la región del Caribe se encuentra tres de las principales áreas bajo régimen de protección: la Reserva de la Biosfera Bosawás, la Reserva Marina de Cayos Misquitos y la Reserva de la Biosfera del sureste de Nicaragua.

La población de Nicaragua está estimada en 6.198.154 millones de habitantes (INIDE, 2017b). El 59.6% de la población se encuentra en área urbana y el 31.4% en área rural. En la región Pacífica predomina la población urbana, donde el riesgo social y ecológico es mayor y donde se concentra las instituciones de bienes y servicios. En la región Central-norte, predomina la población rural así como el desarrollo productivo agrícola y ganadero, además de presentar un desarrollo limitado en la infraestructura vial y servicios. En la zona Atlántica, se encuentra la mayoría de población indígena y se caracteriza por presentar altos índices de pobreza extrema, dispersión poblacional, bajos niveles de escolaridad y poco acceso a servicios sociales. Además, cabe destacar que el mayor índice de crecimiento poblacional por migración se registra en la costa Atlántica, y se debe a un aumento neto de familias mestizas que se asienta en forma sistemática en las zonas de frontera agrícola.

El pueblo nicaragüense se caracteriza por presentar una interesante y múltiple mezcla étnica y racial. El 80% de la población es mestiza, de ascendencia mixta blanca y amerindia, alrededor del 15% son blancos y el 5% son negros o de naturaleza amerindia. La lengua oficial es el español, pero en las Regiones Autónomas del

Atlántico se conserva las lenguas de origen indígena (sumo, misquito, rama, garífuna, etc.). Debido a la colonización Británica, el inglés se ha integrado con estas lenguas dando lugar al inglés criollo, que es hablado por la gran mayoría de los habitantes de las regiones Atlánticas.

La agricultura es la base de la economía del país. Los principales productos que se exportan son el café, la caña de azúcar y la banana, cultivados principalmente en la Región Pacífica. A su vez, se exporta gran cantidad de algodón, tabaco, maní, y ajonjolí. Entre los otros cultivos, también se encuentra el arroz, el frijol, el maíz y el sorgo, principalmente para consumo interno. Cabe destacar que Nicaragua es uno de los principales países ganaderos de Centroamérica y además se caracteriza por su elevada tasa de producción de madera, de minerales como el oro y la plata y de productos de pesca comercial, como el camarón y la langosta.

A pesar de sus riquezas naturales y su gran variedad de ecosistemas, Nicaragua es uno de los países más pobres de América Latina. Se considera el segundo país más pobre de Centroamérica, después de Haití. Según los últimos reportes de pobreza y desigualdad de Nicaragua, del año 2009 al año 2016, la pobreza general a nivel nacional ha pasado de un 42.5% a un 24.9%. Asimismo, la pobreza extrema ha pasado de un 14.6% a un 6.9% (EMNV, 2016). Sin embargo, la tasa de analfabetismo sigue siendo una de las más grandes del continente y del mundo. En niños mayores de 10 años, la tasa de analfabetismo es del 22%, siendo más elevada en zona rurales que en zonas urbanas. La baja asistencia escolar es una influencia directa del analfabetismo, así como los bajos niveles de educación alcanzados por la población.

La situación se agrava debido a que la población que se encuentra en extrema pobreza vive en condiciones de hacinamiento, en casas o ranchos improvisados con suelos de tierra y con bajo acceso a los servicios básicos. El agua potable a través de tuberías solo abastece al 29.3% de la población (OPS/OMS, 2015a). El 72.5% dispone de letrina y el 26.3% se encuentra sin ningún tipo de servicio sanitario. El servicio eléctrico abastece solo al 55% de la población, siendo en áreas rurales inferior al 40%. Cabe añadir que un 44.1% lleva a cabo la eliminación de desechos a través de ríos, lagos y lagunas, siendo esta una fuente importante de contaminación ambiental del país (RASNIC/GISI, 2010; OPS/OMS, 2015b).

La presente Tesis Doctoral se ha llevado en la zona Atlántica o del Caribe de Nicaragua. A continuación, se expone las diferentes zonas estudiadas, caracterizando cada Región Autónoma y sus respectivos municipios.

1.1.1.- ZONA DE ESTUDIO: REGIÓN AUTÓNOMA DEL ATLÁNTICO NORTE (RAAN)

La Región Autónoma del Atlántico Norte (RAAN), se caracteriza por ser el territorio más extenso de todo el país. Se localiza en la parte noroeste de Nicaragua, limitando al norte con Honduras. Está constituido por una amplia llanura selvática que se extiende desde las montañas y valles de la región Central-norte, hasta su larga costa en el mar Caribe. La costa caribeña de Nicaragua presenta una secuencia de deltas, pantanos, playas y lagunas costeras, que se encuentran principalmente en su estado silvestre. Asimismo, presenta diversos atractivos naturales y culturales como selvas lluviosas, bosques de pinos, playas de arena blanca y antiguas comunidades indígenas que aún conservan su lengua nativa y sus tradiciones.

Se estima que RAAN presenta una población total de 490.390 habitantes (INEC, 2005a), de los cuales el 67.3% reside en áreas rurales. Presenta una superficie total de 33105.90 km², siendo la más grande del país ya que comprende el 26.3% del territorio nacional. La RAAN está constituida por 8 municipios (Figura 4): Puerto Cabezas (Bilwi), Rosita, Siuna, Bonanza, Waslala, Mulukukú, Waspam y Prinzapolka. Estos municipios a su vez se dividen en 411 comunidades rurales que no cuentan con ninguna estructura urbanística. El centro administrativo es Puerto Cabezas.

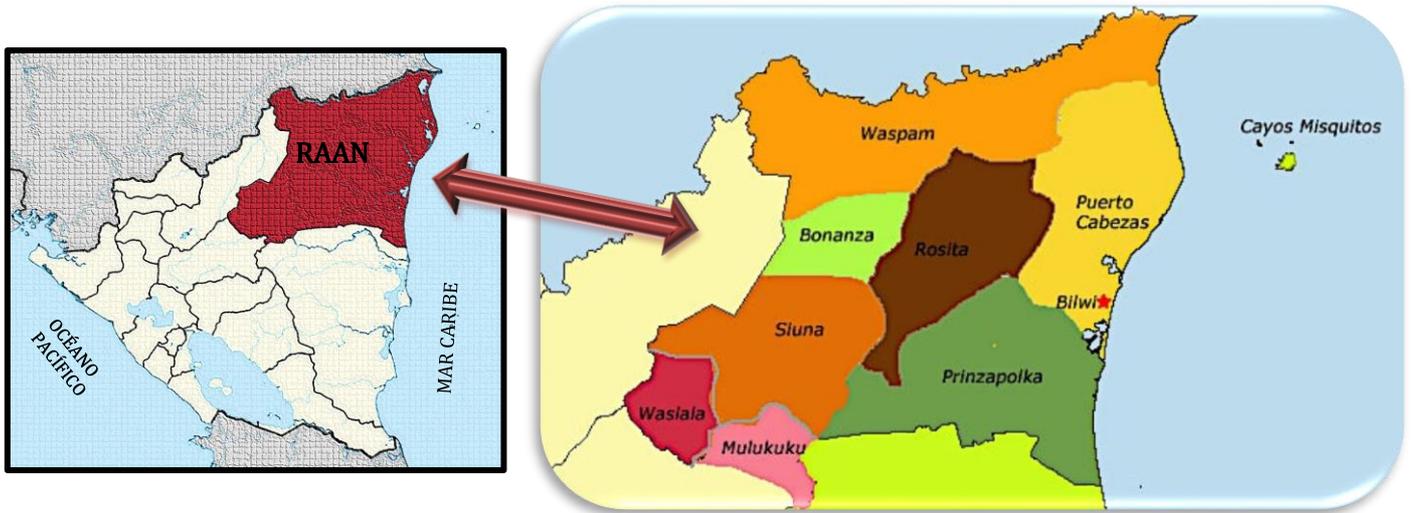


Figura 4. Localización de RAAN y municipios que conforman la RAAN.

El clima predominante en la región es el de selva húmeda tropical, con precipitaciones entre los 2400 y 6000 mm anuales. La temperatura oscila entre los 27°C y 39°C. Dada su posición geográfica, se encuentra sujeta a la acción de desastres naturales, especialmente a la de tormentas tropicales y huracanes que provienen del océano Atlántico y/o mar Caribe. Debido a las características climáticas, RAAN presenta dos estaciones climáticas importantes: el invierno o estación lluviosa, que comprende los meses de mayo hasta enero y el verano o estación seca, que dura desde febrero hasta abril.

En mar abierto, a unos 50 km de Puerto Cabezas o Bilwi, se encuentra uno de los mayores atractivos de la región: los Cayos Misquitos (costa de los Mosquitos). Se trata de un conjunto de más de 70 islas e islotes, donde se aprecian manglares, arrecifes coralinos, bancos de algas y playas de arena blanca y aguas cristalinas. Además, presenta una increíble variedad de especies submarinas y aves acuáticas. La zona ha sido declarada como Reserva Biológica Marina. Otras importantes reservas se pueden visitar en la zona del “triángulo minero”, constituido por los municipios de Siuna, Rosita y Bonanza, donde se extrae el oro para su exportación. En esta zona se encuentra parte de la enorme reserva de la Biosfera de Bosawás, compartida con el Departamento de Jinotega.

Con respecto a las características socio-económicas de la región, el 65% de la población económicamente activa se dedica a las actividades agropecuarias, la pesca y silvicultura. El 8% se ubica en el sector secundario de la economía, (minería, industria y construcción) y el 25% trabaja en el sector terciario (comercio, servicios y transporte). De forma general, aproximadamente 25 comunidades de Puerto Cabezas y 12 comunidades de Prinzapolka basan su economía principalmente en la pesca artesanal e industrial. Las condiciones del suelo es lo que permite que cada municipio tenga su propia base económica de la cual la población se va a beneficiar con ingresos económicos para la subsistencia diaria (INEC, 2005a; FUNICA, 2009).

Nicaragua es un país que padece de inseguridad alimentaria y los municipios de RAAN se encuentran en extrema vulnerabilidad de inseguridad alimentaria y nutricional. Esto se refleja en la elevada proporción de niños desnutridos y que pueden desarrollar en el futuro, un retraso en el crecimiento. Esta situación es una relación directa con los bajos ingresos que la población recibe, ya que no son suficientes para comprar los alimentos básicos y se destina principalmente a la compra de cereales, frutas y verduras. Además, el costo de estos productos es mayor en las Regiones Autónomas debido a la lejanía de estos municipios. Así, las necesidades calóricas recomendadas por la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) son cubiertas con dificultad por los sectores de clase media-alta y se agudiza en los sectores de bajos ingresos, principalmente ubicados en las Regiones Autónomas. La solución a los problemas alimentarios en las comunidades de la costa Atlántica se encuentra relacionado con el control del crecimiento poblacional, en la posibilidad de disponer de bienes alimentarios en las épocas apropiadas, así como en la capacidad de hacer llegar los bienes alimentarios a todos los miembros de las comunidades.

En el ámbito de la salud, cabe resaltar que las instalaciones en este sector son muy pobres, la infraestructura y equipamiento es mínimo, aun en los principales centros urbanos como Bilwi, Siuna y Waspam. La atención medica es limitada como consecuencia de la escasez de médicos, enfermeras, equipos y abastecimiento de medicinas. La mayoría de los pacientes con enfermedades complicadas o graves deben ser trasladados a los hospitales de Managua, donde los enfermos presentan dificultades económicas para recibir la atención y tratamiento necesario. En general, los centros de

salud en todos los municipios, presentan escasez de abastecimiento técnico-material y gran deterioro de su infraestructura. Además, los puestos de salud son inexistentes en la mayoría de las comunidades rurales de RAAN y no tienen acceso a ningún tipo de servicio de salud, por lo que no existe un buen control de las enfermedades y mucho menos una prevención adecuada de las mismas.

En el ámbito educativo, la RAAN en los últimos años ha experimentado avances significativos en el acceso a la educación. Sin embargo, la tasa de analfabetismo en la región es superior a la del resto del país. La dispersión geográfica es un factor limitante del acceso a la educación, siendo el analfabetismo mayoritario en zona rurales y en población femenina. La RAAN cuenta con un Sistema Educativo Autónomo Regional (SEAR), orientado a la formación integral de las mujeres y hombres de los pueblos indígenas y comunidades étnicas. Este modelo educativo está inspirado en los principios de autonomía, interculturalidad, valores y cultura regional y nacional para alcanzar el desarrollo económico social. En las comunidades rurales, el número de infraestructura escolar es baja en relación al número de niños en edad escolar, ya que el 66.7% de los niños en edad escolar no tiene acceso a la educación. Cabe destacar que la educación en la última década ha incrementado su cobertura aunque no en calidad. La ausencia de inversiones y capacidades presupuestarias, no permite una sostenibilidad en la reparación y mantenimiento de la infraestructura educativa, no hay construcción de nuevos centros escolares ni contratación de nuevos profesores para aumentar la cobertura de atención y acceso.

Por otro lado, la vivienda es uno de los grandes problemas sociales que afecta a la población de RAAN. Aunque encuestas recientes sobre las Necesidades Básicas Insatisfechas (NBI) y la Encuesta Continua de Hogares (ECH) (INIDE, 2017b), indican que las condiciones de hacinamiento han disminuido en los últimos años, más del 45% de la población en RAAN demanda una vivienda digna. Esta necesidad afecta en general a todas a las familias de los distintos municipios que se encuentran en condiciones de desempleo. Además, cabe añadir, los desastres naturales que también han contribuido a que muchas familias hayan perdido su hogar. En el área urbana la construcción de viviendas es fundamentalmente de cemento, madera y techos de zinc. En ellas, vive una familia con un promedio de 6 miembros. En el caso del área rural, habitan como promedio de 8 a 10 miembros por vivienda. Los materiales de

construcción característicos de las viviendas rurales son la madera y los techos de zinc. Además, la población más pobre de zona rural construye sus hogares con bambú, techos de paja, y con pisos de madera sobre postes. Estas viviendas son características de la población autóctona. Cabe resaltar que no existe ningún plan regulador urbano en los municipios de RAAN. No hay planes habitacionales lo cual permite la creación de asentamientos espontáneos en zonas insalubres, contaminadas y de alto riesgo de contraer enfermedades infecciosas. Además, tampoco hay control en cuanto a la convivencia con animales domésticos. La población convive libremente con gallinas, cerdos, caballos, entre otros, sin presentar ningún tipo de aislamiento correcto. La presencia de perros y gatos también es muy común.

El suministro de energía eléctrica sigue siendo un problema en toda la costa Atlántica. La mayoría de la red de distribución instalada está deteriorada y se requiere de inversiones en casi todos los municipios para la reposición de maquinarias, equipos y tecnología. En la mayoría de los barrios no se goza del servicio energético. Las zonas rurales no tienen acceso a la energía eléctrica, aunque en los últimos 10 años se han instalado pequeñas plantas generadoras en algunas comunidades de RAAN.

Los municipios de RAAN, únicamente poseen sistema de distribución de agua para consumo humano en el casco urbano. La calidad del agua es controlada a través del sistema de cloración. El servicio de distribución no se brinda de manera regular, sino a través de programaciones según cada sector. Gran parte de la población urbana se abastece de agua a través de pozos excavados manualmente, que a su vez se encuentran expuestos a la contaminación subterránea y superficial. Muchas letrinas se ubican cerca de los pozos, facilitando la contaminación del agua debido a la inadecuada infraestructura de las mismas. En las comunidades rurales la población se abastece de aguas superficiales (ríos, ojos de agua), desconociendo la calidad de las mismas. El agua proporcionada por las lluvias también es aprovechada para uso doméstico. En ninguno de los municipios existe sistemas de alcantarillado y no existe ningún plan integral de manejo, recolección y tratamiento de los desechos. No se cuenta con el transporte adecuado y tampoco existe un fondo o recurso económico asignado para este servicio. Cada municipalidad cuenta con un sistema de carretones para la recolección de desechos sólidos, que se vierten en un vertedero (al aire libre) ubicado generalmente en la entrada de los centros urbanos. Los vertederos carecen de diseño y contaminan el

Material

ambiente circundante, principalmente las vertientes de agua, con todo tipo de desechos (bolsas plásticas, envases plásticos, etc.).

Actualmente los servicios de transporte de carga y pasajeros son limitados. Los servicios brindados por vía terrestre, aérea y acuática son insuficientes, caros y no presentan la mejor calidad, favoreciendo el aislamiento y marginación de las comunidades de RAAN con el resto del territorio nacional. Las carreteras se encuentran en pésimo estado durante casi todo el año, lo cual agudiza el problema de abastecimiento y encarecimiento de los productos.

En la Figura 5 y 6 se expone algunos ejemplos de las condiciones de vida de la población en RAAN.



Figura 5. Condiciones de vida en RAAN. **A):** población objeto de estudio; **B):** área de cocina; **C) y D):** viviendas características de RAAN.

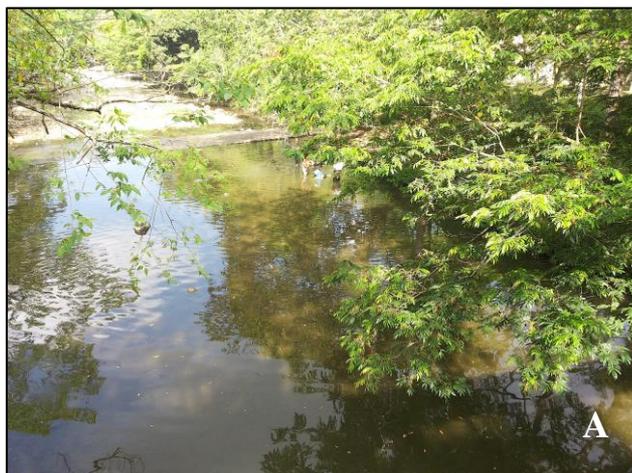


Figura 6. Condiciones de vida en RAAN. A) y B): fuentes de agua para consumo propio; C) y D): eliminación de residuos sólidos; E) y F): medios de transporte.

1.1.1.1.- MUNICIPIO DE PUERTO CABEZAS

A) CARACTERIZACIÓN DE LA ZONA

Como se ha mencionado anteriormente, Puerto Cabezas es un municipio localizado en RAAN. En concreto, el municipio limita al norte con el municipio Waspam, al sur con el municipio Prinzapolka, al este con el mar Caribe y al oeste con los municipios Rosita y Waspam (Figura 7). Se ubica hacia el norte de la franja costera de la región. Presenta una extensión territorial de 5,984.81 km² y cuenta con 74 pueblos indígenas y comunidades étnicas en el área rural y 24 barrios en el área urbana.



Figura 7. Localización de Puerto Cabezas en RAAN.

Se estima que la población total en Puerto Cabezas es de 113.534 habitantes de los cuales el 63% proviene de zonas urbanas y el 37% proviene de zonas rurales. La población miskita se concentra en este municipio, seguida de los mestizos, los creoles y en menor proporción, los sumu o mayangna. Puerto Cabezas cuenta con pueblos y comunidades indígenas que mantienen sus costumbres, creencias, asegurando la identidad cultural. Dentro de las costumbres culturales, cabe destacar el baile King Punaka y el Palo de Mayo, las leyendas de la Liwas Mairin (sirena), el Duhindo (duende) y el Tawalaya (fertilidad materna), ya que son actividades que se celebran a lo largo de todo el año.

El municipio presenta un clima tropical-húmedo clasificado como monzónico, aunque presenta variaciones dependiendo de la altitud. La temperatura presenta un rango de fluctuación entre los 23.9°C a 29.8°C, con un promedio de 26.9°C. Los meses más cálidos son de marzo a mayo. Puerto Cabezas presenta un promedio anual de 3.000 mm de precipitación, siendo julio el mes más lluvioso, alcanzando máximos de 4.574 mm de precipitación, mientras que el clima en abril es el más seco y alcanza un mínimo de 2.388 mm de precipitación. La zona presenta valores de humedad relativa del 83% en el mes de abril y del 90% en el mes de agosto, presentando poca variación anual.

Los principales cultivos de la zona son el maíz, el frijol y el arroz. Además, el municipio cuenta con grandes cultivos de cítricos y caña de azúcar. La actividad agropecuaria es escasa en Puerto Cabezas y la pesca es la principal fuente de ingreso para las familias. El litoral presenta un gran potencial pesquero aunque la falta de infraestructura y capacidad financiera no permite un aprovechamiento óptimo de los recursos pesqueros. Dicha situación ha favorecido la piratería por barcos extranjeros que entran ilegalmente en la plataforma marina de la costa nicaragüense. La situación generada resulta difícil de controlar debido a la poca capacidad que presenta la fuerza naval de Nicaragua.

El sector del comercio es uno de los más importantes para el municipio, principalmente en la ciudad de Puerto Cabezas o Bilwi. Se destaca dentro de las actividades comerciales la hostelería, el comercio textil, las pulperías y misceláneas y la venta de productos plásticos. Además, cabe mencionar que el turismo representa un gran potencial económico para Puerto Cabezas, ya que la ciudad goza de un clima tropical, playas, lagunas y balnearios de agua dulce. Asimismo, presenta zonas de montaña y vistas panorámicas, favoreciendo el eco-turismo. Sin embargo, este potencial no es explotado debido a la falta de políticas económicas que brinden la oportunidad de mejorar las condiciones de infraestructura de la ciudad.

El servicio eléctrico cubre el casco urbano de Puerto Cabezas y algunas comunidades que se ubican en el llano. En otras comunidades del municipio, existen plantas aisladas administradas por la Empresa Nicaragüense de Energía Eléctrica (ENEL). Con respecto al servicio de agua potable, en Puerto Cabezas se encuentra la

Empresa de Acueductos y Alcantarillados Sanitarios (ENACAL), que brinda el servicio a la ciudad de Bilwi, aunque no abarca a la totalidad de la población del casco urbano y menos al sector rural. En la ciudad de Bilwi se encuentra el muelle de Puerto Cabezas, donde cargan y descargan barcos pesqueros, barcos de vela, así como barcos procedentes de Miami y Venezuela, que traen derivados del petróleo y productos de consumo. En las comunidades también se ha invertido en muelles comunales importantes para sus actividades de pesca artesanal y comunicación. El municipio tiene acceso por vía acuática, terrestre y aérea. El 85% de las calles se encuentran revestidas por tierra, arena y tierra fina, lo cual dificulta el drenaje cuando se producen fuertes lluvias; y el 15% restante están asfaltadas. La carretera se encuentra en malas condiciones debido a que no se encuentra pavimentada y las fuertes lluvias la deterioran, dificultando su acceso. Existe una sola red vial de carretera que conecta con el resto de Nicaragua. El acceso aéreo es otra opción para llegar a la ciudad, aunque los vuelos son poco frecuentes y su coste es más elevado que viajar por carretera.

En el área de salud, Puerto Cabezas atiende a un total de 64 comunidades y además de ocho comunidades del municipio Prinzapolka. La población cuenta con un hospital de segundo nivel en la región, un centro de salud ubicado en el casco urbano y 35 puestos de salud distribuidos en el área rural.

En la Figura 8, se expone diferentes fotografías de la población estudiada en Puerto Cabezas. Las imágenes del lado izquierdo corresponden a la Escuela La Pública, mientras que las imágenes de la derecha, correspondientes a la Escuela Fabián Sang Bolaños, reflejan el entorno rural característico de la zona.



Figura 8. Fotografías de la Escuela la Pública (fotos de la izquierda) y Escuela Fabián Sang Bolaños (fotos de la derecha). **A1)** y **B1)**: alrededores de la escuela; **A2)** y **B2)**: patio escolar; **A3)**: contaminación ambiental; **B3)**: pozo escolar.

B) POBLACIÓN ESTUDIADA

La población total estudiada en el municipio de Puerto Cabezas fue de 318 escolares. En dicha región, se analizó dos escuelas dentro del municipio: Escuela La Pública y Escuela Fabián Sang Bolaños. Con respecto al sexo, se analizó un total de 185 niñas y 134 niños. De los 318 niños, 185 pertenecían a zona urbana y 133 a zona rural. El número de escolares estudiados según sexo, rangos de edad establecidos y zona poblacional se presenta en la Tabla 1.

MUNICIPIO PUERTO CABEZAS	
	n (%)
ESCUELA	
LA PÚBLICA	185 (58.2)
FABIÁN SANG BOLAÑOS	133 (41.8)
SEXO	
FEMININO	184 (57.9)
MASCULINO	134 (42.1)
GRUPO DE EDAD	
<1 a 4	12 (3.8)
5 a 9	171 (53.8)
10 a 14	135 (42.5)
ZONA POBLACIONAL	
URBANA	185 (58.2)
RURAL	133 (41.8)
TOTAL ZONA	318 (100)

Tabla 1. Distribución de la población infantil estudiada en el municipio de Puerto Cabezas, en función del sexo, grupo de edad y la población estudiada. (n (%)= número de niños estudiados con su correspondiente porcentaje).

1.1.1.2.- MUNICIPIO DE SIUNA

A) CARACTERIZACIÓN DE LA ZONA

Siuna es uno de los 5 municipios pertenecientes a RAAN que se encuentra aislada de resto del país por la distancia y falta de una carretera en buenas condiciones. El término municipal limita al norte con el municipio Bonanaza; al sur con los municipios Paiwás y Río Blanco; al este con los municipios Rosita, Prinzapolka y La Cruz de Río Grande; y al oeste con Waslala, El Cuá y San José de Bocay (Figura 9). El

municipio presenta una extensión territorial de 5,040 km² y una densidad poblacional de aproximadamente 103.139 habitantes. El 84% de la población pertenece a zona rural mientras que el restante se ubica en zona urbana. El 51.4% de la población es mestiza, el 29% son creoles, existiendo una proporción muy baja de sumu y mayangna. El municipio está conformado por un total de 204 comunidades y 24 barrios en el área urbana. Siuna representa el 30% del total de la población de RAAN.



Figura 9. Localización de Siuna en RAAN.

Siuna se caracteriza por presentar un clima tropical monzónico, con temperatura promedio de 26°C y precipitaciones superiores a 2000 mm anuales. Su clima húmedo y lluvias favorece el cultivo de plantas bulbosas y raíces. El municipio presenta un periodo seco de 2 a 3 meses con lluvias esporádicas. Los meses de máxima precipitación son junio y julio. Dado su clima sub-tropical húmedo, Siuna es uno de los municipios de mayor riqueza forestal de Nicaragua.

Aproximadamente el 51% de la población es económicamente activa. La principal actividad económica la constituye el sector primario agropecuario, destacándose el cultivo de granos básicos como el arroz, frijoles y maíz, también aprovechado para el consumo local. La producción ganadera es la segunda actividad

productiva más importante. La mayor parte del ganado se vende en los mataderos del Pacífico y para el consumo local se aprovecha la carne y la leche.

Desde finales del siglo pasado, Siuna despertó el interés por la explotación de los metales preciosos, en especial el oro, por mineros particulares, artesanales, además de promover la actividad de los comerciantes. El auge industrial por el oro y la plata comenzó a gran escala en la década de los 30 y los 40, mediante empresas extranjeras que se dedicaron a la explotación de metales preciosos. De esta forma, Siuna empezó a estructurarse y a desarrollarse. Sin embargo, con la Revolución Sandinista, el gobierno no tuvo la capacidad económica para sostener la actividad industrial que mantenía al municipio. En la década de los 80, los pocos beneficios que dejó la producción minera se destinaron al Pacífico. En la actualidad, Siuna se desenvuelve entre la pobreza y el desempleo.

La explotación y aprovechamiento de los recursos forestales representa una importante alternativa económica para la generación de empleos y desarrollo del municipio. Sin embargo, el gobierno municipal ha declarado una ley de veda forestal municipal con el fin de proteger y controlar la extracción de madera de forma ilegal, debido a que el territorio se encuentra en un área protegida en la categoría de la Reserva de Biosfera de Bosawás.

En Siuna se provee energía eléctrica a más de 2000 familias, beneficiando a dos comunidades ubicadas sobre la vía de distribución. Sin embargo, en el área rural este servicio es inexistente. En relación a los medios de transporte disponibles, en el caso del triángulo minero (Rosita, Bonanza y Siuna), el servicio de transporte está limitado a una cooperativa que no brinda un buen servicio a la población debido a que son unidades muy deterioradas. La principal vía que conecta Managua con Siuna es mediante una carretera que se encuentra en mal estado. Anteriormente existía el servicio de vuelos aéreos para los tres sitios pero sus pistas se encontraban habitualmente en mal estado por lo que fueron cancelados.

En la Figura 10, se observa algunos ejemplos de las viviendas encontradas en Siuna, tanto en zona urbana como en zona rural. El objetivo de estas imágenes es reflejar las condiciones de vida que presentan las comunidades del municipio.

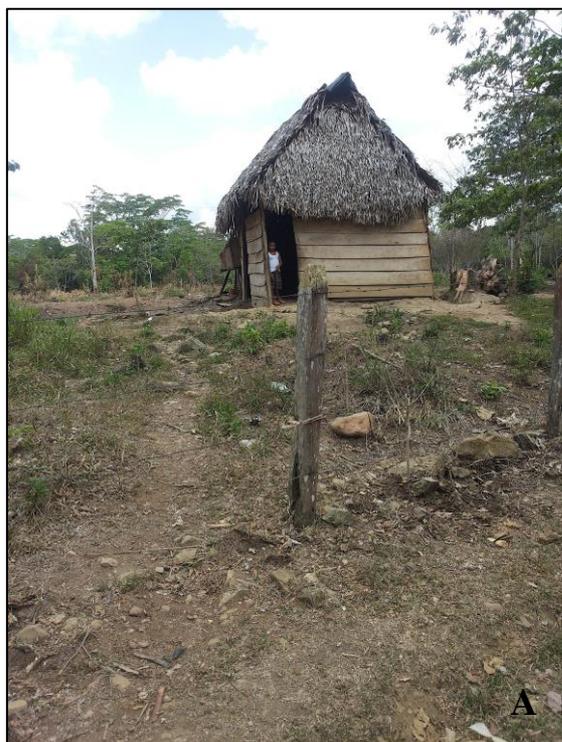


Figura 10. Condiciones de vida en Siuna. **A)** vivienda característica de zona rural; **B)** convivencia con fauna sinantrópica; **C)** centro urbano de Siuna; **D)** vivienda característica de zona rural.

B) POBLACIÓN ESTUDIADA

Se recolectaron muestras de un total de 416 escolares del municipio Siuna. En concreto, se analizó 139 escolares provenientes del Barrio Pedro Joaquín Chamorro, caracterizado por ser de zona urbana. Además, se analizaron escolares de tres comunidades rurales diferentes: comunidad Yahoya, con un total de 85 niños, comunidad Wanny con un total de 91 niños y comunidad Miguel Alvarado, con 101 escolares. Con respecto al género, 209 eran del sexo femenino y 207 del sexo masculino. En la Tabla 2 se refleja el número de escolares estudiados según el sexo, los diferentes grupos de edad establecidos y la zona poblacional.

MUNICIPIO SIUNA	
	n (%)
LOCALIDAD	
B° PEDRO JOAQUÍN CHAMORRO	139 (33.4)
COMUNIDAD YAHOYA	85 (20.4)
COMUNIDAD WANNY	91 (21.9)
COMUNIDAD MIGUEL ALVARADO	101 (24.3)
SEXO	
FEMININO	209 (50.2)
MASCULINO	207 (49.8)
GRUPO DE EDAD	
<1 a 4	123 (29.6)
5 a 9	167 (40.1)
10 a 14	126 (30.3)
ZONA POBLACIONAL	
URBANO	139 (33.4)
RURAL	277 (66.6)
TOTAL ZONA	416 (100)

Tabla 2. Distribución de la población infantil estudiada en el municipio de Siuna, en función del sexo, grupo de edad y la población estudiada. (n (%)= número de niños estudiados con su correspondiente porcentaje).

1.1.1.3.- TOTAL DEL MATERIAL ANALIZADO EN RAAN

En la Tabla 3 se recoge el total de muestras estudiadas en RAAN según las localidades estudiadas, en función del sexo, grupo de edad y la zona poblacional.

		RAAN		
		MUNICIPIO	MUNICIPIO	
		PUERTO CABEZAS	SIUNA	TOTAL RAAN
		N (%)	N (%)	N (%)
SEXO	FEMENINO	184 (57.9)	209 (50.2)	393 (53.5)
	MASCULINO	134 (42.1)	207 (49.8)	341 (46.5)
GRUPO DE EDAD	<1 a 4	12 (3.8)	123 (29.6)	135 (18.4)
	5 a 9	171 (53.8)	167 (40.1)	338 (46.0)
	10 a 14	135 (42.5)	126 (30.3)	261 (35.6)
ZONA	URBANO	185 (58.2)	139 (33.4)	324 (44.1)
	RURAL	133 (41.8)	277 (66.6)	410 (55.9)
TOTAL		318 (100)	416 (100)	734 (100)

Tabla 3. Distribución de la población infantil en RAAN en función del sexo, grupo de edad establecido por la OMS y la población estudiada. (N (%)= número de niños estudiados con su correspondiente porcentaje).

1.1.2.- ZONA DE ESTUDIO: REGIÓN AUTÓNOMA DEL ATLÁNTICO SUR (RAAS)

La segunda zona estudiada ha sido la Región Autónoma del Atlántico Sur (RAAS). Se encuentra situada en la parte sureste de Nicaragua, limitando al norte con RAAN; al sur con el Departamento de Río San Juan, al este con el océano Atlántico, y al oeste con los Departamentos Río de San Juan, Chontales, Boaco y Matagalpa. La Región se caracteriza por presentar una topografía plana, ocupando la planicie del Caribe (Figura 11). En la extensa llanura que se extiende desde las serranías del sur del país hasta la costa del Caribe, se encuentran playas de arena fina, pantanos y humedales. Sus cumbres más notables son el cerro Chiripa y el cerro Silva con 718 y 635 metros sobre el nivel del mar, respectivamente. Dentro de los atractivos naturales que presenta RAAS, Corn Island es el más popular e importante de todo el Caribe a nivel nacional, ubicada en mar abierto cerca de la ciudad de Bluefields. Son dos islas vecinas (Big Island y Little Island), caracterizadas por presentar diversas playas paradisíacas de arena blanca, arrecifes coralinos, además de conservar su cultura tradicional. Existen muchos sitios de interés en esta zona caribeña del país, y entre ellos destacan los pueblos de cultura ganadera de Nueva Guinea, el balneario Marshall Point, el faro de El Bluff y el monumento El Alma del Mundo. También forma parte de la Región, la Reserva Biosfera Indio-Maíz, compartida con el río San Juan. Es considerada una de las reservas naturales mejor preservadas de Nicaragua.

Según las estimaciones del INIDE (2017b), RAAS presenta una población aproximada de 390.670 habitantes, de la cual el 57.7% reside en localidad rural. Su extensión territorial es de aproximadamente 27,407 km², siendo el segundo Departamento más grande del país. Administrativamente RAAS se divide en 12 municipios (Figura 11): Kukra Hill, Laguna de Perlas, Desembocadura de La Cruz de Río Grande, La Cruz de Río Grande, Paiwás, El Rama, El Tortuguero, El Ayote, Muelle de los Bueyes, Nueva Guinea, Bluefields y Corn Island. Presenta su sede administrativa en el municipio Bluefields.

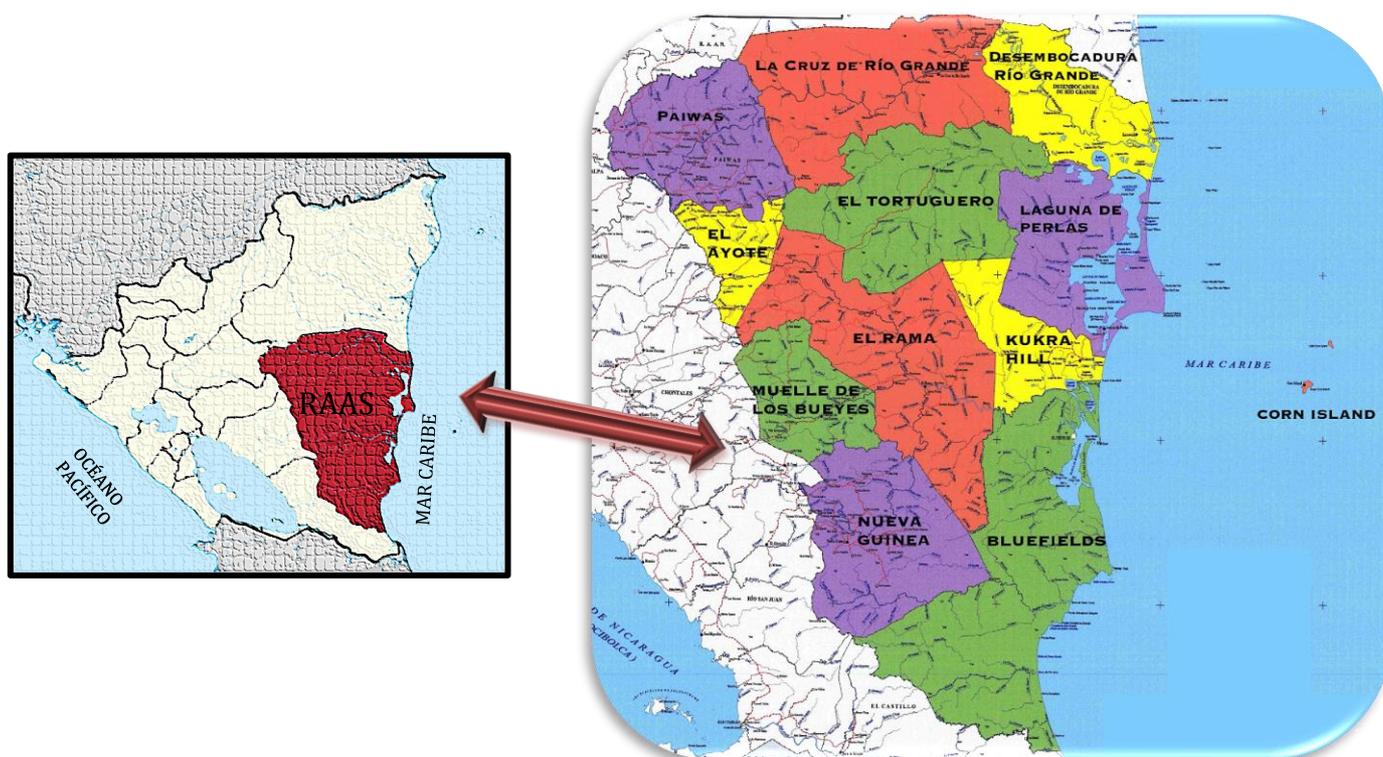


Figura 11. Localización de RAAS y municipios que componen RAAS.

Al presentar una extensa y baja planicie costera, RAAS es atravesada por caudalosos ríos que desembocan en el mar Caribe. Recibe un flujo de humedad del Caribe durante 9 meses al año, convirtiéndola en la región más lluviosa del país. El clima en RAAS se clasifica como cálido-templado con una temperatura media anual de 8.1°C. Enero es el mes más frío del año y en julio la temperatura promedio es de 17.9°C.

La mayoría de la población económicamente activa (44.1%), se dedica a la principal actividad económica de la región, la pesca artesanal, y en menor medida, al cultivo de tubérculos, cocos, naranjas y bananas, entre otros. El 63.2% se dedica al sector primario mientras que el 8.1% se dedica al sector secundario (minería y construcción). Sin embargo, en los últimos años las cifras en el sector terciario (comercio y transporte) han incrementado ligeramente, con un porcentaje de 27.7%. A pesar de ello, las condiciones socio-económicas en la población de RAAS continúan siendo vulnerables debido a la falta de fuentes de trabajo (INEC, 2005b). Como se ha mencionado anteriormente, la actividad más fuerte es la pesca artesanal, pero esta no genera las ganancias necesarias para el sustento diario. La producción de granos y tubérculos se utiliza para el consumo familiar y en menor proporción para la comercialización, por lo que tampoco genera empleo. Por otro lado, se ha identificado una falta de control y regulación del uso racional de los recursos naturales. La sobreexplotación de recursos marinos está poniendo en vía de extinción algunas especies de interés económico y social.

Los fenómenos naturales de origen meteorológico en RAAS, representan una amenaza real sobre la población, influyendo de forma negativa en el desarrollo de la Región. Además, se debe sumar la degradación ambiental provocada por la actividad del ser humano, que contribuye al aceleramiento e incremento del riesgo a las inundaciones e inestabilidad de los suelos.

RAAS presenta la tasa de analfabetismo (35.8%) más elevada del país en la población de más de 10 años. El menor nivel de analfabetismo lo presenta Corn Island, seguido de Bluefields y Laguna de Perlas, y la tasa más alta la tiene el municipio El Tortuguero. A su vez, se observan diferencias significativas en estas tasas entre la población urbana y rural, llegando a ser 6 veces más elevada la tasa de analfabetismo en zona rural que urbana, como es el caso de Laguna de Perlas. En Bluefields, la tasa es 4 veces superior en zona rural. A pesar de que en los últimos 10 años estas cifras han mejorado, el cambio se ha observado sobre todo en el ámbito urbano. El porcentaje de asistencia escolar en las comunidades rurales sigue siendo uno de los más bajos del país. La cobertura del sistema educativo y su alcance en cada municipio es diferente lo cual se relaciona con la tasa de analfabetismo. Además, existe el riesgo de que la población

que termina su formación en primaria, luego no tendrá acceso a una enseñanza superior, convirtiéndose en una población potencialmente analfabeta.

En relación a las condiciones de vivienda en RAAS, el 58% de los hogares dispone de letrinas y un 32.9% no dispone de ningún servicio higiénico en sus hogares. En zonas rurales, el 50.7% no cuenta con servicio higiénico. Bluefields y Corn Island son los municipios con los mayores porcentajes de inodoro conectado a sumidero o pozo séptico, mientras que ningún municipio de la región presenta inodoro conectado a tubería de aguas negras. En la región no existe servicio de recolección de aguas residuales ni drenaje pluvial; las aguas grises no reciben tratamiento y corren libres hasta ser absorbidas por el suelo o forman charcos. Las comunidades tampoco cuentan con sistema de recolección de basura. Por lo general, la población urbana recurre a la quema de restos como método de eliminación de sólidos, mientras que en zona rural, la principal forma de eliminar los desechos es arrojando la basura en los afluentes de agua, contaminando los recursos pesqueros.

Las fuentes principales de agua son pozos privados o comunales, ríos, lagunas y agua de lluvia. El abastecimiento de agua sigue siendo un problema a mejorar en RAAS, sobre todo en zona rural. El 15% de la población presenta tubería dentro de la vivienda, el 32.3% obtiene el agua de pozo y el 36.5% la obtiene de ríos o manantiales. Con respecto a la cobertura eléctrica, el 35.1% dispone de luz eléctrica en sus hogares mientras que el 46.9% utiliza gas de queroseno. Esta última, es la forma de alumbrado más utilizada en las comunidades rurales. La cobertura eléctrica en la población urbana es del 77.9% y de tan solo 6.8% en la población rural (INIDE, 2017b).

En la Figura 12, se observa algunos ejemplos de los distintos panoramas de la Región Autónoma del Atlántico Sur.



Figura 12. Características de RAAS. **A)** y **B)**: servicios de transporte en RAAS; **C)**: población objeto de estudio; **D)** y **E)**: paisajes característicos de RAAS.

1.1.2.1.- MUNICIPIO LAGUNA DE PERLAS

A) CARACTERIZACIÓN DE LA ZONA

Laguna de Perlas (Pearl Lagoon) es una de las lagunas de agua dulce más grandes de Nicaragua y de América. Es una municipalidad de RAAS que limita al norte con los municipios Desembocadura de Río Grande y El Tortuguero, al sur con el municipio Kukra Hill, al este con el mar Caribe; y al oeste con los municipios El Tortuguero y Kukra Hill (Figura 13). Se comunica de forma natural con el mar Caribe en su extremo sureste, a través del punto conocido como La Barra, localizado frente a la cabecera municipal. En esta zona existen numerosos islotes producidos por el dragado de La Laguna y se encuentra cubierto de vegetación, que sirve de refugio a diversas especies de aves marinas. Por su extremo norte, La Laguna es irrigada por las lagunas Sunnie y Little Sunnie, que llegan a ella a través del río Kurinwás y la Laguna Top Lock. El río Grande de Matagalpa se une a esta última de forma artificial por el canal Top Lock, sistema que permite la comunicación con el mar a través de este río. En el extremo sur, Laguna de Perlas se une artificialmente con el río Kukra a través del canal Moncada, ruta por la cual se navega hasta Bluefields, pasando por Big Lagoon, el río Escondido y la bahía de Bluefields. En el trayecto se observa la presencia de lagunetas, pantanos, manglares, incluyendo Pinewood Lagoon.

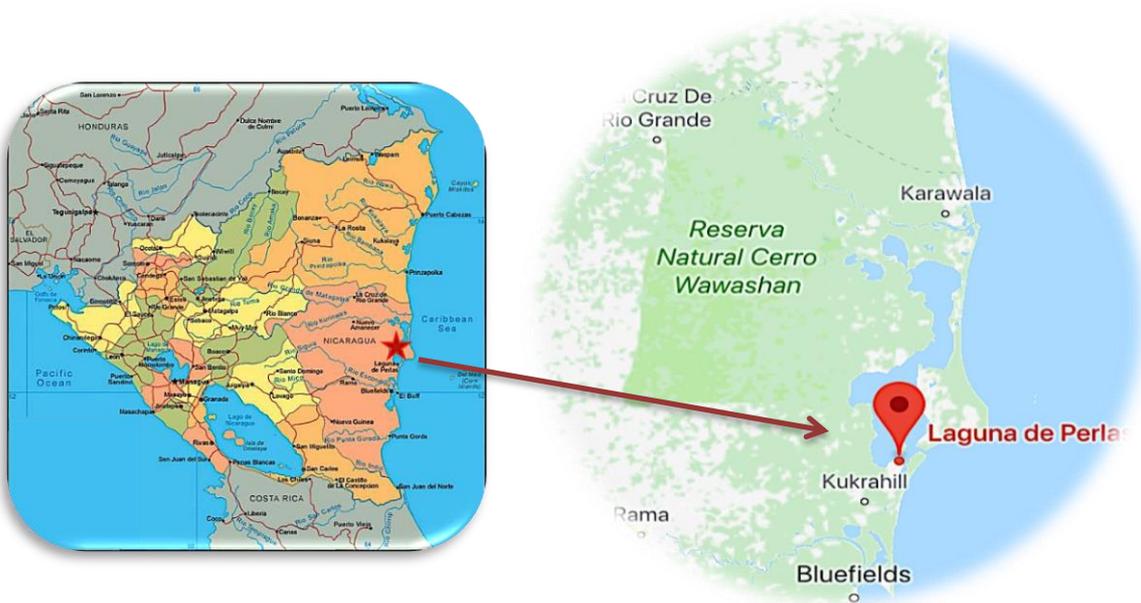


Figura 13. Localización de Laguna de Perlas.

La ciudad más importante de la zona posee el mismo nombre del municipio, tratándose de Laguna de Perlas. El municipio presenta una extensión territorial de 3,876 km², con una población total de 16.949 habitantes. El 53% de la población reside en zona urbana mientras que el 47% reside en localidades rurales. La cabecera municipal se divide en 4 barrios urbanos y 16 comunidades rurales. El pueblo Laguna de Perlas se encuentra localizado en las costas de La Laguna. Económicamente y políticamente conforma el área más importante de la región. Es un pueblo pequeño y tranquilo, habitado en su mayoría por creoles, aunque se pueden encontrar misquitos y otros grupos étnicos. A pesar de ser el pueblo más importante, Laguna de Perlas no ofrece muchas actividades para turistas. Los atractivos más interesantes se encuentran en los alrededores. De hecho, uno de los mayores atractivos son los Cayos Perla, también conocidos como las joyas del Caribe. Son un grupo de 14 islas pequeñas ubicadas a 35 km de Laguna de Perlas. Estas islas se caracterizan por ser de arena blanca, agua turquesa, y se encuentran rodeadas de palmeras. Además, en ellas se pueden encontrar las tortugas Carey, actualmente en vía de extinción. También se puede apreciar otro tipo de paisaje en el poblado Awas, ubicado cerca de la costa de Laguna de Perlas. En esta localidad se puede explorar el hermoso terreno de sabana característico del pueblo. Se puede disfrutar de otras actividades como visitar la Reserva Natural de Wawashang; dar un paseo en barco artesanal por el río Isic Creek y el río Tuba Creek; y disfrutar del balneario de Marshall Point.

El clima de Laguna de Perlas es clasificado como de selva tropical. Es el más húmedo de Nicaragua y se registran valores máximos de precipitación anual de 4000 mm. Las temperaturas máximas no superan los 37°C y la temperatura media del mes más frío es superior a los 18°C.

En Laguna de Perlas el nivel de pobreza es de 64%. El 34.5% de la población es económicamente activa. La mayoría de la población (72.3%) obtiene ingresos de la agricultura y el 18.8% la obtiene del comercio. La tasa de analfabetismo es una de las más elevadas en RAAS, en especial en la zona rural. La población infantil tiene acceso a la educación primaria y secundaria. La tasa de asistencia escolar es especialmente baja en zona rural (34.4%).

Casi todo el transporte de la zona se realiza en bote, aunque desde el 2007 Laguna de Perlas es accesible también por tierra. Existe una carretera que va desde El Rama hasta Kukra Hill, la cual continua hasta el pueblo principal. El municipio no tiene cobertura de servicios aéreos, sin embargo, utiliza la comunicación aérea de Bluefields sobre todo para el transporte de pasajeros, por su rapidez y comodidad.

El servicio de energía eléctrica en Laguna de Perlas es proveído por la ENEL, dado que el municipio no se encuentra integrado en el sistema interconectado nacional. El 39.7% de la población recibe luz eléctrica, siendo mayoritaria en la zona urbana. En la actualidad solo hay energía en 4 de las 16 comunidades rurales y únicamente la cabecera municipal presenta alumbrado público en las calles principales.

El 62% de la población en las comunidades se abastece de agua para consumo mediante pozos individuales y colectivos. El 23% obtiene el agua de ríos o manantiales y ninguna casa presenta tubería dentro de la vivienda. Las autoridades locales del MINSA distribuyen cloro para potabilizar el agua de consumo humano. Sin embargo, las autoridades médicas municipales consideran que la efectividad de esta medida es limitada debido a la falta de costumbre y consciencia de la población tanto indígena como mestiza. El municipio no cuenta con sistemas de alcantarillado sanitario ni drenaje pluvial. El 32.9% de la población no presenta ningún tipo de servicio higiénico y el 57.4% cuenta con el servicio de letrinas en sus hogares.

Laguna de Perlas cuenta con 8 instalaciones sanitarias del MINSA de diferente nivel. En Laguna de Perlas hay un centro de salud y dos puestos de salud. Además, hay 5 puestos de salud en las comunidades de Orinico, Haulover, Marshall, Pueblo Nuevo y Kakabila. Sin embargo, toda esta infraestructura se ubica en la cuenca de La Laguna por lo que no se atiende a la población que vive a lo largo de los ríos, en el interior del municipio. Dichas instalaciones de salud no tienen la capacidad para dar atención especializada ni de hospitalización, por lo que la población debe trasladarse hasta Bluefields, lo que conlleva elevados costes que la mayoría no se puede permitir.

En la Figura 14 se expone algunas fotografías realizadas en el municipio Laguna de Perlas. En ellas se aprecia las condiciones de vida de la población objeto de estudio.



Figura 14. Condiciones de vida Laguna de Perlas. **A):** vivienda característica de zona urbana; **B):** vivienda característica de zona rural; **C):** carretera en condiciones de lluvia; **D):** letrina escolar.

B) POBLACIÓN ESTUDIADA

En Laguna de Perlas se estudiaron escolares de tres escuelas diferentes, como se observa en la Tabla 4. En total se analizaron muestras de 425 escolares. De la Escuela Excelencia Académica se obtuvieron 148 muestras y del Instituto Perlas, un total de 80 muestras. Ambas escuelas pertenecen a la zona urbana del municipio. Del Instituto Haulover se recogieron 197 muestras. Este instituto pertenece a una de las comunidades rurales de Laguna de Perlas, la comunidad Haulover. En total se analizaron 249 niñas y 176 niños. En la Tabla 4 se presenta el número de niños estudiados por sexo, grupo de edad establecido y zona poblacional.

MUNICIPIO LAGUNA DE PERLAS	
	n (%)
LOCALIDAD	
ESCUELA EXCELENCIA ACADÉMICA	148 (34.8)
INSTITUTO PERLAS	80 (18.8)
INSTITUTO HAULOVER	197 (46.49)
SEXO	
FEMININO	249 (58.6)
MASCULINO	176 (41.4)
GRUPO DE EDAD	
<1 a 4	14 (3.3)
5 a 9	183 (43.1)
10 a 14	228 (53.6)
ZONA POBLACIONAL	
URBANO	228 (53.6)
RURAL	197 (46.4)
TOTAL ZONA	425 (100)

Tabla 4. Distribución de la población infantil estudiada en el municipio de Laguna de Perlas, en función del, sexo, grupo de edad y la población estudiada. (n (%)= número de niños estudiados con su correspondiente porcentaje).

1.1.2.2.- MUNICIPIO DE BLUEFIELDS

A) CARACTERIZACIÓN DE LA ZONA

Bluefields es la cabecera de RAAS, siendo la sede administrativa del gobierno regional autónomo de la costa Caribe sur en Nicaragua. La cabecera municipal limita al norte con el municipio Kukra Hill; al sur con los municipios San Juan del Norte y El Castillo; al este con el mar Caribe; y al oeste con los municipios Nueva Guinea y El Rama (Figura 15). El total de habitantes de Bluefields es de aproximadamente 56.272 personas con una proporción urbana-rural de 90%-10%. La población rural habita en las comunidades de Rama Cay, Dokuno, Tursuani, Río Kama, Mahagony, Barcelona, Kukra River, Caño Negro y El Bluff. Según el índice de Necesidades Básicas Insatisfechas (NBI), el 63.1% de la población de Bluefields vive en pobreza extrema y el 33.1% en condiciones de pobreza. Con respecto a los grupos étnicos, en Bluefields habitan 6 grupos. La mayoría son mestizos que descienden de las etnias rama, misquito, creole, ulwas, y garífunas; y la mayoría de la población habla el inglés criollo, aunque también se habla español e inglés. El clima en Bluefields es tropical, con precipitaciones

durante todo el año. Incluso en el mes más seco tiene precipitaciones elevadas. La temperatura media anual es de 25.6°C.



Figura 15. Localización de Bluefields en RAAS.

Desde el punto de vista urbanístico, Bluefields carece de urbanización apropiada. Las casas se organizan de forma dispersa y sin un diseño común, aunque todavía posee vistosas casa de madera de diseño victoriano, así como edificios antiguos. El casco urbano está compuesto por 30 barrios entre los que destacan Old Bank y Cotton Tree por su antigüedad. El municipio posee una zona comercial muy completa. En ella se encuentra el mercado municipal Teodoro Martínez, donde además se toman “las pangas” (o barcas) para ir a El Bluff y comprar marisco a precio favorable. De igual forma se pueden encontrar tiendas, restaurantes, hoteles y bares. La ciudad cuenta con 3 puestos de salud, un hospital regional, 16 colegios privados, 5 centros de educación media y 2 universidades.

Bluefields es una ciudad porteña relativamente pequeña, con una extensión territorial de 4774.75 km². Existen varios sitios atractivos en la misma, como la Isla del Padre, el Parque de Reyes, el faro de El Bluff y la comunidad de Rama Cay. En la ciudad también se puede visitar el Centro de Investigación y Documentación de la Costa Atlántica (BICU-CIDCA). En él, se pueden consultar textos de historia, cultura, biología marina, entre otros, específicamente ligados a la costa Atlántica.

Una de las festividades más famosas y atractivas de Bluefields es El Palo de Mayo. Esta festividad cultural nace de la costumbre británica de festejar la llegada de la primavera durante el primer día de mayo, mes en que inicia la época lluviosa en Nicaragua. El Palo de Mayo se festeja durante todo el mes, con bailes y ritmos musicales de origen africano en cada uno de los barrios de la ciudad.

En Bluefields, el 39.8% de la población es económicamente activa. El 23.9% se dedica a la ganadería y silvicultura, el 16% a la minería y construcción y el 57.9% obtiene sus ingresos económicos a través del comercio y otros servicios. Es uno de los municipios en RAAS que presenta un porcentaje importante en la rama del comercio en general. Este sector se encuentra en constante aumento por la inserción de los trabajadores a este tipo de actividad.

La luz eléctrica abastece al 80.4% de la población en Bluefields, aunque solo favorece a la población urbana (92%). Las comunidades rurales (75.4%) se abastecen con gas de queroseno. La mayoría de la población obtiene el agua para consumo de pozo y la minoría la obtiene de ríos y manantiales. La cobertura de agua por tubería es del 5% y este servicio solo beneficia a la población urbana. La mayoría de las viviendas en el sector urbano presentan letrinas en sus hogares aunque el 55.5% de la población rural no tiene ningún tipo de servicio higiénico, por lo que se recurre a la eliminación de excretas al aire libre, favoreciendo la contaminación ambiental y la transmisión de enfermedades.

La población infantil tiene acceso a la educación primaria y secundaria. Aunque la tasa de analfabetismo ha disminuido en los últimos años, las comunidades rurales de Bluefields presentan un porcentaje de analfabetismo importante (51.2%). La baja tasa de asistencia escolar (28%) en estas comunidades influye directamente en este porcentaje.

Al municipio Bluefields se puede llegar desde Managua por vía terrestre y por vía aérea. Como se ha mencionado anteriormente, la carretera no se encuentra en su mejor estado, aunque es la forma más económica de llegar a Bluefields. Los buses salen diariamente desde el mercado Mayoreo de Managua y tiene como destino final El

Rama. Desde ahí se debe coger una panga, que navega por las aguas del río Escondido hacia la ciudad de Bluefields.

El puerto El Bluff se encuentra ubicado dentro de la bahía de Bluefields, en la desembocadura del río Escondido, a 11 km de la ciudad. Durante muchos años El Bluff fue el puerto principal de Bluefields y fue un importante centro de procesamiento de toda clase de mariscos, especialmente la langosta. Como en la mayoría de la región Atlántica, la pesca artesanal es utilizada por la mayoría de la población nativa como fuente de ingresos. El puerto mantenía un intenso movimiento de carga, con empresas trabajando a toda capacidad, explotando los recursos naturales de El Bluff. Sin embargo, cuando las empresas Oceanic y La Gulf cerraron en el año 2000, provocaron la mayor crisis económica en la historia de este poblado costero. En estas empresas trabajaban casi todas las mujeres de El Bluff, por lo que el movimiento económico de la población era intenso y fluido, de tal forma que la pobreza se apreciaba menos. Además, cabe añadir que los pobladores de El Bluff acusan a los de Bluefields de mantenerlos marginados y por esta razón sienten que ya es hora de “independizarse” de Bluefields y convertirse en un municipio más de RAAS. La mayoría de sus habitantes se dedica a la venta ambulante, a cargar sacos en los muelles de Bluefields y sobreviven de la ayuda de la población.

Las imágenes en la Figura 16 ilustran algunos ejemplos de las condiciones de vida que presenta la población en Bluefields.



Figura 16. Condiciones de vida en Bluefields. **A):** vivienda en zona rural; **B):** vivienda en zona urbana; **C):** pangas utilizadas como medio de transporte; **D):** pozos de agua .

B) POBLACIÓN ESTUDIADA

En el municipio de Bluefields se recogieron muestras de un total de 372 escolares de tres lugares diferentes. En el Barrio 19 de Julio se recolectaron muestras de 148 escolares y 115 del Barrio Pancasán. Ambas localidades se ubican en la zona urbana de Bluefields. Además, se analizaron 109 muestras provenientes de una comunidad rural en El Bluff. En cuanto al sexo, se analizaron 182 niñas y 190 niños. En cuanto a los grupos de edad, en la Tabla 4 se observa el número de niños estudiados para cada rango de edad establecido.

MUNICIPIO BLUEFIELDS	
	n (%)
LOCALIDAD	
B° 19 DE JULIO	148 (39.8)
B° PANCASÁN	115 (30.9)
EL BLUFF	109 (29.3)
SEXO	
FEMININO	182 (48.9)
MASCULINO	190 (51.1)
GRUPO DE EDAD	
<1 a 4	89 (23.9)
5 a 9	163 (43.8)
10 a 14	120 (32.3)
ZONA POBLACIONAL	
URBANO	263 (70.7)
RURAL	109 (29.3)
TOTAL ZONA	372 (100)

Tabla 5. Distribución de la población infantil estudiada en el municipio de Bluefields, en función del sexo, grupo de edad y la población estudiada. (n (%)= número de niños estudiados con su correspondiente porcentaje).

1.1.2.3.- MUNICIPIO DE CORN ISLAND

A) CARACTERIZACIÓN DE LA ZONA

Las Islas del Maíz, o Corn Island, constituye uno de los 12 municipios de RAAS. Está conformada por dos islas conjuntas: Big y Little Corn Island. Se encuentran a una distancia de 70 km al este, frente a la costa caribeña de Nicaragua (Figura 17). Corn Island se conoce como el paraíso caribeño de Nicaragua, gracias a sus playas de arena blanca con aguas de color turquesa y sus bosques cocoteros. Posee una superficie total de 12,9 km² aproximadamente. Presenta una densidad poblacional de 7.523 habitantes aproximadamente. En primer lugar se encuentra Big Corn Island, con una extensión territorial de 10 km² y su población se divide en 5 barrios: Brig Bay, North End, Sally Peachie, South End y La Loma. Presenta su capital administrativa en Brig Bay. Hacia el norte, se encuentra la isla pequeña de Little Corn Island, menos poblada y mucho más tranquila. La mayoría de la población es creole, seguida de misquitos y en menor proporción mestizos. La lengua oficial es el español, aunque también se habla el inglés criollo.

Material

El clima corresponde a la clasificación de bosque muy húmedo y tropical, con una humedad relativa promedio anual del 80%. Se registran precipitaciones anuales hasta de 4000 mm entre los meses de junio y agosto. La temperatura promedio anual oscila entre 24.5°C (enero) y 27°C (mayo).

El municipio contiene una diversidad de ecosistemas marinos y costeros entre los que se puede mencionar arrecifes coralinos, pastos marinos, bosque húmedo tropical y una diversidad de especies tanto marina como terrestre. Las islas son lugares perfectos para practicar deportes de aventura como bucear o pescar en alta mar. Aunque la infraestructura turística está por extenderse, ambas islas cuentan con servicios de hoteles y restaurantes.



Figura 17. Localización de Corn Island en Nicaragua y subdivisión de la isla Big Corn Island en sus respectivos Barrios.

Big Corn Island es accesible por vía marítima y por vía aérea. Se caracteriza por presentar casas del estilo caribeño extendidas por todo su territorio, aunque también existen comunidades pequeñas. Existen carreteras pavimentadas por casi toda la isla aunque también presenta caminos de tierra, únicamente accesible en moto o a pie. A pesar de que la isla presenta en su mayoría terreno plano, también cuenta con varios puntos elevados, muchos de ellos deshabitados y cubiertos por bosques. Algunos de estos cerros se pueden explorar como es el caso de Mount Pleasant, el pico más elevado

de la isla. Uno de los puntos más representativos de Big Corn Island es el monumento El Alma del Mundo, que representa un descubrimiento astrológico a nivel mundial, ya que este sitio es uno de los 8 puntos cardinales que conectan el globo terráqueo.

Little Corn Island, llamada popularmente La Islita, se ubica al noroeste de Big Corn Island a una distancia de 15 km aproximadamente. La Islita presenta una superficie de tan solo 2,9 km². No presenta ninguna carretera. El servicio de electricidad solo abastece durante unas horas al día y casi toda la isla se encuentra cubierta por bosques. La única forma de llegar a La Islita es mediante una panga que sale de Big Corn Island dos veces al día y que llega de una isla a otra en 40 minutos.

El diferente desarrollo económico de los municipios queda reflejado en la estructura porcentual de los sectores económicos. El 37% de la población se encuentra económicamente activa. El 32% se dedica al sector primario (agropecuario y pesca), el 14.7% se dedica al sector secundario (minería, industria y construcción) y un 52.7% se dedica al sector terciario (comercio y transporte).

El servicio de energía eléctrica es accesible al 84.7% de la población aunque es proporcionada con un promedio de ocho horas. La red de distribución de agua potable se encuentra bajo la administración de la Empresa Municipal de Agua de Corn Island (EMACI). El servicio de agua beneficia a los 6 sectores del municipio incluyendo infraestructuras turísticas y las plantas industriales pesqueras. El 36.6% de la población obtiene el agua de consumo mediante pozos y un 30.5% de las viviendas presenta tuberías dentro de sus hogares. El servicio de alcantarillado es inexistente en la isla, el 70.8% de las viviendas dispone de letrinas y el 24% presenta inodoro conectado a un sumidero o pozo séptico. La recolección de residuos sólidos lo realiza la municipalidad, aunque este servicio solo se brinda a algunos sectores de la isla, por lo que el resto de la población recurre a la quema de restos sólidos. El municipio Corn Island cuenta con un hospital localizado en Brig Bay y con un puesto de salud en La Islita. La tasa de analfabetismo en Corn Island es la más baja de la región. El sistema educativo público está a cargo del Ministerio de Educación, aunque también existen centros privados y otros bajo la responsabilidad de la iglesia morava. En el municipio existen 11 centros educativos, los cuales cubren los niveles de preescolar, primaria y secundaria. La tasa de asistencia escolar en Corn Island es del 50%.

En la Figura 18, se expone algunas de las fotografías realizadas durante la excursión a Corn Island.



Figura 18. Condiciones de vida en Corn Island. **A):** población objeto de estudio; **B):** playa característica de la isla; **C)** y **D):** ejemplos de viviendas encontradas en Corn Island.

B) POBLACIÓN ESTUDIADA

La particularidad que presenta Corn Island con respecto a su población es que no se puede diferenciar la población urbana de la población rural. Por lo tanto, para llevar a cabo el estudio, la isla se ha dividido entre la “zona oeste” y la “zona este”. Las localidades pertenecientes a la “zona oeste” se han clasificado como la zona más urbana de la isla, debido a las características observadas. Sin embargo, la “zona este” se ha considerado como la zona más rural del archipiélago. En la Figura 19 se observa la distribución geográfica de las localidades incluidas en el estudio. Las localidades

pertenecientes a la “zona oeste” fueron las siguientes: Rigoberto Cabezas, Padre Camilo Doerfler y Nubia Rigby. Las localidades San Santiago Episcopal, Olive Brown y La Islita fueron agrupadas en la “zona este”. El número de escolares estudiados para cada localidad está reflejado en la Tabla 6. En total se analizaron 347 muestras de escolares, 185 fueron niñas y 162 niños. En la “zona oeste” se analizó un total de 197 escolares y 150 escolares de la “zona este”. El número de niños estudiados en función del grupo de edad se expone en la Tabla 6.

MUNICIPIO CORN ISLAND	
	n (%)
LOCALIDAD	
RIGOBERTO CABEZAS	104 (30)
PADRE CAMILO DOERFLER	31 (8.9)
NUBIA RIGBY	62 (17.9)
SAN SANTIAGO EPISCOPAL	39 (11.2)
OLIVE BROWN	31 (8.9)
LA ISLITA	80 (23.1)
SEXO	
FEMININO	185 (53.3)
MASCULINO	162 (46.7)
GRUPO DE EDAD	
<1 a 4	29 (8.4)
5 a 9	180 (51.9)
10 a 14	138 (39.8)
ZONA POBLACIONAL	
“ZONA OESTE”	197 (56.8)
“ZONA ESTE”	150 (43.2)
TOTAL ZONA	347 (100)

Tabla 6. Distribución de la población infantil estudiada en el municipio de Corn Island, en función del sexo, grupo de edad y la población estudiada. (n(%))= número de niños estudiados con su correspondiente porcentaje).

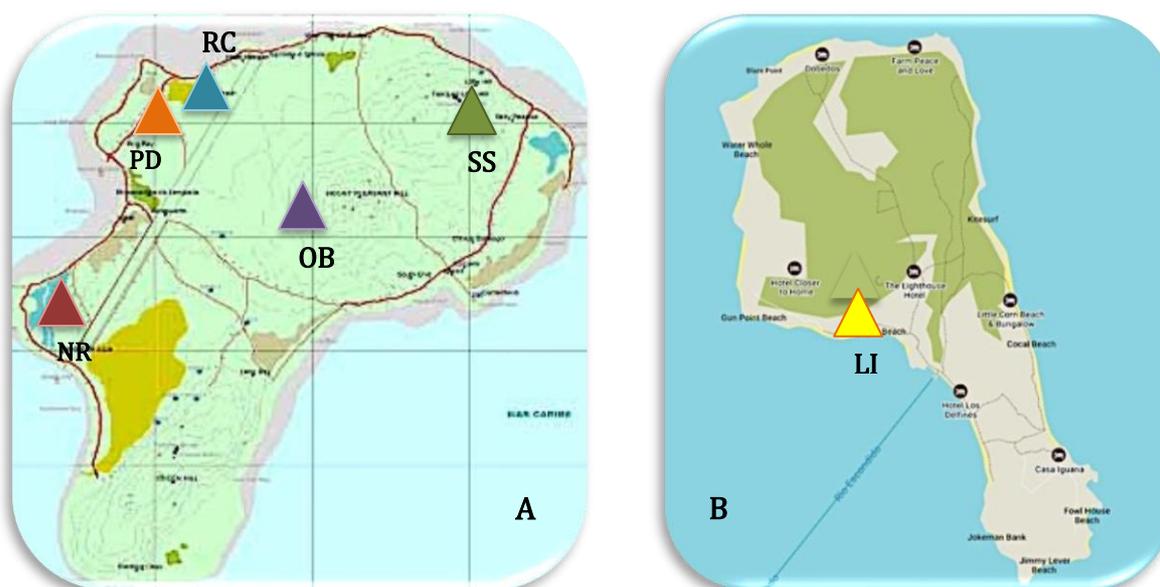


Figura 19. A) Distribución de las localidades estudiadas en Big Corn Island. RC=Rigoberto Cabezas; PD= Padre Camilo Doerfler; NR=Nubia Rigby; SS=San Santiago Episcopal; OB=Olive Brown. B) Localización de La Isleta (LI) en Little Corn Island.

1.1.2.4.- TOTAL DEL MATERIAL ANALIZADO EN RAAS

En la Tabla 7 se recoge el total de muestras estudiadas en RAAS según las localidades estudiadas, en función del sexo, grupo de edad y la zona poblacional.

		RAAS			
		MUNICIPIO	MUNICIPIO	MUNICIPIO	
		LAGUNA DE PERLAS	BLUEFIELDS	CORN ISLAND	TOTAL RAAS
		N (%)	N (%)	N (%)	N (%)
SEXO	FEMENINO	249 (58.6)	182 (48.9)	185 (53.3)	616 (53.8)
	MASCULINO	176 (41.4)	190 (51.1)	162 (46.7)	528 (46.2)
GRUPO DE EDAD	<1 a 4	14 (3.3)	89 (23.9)	29 (8.4)	132 (11.5)
	5 a 9	183 (43.1)	163 (43.8)	180 (51.9)	526 (46)
	10 a 14	228 (53.6)	120 (32.3)	138 (39.8)	486 (42.5)
ZONA	URBANO	228 (53.6)	263 (70.7)	197 (56.8)	688 (60.1)
	RURAL	197 (46.4)	109 (29.3)	150 (43.2)	456 (39.9)
TOTAL		425 (100)	372 (100)	347 (100)	1144 (100)

Tabla 7. Distribución de la población infantil en RAAS, en función del sexo, grupo de edad establecido por la OMS y la población estudiada. N (%)= número de niños estudiados con su correspondiente porcentaje.

1.1.3.- EN EL TOTAL DEL ESTUDIO DE AMBAS REGIONES AUTÓNOMAS

Con el objetivo de disponer una visión global, en la Tabla 8 se recoge todo el material objeto de estudio desde la perspectiva de la región de procedencia, el número de niños estudiados, en relación al sexo, edad y la zona poblacional

ZONA DE ESTUDIO	MUESTRAS	SEXO		GRUPO DE EDAD			ZONA	
	N	♀	♂	<1 a 4	5 a 9	10 a 14	URBANO	RURAL
		N	N	N	N	N	N	N
RAAN	734	393	341	135	338	261	324	410
PUERTO CABEZAS	318	184	134	12	171	135	185	133
SIUNA	416	209	207	123	167	126	139	277
RAAS	1144	616	528	132	526	486	688	456
LAGUNA DE PERLAS	425	249	176	14	183	228	228	197
BLUEFIELDS	372	182	190	89	163	120	263	109
CORN ISLAND	347	185	162	29	180	138	197	150
TOTAL	1878	1009	869	267	864	747	1012	866

Tabla 8. Distribución del material estudiado procedente de los distintos municipios de RAAN y RAAS, desglosados por sexo, grupo de edad establecido por la OMS y la población estudiada.

CAPÍTULO SEGUNDO: MÉTODOS Y TÉCNICAS

2.- MÉTODOS Y TÉCNICAS

En este capítulo se pretende exponer la metodología utilizada, tanto en lo que se refiera al trabajo de campo como al trabajo de laboratorio realizados. Además, se expondrá el análisis estadístico aplicado a los datos manejados en este estudio de tipo analítico transversal.

2.1.- CONSIDERACIONES GENERALES

En este apartado, se describe el procedimiento de obtención de las muestras biológicas utilizadas en este estudio.

2.1.1.- APROBACIÓN POR LOS ORGANISMOS COMPETENTES

Para la obtención de muestras fecales y sanguíneas en las escuelas, barrios y comunidades de RAAN y RAAS fue necesario obtener previamente la autorización de los organismos competentes.

La recolección de las muestras pudo llevarse a cabo al disponer de la conformidad de los colegios participantes por parte de los Directores, previa presentación de una carta emitida por el Instituto Politécnico de la Salud de la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua (POLISAL IPS-UNAN-Managua). Una vez obtenida, se realizaron charlas informativas con los padres y/o tutores de los alumnos para solicitar su consentimiento para la participación de los escolares en el estudio.

La recogida de muestras domiciliar fue realizada con la ayuda de los estudiantes de la licenciatura de Bioanálisis Clínico del Instituto Politécnico de la Salud (IPS) de la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, UNAN-Managua, que colaboraron de forma voluntaria con el estudio. Adicionalmente, se obtuvo el consentimiento de la Comisión Ética para la Investigación Experimental de la Universidad de Valencia (Nº REFERENCIA H1477378643204, véase Anexo 1) además de contar con el respaldo de la Dirección General del Centro Nacional de Diagnóstico y Referencia del Ministerio de Salud de Nicaragua.

2.1.2.- INFORMACIÓN DE LA NATURALEZA DEL ESTUDIO

Se emplearon dos métodos para la obtención de las muestras biológicas. El primero fue mediante la visita escolar y el segundo mediante la visita domiciliar. En estas visitas se explicaba tanto a los directores y profesores de las escuelas como a los padres o tutores de los niños, los objetivos del estudio y los beneficios del mismo (Figura 20). Además, se les explicó cómo proceder adecuadamente a la recogida de la muestra de heces.

Tras informar sobre la naturaleza del estudio y solicitar colaboración, todas las personas que accedieron a participar fueron incluidas en la presente investigación.

El total de muestras recolectadas, así como los datos obtenidos por medio de las encuestas epidemiológicas, permitieron realizar un estudio parasitológico y epidemiológico en la población infantil de ambientes diferentes (urbano y rural) y de condiciones socioeconómicas dispares en las Regiones Autónomas del Atlántico de Nicaragua.



Figura 20. Información sobre la naturaleza del estudio a los responsables y tutores de los escolares.

2.1.3.- RECOLECCIÓN DE MUESTRAS Y OBTENCIÓN DE DATOS

En la recolección de las muestras participaron diversos estudiantes de la asignatura “Parasitología Médica II”, del Departamento de Bioanálisis Clínico del IPS-UNAN-Managua, coordinados tanto por la Dra. Aleyda Pavón, como por el director de la presentes Tesis, Dr. G. Esteban, en el marco de los diferentes muestreos.

El grupo de trabajo se formó a partir de la colaboración de dos grupos de investigación. El primero, el grupo de la Universitat de València, y más concretamente del Departament de Farmàcia i Tecnologia Farmacèutica i Parasitologia de la Facultat de Farmàcia de esta Universitat, el cual está formado por: el Dr. G. Esteban, la Dra. C. Muñoz-Antolí, el Dr. R. Toledo y la misma Doctoranda. El segundo grupo de investigación pertenece al Instituto Politécnico de Salud (IPS) de la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, UNAN-Managua, y más concretamente al Departamento de Bioanálisis Clínico del IPS-UNAN-Managua, el cual está formado por la Dra. A. Pavón y los estudiantes de la licenciatura Bioanálisis Clínico.

La recolección de muestras fue llevado a cabo por la Dra. Aleyda Pavón, el Dr. G. Esteban, la Dra. C. Muñoz-Antolí, el Dr. R. Toledo, estudiantes del Departamento de Bioanálisis Clínico del IPS-UNAN-Managua y la propia Doctoranda. Las muestras recolectadas fueron diferenciadas en función del carácter urbano o rural de cada barrio/comunidad estudiado en los diferentes municipios de RAAN y de RAAS.

El equipo de trabajo pudo desplazarse hasta los municipios incluidos en el estudio, permaneciendo en estas comunidades y barrios entre una y dos semanas, con el objetivo de poder llevar a cabo todas las visitas domiciliarias posibles al igual que visitar las escuelas correspondientes. Asimismo, durante las expediciones, se montaba un laboratorio móvil, el cual permitía realizar un primer procesamiento de las muestras (Kato-Katz y visión directa) (Figura 21).

A los estudiantes se les entregaba un recipiente de plástico estéril de 30 ml de capacidad con tapa de rosca y cucharilla incorporada para la recogida de heces. Como se ha comentado anteriormente, se informaba con detalle de las instrucciones para la

correcta colecta del material fecal. En ese mismo momento se asignaba los códigos que a la hora de su entrega caracterizarían cada muestra de heces.

Una vez los niños regresaban con el bote de muestra fecal se rellenaba la encuesta epidemiológica (Figura 22), en donde se recogía datos de edad, sexo y cuestiones relativas a sintomatología y tratamientos. En el mismo momento, se llevó a cabo la medición de hemoglobina mediante punción digital a los niños que se prestaron a ello. Una vez finalizada la estancia, todo el material recogido fue llevado al laboratorio del Departamento de Bioanálisis Clínico del IPS-UNAN-Managua.

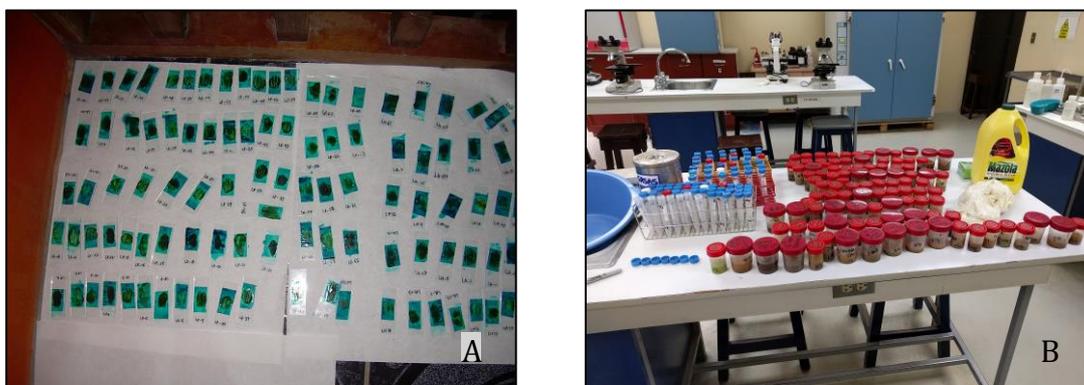


Figura 21. A): Kato-Katz “in situ”; B): recipientes de plástico en el Laboratorio del Departamento de Bioanálisis Clínico del IPS-UNAN-Managua.

2.1.4.- ALMACENAMIENTO Y TRANSPORTE DE LAS MUESTRAS

Cada uno de los recipientes plásticos de muestra fecal fueron colocados en amplios contenedores de polietileno, debidamente identificados con los códigos asignados. Así colocados, las muestras fueron trasladadas al Laboratorio del Departamento de Bioanálisis Clínico del IPS-UNAN-Managua, donde fueron fijados adecuadamente y preparadas para su traslado por transporte aéreo a España, para su posterior análisis en el Departamento de Farmàcia y Tecnologia Farmacèutica i Parasitologia de la Facultat de Farmàcia de la Universitat de València (Valencia, España).

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE NICARAGUA
IPS UNAN MANAGUA, DEPARTAMENTO DE BIOANALISIS CLINICO

La presente encuesta pretende la recopilación de la información, que complemente los resultados del análisis coprológico para la posterior elaboración del trabajo de curso correspondiente a la asignatura "Parasitología médica II".

I. Datos generales

Nombre: _____ Edad: _____ Sexo: _____
 Procedencia: Managua _____
 Dirección: _____

II. Información general

1. En la actualidad presenta alguno de los siguientes síntomas:
 Diarrea _____ Vómito _____ Fiebre _____ Comezón en el ano _____ Nauseas _____ Dolor abdominal _____
 Estreñimiento _____
2. Ha eliminado parásitos adultos? _____, descríbalos _____
3. Cuando fue la última vez que se desparasitó? _____, y que tomo _____

III. Condiciones socio económicas e higiénico sanitarias

1. Tipo de vivienda: Techo _____ Pared _____ Piso: _____
2. La eliminación de las heces la realiza por medio de: _____
3. Las aguas residuales las elimina por medio de: _____
4. La basura la elimina por medio de: _____
5. El agua que usa para tomar y cocinar la obtiene por medio de: _____
6. El agua la almacena en: _____ tapados _____ destapados _____
7. En su casa ha notado la presencia de: moscas _____ cucarachas _____ ratones _____
8. Los animales domésticos con los que convive en su casa son:

9. Entre las actividades laborales de sus padres están: _____
10. Si la familia trabaja en el campo en labores agrícola, usted colabora? _____

IV. Hábitos alimenticios e higiene personal

1. Acostumbra comer carne de res _____, cerdo _____ pollo _____ pescado _____ u otros animales:

 cruda _____, cocida _____, asada poco hecha _____, asada muy hecha _____
2. Acostumbra comer frutas _____, verduras _____, las lava antes de comerlas _____
3. Se lava las manos antes de comer _____ y después de haber comido.
4. Se lava las manos después del uso de la letrina o inodoro _____
5. Le gusta andar descalzo (a) _____ en la tierra.
6. Se baña diario _____

Nota: la consistencia de la muestra de heces fue: líquida _____ blanda _____ sólida _____
 Se observó en la muestra de heces: mucus _____, sangre _____, mucus y sangre _____ otros:

Figura 22. Encuesta epidemiológica utilizada en los estudios coproparasitológicos llevados a cabo en RAAN y RAAS.

2.2.- CONSIDERACIONES PARTICULARES

En este apartado se describe las técnicas experimentales aplicadas a las muestras biológicas objeto del presente estudio, así como el análisis estadístico que se llevó a cabo con los resultados obtenidos.

2.2.1.- DE ÍNDOLE ETIOLÓGICO

Existen numerosos métodos y técnicas de diagnóstico coproparasitológico, por lo que la selección del método apropiado debe hacerse en función del tipo de estudio que se realice, de los objetivos a alcanzar y de los posibles antecedentes epidemiológicos en la zona de estudio.

Generalmente, en todo estudio coproparasitológico, resulta básico y necesario la recolección de 3 muestras fecales en días alternos para cada participante. Sin embargo, en estudios epidemiológicos poblacionales es complicado llevar a cabo este protocolo, por lo que para el presente trabajo se acepta como adecuado proceder al análisis de una única muestra fecal por participante, teniendo en cuenta que la naturaleza del muestreo puede conllevar a problemas inherentes para el diagnóstico, como la posibilidad de diagnosticar falsos negativos:

- debido a la emisión intermitente de estructuras parasitarias, como suele ocurrir en ciertas especies parásitas intestinales;
- como consecuencia de que los escolares se encuentren en el periodo prepatente, por lo que no existan todavía formas adultas parásitas que permitan la eliminación de estadios evolutivos que puedan ser encontrados durante el diagnóstico microscópico en las muestras fecales;
- o bien, no disponer de las heces de los niños que, por diferentes causas, no estaban presentes en casa o no se presentaron en la escuela el día de la realización de la recogida de muestra.

2.2.2.- TRATAMIENTO DE LAS MUESTRAS DE HECES EN EL PAÍS DE ORIGEN

Inmediatamente después de la recogida de las muestras de heces, y con las heces aun en fresco, se llevó a cabo la técnica de Kato-Katz en los laboratorios móviles dispuestos a su efecto en cada una de las comunidades y barrios de RAAN y RAAS. Todos los Kato-Katz fueron revisados para el recuento inmediato de huevos de Ancilostómidos.

A) TÉCNICA DE KATO-KATZ

La técnica cuantitativa de Kato introducida por KATO & MIURA (1954), fue ampliamente utilizada en programas de control en la década de los años 50 en Japón. Sin embargo, no se difundió su conocimiento por el mundo hasta el año 1966, cuando aparece una publicación en inglés de KOMIYA & KOBAYISHI (1966), con una evaluación de las ventajas y limitaciones de dicho método. En 1968, aparece una publicación de MARTIN & BEAVER (1968), en donde se realiza una evaluación de la técnica y se le introducen tres importantes modificaciones, que consisten en remover las fibras de la muestra mediante un fino tamiz; la diseminación homogénea del frotis y la prevención sobre el aclaramiento de la preparación al determinar el tiempo óptimo para la lectura. Posteriormente, KATZ *et al.* (1972) introdujeron una nueva modificación al método, convirtiendo la técnica gravimétrica a volumétrica y haciendo posible su empleo para trabajos de campo (NÚÑEZ-FERNÁNDEZ *et al.*, 1991).

Así, la técnica de Kato-Katz permite un diagnóstico cualitativo y cuantitativo de infecciones por geohelminthos, determinándose la intensidad de la infección a partir del cálculo del número de huevos por gramo de heces (hgh) para cada especie de helminto. En este estudio, se utilizó el kit comercial Helm-Test[®] (Bio-Manguinhos, Río de Janeiro, Brasil) y se aplicó el protocolo del propio kit para cada muestra aún fresca, antes de fijarla. El protocolo de esta técnica se detalla brevemente a continuación:

- se coloca sobre papel satinado una pequeña porción de heces sin fijar y sobre esta, se coloca un tamiz de nylon. Con la ayuda de una espátula de plástico, se raspa el tamiz de nylon, presionando las heces contra el papel satinado, para que así se filtren pequeñas partículas de heces junto con los huevos de helmintos, quedando retenidas las partículas más grandes y poco relevantes microscópicamente;
- un molde de plástico, provisto por el kit, se coloca sobre un portaobjetos. Seguidamente, se rellena el orificio de dicho molde con el material fecal tamizado y recogido con la espátula de plástico, hasta que este orificio esté totalmente relleno, teniendo el cuidado de retirar el exceso de muestra del orificio con la espátula. Con el orificio del molde, se manipula una cantidad exacta de 41.7 mg de heces;

- consecutivamente, se retira el molde de plástico con precaución, de forma que toda la materia fecal quede a modo de flan en el portaobjetos;
- se toma una tira de papel celofán, embebido en solución salina y glicerina verde malaquita, que se coloca sobre la muestra, presionándola para así extender homogéneamente la muestra por el portaobjetos;
- inmediatamente después, se realiza la lectura del portaobjetos en el microscopio, para de esta manera evitar la aclaración excesiva de algunos huevos de geohelminos como los Ancilostómidos. La lectura se realiza recorriendo todo el campo de la preparación, contando el número de huevos para cada especie de helminto;
- se calcula el número de hgh, multiplicando el valor obtenido para cada helminto por 24.

De esta forma, con la obtención del número de huevos por gramo de heces (hgh), se pudo clasificar la severidad de parasitación por geohelminos en las 3 grandes categorías de infección: leve, moderada y alta (MONTRESOR *et al.*, 1998). En la Tabla 9, se muestra la clasificación de los intervalos de huevos reconocidos para cada categoría de intensidad de infección.

HELMINTO	INTENSIDAD LEVE	INTENSIDAD MODERADA	INTENSIDAD ALTA
<i>Ascaris lumbricoides</i>	1 a 4999 hgh	5000 a 49999 hgh	> 50000 hgh
<i>Trichuris trichiura</i>	1 a 999 hgh	1000 a 9999 hgh	> 10000 hgh
Ancilostómidos	1 a 1999 hgh	2000 a 3999 hgh	> 4000 hgh

Tabla 9. Intensidad de parasitación de los geohelminos, de acuerdo a la OMS. (Montresor *et al.*, 1998) (hgh: huevos por gramo de heces).

B) FIJACIÓN DE LAS MUESTRAS DE HECES

Una vez realizada la técnica de Kato-Katz, las muestras fecales se fijaron con Formalina al 10%, en la proporción de una parte de heces por cada tres partes de fijador (ASH & ORIHEL, 1987). De esta forma, se pudo conservar de manera inalterada las

formas parasitarias susceptibles de ser detectadas en una muestra fecal. La Formalina al 10% se preparó a partir de Formaldehído comercial (38%), cuya dilución se realizó con agua destilada, en la proporción 1:9.

La elección de este fijador se debió a su economía, fácil preparación en el trabajo de campo, y compatibilidad con las diferentes técnicas coproparasitológicas practicadas en este trabajo: visión directa, técnica de concentración (técnica difásica), así como con la elaboración de frotis fecales para su posterior tinción mediante la técnica de Ziehl-Neelsen modificada.

C) TRANSPORTE DE LAS MUESTRAS DE HECES

Las muestras fijadas se empaquetaron convenientemente para ser transportadas vía aérea, hasta el Departament de Farmàcia i Tecnologia Farmacèutica i Prasiologia de la Universitat de València. Para tal fin, se requirió de los permisos sanitarios pertinentes cuya gestión se realizó con anterioridad a cada expedición llevada a cabo.

2.2.3.- TRATAMIENTO DE LAS MUESTRAS SANGUÍNEAS EN EL PAÍS DE ORIGEN

La toma de muestras sanguíneas únicamente se llevó a cabo en el municipio de Corn Island. La medición de la concentración de hemoglobina (Hb) se realizó a través de un hemoglobinómetro portátil (HemoCue® Hb 201 System). En todo momento se aplicó medidas de bioseguridad para evitar contaminación ambiental. El procedimiento llevado a cabo se expone a continuación:

- en primer lugar, a cada niño/niña se le indicaba que tomara asiento adecuadamente, apoyando los brazos de la forma más cómoda;
- se sujetaba la mano elegida para obtener la muestra, asegurando que se encontrara relajada y se aplicaba un suave masaje en la mano para incrementar el flujo de sangre capilar. De esta forma se evitaba la necesidad de ejercer una presión adicional en la zona de punción y producir potencialmente hemólisis de la muestra y/o contaminación con líquidos intersticiales;

- se seleccionaba el dedo medio o anular para realizar la punción, masajeando repetidas veces el pulpejo del dedo hacia la zona de la punción, con el objetivo de incrementar la circulación sanguínea;
- se limpiaba la zona de punción del dedo con una torunda de algodón humedecida en alcohol, desde la porción proximal hasta la porción distal. Se dejaba evaporar los residuos de alcohol de la zona de punción para evitar que los residuos de alcohol se mezclaran con la sangre y produjeran hemólisis;
- a continuación, se realizaba la punción capilar con una lanceta retráctil, sujetándola adecuadamente con fuerza, asegurando que el dedo de la punción se encontrara extendido y relajado. El sitio recomendado de punción es la superficie palmar de la falange distal (segmento final del dedo). La punción debe realizarse en un solo contacto y no debe hacerse en la punta del dedo ni en el tejido que hay alrededor del centro de este. Se debe realizar en las caras laterales de la falange distal;
- tras la punción, se eliminaba la lanceta en una bolsa de bioseguridad. Seguidamente, se esperaba a la formación espontánea de una primera gota de sangre. Las dos primeras gotas de sangre se limpiaban con una torunda de algodón limpia y seca, ya que estas gotas contienen líquido intersticial y pueden dar falsos negativos. La tercera gota se usaba para llenar la microcubeta. Se pone en contacto con la gota de sangre, sin tocar la superficie del dedo. La microcubeta se llenaba en un proceso continuo por capilaridad, observando que no quedaran burbujas de aire en la microcubeta;
- una vez llenada la microcubeta, esta se colocaba en el hemoglobinómetro que realizaba la lectura de la concentración de hemoglobina (Hb). Los datos de Hb se registraban inmediatamente;
- finalmente, la microcubeta usada se descartaba en la bolsa de bioseguridad, se limpiaba la zona de la punción capilar y se colocaba una tirita adhesiva.

2.2.4.- PROCESAMIENTO DE LAS MUESTRAS DE HECES EN VALENCIA

Una vez en el laboratorio del Departament de Farmàcia i Tecnologia Farmacèutica i Prasiologia de la Universitat de València, las muestras fijadas fueron procesadas mediante diferentes técnicas analíticas para la detección fecal de protozoos y helmintos, ya que no existe una única técnica considerada como “gold standard”. La microscopia es tal vez el método más efectivo y ampliamente utilizado, no olvidando que hay características biológicas de los parásitos que pueden afectar los resultados y la interpretación de los análisis coproparasitológicos (ASH & ORIHÉL, 1987; KAMINSKY *et al.*, 1998).

El microscopio de rutina que se utilizó fue un NIKON modelo SE, equipado con revolver de cuatro objetivos (de 4x, 10x, 40x, y 100x aumentos) y dos oculares de 10x aumentos. Las mediciones pertinentes para mejor identificación de las estructuras parasitarias se realizaron con un ocular micrométrico calibrado para todos los objetivos del microscopio. Para fotografiar los parásitos se utilizó máquina fotográfica FUJIFILM modelo FINEPIX JX y también un microscopio NIKON modelo ECLIPSE E400, con dos oculares de 10x aumentos, que lleva conectada una cámara fotográfica NIKON modelo DIGITAL CAMARA DMX 1200C.

A) VISIÓN DIRECTA

La visión directa es una técnica que analiza la muestra fecal sin someterla a procesos químicos, físicos o mecánicos que puedan alterar la morfología estructural parasitaria.

Para esta técnica se utilizaron pipetas Pasteur, láminas portaobjetos, láminas cubreobjetos (22x22 mm), solución salina (0,85%) y solución de Lugol doble. El protocolo de esta técnica coproparasitológica consiste en:

- se agita cuidadosamente la muestra fecal, para resuspender las estructuras parasitarias y conseguir una distribución uniforme de la muestra;
- se extrae directamente un poco de la muestra del tubo con auxilio de una pipeta;

- la muestra extraída se coloca en tandas de dos gotas por lámina portaobjetos, homogenizando una de las gotas con solución salina y otra con solución de Lugol doble. A ambas gotas se les coloca cubreobjetos;
- la lectura microscópica abarca toda el área delimitada por el cubreobjetos, utilizando cuando necesario el micrómetro ocular para establecer las dimensiones de los elementos parasitarios encontrados y conseguir su adecuada identificación.

En el presente estudio se analizaron 2 gotas de cada muestra fecal, utilizando los objetivos de 10x y 40x. Cabe destacar que en los protozoos, las formas de trofozoítos aparecidos en muy pocas ocasiones, se identifican en base a su morfología, tamaño y características del núcleo. También se puede ver las formas quísticas que son identificables, no solo por su morfología y tamaño, sino también por el número de núcleos y la estructura de la cromatina nuclear. Para una mejor visualización de dicha cromatina nuclear, el uso de la solución de Lugol doble es un recurso de gran utilidad.

B) TÉCNICA DE FORMOL-ACETATO DE ETILO MODIFICADO

Se trata de una técnica de concentración difásica con la cual se extrae las grasas y material mucoso presente en las heces (RITCHIE, 1948). En la presente Tesis se ha utilizado la técnica modificada por KNIGHT *et al.* (1976).

Los materiales necesarios para la preparación de esta técnica son los mismos que los empleados en la visión directa, añadiendo centrífuga, tubos de centrífuga con tapones de goma, pipetas graduadas, embudos de plástico, gasa estéril, acetato de etilo y solución de Formalina al 10%. El protocolo de esta técnica se describe a continuación:

- a 3 ml de muestra fecal fijada se le adiciona 7 ml de solución Formalina al 10%;
- se tapa herméticamente el tubo, se agita homogenizando y se filtra a través de una doble capa de gasa. A este filtrado se le añade más Formalina al 10% hasta completar el volumen de 7 ml, para posteriormente, añadir 3 ml de acetato de etilo;

- se tapa el tubo y se agita y se centrifuga a 1.700 rpm durante 5 minutos;
- se retira el tubo de la centrifuga y se separa cuidadosamente la interfase de las paredes del tubo con una pipeta, y se decanta todo el sobrenadante quedando el sedimento listo para ser observado microscópicamente, siempre redisolviendo con un poco de solución salina, siguiendo la metodología descrita en el apartado de visión directa.

C) TÉCNICA DEL ZIEHL-NEELSEN MODIFICADO

Para el diagnóstico de coccidios fue utilizada la técnica de Ziehl-Neelsen modificado (WHO,1991).

Los materiales usados fueron: asa de platino, láminas portaobjetos, cubetas, cestillos de tinción, metanol, solución colorante (Carbol-fucsina), solución decolorante (solución alcohólica de ácido clorhídrico al 3%), solución contracolorante (azul de metileno), aceite de inmersión y solución de alcohol-éter.

El protocolo de esta técnica consiste en:

- a partir del sedimento obtenido con la técnica formol-acetato de etilo modificado, se realiza un frotis en un portaobjetos, dejándolo secar a temperatura ambiente de 8 a 10 horas;
- una vez secos estos frotis, una tanda de 10 de ellos eran colocados de forma paralela y en posición vertical en el cestillo de tinción. Seguidamente este cestillo era sumergido en cubeta de tinción conteniendo metanol, durante 3 minutos asegurando así una adecuada fijación;
- posteriormente, el cestillo se sumergía en otra cubeta de tinción con solución carbol-fucsina durante 10 minutos;
- se pasa el cestillo por una cubeta con agua, limpiando el exceso de colorante y luego, en una cubeta con solución alcohol acidificado, el cestillo se sumerge y extrae varias veces, con inmersiones rápidas y sucesivas, lo que ayuda a la decoloración por arrastre, para seguidamente, introducir el cestillo en azul de metileno durante un minuto;

- finalmente, se sumerge el cestillo en cubeta con agua para lavar.

Por último, se retiran los portaobjetos con los frotis del cestillo y se dejan secar a temperatura ambiente, para que una vez secos, se proceda a la detección microscópica de posibles ooquistes de coccidios que puedan estar presentes, utilizando el objetivo de 100x con aceite de inmersión. Los ooquistes de los coccidios aparecen teñidos de color rojo vivo, sobre un fondo azul intenso, sobre el que cabe vislumbrar el tamaño adecuado, el intenso color rojo y la retracción del contenido de los ooquistes.

2.2.5.- DE ÍNDOLE ESTADÍSTICO

En este subapartado, se describe los procesos aplicados para la organización de los datos obtenidos, que posteriormente fueron sometidos a pruebas estadísticas. Se incluye también el fundamento de las pruebas estadísticas aplicadas en cada caso.

2.2.5.1.- BASE DE DATOS Y TABULACION DE RESULTADOS

La base de datos para analizar los resultados de cada niño estudiado fue realizada a partir del programa EXCEL 2013. En esta base de datos, se tabularon los resultados obtenidos de cada individuo, facilitando la clasificación y descripción de todos los resultados del estudio y la creación de gráficos con los resultados.

2.2.5.2.- METODOLOGÍA DEL ANÁLISIS ESTADÍSTICO

El tratamiento estadístico se ha realizado con el programa IBM SPSS versión 21.0 para Windows. SPSS es un programa estadístico desarrollado por IBM (Armonk, Nueva York), que permite importar datos en formato de Excel, así como organizarlos y realizar los cálculos epidemiológicos requeridos para el presente estudio.

La muestra analizada en la población escolar de RAAN y RAAS ha sido tratada con estadística descriptiva, así como con estadística inferencial, ambas descritas a continuación.

A) ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA

La estadística descriptiva recoge, procesa, presenta y analiza la información de la población objeto de estudio, dando resultados sobre su situación general, para su posterior comparación y análisis (MARTÍNEZ-VACA, 2003).

La “media aritmética” (MA) es un valor representativo de un conjunto de datos numéricos e indica también el valor central de este conjunto de datos. Es igual a la suma de todos los valores dividido por el número de elementos sumados. De este forma, teniendo en cuenta “n” números $\{a_1, a_2, \dots, a_n\}$ la media aritmética se define como:

$$MA = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n a_i = \frac{a_1 + a_2 + \dots + a_n}{n}$$

La “media geométrica” (MG) de un conjunto de “n” números positivos se define como la raíz n-ésima del producto de los “n” números. Todos los elementos del conjunto de números deben ser mayores que cero. Esta media es menos sensible que la media aritmética a los valores extremos. La fórmula es dada por:

$$MG = \sqrt[n]{(a_1)(a_2) \dots (a_n)}$$

La media aritmética y la media geométrica han sido empleadas en la presente Tesis para cálculos relacionados con los resultados obtenidos en la técnica cuantitativa de Kato-Katz.

Todavía dentro de la estadística descriptiva, en este trabajo se ha calculado la “prevalencia”. La prevalencia es una proporción que indica la frecuencia de un evento. Es la proporción de la población que padece la enfermedad en estudio, en un momento dado (HERNÁNDEZ, 2007). Así, la prevalencia parasitaria es una medida calculada a partir de la proporción de individuos infectados con una especie parásita en particular, dividido por el número total de individuos que participaron en el estudio. Esa proporción se multiplica por 100, para de esta manera obtener el porcentaje de población afectada por dicha enfermedad.

Así, la prevalencia se calcula de la siguiente forma:

$$Prevalencia = \frac{\text{Número de parasitados}}{\text{Total de individuos del estudio}} \times 100$$

Estas prevalencias sirven para posteriormente establecer estadística de riesgo, permitiendo también desarrollar políticas de prevención a fin de evitar tal enfermedad en los grupos de riesgo.

B) ESTADÍSTICA INFERENCIAL

Esta estadística se utiliza cuando estamos en la situación de predecir algo que podría ocurrir, a partir de la información recibida de la estadística descriptiva (MARTÍNEZ-VACA, 2003), generalizando de esta manera los resultados obtenidos en la muestra a la población o el universo.

La estadística inferencial describe las relaciones entre un conjunto de variables, contrastando también las relaciones con estas y prediciendo valores esperados de una variable o de un conjunto de ellas.

Toda inferencia se acompaña de su probabilidad de acierto, conocida como el “nivel de significancia” o “nivel alfa”, que es el nivel de la probabilidad de equivocarse, ya que no existe la certeza total. El nivel de significancia definido en el presente estudio ha sido del 0,05 (p-valor=0,05). Esto implica que se puede en un 95% aceptar la hipótesis planteada y solo en un 5%, esta se rechaza.

Otra prueba aplicada a la población estudiada es el cálculo del “intervalo de confianza”. El intervalo de confianza es un conjunto de valores formado a partir de una muestra de datos, de forma que exista la posibilidad de que el parámetro poblacional ocurra dentro de dicho intervalo con una probabilidad específica, un nivel de confianza $1-\alpha$, siendo α el nivel de significancia, es decir, la probabilidad de equivocarnos. Generalmente, se construyen intervalos de confianza de $1-\alpha=95\%$ (significancia $\alpha=5\%$). En un intervalo de confianza del 95%, se espera que aproximadamente el 95% de estos

intervalos contengan la media de la población y el 5% de los intervalos no la contendrían. Este intervalo de confianza significa que, si se repitiera el estudio 100 veces, el 95 de las prevalencias incluiría el verdadero valor del parámetro. Este intervalo de confianza viene dado por la siguiente fórmula en la que $Z_{\alpha/2}$ vale 1,96 para un nivel de confianza del 95%.

$$IC = P \pm Z_{\alpha/2} \sqrt{\left[\frac{P(1-P)}{n}\right]}$$

Se describe, a continuación, el tratamiento estadístico que se ha utilizado para comparar dos o más variables, además del tratamiento que se ha aplicado a fin de caracterizar el grado de asociación que pueda existir entre alguna especie parásita frente a una variable epidemiológica.

La “prueba de χ^2 ” evalúa la hipótesis acerca de la relación entre dos variables, pero no indica el grado o el tipo de relación, es decir, no indica el porcentaje de influencia de una variable sobre la otra, no indica la variable que causa la influencia.

Este test suele calcularse a partir de una tabla 2x2, donde cada variable aparece a un lado de la tabla, cada una con sus dos categorías (positivo/negativo ó sí/no). En la Tabla 10 se muestra un ejemplo de tabla 2x2, en la cual se muestra la comparación de dos variables dicotómicas. Los valores a, b, c, y d, son las frecuencias observadas del suceso, siendo “n” el número total de casos estudiados en el cruce de ambas variables y a+b, c+d, a+c y b+d, son los totales marginales.

PRIMERA VARIABLE CUALITATIVA	SEGUNDA VARIABLE CUALITATIVA		
	PRESENTE	AUSENTE	TOTAL
	(Parasitado)	(No Parasitado)	
PRESENTE	a	b	a + b
AUSENTE	c	d	c + d
TOTAL	a + c	b + d	n

Tabla 10. Ejemplo de Tabla 2x2. Ejemplificación de dos variables dicotómicas para la realización del cálculo de χ^2 .

Teniendo como base a esta tabla se puede determinar si hay relación estadísticamente significativa entre las variables estudiadas, además de cuantificar dicha relación para estudiar su relevancia clínica y epidemiología.

El cálculo de χ^2 se puede realizar a partir de la siguiente fórmula:

$$X^2 = [n (|ad - bc|n)^2] / [(a + b)(a + c)(c + d)(b + d)]$$

Que a modo general puede ser calculada por medio de esta otra fórmula:

$$X^2 = \sum \left[\frac{(O - E)^2}{E} \right]$$

Donde O es la frecuencia observada y E la correspondiente frecuencia esperada teórica. Cuanto mayor es el χ^2 , menos verosímil es que la hipótesis sea correcta y asimismo, cuanto más se aproxima a cero el valor de χ^2 , más verosímil es la hipótesis. El número de grados de libertad (gl) de la prueba χ^2 equivale al número de columnas (k) menos uno, multiplicado por el número de filas (r) menos uno, de esta manera, tenemos la siguiente fórmula:

$$gl = (r - 1)(k - 1)$$

Generalmente, cuando se calcula χ^2 a partir de un paquete estadístico computacional, como el utilizado para este estudio, IBM SPSS 21.0, el resultado de χ^2 va acompañado de su significancia. En caso de que esta significancia sea menor de 0,05 (p-valor=0,05), la hipótesis supuesta es aceptada.

Otra prueba estadística utilizada es “Odds Ratio (OR)”, también denominado razón de posibilidades, que es una medida epidemiológica. Es el cociente entre la probabilidad de que ocurra un evento y la probabilidad de que este no ocurra. Representa cuanto más probable es la ocurrencia de un factor (en este caso la presencia de parásitos intestinales), que su no ocurrencia.

El Odds Ratio responde a la pregunta “¿cuántas veces es mayor la probabilidad de la enfermedad para las personas expuestas a cierto factor que para las que no expuestas?”

Considerando la Tabla 11, podemos calcular el OR mediante la siguiente fórmula:

$$OR = [a \times d] / [b \times c]$$

En esta fórmula:

- a: corresponde al número de individuos expuestos a un determinado factor epidemiológico y afectados (parasitados);
- b: es el número de individuos expuestos a este factor de riesgo y no afectados (no parasitados);
- c: es el número de individuos no expuestos al factor epidemiológico y afectados (parasitados);
- d: corresponde al número de individuos no expuestos al factor epidemiológico y no afectados (no parasitados);
- n: número total de individuos analizados.

FACTOR DE RIESGO	CASOS	CONTROLES	TOTAL
	(Parasitados)	(No Parasitados)	
PRESENTE	a	b	a + b
AUSENTE	c	d	c + d
TOTAL	a + c	b + d	n

Tabla 11. Ejemplo de Tabla 2x2. Ejemplificación de dos variables dicotómicas para la realización del cálculo del OR.

Es decir, la probabilidad de exposición (odds), es el cociente a/c observado en el grupo de los casos y el cociente b/d, es la odds de exposición del grupo control.

El OR no tiene dimensiones y tiene un rango que va desde 0 hasta el infinito. Sin embargo, según el número obtenido mediante esta fórmula, se observa como es la asociación entre las variables epidemiológicas y el parasitismo, donde cabe entender que si OR es:

- mayor que 1: significa que la asociación establecida entre el factor epidemiológico y el hecho de que haya parasitación o no, es positiva, es decir, la presencia del factor epidemiológico se asocia a mayor ocurrencia de parasitación, es un factor de riesgo;
- igual a 1: significa que no hay asociación entre la presencia del factor epidemiológico y el parasitismo intestinal;
- menor que 1: la asociación entre el factor epidemiológico y el parasitismo intestinal es negativa. El factor epidemiológico en verdad es un factor protector contra la parasitosis.

Además, también se calculó el intervalo de confianza del 95% (IC95%) del OR, que es el rango en el que se encuentra el verdadero valor de OR. Estos intervalos permiten obtener una buena estimación cuando el OR se aproxima a 1, pero se hace menos estable para OR que sean mayores.

El OR, su IC95% y el p-valor, inicialmente, fueron calculados mediante Regresión Logística Binaria. Con las variables que salían con p-valor significativo, se analizaron en conjunto a partir de una Regresión Logística Múltiple, con el fin de observar posibles interacciones entre las diferentes variables epidemiológicas y la parasitación intestinal.

A cada Regresión Logística Múltiple, se le aplicó el Test de Hosmer y Lemeshow, que evalúa la bondad de ajuste del modelo propuesto a partir del conjunto de variables que individualmente fueron significativas. Este test ofrece el p-valor de Hosmer y Lemeshow, que debe ser superior a 0,05, para que el modelo sea considerado correcto, es decir, que el modelo se ajuste.

CAPÍTULO TERCERO: RESULTADOS

3.- RESULTADOS

En el presente capítulo se expone todos los resultados obtenidos de los escolares de las distintas zonas estudiadas de cada Región Autónoma (RAAN y RAAS) de Nicaragua. Con el objetivo de plasmar todos los resultados analizados, se va a dividir en cinco apartados de tal forma que se pueda abordar todos los aspectos que se pretende poner de manifiesto en la presente Tesis Doctoral:

- en el primer apartado, se analizará el espectro parasitario y las prevalencias de parasitación detectadas en la población objeto de estudio. Además, se expondrá los resultados en función de las distintas variables epidemiológicas estudiadas: en función del sexo, la edad, y en función de la zona poblacional;
- en el segundo apartado, se analizará los multiparasitismos presentes y se estudiará las posibles asociaciones entre las diferentes especies parasitarias;
- en el tercer apartado, se expondrá las intensidades de parasitación intestinal (carga helmintiana), para cada zona en la que se haya realizado la cuantificación de huevos a través del método de Kato-Katz. Asimismo, se estudiará la relación de estas intensidades con los factores epidemiológicos considerados (sexo, edad y zona), así como con las posibles co-infecciones detectadas;
- en el cuarto apartado, se realizará un estudio de los posibles factores de riesgo de parasitación, con el objetivo de establecer un patrón de transmisión;
- y en el quinto apartado, se estudiará la posible relación entre la parasitación intestinal con situaciones de anemia, en los casos en los que se dispone de datos de concentración de hemoglobina en sangre.

3.1.- EN RELACIÓN AL ESPECTRO PARASITARIO INTESTINAL Y LAS PREVALENCIAS DE PARASITACIÓN

Como se ha comentado previamente, en el siguiente apartado se expondrá los resultados obtenidos en cada Región Autónoma y a su vez, los relativos a sus municipios correspondientes. Se presentará las distintas zonas de estudio según su distribución geográfica, empezando en el norte y finalizando en el sur. Se abordará en primer lugar el total del RAAN, y a continuación se presentarán los resultados para el municipio de Puerto Cabezas, seguido del municipio de Siuna. Posteriormente, se expondrá los resultados del total del RAAS y de sus respectivos municipios: Laguna de Perlas, Bluefields y Corn Island. Para llevar a cabo el estudio del archipiélago de Corn Island, se ha hecho una división geográfica de la isla, con el objetivo de facilitar el análisis de dicha zona, diferenciando dos zonas de estudio, la “zona oeste” y la “zona este”.

3.1.1.- EN LA REGIÓN AUTÓNOMA DEL ATLÁNTICO NORTE (RAAN)

3.1.1.1.- EN RELACIÓN AL TOTAL DEL ESTUDIO

La población total estudiada en RAAN fue de 734 escolares, detectándose una parasitación total de 95.9%, dominando la prevalencia de parasitación total de protozoos comparada con la de helmintos (90.2% vs 58.5%), sin diferencias estadísticamente significativas. En la Tabla 12, se expone el espectro parasitario identificado, compuesto por un total de 16 especies parasitarias diferentes, de las cuales 10 pertenecen al grupo Protozoos y 6 al grupo Helmintos. Cabe resaltar que no se detectó ninguna especie de trematodo dentro del grupo Helmintos. Dentro de los protozoos, la especie de mayor prevalencia detectada fue *Blastocystis* spp. (74.5%), seguida de *Giardia intestinalis* (45.2%) y *Entamoeba coli* (41.4%). *Endolimax nana* (28.1%) presentó una prevalencia ligeramente superior a la de *Entamoeba hartmanni* (24.4%). En el resto de especies de protozoos detectadas, presentaron prevalencias por debajo de 16%. Cabe mencionar un caso puntual de *Balantidium coli* (0.1%).

En cuanto a helmintos, *Trichuris trichiura* presentó la mayor prevalencia (47.8%), seguido de *Ascaris lumbricoides* (34.1%) y Ancilostómidos (11%). Se detectó

una baja prevalencia de *Hymenolepis nana* (4.2%), y se identificaron casos puntuales de *Strongyloides stercoralis* (3; 0.4%) y de *Taenia* sp. (1; 0.1%).

RAAN		
N=734		
ESPECIES PARÁSITAS	n	% (IC95%)
PROTOZOOS	663	90.2 (88.0-92.4)
<i>Entamoeba coli</i>	304	41.4 (37.8-45.0)
<i>Entamoeba</i> complejo*	112	15.3 (12.7-17.9)
<i>Entamoeba hartmanni</i>	179	24.4 (21.3-27.5)
<i>Endolimax nana</i>	206	28.1 (24.8-31.4)
<i>Iodamoeba bütschlii</i>	55	7.5 (5.6-9.4)
<i>Chilomastix mesnili</i>	18	2.5 (1.4-3.6)
<i>Giardia intestinalis</i>	332	45.2 (41.6-48.8)
<i>Cryptosporidium</i> sp.	2	0.3 (0-0.7)
<i>Balantidium coli</i>	1	0.1 (0-0.3)
<i>Blastocystis</i> spp.	547	74.5 (71.3-77.7)
HELMINTOS	430	58.5 (54.9-62.1)
<i>Hymenolepis nana</i>	31	4.2 (2.7-5.7)
<i>Taenia</i> sp.	1	0.1 (0-0.3)
<i>Trichuris trichiura</i>	351	47.8 (44.2-51.4)
<i>Ascaris lumbricoides</i>	250	34.1 (30.7-37.5)
Ancilostómidos	81	11 (8.7-13.3)
<i>Strongyloides stercoralis</i>	3	0.4 (0-0.9)
TOTAL	704	95.9 (94.4-97.4)

Tabla 12. Espectro parasitario y prevalencias de parasitación en la población total estudiada en RAAN. N= número de escolares totales estudiados; n= número de escolares parasitados; %= porcentaje de parasitación; IC95%= intervalo de confianza del 95%; *Entamoeba* complejo*= *E. histolytica*/*E. dispar*/*E. moshkovskii*.

A) POR SEXO

Las prevalencias de parasitación desglosadas según el sexo se exponen en la Tabla 13. Se observó una mayor prevalencia en la parasitación total en el sexo masculino frente al femenino (97.1% vs 94.9), sin presentar diferencias estadísticamente significativas. Las prevalencias, con respecto a la parasitación total por protozoos y helmintos, fueron prácticamente iguales en ambos sexos, como se observa en la Tabla 13. Con respecto a los protozoos, únicamente la especie *Entamoeba* complejo resultó más prevalente en niños (18.5%), con diferencias estadísticamente significativas

($p=0.024$). Igualmente, en relación a los helmintos, los Ancilostómidos resultaron más prevalentes en niños (14.1%), con diferencias estadísticamente significativas ($p=0.014$).

RAAN	SEXO FEMENINO N=393		SEXO MASCULINO N=341		p-valor
	n	% (IC95%)	n	% (IC95%)	
PROTOZOOS	354	90.1 (87.1-93.1)	309	90.6 (87.5-93.7)	0.805
<i>Entamoeba coli</i>	166	42.2 (37.3-47.1)	138	40.5 (35.3-45.7)	0.627
<i>Entamoeba complejo*</i>	49	12.5 (9.2-15.8)	63	18.5 (14.4-22.6)	0.024
<i>Entamoeba hartmanni</i>	105	26.7 (22.3-31.1)	74	21.7 (17.3-26.1)	0.114
<i>Endolimax nana</i>	107	27.2 (22.8-31.6)	99	29.0 (24.2-33.8)	0.587
<i>Giardia intestinalis</i>	174	44.3 (39.4-49.2)	158	46.3 (41.0-51.6)	0.576
<i>Iodamoeba bütschlii</i>	31	7.9 (5.2-10.6)	24	7.0 (4.3-9.7)	0.663
<i>Chilomastix mesnili</i>	12	3.1 (1.4-4.8)	6	1.8 (0.4-3.2)	0.258
<i>Cryptosporidium</i> sp.	1	0.3 (0-0.8)	1	0.3 (0-0.9)	0.920
<i>Balantidium coli</i>	1	0.3 (0-0.8)	0	0 (0)	0.351
<i>Blastocystis</i> spp.	290	73.8 (69.5-78.1)	257	75.4 (70.8-80.0)	0.625
HELMINTOS	230	58.5 (53.6-63.4)	200	58.7 (53.5-63.9)	0.972
<i>Hymenolepis nana</i>	15	3.8 (1.9-5.7)	16	4.7 (2.5-6.9)	0.556
<i>Taenia</i> sp.	0	0 (0)	1	0.3 (0-0.9)	0.283
<i>Trichuris trichiura</i>	189	48.1 (43.2-53.0)	162	47.5 (42.2-52.8)	0.874
<i>Ascaris lumbricoides</i>	140	35.6 (30.9-40.3)	110	32.3 (27.3-37.3)	0.337
Ancilostómidos	33	8.4 (5.7-11.1)	48	14.1 (10.4-17.8)	0.014
<i>Strongyloides stercoralis</i>	1	0.3 (0-0.8)	2	0.6 (0-1.4)	0.482
TOTAL	373	94.9 (92.7-97.1)	331	97.1 (95.3-98.9)	0.141

Tabla 13. Espectro parasitario y prevalencias de parasitación según el sexo en RAAN. N= número de escolares totales estudiados; n= número de escolares parasitados; %= porcentaje de parasitación; IC95%= intervalo de confianza del 95%; p-valor= valor de significación estadística $p<0.05$; *Entamoeba complejo**= *E. histolytica*/*E. dispar*/*E. moshkovskii*.

B) POR GRUPOS DE EDAD

Los valores de prevalencia obtenidos para cada grupo de edad quedan expuestos en la Tabla 14. En primer lugar, cabe destacar que el grupo de escolares de 5 a 9 años presentó la mayor prevalencia de parasitación total, con diferencias estadísticamente significativas ($p<0.001$), con respecto a los distintos grupos de edad. Además, se observó el mismo comportamiento en la parasitación total por protozoos y por helmintos, presentando en ambos casos, diferencias estadísticamente significativas ($p=0.013$ y $p<0.001$, respectivamente). Dentro de los protozoos, las especies *Blastocystis* spp. y *E. coli* presentaron el mayor porcentaje de parasitación en el grupo

de 5 a 9 años, con diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.001$ y $p = 0.001$, respectivamente). En cuanto a las prevalencias de parasitación de *E. hartmanni* y *I. bütschlii*, resultaron mayores en el grupo de 10 a 14 años, presentando el mismo valor de significación estadística ($p < 0.001$).

Con respecto a los helmintos, *A. lumbricoides* fue fundamentalmente más prevalente en el grupo de 10 a 14 años ($p < 0.001$), mientras que la especie *T. trichiura*, presentó un porcentaje de parasitación estadísticamente superior ($p < 0.001$) en el grupo de 5 a 9 años. En relación a los Ancilostómidos, la mayoría de parasitación se detectó en los escolares de 5 a 9 años y 10 a 14 años (12.7% y 12.3%, respectivamente), mientras que en el grupo de los más pequeños la prevalencia resultó significativamente inferior ($p = 0.025$).

RAAN	GRUPOS DE EDAD						p-valor
	<1-4 N=135		5-9 N=338		10-14 N=261		
ESPECIES PARÁSITAS	n	% (IC95%)	n	% (IC95%)	n	% (IC95%)	
PROTOZOOS	117	86.7 (81.0-92.4)	317	93.5 (90.9-96.1)	229	87.7 (83.7-91.7)	0.013
<i>Entamoeba coli</i>	37	27.4 (19.9-34.9)	155	45.7 (40.4-51.0)	112	42.9 (36.9-48.9)	0.001
<i>Entamoeba complejo*</i>	15	11.1 (5.8-16.4)	47	13.9 (10.2-17.6)	50	19.2 (14.4-24.0)	0.069
<i>Entamoeba hartmanni</i>	13	9.6 (4.6-14.6)	92	27.1 (22.4-31.8)	74	28.4 (22.9-33.9)	<0.001
<i>Endolimax nana</i>	34	25.2 (17.9-32.5)	90	26.5 (21.8-31.2)	82	31.4 (25.8-37.0)	0.308
<i>Iodamoeba bütschlii</i>	5	3.7 (0.5-6.9)	16	4.7 (2.4-7.0)	34	13 (8.9-17.1)	<0.001
<i>Chilomastix mesnili</i>	3	2.2 (0-4.7)	8	2.4 (0.8-4.0)	7	2.7 (0.7-4.7)	0.952
<i>Giardia intestinalis</i>	62	45.9 (37.5-54.3)	164	48.4 (43.1-53.7)	106	40.6 (34.6-46.6)	0.153
<i>Cryptosporidium sp.</i>	1	0.7 (0-2.1)	1	0.3 (0-0.9)	0	0 (0)	0.405
<i>Balantidium coli</i>	0	0 (0)	1	0.3 (0-0.9)	0	0 (0)	0.556
<i>Blastocystis spp.</i>	91	67.4 (59.5-75.3)	275	81.1 (76.9-85.3)	181	69.3 (63.7-74.9)	<0.001
HELMINTOS	42	31.1 (23.3-38.9)	229	67.6 (62.6-72.6)	159	60.9 (55.0-66.8)	<0.001
<i>Hymenolepis nana</i>	1	0.7 (0-2.1)	18	5.3 (2.9-7.7)	12	4.6 (2.1-7.1)	0.076
<i>Taenia sp.</i>	0	0 (0)	0	0 (0)	1	0.4 (0-1.2)	0.404
<i>Trichuris trichiura</i>	35	25.9 (18.5-33.3)	191	56.3 (51.0-61.6)	125	47.9 (41.8-54.0)	<0.001
<i>Ascaris lumbricoides</i>	21	15.6 (9.5-21.7)	129	38.1 (32.9-43.3)	100	38.3 (32.4-44.2)	<0.001
Ancilostómidos	6	4.4 (0.9-7.9)	43	12.7 (9.2-16.2)	32	12.3 (8.3-16.3)	0.025
<i>Strongyloides stercoralis</i>	0	0 (0)	2	0.6 (0-1.4)	1	0.4 (0-1.2)	0.658
TOTAL	119	88.1 (82.6-93.6)	333	98.2 (96.8-99.6)	252	96.6 (94.4-98.8)	<0.001

Tabla 14. Espectro parasitario y prevalencias de parasitación según los grupos de edad en RAAN. N= número de escolares totales estudiados; n= número de escolares parasitados; %= porcentaje de parasitación; IC95%= intervalo de confianza del 95%; p-valor= valor de significación estadística $p < 0.05$; *Entamoeba complejo**= *E. histolytica*/*E. dispar*/*E. moshkovskii*.

C) EN FUNCIÓN DE LA ZONA

En este apartado se pretende analizar la diferencia entre las prevalencias de parasitación entre la zona urbana y la zona rural de RAAN (Tabla 15). En concreto, se detectó una mayor prevalencia de parasitación total en zona urbana (97.5%) frente a la rural (94.6%), en el borde de significación estadística ($p=0.049$). No se detectó diferencias estadísticamente significativas en la parasitación total de protozoos, como se refleja en la Tabla 13. Sin embargo, la parasitación total por helmintos resultó mayor en la zona urbana (63% vs 55.1%), con diferencias estadísticamente significativas ($p=0.032$). En cuanto a las especies parasitarias del grupo Protozoos, se observó que *E. coli* y *E. hartmanni* presentaron prevalencias mayores en zonas urbanas y con diferencias estadísticamente significativas ($p=0.007$ y $p<0.001$, respectivamente). Asimismo, se observó el comportamiento contrario para las especies *E. nana* y *Ch. mesnili*, que presentaron prevalencias superiores en la zona rural, con diferencias estadísticamente significativas ($p<0.001$ y $p=0.004$, respectivamente).

Con respecto a las especies parásitas del grupo Helmintos, la prevalencia de *A. lumbricoides* y de *H. nana*, fueron superiores en zona urbana que rural (43.2% vs 26.8% y 6.8% vs 2.2%, respectivamente), mostrando diferencias significativas en ambos casos ($p<0.001$ y $p=0.002$). Sin embargo, en el caso de los Ancilostómidos, la prevalencia fue mayor en zona rural (13.9% vs 7.4%), de forma estadísticamente significativa ($p=0.005$). Finalmente, *T. trichiura* no mostró diferencias estadísticamente significativas entre ambas zonas ($p=0.367$).

RAAN	URBANO N=324		RURAL N=410		
ESPECIES PARÁSITAS	n	% (IC95%)	n	% (IC95%)	p-valor
PROTOZOOS	295	91.0 (87.9-94.1)	368	89.8 (86.9-92.7)	0.556
<i>Entamoeba coli</i>	152	46.9 (41.5-52.3)	152	37.1 (32.4-41.8)	0.007
<i>Entamoeba complejo*</i>	41	12.7 (9.1-16.3)	71	17.3 (13.6-21.0)	0.081
<i>Entamoeba hartmanni</i>	106	32.7 (27.6-37.8)	73	17.8 (14.1-21.5)	<0.001
<i>Endolimax nana</i>	55	17.0 (12.9-21.1)	151	36.8 (32.1-41.5)	<0.001
<i>Iodamoeba bütschlii</i>	20	6.2 (5.7-67.3)	35	8.5 (5.8-11.2)	0.227
<i>Chilomastix mesnili</i>	2	0.6 (0-1.4)	16	3.9 (2.0-5.8)	0.004
<i>Giardia intestinalis</i>	153	47.2 (41.8-52.6)	179	43.7 (38.9-48.5)	0.335
<i>Cryptosporidium sp.</i>	2	0.6 (0-1.4)	0	0 (0)	0.111
<i>Balantidium coli</i>	1	0.3 (0-0.9)	0	0 (0)	0.260
<i>Blastocystis spp.</i>	240	74.1 (69.3-78.9)	307	74.9 (70.7-79.1)	0.804
HELMINTOS	204	63.0 (57.7-68.3)	226	55.1 (50.3-59.9)	0.032
<i>Hymenolepis nana</i>	22	6.8 (4.1-9.5)	9	2.2 (0.8-3.6)	0.002
<i>Taenia sp.</i>	0	0 (0)	1	0.2 (0-0.6)	0.374
<i>Trichuris trichiura</i>	161	49.7 (44.3-55.1)	190	46.3 (41.5-51.1)	0.367
<i>Ascaris lumbricoides</i>	140	43.2 (37.8-48.6)	110	26.8 (22.5-31.1)	<0.001
Ancilostómidos	24	7.4 (4.5-10.3)	57	13.9 (10.6-17.2)	0.005
<i>Strongyloides stercoralis</i>	1	0.3 (0-0.9)	2	0.5 (0-1.2)	0.706
TOTAL	316	97.5 (95.8-99.2)	388	94.6 (92.4-96.8)	0.049

Tabla 15. Espectro parasitario y prevalencias de parasitación, según el tipo de población estudiada en RAAN. N= número de escolares totales estudiados; n= número de escolares parasitados; %= porcentaje de parasitación; IC95%= intervalo de confianza del 95%; p-valor= valor de significación estadística $p < 0.05$; *Entamoeba complejo**= *E. histolytica*/*E. dispar*/*E. moshkovskii*.

3.1.1.2.- MUNICIPIO DE PUERTO CABEZAS

En este municipio se analizó muestras de dos escuelas diferentes: Escuela La Pública y Escuela Fabián Sang Bolaños, como se observa en la Tabla 16. En el total de la zona, se identificó un total de 13 especies parasitarias diferentes, de las cuales 9 pertenecen al grupo Protozoos y 4 al grupo Helmintos. La prevalencia de parasitación total de protozoos y de helmintos fueron elevadas (85.8% y 82.7%). Dentro del espectro protozoario, la especie de mayor prevalencia fue *Blastocystis spp.* (68.2%), seguida de *E. coli* (49.4%) y *G. intestinalis* (44.7%). La especie *E. hartmanni* presentó una prevalencia de 25.2%, y tanto *Entamoeba complejo* como *E. nana*, mostraron prevalencias idénticas (12.9%).

El resto de especies, presentaron prevalencias por debajo del 5% de parasitación. Con respecto a los helmintos, se detectaron prevalencias elevadas de *T. trichiura* (69.2%) y *A. lumbricoides* (60.1%), mientras que los Ancilostómidos e *H. nana*, no superaron el 10% de parasitación.

En primer lugar, se analizó 185 niños en total de la Escuela La Pública, caracterizada por ser de zona urbana. Se detectó un elevado porcentaje de parasitación total (98.4%), y a su vez, se observaron elevados porcentajes de parasitación de protozoos (87.6%) y helmintos (81.1%). Se identificó 9 especies de protozoos, destacando la identificación de la especie patógena *B. coli*, y 4 especies de helmintos diferentes. De los protozoos, la especie con mayor prevalencia fue *Blastocystis* spp. (68.6%), seguido de *E. coli* (49.2%) y *G. intestinalis* (43.2%). En relación a los helmintos, las prevalencias de *T. trichiura* y *A. lumbricoides* fueron considerables (63.8% y 62.2%) a diferencia de los Ancilostómidos e *H. nana*, cuyas prevalencias no superaron el 10% de parasitación.

En segundo lugar, se analizó 133 niños en total de la Escuela Fabian Sang Bolaños, caracterizada por ser de zona rural. Se detectó una prevalencia elevada de parasitación (97%). Asimismo, se obtuvieron prevalencias considerables de parasitación total de protozoos (83.5%) y helmintos (85%). El espectro parasitario identificado fue constituido por un mínimo de 8 especies de protozoos y un mínimo de 4 helmintos diferentes. La especie protozoaria de mayor prevalencia detectada fue *Blastocystis* spp. (67.7%), seguida de *E. coli* (49.6%) y *G. intestinalis* (46.6%). Las especies restantes presentaron prevalencias inferiores, como se observa en la Tabla 14. En relación a los helmintos, *T. trichiura* presentó la mayor prevalencia (76.7%), seguida de *A. lumbricoides* (57.1%) y Ancilostómidos (12%).

Finalmente, comparando las prevalencias de parasitación entre ambas escuelas, se detectó diferencias estadísticamente significativas en algunas especies del espectro parasitario. En relación a los protozoos, la especie *E. hartmanni* (38.4%) resultó significativamente mayor ($p < 0.001$) en la Escuela La Pública. En cuanto a los helmintos, tanto *T. trichiura* (76.2%) como los Ancilostómidos (12%), predominaron en la Escuela Fabian Sang Bolaños, con diferencias estadísticamente significativas ($p = 0.014$ y $p = 0.033$, respectivamente).

MUNICIPIO PUERTO CABEZAS							
ESPECIES PARÁSITAS	ESCUELA LA PÚBLICA N=185		ESCUELA FABIÁN SANG BOLAÑOS N=133		TOTAL N=318		p-valor
	n	% (IC95%)	n	% (IC95%)	n	% (IC95%)	
PROTOZOOS	162	87.6 (82.9-92.4)	111	83.5 (77.2-89.8)	273	85.8 (82.0-89.6)	0.300
<i>Entamoeba coli</i>	91	49.2 (42.0-56.4)	66	49.6 (41.1-58.1)	157	49.4 (43.9-54.9)	0.939
<i>Entamoeba complejo*</i>	23	12.4 (7.7-17.2)	18	13.5 (7.7-19.3)	41	12.9 (9.2-16.6)	0.773
<i>Entamoeba hartmanni</i>	71	38.4 (31.4-45.4)	9	6.8 (2.5-11.1)	80	25.2 (20.4-30.0)	<0.001
<i>Endolimax nana</i>	20	10.8 (6.3-15.3)	22	16.5 (10.2-22.8)	41	12.9 (9.2-16.6)	0.137
<i>Iodamoeba bütschlii</i>	11	5.9 (2.5-9.3)	3	2.3 (0-4.9)	14	4.4 (2.1-6.7)	0.114
<i>Chilomastix mesnili</i>	2	1.1 (0-2.6)	2	1.5 (0-3.6)	4	1.3 (0.1-2.5)	0.739
<i>Giardia intestinalis</i>	80	43.2 (36.1-50.3)	62	46.6 (38.1-55.1)	142	44.7 (39.2-50.2)	0.551
<i>Balantidium coli</i>	1	0.5 (0-1.5)	0	0 (0)	1	0.3 (0-0.9)	0.396
<i>Blastocystis</i> spp.	127	68.6 (61.9-75.3)	90	67.7 (59.8-75.7)	217	68.2 (63.1-73.3)	0.853
HELMINTOS	150	81.1 (75.5-86.7)	113	85.0 (78.9-91.1)	263	82.7 (78.5-86.9)	0.367
<i>Hymenolepis nana</i>	18	9.7 (5.4-14.0)	9	6.8 (2.5-11.1)	27	8.5 (5.4-11.6)	0.344
<i>Trichuris trichiura</i>	118	63.8 (56.9-70.7)	102	76.7 (69.5-83.9)	220	69.2 (64.1-74.3)	0.014
<i>Ascaris lumbricoides</i>	115	62.2 (55.2-69.2)	76	57.1 (48.7-65.5)	191	60.1 (54.7-65.5)	0.367
Ancilostómidos	10	5.4 (2.1-8.7)	16	12.0 (6.5-17.5)	26	8.2 (5.2-11.2)	0.033
TOTAL	182	98.4 (96.6-100.2)	129	97.0 (94.1-100)	311	97.8 (96.2-99.4)	0.406

Tabla 16. Espectro parasitario y prevalencias de parasitación en cada zona de estudio en el municipio de Puerto Cabezas. N= número de escolares totales estudiados; n= número de escolares parasitados; %= porcentaje de parasitación; IC95%= intervalo de confianza del 95%; p-valor= valor de significación estadística $p<0.05$; *Entamoeba complejo**= *E. histolytica*/*E. dispar*/*E. moshkovskii*.

A) POR SEXO

Los valores de prevalencia recogidos en función del género son expuestos en la Tabla 17. En general, en Puerto Cabezas no se detectaron diferencias estadísticamente significativas entre las prevalencias de cada sexo. Sin embargo, cabe mencionar, que en cuanto a la parasitación total, los niños (99.3%) presentaron una mayor prevalencia que las niñas (96.7%). Con respecto a la parasitación total de protozoos, la prevalencia fue mayor en el sexo femenino que en el sexo masculino (87% vs 84.3%). Sin embargo, en cuanto a la parasitación total de helmintos, la prevalencia fue mayor en niños que en niñas (86.6% vs 79.9%). En relación a las especies del grupo Helmintos, se detectó diferencias estadísticamente significativas ($p<0.001$) únicamente en los Ancilostómidos, presentando una prevalencia mayor en niños (10.4%) que en niñas (3.8%).

MUNICIPIO PUERTO CABEZAS		SEXO FEMENINO N=184		SEXO MASCULINO N=134	
ESPECIES PARÁSITAS	n	% (IC95%)	n	% (IC95%)	p-valor
PROTOZOOS	160	87 (82.1-91.9)	113	84.3 (78.1-90.5)	0.507
<i>Entamoeba coli</i>	87	47.3 (40.1-54.5)	70	52.2 (43.7-60.7)	0.383
<i>Entamoeba complejo*</i>	22	12.0 (7.3-16.7)	19	14.2 (8.3-20.1)	0.559
<i>Entamoeba hartmanni</i>	53	28.8 (22.3-35.3)	27	20.1 (13.3-26.9)	0.079
<i>Endolimax nana</i>	29	15.8 (10.5-21.1)	12	9.0 (4.2-13.8)	0.074
<i>Iodamoeba bütschlii</i>	8	4.3 (1.4-7.2)	6	4.5 (1.0-8.0)	0.956
<i>Chilomastix mesnili</i>	3	1.6 (0-3.4)	1	0.7 (0-2.1)	0.485
<i>Giardia intestinalis</i>	80	43.5 (36.3-50.7)	62	46.3 (37.9-54.7)	0.621
<i>Balantidium coli</i>	1	0.5 (0-1.5)	0	0 (0)	0.393
<i>Blastocystis</i>	127	69 (62.3-75.7)	90	67.2 (59.3-75.1)	0.725
HELMINTOS	147	79.9 (74.1-85.7)	116	86.6 (80.8-92.4)	0.120
<i>Hymenolepis nana</i>	13	7.1 (3.4-10.8)	14	10.4 (5.2-15.6)	0.285
<i>Trichuris trichiura</i>	124	67.4 (60.6-74.2)	96	71.6 (64.0-79.2)	0.418
<i>Ascaris lumbricoides</i>	108	58.7 (51.6-65.8)	83	61.9 (53.7-70.1)	0.560
Ancilostómidos	7	3.8 (1.0-6.6)	19	14.2 (8.3-20.1)	<0.001
TOTAL	178	96.7 (94.1-99.3)	133	99.3 (97.9-100.7)	0.131

Tabla 17. Espectro parasitario y prevalencias de parasitación según el sexo, en el municipio de Puerto Cabezas. N= número de escolares totales estudiados; n= número de escolares parasitados; %= porcentaje de parasitación; IC95%= intervalo de confianza del 95%; p-valor= valor de significación estadística $p < 0.05$; *Entamoeba complejo**= *E. histolytica*/*E. dispar*/*E. moshkovskii*.

B) POR GRUPOS DE EDAD

En el siguiente apartado se expone las prevalencias teniendo en cuenta los diferentes grupos de edad (Tabla 18). En primer lugar, se detectó un 100% de parasitación total en los grupos de edad de <1 a 4 años y 5 a 9 años, mientras que en el grupo de 10 a 14 años, la prevalencia fue de 94.8%, presentando diferencias estadísticamente significativas ($p=0.008$). En cuanto a la parasitación total de protozoos, se observó la mayor prevalencia en el grupo de edad de 5 a 9 años (91.8%) diferenciándose del grupo de 10 a 14 años (77.8%), con valor estadístico ($p=0.002$). No se detectaron diferencias significativas con respecto a la parasitación total de helmintos, aunque se observó una mayor prevalencia de parasitación en el grupo de edad de 5 a 9 años. Dentro de los protozoos, se observaron diferencias estadísticamente significativas en la especie *Blastocystis* spp. ($p=0.003$), que presentó la mayor prevalencia en el grupo de escolares de 5 a 9 años. Asimismo, la especie *I. bütschlii* presentó diferencias

estadísticamente significativas ($p=0.034$) con porcentajes de parasitación muy diferentes entre los diferentes grupos de edad (16.% vs 2.3% vs 5.9%, respectivamente).

C) EN FUNCIÓN DE LA ZONA

En la Tabla 19, se puede observar los resultados obtenidos para la zona urbana y la zona rural de Puerto Cabezas. En general, las prevalencias en ambas zonas son similares y apenas se observa diferencias estadísticamente significativas en las diferentes especies parasitarias. Se puede destacar que la parasitación total es ligeramente mayor en zona urbana que rural (98.4% vs 97%), así como el porcentaje de parasitación total de protozoos (87.6% vs 83.5%). Sin embargo, sucede lo contrario con respecto a la prevalencia total de helmintos, siendo mayor en la zona rural que urbana (85% vs 81.1%).

Dentro del grupo Protozoos, solo la especie *E. hartmanni* presentó una prevalencia notablemente mayor en zona urbana (38.4%) que en zona rural (6.8%), con diferencias estadísticamente significativas ($p<0.001$). En cuanto a helmintos, *T. trichiura* y los Ancilostómidos, presentaron prevalencias mayores en zona rural que en urbana (76.7% vs 63.8% y 12% vs 5.4%, respectivamente) con diferencias estadísticamente significativas ($p=0.014$ y $p=0.033$, respectivamente). Las especies *A. lumbricoides* e *H. nana*, mostraron prevalencias ligeramente superiores en la zona urbana, sin presentar diferencias significativas.

MUNICIPIO PUERTO CABEZAS	GRUPOS DE EDAD						p-valor
	<1-4 N=12		5-9 N=171		10-14 N=135		
ESPECIES PARÁSITAS	n	% (IC95%)	n	% (IC95%)	n	% (IC95%)	
PROTOZOOS	11	91.7 (76.1-107.3)	157	91.8 (87.7-95.9)	105	77.8 (70.8-84.8)	0.002
<i>Entamoeba coli</i>	7	58.3 (30.4-86.2)	94	55 (47.5-62.5)	56	41.5 (33.2-49.8)	0.053
<i>Entamoeba complejo*</i>	3	25.0 (0.5-49.5)	21	12.3 (7.4-17.2)	17	12.6 (7.0-18.2)	0.442
<i>Entamoeba hartmanni</i>	1	8.3 (0-23.9)	45	26.3 (19.7-32.9)	34	25.2 (17.9-32.5)	0.382
<i>Endolimax nana</i>	4	33.3 (6.6-60.0)	22	12.9 (7.9-17.9)	15	11.1 (5.8-16.4)	0.089
<i>Iodamoeba bütschlii</i>	2	16.7 (0-37.8)	4	2.3 (0.1-4.5)	8	5.9 (1.9-9.9)	0.034
<i>Chilomastix mesnili</i>	0	0 (0)	2	1.2 (0-2.8)	2	1.5 (0-3.6)	0.897
<i>Giardia intestinalis</i>	4	33.3 (6.6-60.0)	86	50.3 (42.8-57.8)	52	38.5 (30.3-46.7)	0.087
<i>Balantidium coli</i>	0	0 (0)	1	0.6 (0-1.8)	0	0 (0)	0.650
<i>Blastocystis spp.</i>	9	75.0 (50.5-99.5)	130	76.0 (69.6-82.4)	78	57.8 (49.5-66.1)	0.003
HELMINTOS	9	75.0 (50.5-99.5)	149	87.1 (82.1-92.1)	105	77.8 (70.8-84.8)	0.077
<i>Hymenolepis nana</i>	1	8.3 (0-23.9)	15	8.8 (4.6-13.0)	11	8.1 (3.5-12.7)	0.981
<i>Trichuris trichiura</i>	9	75.0 (50.5-99.5)	127	74.3 (67.8-80.8)	84	62.2 (54.0-70.4)	0.069
<i>Ascaris lumbricoides</i>	8	66.7 (40.0-93.4)	105	61.4 (54.1-68.7)	78	57.8 (49.5-66.1)	0.726
Ancilostómidos	0	0 (0)	13	7.6 (3.6-11.6)	13	9.6 (4.6-14.6)	0.467
TOTAL	12	100	171	100	128	94.8 (98.5-91.1)	0.008

Tabla 18. Espectro parasitario y prevalencias de parasitación según el grupo de edad, en el municipio de Puerto Cabezas. N= número de escolares totales estudiados; n= número de escolares parasitados; %= porcentaje de parasitación; IC95%= intervalo de confianza del 95%; p-valor= valor de significación estadística p<0.05; *Entamoeba complejo**= *E. histolytica/E. dispar/E. moshkovskii*.

MUNICIPIO PUERTO CABEZAS	URBANO N=185		RURAL N=133		p-valor
	n	% (IC95%)	n	% (IC95%)	
PROTOZOOS	162	87.6 (82.9-92.4)	111	83.5 (77.2-89.8)	0.300
<i>Entamoeba coli</i>	91	49.2 (42.0-56.4)	66	49.6 (41.1-58.1)	0.939
<i>Entamoeba complejo*</i>	23	12.4 (7.7-17.2)	18	13.5 (7.7-19.3)	0.773
<i>Entamoeba hartmanni</i>	71	38.4 (31.4-45.4)	9	6.8 (2.5-11.1)	<0.001
<i>Endolimax nana</i>	20	10.8 (6.3-15.3)	22	16.5 (10.2-22.8)	0.137
<i>Iodamoeba bütschlii</i>	11	5.9 (2.5-9.3)	3	2.3 (0-4.9)	0.114
<i>Chilomastix mesnili</i>	2	1.1 (0- 2.6)	2	1.5 (0-3.6)	0.739
<i>Giardia intestinalis</i>	80	43.2 (36.1-50.3)	62	46.6 (38.1-55.1)	0.551
<i>Balantidium coli</i>	1	0.5 (0-1.5)	0	0 (0)	0.396
<i>Blastocystis spp.</i>	127	68.6 (61.9-75.3)	90	67.7 (59.8-75.7)	0.853
HELMINTOS	150	81.1 (75.5-86.7)	113	85.0 (78.9-91.1)	0.367
<i>Hymenolepis nana</i>	18	9.7 (5.4-14.0)	9	6.8 (2.5-11.1)	0.344
<i>Trichuris trichiura</i>	118	63.8 (56.9-70.7)	102	76.7 (69.5-83.9)	0.014
<i>Ascaris lumbricoides</i>	115	62.2 (55.2-69.2)	76	57.1 (48.7-65.5)	0.367
Ancilostómidos	10	5.4 (2.1-8.7)	16	12.0 (6.5-17.5)	0.033
TOTAL	182	98.4 (81.5-91.3)	129	97.0 (94.1-100.0)	0.406

Tabla 19. Espectro parasitario y prevalencias de parasitación según la zona estudiada, en el municipio de Puerto Cabezas. N= número de escolares totales estudiados; n= número de escolares parasitados; %= porcentaje de parasitación; IC95%= intervalo de confianza del 95%; p-valor= valor de significación estadística p<0.05; *Entamoeba complejo**= *E. histolytica/E. dispar/E. moshkovskii*.

3.1.1.3.- MUNICIPIO DE SIUNA

416 escolares fueron analizados en Siuna, concretamente en cuatro localidades diferentes, tal y como se observa en la Tabla 20. Se detectó una elevada prevalencia de parasitación total en la población estudiada (94.7%), observándose mayor parasitación total de protozoos que de helmintos (93.8% vs 40.1%), con diferencias estadísticamente significativas ($p=0.002$). El espectro parasitario total identificado estaba compuesto por un total de 9 especies de protozoos y 5 especies de helmintos. De los protozoos, la especie de mayor prevalencia fue *Blastocystis* spp. (79.3%), seguido *G. intestinalis* (45.7%) y *E. nana* y *E. coli*, con prevalencias similares (39.4% y 35.3%). Se destaca además, la elevada prevalencia del complejo *Entamoeba* (17.1%), donde estaría la especie patológica *E. histolytica*. En cuanto a helmintos, *T. trichiura* fue la especie más prevalente (31.5%), seguido de *A. lumbricoides* (14.2%) y Ancilostómidos (13.2%). El resto de especies no superaron el 1% de parasitación.

En el Barrio Pedro Joaquín, caracterizado por ser de zona urbana, se detectó un porcentaje de parasitación total de 96.4%, siendo significativamente mayor la prevalencia de protozoos que de helmintos (95.7% vs 38.8%). El espectro parasitario total detectado fue de 13 especies parásitas diferentes, identificándose 9 especies de protozoos y 5 de helmintos. Con respecto a los protozoos, *Blastocystis* spp. presentó una prevalencia importante (81.3%), seguido de *G. intestinalis* (52.5%) y *E. coli* (43.9%). Las especies *E. hartmanni* y *E. nana* presentaron la misma prevalencia (25.2%), y el resto de especies no superan el 13% de parasitación. Cabría destacar la identificación de la especie patógena *Cyptosporidium* sp. con una prevalencia de 1.4%. En cuanto a helmintos, *T. trichiura* presentó la mayor prevalencia (30.9%), seguido de *A. lumbricoides* (18%) y Ancilostómidos (10.1%). Se detectó bajas prevalencias de *H. nana* (2.9%) mientras que en el caso de *S. stercoralis*, no superó el 1% de parasitación.

En la comunidad Yahoya, caracterizada por ser de zona rural, se detectó una parasitación total elevada (91.8%), siendo mayor la parasitación total de protozoos (90.6%) que de helmintos (50.6%). El espectro parasitario total constituido por 12 especies parásitas diferentes, presentó un total de 7 especies de protozoos, y 5 de helmintos. La especie protozoaria de mayor prevalencia identificada fue *Blastocystis* spp. (75.3%), seguida de *G. intestinalis* (49.4%) y *E. nana* (42.2%). Las especies *E. coli*

y *E. hartmanni* presentaron prevalencias idénticas (35.3%), mientras que el resto de especies no superaron el 13% de parasitación. Dentro del grupo Helmintos, la especie de mayor prevalencia fue *T. trichiura* (44.7%), seguido de Ancilostómidos (25.9%) y *A. lumbricoides* (14.1%). Además, se detectaron casos puntuales de *Taenia* sp. (1.2%) y *S. stercoralis* (1.2%).

La situación parasitológica en la comunidad Wannay, también considerada como zona rural, resultó muy similar a la de la comunidad Yahoya. Se detectó una parasitación total de 93.4%, presentando mayor parasitación total de protozoos que de helmintos (92.3% vs 58.2%). El espectro parasitario detectado fue de 7 especies de protozoos y 4 de helmintos. Dentro de los protozoos, la especie de mayor prevalencia fue *Blastocystis* spp. (79.1%), seguido de *G. intestinalis* (45.1%) y *E. coli* (37.4%). Las especies *E. hartmanni* (33%) y *E. nana* (30.8) presentaron porcentajes de parasitación similares. En cuanto a los helmintos, la más prevalente fue *T. trichiura* (40.7%), seguido de *A. lumbricoides* (20.9%) y Ancilostómidos (18.7%). Además, se detectó un caso positivo de *S. stercoralis*.

Finalmente, la comunidad Miguel Alvarado, localizada también en zona rural, presentó una parasitación total muy alta (96%), con diferencias marcadas entre la prevalencia total de protozoos y helmintos (95% vs 16.8%). El espectro parasitario presentó un total de 11 especies parásitas, de las cuales 8 fueron protozoos y 3 helmintos. Dentro del grupo Protozoos, la especie de mayor prevalencia identificada fue *Blastocystis* spp. (80.2%), seguida de *E. nana* (64.4%) y *G. intestinalis* (33.7%). Se detectó una prevalencia del complejo *Entamoeba* aproximadamente dos veces mayor (30.7%), en comparación con las otras comunidades/barrio. Además, en esta comunidad, se añade la presencia de *Ch. mesnili* (13.9%) en el espectro. En relación a los helmintos, las prevalencias globales no fueron tan elevadas como en el resto de comunidades/barrio, y la especie de mayor prevalencia fue *T. trichiura* (12.9%), mientras que *A. lumbricoides* y los Ancilostómidos no superaron el 3% de parasitación.

Como se observa en la Tabla 20, se detectó diferencias estadísticamente significativas entre las prevalencias de la mayoría de las especies detectadas en cada comunidad/barrio. Dentro de las especies de protozoos, tanto *G. intestinalis* (52.5%) como *E. coli* (43.9%) fueron más prevalentes en el Barrio Pedro Joaquín Chamorro, con

diferencias estadísticamente significativas ($p=0.029$ y $p=0.005$, respectivamente). En relación al complejo *Entamoeba*, se detectó mayor porcentaje de parasitación en la comunidad Miguel Alvarado (30.7%), con diferencias estadísticamente significativas ($p=0.001$). La especie *E. hartmanni* resultó estadísticamente ($p<0.001$) más prevalente en la comunidad Wanny, mientras que *E. nana* (64.4%) y *Ch. mesnili* (13.9%) predominaron en la comunidad Miguel Alvarado, presentando en ambos casos el mismo valor estadístico ($p<0.001$). Con respecto a la parasitación total de helmintos, se detectó mayor porcentaje de parasitación en la comunidad Wanny (58.2%), con significación estadística ($p<0.001$). Asimismo, la especie *A. lumbricoides* resultó significativamente superior ($p<0.001$) en esta comunidad. Sin embargo, tanto *T. trichiura* (44.7%) como los Ancilostómidos (25.9%), fueron más prevalentes en la comunidad Yahoya, detectándose el mismo valor estadístico ($p<0.001$) en ambas especies.

A) POR SEXO

Se analizaron un total de 204 niñas y 207 niños en el municipio de Siuna, tal y como se observa en la Tabla 21. En general, no se observó diferencias estadísticamente significativas entre los porcentajes de parasitación de ambos sexos. La única especie que presentó valor estadístico significativo fue *Entamoeba* complejo ($p=0.024$), siendo más prevalente en el sexo masculino (21.3%) que en el sexo femenino (12.9%). Además, se observó un mayor porcentaje de parasitación total en el sexo masculino, el cual se ve reflejado tanto en el porcentaje de parasitación de protozoos como en el de helmintos.

B) POR GRUPOS DE EDAD

Analizando las prevalencias según los grupos de edad establecidos, se detectó diferencias estadísticamente significativas en cuanto a la parasitación total ($p<0.001$), así como en la parasitación total de protozoos ($p<0.001$) y helmintos ($p=0.001$). Con respecto a la parasitación total, se observó que esta fue mayor en el grupo de escolares de 10 a 14 años (98.4%), sucediendo lo mismo en la parasitación total por protozoos (98.4%), como se observa en la Tabla 22. Sin embargo, la prevalencia total de helmintos fue mayor en el grupo de escolares de 5 a 9 años (47.9%), y menor en el grupo de los más pequeños (26.8%).

Dentro de las especies de protozoos, se detectó una mayor prevalencia de *Blastocystis* spp. en el grupo de 5 a 9 años (86.8%), con diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.001$). Las especies *E. coli*, *Entamoeba* complejo, *E. hartmanni* y *E. nana* presentaron prevalencias superiores en el grupo de escolares de 10 a 14 años, mostrando diferencias estadísticamente significativas (Tabla 20). Con respecto a los helmintos, tanto *T. trichiura* como los Ancilostómidos, presentaron una mayor prevalencia en el grupo de 5 a 9 años, con diferencias estadísticamente significativas ($p = 0.007$ y $p = 0.004$, respectivamente).

MUNICIPIO SIUNA											
ESPECIES PARÁSITAS	B° PEDRO JOAQUÍN CHAMORRO N=139		COMUNIDAD YAHOYA N=85		COMUNIDAD WANNY N=91		COMUNIDAD MIGUEL ALVARADO N=101		TOTAL N=416		p-valor
	n	% (IC95%)	n	% (IC95%)	n	% (IC95%)	n	% (IC95%)	n	% (IC95%)	
PROTOZOOS	133	95.7 (92.3-99.1)	77	90.6 (84.4-96.8)	84	92.3 (86.8-97.8)	96	95 (90.7-99.3)	390	93.8 (91.5-96.1)	0.399
<i>Entamoeba coli</i>	61	43.9 (35.6-52.2)	30	35.3 (25.1-45.5)	34	37.4 (27.5-47.3)	22	21.8 (13.7-29.9)	147	35.3 (30.7-39.9)	0.005
<i>Entamoeba</i> complejo*	18	12.9 (7.4-18.5)	11	12.9 (5.8-20.0)	11	12.1 (5.4-18.8)	31	30.7 (21.7-39.7)	71	17.1 (13.5-20.7)	0.001
<i>Entamoeba hartmanni</i>	35	25.2 (18.0-32.4)	30	35.3 (25.1-45.5)	30	33.0 (23.3-42.7)	4	4.0 (0.2-7.8)	99	23.8 (19.7-27.9)	<0.001
<i>Endolimax nana</i>	35	25.2 (18.0-32.4)	36	42.4 (31.9-52.9)	28	30.8 (21.3-40.3)	65	64.4 (55.1-73.7)	164	39.4 (34.7-44.1)	<0.001
<i>Iodamoeba bütschlii</i>	9	6.5 (2.4-10.6)	9	10.6 (4.1-17.1)	7	7.7 (2.2-13.2)	16	15.8 (8.7-22.9)	41	9.9 (7.0-12.8)	0.094
<i>Chilomastix mesnili</i>	0	0 (0)	0	0 (0)	0	0 (0)	14	13.9 (7.2-20.6)	14	3.4 (1.7-5.1)	<0.001
<i>Giardia intestinalis</i>	73	52.5 (44.2-60.8)	42	49.4 (38.8-60.0)	41	45.1 (34.9-55.3)	34	33.7 (24.5-42.9)	190	45.7 (40.9-50.5)	0.029
<i>Cryptosporidium</i> sp.	2	1.4 (0-3.4)	0	0 (0)	0	0 (0)	0	0 (0)	2	0.5 (0-1.2)	0.261
<i>Blastocystis</i> spp.	113	81.3 (74.8-87.8)	64	75.3 (66.1-84.5)	72	79.1 (70.7-87.5)	81	80.2 (72.4-88.0)	330	79.3 (75.4-83.2)	0.748
HELMINTOS	54	38.8 (30.7-46.9)	43	50.6 (40.0-61.2)	53	58.2 (48.1-68.3)	17	16.8 (9.5-24.1)	167	40.1 (35.4-44.8)	<0.001
<i>Hymenolepis nana</i>	4	2.9 (0.12-5.7)	0	0 (0)	0	0 (0)	0	0 (0)	4	1.0 (0-2.0)	0.045
<i>Taenia</i> sp.	0	0 (0)	1	1.2 (0-3.5)	0	0 (0)	0	0 (0)	1	0.2 (0-0.6)	0.272
<i>Trichuris trichiura</i>	43	30.9 (23.2-38.6)	38	44.7 (34.1-55.3)	37	40.7 (30.6-50.8)	13	12.9 (6.4-19.4)	131	31.5 (27.0-36.0)	<0.001
<i>Ascaris lumbricoides</i>	25	18.0 (11.6-24.4)	12	14.1 (6.7-21.5)	19	20.9 (12.5-29.3)	3	3.0 (0-6.3)	59	14.2 (10.8-17.6)	<0.001
Ancilostómidos	14	10.1 (5.1-15.1)	22	25.9 (16.6-35.2)	17	18.7 (10.7-26.7)	2	2.0 (0-4.7)	55	13.2 (9.9-16.5)	<0.001
<i>Strongyloides stercoralis</i>	1	0.7 (0-2.1)	1	1.2 (0-3.5)	1	1.1 (0-3.2)	0	0 (0)	3	0.7 (0-1.5)	0.762
TOTAL	134	96.4 (93.3-99.5)	78	91.8 (86.0-97.6)	85	93.4 (88.3-98.5)	97	96 (92.2-99.8)	394	94.7 (92.5-96.9)	0.485

Tabla 20. Espectro parasitario y prevalencias de parasitación en cada zona de estudio en el municipio de Siuna. N= número de escolares totales estudiados; n= número de escolares parasitados; %= porcentaje de parasitación; IC95%= intervalo de confianza del 95%; p-valor= valor de significación estadística $p < 0.05$; *Entamoeba* complejo*= *E. histolytica*/*E. dispar*/*E. moshkovskii*.

MUNICIPIO SIUNA	SEXO FEMENINO N=209		SEXO MASCULINO N=207		p-valor
	n	% (IC95%)	n	% (IC95%)	
PROTOZOOS	194	92.8 (89.3-96.3)	196	94.7 (91.6-97.8)	0.433
<i>Entamoeba coli</i>	79	37.8 (31.2-44.4)	68	32.9 (26.5-39.3)	0.291
<i>Entamoeba complejo*</i>	27	12.9 (8.4-17.4)	44	21.3 (15.7-26.9)	0.024
<i>Entamoeba hartmanni</i>	52	24.9 (19.0-30.8)	47	22.7 (17.0-28.4)	0.602
<i>Endolimax nana</i>	78	37.3 (30.7-43.9)	86	41.5 (34.8-48.2)	0.378
<i>Iodamoeba bütschlii</i>	23	11.0 (6.8-15.2)	18	8.7 (4.9-12.5)	0.430
<i>Chilomastix mesnili</i>	9	4.3 (1.5-7.1)	5	2.4 (0.3-4.5)	0.285
<i>Giardia intestinalis</i>	94	45.0 (38.3-51.7)	96	46.4 (39.6-53.2)	0.774
<i>Cryptosporidium</i> sp.	1	0.5 (0-1.5)	1	0.5 (0-1.5)	0.995
<i>Blastocystis</i> spp.	163	78 (72.4-83.6)	167	80.7 (75.3-86.1)	0.499
HELMINTOS	83	39.7 (33.1-46.3)	84	40.6 (33.9-47.3)	0.857
<i>Hymenolepis nana</i>	2	1.0 (0-2.3)	2	1.0 (0-2.4)	0.992
<i>Taenia</i> sp.	0	0 (0)	1	0.5 (0-1.5)	0.314
<i>Trichuris trichiura</i>	65	31.1 (24.8-37.4)	66	31.9 (25.6-38.2)	0.863
<i>Ascaris lumbricoides</i>	32	15.3 (10.4-20.2)	27	13.0 (8.4-17.6)	0.560
Ancilostómidos	26	12.4 (7.9-16.9)	29	14.0 (9.3-18.7)	0.637
<i>Strongyloides stercoralis</i>	1	0.5 (0-1.5)	2	1.0 (0-2.4)	0.557
TOTAL	195	93.3 (89.9-96.7)	198	95.7 (92.9-98.5)	0.294

Tabla 21. Espectro parasitario y prevalencias de parasitación según el sexo, en el municipio de Siuna. N= número de escolares totales estudiados; n= número de escolares parasitados; %= porcentaje de parasitación; IC95%= intervalo de confianza del 95%; p-valor= valor de significación estadística p<0.05; *Entamoeba complejo**= *E. histolytica/E. dispar/E. moshkovskii*.

C) EN FUNCIÓN DE LA ZONA

En la Tabla 23, se expone los resultados de prevalencia obtenidos para la zona urbana y rural del municipio Siuna. Se detectó un mayor porcentaje de parasitación total en la zona urbana (96.4%) aunque sin presentar diferencias estadísticamente significativas con la zona rural (93.5%). La prevalencia de parasitación total de protozoos fue mayor en la zona urbana (95.7%), mientras que la prevalencia de helmintos fue mayor en zona rural (40.8%) sin mostrar diferencias estadísticamente significativas. Analizando las especies de protozoos, se detectó una mayor prevalencia de *G. intestinalis* y *E. coli* en zona urbana, presentando en ambos casos diferencias estadísticamente significativas (p=0.047 y p=0.010, respectivamente). Sucede lo contrario con las especies *E. nana* y *Ch. mesnili*, cuyas prevalencias fueron mayores en zona rural, con diferencias significativas (p=<0.001 y p=0.007). La identificación de

Cryptosporidium sp. únicamente en zona urbana, ha reflejado un valor estadístico en el borde de significación ($p=0.045$).

Con respecto a los helmintos, solo se identificó diferencias significativas ($p=0.005$) en la especie *H. nana*, detectada únicamente en la zona urbana, con una prevalencia que no superó el 3% de parasitación. En cuanto a *T. trichiura* y Ancilostómidos, ambas presentaron mayor prevalencia en zona rural (31.8% y 14.8%, respectivamente), a diferencia de *A. lumbricoides*, cuya prevalencia fue mayor en zona urbana (18%).

MUNICIPIO SIUNA	GRUPOS DE EDAD						p-valor
	<1-4 N=123		5-9 N=167		10-14 N=126		
ESPECIES PARÁSITAS	n	% (IC95%)	n	% (IC95%)	n	% (IC95%)	
PROTOZOOS	106	86.2 (80.1-92.3)	160	95.8 (92.8-98.8)	124	98.4 (96.2-100.6)	<0.001
<i>Entamoeba coli</i>	30	24.4 (16.8-32.0)	61	36.5 (29.2-43.8)	56	44.4 (35.7-53.1)	0.004
<i>Entamoeba complejo*</i>	12	9.8 (4.5-15.1)	26	15.6 (10.1-21.1)	33	26.2 (18.5-33.9)	0.002
<i>Entamoeba hartmanni</i>	12	9.8 (4.5-15.1)	47	28.1 (21.3-34.9)	40	31.7 (23.6-39.8)	<0.001
<i>Endolimax nana</i>	30	24.4 (16.8-32.0)	67	40.1 (32.7-47.5)	67	53.2 (44.5-61.9)	<0.001
<i>Iodamoeba bütschlii</i>	3	2.4 (0-5.1)	12	7.2 (3.3-11.1)	26	20.6 (13.5-27.7)	<0.001
<i>Chilomastix mesnili</i>	3	2.4 (0-5.1)	6	3.6 (0.8-6.4)	5	4.0 (0.4-7.4)	0.782
<i>Giardia intestinalis</i>	58	47.2 (38.4-56.0)	78	46.7 (39.1-54.3)	54	42.9 (34.3-51.5)	0.747
<i>Cryptosporidium</i> sp.	1	0.8 (0-2.4)	1	0.6 (0-1.8)	0	0 (0)	0.625
<i>Blastocystis</i> spp.	82	66.7 (58.4-75.0)	145	86.8 (81.7-91.9)	103	81.7 (96.2-100.6)	<0.001
HELMINTOS	33	26.8 (19.0-34.6)	80	47.9 (40.3-55.5)	54	42.9 (34.3-51.5)	0.001
<i>Hymenolepis nana</i>	0	0 (0)	3	1.8 (0-3.8)	1	0.8 (0-2.4)	0.293
<i>Taenia</i> sp.	0	0 (0)	0	0 (0)	1	0.8 (0-2.4)	0.316
<i>Trichuris trichiura</i>	26	21.1 (13.9-28.3)	64	38.3 (30.9-45.7)	41	32.5 (24.3-40.7)	0.007
<i>Ascaris lumbricoides</i>	13	10.6 (5.2-16.0)	24	14.4 (9.1-19.7)	22	17.5 (10.9-24.1)	0.296
<i>Strongyloides stercoralis</i>	0	0 (0)	2	1.2 (0-2.9)	1	0.8 (0-2.4)	0.489
Ancilostómidos	6	4.9 (1.1-8.7)	30	18 (12.2-23.8)	19	15 (8.8-21.2)	0.004
TOTAL	107	87 (81.1-92.9)	162	97 (94.4-99.6)	124	98.4 (96.2-100.6)	<0.001

Tabla 22. Espectro parasitario y prevalencias de parasitación según el grupo de edad, en el municipio de Siuna. N= número de escolares totales estudiados; n= número de escolares parasitados; %= porcentaje de parasitación; IC95%= intervalo de confianza del 95%; p-valor= valor de significación estadística $p<0.05$; *Entamoeba complejo**= *E. histolytica*/*E. dispar*/*E. moshkovskii*.

MUNICIPIO SIUNA	URBANO N=139		RURAL N=277		p-valor
	ESPECIES PARÁSITAS	n	% (IC95%)	n	
PROTOZOOS	133	95.7 (92.3-99.1)	257	92.8 (89.8-95.8)	0.248
<i>Entamoeba coli</i>	61	43.9 (35.6-52.2)	86	31.0 (25.6-36.5)	0.010
<i>Entamoeba complejo*</i>	18	12.9 (7.4-18.5)	53	19.1 (14.5-23.7)	0.114
<i>Entamoeba hartmanni</i>	35	25.2 (18.0-32.4)	64	23.1 (18.1-28.1)	0.639
<i>Endolimax nana</i>	35	25.2 (18.0-32.4)	129	46.6 (40.7-52.5)	0.000
<i>Iodamoeba bütschlii</i>	9	6.5 (2.4-10.6)	32	11.6 (7.8-15.4)	0.101
<i>Chilomastix mesnili</i>	0	0 (0)	14	5.1 (2.5-7.7)	0.007
<i>Giardia intestinalis</i>	73	52.5 (44.2-60.8)	117	42.2 (36.4-48.0)	0.047
<i>Cryptosporidium</i> sp.	2	1.4 (0-3.4)	0	0 (0)	0.045
<i>Blastocystis</i> spp.	113	81.3 (74.8-87.8)	217	78.3 (73.4-83.2)	0.483
HELMINTOS	54	38.8 (30.7-46.9)	113	40.8 (35.0-46.6)	0.703
<i>Hymenolepis nana</i>	4	2.9 (0.12-5.7)	0	0 (0)	0.005
<i>Taenia</i> sp.	0	0 (0)	1	0.4 (0-1.1)	0.478
<i>Trichuris trichiura</i>	43	30.9 (23.2-38.6)	88	31.8 (26.3-37.3)	0.863
<i>Ascaris lumbricoides</i>	25	18.0 (11.6-24.4)	34	12.3 (8.4-16.2)	0.115
Ancilostómidos	14	10.1 (5.1-15.1)	41	14.8 (10.6-19.0)	0.179
<i>Strongyloides stercoralis</i>	1	0.7 (0-2.1)	2	0.7 (0-1.7)	0.998
TOTAL	134	96.4 (93.3-99.5)	259	93.5 (90.6-96.4)	0.222

Tabla 23. Espectro parasitario y prevalencias de parasitación según la zona estudiada, en el municipio de Siuna. N= número de escolares totales estudiados; n= número de escolares parasitados; %= porcentaje de parasitación; IC95%= intervalo de confianza del 95%; p-valor= valor de significación estadística $p < 0.05$; *Entamoeba complejo**= *E. histolytica*/*E. dispar*/*E. moshkovskii*.

3.1.2.- EN LA REGIÓN AUTÓNOMA DEL ATLÁNTICO SUR (RAAS)

3.1.2.1.- EN RELACIÓN AL TOTAL DEL ESTUDIO

El estudio total de RAAS incluye 3 municipios: Laguna de Perlas, Bluefields y Corn Island. Se analizó 1144 escolares en total, detectándose una prevalencia de parasitación de 92.2%, presentando un porcentaje de parasitación de protozoos (82.1%) superior al de helmintos (62.6%), con diferencias estadísticamente significativas ($p=0.032$). Se identificó en total 9 especies de protozoos y 7 especies de helmintos, como queda reflejado en la Tabla 24. En relación al espectro de protozoos, la especie de mayor prevalencia detectada fue *Blastocystis* spp. (64.1%), seguida de *E. coli* (28.1%) y las especies *G. intestinalis* y *E. nana*, presentaron prevalencias muy similares dentro del espectro (27.4% y 27.1%). El resto de especies, presentaron porcentajes de parasitación

inferiores a 16%. Con respecto a los helmintos, se observó una prevalencia elevada en la especie *T. trichiura* (58.4%), seguida de *A. lumbricoides* (21.4%) y Ancilostómidos (10.6%). Cabe mencionar la presencia de casos puntuales de *H. nana* (0.8%), *Taenia* sp. (0.1%) y *Enterobius vermicularis* (0.3%). Resulta importante resaltar que la técnica adecuada para la detección de *E. vermicularis* no fue empleada en el presente estudio, por lo que dicha prevalencia no debe ser considerada relevante. Cabe destacar la aparición de un caso con *Hymenolepis diminuta*, especie de cestodo no detectada en el RAAN.

RAAS		
N=1144		
ESPECIES PARÁSITAS	n	% (IC95%)
PROTOZOOS	938	82.1 (79.9-84.3)
<i>Entamoeba coli</i>	322	28.1 (25.5-30.7)
<i>Entamoeba</i> complejo*	83	7.3 (5.8-8.8)
<i>Entamoeba hartmanni</i>	177	15.5 (13.4-17.6)
<i>Endolimax nana</i>	311	27.1 (24.5-29.7)
<i>Iodamoeba bütschlii</i>	16	1.4 (0.7-2.1)
<i>Chilomastix mesnili</i>	30	2.6 (1.7-3.5)
<i>Giardia intestinalis</i>	314	27.4 (24.8-30.0)
<i>Cryptosporidium</i> sp.	10	0.9 (0.4-1.4)
<i>Blastocystis</i> spp.	732	64.1 (61.3-66.9)
HELMINTOS	717	62.6 (59.8-65.4)
<i>Hymenolepis nana</i>	9	0.8 (0.3-1.3)
<i>Hymenolepis diminuta</i>	1	0.1 (0-0.3)
<i>Taenia</i> sp.	1	0.1 (0-0.3)
<i>Enterobius vermicularis</i> ^a	3	0.3 (0-0.6)
<i>Ascaris lumbricoides</i>	244	21.4 (19.0-23.8)
<i>Trichuris trichiura</i>	668	58.4 (55.5-61.3)
Ancilostómidos	121	10.6 (8.8-12.4)
TOTAL	1055	92.2 (90.6-93.8)

Tabla 24. Espectro parasitario y prevalencias de parasitación en la población total estudiada en RAAS. N= número de escolares totales estudiados; n= número de escolares parasitados; %= porcentaje de parasitación; IC95%= intervalo de confianza del 95%; *Entamoeba* complejo*= *E. histolytica*/*E. dispar*/*E. moshkovskii*; ^a detectado en heces.

A) POR SEXO

Se analizó un total de 616 niñas y 528 niños, tal y como se refleja en la Tabla 25. No se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre las prevalencias de parasitación total entre sexos, si bien la parasitación total fue ligeramente mayor en el sexo femenino que en el sexo masculino (92.5% vs 91.9%). Las prevalencias de protozoos en ambos sexos fueron similares (82.1% vs 82.0%). Sin embargo, en la parasitación total de helmintos, la mayor prevalencia se detectó en el sexo masculino (65.5% vs 60.4%). De forma puntual, se detectó diferencias estadísticamente significativas en los Ancilostómidos ($p=0.019$), cuya prevalencia fue mayor en niños que en niñas.

RAAS	SEXO FEMENINO N=616		SEXO MASCULINO N=528		p-valor
	n	% (IC95%)	n	% (IC95%)	
ESPECIES PARÁSITAS					
PROTOZOOS	505	82.1 (85.1-79.1)	433	82.0 (78.7-85.3)	0.951
<i>Entamoeba coli</i>	167	27.2 (23.7-30.7)	154	29.2 (25.3-33.1)	0.438
<i>Entamoeba</i> complejo*	51	8.3 (6.1-10.5)	32	6.1 (4.1-8.1)	0.150
<i>Entamoeba hartmanni</i>	99	16.1 (13.2-19.0)	78	14.8 (11.8-17.8)	0.546
<i>Endolimax nana</i>	174	28.3 (24.7-31.9)	136	25.8 (22.1-29.5)	0.346
<i>Iodamoeba bütschlii</i>	9	1.5 (0.5-2.5)	7	1.3 (0.3-2.3)	0.846
<i>Chilomastix mesnili</i>	16	2.6 (1.3-3.9)	14	2.7 (1.3-4.1)	0.954
<i>Giardia intestinalis</i>	161	26.1 (22.6-29.6)	153	29.0 (25.1-32.9)	0.314
<i>Cryptosporidium</i> sp.	7	1.1 (0.3-1.9)	3	0.6 (0-1.3)	0.304
<i>Blastocystis</i> spp.	393	63.9 (60.1-67.7)	339	64.2 (60.1-68.3)	0.882
HELMINTOS	372	60.4 (56.5-64.3)	345	65.5 (61.4-69.6)	0.073
<i>Hymenolepis nana</i>	4	0.7 (0-1.4)	5	0.9 (0.1-1.7)	0.570
<i>Hymenolepis diminuta</i>	1	0.2 (0-0.6)	0	0 (0)	0.354
<i>Taenia</i> sp.	0	0 (0)	1	0.2 (0-0.6)	0.28
<i>Enterobius vermicularis</i> ^a	2	0.3 (0-0.7)	1	0.2 (0-0.6)	0.656
<i>Trichuris trichiura</i>	348	56.5 (52.6-60.4)	320	60.7 (56.5-64.9)	0.142
<i>Ascaris lumbricoides</i>	137	22.3 (19.0-25.6)	107	20.3 (16.9-23.7)	0.417
Ancilostómidos	53	8.6 (6.4-10.8)	68	12.9(10.0-15.8)	0.019
TOTAL	570	92.5 (90.4-94.6)	485	91.9 (89.6-94.2)	0.670

Tabla 25. Espectro parasitario y prevalencias de parasitación según el sexo, en RAAS. N= número de escolares totales estudiados; n= número de escolares parasitados; %= porcentaje de parasitación; IC95%= intervalo de confianza del 95%; p-valor= valor de significación estadística $p<0.05$; *Entamoeba* complejo*= *E. histolytica*/*E. dispar*/*E. moshkovskii*; ^a detectado en heces.

B) POR GRUPOS DE EDAD

En la Tabla 26 se expone los resultados de prevalencia obtenidos para los diferentes grupos de edad estudiados. En primer lugar, la mayor prevalencia de parasitación total se detectó en el grupo de escolares de 10 a 14 años (94%), y la menor en el grupo de <1 a 4 años (83.3%), con diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.001$). Con respecto a la prevalencia total de protozoos, no se observaron diferencias estadísticamente significativas. Sin embargo, el mayor porcentaje de parasitación se detectó en el grupo de 5 a 9 años (83.7%).

En cuanto a la parasitación total de helmintos, la mayor prevalencia se detectó en el grupo de 10 a 14 años (68.5%) con diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.001$), debido a que la prevalencia en los de menor edad resultó aproximadamente dos veces inferior (37.9%). Además, se observó el mismo comportamiento en las especies *T. trichiura*, *A. lumbricoides* y Ancilostómidos, presentando la mayor prevalencia en el grupo de 10 a 14 años, con diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.001$; $p < 0.001$ y $p = 0.003$, respectivamente).

C) EN FUNCIÓN DE LA ZONA

En la Tabla 27 se recoge los resultados de las prevalencias en función del tipo de zona estudiada. Se detectó la mayor prevalencia de parasitación total en zona urbana (94.2% vs 89.3%), con diferencias estadísticamente significativas ($p = 0.002$), lo que se ve reflejado en el elevado porcentaje de parasitación total de protozoos en la zona urbana (85.3% vs 77%), con valores estadísticamente significativos ($p < 0.001$). Sin embargo, la parasitación total de helmintos fue más prevalente en zona rural que urbana (66.4% vs 60.2%), con un valor estadístico de $p = 0.032$. En el espectro de protozoos, se detectaron valores estadísticamente significativos para las especies *Blastocystis* spp., *E. coli*, *Entamoeba* complejo y *E. nana*, presentando en todos los casos la mayor prevalencia en zona urbana. Con respecto a la especie *I. bütschlii*, la prevalencia fue prácticamente mayoritaria en zona rural, reflejando significación estadística. Finalmente, en relación a los helmintos, la especie *T. trichiura* fue más prevalente en zona rural que urbana (62.5% vs 55.7%), con diferencias estadísticamente significativas ($p = 0.022$).

RAAS	GRUPOS DE EDAD						p-valor
	<1-4 N=132		5-9 N=526		10-14 N=486		
ESPECIES PARÁSITAS	n	% (IC95%)	n	% (IC95%)	n	% (IC95%)	
PROTOZOOS	100	75.8 (68.5-83.1)	440	83.7 (80.5-86.9)	399	81.9 (78.5-85.3)	0.089
<i>Entamoeba coli</i>	25	18.9 (12.2-25.6)	151	28.7 (24.8-32.6)	145	29.8 (25.7-33.9)	0.047
<i>Entamoeba complejo*</i>	2	1.5 (0-3.6)	35	6.7 (4.6-8.8)	46	9.5 (6.9-12.1)	0.006
<i>Entamoeba hartmanni</i>	15	11.4 (6.0-16.8)	84	16 (12.9-19.1)	78	16.0 (12.7-19.3)	0.396
<i>Endolimax nana</i>	20	15.2 (9.1-21.3)	144	27.4 (23.6-31.2)	147	30.0 (25.9-34.1)	0.003
<i>Iodamoeba bütschlii</i>	2	1.5 (0-3.6)	9	1.7 (0.6-2.8)	5	1.0 (0.1-1.9)	0.643
<i>Chilomastix mesnili</i>	3	2.3 (0-4.9)	17	3.2 (1.7-4.7)	10	2.1 (0.8-3.4)	0.487
<i>Giardia intestinalis</i>	47	35.6 (27.4-43.8)	173	32.9 (28.9-36.9)	94	19.3 (15.8-22.8)	<0.001
<i>Cryptosporidium</i> sp.	5	3.8 (0.5-7.1)	5	1.0 (0.1-1.9)	0	0 (0)	<0.001
<i>Blastocystis</i> spp.	73	55.3 (46.8-63.8)	344	65.4 (61.3-69.5)	315	64.8 (60.6-69.0)	0.102
HELMINTOS	50	37.9 (29.6-46.2)	334	63.5 (59.4-67.6)	333	68.5 (64.4-72.6)	<0.001
<i>Hymenolepis nana</i>	0	0 (0)	5	1.0 (0.1-1.9)	4	0.8 (0-1.6)	0.541
<i>Hymenolepis diminuta</i>	0	0 (0)	1	0.2 (0-0.6)	0	0 (0)	0.555
<i>Taenia</i> sp.	0	0 (0)	0	0 (0)	1	0.2 (0-0.6)	0.509
<i>Enterobius vermicularis</i> ^a	0	0 (0)	2	0.4 (0-0.9)	1	0.2 (0-0.6)	0.953
<i>Trichuris trichiura</i>	44	33.3 (25.3-41.3)	319	60.6 (56.4-64.8)	305	62.8 (58.5-67.1)	<0.001
<i>Ascaris lumbricoides</i>	14	10.6 (5.3-15.9)	87	16.5 (13.3-19.7)	143	29.4 (25.3-33.5)	<0.001
Ancilostómidos	4	3.0 (0.1-5.9)	53	10.1 (7.5-12.7)	64	13.2 (10.2-16.2)	0.003
TOTAL	110	83.3 (76.9-89.7)	488	92.8 (90.6-95.0)	457	94.0 (91.9-96.1)	<0.001

Tabla 26. Espectro parasitario y prevalencias de parasitación según el grupo de edad, en RAAS. N= número de escolares totales estudiados; n= número de escolares parasitados; %= porcentaje de parasitación; IC95%= intervalo de confianza del 95%; p-valor= valor de significación estadística p<0.05; *Entamoeba complejo**= *E. histolytica*/*E. dispar*/*E. moshkovskii*; ^a detectado en heces.

RAAS	URBANO N=688		RURAL N=456		p-valor
	n	% (IC95%)	n	% (IC95%)	
ESPECIES PARÁSITAS	n	% (IC95%)	n	% (IC95%)	p-valor
PROTOZOOS	587	85.3 (82.7-87.9)	351	77.0 (73.1-80.9)	<0.001
<i>Entamoeba coli</i>	217	31.5 (28.0-35.0)	104	22.8 (18.9-26.7)	0.001
<i>Entamoeba complejo*</i>	61	8.9 (6.8-11.0)	22	4.8 (2.8-6.8)	0.010
<i>Entamoeba hartmanni</i>	115	16.7 (13.9-19.5)	62	13.6 (10.5-16.7)	0.153
<i>Endolimax nana</i>	201	29.2 (25.8-32.6)	109	23.9 (20.0-27.8)	0.048
<i>Iodamoeba bütschlii</i>	1	0.1 (0-0.3)	15	3.3 (1.7-4.9)	<0.001
<i>Chilomastix mesnili</i>	21	3.1 (1.8-4.4)	9	2.0 (0-0.6)	0.264
<i>Giardia intestinalis</i>	191	27.8 (24.5-31.1)	123	27.0 (22.9-31.1)	0.770
<i>Cryptosporidium</i> sp.	7	1.0 (0.3-1.7)	3	0.7 (0-1.5)	0.522
<i>Blastocystis</i> spp.	470	68.3 (64.8-71.8)	262	57.5 (53.0-62.0)	<0.001
HELMINTOS	414	60.2 (56.5-63.9)	303	66.4 (60.0-68.8)	0.032
<i>Hymenolepis nana</i>	5	0.7 (0.1-1.3)	4	0.9 (0-1.8)	0.778
<i>Hymenolepis diminuta</i>	1	0.1 (0-0.3)	0	0 (0)	0.415
<i>Taenia</i> sp.	1	0.1 (0-0.3)	0	0 (0)	0.415
<i>Enterobius vermicularis</i> ^a	2	0.3 (0-0.7)	1	0.2 (0-0.6)	0.817
<i>Ascaris lumbricoides</i>	159	23.1 (20.0-26.2)	85	18.6 (15.0-22.2)	0.071
<i>Trichuris trichiura</i>	383	55.7 (52.0-59.4)	285	62.5 (58.1-66.9)	0.022
Ancilostómidos	69	10.0 (7.8-12.2)	52	11.4 (8.4-14.3)	0.459
TOTAL	648	94.2 (92.5-95.9)	407	89.3 (86.5-92.1)	0.002

Tabla 27. Espectro parasitario y prevalencias de parasitación según la zona de estudio en RAAS. N= número de escolares totales estudiados; n= número de escolares parasitados; %= porcentaje de parasitación; IC95%= intervalo de confianza del 95%; p-valor= valor de significación estadística p<0.05; *Entamoeba complejo**= *E. histolytica*/*E. dispar*/*E. moshkovskii*; ^a detectado en heces.

3.1.2.2.- MUNICIPIO DE LAGUNA DE PERLAS

En el municipio Laguna de Perlas se analizaron tres escuelas diferentes, como se refleja en la Tabla 28. El porcentaje de parasitación total de la zona fue de 94.8%, presentando un porcentaje de parasitación total de protozoos y de helmintos muy similares (77.9% y 76%). En cuanto al espectro parasitario, se identificó en total 8 especies de protozoos y 5 de helmintos. De las especies de protozoos, la de mayor prevalencia fue *Blastocystis* spp. (58.1%), seguida de *E. coli* (24.9%) y *E. nana* (23.1%). Las prevalencias de *G. intestinalis* y *E. hartmanni* fueron aproximadamente iguales (17.4% y 17.9%), mientras que en el resto de especies, las prevalencias fueron menores, del 8%. En relación a los helmintos, se detectó una elevada y marcada prevalencia de *T. trichiura* (72.5%) con respecto a *A. lumbricoides* (27.1%) y

Ancilostómidos (12.7%). Se detectó casos puntuales de *H. diminuta* y *E. vermicularis*, con porcentajes de parasitación inferiores al 1%.

La Escuela Excelencia Académica, caracterizada por ser de zona urbana, presentó un porcentaje de parasitación total de 93.2%, con una prevalencia de parasitación total de protozoos superior a la de helmintos (80.4% vs 64.9%). Se identificó un espectro parasitario total de 13 especies diferentes, de las cuales 8 pertenecen al grupo Protozoos y 5 al grupo Helmintos. De las especies protozoarias, la más prevalente fue *Blastocystis* spp. (59.5%), seguida de *E. coli* (28.4%) y *E. nana* (23.6%). Las especies *G. intestinalis* y *E. hartmanni* presentaron prevalencias similares (18.2% y 16.9%), y las especies restantes apenas superaron el 6% de parasitación. Con respecto a los helmintos, se detectó una marcada prevalencia de *T. trichiura* (63.5%) en comparación con *A. lumbricoides* (16.2%) y Ancilostómidos (7.4%). Además, cabe mencionar la detección de un caso de *H. dminuta* y la presencia de *E. vermicularis* en el espectro.

En el Instituto Perlas, también caracterizado por ser de zona urbana, se detectó un similar porcentaje de parasitación total de 93.8%. Si bien, en este caso, la prevalencia total de helmintos fue ligeramente mayor que la de protozoos (80% vs 75%). El espectro parasitario detectado presentó un total de 7 especies de protozoos y un mínimo de 3 especies de helmintos. La especie protozoaria más prevalente fue *Blastocystis* spp. (53.8%), seguida de *E. nana* (25%) y *E. coli* (22.5%). La especie *E. hartmanni* presentó una prevalencia de 17.5% y el resto de especies, presentaron prevalencias inferiores al 7%. De las especies de helmintos, *T. trichiura* fue la más prevalente (70%), seguida de *A. lumbricoides* (56.3%) y Ancilostómidos (15%).

Finalmente, el Instituto Haulover, caracterizado por ser de zona rural, presentó el porcentaje de parasitación más elevado (96.4%) en comparación con las otras escuelas. Se detectó un importante porcentaje de parasitación total de helmintos, ligeramente mayor que el de protozoos (82.7% helmintos vs 77.2% protozoos). Se identificaron 8 especies de protozoos y 4 de helmintos en total. Dentro del grupo Protozoos, *Blastocystis* spp. fue la más prevalente (58.9%), seguida de *E. coli* (23.4%). Las especies *E. nana* y *G. intestinales* apenas presentaron diferencias en sus prevalencias (21.8% vs 21.3%). En relación a los helmintos, destaca *T. trichiura* con la mayor

prevalencia (80.2%), seguido de *A. lumbricoides* (23.4%) y Ancilostómidos (15.7%). Además, se detectó un caso de *E. vermicularis*.

En la Tabla 28, se presenta los valores estadísticos detectados entre las prevalencias de las diferentes escuelas estudiadas. En relación a los protozoos, se observó que la especie *G. intestinalis*, resultó estadísticamente superior ($p=0.011$) en el Instituto Haulover (21.3%), mientras que el complejo *Entamoeba*, predominó en la Escuela Excelencia Académica, con diferencias estadísticamente significativas ($p=0.004$). Con respecto a los helmintos, la prevalencia total fue significativamente superior ($p<0.001$) en el Instituto Haulover (82.7%). De igual forma, la parasitación por *T. trichiura* resultó significativamente superior ($p=0.002$) en Haulover, mientras que *A. lumbricoides* fue más prevalente en el Instituto Perlas (56.3%), con diferencias significativas ($p<0.001$).

MUNICIPIO LAGUNA DE PERLAS									
ESPECIES PARÁSITAS	ESCUELA EXCELENCIA ACADÉMICA N=148		INSTITUTO PERLAS N=80		INSTITUTO HAUOVER N=197		TOTAL N=425		p-valor
	n	% (IC95%)	n	% (IC95%)	n	% (IC95%)	n	% (IC95%)	
PROTOZOOS	119	80.4 (74.0-86.8)	60	75 (65.5-84.5)	152	77.2 (71.3-83.1)	331	77.9 (74.0-81.8)	0.609
<i>Entamoeba coli</i>	42	28.4 (21.1-35.7)	18	22.5 (13.3-31.7)	46	23.4 (17.5-29.3)	106	24.9 (20.8-29.0)	0.483
<i>Entamoeba omplejo*</i>	9	6.1 (2.2-10.0)	5	4.3 (0-8.7)	7	3.6 (0-1.2)	32	7.5 (5.0-10.0)	0.004
<i>Entamoeba hartmanni</i>	25	16.9 (10.9-22.9)	14	17.5 (9.2-25.8)	37	18.8 (13.3-24.3)	76	17.9 (14.3-21.5)	0.898
<i>Endolimax nana</i>	35	23.6 (16.8-30.4)	20	25.0 (15.5-34.5)	43	21.8 (16.0-27.6)	98	23.1 (19.1-27.1)	0.832
<i>Iodamoeba bütschlii</i>	1	0.7 (0-2.0)	0	0 (0)	7	3.6 (1.0-6.2)	8	1.9 (0.6-3.2)	0.058
<i>Chilomastix mesnili</i>	7	4.7 (1.3-8.1)	1	1.3 (0-3.8)	6	3.0 (0.6-5.3)	14	3.3 (1.6-5.0)	0.360
<i>Giardia intestinalis</i>	27	18.2 (12.0-24.4)	5	6.3 (1.0-11.6)	42	21.3 (15.6-27.0)	74	17.4 (13.8-21.0)	0.011
<i>Blastocystis</i> spp.	88	59.5 (51.6-67.4)	43	53.8 (42.9-64.7)	116	58.9 (52.0-65.8)	247	58.1 (53.4-62.8)	0.676
HELMINTOS	96	64.9 (57.2-72.6)	64	80 (71.2-88.8)	163	82.7 (77.4-88.0)	323	76 (71.9-80.1)	<0.001
<i>Hymenolepis diminuta</i>	1	0.7 (0-2.0)	0	0 (0)	0	0 (0)	1	0.2 (0-0.6)	0.391
<i>Enterobius vermicularis</i> ^a	2	1.4 (0-3.3)	0	0 (0)	1	0.5 (0-1.5)	3	0.7 (0-1.5)	0.459
<i>Trichuris trichiura</i>	94	63.5 (55.7-71.3)	56	70.0 (60.0-80.0)	158	80.2 (74.6-85.8)	308	72.5 (68.3-76.7)	0.002
<i>Ascaris lumbricoides</i>	24	16.2 (10.3-22.1)	45	56.3 (45.4-67.2)	46	23.4 (17.5-29.3)	115	27.1 (22.9-31.3)	<0.001
Ancilostómidos	11	7.4 (3.2-11.6)	12	15.0 (7.2-22.8)	31	15.7 (10.6-20.8)	54	12.7 (9.5-15.9)	0.057
TOTAL	138	93.2 (89.1-97.3)	75	93.8 (88.5-99.1)	190	96.4 (93.8-99.0)	403	94.8 (92.7-96.9)	0.368

Tabla 28. Espectro parasitario y prevalencias de parasitación en cada zona estudiada en el municipio de Laguna de Perlas. N= número de escolares totales estudiados; n= número de escolares parasitados; %= porcentaje de parasitación; IC95%= intervalo de confianza del 95%; p-valor= valor de significación estadística $p<0.05$ *Entamoeba* complejo*= *E. histolytica*/*E. dispar*/*E. moshkovskii*; ^a detectado en heces.

A) POR SEXO

Tal y como se puede observar en la Tabla 29, no se detectó diferencias estadísticamente significativas en las prevalencias según el género. A pesar de la falta de diferencias estadísticamente significativas, con respecto a la parasitación total de protozoos, la prevalencia fue mayor en el sexo femenino (78.3% vs 77.3%), mientras que se detectó lo contrario en la parasitación total de helmintos, siendo mayor en el sexo masculino (79.5% vs 73.5%).

MUNICIPIO LAGUNA DE PERLAS	SEXO FEMENINO N=249		SEXO MASCULINO N=176		
ESPECIES PARÁSITAS	n	% (IC95%)	n	% (IC95%)	p-valor
PROTOZOOS	195	78.3 (73.2-83.4)	136	77.3 (71.1-83.5)	0.799
<i>Entamoeba coli</i>	60	24.1 (18.8-29.4)	46	26.1 (19.6-32.6)	0.632
<i>Entamoeba</i> complejo*	24	9.6 (5.9-13.3)	8	4.5 (1.4-7.6)	0.050
<i>Entamoeba hartmanni</i>	44	17.7 (13.0-22.4)	32	18.2 (12.5-23.9)	0.892
<i>Endolimax nana</i>	62	24.9 (19.5-30.3)	36	20.5 (14.5-26.5)	0.284
<i>Iodamoeba bütschlii</i>	6	2.4 (0.5-4.3)	2	1.1 (0-2.6)	0.341
<i>Chilomastix mesnili</i>	7	2.8 (0.8-4.8)	7	4 (1.1-6.9)	0.507
<i>Giardia intestinalis</i>	42	16.9 (12.2-21.6)	32	18.2 (12.5-23.9)	0.725
<i>Blastocystis</i> spp.	146	58.6 (52.5-64.7)	101	57.4 (50.1-64.7)	0.797
HELMINTOS	183	73.5 (68.0-79.0)	140	79.5 (73.5-85.5)	0.150
<i>Hymenolepis diminuta</i>	1	0.4 (0-1.2)	0	0 (0)	0.400
<i>Enterobius vermicularis</i> ^a	2	0.8 (0-1.9)	1	0.6 (0-1.7)	0.776
<i>Trichuris trichiura</i>	174	69.9 (64.2-75.6)	134	76.1 (69.8-82.4)	0.155
<i>Ascaris lumbricoides</i>	70	28.1 (22.5-33.7)	45	25.6 (19.2-32.0)	0.561
Ancilostómidos	25	10.0 (6.3-13.7)	29	16.5 (11.0-22.0)	0.050
TOTAL	236	96 (93.6-98.4)	167	95.5 (92.4-98.6)	0.961

Tabla 29. Espectro parasitario y prevalencias según el sexo, en el municipio de Laguna de Perlas. N= número de escolares totales estudiados; n= número de escolares parasitados; %= porcentaje de parasitación; IC95%= intervalo de confianza del 95%; p-valor= valor de significación estadística p<0.05; *Entamoeba* complejo*= *E. histolytica*/*E. dispar*/*E. moshkovskii*;^a detectado en heces.

B) POR GRUPOS DE EDAD

Las prevalencias para los diferentes grupos de edad de escolares se recogen en la Tabla 30. Se detectó una parasitación total mayor en el grupo de escolares 10 a 14 años, sin diferencias significativas. En cuanto a la parasitación total de protozoos, la prevalencia más elevada se observó en el grupo de 5 a 9 años, siendo inferior en el grupo de los menores (<1 a 4 años), con diferencias estadísticamente significativas

($p=0.020$). Por otro lado, la parasitación total de helmintos fue mayor en el grupo de 10 a 14 años, con diferencias significativas ($p=0.013$). Con respecto a las especies de protozoos, *G. intestinalis* fue más prevalente en el grupo de 5 a 9 años, presentando un valor estadístico de $p=0.007$. Además, la especie *Entamoeba* complejo, presentó el mayor porcentaje de parasitación en el grupo de 10 a 14 años (10.5%), y una prevalencia de 0% en el grupo de los infantes, reflejando diferencias significativas ($p=0.035$). Se detectaron valores con diferencias estadísticamente significativas en las especies *A. lumbricoides* y *T. trichiura*, presentando en ambos casos, un mayor porcentaje de parasitación en el grupo de 10 a 14 años (Tabla 30).

MUNICIPIO LAGUNA DE PERLAS		GRUPOS DE EDAD					
		<1-4 N=14		5-9 N=183		10-14 N=228	
ESPECIES PARÁSITAS	n	% (IC95%)	n	% (IC95%)	n	% (IC95%)	p-valor
PROTOZOOS	7	50 (23.8-76.2)	149	81.4 (75.8-87.0)	175	76.8 (71.3-82.3)	0.020
<i>Entamoeba coli</i>	2	14.3 (0-32.6)	43	23.5 (17.4-29.6)	61	26.8 (21.1-32.5)	0.484
<i>Entamoeba</i> complejo*	0	0 (0)	8	4.4 (1.4-7.4)	24	10.5 (6.5-14.5)	0.035
<i>Entamoeba hartmanni</i>	3	21.4 (0-42.9)	35	19.1 (13.4-24.8)	38	16.7 (11.9-21.5)	0.763
<i>Endolimax nana</i>	1	7.1 (0-20.6)	42	23.0 (16.9-29.1)	55	24.1 (18.5-29.7)	0.342
<i>Iodamoeba bütschlii</i>	0	0 (0)	4	2.2 (0.1-4.3)	4	1.8 (0.1-3.5)	0.827
<i>Chilomastix mesnili</i>	0	0 (0)	9	4.9 (1.8-8.0)	5	2.2 (0.3-4.1)	0.239
<i>Giardia intestinalis</i>	2	14.3 (0-32.6)	44	24.0 (17.8-30.2)	28	12.3 (8.0-16.6)	0.007
<i>Blastocystis</i> spp.	5	35.7 (10.6-60.8)	106	57.9 (50.9-65.1)	136	59.6 (53.2-66.0)	0.211
HELMINTOS	9	64.3 (39.2-89.4)	128	69.9 (63.3-76.5)	186	81.6 (76.6-86.6)	0.013
<i>Hymenolepis diminuta</i>	0	0 (0)	1	0.5 (0-1.5)	0	0 (0)	0.515
<i>Enterobius vermicularis</i> ^a	0	0 (0)	2	1.1 (0-2.6)	1	0.4 (0-1.2)	0.697
<i>Trichuris trichiura</i>	6	42.9 (17.0-68.8)	127	69.4 (62.7-76.1)	175	76.8 (71.3-82.3)	0.010
<i>Ascaris lumbricoides</i>	4	28.6 (4.9-52.3)	22	12.0 (7.3-16.7)	89	39.0 (32.7-45.3)	<0.001
Ancilostómidos	0	0 (0)	20	10.9 (6.4-15.4)	34	14.9 (10.3-19.5)	0.169
TOTAL	12	85.7 (67.4-104.0)	173	94.5 (91.2-97.8)	218	95.6 (92.9-98.3)	0.261

Tabla 30. Espectro parasitario y prevalencias según el grupo de edad, en el municipio de Laguna Perlas. N= número de escolares totales estudiados; n= número de escolares parasitados; %= porcentaje de parasitación; IC95%= intervalo de confianza del 95%; *p-valor*= valor de significación estadística $p<0.05$; *Entamoeba* complejo*= *E. histolytica*/*E. dispar*/*E. moshkovskii*; ^a detectado en heces.

C) EN FUNCIÓN DE LA ZONA

En la Tabla 31 se expone los valores de prevalencia en las zonas urbana y rural del municipio Laguna de Perlas. Se detectó una mayor prevalencia de parasitación total en zona rural que urbana (96.4% vs 93.4%), sin presentar diferencias estadísticamente significativas. Aunque la parasitación total de protozoos fue mayor en zona urbana (78.5% vs 77.2%) no se detectó diferencias significativas. Sin embargo, en cuanto a la parasitación total de helmintos, se detectó mayor prevalencia en zona rural (82.7% vs 70.2%), con diferencias estadísticamente significativas ($p=0.002$). De las especies de protozoos, *G. intestinalis* presentó mayor prevalencia en zona rural que urbana (21.3% vs 14%), en el borde de significación estadística ($p=0.048$). El complejo *Entamoeba* presentó mayor prevalencia en zona urbana (11% vs 3.6%) con diferencias significativas ($p=0.004$). Dentro de los helmintos, se obtuvo mayor prevalencia de *T. trichiura* en zona rural (80.2% vs 65.8%), con significación estadística ($p=0.001$). Se destaca la presencia de *H. diminuta* en zona rural y *E. vermicularis* tanto en rural como en urbano.

MUNICIPIO LAGUNA DE PERLAS	URBANO N=228		RURAL N=197		
ESPECIES PARÁSITAS	n	% (IC95%)	n	% (IC95%)	p-valor
PROTOZOOS	179	78.5 (73.2-83.8)	152	77.2 (71.3-83.1)	0.738
<i>Entamoeba coli</i>	60	26.3 (20.6-32.0)	46	23.4 (17.5-29.3)	0.481
<i>Entamoeba</i> complejo*	25	11.0 (6.9-15.1)	7	3.6 (0-1.2)	0.004
<i>Entamoeba hartmanni</i>	39	17.1 (12.2-22.0)	32	16.2 (11.1-21.4)	0.653
<i>Endolimax nana</i>	55	24.1 (18.6-29.7)	43	21.8 (16.0-27.6)	0.575
<i>Iodamoeba bütschlii</i>	1	0.4 (0-1.2)	7	3.6 (1.0-6.2)	0.018
<i>Chilomastix mesnili</i>	8	3.5 (1.1-5.9)	6	3.0 (0.6-5.3)	0.790
<i>Giardia intestinalis</i>	32	14.0 (9.5-18.5)	42	21.3 (15.6-27.0)	0.048
<i>Blastocystis</i> spp.	131	57.5 (51.1-63.9)	116	58.9 (52.0-65.8)	0.766
HELMINTOS	160	70.2 (64.3-76.1)	163	82.7 (77.4-88.0)	0.002
<i>Hymenolepis diminuta</i>	1	0.4 (0-1.2)	0	0 (0)	0.352
<i>Enterobius vermicularis</i> ^a	2	0.9 (0-2.1)	1	0.5 (0-1.5)	0.650
<i>Trichuris trichiura</i>	150	65.8 (59.6-72.0)	158	80.2 (74.6-85.8)	0.001
<i>Ascaris lumbricoides</i>	69	30.3 (24.3-36.3)	46	23.4 (17.5-29.3)	0.110
Ancilostómidos	23	10.1 (6.2-14.0)	31	15.7 (10.6-20.8)	0.081
TOTAL	213	93.4 (90.2-96.6)	190	96.4 (93.8-99.0)	0.160

Tabla 31. Espectro parasitario y prevalencias según la zona de estudio, en el municipio de Laguna de Perlas. N= número de escolares totales estudiados; n= número de escolares parasitados; %= porcentaje de parasitación; IC95%= intervalo de confianza del 95%; p-valor= valor de significación estadística $p<0.05$; *Entamoeba* complejo*= *E. histolytica*/*E. dispar*/*E. moshkovskii*; ^a detectado en heces.

3.1.2.3.- MUNICIPIO DE BLUEFIELDS

En el municipio Bluefields se analizó un total de 372 escolares de tres lugares diferentes: Barrio 19 de Julio, Barrio Pancasán y la Escuela Virgen del Carmen (Tabla 32). Se detectó un elevado porcentaje de parasitación total (94.6%), que se relaciona con el elevado porcentaje de parasitación total de protozoos (91.4%), mientras que la parasitación total de helmintos (56.2%) fue significativamente inferior ($p=0.026$). El espectro parasitario total detectado fue de 14 especies parásitas diferentes, con un mínimo de 9 especies de protozoos y 5 de helmintos. Dentro del grupo Protozoos, destaca la elevada prevalencia de *Blastocystis* spp. (78%), seguido de *G. intestinalis* (37.9%), y *E. coli* y *E. nana*, con prevalencias similares (34.7% y 33.9%). El resto de especies presentaron porcentajes de parasitación por debajo de 20%. En relación a los helmintos, la especie de mayor prevalencia fue *T. trichiura* (52.2%), seguido de *A. lumbricoides* (16.4%) y Ancilostómidos (8.1%). Las prevalencias de *H. nana* y *Taenia* sp. no superaron el 1% de parasitación.

Considerando las zonas de estudio individualmente, en primer lugar, se encuentra el Barrio 19 de Julio, caracterizado por ser de zona urbana. Se detectó un porcentaje de parasitación total elevado (90.5%), reflejado en la parasitación total de protozoos (89.9%), a diferencia de la parasitación total de helmintos (33.8%), que resultó estadísticamente inferior ($p=0.019$). El espectro parasitario total contaba con 8 especies de protozoos y 3 de helmintos. En el espectro de protozoos destaca la elevada prevalencia de *Blastocystis* spp. (75.7%), seguido de *E. nana* (39.2%) y a continuación, *E. coli* y *G. intestinalis*, con prevalencias similares (32.4% y 31.8%). El resto de especies presentaron prevalencias por debajo de 25%, como se observa en la Tabla 30. Se destaca la identificación de *Cryptosporidium* sp., con una prevalencia que no superó el 2%. En relación a las especies de helmintos, *T. trichiura* fue la más prevalente (29.7%) seguido de *A. lumbricoides* (10.1%) y Ancilostómidos (4.1%).

En segundo lugar, el Barrio Pancasán, está caracterizado por ser también de zona urbana, presentando una prevalencia de parasitación incluso superior al anterior (99.1%). Además de presentar una elevada parasitación total de protozoos (98.3%), la parasitación total de helmintos fue aproximadamente dos veces mayor (60%) que la del Barrio 19 de Julio. Dentro de los protozoos, *Blastocystis* spp. presentó la prevalencia

más elevada (93.9%), seguido de *G. intestinalis* (43.5%) y *E. coli* (39.1%). Las especies *E. nana* y *E. hartmanni* presentaron prevalencias similares (29.6% y 23.5%), y el resto de especies no superaron el 5% de parasitación. Con respecto a los helmintos, el porcentaje de parasitación más elevado fue para la especie *T. trichiura* (53.9%), seguido de *A. lumbricoides* (20.9%) y Ancilostómidos (11.3%). Cabe mencionar la presencia de *H. nana* y *Taenia* sp. en el espectro, con prevalencias que no superaron el 1% de parasitación.

Para finalizar, se analizaron escolares de la Escuela Virgen del Carmen, localizado en zona rural del municipio Bluefields. Se obtuvo una prevalencia de parasitación total del 95.4%, con elevadas prevalencias de parasitación total de protozoos y helmintos (86.2% y 82.6%, respectivamente). Se detectó un espectro parasitario de 12 especies parasitarias diferentes, de las cuales 8 pertenecen al grupo Protozoos y 4 al grupo Helmintos. Dentro de espectro protozoos, *Blastocystis* spp. presentó la prevalencia más elevada (64.2%), seguido de *G. intestinalis* (40.4%), y *E. coli* y *E. hartmanni*, con porcentajes cercanos de parasitación (33% y 31.2%). El resto de especies presentaron prevalencias por debajo de 12%. Con respecto a los helmintos, *T. trichiura* presentó una prevalencia significativamente mayor (80.2%) que *A. lumbricoides* (20.9%) y Ancilostómidos (11.3%). Se identificó la presencia de *H. nana* con una prevalencia que no superó el 2% de parasitación.

En las diferentes escuelas estudiadas en el municipio Bluefields se detectó diferencias estadísticamente significativas entre las prevalencias de ciertas especies del espectro parasitario obtenido. En el Barrio Pancasán se detectó la mayor prevalencia de parasitación total, así como el mayor porcentaje de parasitación de protozoos, con diferencias estadísticamente significativas ($p=0.008$ y $p=0.004$, respectivamente). La prevalencia de *Blastocystis* spp., resultó estadísticamente superior ($p<0.001$) en el mismo barrio, mientras que la prevalencia de *I. bütschlii* (7.3%) fue mayoritaria en la Escuela Virgen del Carmen, con valor estadístico significativo ($p<0.001$). En relación a la parasitación de helmintos, se detectó la mayor prevalencia en la Escuela Virgen del Carmen, con diferencias estadísticamente significativas ($p<0.001$). Asimismo, la prevalencia de *T. trichiura* resultó significativamente ($p<0.001$) superior en esta escuela, mientras que la prevalencia de *A. lumbricoides* fue mayoritaria en el Barrio Pancasán, con diferencias significativas ($p=0.029$).

MUNICIPIO BLUEFIELDS									
ESPECIES PARÁSITAS	BARRIO 19 JULIO N=148		BARRIO PANCASÁN N=115		ESCUELA VIRGEN DEL CARMEN N= 109		TOTAL N= 372		p-valor
	n	% (IC95%)	n	% (IC95%)	n	% (IC95%)	n	% (IC95%)	
PROTOZOOS	133	89.9 (85.0-94.8)	113	98.3 (95.9-100.7)	94	86.2 (79.7-92.7)	340	91.4 (88.6-94.2)	0.004
<i>Entamoeba coli</i>	48	32.4 (24.9-39.9)	45	39.1 (30.2-48.0)	36	33.0 (24.2-41.8)	129	34.7 (29.9-39.5)	0.480
<i>Entamoeba complejo*</i>	9	6.1 (2.2-10.0)	5	4.3 (0.6-8.0)	6	5.5 (1.2-9.8)	20	5.4 (3.1-7.7)	0.824
<i>Entamoeba hartmanni</i>	33	22.3 (15.6-29.0)	27	23.5 (15.8-31.2)	13	11.9 (5.8-18.0)	73	19.6 (15.6-23.6)	0.054
<i>Endolimax nana</i>	58	39.2 (31.3-47.1)	34	29.6 (21.3-37.9)	34	31.2 (22.5-40.0)	126	33.9 (29.1-38.7)	0.205
<i>Iodamoeba bütschlii</i>	0	0 (0)	0	0 (0)	8	7.3 (2.4-12.2)	8	2.2 (0.7-3.7)	<0.001
<i>Chilomastix mesnili</i>	2	1.4 (0-3.3)	5	4.3 (0.6-8.0)	2	1.8 (0-4.3)	9	2.4 (0.8-4.0)	0.261
<i>Chilomastix mesnili</i>	2	1.4 (0-3.3)	5	4.3 (0.6-8.0)	2	1.8 (0-4.3)	9	2.4 (0.8-4.0)	0.261
<i>Giardia intestinalis</i>	47	31.8 (24.3-39.3)	50	43.5 (34.4-52.6)	44	40.4 (31.2-49.6)	141	37.9 (33.0-42.8)	0.124
<i>Cryptosporidium</i> sp.	2	1.4 (0-3.3)	3	2.6 (0-5.5)	0	0 (0)	5	1.3 (0.1-2.5)	0.238
<i>Blastocystis</i> spp.	112	75.7 (68.8-82.6)	108	93.9 (89.5-98.3)	70	64.2 (55.2-73.2)	290	78.0 (73.8-82.2)	<0.001
HELMINTOS	50	33.8 (26.2-41.4)	69	60 (51.0-69.0)	90	82.6 (75.5-89.7)	209	56.2 (51.2-61.2)	<0.001
<i>Hymenolepis nana</i>	0	0 (0)	1	0.9 (0-2.6)	2	1.8 (0-4.3)	3	0.8 (0-1.7)	0.266
<i>Taenia</i> sp.	0	0 (0)	1	0.9 (0-2.6)	0	0 (0)	1	0.3 (0-0.9)	0.326
<i>Trichuris trichiura</i>	44	29.7 (22.3-37.1)	62	53.9 (44.8-63.0)	88	80.7 (73.3-88.1)	194	52.2 (47.1-57.3)	<0.001
<i>Ascaris lumbricoides</i>	15	10.1 (5.2-15.0)	24	20.9 (13.5-28.3)	22	20.2 (12.7-27.7)	61	16.4 (12.6-20.2)	0.029
Ancilostómidos	6	4.1 (0.9-7.3)	13	11.3 (5.5-17.1)	11	10.1 (4.4-15.8)	30	8.1 (5.3-10.9)	0.066
TOTAL	134	90.5 (85.8-95.2)	114	99.1 (97.4-100.8)	104	95.4 (91.5-99.3)	352	94.6 (92.3-96.9)	0.008

Tabla 32. Espectro parasitario y prevalencias en cada zona de estudio en el municipio de Bluefields. N= número de escolares totales estudiados; n= número de escolares parasitados; %= porcentaje de parasitación; IC95%= intervalo de confianza del 95%; p-valor= valor de significación estadística p<0.05; *Entamoeba complejo**= *E. histolytica*/*E. dispar*/*E. moshkovskii*.

A) POR SEXO

Se analizó 182 niñas y 190 niños en el conjunto, tal y como se observa en la Tabla 33. Se detectó una mayor parasitación total en el sexo femenino (95.6% vs 93.7%), al igual que en la parasitación total de protozoos (94% femenino vs 88.9% masculino), sin presentar diferencias estadísticamente significativas. En general, no se detectó diferencias estadísticamente significativas entre las prevalencias según el género, aunque se obtuvo una mayor prevalencia de parasitación total de helmintos en el sexo masculino (65.3%), con diferencias estadísticamente significativas (p<0.001). Como consecuencia de ello, la prevalencia de *T. trichiura* fue mayor en el sexo masculino (60%) con significación estadística (p=0.002).

MUNICIPIO BLUEFIELDS	SEXO FEMENINO N=182		SEXO MASCULINO N=190		p-valor
	n	% (IC95%)	n	% (IC95%)	
PROTOZOOS	171	94 (90.5-97.5)	169	88.9 (84.4-93.4)	0.085
<i>Entamoeba coli</i>	79	37.8 (30.8-44.8)	68	32.9 (26.2-39.6)	0.847
<i>Entamoeba</i> complejo*	27	12.9 (8.0-17.8)	44	21.3 (15.5-27.1)	0.308
<i>Entamoeba hartmanni</i>	52	24.9 (18.6-31.2)	47	22.7 (16.7-28.7)	0.737
<i>Endolimax nana</i>	78	37.3 (30.3-44.3)	86	41.5 (34.5-48.5)	0.340
<i>Iodamoeba bütschlii</i>	3	1.6 (0-3.4)	5	2.6 (0.3-4.9)	0.513
<i>Chilomastix mesnili</i>	5	2.7 (0.3-5.1)	4	2.1 (0.1-4.1)	0.687
<i>Giardia intestinalis</i>	94	45 (37.8-52.2)	96	46.4 (39.3-53.5)	0.524
<i>Cryptosporidium</i> sp.	3	1.6 (0-3.4)	2	1.1 (0-2.6)	0.618
<i>Blastocystis</i> spp.	145	79.7 (73.9-85.5)	145	76.3 (70.3-82.3)	0.435
HELMINTOS	85	46.7 (39.5-53.9)	124	65.3 (58.5-72.1)	<0.001
<i>Hymenolepis nana</i>	2	1.1 (0-2.6)	1	0.5 (0-1.5)	0.537
<i>Taenia</i> sp.	0	0 (0)	1	0.5 (0-1.5)	0.327
<i>Trichuris trichiura</i>	80	44.0 (36.8-51.2)	114	60.0 (53.0-67.0)	0.002
<i>Ascaris lumbricoides</i>	23	12.6 (7.8-17.4)	38	20.0 (14.3-25.7)	0.055
Ancilostómidos	13	7.1 (3.4-10.8)	17	8.9 (4.9-12.9)	0.523
TOTAL	174	95.6 (92.6-98.6)	178	93.7 (90.2-97.2)	0.412

Tabla 33. Espectro parasitario y prevalencias según el sexo, en el municipio de Bluefields. N= número de escolares totales estudiados; n= número de escolares parasitados; %= porcentaje de parasitación; IC95%= intervalo de confianza del 95%; p-valor= valor de significación estadística $p < 0.05$; *Entamoeba* complejo*= *E. histolytica*/*E. dispar*/*E. moshkovskii*.

B) POR GRUPOS DE EDAD

En la Tabla 34 se recoge las prevalencias para los diferentes grupo de edad analizados. Se detectó el mayor porcentaje de parasitación total en el grupo de escolares de 10 a 14 años (96.7%), con diferencias estadísticamente significativas ($p=0.019$). En cuanto a la parasitación total de protozoos y de helmintos, la prevalencia en ambos casos fue mayor en el grupo de 5 a 9 años, con diferencias significativas ($p=0.006$ y $p=0.002$, respectivamente). Dentro de los protozoos, *Blastocystis* spp. y *E. nana* fueron más prevalentes en el grupo de 10 a 14 años presentando ambas especies un valor de significación estadística de $p=0.001$. Sin embargo, *G. intestinalis* y *E. coli*, presentaron un mayor porcentaje de parasitación en el grupo de 5 a 9 años, con diferencias significativas ($p=0.003$ y $p=0.038$, respectivamente). En cuanto a helmintos, en general, las prevalencias de parasitación fueron menores en el grupo de menor edad (<1 a 4 años) y solo la especie *T. trichiura* presentó diferencias significativas ($p=0.007$), siendo más prevalente en el grupo de 5 a 9 años.

MUNICIPIO BLUEFIELDS	GRUPOS DE EDAD						p-valor
	<1-4 N=89		5-9 N=163		10-14 N=120		
ESPECIES PARÁSITAS	n	% (IC95%)	n	% (IC95%)	n	% (IC95%)	
PROTOZOOS	74	83.1 (75.3-90.9)	154	94.5 (91.0-98.0)	112	93.3 (88.8-97.8)	0.006
<i>Entamoeba coli</i>	21	23.6 (14.8-32.4)	64	39.3 (31.8-46.8)	44	36.7 (28.1-45.3)	0.038
<i>Entamoeba complejo*</i>	1	1.1 (0-3.3)	10	6.1 (2.4-9.6)	9	7.5 (2.8-12.2)	0.110
<i>Entamoeba hartmanni</i>	11	12.4 (5.6-19.2)	33	20.2 (14.0-26.4)	29	24.2 (16.5-31.9)	0.101
<i>Endolimax nana</i>	17	19.1 (10.9-27.3)	56	34.4 (27.1-41.7)	53	44.2 (35.3-53.1)	0.001
<i>Iodamoeba bütschlii</i>	2	2.2 (0-5.2)	5	3.1(0.4-5.8)	1	0.8 (0-2.4)	0.439
<i>Chilomastix mesnili</i>	2	2.2 (0-5.2)	5	3.1(0.4-5.8)	2	1.7 (0-4.0)	0.745
<i>Giardia intestinalis</i>	36	40.4 (30.2-50.6)	74	45.4 (37.8-53.0)	31	25.8 (18.0-33.6)	0.003
<i>Cryptosporidium</i> sp.	3	3.4 (0-7.2)	2	1.2 (0-2.9)	0	0 (0)	0.110
<i>Blastocystis</i> spp.	57	64.0 (54.0-74.0)	130	79.8 (73.6-86.0)	103	85.8 (79.6-92.0)	0.001
HELMINTOS	36	40.4 (30.2-50.6)	102	62.6 (55.2-70.0)	71	59.2 (50.4-68.0)	0.002
<i>Hymenolepis nana</i>	0	0 (0)	3	1.8 (0-3.8)	0	0 (0)	0.144
<i>Taenia</i> sp.	0	0 (0)	0	0 (0)	1	0.8 (0-2.4)	0.349
<i>Trichuris trichiura</i>	34	38.2 (28.1-48.3)	96	58.9 (51.3-66.5)	64	53.3 (44.4-62.2)	0.007
<i>Ascaris lumbricoides</i>	9	10.1 (3.8-16.4)	26	16.0 (10.4-21.6)	26	21.7 (14.3-29.1)	0.081
Ancilostómidos	3	3.4 (0-7.2)	14	8.6 (4.3-12.9)	13	10.8 (5.2-16.4)	0.139
TOTAL	79	88.8 (82.2-95.4)	157	96.3 (93.4-99.2)	116	96.7 (93.5-99.9)	0.019

Tabla 34. Espectro parasitario y prevalencias según el grupo de edad, en el municipio de Bluefields. N= número de escolares totales estudiados; n= número de escolares parasitados; %= porcentaje de parasitación; IC95%= intervalo de confianza del 95%; p-valor= valor de significación estadística $p < 0.05$; *Entamoeba complejo**= *E. histolytica*/*E. dispar*/*E. moshkovskii*.

C) EN FUNCIÓN DE LA ZONA

En la Tabla 35 se observa las diferencias de las prevalencias entre la zona urbana y rural del municipio Bluefields. Se detectó un mayor porcentaje de parasitación total en la zona rural (95.4% vs 94.3%), sin diferencias estadísticamente significativas. La parasitación total de protozoos fue mayor en la zona urbana (93.5% vs 86.2%), mientras que la parasitación total de helmintos fue mayor en zona rural (82.6% vs 45.2%), presentando en ambos casos diferencias estadísticamente significativas ($p=0.022$ y $p < 0.001$). Dentro de los protozoos, las especies *Blastocystis* spp. y *E. hartmanni* presentaron diferencias significativas, siendo más prevalentes en zona urbana que rural (Tabla 23). En relación a los helmintos, *T. trichiura* presentó un porcentaje de parasitación mayor en zona rural (80.7% vs 40.3%), con diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.001$).

MUNICIPIO BLUEFIELDS		URBANO N=263		RURAL N=109		
ESPECIES PARÁSITAS	n	% (IC95%)	n	% (IC95%)	p-valor	
PROTOZOOS	246	93.5 (90.5-96.5)	94	86.2 (79.7-92.7)	0.022	
<i>Entamoeba coli</i>	93	35.4 (29.6-41.2)	36	33.0 (24.2-41.8)	0.667	
<i>Entamoeba complejo*</i>	14	5.3 (2.6-8.0)	6	5.5 (1.2-9.8)	0.944	
<i>Entamoeba hartmanni</i>	60	22.8 (17.7-27.9)	13	11.9 (5.8-18.0)	0.016	
<i>Endolimax nana</i>	92	35.0 (29.2-40.8)	34	31.2 (22.5-40.0)	0.482	
<i>Iodamoeba bütschlii</i>	0	0 (0)	8	7.3 (2.4-12.2)	<0.001	
<i>Chilomastix mesnili</i>	7	2.7 (0.7-4.7)	2	1.8 (0-4.3)	0.637	
<i>Giardia intestinalis</i>	97	36.9 (31.1-42.7)	44	40.4 (31.2-49.6)	0.528	
<i>Cryptosporidium</i> sp.	5	1.9 (0.3-3.6)	0	0 (0)	0.147	
<i>Blastocystis</i> spp.	220	83.7 (79.2-88.2)	70	64.2 (55.2-73.2)	<0.001	
HELMINTOS	119	45.2 (39.2-51.2)	90	82.6 (75.5-89.7)	<0.001	
<i>Hymenolepis nana</i>	1	0.4 (0-1.2)	2	1.8 (0-4.3)	0.153	
<i>Taenia</i> sp.	1	0.4 (0-1.2)	0	0 (0)	0.519	
<i>Trichuris trichiura</i>	106	40.3 (34.4-46.2)	88	80.7 (73.3-88.1)	<0.001	
<i>Ascaris lumbricoides</i>	39	14.8 (10.5-19.1)	22	20.2 (12.7-27.7)	0.204	
Ancilostómidos	19	7.2 (4.1-10.3)	11	10.1 (4.4-15.8)	0.355	
TOTAL	248	94.3 (91.5-97.1)	104	95.4 (91.5-99.3)	0.664	

Tabla 35. Espectro parasitario y prevalencias según la zona de estudio, en el municipio de Bluefields. N= número de escolares totales estudiados; n= número de escolares parasitados; %= porcentaje de parasitación; IC95%= intervalo de confianza del 95%; *p-valor*= valor de significación estadística $p < 0.05$; *Entamoeba complejo**= *E. histolytica*/*E. dispar*/*E. moshkovskii*.

3.1.2.4.- MUNICIPIO DE CORN ISLAND

En el archipiélago de Corn Island, municipio de la RAAS estudiada, se analizaron escolares de seis localidades diferentes, las cuales se agruparon según su localización geográfica, diferenciando dos zonas de estudio: la “zona oeste” y la “zona este”. Las localidades pertenecientes a la “zona oeste” fueron las siguientes: Rigoberto Cabezas, Padre Camilo Doerfler y Nubia Rigby. Las pertenecientes a la “zona este” fueron San Santiago Episcopal, Olive Brown y La Islita (Tabla 36).

En la población total, se detectó una prevalencia de parasitación total de 86.5%, siendo significativamente mayor ($p=0.014$) la prevalencia de protozoos que la de helmintos (76.9% vs 53.3%). El espectro parasitario total identificado fue de 12 especies parásitas diferentes, presentando un mínimo de 8 especies de protozoos y 4 de helmintos. Dentro del grupo Protozoos, la especie de mayor prevalencia fue *Blastocystis* spp. (56.2%), seguida de *G. intestinalis* (28.5%) y de las especies *E. coli* y *E. nana*, que

presentaron el mismo porcentaje de parasitación (24.8%). Las especies restantes mostraron prevalencias inferiores al 9%. De las especies helmínticas, *T. trichiura* fue la de mayor prevalencia (47.8%), seguida de *A. lumbricoides* (19.6%) y Ancilostómidos (10.7%). La prevalencia de *H. nana* no superó el 2% de parasitación.

Analizando la “zona oeste” de Big Corn Island, en primer lugar se encuentra Rigoberto Cabezas, localizado en la parte noroeste de la isla. En dicha zona, se detectó un porcentaje de parasitación total de 93.3%, presentando una prevalencia de protozoos de 81.7% y una prevalencia de helmintos de 57.7%. El espectro parasitario presentó un total de 12 especies parásitas diferentes, de las cuales 8 pertenecen al grupo Protozoos y 4 al grupo Helmintos. Dentro de los protozoos, la especie de mayor prevalencia detectada fue *Blastocystis* spp. (60.6%), seguida de *E. nana* (28.8%) y *E. coli* y *G. intestinalis*, con prevalencias similares (27.9% y 26.9%, respectivamente). En relación al resto de especies del grupo Protozoos, se detectaron prevalencias inferiores al 11%. Cabe destacar la identificación de un caso de *Cryptosporidium* sp. en el espectro. En cuanto a los helmintos, *T. trichiura* presentó un elevado porcentaje de parasitación (55.8%) en comparación con *A. lumbricoides* (17.3%) y Ancilostómidos (12.5%). Cabe mencionar la detección puntual de *H. nana*.

En segundo lugar, se encontraría Padre Camilo Doerfler, el cual está situado en la “zona oeste” del archipiélago. Aquí se detectó una prevalencia de parasitación total similar a la anterior (93.5%), presentando una prevalencia de protozoos (77.4%) y una prevalencia de helmintos (67.7%) superior a la detectada en Rigoberto Cabezas. Se detectaron en total 9 especies parásitas diferentes, de las cuales 5 son protozoos y 4 son helmintos. De las especies de protozoos, *Blastocystis* spp. (38.7%) presentó la mayor prevalencia, seguida de *G. intestinalis* y *E. coli*, con el mismo porcentaje de parasitación (29%) y *E. nana* con una prevalencia de 22.6%. El complejo *Entamoeba* no superó el 7% de parasitación. En relación a las especies helmínticas, *T. trichiura* (54.8%) fue la más prevalente, seguida de *A. lumbricoides* (29%). Los Ancilostómidos e *H. nana* presentaron el mismo porcentaje de parasitación (6.5%).

En tercer lugar se encontraría Nubia Rigby, la última localidad perteneciente a la “zona oeste”, localizada hacia el sur. La prevalencia de parasitación total (98.4%) detectada fue la más elevada de las tres localidades estudiadas en la “zona oeste”.

Asimismo, las prevalencias tanto de protozoos (85.5%) como de helmintos (87.1%) fueron más elevadas en esta localidad. El espectro parasitario presentó un total de 12 especies parásitas diferentes, de las cuales 8 son protozoos y 4 helmintos. Dentro del grupo Protozoos, la especie de mayor prevalencia detectada fue *Blastocystis* spp. (71%), seguida de *E. coli* y *G. intestinalis*, con porcentajes similares (41.9% y 40.3%, respectivamente). La especie *E. nana* presentó una prevalencia de 27.4%, mientras que *Entamoeba* complejo y *E. hartmanni* no superaron el 15 % de parasitación. El resto de especies presentó prevalencias inferiores al 5%.

La “zona este” del Archipiélago abarca dos localidades dentro de Big Corn Island; y además está la escuela de Little Corn Island. La prevalencia de San Santiago Episcopal en la parasitación total y en la parasitación por protozoos fue de 76.9%, mientras que la prevalencia de helmintos resultó inferior (12.8%). Se detectaron en total 10 especies parásitas distintas, de las cuales 7 pertenecen al grupo Protozoos y 3 al grupo Helmintos. Dentro del espectro de protozoos, *Blastocystis* spp. (53.8%) fue la especie más prevalente, seguida de *G. intestinalis* y *Ch. mesnili*, con la misma prevalencia (28.2%). La especie *E. hartmanni* presentó prevalencia de 15.4% mientras que las especies restantes no superaron el 8% de parasitación. En relación a los helmintos, tanto *T. trichiura* como los Ancilostómidos, presentaron el mismo porcentaje de parasitación (7.7%), mientras que *A. lumbricoides* no superó el 3% de parasitación.

A continuación, hacia la zona sureste encontraríamos la localidad Olive Brown. La prevalencia de parasitación total detectada fue de 71%, mientras que la prevalencia de protozoos (64.5%) detectada resultó inferior a la anterior, y la de helmintos fue superior (22.6%). El espectro parasitario detectado se constituía de 10 especies parásita diferentes, de las cuales 6 fueron protozoos y 4 helmintos. Dentro de los protozoos, *Blastocystis* spp. (41.9%) fue la especie más prevalente, seguida de *G. intestinalis* (25.8%) y *E. coli* y *E. nana*, con la misma prevalencia (12.9%). Tanto el complejo *Entamoeba* como la especie *E. hartmanni*, presentaron el mismo porcentaje de parasitación (6.5%). Con respecto a los helmintos, la especie de mayor prevalencia detectada fue *T. trichiura* (19.4%), seguida de *A. lumbricoides* (6.5%). Los Ancilostómidos e *H. nana* presentaron prevalencias idénticas (3.2%).

Finalmente, en La Islita (Little Corn Island) se detectó un porcentaje de parasitación total de 76.3%, presentando una prevalencia de protozoos (68.8%) y helmintos (47.5%) superior a las obtenidas en las localidades anteriores. El espectro parasitario detectado presentó un total de 12 especies parásitas diferentes, de las cuales 8 fueron protozoos y 4 helmintos. Del grupo Protozoos, la especie más prevalente fue *Blastocystis* spp. (52.5%), seguida de *G. intestinalis* (22.5%) y *E. hartmanni* (21.3%). La especie *E. coli* presentó un porcentaje de parasitación de 18.8%, mientras que el resto de especies no superaron el 7% de parasitación. De las especies de helmintos, *T. trichiura* fue la más prevalente (37.5%), seguida de *A. lumbricoides* (17.5%) y Ancilostómidos (7.5%). Se detectó un caso puntual de *H. nana*.

Como se observa en la Tabla 36, se detectó diferencias estadísticamente significativas entre las prevalencias de parasitación de las diferentes localidades de Corn Island. La prevalencia de parasitación total resultó estadísticamente superior ($p < 0.001$) en Nubia Rigby, por lo que la mayoría de especies fueron más prevalentes en esta localidad. Concretamente, las especies *Blastocystis* spp., *E. coli*, *A. lumbricoides* y *T. trichiura* fueron las más prevalentes con diferencias estadísticamente significativas (Tabla 36).

A) POR SEXO

Las prevalencias en función del sexo se exponen en la Tabla 37. No se observaron diferencias estadísticamente significativas en las prevalencias entre ambos sexos, salvo en el caso de *A. lumbricoides*, en que fue mayor en el sexo femenino (23.8% vs 14.8%), con diferencias significativas ($p = 0.036$). Se observaron prevalencias en la parasitación total, prácticamente idénticas en ambos sexos (86.5% vs 86.4%). La parasitación total de protozoos fue mayor en el sexo masculino (79% vs 75.1%), mientras que la parasitación total de helmintos resultó ligeramente mayor en niñas que en niños (56.2% vs 50%).

MUNICIPIO CORN ISLAND															
	RIGOBERTO CABEZAS N= 104		PADRE CAMILO DOERFLER N=31		NUBIA RIGBY N=62		SAN SANTIAGO EPISCOPAL N=39		OLIVE BROWN N=31		LA ISLITA N=80		TOTAL N=347		
ESPECIES PARÁSITAS	n	% (IC95%)	n	% (IC95%)	n	% (IC95%)	n	% (IC95%)	n	% (IC95%)	n	% (IC95%)	n	% (IC95%)	p-valor
PROTOZOOS	85	81.7 (74.3-89.1)	24	77.4 (62.7-92.1)	53	85.5 (76.7-94.3)	30	76.9 (63.7-90.1)	20	64.5 (47.7-81.3)	55	68.8 (58.6-79.0)	267	76.9 (72.5-81.3)	0.087
<i>Entamoeba coli</i>	29	27.9 (19.3-26.5)	9	29.0 (13.0-45.0)	26	41.9 (29.6-54.2)	3	7.7 (0-16.1)	4	12.9 (1.1-24.7)	15	18.8 (10.2-27.4)	86	24.8 (20.3-29.3)	0.001
<i>Entamoeba complejo*</i>	11	10.6 (4.7-16.5)	2	6.5 (0-15.2)	9	14.5 (5.7-23.3)	2	5.1 (0-12.0)	2	6.5 (0-15.2)	5	6.3 (1.0-11.6)	31	8.9 (5.9-11.9)	0.468
<i>Entamoeba hartmanni</i>	9	8.7 (3.3-14.1)	0	0 (0)	7	11.3 (3.4-19.2)	6	15.4 (4.1-26.7)	2	6.5 (0-15.2)	4	5.0 (0.2-9.8)	28	8.1 (5.2-11.0)	0.181
<i>Endolimax nana</i>	30	28.8 (20.1-37.5)	7	22.6 (7.9-37.3)	17	27.4 (16.3-38.5)	11	28.2 (14.1-42.3)	4	12.9 (1.1-24.7)	17	21.3 (12.3-30.3)	86	24.8 (20.3-29.3)	0.499
<i>Giardia intestinalis</i>	28	26.9 (18.4-35.4)	9	29 (13.0-45.0)	25	40.3 (28.1-52.5)	11	28.2 (14.1-42.3)	8	25.8 (10.4-41.2)	18	22.5 (13.3-31.7)	99	28.5 (23.8-33.2)	0.316
<i>Chilomastix mesnili</i>	3	2.9 (0-6.1)	0	0 (0)	3	4.8 (0-10.1)	0	0 (0)	0	0 (0)	1	1.3 (0-3.8)	7	2.0 (0.5-3.5)	0.391
<i>Cryptosporidium sp.</i>	1	1.0 (0-2.9)	0	0 (0)	1	1.6 (0-4.7)	1	2.6 (0-7.6)	0	0 (0)	2	2.5 (0-5.9)	5	1.4 (0.2-2.6)	0.840
<i>Blastocystis spp.</i>	63	60.6 (74.3-89.1)	12	38.7 (21.6-55.8)	44	71 (59.7-82.3)	21	53.8 (38.2-69.4)	13	41.9 (24.5-59.3)	42	52.5 (41.6-63.4)	195	56.2 (51.0-61.4)	0.021
HELMINTOS	60	57.7 (48.2-67.2)	21	67.7 (51.2-84.2)	54	87.1 (78.8-95.4)	5	12.8 (2.3-23.3)	7	22.6 (7.9-37.3)	38	47.5 (36.6-58.4)	185	53.3 (48.1-58.5)	<0.001
<i>Hymenolepis nana</i>	1	1.0 (0-2.9)	2	6.5 (0-15.2)	1	1.6 (0-4.7)	0	0 (0)	1	3.2 (0-9.4)	1	1.3 (0-3.8)	6	1.7 (0.3-3.1)	0.343
<i>Trichuris trichiura</i>	58	55.8 (46.3-65.3)	17	54.8 (37.3-72.3)	52	83.9 (74.8-93.0)	3	7.7 (0-16.1)	6	19.4 (5.5-33.3)	30	37.5 (26.9-48.1)	166	47.8 (42.5-53.1)	<0.001
<i>Ascaris lumbricoides</i>	18	17.3 (24.6-10.0)	9	29 (13.0-45.0)	24	38.7 (26.6-50.8)	1	2.6 (0-7.6)	2	6.5 (0-15.2)	14	17.5 (9.2-25.8)	68	19.6 (15.6-23.8)	<0.001
Ancilostómidos	13	12.5 (6.1-18.9)	2	6.5 (0-15.2)	12	19.4 (9.6-29.2)	3	7.7 (0-16.1)	1	3.2 (0-9.4)	6	7.5 (1.7-13.3)	37	10.7 (7.4-14.0)	0.115
TOTAL	97	93.3 (88.5-98.1)	29	93.5 (84.8-102.2)	61	98.4 (95.3-101.5)	30	76.9 (63.7-90.1)	22	71 (55.0-87.0)	61	76.3 (67.0-85.6)	300	86.5 (82.9-90.1)	<0.001

Tabla 36. Espectro parasitario y prevalencias en cada zona estudiada en el municipio de Corn Island. N= número de escolares totales estudiados; n= número de escolares parasitados; %= porcentaje de parasitación; IC95%= intervalo de confianza del 95%; p-valor= valor de significación estadística p<0.05; *Entamoeba complejo**= *E. histolytica/E. dispar/E. moshkovskii*.

MUNICIPIO CORN ISLAND	SEXO FEMENINO N=185		SEXO MASCULINO N=162		p-valor
	n	% (IC95%)	n	% (IC95%)	
PROTOZOOS	139	75.1 (68.9-81.3)	128	79 (72.7-85.3)	0.392
<i>Entamoeba coli</i>	43	23.2 (17.1-29.3)	43	26.5 (19.7-33.3)	0.478
<i>Entamoeba complejo*</i>	15	8.1 (4.2-12.0)	16	9.9 (5.3-14.5)	0.564
<i>Entamoeba hartmanni</i>	18	9.7 (5.4-14.0)	10	6.2 (2.5-9.9)	0.225
<i>Endolimax nana</i>	46	24.9 (18.7-31.1)	40	24.7 (18.1-31.3)	0.970
<i>Chilomastix mesnili</i>	4	2.2 (0.1-4.3)	3	1.9 (0-4.0)	0.837
<i>Giardia intestinalis</i>	53	28.6 (22.1-35.1)	46	28.4 (21.5-35.3)	0.958
<i>Cryptosporidium</i> sp.	4	2.2 (0.1-4.3)	1	0.6 (0-1.8)	0.228
<i>Blastocystis</i> spp.	102	55.1 (47.9-62.3)	93	57.4 (49.8-65.0)	0.670
HELMINTOS	104	56.2 (49.1-63.3)	81	50.0 (42.3-57.7)	0.247
<i>Hymenolepis nana</i>	2	1.1 (0-2.6)	4	2.5 (0.1-4.9)	0.322
<i>Trichuris trichiura</i>	94	50.8 (43.6-58.0)	72	44.4 (36.7-52.1)	0.236
<i>Ascaris lumbricoides</i>	44	23.8 (17.7-29.9)	24	14.8 (9.3-20.3)	0.036
Ancilostómidos	15	8.1 (4.2-12.0)	22	13.6 (8.3-18.9)	0.099
TOTAL	160	86.5 (81.6-91.4)	140	86.4 (81.1-91.7)	0.986

Tabla 37. Espectro parasitario y prevalencias según el sexo, en el municipio de Corn Island. N= número de escolares totales estudiados; n= número de escolares parasitados; %= porcentaje de parasitación; IC95%= intervalo de confianza del 95%; p-valor= valor de significación estadística $p < 0.05$; *Entamoeba complejo**= *E. histolytica*/*E. dispar*/*E. moshkovskii*.

B) POR GRUPOS DE EDAD

Los datos de prevalencia recogidos para los diferentes grupos de edad se exponen en la Tabla 38. En cuanto a la parasitación total, se detectó la mayor prevalencia en el grupo de escolares de 10 a 14 años (89.1%), con diferencias estadísticamente significativas ($p=0.003$). En la parasitación total de protozoos, se detectó mayor prevalencia en el grupo de 10 a 14 años, sin observar diferencias estadísticamente significativas. En relación a la parasitación total de helmintos, la prevalencia fue mayor en los grupos de edad 5 a 9 años y 10 a 14 años (57.8% y 55.1%), mientras que en el grupo de los infantes (17.2%), fue significativamente menor ($p < 0.001$). Dentro de los protozoos, la especie *E. coli* presentó diferencias estadísticamente significativas ($p=0.043$), presentando una mayor prevalencia en el grupo de 10 a 14 años. Sin embargo, *Cryptosporidium* sp. no se detectó en el grupo de 10 a 14 años de edad, y presentó la mayor prevalencia en el grupo de los menores de edad con diferencias estadísticamente significativas ($p=0.017$).

De las especies de helmintos, *T. trichiura* presentó la mayor prevalencia en el grupo de 5 a 9 años con diferencias significativas ($p < 0.001$).

MUNICIPIO CORN ISLAND	GRUPOS DE EDAD						p-valor
	<1-4 N=29		5-9 N=180		10-14 N=138		
ESPECIES PARÁSITAS	n	% (IC95%)	n	% (IC95%)	n	% (IC95%)	
PROTOZOOS	19	65.5 (48.2-82.8)	137	76.1 (69.9-82.3)	111	80.4 (73.8-87.0)	0.207
<i>Entamoeba coli</i>	2	6.9 (0-16.1)	44	24.4 (18.1-30.7)	40	29.0 (21.4-36.6)	0.043
<i>Entamoeba complejo*</i>	1	3.4 (3.2-10.0)	17	9.4 (5.1-13.7)	13	9.4 (4.5-14.3)	0.557
<i>Entamoeba hartmanni</i>	1	3.4 (3.2-10.0)	16	8.9 (4.7-13.1)	11	8.0 (3.5-12.5)	0.607
<i>Endolimax nana</i>	2	6.9 (0-16.1)	46	25.6 (19.2-32.0)	38	27.5 (20.1-34.9)	0.061
<i>Chilomastix mesnili</i>	1	3.4 (3.2-10.0)	3	1.7 (0-3.6)	3	2.2 (0-4.6)	0.807
<i>Giardia intestinalis</i>	9	31 (14.2-47.8)	55	30.6 (23.9-37.3)	35	25.4 (18.1-32.7)	0.568
<i>Cryptosporidium</i> sp.	2	6.9 (0-16.1)	3	1.7 (0-3.6)	0	0 (0)	0.017
<i>Blastocystis</i> spp.	11	37.9 (20.2-55.6)	108	60.0 (52.8-67.2)	76	55.1 (46.8-63.4)	0.080
HELMINTOS	5	17.2 (3.5-30.9)	104	57.8 (50.6-65.0)	76	55.1 (46.8-63.4)	<0.001
<i>Hymenolepis nana</i>	0	0 (0)	2	1.1 (0-2.6)	4	2.9 (0.1-5.7)	0.169
<i>Trichuris trichiura</i>	4	13.8 (1.2-26.4)	96	53.3 (46.0-60.6)	66	47.8 (39.5-56.1)	<0.001
<i>Ascaris lumbricoides</i>	1	3.4 (3.2-10.0)	39	21.7 (15.7-27.7)	28	20.3 (13.6-27.0)	0.070
Ancilostómidos	1	3.4 (3.2-10.0)	19	10.6 (6.1-15.1)	17	12.3 (6.8-17.8)	0.169
TOTAL	19	65.5 (48.2-82.8)	158	87.8 (83.0-92.6)	123	89.1 (83.9-94.3)	0.003

Tabla 38. Espectro parasitario y prevalencias según el grupo de edad, en el municipio de Corn Island. N= número de escolares totales estudiados; n= número de escolares parasitados; %= porcentaje de parasitación; IC95%= intervalo de confianza del 95%; p-valor= valor de significación estadística $p < 0.05$; *Entamoeba complejo**= *E. histolytica*/*E. dispar*/*E. moshkovskii*.

C) EN FUNCIÓN DE LA ZONA

Como se ha mencionado anteriormente, se ha realizado una división geográfica para poder llevar a cabo el estudio en el archipiélago de Corn Island. Debido a las características observadas, se ha considerado la “zona oeste” como la zona más urbana, y la “zona este” como la zona más rural. En la Tabla 39 se expone los resultados obtenidos en función de cada zona. En cuanto a la parasitación total, se detectó una notable diferencia entre las prevalencias de ambas zonas, siendo mayor en la “zona oeste” (94.9% vs 75.3%), con diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.001$). Así, el porcentaje de parasitación total de protozoos y de helmintos resultó mayor en la “zona oeste”, presentando en ambos casos diferencias estadísticamente significativas ($p = 0.003$ y $p < 0.001$, respectivamente).

Cabe resaltar que la prevalencia de helmintos fue aproximadamente dos veces mayor en la “zona oeste” que en la “zona este” (68.5% vs 33.3%). Dentro de los protozoos, se observaron diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.001$) en la especie *E. coli*, cuya prevalencia fue mayor en “zona oeste” (32.5% vs 14.7%). En relación a los helmintos, se observaron diferencias estadísticamente significativas en las especies *T. trichiura* ($p < 0.001$), *A. lumbricoides* ($p = 0.001$) y Ancilostómidos ($p = 0.035$), siendo más prevalentes en la “zona oeste” en todos los casos (Tabla 39).

MUNICIPIO CORN ISLAND	ZONA OESTE N=197		ZONA ESTE N=150		
ESPECIES PARÁSITAS	n	% (IC95%)	n	% (IC95%)	p-valor
PROTOZOOS	162	82.2 (76.9-87.5)	105	70.0 (62.7-77.3)	0.003
<i>Entamoeba coli</i>	64	32.5 (26.0-39.0)	22	14.7 (9.0-20.4)	<0.001
<i>Entamoeba complejo*</i>	22	11.2 (6.8-15.6)	9	6.0 (2.2-9.8)	0.095
<i>Entamoeba hartmanni</i>	16	8.1 (4.3-11.9)	12	8.0 (3.7-12.3)	0.967
<i>Endolimax nana</i>	54	27.4 (21.2-33.6)	32	21.3 (14.7-27.9)	0.194
<i>Chilomastix mesnili</i>	6	3.0 (0.6-5.4)	1	0.7 (0-2.0)	0.118
<i>Giardia intestinalis</i>	62	31.5 (25.0-38.0)	37	24.7 (17.8-31.6)	0.164
<i>Cryptosporidium</i> sp.	2	1.0 (0-2.4)	3	2.0 (0-4.2)	0.446
<i>Blastocystis</i> spp.	119	60.4 (53.6-67.2)	76	50.7 (42.7-58.7)	0.070
HELMINTOS	135	68.5 (62.0-75.0)	50	33.3 (25.8-40.8)	<0.001
<i>Hymenolepis nana</i>	4	2.0 (0-4.0)	2	1.3 (0-3.1)	0.622
<i>Trichuris trichiura</i>	127	64.5 (57.8-71.2)	39	26.0 (19.0-33.0)	<0.001
<i>Ascaris lumbricoides</i>	51	25.9 (19.8-32.0)	17	11.3 (6.2-16.4)	0.001
Ancilostómidos	27	13.7 (8.9-18.5)	10	6.7 (2.7-10.7)	0.035
TOTAL	187	94.9 (91.8-98.0)	113	75.3 (68.4-82.2)	<0.001

Tabla 39. Espectro parasitario y prevalencias según la zona de estudio en el municipio de Corn Island. N= número de escolares totales estudiados; n= número de escolares parasitados; %= porcentaje de parasitación; IC95%= intervalo de confianza del 95%; p-valor= valor de significación estadística $p < 0.05$; *Entamoeba complejo**= *E. histolytica*/*E. dispar*/*E. moshkovskii*.

3.1.3.- ESTUDIO COMPARATIVO ENTRE RAAN Y RAAS

En el siguiente apartado, se realizará un estudio comparativo del espectro parasitario y prevalencias de parasitación obtenidas entre RAAN total y RAAS total, con el objetivo de analizar las posibles diferencias entre ambas regiones, teniendo en cuenta los factores epidemiológicos utilizados anteriormente (sexo, edad y zona).

3.1.3.1.- EN RELACIÓN AL TOTAL

Se analizaron en total 734 escolares en RAAN y 1144 en RAAS, tal y como se observa en la Tabla 40. En primer lugar, el porcentaje de parasitación total fue mayor en RAAN que en RAAS (95.9% vs 92.2%) con diferencias estadísticamente significativas ($p=0.001$). Asimismo, la parasitación total de protozoos fue mayor en RAAN, con un valor estadístico de $p<0.001$. Con respecto a la parasitación total de helmintos, no se observaron diferencias estadísticamente significativas, aunque la prevalencia fue mayor en RAAS (62.6% vs 58.5%). Analizando el espectro de protozoos, la mayoría de las especies presentaron mayor prevalencia en RAAN, reflejando diferencias estadísticamente significativas (Tabla 40). Dentro de los helmintos, *A. lumbricoides* fue más prevalente en RAAN (34.1% vs 21.4%), mientras que *T. trichiura* presentó mayor prevalencia en RAAS (58.4% vs 47.8%), detectándose en ambos casos diferencias estadísticamente significativas. A pesar de que las prevalencias de *H. nana* y *S. stercoralis* no superaron el 5% de parasitación, los porcentajes fueron más elevados en RAAN que en RAAS, presentando diferencias estadísticamente significativas ($p<0.001$ y $p=0.031$, respectivamente).

ESPECIES PARÁSITAS	RAAN N=734		RAAS N=1144		p-valor
	n	% (IC95%)	n	% (IC95%)	
PROTOZOOS	663	90.2 (88.0-92.4)	938	82.1 (79.9-84.3)	<0.001
<i>Entamoeba coli</i>	304	41.4 (37.8-45.0)	322	28.1 (25.5-30.7)	<0.001
<i>Entamoeba complejo*</i>	112	15.3 (12.7-17.9)	83	7.3 (5.8-8.8)	<0.001
<i>Entamoeba hartmanni</i>	179	24.4 (21.3-27.5)	177	15.5 (13.4-17.6)	<0.001
<i>Endolimax nana</i>	206	28.1 (24.8-31.4)	311	27.1 (24.5-29.7)	0.663
<i>Iodamoeba bütschlii</i>	55	7.5 (5.6-9.4)	16	1.4 (0.7-2.1)	<0.001
<i>Chilomastix mesnili</i>	18	2.5 (1.4-3.6)	30	2.6 (1.7-3.5)	0.815
<i>Giardia intestinalis</i>	332	45.2 (41.6-48.8)	314	27.4 (24.8-30.0)	<0.001
<i>Cryptosporidium</i> sp.	2	0.3 (0-0.7)	10	0.9 (0.4-1.4)	0.110
<i>Balantidium coli</i>	1	0.1 (0-0.3)	0	0 (0)	0.212
<i>Blastocystis</i> spp.	547	74.5 (71.3-77.7)	732	64.1 (61.3-66.9)	<0.001
HELMINTOS	430	58.5 (54.9-62.1)	717	62.6 (59.8-65.4)	0.074
<i>Hymenolepis nana</i>	31	4.2 (2.6-5.8)	9	0.8 (0.3-1.3)	<0.001
<i>Hymenolepis diminuta</i>	0	0 (0)	1	0.1 (0-0.3)	0.423
<i>Taenia</i> sp.	1	0.1 (0-0.3)	1	0.1 (0-0.3)	0.753
<i>Enterobius vermicularis</i> ^a	0	0 (0)	3	0.3 (0-0.6)	0.165
<i>Trichuris trichiura</i>	351	47.8 (44.2-51.4)	668	58.4 (55.5-61.3)	<0.001
<i>Ascaris lumbricoides</i>	250	34.1 (30.7-37.5)	244	21.4 (19.0-23.8)	<0.001
Ancilostómidos	81	11.0 (8.7-13.3)	121	10.6 (8.8-12.4)	0.764
<i>Strongyloides stercoralis</i>	3	0.4 (2.7-5.7)	0	0 (0)	0.031
TOTAL	704	95.9 (94.4-97.4)	1055	92.2 (90.6-93.8)	0.001

Tabla 40. Espectro parasitario y prevalencias de RAAN y RAAS. N= número de escolares totales estudiados; n= número de escolares parasitados; %= porcentaje de parasitación; IC95%= intervalo de confianza del 95%; p-valor= valor de significación estadística p<0.05; *Entamoeba complejo**= *E. histolytica/E. dispar/E. moshkovskii*; ^a detectado en heces.

A) POR SEXO

En la Tabla 41 se expone los valores estadísticos obtenidos en función del género entre cada Región Autónoma, observándose diferencias significativas en la mayoría del espectro parasitario. La prevalencia de parasitación total resultó estadísticamente mayor (p=0.002) en los niños que provenían de RAAN. Asimismo, la prevalencia fue mayor en niñas de RAAN, aunque no se detectó significación estadística. En la parasitación total de protozoos, se observaron diferencias significativas en ambos sexos, presentando tanto el sexo femenino como masculino, una mayor prevalencia en RAAN.

Con respecto a la parasitación total de helmintos, la prevalencia en ambos sexos fue mayor en RAAS, sin presentar diferencias estadísticamente significativas. Dentro de los protozoos, las especies *Blastocystis* spp., *G. intestinalis*, *E. coli*, *Entamoeba* complejo, *E. hartmanni* y *I. bütschlii*, fueron más prevalentes en RAAN tanto en niñas como en niños, y con diferencias estadísticamente significativas (Tabla 41). Analizando las especies de helmintos, se observó que *A. lumbricoides* e *H. nana* fueron más prevalentes en RAAN, tanto en niñas como en niños, con significación estadística, mientras que la especie *T. trichiura* presentó mayor porcentaje de parasitación en RAAS tanto en niñas como en niños, con diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.001$).

RAAN vs RAAS	SEXO FEMENINO			SEXO MASCULINO		
	N=393	N=616		N=341	N=528	
ESPECIES PARÁSITAS	% (IC95%)	% (IC95%)	p-valor	% (IC95%)	% (IC95%)	p-valor
PROTOZOOS	90.1 (87.1-93.1)	82.1 (85.1-79.1)	<0.001	90.6 (87.5-93.7)	82.0 (78.7-85.3)	<0.001
<i>Entamoeba coli</i>	42.2 (37.3-47.1)	27.2 (23.7-30.7)	<0.001	40.5 (35.3-45.7)	29.2 (25.3-33.1)	0.001
<i>Entamoeba</i> complejo*	12.5 (9.2-15.8)	8.3 (6.1-10.5)	0.030	18.5 (14.4-22.6)	6.1 (4.1-8.1)	<0.001
<i>Entamoeba hartmanni</i>	26.7 (22.3-31.1)	16.1 (13.2-19.0)	<0.001	21.7 (17.3-26.1)	14.8 (11.8-17.8)	0.009
<i>Endolimax nana</i>	27.2 (22.8-31.6)	28.3 (24.7-31.9)	0.724	29.0 (24.2-33.8)	25.8 (22.1-29.5)	0.333
<i>Iodamoeba bütschlii</i>	7.9 (5.2-10.6)	1.5 (0.5-2.5)	<0.001	7.0 (4.3-9.7)	1.3 (0.3-2.3)	<0.001
<i>Chilomastix mesnili</i>	3.1 (1.4-4.8)	2.6 (1.3-3.9)	0.667	1.8 (0.4-3.2)	2.7 (1.3-4.1)	0.392
<i>Giardia intestinalis</i>	44.3 (39.4-49.2)	26.1 (22.6-29.6)	<0.001	46.3 (41.0-51.6)	29.0 (25.1-32.9)	<0.001
<i>Cryptosporidium</i> sp.	0.3 (0-0.8)	1.1 (0.3-1.9)	0.123	0.3 (0-0.9)	0.6 (0-1.3)	0.559
<i>Balantidium coli</i>	0.3 (0-0.8)	0 (0)	0.210	0 (0)	0 (0)	-
<i>Blastocystis</i> spp.	73.8 (69.5-78.1)	63.9 (60.1-67.7)	0.001	75.4 (70.8-80.0)	64.2 (60.1-68.3)	0.001
HELMINTOS	58.5 (53.6-63.4)	60.4 (56.5-64.3)	0.556	58.7 (53.5-63.9)	65.5 (61.4-69.6)	0.046
<i>Hymenolepis nana</i>	3.8 (1.9-5.7)	0.7 (0-1.4)	<0.001	4.7 (2.5-6.9)	0.9 (0.1-1.7)	<0.001
<i>Hymenolepis diminuta</i>	0 (0)	0.2 (0-0.6)	0.424	0 (0)	0 (0)	-
<i>Taenia</i> sp.	0 (0)	0 (0)	-	0.3 (0-0.9)	0.2 (0-0.6)	0.755
<i>Enterobius vermicularis</i> ^a	0 (0)	0.3 (0-0.7)	0.258	0 (0)	0.2 (0-0.6)	0.421
<i>Trichuris trichiura</i>	48.1 (43.2-53.0)	56.5 (52.6-60.4)	0.009	47.5 (42.2-52.8)	60.7 (56.5-64.9)	<0.001
<i>Ascaris lumbricoides</i>	35.6 (30.9-40.3)	22.3 (19.0-25.6)	<0.001	32.3 (27.3-37.3)	20.3 (16.9-23.7)	<0.001
Ancilostómidos	8.4 (5.7-11.1)	8.6 (6.4-10.8)	0.909	14.1 (10.4-17.8)	12.9 (10.0-15.8)	0.612
<i>Strongyloides stercoralis</i>	0.3 (0-0.8)	0 (0)	0.210	0.6 (0-1.4)	0 (0)	0.078
TOTAL	94.9 (92.7-97.1)	92.5 (90.4-94.6)	0.136	97.1 (95.3-98.9)	91.9 (89.6-94.2)	0.002

Tabla 41. Espectro parasitario y prevalencias de RAAN y RAAS, según el sexo. N= número de escolares totales estudiados; n= número de escolares parasitados; %= porcentaje de parasitación; IC95%= intervalo de confianza del 95%; p-valor= valor de significación estadística $p < 0.05$; *Entamoeba* complejo*= *E. histolytica*/*E. dispar*/*E. moshkovskii*; ^a detectado en heces.

B) POR GRUPOS DE EDAD

En la Tabla 42, se expone los valores estadísticos obtenidos para cada grupo de edad comparando cada Región Autónoma. En el grupo de los menores (<1 a 4 años), la prevalencia de parasitación total de protozoos resultó estadísticamente superior ($p=0.022$) en RAAN que en RAAS. Asimismo, la prevalencia de *Blastocystis* spp. y del complejo *Entamoeba* resultaron mayores en RAAN, con diferencias estadísticamente significativas ($p=0.042$ y $p=0.001$, respectivamente). Además, cabe mencionar que el porcentaje de parasitación total de helmintos fue superior en RAAS, aunque no se observaron diferencias estadísticamente significativas.

Analizando los resultados obtenidos en el grupo escolar de 5 a 9 años, se observó mayor porcentaje de parasitación total en RAAN, con significación estadística ($p<0.001$). Asimismo, la prevalencia de protozoos en este grupo escolar fue superior en RAAN, con diferencias estadísticamente significativas ($p<0.001$). Con respecto a la parasitación de helmintos, la prevalencia detectada fue superior en RAAN, aunque no se detectaron diferencias estadísticamente significativas. Sin embargo, en *H. nana* y en *A. lumbricoides*, se observó unas prevalencias significativamente superiores en RAAN, con el mismo valor estadístico ($p<0.001$).

En los escolares de 10 a 14 años se observó un comportamiento similar con respecto a los niños de 5 a 9 años. La prevalencia de la mayoría de especies de protozoos fueron superiores en RAAN, con diferencias estadísticamente significativas (Tabla 42). Sin embargo, la prevalencia de helmintos resultó estadísticamente superior ($p=0.037$) en RAAS que en RAAN. De igual forma, la prevalencia de *T. trichiura* fue significativamente mayor ($p<0.001$) en RAAS, aunque *H. nana* y *A. lumbricoides* fueron más prevalentes en RAAN, con diferencias estadísticamente significativas ($p=0.001$ y $p=0.013$, respectivamente).

RAAN vs RAAS	GRUPOS DE EDAD								
	<1-4			5-9			10-14		
	N=135	N=132	p-valor	N=338	N=526	p-valor	N=261	N=486	p-valor
ESPECIES PARÁSITAS	% (IC95%)	% (IC95%)		% (IC95%)	% (IC95%)		% (IC95%)	% (IC95%)	
PROTOZOOS	86.7 (81.0-92.4)	75.8 (68.5-83.1)	0.022	93.5 (90.9-96.1)	83.7 (77.4-90.0)	<0.001	87.7 (83.7-91.7)	81.9 (78.5-85.3)	0.038
<i>Entamoeba coli</i>	27.4 (19.9-34.9)	18.9 (12.2-25.6)	0.101	45.7(40.4-51.0)	28.7 (21.0-36.4)	<0.001	42.9 (36.9-48.9)	29.8 (25.7-33.9)	<0.001
<i>Entamoeba complejo*</i>	11.1 (5.8-16.4)	1.5 (0-3.6)	0.001	13.9 (10.2-17.6)	6.7 (2.4-11.0)	<0.001	19.2 (14.4-24.0)	9.5 (6.9-12.1)	<0.001
<i>Entamoeba hartmanni</i>	9.6 (4.6-14.6)	11.4 (6.0-16.8)	0.644	27.1 (22.4-31.8)	16.0 (0-3.7)	<0.001	28.4 (22.9-33.9)	16.0 (12.7-19.3)	<0.001
<i>Endolimax nana</i>	25.2 (17.9-32.5)	15.2 (9.1-21.3)	0.041	26.5 (21.8-31.2)	27.4 (19.8-35.0)	0.736	31.4 (25.8-37.0)	30.0 (25.9-34.1)	0.697
<i>Iodamoeba bütschlii</i>	3.7 (0.5-6.9)	1.5 (0-3.6)	0.263	4.7 (2.4-7.0)	1.7 (0-3.9)	0.010	13.0 (8.9-17.1))	1.0 (0.1-1.9)	<0.001
<i>Chilomastix mesnili</i>	2.2 (0-4.7)	2.3 (0-4.9)	0.978	2.4 (0.8-4.0)	3.2 (0.2-6.2)	0.459	2.7 (0.7-4.7)	2.1 (0.8-3.4)	0.585
<i>Giardia intestinalis</i>	45.9 (37.5-54.3)	35.6 (27.4-43.8)	0.086	48.4 (43.1-53.7)	32.9 (24.9-40.9)	<0.001	40.6 (34.6-46.6)	19.3 (15.8-22.8)	<0.001
<i>Cryptosporidium sp.</i>	0.7 (0-2.1)	3.8 (0.5-7.1)	0.093	0.3 (0-0.9)	1.0 (0-2.7)	0.258	0 (0)	0 (0)	-
<i>Balantidium coli</i>	0 (0)	0 (0)	-	0.3 (0-0.9)	0 (0)	0.212	0 (0)	0 (0)	-
<i>Blastocystis spp.</i>	67.4 (59.5-75.3)	55.3 (46.8-63.8)	0.042	81.1 (76.9-85.3)	65.4 (57.3-73.5)	<0.001	69.3 (63.7-74.9)	64.8 (60.6-69.0)	0.211
HELMINTOS	31.1 (23.3-38.9)	37.9 (29.6-46.2)	0.245	67.6 (62.6-72.6)	63.5 (55.3-71.7)	0.200	60.9 (55.0-66.8)	68.5 (64.4-72.6)	0.037
<i>Hymenolepis nana</i>	0.7 (0-2.1)	0 (0)	0.322	5.3 (2.9-7.7)	1.0 (0-2.7)	<0.001	4.6 (2.1-7.1)	0.8 (0-1.6)	0.001
<i>Hymenolepis diminuta</i>	0 (0)	0 (0)	-	0 (0)	0.2 (0-1.0)	0.423	0 (0)	0 (0)	
<i>Taenia sp.</i>	0 (0)	0 (0)	-	0 (0)	0 (0)	-	0.4 (0-1.2)	0.2 (0-0.6)	0.655
<i>Enterobius vermicularis</i> ^a	0 (0)	0 (0)	-	0 (0)	0.4 (0-1.5)	0.256	0 (0)	0.2 (0-0.6)	0.463
<i>Ascaris lumbricoides</i>	15.6 (9.5-21.7)	10.6 (5.3-15.9)	0.231	38.1 (32.9-43.3)	16.5 (10.2-22.8)	<0.001	38.3 (32.4-44.2)	29.4 (25.3-33.5)	0.013
<i>Trichuris trichiura</i>	25.9 (18.5-33.3)	33.3 (25.0-41.0)	0.185	56.3 (51.0-61.6)	60.6 (52.3-68.9)	0.227	47.9 (41.8-54.0)	62.8 (58.5-67.1)	<0.001
Ancilostómidos	4.4 (0.9-7.9)	3.0 (0.1-5.9)	0.543	12.7 (9.2-16.2)	10.1 (5.0-15.2)	0.227	12.3 (8.3-16.3)	13.2 (10.2-16.2)	0.724
<i>Strongyloides stercoralis</i>	0 (0)	0 (0)	-	0.6 (0-1.4)	0 (0)	0.077	0.4 (0-1.2)	0 (0)	0.172
TOTAL	88.1 (82.6-93.6)	83.3 (76.9-89.7)	0.260	98.2 (96.8-99.6)	92.8 (88.4-97.2)	<0.001	96.6 (94.4-98.8)	94 (91.9-96.1)	0.135

Tabla 42. Espectro parasitario y prevalencias de RAAN y RAAS, según el grupo de edad. N= número de escolares totales estudiados; n= número de escolares parasitados; %= porcentaje de parasitación; IC95%= intervalo de confianza del 95%; p-valor= valor de significación estadística p<0.05; Entamoeba complejo*= *E. histolytica*/*E. dispar*/*E. moshkovskii*; ^a detectado en heces.

C) EN FUNCIÓN DE LA ZONA

En la Tabla 43 se expone los resultados obtenidos en relación a las prevalencias obtenidas en zonas urbana y rural, observándose diferencias estadísticamente significativas en la mayoría del espectro parasitario. En general, las prevalencias en el espectro parasitario total han sido mayores en RAAN que en RAAS. Así, la prevalencia en la parasitación total fue mayor en la zona urbana de la RAAN que en la zona urbana de la RAAS, con diferencias significativas ($p=0.02$). Asimismo, en la zona rural de RAAN se detectó mayor prevalencia de parasitación total, con significación estadística ($p=0.005$). En cuanto a la parasitación total de protozoos, las prevalencias fueron mayores en zona urbana y rural de RAAN, detectándose diferencias estadísticamente significativas en ambos casos, tal y como se observa en la Tabla 43. Sin embargo, con respecto a la parasitación total de helmintos, se detectó mayor porcentaje de parasitación en la zona rural de RAAS, con diferencias significativas ($p=0.001$). De igual forma, la prevalencia de *T. trichiura* resultó estadísticamente superior ($p<0.001$) en zona rural de RAAS. Dentro de las especies de protozoos, *E. nana* y *Ch. mesnili* presentaron prevalencias más elevadas en zona urbana de RAAS, con diferencias significativas ($p<0.001$ y $p=0.015$).

3.1.4.- EN EL TOTAL DE LAS REGIONES AUTÓNOMAS

El presente estudio coparásitológico ha sido llevado a cabo en un total de 1878 escolares. En concreto 734 provenían de RAAN y 1144 de RAAS. El presente estudio ha permitido la identificación de un espectro parasitario constituido por un total de 18 especies parásitas abarcando como mínimo, 10 especies de protozoos y 8 especies de helmintos (Tabla 44). En las Figuras 23 y 24, se recoge microfotografías de algunas formas protozoarias identificadas en el presente estudio, mientras que las Figuras 25 y 26, documenta todos los huevos de helmintos detectados.

La población total estudiada presentó un porcentaje de parasitación total de 93.7%, presentando una prevalencia más elevada de protozoos (85.3%) que de helmintos (61%). Dentro de las especies de protozoos, la más prevalente fue *Blastocystis* spp. (68.2%), seguida de *G. intestinalis* (34.4%) y *E. coli* (33.3%). Además, cabría reseñar otras especies consideradas patógenas, como *Entamoeba*

complejo (10.4%), y *Cryptosporidium* sp. (0.6%). Dentro de los helmintos, la especie más prevalente fue *T. trichiura* (54.3%), seguido de *A. lumbricoides* (26.3%) y Ancilostómidos (10.8%). Las especies restantes presentaron prevalencias por debajo del 2.1%.

RAAN vs RAAS	URBANO			RURAL		
	N=324	N=688		N=410	N=456	
ESPECIES PARÁSITAS	% (IC95%)	% (IC95%)	p-valor	% (IC95%)	% (IC95%)	p-valor
PROTOZOOS	91.0 (87.9-94.1)	85.3 (82.7-87.9)	0.011	89.8 (86.9-92.7)	77.0 (73.1-80.9)	<0.001
<i>Entamoeba coli</i>	46.9 (41.5-52.3)	31.5 (28.0-35.0)	<0.001	37.1 (32.4-41.8)	22.8 (18.9-26.7)	<0.001
<i>Entamoeba</i> complejo*	12.7 (9.1-16.3)	8.9 (6.8-11.0)	0.062	17.3 (13.6-21.0)	4.8 (2.8-6.8)	<0.001
<i>Entamoeba hartmanni</i>	32.7 (27.6-37.8)	16.7 (13.9-19.5)	<0.001	17.8 (14.1-21.5)	13.6 (10.5-16.7)	0.088
<i>Endolimax nana</i>	17.0 (12.9-21.1)	29.2 (25.8-32.6)	<0.001	36.8 (32.1-41.5)	23.9 (20.0-27.8)	<0.001
<i>Iodamoeba bütschlii</i>	6.2 (56.7-67.3)	0.1 (0-0.3)	<0.001	8.5 (5.8-11.2)	3.3 (1.7-4.9)	0.001
<i>Chilomastix mesnili</i>	0.6 (0-1.4)	3.1 (1.8-4.4)	0.015	3.9 (2.0-5.8)	2.0 (0-0.6)	0.091
<i>Giardia intestinalis</i>	47.2 (41.8-52.6)	27.8 (24.5-31.1)	<0.001	43.7 (38.9-48.5)	27.0 (22.9-31.1)	<0.001
<i>Cryptosporidium</i> sp.	0.6 (0-1.4)	1.0 (0.3-1.7)	0.527	0 (0)	0.7 (0-1.5)	0.100
<i>Balantidium coli</i>	0.3 (0-0.9)	0 (0)	0.145	0 (0)	0 (0)	-
<i>Blastocystis</i> spp.	74.1 (69.3-78.9)	68.3 (64.8-71.8)	0.062	74.9 (70.7-79.1)	57.5 (53.0-62.0)	<0.001
HELMINTOS	63.0 (57.7-68.3)	60.2 (56.5-63.9)	0.396	55.1 (50.3-59.9)	66.4 (60.0-68.8)	0.001
<i>Hymenolepis nana</i>	6.8 (4.1-9.5)	0.7 (0.1-1.3)	<0.001	2.2 (0.8-3.6)	0.9 (0-1.8)	0.111
<i>Hymenolepis diminuta</i>	0 (0)	0.1 (0-0.3)	0.492	0 (0)	0 (0)	-
<i>Taenia</i> sp.	0 (0)	0.1 (0-0.3)	0.492	0.2 (0-0.6)	0 (0)	0.291
<i>Enterobius vermicularis</i> ^a	0 (0)	0.3 (0-0.7)	0.331	0 (0)	0.2 (0-0.6)	0.343
<i>Trichuris trichiura</i>	49.7 (44.3-55.1)	55.7 (52.0-59.4)	0.075	46.3 (41.5-51.1)	62.5 (58.1-66.9)	<0.001
<i>Ascaris lumbricoides</i>	43.2 (37.8-48.6)	23.1 (20.0-26.2)	<0.001	26.8 (22.5-31.1)	18.6 (15.0-22.2)	0.004
Ancilostómidos	7.4 (4.5-10.3)	10.0 (7.8-12.2)	0.178	13.9 (10.6-17.2)	11.4 (8.4-14.3)	0.268
<i>Strongyloides stercoralis</i>	0.3 (0-0.9)	0 (0)	0.145	0.5 (0-1.2)	0 (0)	0.135
TOTAL	97.5 (95.8-99.2)	94.2 (92.5-95.9)	0.020	94.6 (92.4-96.8)	89.3 (86.5-92.1)	0.004

Tabla 43. Espectro parasitario y prevalencias de RAAN y RAAS, según la zona de estudio. N= número de escolares totales estudiados; n= número de escolares parasitados; % porcentaje de parasitación, IC= intervalo de confianza del 95%; p-valor= valor de significación estadística p<0.05; *Entamoeba* complejo*= *E. histolytica*/*E. dispar*/*E. moshkovskii*; ^a detectado en heces.

RAAN + RAAS		TOTAL ESTUDIO N=1878
ESPECIES PARÁSITAS	n	% (IC95%)
PROTOZOOS	1600	85.3 (83.7-86.9)
<i>Entamoeba coli</i>	625	33.3 (31.2-35.4)
<i>Entamoeba complejo*</i>	195	10.4 (9.0-11.8)
<i>Entamoeba hartmanni</i>	356	19.0 (17.2-20.8)
<i>Endolimax nana</i>	515	27.4 (25.4-29.4)
<i>Iodamoeba bütschlii</i>	71	3.8 (2.9-4.7)
<i>Chilomastix mesnili</i>	48	2.6 (1.9-3.3)
<i>Giardia intestinalis</i>	646	34.4 (32.3-36.5)
<i>Cryptosporidium</i> sp.	12	0.6 (0.3-0.9)
<i>Balantidium coli</i>	1	0.1 (0-0.2)
<i>Blastocystis</i> spp.	1279	68.2 (66.1-70.3)
HELMINTOS	1146	61.0 (58.8-63.2)
<i>Hymenolepis nana</i>	40	2.1 (1.5-2.7)
<i>Hymenolepis diminuta</i>	1	0.1 (0-0.2)
<i>Taenia</i> sp.	2	0.1 (0-0.2)
<i>Enterobius vermicularis</i> ^a	3	0.2 (0-0.4)
<i>Trichuris trichiura</i>	1019	54.3 (52.0-56.6)
<i>Ascaris lumbricoides</i>	494	26.3 (24.3-28.3)
Ancilostómidos	202	10.8 (9.4-12.2)
<i>Strongyloides stercoralis</i>	3	0.2 (0-0.4)
TOTAL	1759	93.7 (92.6-94.8)

Tabla 44. Espectro parasitario y prevalencias de la población total estudiada. N= número de escolares totales estudiados; n= número de escolares parasitados; %= porcentaje de parasitación; IC95%= intervalo de confianza del 95%; *Entamoeba complejo**= *E. histolytica*/*E. dispar*/*E. moshkovskii*; ^a detectado en heces.

A) POR SEXO

En el total del estudio, se analizó 1009 niñas y 869 niños, tal y como se observa en la Tabla 45. En general, no se detectó diferencias estadísticamente significativas entre las prevalencias de ambos sexos resultando en porcentajes de parasitación total, muy similares entre ambos sexos y de parasitación total de protozoos. Sin embargo, en los helmintos, aunque sin llegar a diferencias estadísticamente significativas, la prevalencia total fue mayor en el sexo masculino que en el sexo femenino. Analizando las especies de protozoos, 6 presentaron prevalencias ligeramente más elevadas en el sexo femenino y 4 en el sexo masculino. Cabe resaltar, que el único caso de *B. coli* se detectó en el sexo femenino.

Dentro de los helmintos, únicamente se detectó diferencias estadísticamente significativas en los Ancilostómidos, presentando un mayor porcentaje de parasitación en el sexo masculino que en el femenino, con un valor estadístico de $p=0.001$. Con respecto al resto de especies, 4 fueron más prevalentes en el sexo masculino y 3 en el sexo femenino.

ESPECIES PARÁSITAS	SEXO FEMENINO N=1009		SEXO MASCULINO N=869		p-valor
	n	% (IC95%)	n	% (IC95%)	
PROTOZOOS	859	85.1 (82.9-87.3)	742	85.4 (83.1-87.7)	0.927
<i>Entamoeba coli</i>	333	33.0 (30.1-35.9)	292	33.6 (30.5-36.7)	0.782
<i>Entamoeba complejo*</i>	100	9.9 (8.1-11.7)	95	10.9 (8.8-13.0)	0.469
<i>Entamoeba hartmanni</i>	204	20.2 (17.7-22.7)	152	17.5 (15.0-20.0)	0.133
<i>Endolimax nana</i>	281	27.8 (25.0-30.6)	234	26.9 (24.0-29.8)	0.698
<i>Iodamoeba bütschlii</i>	40	4.0 (2.8-5.2)	31	3.6 (2.4-4.8)	0.653
<i>Chilomastix mesnili</i>	28	2.8 (1.8-3.8)	20	2.3 (1.3-3.3)	0.517
<i>Giardia intestinalis</i>	335	33.2 (30.3-36.1)	311	35.8 (32.6-39.0)	0.259
<i>Cryptosporidium</i> sp.	8	0.8 (0.3-1.3)	4	0.5 (0-1.0)	0.367
<i>Balantidium coli</i>	1	0.1 (0-0.3)	0	0 (0)	0.353
<i>Blastocystis</i>	683	67.7 (64.8-70.6)	596	68.6 (65.5-71.7)	0.675
HELMINTOS	602	59.7 (56.7-62.7)	545	62.7 (59.5-65.9)	0.161
<i>Hymenolepis nana</i>	19	1.9 (1.1-2.7)	21	2.4 (1.4-3.4)	0.424
<i>Hymenolepis diminuta</i>	1	0.1 (0-0.3)	0	0 (0)	0.353
<i>Taenia</i> sp.	0	0 (0)	2	0.2 (0-0.5)	0.127
<i>Enterobius vermicularis</i> ^a	2	0.2 (0-0.5)	1	0.1 (0-0.3)	0.653
<i>Trichuris trichiura</i>	537	53.2 (50.1-56.3)	482	55.5 (52.2-58.8)	0.307
<i>Ascaris lumbricoides</i>	277	27.5 (24.7-30.3)	217	25.0 (22.1-27.9)	0.224
Ancilostómidos	86	8.5 (6.8-10.2)	116	13.3 (11.0-15.6)	0.001
<i>Strongyloides stercoralis</i>	1	0.1 (0-0.3)	2	0.2 (0-0.5)	0.478
TOTAL	943	93.5 (92.0-95.0)	816	93.9 (92.3-95.5)	0.695

Tabla 45. Espectro parasitario y prevalencias de la población total estudiada, según el sexo. N= número de escolares totales estudiados; n= número de escolares parasitados; %= porcentaje de parasitación; IC95%= intervalo de confianza del 95%; p-valor= valor de significación estadística $p<0.05$; *Entamoeba complejo**= *E. histolytica*/*E. dispar*/*E. moshkovskii*; ^a detectado en heces.

B) POR GRUPOS DE EDAD

Los datos recogidos para cada grupo de edad se muestran en la Tabla 46. En el espectro parasitario total identificado, se detectó diferencias estadísticamente significativas entre las prevalencias de los diferentes grupos de edad. Así, en primer lugar, la prevalencia de parasitación total, fue mayor en el grupo de escolares de 5 a 9 años (95%) siendo significativamente menor ($p < 0.001$) en el grupo de <1 a 4 años (85.8%). Se observó el mismo comportamiento en la parasitación total de protozoos, con diferencias estadísticamente significativas ($p = 0.013$). En relación a la parasitación total de helmintos, los porcentajes de parasitación fueron más elevados en el grupo de los más mayores (65.9%), observándose el menor porcentaje en el grupo de los más pequeños (34.5%), con diferencias significativas ($p < 0.001$). Dentro de los protozoos, destaca que las especies *Blastocystis* spp. y *E. nana*, presentaron una mayor prevalencia en el grupo de niños de 5 a 9 años, con diferencias estadísticamente significativas, como se refleja en la Tabla 46. Las especies *Entamoeba* complejo y *I. bütschlii*, presentaron prevalencias mayores en el grupo de 10 a 14 años con significación estadística. Únicamente se detectó mayor porcentaje de parasitación en el grupo de <1 a 4 años, en las especies patógenas *G. intestinalis* (40.8%) y *Cryptosporidium* sp. (2.2%), con diferencias significativas. Entre los helmintos, *T. trichiura* presentó mayor porcentaje de parasitación en el grupo de 5 a 9 años ($p < 0.001$), mientras que *A. lumbricoides* y Ancilostómidos fueron más prevalentes en el grupo de los más mayores (10 a 14 años), con diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.001$ y $p = 0.001$, respectivamente).

C) EN FUNCIÓN DE LA ZONA

De la población total estudiada, se identificó 1012 escolares pertenecientes a zona urbana y 866 a zona rural, tal y como es reflejado en la Tabla 47. Se observó un mayor porcentaje de parasitación total en zona urbana que rural (95.3% vs 91.8%) con diferencias significativas ($p = 0.002$). Asimismo, la prevalencia total de protozoos fue mayor en zona urbana (87.2% vs 83%) con significación estadística ($p = 0.012$). Sin embargo, con respecto a la parasitación total de helmintos, se detectaron unas prevalencias idénticas tanto en zona urbana como rural (61.1%).

Dentro de los protozoos, *Blastocystis* spp., *E. coli* y *E. hartmanni* fueron más prevalentes en zona urbana, presentando diferencias estadísticamente significativas (Tabla 47), mientras que las especies *E. nana* y *I. bütschlii*, presentaron porcentajes de parasitación más elevados en zona rural, mostrando significación estadística ($p=0.026$ y $p<0.001$). Analizando las especies helmínticas, en *A. lumbricoides* se detectó con mayor prevalencia en zona urbana (29.5% vs 22.5%), mientras que los Ancilostómidos fueron más prevalentes en zona rural (12.6% vs 9.2%), presentando en ambos casos diferencias estadísticamente significativas ($p=0.001$ y $p=0.018$, respectivamente). La prevalencia de *T. trichiura* fue similar en ambas zonas.

RAAN + RAAS	GRUPOS DE EDAD						p-valor
	<1-4 N=267		5-9 N=864		10-14 N=747		
ESPECIES PARÁSITAS	n	% (IC95%)	n	% (IC95%)	n	% (IC95%)	
PROTOZOOS	217	81.3 (76.6-86.0)	757	87.6 (85.4-89.8)	627	83.9 (81.3-86.5)	0.013
<i>Entamoeba coli</i>	62	23.2 (18.1-28.3)	306	35.4 (32.2-38.6)	257	34.4 (31.0-37.8)	0.001
<i>Entamoeba complejo*</i>	17	6.4 (3.5-9.3)	82	9.5 (7.5-11.5)	96	12.9 (10.5-15.3)	0.006
<i>Entamoeba hartmanni</i>	28	10.5 (6.8-14.2)	176	20.4 (17.7-23.1)	152	20.3 (17.4-23.2)	0.001
<i>Endolimax nana</i>	54	20.2 (15.4-25.0)	233	27.0 (24.0-30.0)	228	20.5 (17.6-23.4)	0.006
<i>Iodamoeba bütschlii</i>	7	2.6 (0.7-4.5)	25	2.9 (1.8-4.0)	39	5.2 (3.6-6.8)	0.029
<i>Chilomastix mesnili</i>	6	2.2 (0.4-4.0)	25	2.9 (1.8-4.0)	17	2.3 (1.2-3.4)	0.693
<i>Giardia intestinalis</i>	109	40.8 (34.9-46.7)	337	39.0 (35.7-42.3)	200	26.8 (23.6-30.0)	<0.001
<i>Cryptosporidium</i> sp.	6	2.2 (0.4-4.0)	6	0.7 (0.1-1.3)	0	0 (0)	<0.001
<i>Balantidium coli</i>	0	0 (0)	1	0.1 (0-0.3)	0	0 (0)	0.556
<i>Blastocystis</i> spp.	164	61.4 (55.5-67.2)	619	71.6 (68.6-74.6)	496	66.4 (63.0-69.8)	0.003
HELMINTOS	92	34.5 (28.8-40.2)	563	65.2 (62.0-68.4)	492	65.9 (62.5-69.3)	<0.001
<i>Hymenolepis nana</i>	1	0.4 (0-1.2)	23	2.7 (1.6-3.8)	16	2.1 (1.1-3.1)	0.078
<i>Hymenolepis diminuta</i>	0	0 (0)	1	0.1 (0-0.3)	0	0 (0)	0.556
<i>Taenia</i> sp.	0	0 (0)	0	0 (0)	2	0.3 (0-0.7)	0.220
<i>Enterobius vermicularis</i> ^a	0	0 (0)	2	0.2 (0-0.5)	1	0.1 (0-0.3)	0.692
<i>Trichuris trichiura</i>	79	29.6 (24.1-35.1)	510	59.0 (55.7-62.3)	430	57.6 (54.1-61.1)	<0.001
<i>Ascaris lumbricoides</i>	35	13.1 (9.1-17.1)	216	25.0 (22.1-27.9)	243	32.5 (29.1-35.9)	<0.001
Ancilostómidos	10	3.7 (1.4-6.0)	96	11.1 (9.0-13.2)	96	12.9 (10.5-15.3)	0.001
<i>Strongyloides stercoralis</i>	0	0 (0)	2	0.2 (0-0.5)	1	0.1 (0-0.3)	0.692
TOTAL	229	85.8 (81.6-90.0)	821	95.0 (93.5-96.5)	709	94.9 (93.3-96.5)	<0.001

Tabla 46. Espectro parasitario y prevalencias de la población total estudiada, según el grupo de edad. N= número de escolares totales estudiados; n= número de escolares parasitados; %= porcentaje de parasitación; IC95%= intervalo de confianza del 95%; p-valor= valor de significación estadística $p<0.05$; *Entamoeba complejo**= *E. histolytica*/*E. dispar*/*E. moshkovskii*; ^a detectado en heces.

RAAN + RAAS	URBANO N=1012		RURAL N=866		p-valor
	n	% (IC95%)	n	% (IC95%)	
PROTOZOOS	882	87.2 (85.1-89.3)	719	83.0 (80.5-85.5)	0.012
<i>Entamoeba coli</i>	369	36.5 (33.5-39.5)	256	29.6 (26.6-32.6)	0.002
<i>Entamoeba complejo*</i>	102	10.1 (8.2-12.0)	93	10.7 (8.6-12.8)	0.640
<i>Entamoeba hartmanni</i>	221	21.8 (19.3-24.3)	135	15.6 (13.2-18.0)	0.001
<i>Endolimax nana</i>	256	25.3 (22.6-28.0)	259	29.9 (26.9-32.9)	0.026
<i>Giardia intestinalis</i>	344	34 (31.1-36.9)	302	34.9 (31.7-38.1)	0.689
<i>Iodamoeba bütschlii</i>	21	2.1 (1.2-3.0)	50	5.8 (54.7-61.3)	<0.001
<i>Chilomastix mesnili</i>	23	2.3 (1.4-3.2)	25	2.9 (1.8-4.0)	0.401
<i>Cryptosporidium</i> sp.	9	0.9 (0.3-1.5)	3	0.3 (0-0.7)	0.141
<i>Balantidium coli</i>	1	0.1 (0-0.3)	0	0 (0)	0.355
<i>Blastocystis</i> spp.	710	70.2 (67.4-73.0)	569	65.7 (62.5-68.9)	0.039
HELMINTOS	618	61.1 (58.1-64.1)	529	61.1 (57.9-64.3)	0.994
<i>Hymenolepis nana</i>	27	2.7 (1.7-3.7)	13	1.5 (0.7-2.3)	0.081
<i>Hymenolepis diminuta</i>	1	0.1 (0-0.3)	0	0 (0)	0.355
<i>Taenia</i> sp.	1	0.1 (0-0.3)	1	0.1 (0-0.3)	0.912
<i>Enterobius vermicularis</i> ^a	2	0.2 (0-0.5)	1	0.1 (0-0.3)	0.657
<i>Trichuris trichiura</i>	544	53.8 (50.7-56.9)	475	54.8 (51.5-58.1)	0.635
<i>Ascaris lumbricoides</i>	299	29.5 (26.7-32.3)	195	22.5 (19.7-25.3)	0.001
Ancilostómidos	93	9.2 (7.4-11.0)	109	12.6 (10.4-14.8)	0.018
<i>Strongyloides stercoralis</i>	1	0.1 (0-0.3)	2	0.2 (0-0.5)	0.475
TOTAL	964	95.3 (94.0-96.6)	795	91.8 (90.0-93.6)	0.002

Tabla 47. Espectro parasitario y prevalencias de la población total estudiada, según la zona de estudio. N= número de escolares totales estudiados; n= número de escolares parasitados; %= porcentaje de parasitación; IC95%= intervalo de confianza del 95%; p-valor= valor de significación estadística $p < 0.05$; *Entamoeba complejo**= *E. histolytica*/*E. dispar*/*E. moshkovskii*; ^a detectado en heces.

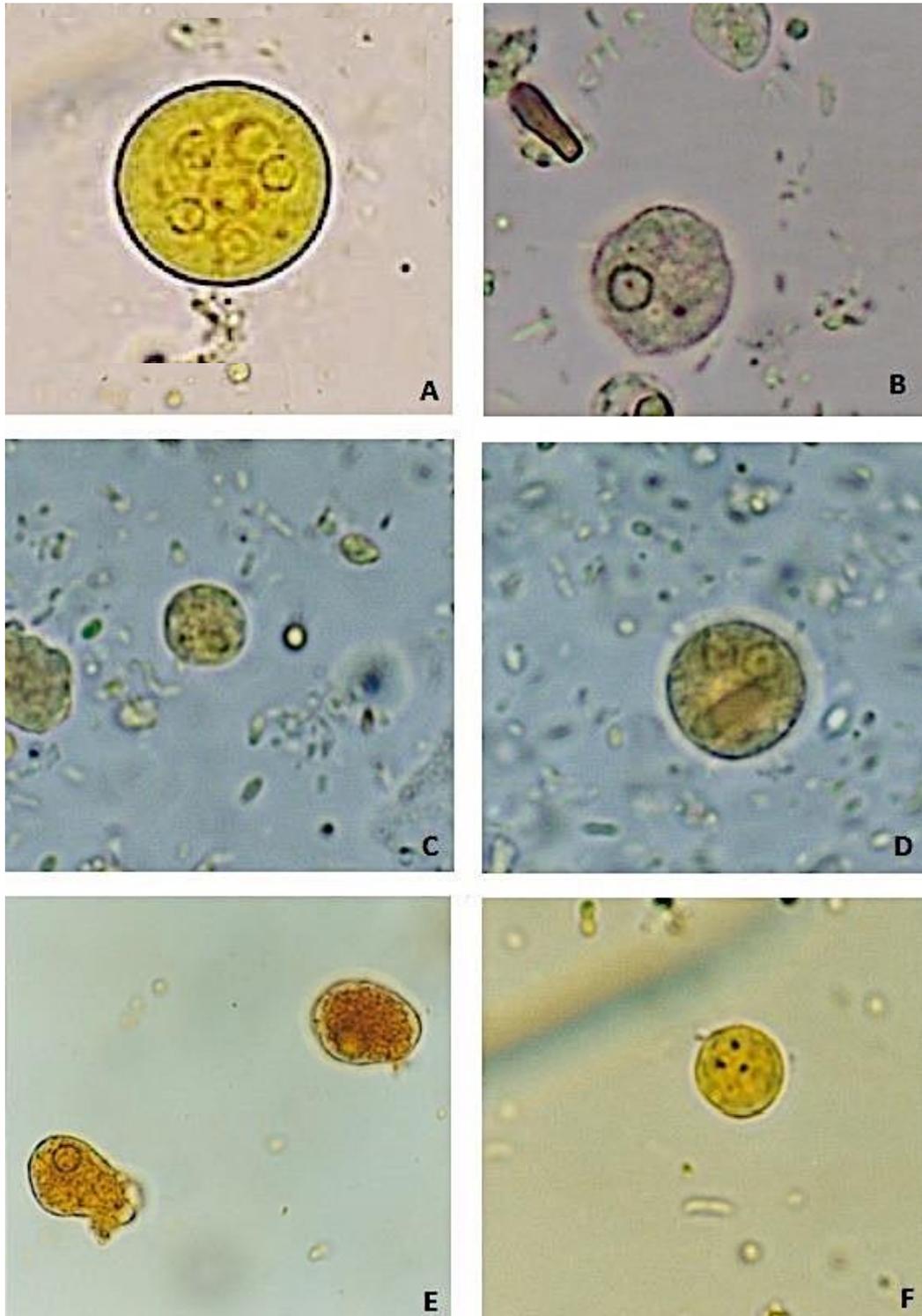


Figura 23. Microfotografía de algunos de los protozoos detectados en el presente estudio. A) quiste de *Entamoeba coli* teñido con lugol (21 μ m); B) trofozoíto de *E. coli* (30 μ m); C) quiste de *E. hartmanni* teñido con lugol (8 μ m); D) quiste de *E. histolytica*/*E. dispar*/*E. moshkovskii* teñido con lugol (12 μ m); E) trofozoítos de *E. histolytica*/*E. dispar*/*E. moshkovskii* teñidos con lugol (17 μ m); F) quiste de *Endolimax nana* teñido con lugol (7 μ m).

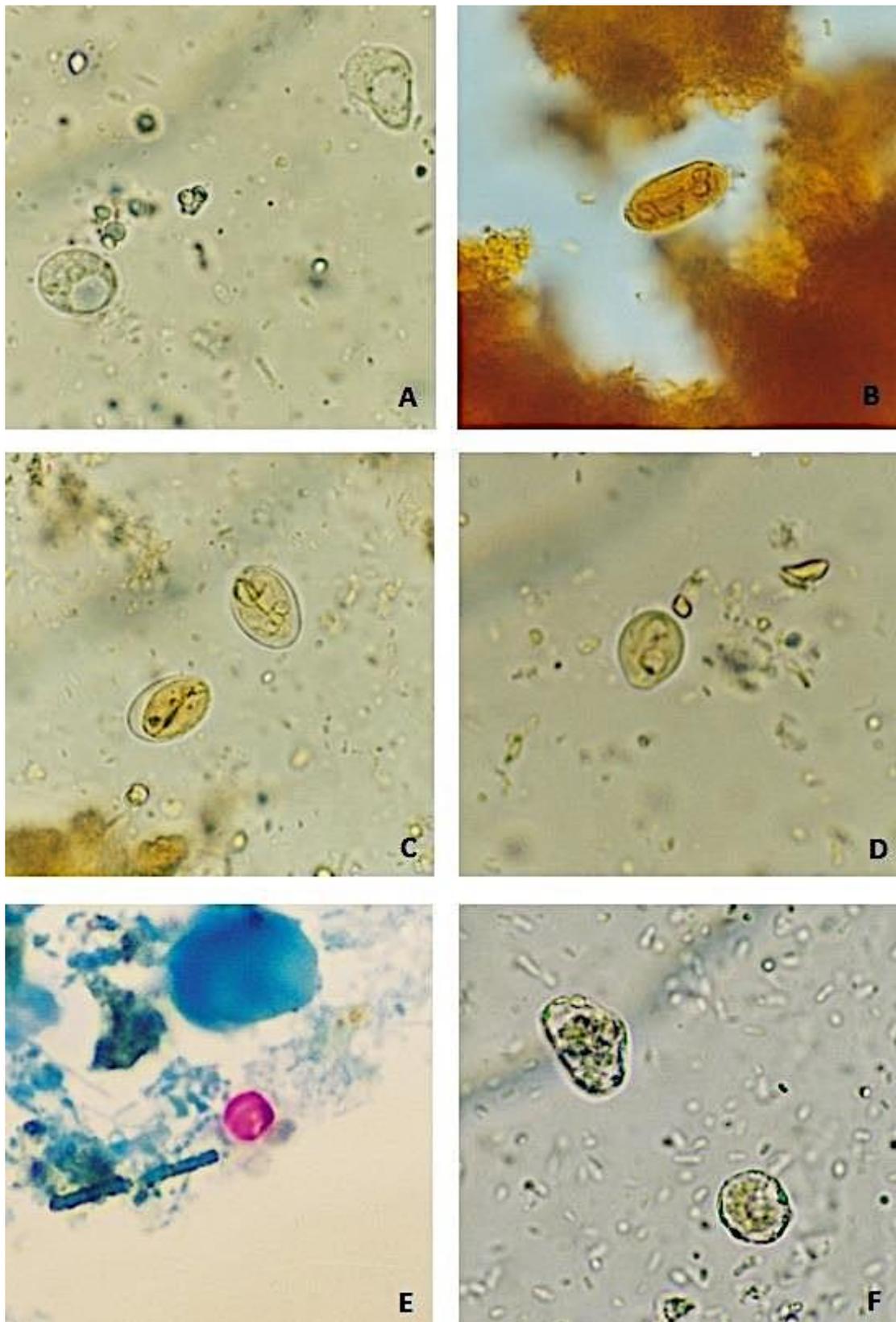


Figura 24. Microfotografía de algunos de los protozoos detectados en el presente estudio. A) quiste de *Iodamoeba bütschlii* (12 μ m); B) quiste de *Giardia intestinalis* teñido con lugol (15 μ m); C) quistes de *G. intestinalis* teñidos con lugol (12.5 μ m); D) quiste de *Chilomastix mesnili* (7.5 μ m); E) ooquiste de *Cryptosporidium* sp. teñido con Ziehl-Neelsen (5 μ m); F) forma vacuolar de *Blastocystis* (9 μ m).



Figura 25. Microfotografía de algunos de los huevos de helmintos detectados en el presente estudio. A) huevo de *Hymenolepis diminuta* (62x57 μm); B) huevo de *H. nana* (43x35 μm); C) huevo de *Taenia* sp. (35 μm); D) huevo de *Enterobius vermicularis* (52x25 μm); E) huevo de *Trichuris trichiura* (55x22 μm); F) huevo fértil y larvado de *Ascaris lumbricoides* (65x41 μm).

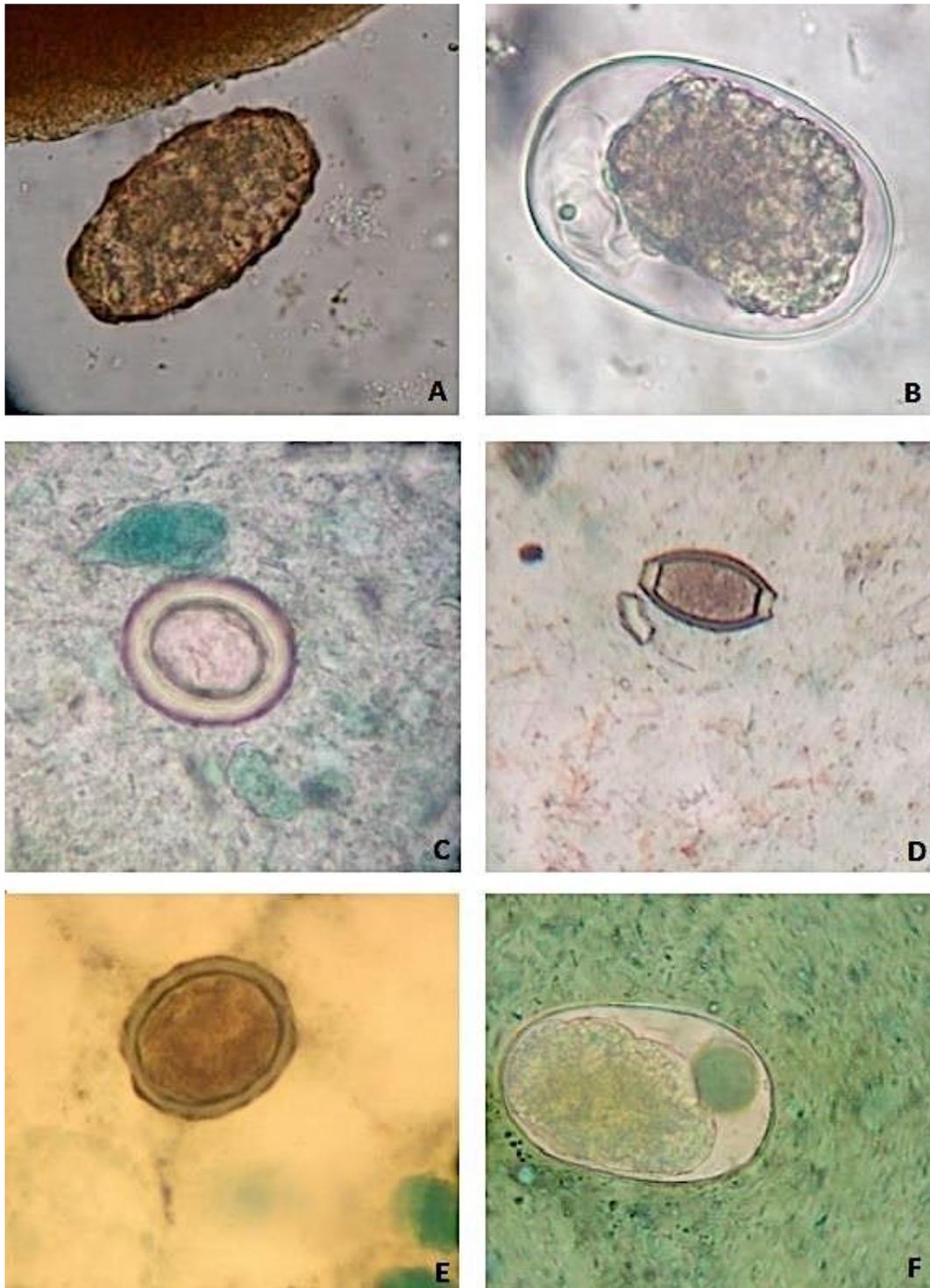


Figura 26. Microfotografía de algunos de los huevos de helmintos detectados en el presente estudio. A) huevo infértil de *Ascaris lumbricoides* (90x70 μm); B) huevo de Ancilostómido (63x37 μm); C) huevo de *Taenia* sp. en Kato-Katz; D) huevo de *Trichuris trichiura* en Kato-Katz; E) huevo fértil de *Ascaris lumbricoides* en Kato-Katz; F) huevo de Ancilostómido en Kato-Katz.

3.2.- EN RELACIÓN AL MULTIPARASITISMO

En el siguiente apartado se analizará los multiparasitismos presentes en la población objeto de estudio. Se presentará los resultados para cada Región Autónoma, así como en cada uno de sus municipios, para comparar los resultados en el conjunto de ambas Regiones.

3.2.1.- EN LA REGIÓN AUTÓNOMA DEL ATLÁNTICO NORTE DE (RAAN)

3.2.1.1.- EN RELACIÓN AL TOTAL DEL ESTUDIO

Se detectó un elevado porcentaje de multiparasitismo (84.5%), en la población total estudiada en RAAN, es decir, que los escolares presentaban dos o más especies parásitas intestinales simultáneamente. El 11.3% presentó infección intestinal únicamente por una especie parásita y solo el 4.2% no presentó ningún tipo de parásito intestinal (Tabla 48). Así, se evidencia el predominio de multiparasitismo sobre monoparasitismo en la población estudiada, con diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.001$). En relación al género, la prevalencia de multiparasitismo fue similar en niños y en niñas (77.8% vs 77.3%), sin presentar significación estadística. En cuanto a los grupos de edad, el multiparasitismo detectado fue mayor en el grupo de escolares de 5 a 9 años y 10 a 14 años (81% y 80.7%, respectivamente), siendo significativamente inferior ($p < 0.001$) en el grupo de <1 a 4 años (57.3%). No se detectaron diferencias significativas entre zona urbana y rural (84.9% vs 84.1%) en las prevalencias de multiparasitismo.

En la Tabla 49, se refleja el número de especies que llegaron a albergar los escolares que presentaron multiparasitismo. El multiparasitismo más frecuente detectado fue el de 3 especies parásitas a la vez (24.5%), seguido de 2 especies (22.1%) y de 4 especies (21.3%). En la Tabla 49 se observa como los porcentajes de parasitación disminuyen conforme aumenta el número de especies parasitarias presentes en el individuo. Se detectó el caso de un niño de 8 años que llegó a albergar hasta 10 especies parásitas diferentes. En concreto, se trataba de las especies: *E. coli*, *E. hartmanni*, *E. nana*, *G. intestinalis* *I. bütschlii*, *Blastocystis* spp., *A. lumbricoides*, *T. trichiura*, *Ancilostómidos* y *S. stercoralis*.

RAAN N=734			
TIPO DE PARASITISMO	n	% (IC95%)	p-valor
MONOPARASITISMO	83	11.3 (9.0-13.6)	<0.001
MULTIPARASITISMO	620	84.5 (81.9-87.1)	
NEGATIVOS	31	4.2 (2.7-5.7)	

Tabla 48. Prevalencia del tipo de parasitismo de la población estudiada en RAAN. N= número de escolares estudiados; n= valor absoluto; %= porcentaje del valor absoluto; IC95%= intervalo de confianza del 95%; p-valor= valor de significación estadística $p<0.05$.

MULTIPARASITISMO RAAN		
Nº ESPECIES	n	% (IC95%)
2	137	22.1 (18.8-25.4)
3	152	24.5 (21.1-27.9)
4	132	21.3 (18.1-24.5)
5	99	16 (13.1-18.9)
6	65	10.5 (8.1-12.9)
7	22	3.5 (2.1-4.9)
8	8	1.3 (0.4-2.2)
9	4	0.6 (0-1.2)
10	1	0.2 (0-0.6)

Tabla 49. Tipos y prevalencias de multiparasitismo de la población estudiada en RAAN. n= valor absoluto; %= porcentaje del valor absoluto; IC95%= intervalo de confianza del 95%.

3.2.1.2. MUNICIPIO DE PUERTO CABEZAS

En la población estudiada de Puerto Cabezas, el multiparasitismo (89.9%) predominó notablemente frente al monoparasitismo (7.5%), con diferencias significativas ($p<0.001$). El porcentaje de casos negativos fue de tan solo 2.5%, como se observa en la Tabla 50. Con respecto al género, no se detectó diferencias estadísticamente significativas entre las prevalencias de multiparasitismo, aunque el porcentaje fue ligeramente mayor en el sexo femenino que en el sexo masculino (90.8% vs 88.8%). En relación a los diferentes grupos de edad, el multiparasitismo resultó mayor en el grupo de escolares de 5 a 9 años (95.9%), presentando una prevalencia menor en el grupo de 10 a 14 años (82.2%), con significación estadística ($p<0.001$).

MUNICIPIO PUERTO CABEZAS N=318			
TIPO DE PARASITISMO	n	% (IC95%)	p-valor
MONOPARASITISMO	24	7.5 (4.6-10.4)	<0.001
MULTIPARASITISMO	286	89.9 (86.6-93.2)	
NEGATIVOS	8	2.5 (0.8-4.2)	

Tabla 50. Prevalencia del tipo de parasitismo de la población estudiada en el municipio Puerto Cabezas. N= número de escolares estudiados; n= valor absoluto; %= porcentaje del valor absoluto; IC95%= intervalo de confianza del 95%; p-valor= valor de significación estadística p<0.05.

En la Tabla 51 se desglosa los diferentes tipos de multiparasitismo, detectándose el mayor porcentaje en la parasitación por 4 especies parásitas diferentes (22%), seguido de la parasitación por 3 especies (21.3%) y 2 especies (20.3%). Los valores disminuyen conforme aumenta el multiparasitismo, detectándose los porcentajes más bajos en la parasitación por 8 (1.4%) y 9 especies (0.3%). El único caso de multiparasitismo de 9 especies se detectó en una niña de 6 años que albergaba simultáneamente la parasitación por: *E. coli*, *E. hartmanni*, *G. intestinalis* Ch. *mesnili*, *I. bütschlii*, *Blastocystis* spp., *H. nana*, *A. lumbricoides* y *T. trichiura*.

MULTIPARASITISMO PUERTO CABEZAS		
Nº ESPECIES	n	% (IC95%)
2	58	20.3 (15.6-25.0)
3	61	21.3 (16.6-26.0)
4	63	22 (17.2-26.8)
5	54	18.9 (14.4-23.4)
6	36	12.6 (8.8-16.4)
7	9	3.1 (1.1-5.1)
8	4	1.4 (0-2.8)
9	1	0.3 (0-0.9)

Tabla 51. Tipos y prevalencias de multiparasitismo de la población estudiada en el municipio de Puerto Cabezas. n= valor absoluto; %= porcentaje del valor absoluto; IC95%= intervalo de confianza del 95%.

3.2.1.3.- MUNICIPIO DE SIUNA

En la población estudiada del municipio de Siuna, se detectó una prevalencia de multiparasitismo de 80.3%, resultando significativamente mayor ($p < 0.001$) que el detectado en el monoparasitismo (14.2%). Como se observa en la Tabla 52, el porcentaje de casos negativos fue de 5.5%. Las prevalencias de multiparasitismo entre ambos sexos no presentaron diferencias de significación estadística, aunque la prevalencia fue ligeramente superior en el sexo masculino (81.2% vs 79.4%). Analizando el multiparasitismo según los grupos de edad, se detectó mayor prevalencia en el grupo de escolares de 10 a 14 años y 5 a 9 años (88.9% y 85%, respectivamente), siendo inferior en el grupo de los menores (65%), con diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.001$).

MUNICIPIO SIUNA N=416			
TIPO DE PARASITISMO	n	% (IC95%)	p-valor
MONOPARASITISMO	59	14.2 (10.8-17.6)	<0.001
MULTIPARASITISMO	334	80.3 (76.5-84.1)	
NEGATIVOS	23	5.5 (3.3-7.7)	

Tabla 52. Prevalencia del tipo de parasitismo de la población estudiada en el municipio de Siuna. N= número de escolares estudiados; n= valor absoluto; %= porcentaje del valor absoluto; IC95%= intervalo de confianza del 95%; p-valor= valor de significación estadística $p < 0.05$.

En relación al multiparasitismo, en la Tabla 53 se presenta el número de especies detectadas en los escolares de Siuna. Se identificó la mayor prevalencia en el multiparasitismo por 3 especies (20.9%), seguido de la parasitación por 2 especies (19%) y 4 especies (15.6%). Las prevalencias más bajas se detectaron en la parasitación de 10 (0.5%) y 11 (0.2%) especies. El caso máximo de multiparasitismo de 10 especies se ha detallado anteriormente, concretamente al hablar de la Región Autónoma del Atlántico Norte.

MULTIPARASITISMO SIUNA		
Nº ESPECIES	n	% (IC95%)
2	79	23.7 (19.1-28.3)
3	91	27.2 (22.4-32.0)
4	69	20.7 (16.4-25.0)
5	45	13.5 (9.8-17.2)
6	29	8.7 (5.7-11.7)
7	13	3.9 (1.8-6.0)
8	4	1.2 (0-2.4)
9	3	0.9 (0-1.9)
10	1	0.3 (0-0.9)

Tabla 53. Tipos y Prevalencias de multiparasitismo de la población estudiada en el municipio de Siuna. n= valor absoluto; %= porcentaje del valor absoluto; IC95%= intervalo de confianza del 95%.

3.2.2.- EN LA REGIÓN AUTÓNOMA DEL ATLÁNTICO SUR (RAAS)

3.2.2.1.- EN RELACIÓN AL TOTAL DEL ESTUDIO

Se analizó un total 1144 escolares en el RAAS. La prevalencia de multiparasitismo (73%) predominó sobre el monoparasitismo (19%), resultando en significación estadística ($p < 0.001$) (Tabla 54). No se detectaron diferencias significativas en cuanto al sexo, aunque el porcentaje de multiparasitación fue ligeramente mayor en niños que en niñas (73.7% vs 72.6%). En relación a los grupos de edad analizados, se detectó las mayores prevalencias en el grupo de escolares de 10 a 14 años (78.2%), mientras que la prevalencia en el grupo de los infantes (47%) resultó significativamente menor ($p < 0.001$). Con respecto al tipo de población estudiada, en zona urbana se detectó mayor porcentaje de multiparasitismo que en zona rural (75.7% vs 69.1%), con significación estadística ($p = 0.013$).

RAAS N=1144			
TIPO DE PARASITISMO	n	% (IC95%)	p-valor
MONOPARASITISMO	217	19 (16.7-21.3)	<0.001
MULTIPARASITISMO	835	73 (70.4-75.6)	
NEGATIVOS	92	8 (6.4-9.6)	

Tabla 54. Prevalencia del tipo de parasitismo de la población estudiada en RAAS. N= número de escolares estudiados; n= valor absoluto; %= porcentaje del valor absoluto; IC95%= intervalo de confianza del 95%; p-valor= valor de significación estadística $p < 0.05$.

El multiparasitismo de la RAAS se detalla en la Tabla 55, reflejando el número de especies totales detectadas. El mayor multiparasitismo hallado fue el de 2 especies (31.5%) y a continuación el de 3 especies (28.3%), a partir del cual se produce un descenso progresivo conforme aumenta el número de especies presentes.

MULTIPARASITISMO RAAS		
Nº ESPECIES	n	% (IC95%)
2	263	31.5 (28.3-34.7)
3	236	28.3 (25.2-31.4)
4	187	22.4 (19.6-25.2)
5	87	10.4 (8.3-12.5)
6	42	5 (3.5-6.5)
7	16	1.9 (1.0-2.8)
8	4	0.5 (0-1.0)

Tabla 55. Tipos y prevalencias de multiparasitismo de la población estudiada en RAAS. N= número de escolares estudiados; n= valor absoluto; %= porcentaje del valor absoluto; IC95%= intervalo de confianza del 95%.

3.2.2.2.- MUNICIPIO DE LAGUNA DE PERLAS

En Laguna de Perlas, el multiparasitismo predominó significativamente ($p < 0.001$) sobre la monoparasitación (76% vs 18.1%) (Tabla 56). No se detectaron diferencias estadísticamente significativas entre niños y niñas, aunque la prevalencia fue ligeramente mayor en el sexo masculino (76.7% vs 75.9%). En relación a los grupos de edad, la mayor prevalencia se mostró en el grupo de edad de los más mayores (79.4%), siendo significativamente menor ($p < 0.007$) en el grupo de los infantes (42.9%).

MUNICIPIO LAGUNA DE PERLAS N=425			
TIPO DE PARASITISMO	n	% (IC95%)	p-valor
MONOPARASITISMO	77	18.1 (14.4-21.8)	<0.001
MULTIPARASITISMO	323	76 (71.9-80.1)	
NEGATIVOS	25	5.9 (3.5-8.3)	

Tabla 56. Prevalencia del tipo de parasitismo de la población estudiada en el municipio de Laguna de Perlas. N= número de escolares estudiados; n= valor absoluto; %= porcentaje del valor absoluto; IC95%= intervalo de confianza del 95%; p-valor= valor de significación estadística $p < 0.05$.

En la Tabla 57 se detalla los diferentes tipos de multiparasitismos identificados en la población de Laguna de Perlas. Se observó una mayor prevalencia en la parasitación de 2 especies a la vez (25.9%), presentando menores porcentajes las parasitaciones por 7 (1.2%) y 8 (0.3%) especies parásitas. El único caso de multiparasitismo de 8 especies fue detectado en un niño de 10 años que albergaba simultáneamente la parasitación por: *E. coli*, *E. hartmanni*, *E. nana*, *Ch. mesnili*, *Blastocystis* spp., *A. lumbricoides*, *T. trichiura* y Ancilostómidos.

MULTIPARASITISMO LAGUNA DE PERLAS		
Nº ESPECIES	n	% (IC95%)
2	109	33.7 (28.5-38.9)
3	93	28.8 (23.9-33.7)
4	77	23.8 (19.2-28.4)
5	26	8 (5.0-11.0)
6	15	4.6 (2.3-6.9)
7	4	1.2 (0-2.4)
8	1	0.3 (0-0.9)

Tabla 57. Prevalencia del tipo de parasitismo de la población estudiada en el municipio de Laguna de Perlas. N= número de escolares estudiados; n= valor absoluto; %= porcentaje del valor absoluto; IC95%= intervalo de confianza del 95%.

3.2.2.3.- MUNICIPIO DE BLUEFIELDS

En la población estudiada de Bluefields, el 77.7% presentó parasitación, mientras que el 16.9% presentó monoparasitación con diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.001$) (Tabla 58). En relación al género, no se hallaron diferencias significativas, aunque la prevalencia fue mayor en niños que en niñas (80% vs 75.3%). Analizando los diferentes grupos de edad, la prevalencia de multiparasitismo fue mayor en el grupo de 5 a 9 años (85.9%), siendo significativamente menor ($p < 0.001$) en el grupo de los más pequeños (55.1%).

MUNICIPIO BLUEFIELDS N=372			
TIPO DE PARASITISMO	n	% (IC95%)	p-valor
MONOPARASITISMO	63	16.9 (13.1-20.7)	<0.001
MULTIPARASITISMO	289	77.7 (73.5-81.9)	
NEGATIVOS	20	5.4 (3.1-7.7)	

Tabla 58. Prevalencia del tipo de parasitismo de la población estudiada en el municipio de Bluefields. N= número de escolares estudiados; n= valor absoluto; %= porcentaje del valor absoluto; IC95%= intervalo de confianza del 95%; p-valor= valor de significación estadística p<0.05.

Detallando los diferentes tipos de multiparasitismo, las prevalencias más elevadas se detectaron en la parasitación por 2 y 3 especies (27.7% y 26%), seguida de la parasitación por 4 especies (24.2%), a partir de la cual disminuyen los porcentajes progresivamente (Tabla 59). En Bluefields, el multiparasitismo máximo fue de 8 especies, habiéndose detectado en 3 niños. El primero, se trataba de un niño de 7 años que presentó las siguientes especies: *Entamoeba* complejo, *E.coli*, *E. hartmanni*, *E. nana*, *G. intestinalis*, *Blastocystis* spp., *A. lumbricoides* y *T. trichiura*. El segundo caso se detectó en un niño de 8 años que albergó los siguientes parásitos: *E. nana*, *I. bütschlii*, *G. intestinalis*, *Blastocystis* spp., *A. lumbricoides*, *T. trichiura* y Ancilostómidos. Finalmente, se detectó la máxima multiparasitación en un niño de 7 años que presentó las siguientes especies: *Entamoeba* complejo, *E.coli*, *E. hartmanni*, *E. nana*, *I. bütschlii*, *Ch. mesnili*, *Blastocystis* spp. y *T. trichiura*.

MULTIPARASITISMO BLUEFIELDS		
Nº ESPECIES	n	% (IC95%)
2	80	27.7 (22.5-32.9)
3	75	26 (20.9-31.1)
4	70	24.2 (19.3-29.1)
5	34	11.8 (8.1-15.5)
6	19	6.6 (3.7-9.5)
7	18	6.2 (3.4-9.0)
8	3	1 (0-2.1)

Tabla 59. Tipos y prevalencias de multiparasitismo de la población estudiada en el municipio de Bluefields. n= valor absoluto; %= porcentaje del valor absoluto; IC95%= intervalo de confianza del 95%.

3.2.2.4.- MUNICIPIO DE CORN ISLAND

En el archipiélago de Corn Island, el multiparasitismo hallado fue significativamente ($p < 0.001$) mayor que el monoparasitismo, tal y como se observa en la Tabla 60. Con respecto al sexo, la prevalencia fue ligeramente mayor en niños que en niñas (76.7% vs 75.9%), sin presentar relevancia significativa. En cuanto a la edad, la prevalencia fue mayor en el grupo de escolares de 10 a 14 años (79.4%) siendo significativamente menor ($p = 0.007$) en el grupo de <1 a 4 años (42.9%). Asimismo, se detectó diferencias significativas ($p < 0.001$) entre la “zona oeste”, considerada urbana, y la “zona este”, considerada rural (75.6% vs 49.3%, respectivamente).

CORN ISLAND N=347			
TIPO DE PARASITISMO	n	% (IC95%)	p-valor
MONOPARASITISMO	77	22.2 (17.8-26.6)	<0.001
MULTIPARASITISMO	223	64.3 (59.3-69.3)	
NEGATIVOS	47	13.5 (9.9-17.1)	

Tabla 60. Prevalencia del tipo de parasitismo de la población estudiada en el municipio Corn Island. N= número de escolares estudiados; n= valor absoluto; %= porcentaje del valor absoluto; IC95%= intervalo de confianza del 95%; p-valor= valor de significación estadística $p < 0.05$.

El multiparasitismo detectado en Corn Island se expone en la Tabla 61. El espectro detectado abarca hasta 7 especies parásitas diferentes, aunque predominó la parasitación de 2 especies (33.2%), a partir del cual se produce un descenso progresivo.

MULTIPARASITISMO CORN ISLAND		
Nº ESPECIES	n	% (IC95%)
2	74	33.2 (27.0-39.4)
3	68	30.5 (27.0-39.4)
4	40	18 (13.0-23.0)
5	27	12 (7.7-16.3)
6	8	3.6 (1.2-6.0)
7	6	2.7 (0.6-4.8)

Tabla 61. Tipos y prevalencias de multiparasitismo de la población estudiada en el municipio de Corn Island. n= valor absoluto; %= porcentaje del valor absoluto; IC95%= intervalo de confianza del 95%.

3.2.3.- EN EL TOTAL DEL ESTUDIO

El predominio del multiparasitismo sobre la monoparasitación resulta evidente (77.5% vs 15.9%) en el total de la población estudiada. El porcentaje total de los casos negativos identificados es considerablemente bajo, como se observa en la Tabla 62. Con respecto al género, las diferencias entre las prevalencias fueron mínimas, siendo ligeramente mayor en niños que en niñas (77.8% vs 77.3%). La parasitación por múltiples especies a la vez resultó mayor en el grupo de escolares de 5 a 9 años y 10 a 14 años, (81% y 80.7%), siendo menor en el grupo de los infantes (57.3%), con diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.001$). La prevalencia en el multiparasitismo global no se vio afectada por el tipo de población estudiada, siendo ligeramente superior en la zona urbana que rural (78.7% vs 76.2%).

TOTAL ESTUDIO N=1878			
TIPO DE PARASITISMO	n	% (IC95%)	p-valor
MONOPARASITISMO	300	15.9 (14.2-17.6)	<0.001
MULTIPARASITISMO	1455	77.5 (75.6-79.4)	
NEGATIVOS	123	6.5 (5.4-7.6)	

Tabla 62. Prevalencia del tipo de parasitismo en el estudio total (RAAN + RAAS). N= número de escolares estudiados; n= valor absoluto; %= porcentaje del valor absoluto; IC95%= intervalo de confianza del 95%; p-valor= valor de significación estadística $p < 0.05$.

Como se ha visto anteriormente en los municipios estudiados, el multiparasitismo detectado más frecuente ha sido el de 2 y 3 especies parásitas diferentes (27.5% y 26.7%). A partir de entonces se produce un descenso progresivo, presentando la menor prevalencia la parasitación por 9 y 10 especies diferentes (Tabla 63).

MULTIPARASITISMO TOTAL ESTUDIO		
Nº ESPECIES	n	% (IC95%)
2	400	27.5 (25.2-29.8)
3	388	26.7 (24.4-29.0)
4	319	21.9 (19.8-24.0)
5	186	12.8 (11.1-14.5)
6	107	7.4 (6.1-8.7)
7	38	2.6 (1.8-3.4)
8	12	0.8 (0.3-1.3)
9	4	0.3 (0-0.6)
10	1	0.1 (0-0.3)

Tabla 63. Tipos y prevalencias de multiparasitismo de la población total estudiada (RAAN + RAAS). n= valor absoluto; %= porcentaje del valor absoluto; IC95%= intervalo de confianza del 95%.

3.2.4.- EN RELACIÓN A LAS ASOCIACIONES ENTRE ESPECIES PARÁSITAS

En el siguiente apartado se analiza las diferentes asociaciones presentes entre las especies consideradas patógenas, con el fin de evaluar su riesgo aparición conjunta. Por lo tanto, se evalúa si la presencia de una especie parásita favorece o no, la aparición simultánea de otra especie.

Para llevar a cabo el siguiente análisis, se ha considerado únicamente las especies patógenas detectadas de forma más prevalente, responsables de producir enfermedades, comprometiendo la calidad de vida de las personas, muy especialmente la de los niños analizados.

Con respecto a los protozoos, se analizaron las siguientes especies patógenas: *E. histolytica* dentro del complejo *Entamoeba*, *G. intestinalis* y *Blastocystis* spp.. En cuanto a helmintos, se incluyeron las especies *A. lumbricoides*, *T. trichiura* y Ancilostómidos.

En las siguientes Tablas (véase Tabla 64, Tabla 65 y Tabla 66) se expone los resultados obtenidos de las posibles asociaciones de las especies patógenas de protozoos considerados.

Así, el análisis de las asociaciones que presenta *E. histolytica/E. dispar* con el resto de especies patógenas se expone en la Tabla 64. Se detectó asociación significativamente positiva con *Blastocystis* spp. (O.R.=2.49; $p<0.001$) y *A. lumbricoides* (O.R.=1.42; $p=0.029$). Asimismo, se detectaron asociaciones estadísticamente significativas en la co-infección de *E. histolytica/E. dispar* con *G. intestinalis* y *Blastocystis* spp., con *Blastocystis* spp. y *A. lumbricoides* y con *A. lumbricoides* y *T. trichiura*. Con respecto a *G. intestinalis* (Tabla 65), se detectó asociación positiva (O.R.= 1.46; $p<0.001$) con la especie *Blastocystis* spp., así como en la asociación conjunta de *G. intestinalis* con *Blastocystis* spp. y *T. trichiura* (O.R= 1.28; $p=0.012$).

Como se muestra en la Tabla 66, la presencia de *Blastocystis* spp. predispone la aparición de varias especies. Así, aparece asociación significativa con *G. intestinalis*, *E. histolytica/E. dispar* y con los Ancilostómidos (O.R.=1.62; $p=0.005$). Además, se detectaron asociaciones positivas de *Blastocystis* spp. con varias especies simultáneamente de protozoos y/o helmintos (Tabla 66).

ESPECIE	ASOCIACIÓN	% ASOCIACIÓN (I.C.)	O.R. (I.C.)	p-valor
<i>E. histolytica/E. dispar</i>	Gi	4 (3.1-4.9)	1.25 (0.92-1.69)	0.156
	Bh	8.6 (7.3-9.9)	2.49 (1.69-3.67)	<0.001
	Al	3.4 (2.6-4.2)	1.42 (1.04-1.96)	0.029
	Tt	5.5 (4.5-6.5)	0.93 (0.70-1.26)	0.670
	An	1.2 (0.7-1.7)	1.12 (0.71-1.78)	0.621
	Gi + Bh	3.5 (2.7-4.3)	1.56 (1.13-1.14)	0.006
	Gi + Al	1.3 (0.8-1.8)	1.57 (0.99-2.49)	0.053
	Gi + Tt	2.2 (1.5-2.9)	1.16 (0.81-1.67)	0.421
	Gi + An	0.5 (0.2-0.8)	1.51 (0.76-3.01)	0.234
	Bh + Al	2.7 (2.0-3.4)	1.71 (1.21-2.41)	0.002
	Bh + Tt	4.4 (3.5-5.3)	1.24 (0.92-1.68)	0.157
	Bh + An	1 (0.5-1.5)	1.23 (0.74-2.03)	0.424
	Al + Tt	3 (2.2-3.8)	1.55 (1.11-2.15)	0.010
	Al + An	0.5 (0.2-0.8)	0.91 (0.45-1.84)	0.792
Tt + An	0.9 (0.5-1.3)	0.914 (0.53-1.57)	0.742	

Tabla 64. Análisis de las asociaciones que presenta el complejo *Entamoeba* con otras especies patógenas. %Asociación= porcentaje de escolares que presentan la asociación; (I.C.)= intervalo de confianza del 95%; O.R.= Odds Ratio; p-valor= valor de significación estadística $p<0.05$. *Eh/d* =*E. histolytica/E. dispar*; *Gi*= *G. intestinalis*; *Bh*= *Blastocystis* spp.; *Al*= *A. lumbricoides*; *Tt*= *T. trichiura*; *An*= Ancilostómidos.

ESPECIE	ASOCIACIÓN	% ASOCIACIÓN (I.C.)	O.R. (I.C.)	p-valor
<i>Giardia intestinalis</i>	Eh/d	4 (3.1-4.9)	1.25 (0.92-1.69)	0.156
	Bh	25.2 (23.2-27.2)	1.46 (1.19-1.80)	<0.001
	Al	8.6 (7.3-9.9)	0.91 (0.73-1.13)	0.382
	Tt	19.4 (17.6-21.2)	1.14 (0.94-1.38)	0.189
	An	3.6 (2.8-4.4)	0.96 (0.71-1.31)	0.816
	Eh/d + Bh	3.5 (2.7-4.3)	1.31 (0.94-1.82)	0.109
	Eh/d + Al	1.3 (0.8-1.8)	1.15 (0.69-1.93)	0.595
	Eh/d + Tt	2.2 (1.5-2.9)	1.33 (0.89-2.00)	0.161
	Eh/d + An	0.5 (0.2-0.8)	1.47 (0.64-3.38)	0.356
	Bh + Al	6.6 (5.5-7.7)	1.12 (0.88-1.43)	0.374
	Bh + Tt	14.4 (12.8-16.0)	1.28 (1.06-1.56)	0.012
	Bh + An	2.8 (2.1-3.5)	0.96 (0.68-1.36)	0.816
	Al + Tt	7.1 (5.9-8.3)	0.92 (0.73-1.16)	0.480
	Al + An	1.6 (1.0-2.2)	0.89 (0.57-1.39)	0.603
Tt + An	2.8 (2.1-3.5)	0.86 (0.61-1.21)	0.383	

Tabla 65. Análisis de las asociaciones que presenta *G. intestinalis* con otras especies patógenas. %Asociación= porcentaje de escolares que presentan la asociación; (I.C.)= intervalo de confianza del 95%; O.R.= Odds Ratio; p-valor= valor de significación estadística $p < 0.05$. Eh/d= *E. histolytica/E. dispar*; Gi= *G. intestinalis*; Bh= *Blastocystis* spp.; Al= *A. lumbricoides*; Tt= *T. trichiura*; An= Ancilostómidos.

ESPECIE	ASOCIACIÓN	% ASOCIACIÓN (I.C.)	O.R. (I.C.)	p-valor
<i>Blastocystis</i> spp.	Gi	25.2 (23.2-27.2)	1.46 (1.19-1.80)	<0.001
	Eh/d	8.6 (7.3-9.9)	2.49 (1.69-3.67)	<0.001
	Al	18.1 (16.4-19.8)	1.05 (0.84-1.31)	0.689
	Tt	37.9 (35.7-40.1)	1.19 (0.98-1.45)	0.073
	An	8.3 (7.1-9.5)	1.62 (1.15-2.28)	0.005
	Gi + Eh/d	3.5 (2.7-4.3)	2.86 (1.50-5.46)	0.001
	Gi + Al	6.6 (5.5-7.7)	1.59 (1.09-2.31)	0.016
	Gi + Tt	14.4 (12.8-16.0)	1.44 (1.11-1.86)	0.006
	Gi + An	2.8 (2.1-3.5)	1.54 (0.87-2.73)	0.132
	Eh/d + Al	2.7 (2.0-3.4)	1.87 (1.01-3.47)	0.043
	Eh/d + Tt	4.4 (3.5-5.3)	2.01 (1.22-3.31)	0.005
	Eh/d + An	1 (0.5-1.5)	2.24 (0.76-6.62)	0.133
	Al + Tt	15.1 (13.5-16.7)	1.14 (0.90-1.45)	0.286
	Al + An	4 (3.1-4.9)	2.04 (1.21-3.44)	0.007
Tt + An	6.7 (5.6-7.8)	1.53 (1.06-2.21)	0.024	

Tabla 66. Análisis de las asociaciones que presenta *Blastocystis* spp. con otras especies patógenas. %Asociación= porcentaje de escolares que presentan la asociación; (I.C.)= intervalo de confianza del 95%; O.R.= Odds Ratio; p-valor= valor de significación estadística $p < 0.05$. Eh/d= *E. histolytica/E. dispar*; Gi= *G. intestinalis*; Bh= *Blastocystis* spp.; Al= *A. lumbricoides*; Tt= *T. trichiura*; An= Ancilostómidos.

En las Tablas 67, 68, 69, se exponen los resultados obtenidos en relación a las asociaciones de las especies de helmintos encontradas.

Las asociaciones de *A. lumbricoides* se presentan en la Tabla 67. Se detectó asociaciones significativamente positivas con los Ancilostómidos (O.R.= 2.78; $p < 0.001$) y *T. trichiura* (O.R.= 5.61; $p < 0.001$). Asimismo, se hallaron asociaciones positivas en la mayoría de co-infecciones de 3 especies, como se observa en la Tabla 67. Con respecto a la especie *T. trichiura* (Tabla 68), se observó que su presencia también predispone la aparición de otras especies, presentando asociación positiva ($p < 0.001$) con los Ancilostómidos, así como en la mayoría de infecciones múltiples por 3 especies diferentes. Cabe resaltar el elevado riesgo de aparición de Ancilostómidos y *A. lumbricoides* junto con una infección de *T. trichiura* (O.R.= 13.44; $p < 0.001$). Por último, en cuanto a la presencia de los Ancilostómidos, también se detectaron asociaciones significativamente positivas, tanto con protozoos como con helmintos, como se observa en la Tabla 69.

ESPECIE	ASOCIACIÓN	% ASOCIACIÓN (I.C)	O.R. (I.C.)	p-valor
<i>Ascaris lumbricoides</i>	An	5 (4.0-6.0)	2.78 (2.06-3.74)	<0.001
	Tt	21.5 (19.6-23.4)	5.61 (4.36-7.22)	<0.001
	Bh	18.1 (16.4-19.8)	1.05 (0.84-1.30)	0.689
	Eh/d	3.4 (2.6-4.2)	1.42 (1.04-1.96)	0.029
	Gi	8.6 (7.3-9.9)	0.91 (0.73-1.13)	0.382
	An + Tt	4.7 (3.7-5.7)	3.63 (2.62-5.02)	<0.001
	An + Bh	4 (3.1-4.9)	3.00 (2.15-4.19)	<0.001
	An + Eh/d	0.5 (0.2-0.8)	1.82 (0.78-4.22)	0.160
	An + Gi	1.6 (1.0-2.2)	2.29 (1.40-3.74)	0.001
	Tt + Bh	15.1 (13.5-16.7)	3.02 (2.44-3.73)	<0.001
	Tt + Eh/d	3 (2.2-3.8)	3.64 (2.43-5.44)	<0.001
	Tt + Gi	7.1 (5.9-8.3)	1.84 (1.44-2.35)	<0.001
	Bh + Eh/d	2.7 (2.0-3.4)	1.32 (0.93-1.87)	0.117
	Bh + Gi	6.6 (5.5-7.7)	0.99 (0.78-1.26)	0.934
	Eh/d + Gi	1.3 (0.8-1.8)	1.31 (0.80-2.15)	0.286

Tabla 67. Análisis de las asociaciones que presenta *A. lumbricoides*. con otras especies patógenas. %Asociación= porcentaje de escolares que presentan la asociación; (I.C.)= intervalo de confianza del 95%; O.R.= Odds Ratio; p-valor= valor de significación estadística $p < 0.05$. *Eh/d*= *E. histolytica*/*E. dispar*; *Gi*= *G. intestinalis*; *Bh*= *Blastocystis* spp.; *Al*= *A. lumbricoides*; *Tt*= *T. trichiura*; *An*= Ancilostómidos.

ESPECIE	ASOCIACIÓN	% ASOCIACIÓN (I.C)	O.R. (I.C.)	p-valor
<i>Trichuris trichiura</i>	An	8.8 (7.5-10.1)	4.45 (3.06-6.46)	<0.001
	Al	21.5 (19.6-23.4)	5.61 (4.36-7.22)	<0.001
	Bh	37.9 (35.7-40.1)	1.19 (0.98-1.45)	0.073
	Eh/d	5.5 (4.5-6.5)	0.94 (0.70-1.26)	0.670
	Gi	19.4 (17.6-21.2)	1.14 (0.94-1.38)	0.189
	An + Al	4.7 (3.7-5.7)	13.44 (5.85-30.89)	<0.001
	An + Bh	4 (3.1-4.9)	4.04 (2.67-6.11)	<0.001
	An + Eh/d	0.9 (0.5-1.3)	1.94 (0.80-4.74)	0.138
	An + Gi	2.8 (2.1-3.5)	2.83 (1.61-5.00)	<0.001
	Al + Bh	15.1 (13.5-16.7)	5.54 (4.09-7.51)	<0.001
	Al + Eh/d	3 (2.2-3.8)	6.19 (2.93-13.05)	<0.001
	Al + Gi	7.1 (5.9-8.3)	4.30 (2.84-6.49)	<0.001
	Bh + Eh/d	4.4 (3.5-5.3)	0.88 (0.63-1.21)	0.419
	Bh + Gi	14.4 (12.8-16.0)	1.16 (0.94-1.43)	0.172
Eh/d + Gi	2.2 (1.5-2.9)	1.04 (0.66-1.66)	0.858	

Tabla 68. Análisis de las asociaciones que presenta *T. trichiura* con otras especies patógenas. %Asociación= porcentaje de escolares que presentan la asociación; (I.C)= intervalo de confianza del 95%; O.R.= Odds Ratio; p-valor= valor de significación estadística $p < 0.05$. Eh/d= *E. histolytica/E. dispar*; Gi= *G. intestinalis*; Bh= *Blastocystis* spp.; Al= *A. lumbricoides*; Tt= *T. trichiura*; An= Ancilostómidos.

ESPECIE	ASOCIACIÓN	% ASOCIACIÓN (I.C)	O.R. (I.C.)	p-valor
Ancilostómidos	Al	5 (4.0-6.0)	2.78 (2.06-3.74)	<0.001
	Tt	8.8 (7.5-10.1)	4.45 (3.06-6.46)	<0.001
	Bh	8.3 (7.1-9.5)	1.62 (1.15-2.28)	0.005
	Eh/d	1.2 (0.7-1.7)	1.12 (0.71-1.78)	0.621
	Gi	3.6 (2.8-4.4)	0.96 (0.71-1.31)	0.816
	Al + Tt	4.7 (3.7-5.7)	3.32 (2.45-4.50)	<0.001
	Al + Bh	4 (3.1-4.9)	3.23 (2.36-4.41)	<0.001
	Al + Eh/d	0.5 (0.2-0.8)	1.37 (0.67-2.83)	0.385
	Al + Gi	1.6 (1.0-2.2)	2.04 (1.33-3.13)	0.001
	Tt + Bh	6.7 (5.6-7.8)	3.08 (2.28-4.17)	<0.001
	Tt + Eh/d	0.9 (0.5-1.3)	1.57 (0.90-2.74)	0.107
	Tt + Gi	2.8 (2.1-3.5)	1.52 (1.08-2.13)	0.015
	Bh + Eh/d	1 (0.5-1.5)	1.11 (0.67-1.84)	0.676
	Bh + Gi	2.8 (2.1-3.5)	1.03 (0.74-1.44)	0.862
Eh/d + Gi	0.5 (0.2-0.8)	1.27 (0.64-2.51)	0.490	

Tabla 69. Análisis de las asociaciones que presentan los Ancilostómidos con otras especies patógenas. %Asociación= porcentaje de escolares que presentan la asociación; (I.C)= intervalo de confianza del 95%; O.R.= Odds Ratio; p-valor= valor de significación estadística $p < 0.05$. Eh/d= *E. histolytica/E. dispar*; Gi= *G. intestinalis*; Bh= *Blastocystis* spp.; Al= *A. lumbricoides*; Tt= *T. trichiura*; An= Ancilostómidos.

3.3.- EN RELACIÓN A LAS INTENSIDADES DE PARASITACIÓN

En el siguiente apartado se expone las intensidades de parasitación que se ha podido obtener en cada Región Autónoma, así como en cada municipio. La cuantificación de huevos de las especies de helmintos, expresada en huevos por gramo de heces (hgh), se realiza a través de la técnica de Kato-Katz, con el objetivo de obtener mayor información en relación a la carga de los geohelmintos detectados en el presente estudio.

3.3.1.- EN LA REGIÓN AUTÓNOMA DEL ATLÁNTICO NORTE (RAAN)

3.3.1.1.- EN RELACIÓN AL TOTAL DEL ESTUDIO

En la Tabla 70 se expone las intensidades de helmintos detectadas en RAAN. La mayor intensidad detectada fue en la especie *A. lumbricoides*, en el caso de una niña de 9 años, que presentó 149544 huevos por gramo de heces (hgh).

RAAN N=280				
HELMINTO	RANGO (hgh)	MA	MG	MEDIANA
<i>Ascaris lumbricoides</i>	24-149544	28794.1	10256.5	18096
<i>Trichuris trichiura</i>	24-88752	3516.0	934.8	960
Ancilostómidos	24	24	24	24

Tabla 70. Intensidad de infección de los geohelmintos detectados en RAAN; N= número de escolares estudiados mediante el método cuantitativo; Rango (hgh)= Rango de huevos por gramo de heces (valor mínimo y valor máximo encontrado); MA= Media Aritmética; MG= Media Geométrica.

Siguiendo los criterios de la OMS (Montresor *et al.*, 1998), como se ha mencionado anteriormente en el capítulo de Material y Métodos, las intensidades de parasitación permiten establecer una relación de la infección, diferenciando entre leve, moderada y elevada o grave. En la Tabla 71 se presenta la clasificación de las intensidades detectadas para los tres helmintos estudiados. En *A. lumbricoides* dominó la intensidad de tipo moderada (58.1%) con diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.001$), mientras que en *T. trichiura* (53%) la mayoría de infecciones fueron de tipo leve, con significación estadística ($p < 0.001$). En los Ancilostómidos, solo se detectaron

infecciones de intensidad leve. Cabe resaltar que en el caso de *A. lumbricoides* y de *T. trichiura* se alcanzó intensidades elevadas (16.2% y 8.3%, respectivamente).

HELMINTO	LEVE	MODERADA	ELEVADA	TOTAL	p-valor
	n (%)	n (%)	n (%)	N	
<i>Ascaris lumbricoides</i>	46 (25.7)	104 (58.1)	29 (16.2)	179	<0.001
<i>Trichuris trichiura</i>	141 (53)	103 (38.7)	22 (8.3)	266	<0.001
Ancilostómidos	2 (100)	0 (0)	0 (0)	2	-

Tabla 71. Grados de intensidad de infección para las tres especies de geohelminthos encontradas en RAAN, siguiendo los criterios de clasificación de la OMS; n= número de casos; %= porcentaje de valor absoluto; p-valor= valor de significación estadística $p < 0.05$.

A) POR SEXO

En la Tabla 72 se expone los grados de intensidad de infección para cada geohelmintho en función del sexo. En *T. trichiura*, la intensidad tipo leve fue mayor en el sexo femenino (58.3%), en el borde de significación estadística ($p = 0.048$). En esta especie, las infecciones de carácter moderado y elevado fueron mayoritarias en el sexo masculino (42.6% y 11.3%, respectivamente), aunque no se encontraron diferencias estadísticamente significativas. En *A. lumbricoides*, tanto la intensidad leve (26.8%) como moderada (63.4%) fue mayoritaria en el sexo masculino, mientras que la intensidad elevada predominó en el sexo femenino (20.4%), sin presentar en ninguno de los casos diferencias estadísticamente significativas. En los Ancilostómidos, únicamente se detectó infección leve en el caso de una niña y un niño.

HELMINTO	LEVE			MODERADA			ELEVADA		
	FEMENINO	MASCULINO	p-valor	FEMENINO	MASCULINO	p-valor	FEMENINO	MASCULINO	p-valor
	n (%)	n (%)		n (%)	n (%)		n (%)	n (%)	
<i>Ascaris lumbricoides</i>	27 (25)	19 (26.8)	0.792	59 (54.6)	45 (63.4)	0.246	22 (20.4)	7 (9.9)	0.062
<i>Trichuris trichiura</i>	88 (58.3)	53 (46.1)	0.048	54 (13.7)	49 (42.6)	0.256	9 (6)	13 (11.3)	0.117
Ancilostómidos	1 (100)	1 (100)	-	(0) 0	(0) 0	-	(0) 0	(0) 0	-

Tabla 72. Grados de intensidad de infección por las diferentes especies de geohelminthos encontradas en RAAN, en función del sexo, siguiendo los criterios de clasificación de la OMS; n= número de casos; %= porcentaje de valor absoluto; p-valor= valor de significación estadística $p < 0.05$.

B) POR GRUPOS DE EDAD

Los datos de intensidad según el grado de infección en función de los diferentes grupos de edad son expuestas en la Tabla 73. El análisis estadístico no reflejó diferencias estadísticamente significativas en ninguna de las especies estudiadas. En relación a la especie *A. lumbricoides*, la intensidad de tipo leve fue mayoritaria en los escolares más pequeños (66.7%), mientras que la intensidad de tipo moderada fue mayor en los niños de 10 a 14 años (61.7%). Las intensidades elevadas fueron superiores en el grupo de 5 a 9 años (18.5%). En *T. trichiura*, las infecciones mayoritarias leves se detectaron en el grupo de 10 a 14 años (56.9%); las infecciones moderadas predominaron en el grupo de 5 a 9 años (39.9%); y las infecciones elevadas en los escolares más pequeños (11.1%).

HELMINTO	GRUPOS DE EDAD	LEVE		MODERADA		ELEVADA	
		n (%)	p-valor	n (%)	p-valor	n (%)	p-valor
<i>Ascaris lumbricoides</i>	<1-4	4 (66.7)	0.065	1 (16.7)	0.096	1 (16.7)	0.683
	5-9	22 (23.9)		53 (57.6)		17 (18.5)	
	10-14	20 (24.7)		50 (61.7)		11 (13.6)	
<i>Trichuris trichiura</i>	<1-4	5 (55.6)	0.544	3 (33.3)	0.883	1 (11.1)	0.392
	5-9	74 (50)		59 (39.9)		15 (10.1)	
	10-14	62 (56.9)		41 (37.6)		6 (5.5)	
Ancilostómidos	<1-4	0 (0)	-	0 (0)	-	0 (0)	-
	5-9	1 (100)		0 (0)		0 (0)	
	10-14	1 (100)		0 (0)		0 (0)	

Tabla 73. Grados de intensidad de infección por las diferentes especies de geohelminthos encontradas en RAAN, en función del grupo de edad, siguiendo los criterios de clasificación de la OMS; n= número de casos; %= porcentaje de valor absoluto; p-valor= valor de significación estadística p<0.05.

C) EN FUNCIÓN DE LA ZONA

En la Tabla 74 se presenta los diferentes tipos de clasificación de infecciones helmínticas en función de la zona poblacional estudiada. Únicamente se identificó diferencias estadísticamente significativas en la especie *T. trichiura*. Se observó que en zona urbana predominó la parasitación de tipo leve (58.9%), con diferencias estadísticamente significativas (p=0.021), mientras que en zona rural se detectó mayor porcentaje de infección elevada (14.8%), con significación estadística (p=0.001). En

relación a la especie *A. lumbricoides*, las infecciones moderadas fueron ligeramente superiores en zona rural (61.4%) que urbana (56.6%), mientras que las intensidades elevadas predominaron en zona urbana (18%). En los Ancilostómidos, se detectaron los dos casos de infecciones leves en zona rural.

HELMINTO	LEVE		p-valor	MODERADA		p-valor	ELEVADA		p-valor
	URBANO	RURAL		URBANO	RURAL		URBANO	RURAL	
	n (%)	n (%)		n (%)	n (%)		n (%)	n (%)	
<i>Ascaris lumbricoides</i>	31 (25.4)	15 (26.3)	0.897	69 (56.6)	35 (61.4)	0.540	22 (18)	7 (12.3)	0.331
<i>Trichuris trichiura</i>	93 (58.9)	48 (44.4)	0.021	59 (37.3)	44 (40.7)	0.576	6 (3.8)	16 (14.8)	0.001
Ancilostómidos	0 (0)	2 (100)	-	0 (0)	0 (0)	-	0 (0)	0 (0)	-

Tabla 74. Grados de intensidad de infección por las diferentes especies de geohelminthos encontradas en RAAN, en función de la zona estudiada, siguiendo los criterios de clasificación de la OMS; n= número de casos; %= porcentaje de valor absoluto; p-valor= valor de significación estadística $p<0.05$.

3.3.1.2.- MUNICIPIO DE PUERTO CABEZAS

En la Tabla 75 se muestra las intensidades de parasitación por las especies de geohelminthos detectados en el municipio Puerto Cabezas. Cabe recordar, que en este Municipio no se encontró parasitación por Ancilostómidos. La carga helmintiana más elevada se detectó en la especie *A. lumbricoides*, en el caso de una niña de 9 años, que presentó 149544 huevos por gramo de heces (hgh).

MUNICIPIO PUERTO CABEZAS N=263				
HELMINTO	RANGO (hgh)	MA	MG	MEDIANA
<i>Ascaris lumbricoides</i>	24-149544	29612.2	11768.1	18888
<i>Trichuris trichiura</i>	24-88752	3659.7	1021.5	1032

Tabla 75. Intensidad de infección de los geohelminthos detectados en el municipio Puerto Cabezas; N= número de escolares estudiados mediante el método cuantitativo; Rango (hgh)= Rango de huevos por gramo de heces (valor mínimo y valor máximo encontrado); MA= Media Aritmética; MG= Media Geométrica.

En la Tabla 76 se expone los diferentes tipos de intensidad detectados en la población de Puerto Cabezas. En la especie *A. lumbricoides*, se identificó mayor porcentaje de parasitación en las infecciones de tipo moderada (59.8%), con diferencias

estadísticamente significativas ($p < 0.001$). En *T. trichiura* la mayoría de infección fue de tipo leve (51%) con diferencias significativas ($p < 0.001$). Cabe resaltar que en el geohelminto *A. lumbricoides*, las infecciones elevadas fueron superiores al 15%.

HELMINTO	LEVE	MODERADA	ELEVADA	TOTAL	p-valor
	n (%)	n (%)	n (%)	N	
<i>Ascaris lumbricoides</i>	41 (23.6)	104 (59.8)	29 (16.7)	174	<0.001
<i>Trichuris trichiura</i>	130 (51)	103 (40.4)	22 (8.6)	255	<0.001

Tabla 76. Grados de intensidad de infección por las diferentes especies de geohelminos encontradas en el municipio de Puerto Cabezas, siguiendo los criterios de clasificación de la OMS; n= número de casos; %= porcentaje de valor absoluto; p-valor= valor de significación estadística $p < 0.05$.

A) POR SEXO

Los grados de intensidad de las especies helmínticas detectadas en función del género, se muestran en la Tabla 77. En *T. trichiura* se detectó la mayoría de infección leve en el sexo femenino (57.4%), con diferencias estadísticamente significativas ($p = 0.015$), mientras que las infecciones de carácter moderado y elevado, dominaron en el sexo masculino (45.8% y 12.1%) respectivamente, sin diferencias estadísticamente significativas. Con respecto a *A. lumbricoides*, aunque no se haya detectado diferencias estadísticamente significativas, las infecciones leves y moderadas fueron superiores en el sexo masculino (25.7% y 64.3%) respectivamente, mientras que las infecciones elevadas fueron mayoritarias en el sexo femenino (21.2%).

HELMINTO	LEVE			MODERADA			ELEVADA		
	FEMENINO	MASCULINO	p-valor	FEMENINO	MASCULINO	p-valor	FEMENINO	MASCULINO	p-valor
	n (%)	n (%)		n (%)	n (%)		n (%)	n (%)	
<i>Ascaris lumbricoides</i>	23 (22.1)	18 (25.7)	0.583	59 (56.7)	45 (64.3)	0.319	22 (21.2)	7 (10)	0.053
<i>Trichuris trichiura</i>	85 (57.4)	45 (42.1)	0.015	54 (36.5)	49 (45.8)	0.135	9 (6.1)	13 (12.1)	0.089

Tabla 77. Grados de intensidad de infección por las diferentes especies de geohelminos encontradas en el municipio de Puerto Cabezas, en función del sexo, siguiendo los criterios de clasificación de la OMS; n= número de casos; %= porcentaje de valor absoluto; p-valor= valor de significación estadística $p < 0.05$.

B) POR GRUPOS DE EDAD

En la Tabla 78 se presenta los diferentes grados de intensidad según los diferentes grupos de edad estudiados. El análisis estadístico no reflejó diferencias estadísticamente significativas en ninguno de los geohelminthos detectados. Cabe resaltar, que en la especie *A. lumbricoides* se detectó la mayoría de infección moderada en el grupo de escolares de 10 a 14 (63.3%), mientras que la intensidad de tipo elevada fue superior en el grupo de 5 a 9 años (18.7%). En cuanto a *T. trichiura* predominaron las infecciones leves en el grupo de 10 a 14 años (55.2), mientras que las infecciones moderadas fueron superiores en el grupo de 5 a 9 años (41.5%).

HELMINTO	GRUPOS DE EDAD	LEVE		MODERADA		ELEVADA	
		n (%)	p-valor	n (%)	p-valor	n (%)	p-valor
<i>Ascaris lumbricoides</i>	<1-4	2 (50.0)	0.451	1 (25.0)	0.286	1 (25.0)	0.640
	5-9	21 (23.1)		53 (58.2)		17 (18.7)	
	10-14	18 (22.8)		50 (63.3)		11 (13.9)	
<i>Trichuris trichiura</i>	<1-4	4 (50.0)	0.520	3 (37.5)	0.911	1 (12.5)	0.376
	5-9	68 (47.9)		59 (41.5)		15 (10.6)	
	10-14	58 (55.2)		41 (39)		6 (5.7)	

Tabla 78. Grados de intensidad de infección por las diferentes especies de geohelminthos encontradas en el municipio de Puerto Cabezas, en función del grupo de edad, siguiendo los criterios de clasificación de la OMS; n= número de casos; %= porcentaje de valor absoluto; p-valor= valor de significación estadística $p < 0.05$.

C) EN FUNCIÓN DE LA ZONA

En la Tabla 79 se expone las diferentes clases de intensidad de parasitación según la zona estudiada en Puerto Cabezas. En *T. trichiura* se obtuvo la mayoría de infección de tipo leve (58.9%) en zona urbana, con diferencias significativas ($p = 0.001$), mientras que las infecciones elevadas fueron significativamente superiores ($p < 0.001$) en zona rural (16.5%). Con respecto a la especie *A. lumbricoides*, la intensidad de parasitación moderada fue superior en zona rural (67.3%), mientras que las infecciones elevadas predominaron en zona urbana (18%).

	LEVE			MODERADA			ELEVADA		
	URBANO	RURAL	p-valor	URBANO	RURAL	p-valor	URBANO	RURAL	p-valor
HELMINTO	n (%)	n (%)		n (%)	n (%)		n (%)	n (%)	
<i>Ascaris lumbricoides</i>	31 (25.4)	10 (19.2)	0.379	69 (56.6)	35 (67.3)	0.693	22 (18)	7 (13.5)	0.459
<i>Trichuris trichiura</i>	93 (58.9)	37 (38.1)	0.001	59 (37.3)	44 (45.4)	0.205	6 (3.8)	16 (16.5)	<0.001

Tabla 79. Grados de intensidad de infección por las diferentes especies de geohelminthos encontradas en el municipio de Puerto Cabezas, en función de la zona estudiada, siguiendo los criterios de clasificación de la OMS; n= número de casos; %= porcentaje de valor absoluto; p-valor= valor de significación estadística p<0.05.

3.3.1.3.- MUNICIPIO DE SIUNA

En la Tabla 80 se expone la intensidad de infección de las especies helmínticas detectadas en el municipio Siuna. Se detectó la mayor carga helmintiana, en la especie *A. lumbricoides*, en el caso de una niña de 12 años que presentó 1270 huevos por gramo de heces.

MUNICIPIO SIUNA N=17				
HELMINTO	RANGO (hgh)	MA	MG	MEDIANA
<i>Ascaris lumbricoides</i>	24-1270	321.2	85.7	24
<i>Trichuris trichiura</i>	24-552	185.5	119.6	120
Ancilostómidos	24	24	24	24

Tabla 80. Intensidad de infección de los geohelminthos detectados en el municipio de Siuna; N= número de escolares estudiados mediante el método cuantitativo; Rango (hgh)= Rango de huevos por gramo de heces (valor mínimo y valor máximo encontrado); MA= Media Aritmética; MG= Media Geométrica.

Como se observa en la Tabla 81, únicamente se detectó intensidades de parasitación de tipo leve en las tres especies de geohelminthos encontradas.

	LEVE	TOTAL
HELMINTO	n (%)	N
<i>Ascaris lumbricoides</i>	5 (100)	5
<i>Trichuris trichiura</i>	11 (100)	11
Ancilostómidos	2 (100)	2

Tabla 81. Grados de intensidad de infección por las diferentes especies de geohelminthos encontradas en el municipio de Siuna, siguiendo los criterios de clasificación de la OMS; n= número de casos; %= porcentaje de valor absoluto.

A) POR SEXO

Al obtener porcentajes de parasitación del 100% en ambos sexos en los tres geohelminthos estudiados, no se han detectado diferencias estadísticamente significativas en función del género (Tabla 82).

	LEVE		
	FEMENINO	MASCULINO	
HELMINTO	n (%)	n (%)	p-valor
<i>Ascaris lumbricoides</i>	4 (100)	1 (100)	-
<i>Trichuris trichiura</i>	3 (100)	8 (100)	-
Ancilostómidos	1 (100)	1 (100)	-

Tabla 82. Grados de intensidad de infección por las diferentes especies de geohelminthos encontradas en el municipio de Siuna, en función del sexo, siguiendo los criterios de clasificación de la OMS; n= número de casos; %= porcentaje de valor absoluto; p-valor= valor de significación estadística $p < 0.05$.

B) POR GRUPOS DE EDAD

En la Tabla 83 se expone el grado de intensidad de parasitación en función de los grupos de edad estudiados. El análisis estadístico no ha reflejado diferencias estadísticamente significativas debido a que se han obtenidos en todos los casos porcentajes del 100%.

LEVE			
HELMINTO	GRUPOS DE EDAD	n (%)	p-valor
<i>Ascaris lumbricoides</i>	<1-4	2 (100)	-
	5-9	1 (100)	
	10-14	2 (100)	
<i>Trichuris trichiura</i>	<1-4	1 (100)	-
	5-9	6 (100)	
	10-14	4 (100)	
Ancilostómidos	<1-4	0 (0)	-
	5-9	1 (100)	
	10-14	1 (100)	

Tabla 83. Grados de intensidad de infección por las diferentes especies de geohelminthos encontradas en el municipio de Siuna, en función del grupo de edad, siguiendo los criterios de la OMS; n= número de casos; %= porcentaje de valor absoluto; p-valor= valor de significación estadística $p<0.05$.

C) EN FUNCIÓN DE LA ZONA

Como se observa en la Tabla 84, únicamente se detectó geohelminthos en la zona rural del municipio de Siuna, por lo que no se ha podido llevar a cabo el análisis estadístico correspondiente.

LEVE		
RURAL		
HELMINTO	n (%)	p-valor
<i>Ascaris lumbricoides</i>	5 (100)	-
<i>Trichuris trichiura</i>	11 (100)	-
Ancilostómidos	2 (100)	-

Tabla 84. Grados de intensidad de infección por las diferentes especies de geohelminthos encontradas en el municipio de Siuna, en función de zona estudiada, siguiendo los criterios de la OMS; n= número de casos; %= porcentaje de valor absoluto; p-valor= valor de significación estadística $p<0.05$.

3.3.2.- EN LA REGIÓN AUTÓNOMA DEL ATLÁNTICO SUR (RAAS)

3.3.2.1.- EN RELACIÓN AL TOTAL DEL ESTUDIO

En la Tabla 85 se expone la intensidad de parasitación para los geohelminintos estudiados en RAAS. Tal y como se observa, la mayor carga parasitaria se detectó en la especie *A. lumbricoides*, en el que un niño de 9 años presentó 92640 huevos por gramo de heces (hgh).

RAAS N=591				
HELMINTO	RANGO (hgh)	MA	MG	MEDIANA
<i>Ascaris lumbricoides</i>	24-92640	11690.6	1730.7	3708
<i>Trichuris trichiura</i>	24-84888	1565.3	403.8	432
Ancilostómidos	24-2400	365.4	177	96

Tabla 85. Intensidad de infección de los geohelminintos detectados en RAAS; N= número de escolares estudiados mediante el método cuantitativo; Rango (hgh)= Rango de huevos por gramo de heces (valor mínimo y valor máximo encontrado); MA= Media Aritmética; MG= Media Geométrica.

Los diferentes grados de intensidad de infección de las especies de geohelminintos detectadas en RAAS se exponen en la Tabla 86. En *A. lumbricoides*, la mayoría de infección fue de tipo leve (54.4%), con diferencias estadísticamente significativas ($p<0.001$), así como en *T. trichiura* (69.1%) y en los Ancilostómidos (94.8%), presentando en ambos casos diferencias significativas ($p<0.001$). Con respecto a los Ancilostómidos, no se detectó intensidad de carácter elevado, pero se alcanzó infecciones de intensidad moderada (5.2%).

HELMINTO	LEVE	MODERADA	ELEVADA	TOTAL	p-valor
	n (%)	n (%)	n (%)	N	
<i>Ascaris lumbricoides</i>	93 (54.4)	69 (40.4)	9 (5.3)	266	<0.001
<i>Trichuris trichiura</i>	389 (69.1)	160 (28.4)	14 (2.5)	563	<0.001
Ancilostómidos	55 (94.8)	3 (5.2)	0 (0)	58	<0.001

Tabla 86. Grados de intensidad de infección por las diferentes especies de geohelminintos encontradas en RAAS, siguiendo los criterios de clasificación de la OMS; n= número de casos; %= porcentaje de valor absoluto; p-valor= valor de significación estadística $p<0.05$.

A) POR SEXO

En la Tabla 87 se muestra los diferentes grados de intensidad de infección por helmintos según el género. El análisis estadístico no reflejó diferencias estadísticamente significativas en ninguno de los geohelminos estudiados. Analizando con mayor detalle, predominaron las infecciones leves en el sexo masculino (55.9%) en *A. lumbricoides* mientras que las infecciones moderadas fueron superiores en el sexo femenino (41.7%). Con respecto a la especie *T. trichiura*, las infecciones leves y elevadas fueron mayores en el sexo femenino (70% y 3.3%, respectivamente), mientras que las infecciones moderadas fueron superiores en el sexo masculino (30.4%). En cuanto a los Ancilostómidos, la mayoría de infección leve se detectó en niñas (95.8%), mientras que la intensidad de tipo moderada resultó mayor en niños (5.9%), sin detectar infecciones de carácter elevado.

HELMINTO	LEVE			MODERADA			ELEVADA		
	FEMENINO	MASCULINO	p-valor	FEMENINO	MASCULINO	p-valor	FEMENINO	MASCULINO	p-valor
	n (%)	n (%)		n (%)	n (%)		n (%)	n (%)	
<i>Ascaris lumbricoides</i>	55 (53.4)	38 (55.9)	0.750	43 (41.7)	26 (38.2)	0.647	5 (4.9)	4 (5.9)	0.768
<i>Trichuris trichiura</i>	210 (70.0)	179 (68.1)	0.619	80 (26.7)	80 (30.4)	0.325	10 (3.3)	4 (1.5)	0.168
Ancilostómidos	23 (95.8)	32 (94.1)	0.771	1 (4.2)	2 (5.9)	0.771	0 (0)	0 (0)	-

Tabla 87. Grados de intensidad de infección por las diferentes especies de geohelminos encontradas en RAAS, en función del sexo, siguiendo los criterios de clasificación de la OMS; n= número de casos; %= porcentaje de valor absoluto; p-valor= valor de significación estadística $p < 0.05$.

B) POR GRUPOS DE EDAD

La clasificación de intensidad de parasitación según los grupos de edad, se presenta en la Tabla 88. Como se puede observar, no se detectaron diferencias estadísticamente significativas entre los diferentes grupos de edad en ninguna especie estudiada. Sin embargo, cabe resaltar que se observó mayor porcentaje de infección de tipo leve en el grupo de 10 a 14 años (56.9%) en *A. lumbricoides*. Las infecciones moderadas fueron superiores en el grupo de <1 a 4 años (50%), mientras que las intensidades elevadas predominaron en el grupo de 5 a 9 años (6.1%). Con respecto a *T. trichiura*, la intensidad de tipo leve predominó en los escolares más mayores (72.5%), aunque la intensidad de tipo moderada fue superior en el grupo de 5 a 9 años (30.5%).

En los Ancilostómidos, las infecciones de carácter leve presentaron el 100% de parasitación en el grupo de 5 a 9 años, mientras que es el grupo de mayor edad el que alcanza las parasitaciones de intensidad moderada (7.9%).

C) EN FUNCIÓN DE LA ZONA

En la Tabla 89 se expone los resultados obtenidos para cada zona estudiada en RAAS. El análisis estadístico no reveló resultados significativos en ninguno de los tres geohelminthos detectados. Sin embargo, cabe resaltar que en *A. lumbricoides*, tanto las infecciones leves como moderadas, predominó en la zona rural (54.9% y 42.7%) respectivamente, aunque las infecciones elevadas fueron superiores en zona urbana (7.9%). En relación a *T. trichiura*, la intensidad de tipo leve fue mayor en zona urbana (72.5%), a diferencia de la intensidad de tipo moderada que dominó en zona rural (30.7%). Las infecciones elevadas fueron ligeramente superiores en zona rural que urbana (3.5% vs 1.4%). En los Ancilostómidos, la mayoría de infecciones leves se observaron en zona rural (96.4%), mientras que las infecciones moderadas fueron superiores en zona urbana (6.7%).

HELMINTO	GRUPOS DE EDAD	LEVE		MODERADA		ELEVADA	
		n (%)	p-valor	n (%)	p-valor	n (%)	p-valor
<i>Ascaris lumbricoides</i>	<1-4	3 (50.0)	0.632	3 (50.0)	0.626	0 (0)	0.816
	5-9	24 (49.0)		22 (44.9)		3 (6.1)	
	10-14	66 (56.9)		44 (37.9)		6 (5.2)	
<i>Trichuris trichiura</i>	<1-4	15 (65.2)	0.265	7 (30.4)	0.498	1 (4.3)	0.355
	5-9	182 (66.2)		84 (30.5)		9 (3.3)	
	10-14	192 (72.5)		69 (26)		4 (1.5)	
Ancilostómidos	<1-4	0 (0)	0.197	0 (0)	0.197	0 (0)	-
	5-9	20 (100)		0 (0)		0 (0)	
	10-14	35 (92.1)		3 (7.9)		0 (0)	

Tabla 88. Grados de intensidad de infección por las diferentes especies de geohelminthos encontradas en RAAS, en función del grupo de edad, siguiendo los criterios de clasificación de la OMS; n= número de casos; %= porcentaje de valor absoluto; p-valor= valor de significación estadística p<0.05.

HELMINTO	LEVE			MODERADA			ELEVADA		
	URBANO	RURAL	p-valor	URBANO	RURAL	p-valor	URBANO	RURAL	p-valor
	n (%)	n (%)		n (%)	n (%)		n (%)	n (%)	
<i>Ascaris lumbricoides</i>	48 (53.9)	45 (54.9)	0.901	34 (38.2)	35 (42.7)	0.551	7 (7.9)	2 (2.4)	0.112
<i>Trichuris trichiura</i>	203 (72.5)	186 (65.7)	0.082	73 (26.1)	87 (30.7)	0.219	4 (1.4)	10 (3.5)	0.109
Ancilostómidos	28 (93.3)	27 (96.4)	0.595	2 (6.7)	1 (3.6)	0.595	0 (0)	0 (0)	-

Tabla 89. Grados de intensidad de infección por las diferentes especies de geohelminthos encontradas en RAAS, en función de la zona estudiada, siguiendo los criterios de clasificación de la OMS; n= número de casos; %= porcentaje de valor absoluto; *p-valor*= valor de significación estadística $p<0.05$.

3.3.2.2.- MUNICIPIO DE LAGUNA DE PERLAS

La intensidad de infección de los geohelminthos detectados en Laguna de Perlas se expone en la Tabla 90. La mayor carga de parasitación se detectó en la especie *A. lumbricoides*, al detectarse un niño de 9 años con 92640 huevos por gramos de heces.

MUNICIPIO LAGUNA DE PERLAS N=322				
HELMINTO	RANGO (hgh)	MA	MG	MEDIANA
<i>Ascaris lumbricoides</i>	24-92640	13587.4	2193.7	4656
<i>Trichuris trichiura</i>	24-8488	1714.9	364.5	336
Ancilostómidos	96-2400	342.6	173.6	96

Tabla 90. Intensidad de infección de los geohelminthos detectados en el municipio de Laguna de Perlas; N= número de escolares estudiados mediante el método cuantitativo; Rango (hgh)= Rango de huevos por gramo de heces (valor mínimo y valor máximo encontrado); MA= Media Aritmética; MG= Media Geométrica.

La clasificación de la intensidad de parasitación de los geohelminthos detectados se presenta en la Tabla 91. En *A. lumbricoides* predominó la infección de tipo leve (48.7%), al igual que en *T. trichiura* (69%), alcanzando en ambos casos intensidades elevadas (7.8% y 2.9%, respectivamente). En Ancilostómidos, la mayoría de infección fue de carácter leve (92.5%), presentando un cierto porcentaje de infecciones moderadas (7.5%)

HELMINTO	LEVE	MODERADA	ELEVADA	TOTAL	p-valor
	n (%)	n (%)	n (%)	N	
<i>Ascaris lumbricoides</i>	56 (48.7)	50 (43.5)	9 (7.8)	115	<0.001
<i>Trichuris trichiura</i>	214 (69.0)	87 (28.1)	9 (2.9)	310	<0.001
Ancilostómidos	37 (92.5)	3 (7.5)	-	40	<0.001

Tabla 91. Grados de intensidad de infección por las diferentes especies de geohelminthos encontradas en el municipio de Laguna de Perlas, siguiendo los criterios de clasificación de la OMS; n= valor absoluto de escolares positivos; %= porcentaje de parasitación; p-valor= valor de significación estadística p<0.05.

A) POR SEXO

En la Tabla 92 se refleja la intensidad de parasitación de las especies helmínticas detectadas en función del género. El análisis estadístico no reflejó diferencias estadísticamente significativas. Sin embargo, cabe resaltar que la mayoría de infección de carácter leve en *A. lumbricoides* se detectó en el sexo masculino (54.5%), así como en las infecciones elevadas (9.1%), mientras que la intensidad de parasitación moderada predominó en el sexo femenino (47.9%). Con respecto a *T. trichiura*, se observó la mayoría de infección en el sexo femenino, en los tres tipos de intensidad de infección (66.9%, 29.1% y 4%, respectivamente). En relación a los Ancilostómidos, la intensidad de parasitación leve fue mayoritaria en niñas (94.4), mientras que la intensidad moderada fue superior en niños (9.1%).

HELMINTO	LEVE		p-valor	MODERADA		p-valor	ELEVADA		p-valor
	FEMENINO	MASCULINO		FEMENINO	MASCULINO		FEMENINO	MASCULINO	
	n (%)	n (%)		n (%)	n (%)		n (%)	n (%)	
<i>Ascaris lumbricoides</i>	32 (45.1)	24 (54.5)	0.323	34 (47.9)	16 (36.4)	0.226	5 (7.0)	4 (9.1)	0.691
<i>Trichuris trichiura</i>	117 (66.9)	97 (55.1)	0.346	51 (29.1)	36 (20.5)	0.630	7 (4.0)	2 (1.5)	0.190
Ancilostómidos	17 (94.4)	20 (90.9)	0.673	1 (5.6)	2 (9.1)	0.673	0 (0)	0 (0)	-

Tabla 92. Grados de intensidad de infección por las diferentes especies de geohelminthos encontradas en el municipio de Laguna de Perlas, en función del sexo, siguiendo los criterios de clasificación de la OMS; n= número de casos; %= porcentaje de valor absoluto; p-valor= valor de significación estadística p<0.05.

B) POR GRUPOS DE EDAD

Los diferentes grados de intensidad de los geohelminthos estudiados en función del grupo de edad son presentados en la Tabla 93. El análisis estadístico no reflejó diferencias estadísticamente significativas en ninguno de los geohelminthos detectados, aunque cabe mencionar que en *A. lumbricoides* predominó en el grupo de escolares de 10 a 14 años la intensidad leve, mientras que la intensidad moderada y elevada fue mayoritaria en el grupo de 5 a 9 años (50% y 13.6%, respectivamente). Con respecto a *T. trichiura*, se obtuvo el 100% de parasitación en el grupo de <1 a 4 años en las infecciones de tipo leve,. Sin embargo, las infecciones de carácter moderado predominaron en el grupo de los más mayores (28.8%), mientras que las infecciones elevadas fueron superiores en el grupo de 5 a 9 años (4.7%). En Ancilostómidos, se detectó la mayoría de infecciones leves en los escolares de 10 a 14 años (88.9%) y las infecciones moderadas únicamente en los escolares de mayor edad (11.1%).

HELMINTO	GRUPOS DE EDAD	LEVE		MODERADA		ELEVADA	
		n (%)	p-valor	n (%)	p-valor	n (%)	p-valor
<i>Ascaris lumbricoides</i>	<1-4	2 (50.0)	0.436	2 (50.0)	0.748	0 (0)	0.469
	5-9	8 (36.4)		11 (50.0)		3 (13.6)	
	10-14	46 (51.7)		37 (41.6)		6 (6.7)	
<i>Trichuris trichiura</i>	<1-4	6 (100)	0.226	0 (0)	0.302	0 (0)	0.274
	5-9	85 (66.9)		36 (28.3)		6 (4.7)	
	10-14	123 (69.5)		51 (28.8)		3 (1.7)	
Ancilostómidos	<1-4	0 (0)	0.211	0 (0)	0.211	0 (0)	-
	5-9	13 (100)		0 (0)		0 (0)	
	10-14	24 (88.9)		3 (11.1)		0 (0)	

Tabla 93. Grados de intensidad de infección por las diferentes especies de geohelminthos encontradas en el municipio de Laguna de Perlas, en función del grupo de edad, siguiendo los criterios de clasificación de la OMS; n= número de casos; %= porcentaje de valor absoluto; p-valor= valor de significación estadística $p < 0.05$.

C) EN FUNCIÓN DE LA ZONA

En la Tabla 94 se muestra los diferentes grados de intensidad de infección de los helmintos detectados, en función de la zona poblacional estudiada. En *T. trichiura*, la mayoría de infecciones leves se detectaron en zona urbana (74.3%), en el borde de significación estadística ($p=0.047$). La intensidad de parasitación moderada y elevada

predominó en zona rural (32.3% y 3.8%, respectivamente) sin diferencias estadísticamente significativas. En *A. lumbricoides*, tanto la infección de carácter leve (50.7%) como elevada (10.1%), fue mayor en zona urbana, mientras que la infección de tipo moderado predominó en zona rural (50%), sin detectarse diferencias estadísticamente significativas. Con respecto a los Ancilostómidos, la mayoría de infección leve se detectó en zona rural (95.5%), mientras que las infecciones moderadas fueron superiores en zona urbana (11.1%), sin presentar valor estadístico significativo.

HELMINTO	LEVE		p-valor	MODERADA		p-valor	ELEVADA		p-valor
	URBANO	RURAL		URABNO	RURAL		URBANO	RURAL	
	n (%)	n (%)		n (%)	n (%)		n (%)	n (%)	
<i>Ascaris lumbricoides</i>	35 (50.7)	21 (45.7)	0.594	27 (39.1)	23 (50.0)	0.249	7 (10.1)	2 (4.3)	0.257
<i>Trichuris trichiura</i>	113 (74.3)	101 (63.9)	0.047	36 (23.7)	51 (32.3)	0.092	3 (2.0)	6 (3.8)	0.339
Ancilostómidos	16 (88.9)	21 (95.5)	0.433	2 (11.1)	1 (4.5)	0.433	0 (0)	0 (0)	-

Tabla 94. Grados de intensidad de infección por las diferentes especies de geohelminthos encontradas en el municipio de Laguna de Perlas, en función de la zona estudiada, siguiendo los criterios de clasificación de la OMS; n= número de casos; %= porcentaje de valor absoluto; p-valor= valor de significación estadística $p < 0.05$.

3.3.2.3.- MUNICIPIO DE BLUEFIELDS

La intensidad de parasitación de los geohelminthos detectados en el municipio de Bluefields se expone en la Tabla 95. La carga de parasitación por *A. lumbricoides* fue la más elevada, al detectarse en un niño de 4 años con 38376 huevos por gramo de heces.

MUNICIPIO BLUEFIELDS N=90				
HELMINTO	RANGO (hgh)	MA	MG	MEDIANA
<i>Ascaris lumbricoides</i>	24-38376	7853.5	1551.5	1212
<i>Trichuris trichiura</i>	24-28560	2041.6	692.9	612

Tabla 95. Intensidad de infección de los geohelminthos detectados en el municipio de Bluefields; N= número de escolares estudiados mediante el método cuantitativo; Rango (hgh)= Rango de huevos por gramo de heces (valor mínimo y valor máximo encontrado); MA= Media Aritmética; MG= Media Geométrica.

En la Tabla 96 se refleja los diferentes grados de intensidad de infección en los geohelminthos detectados en Bluefields. En *A. lumbricoides* dominó la intensidad de tipo leve (63.6%), con diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.001$), aunque no se detectaron infecciones de carácter elevado. Con respecto a *T. trichiura*, la intensidad leve (60.9%) resultó significativamente superior ($p < 0.001$) a las intensidades moderada y elevada, respectivamente.

HELMINTO	LEVE	MODERADA	ELEVADA	TOTAL	p-valor
	n (%)	n (%)	n (%)	N	
<i>Ascaris lumbricoides</i>	14 (63.6)	8 (36.4)	0 (0)	22	<0.001
<i>Trichuris trichiura</i>	53 (60.9)	30 (34.5)	4 (4.6)	87	<0.001

Tabla 96. Grados de intensidad de infección por las diferentes especies de geohelminthos encontradas en el municipio de Bluefields, siguiendo los criterios de clasificación de la OMS; n= valor absoluto de escolares positivos; %= porcentaje de parasitación; p-valor= valor de significación estadística $p < 0.05$.

A) POR SEXO

La clasificación de la intensidad de infección de geohelminthos en función del sexo se expone en la Tabla 97. Como se puede observar, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas. No obstante, cabe mencionar que la intensidad de tipo leve en *A. lumbricoides* fue superior en el sexo femenino (75%), mientras que la intensidad de carácter moderado fue superior en el sexo masculino (42.9%). En la especie *T. trichiura*, las infecciones leves fueron mayoritarias en el sexo femenino (61.8%), aunque las infecciones moderadas fueron mayoritarias en el sexo masculino (35.8%).

HELMINTO	LEVE		p-valor	MODERADA		p-valor	ELEVADA		p-valor
	FEMENINO	MASCULINO		FEMENINO	MASCULINO		FEMENINO	MASCULINO	
	n (%)	n (%)		n (%)	n (%)		n (%)	n (%)	
<i>Ascaris lumbricoides</i>	6 (75.0)	8 (57.1)	0.402	2 (25.0)	6 (42.9)	0.402	0 (0)	0 (0)	-
<i>Trichuris trichiura</i>	21 (61.8)	32 (60.4)	0.897	11 (32.4)	19 (35.8)	0.738	2 (5.9)	2 (3.8)	0.647

Tabla 97. Grados de intensidad de infección por las diferentes especies de geohelminthos encontradas en el municipio de Bluefields, en función del sexo, siguiendo los criterios de clasificación de la OMS; n= valor absoluto de escolares positivos; %= porcentaje de parasitación; p-valor= valor de significación estadística $p < 0.05$.

B) POR GRUPOS DE EDAD

En la Tabla 98 se muestra los diferentes tipos de intensidad de parasitación en función de los grupos de edad estudiados. A pesar de no encontrar diferencias estadísticamente significativas, las infecciones de carácter leve en *A. lumbricoides* fueron mayoritarias en el grupo de escolares de 10 a 14 años. Asimismo, en *T. trichiura* la intensidad leve predominó en los escolares de 10 a 14 años, mientras que las infecciones moderadas fueron superiores en el grupo de <1 a 4 años (46.2%).

HELMINTO	GRUPOS DE EDAD	LEVE		MODERADA		ELEVADA	
		n (%)	p-valor	n (%)	p-valor	n (%)	p-valor
<i>Ascaris lumbricoides</i>	<1-4	1 (50.0)	0.906	1 (50.0)	0.906	0 (0)	-
	5-9	7 (63.6)		4 (36.4)		0 (0)	
	10-14	6 (66.7)		3 (33.3)		0 (0)	
<i>Trichuris trichiura</i>	<1-4	6 (46.2)	0.143	6 (46.2)	0.154	1 (7.7)	0.839
	5-9	30 (57.7)		20 (38.5)		2 (3.8)	
	10-14	17 (77.3)		4 (18.2)		1 (4.5)	

Tabla 98. Grados de intensidad de infección por las diferentes especies de geohelminthos encontradas en el municipio Bluefields, en función del grupo de edad, siguiendo los criterios de clasificación de la OMS; n= valor absoluto de escolares positivos; %= porcentaje de parasitación; p-valor= valor de significación estadística p<0.05.

C) EN FUNCIÓN DE LA ZONA

Solo se detectó geohelminthos en zona rural del municipio de Bluefields, tal y como se observa en la Tabla 99, por lo que no se ha podido llevar a cabo el análisis estadístico correspondiente.

HELMINTO	RURAL		
	LEVE n (%)	MODERADA n (%)	ELEVADA n (%)
<i>Ascaris lumbricoides</i>	14 (63.6)	8 (36.4)	0 (0)
<i>Trichuris trichiura</i>	53 (60.9)	30 (34.5)	4 (4.6)

Tabla 99. Grados de intensidad de infección por las diferentes especies de geohelminthos encontradas en el municipio de Bluefields, en función de la zona estudiada, siguiendo los criterios de clasificación de la OMS; n= número de casos; %= porcentaje de valor absoluto.

3.3.2.4.- MUNICIPIO DE CORN ISLAND

En la Tabla 100 se expone la carga parasitaria de los geohelminthos detectados en el municipio de Corn Island. Como era de esperar, la intensidad más elevada se encontró en la especie *A. lumbricoides* al detectarse una niña de 11 años con una carga de 48408 huevos por gramo de heces (hgh).

MUNICIPIO CORN ISLAND N=179				
HELMINTO	RANGO (hgh)	MA	MG	MEDIANA
<i>Ascaris lumbricoides</i>	24-48408	7701.8	827.4	1668
<i>Trichuris trichiura</i>	24-11712	1033.5	367.4	432
Ancilostómidos	24-1968	416	184.8	204

Tabla 100. Intensidad de infección de los geohelminthos detectados en el municipio de Corn Island; N= número de escolares estudiados mediante el método cuantitativo; Rango (hgh)= Rango de huevos por gramo de heces (valor mínimo y valor máximo encontrado); MA= Media Aritmética; MG= Media Geométrica.

Los diferentes grados de infección detectados en las tres especies de helmintos se exponen en la Tabla 101. En *A. lumbricoides*, las infecciones leves (67.6%) fueron significativamente mayoritarias ($p < 0.001$), aunque no se detectaron infecciones elevadas. Con respecto a *T. trichiura*, la intensidad de tipo leve fue mayoritaria (73.5%), con diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.001$), detectándose un caso de infección elevada (0.6%). En los Ancilostómidos, únicamente se detectó infección de carácter leve.

HELMINTO	LEVE	MODERADA	ELEVADA	TOTAL	p-valor
	n (%)	n (%)	n (%)	N	
<i>Ascaris lumbricoides</i>	23 (67.6)	11 (32.4)	0 (0)	34	<0.001
<i>Trichuris trichiura</i>	122 (73.5)	43 (25.9)	1 (0.6)	166	<0.001
Ancilostómidos	18 (100)	0 (0)	0 (0)	18	-

Tabla 101. Grados de intensidad de infección por las diferentes especies de geohelminthos encontradas en el municipio de Corn Island, siguiendo los criterios de clasificación de la OMS; n= valor absoluto de escolares positivos; %= porcentaje de parasitación; p-valor= valor de significación estadística $p < 0.05$.

A) POR SEXO

En la Tabla 102 se muestra los diferentes tipo de intensidad para los geohelminos detectados en función del género. Con respecto a *T. trichiura*, la intensidad de carácter moderado fue mayoritaria en el sexo masculino (33.3%), en el borde de significación estadística ($p=0.047$). Sin embargo, la mayoría de infecciones leves se detectaron en el sexo femenino (79.1%), sin diferencias estadísticamente significativas. El único caso de infección elevada fue detectado en el sexo femenino. En *A. lumbricoides*, la mayoría de infecciones leves se obtuvieron en el sexo femenino (70.8%), mientras que las infecciones moderadas fueron superiores en el sexo masculino (40%), sin presentar diferencias estadísticamente significativas. En los Ancilostómidos, se detectó parasitación del 100% tanto en el sexo femenino como masculino.

HELMINTO	LEVE		p-valor	MODERADA		p-valor	ELEVADA		p-valor
	FEMENINO	MASCULINO		FEMENINO	MASCULINO		FEMENINO	MASCULINO	
	n (%)	n (%)		n (%)	n (%)		n (%)	n (%)	
<i>Ascaris lumbricoides</i>	17 (70.8)	6 (60.0)	0.538	7 (29.2)	4 (40)	0.538	0 (0)	0 (0)	-
<i>Trichuris trichiura</i>	72 (79.1)	50 (66.7)	0.070	18 (19.8)	25 (33.3)	0.047	1 (1.1)	0 (0)	0.363
Ancilostómidos	6 (100)	12 (100)	-	0 (0)	0 (0)	-	0 (0)	0 (0)	-

Tabla 102. Grados de intensidad de infección por las diferentes especies de geohelminos encontradas en el municipio Corn Island, en función del sexo, siguiendo los criterios de clasificación de la OMS; n= valor absoluto de escolares positivos; %= porcentaje de parasitación; p-valor= valor de significación estadística $p<0.05$.

B) POR GRUPOS DE EDAD

Las diferentes clases de intensidad de los geohelminos encontrados según los diferentes grupos de edad establecidos aparecen en la Tabla 103. El análisis estadístico no reflejó diferencias estadísticamente significativas en ninguna de las especies. Sin embargo, cabe mencionar que en *A. lumbricoides* la mayoría de infecciones leves se detectaron en los escolares de 10 a 14 años (77.8%), mientras que las infecciones moderadas fueron superiores en el grupo de 5 a 9 años (43.8%). Con respecto a *T. trichiura*, la intensidad de carácter leve así como moderada, predominaron en los escolares de 5 a 9 años (69.8% y 29.2%), respectivamente. Además, el único caso de infección elevada se detectó en el grupo de 5 a 9 años. En los Ancilostómidos, se

detectó 100% de infección leve tanto en el grupo de 5 a 9 años como en el grupo de 10 a 14 años.

HELMINTO	GRUPOS DE EDAD	LEVE		MODERADA		ELEVADA	
		n (%)	p-valor	n (%)	p-valor	n (%)	p-valor
<i>Ascaris lumbricoides</i>	<1-4	0 (0)	0.180	0 (0)	0.180	0 (0)	-
	5-9	9 (56.3)		7 (43.8)		0 (0)	
	10-14	14 (77.8)		4 (22.2)		0 (0)	
<i>Trichuris trichiura</i>	<1-4	3 (75.0)	0.443	1 (25.0)	0.524	0	0.693
	5-9	67 (69.8)		28 (29.2)		1 (1.0)	
	10-14	52 (37.7)		14 (21.2)		0	
Ancilostómidos	<1-4	0 (0)	-	0 (0)	-	0 (0)	-
	5-9	7 (100)		0 (0)		0 (0)	
	10-14	11 (100)		0 (0)		0 (0)	

Tabla 103. Grados de intensidad de infección por las diferentes especies de geohelminthos encontradas en el municipio de Corn Island, en función del grupo de edad, siguiendo los criterios de clasificación de la OMS; n= valor absoluto de escolares positivos; %= porcentaje de parasitación; p-valor= valor de significación estadística $p < 0.05$.

C) EN FUNCIÓN DE LA ZONA

La Tabla 104 refleja las diferentes intensidades de parasitación de los helmintos detectados en función de la zona estudiada en el municipio de Corn Island. Como se observa en la Tabla 104, no se observó diferencias estadísticamente significativas, aunque en *A. lumbricoides* la mayoría de infecciones leves predominaron en zona rural (71.4%), mientras que las infecciones moderadas fueron superiores en zona urbana (35%). Con respecto a *T. trichiura*, las intensidades de parasitación leves predominaron en zona rural (84.2%), mientras que las intensidades moderadas fueron mayoritarias en zona urbana (28%). En los Ancilostómidos, se detectó parasitación del 100% tanto en zona urbana como en zona rural.

HELMINTO	LEVE		p-valor	MODERADA		p-valor	ELEVADA		p-valor
	URBANO	RURAL		URBANO	RURAL		URBANO	RURAL	
	n (%)	n (%)		n (%)	n (%)		n (%)	n (%)	
<i>Ascaris lumbricoides</i>	13 (65.0)	10 (71.4)	0.693	7 (35.0)	4 (28.6)	0.693	0 (0)	0 (0)	-
<i>Trichuris trichiura</i>	90 (70.3)	32 (84.2)	0.088	37 (28.0)	6 (15.8)	0.105	1 (0.8)	0 (0)	0.585
Ancilostómidos	12 (100)	6 (100)	-	0 (0)	0 (0)	-	0 (0)	0 (0)	-

Tabla 104. Grados de intensidad de infección por las diferentes especies de geohelminthos encontradas en el municipio de Corn Island, en función de la zona estudiada, siguiendo los criterios de clasificación de la OMS; n= valor absoluto de escolares positivos; %= porcentaje de parasitación; p-valor= valor de significación estadística $p < 0.05$.

3.3.3.- EN EL TOTAL DEL ESTUDIO DE LAS DOS REGIONES AUTÓNOMAS

En la Tabla 105 se muestra la intensidad de parasitación de los geohelminthos detectados en el total del estudio. La mayor carga parasitación se detectó en la especie *A. lumbricoides*, al detectarse una niña de 9 años del municipio de Puerto Cabezas, con 149544 huevos por gramo de heces (hgh).

TOTAL ESTUDIO N=871				
HELMINTO	RANGO (hgh)	MA	MG	MEDIANA
<i>Ascaris lumbricoides</i>	24-149544	20412.8	4288.6	8376
<i>Trichuris trichiura</i>	24-88752	2190.5	528.5	528
Ancilostómidos	24-2400	354	165.6	96

Tabla 105. Intensidad de infección de los geohelminthos detectados en el total del estudio; N= número de escolares estudiados mediante el método cuantitativo; Rango (hgh)= Rango de huevos por gramo de heces (valor mínimo y valor máximo encontrado); MA= Media Aritmética; MG= Media Geométrica.

La clasificación de la intensidad de parasitación de los geohelminthos estudiados se presenta en la Tabla 106. Con respecto a la especie *A. lumbricoides*, la mayoría de infecciones fueron de tipo moderada (49.4%), con diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.001$). En cuanto a *T. trichiura*, las intensidades de carácter leve (63.9%) predominaron significativamente ($p < 0.001$). En los Ancilostómidos, no se detectaron infecciones elevadas, detectándose la mayoría de infección de carácter leve (95%), con diferencias significativas ($p < 0.001$).

HELMINTO	LEVE	MODERADA	ELEVADA	TOTAL	p-valor
	n (%)	n (%)	n (%)	N	
<i>Ascaris lumbricoides</i>	139 (39.7)	173 (49.4%)	38 (10.9)	350	<0.001
<i>Trichuris trichiura</i>	530 (63.9)	263 (31.7)	36 (4.3)	829	<0.001
Ancilostómidos	57 (95)	3 (5)	0 (0)	60	<0.001

Tabla 106. Grados de intensidad de infección para las tres especies de geohelminintos encontradas en el total del estudio, siguiendo los criterios de clasificación de la OMS; n= valor absoluto de escolares positivos; %= porcentaje de parasitación; p-valor= valor de significación estadística $p<0.05$.

A) POR SEXO

Los diferentes grados de intensidad de infección por helmintos según el género, aparecen en la Tabla 107. No se detectó diferencias estadísticamente significativas en ninguna de las especies de helmintos estudiadas. Analizando con mayor detalle los resultados obtenidos, las infecciones moderadas en *A. lumbricoides* fueron superiores en el sexo masculino (51.1%), mientras que las infecciones elevadas predominaron en el sexo femenino (12.8%). En cuanto a *T. trichiura*, la mayoría de infecciones de tipo leve predominaron en el sexo femenino (66.1%), mientras que en el sexo masculino fueron mayoritarias las infecciones moderadas (34.1%) y elevadas (4.5%), respectivamente. Con respecto a los Ancilostómidos, no se detectaron intensidades de parasitación elevadas, presentando la mayoría de infecciones leves en el sexo femenino (96%).

HELMINTO	LEVE		p-valor	MODERADA		p-valor	ELEVADA		p-valor
	FEMENINO	MASCULINO		FEMENINO	MASCULINO		FEMENINO	MASCULINO	
	n (%)	n (%)		n (%)	n (%)		n (%)	n (%)	
<i>Ascaris lumbricoides</i>	82 (38.9)	57 (41.0)	0.688	102 (48.3)	71 (51.1)	0.616	27 (12.8)	11 (7.9)	0.151
<i>Trichuris trichiura</i>	298 (66.1)	232 (61.4)	0.160	134 (29.7)	129 (34.1)	0.174	19 (4.2)	17 (4.5)	0.841
Ancilostómidos	24 (96)	33 (94.3)	0.764	1 (4.0)	2 (5.7)	0.764	0 (0)	0 (0)	-

Tabla 107. Grados de intensidad de infección para las tres especies de geohelminintos encontradas en el total del estudio, en función del sexo, siguiendo los criterios de clasificación de la OMS; n= número de casos; %= porcentaje de valor absoluto; p-valor= valor de significación estadística $p<0.05$.

B) POR GRUPOS DE EDAD

En la Tabla 108 se presenta los diferentes grados de intensidad de infección por helmintos, en función de los grupos de edad establecidos. Tal y como se observa el análisis estadístico no reflejó diferencias significativas en ningún geohelminto. Sin embargo, cabe mencionar que en la especie *A. lumbricoides*, la mayoría de infecciones leves se observaron en los escolares de <1 a 4 años (58.3%), mientras que las infecciones moderadas y elevadas fueron superiores en el grupo de 5 a 9 años (53.2% y 14.2%), respectivamente. En relación a *T. trichiura*, la mayoría de infecciones leves se detectaron en el grupo de 10 a 14 años (67.9%), mientras que las intensidades de parasitación moderadas fueron mayoritarias en el grupo de 5 a 9 años (33.8%). Con respecto a los Ancilostómidos, no se detectaron infecciones de carácter elevado, aunque se detectó intensidad de parasitación leve en el 100% del grupo de 5 a 9 años, mientras que las infecciones moderadas únicamente se detectaron en el grupo de los más mayores (7.7%).

HELMINTO	GRUPOS DE EDAD	LEVE		MODERADA		ELEVADA	
		n (%)	p-valor	n (%)	p-valor	n (%)	p-valor
<i>Ascaris lumbricoides</i>	<1-4	7 (58.3)	0.05	4 (33.3)	0.321	1 (8.3)	0.259
	5-9	46 (32.6)		75 (53.2)		20 (14.2)	
	10-14	86 (43.7)		94 (47.7)		17 (8.6)	
<i>Trichuris trichiura</i>	<1-4	20 (62.5)	0.094	10 (31.3)	0.412	2 (6.3)	0.101
	5-9	256 (60.5)		143 (33.8)		24 (5.7)	
	10-14	254 (67.9)		110 (29.4)		10 (2.7)	
Ancilostómidos	<1-4	0 (0)	0.192	0 (0)	0.192	0 (0)	-
	5-9	21 (100)		0 (0)		0 (0)	
	10-14	36 (92.3)		3 (7.7)		0 (0)	

Tabla 108. Grados de intensidad de infección para las tres especies de geohelminthos encontradas en el total del estudio, en función del grupo de edad, siguiendo los criterios de clasificación de la OMS; n= número de casos; %= porcentaje de valor absoluto; p-valor= valor de significación estadística p<0.05.

C) EN FUNCIÓN DE LA ZONA

Las diferentes intensidades de infección por helmintos detectados en zona urbana, así como rural, en el total del estudio se refleja en la Tabla 109. En *A. lumbricoides*, las infecciones elevadas fueron mayoritarias en zona urbana (13.7%), con

diferencias estadísticamente significativas ($p=0.032$), mientras que las infecciones leves (43.2%) y moderadas (50.4%) predominaron en zona rural, sin diferencias estadísticamente significativas. Con respecto a *T. trichiura*, justo aparece la situación inversa, puesto que la mayoría de infecciones leves se detectaron en zona urbana (67.6%), con significación estadística ($p=0.021$), mientras que las infecciones de carácter elevado, predominaron en zona rural (6.6%), con diferencias significativas ($p=0.002$). Asimismo, la intensidad de infección moderada fue mayoritaria en zona rural (33.5%), sin presentar diferencias estadísticamente significativas. En los Ancilostómidos, la mayoría de infecciones leves se detectaron en zona rural (96.7%), aunque las infecciones de tipo moderado predominaron en zona urbana (6.7%), sin detectarse diferencias estadísticamente significativas.

	LEVE			MODERADA			ELEVADA		
	URBANO	RURAL		URBANO	RURAL		URBANO	RURAL	
HELMINTO	n (%)	n (%)	p-valor	n (%)	n (%)	p-valor	n (%)	n (%)	p-valor
<i>Ascaris lumbricoides</i>	79 (37.4)	60 (43.2)	0.284	103 (48.8)	70 (50.4)	0.777	29 (13.7)	9 (6.5)	0.032
<i>Trichuris trichiura</i>	296 (67.6)	234 (59.8)	0.021	132 (30.1)	131 (33.5)	0.298	10 (2.3)	26 (6.6)	0.002
Ancilostómidos	28 (93.3)	29 (96.7)	0.554	2 (6.7)	1 (3.3)	0.554	0 (0)	0 (0)	-

Tabla 109. Grados de intensidad de infección para las tres especies de geohelminthos encontradas en el total del estudio, en función de la zona estudiada, siguiendo los criterios de clasificación de la OMS; n= número de casos; %= porcentaje de valor absoluto; p-valor= valor de significación estadística $p<0.05$.

D) EN FUNCIÓN DE CO-INFECCIONES

En la Figura 27 se expone la intensidad media, expresada en número de huevos por gramo de heces (hgh) de los tres geohelminthos detectados en el total de la zona Atlántica. La primera columna refleja la intensidad media de cada helminto en presencia de otras especies detectadas en el espectro parasitario, mientras que la segunda columna refleja la intensidad media de cada especie en ausencia de cualquier tipo de co-infección. Los resultados obtenidos señalan una mayor carga helmintiana en situaciones de multiparasitismo que en ausencia de co-infección, es decir cuando están ellos solos.

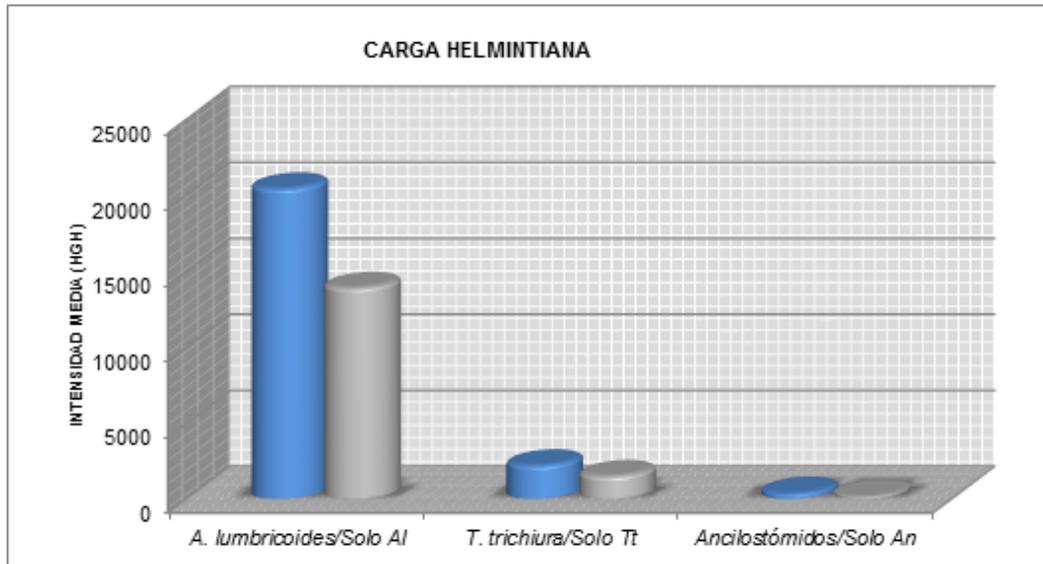


Figura 27. Intensidad media en número de huevos por gramo de heces (hgh) de cada geohelminto detectado en presencia y ausencia de co-infección. Al= *A. lumbricoides*; Tt= *T. trichiura*; An= Ancilostómidos.

En la Figura 28, se expone la carga parasitaria de cada helminto en función de las asociaciones helmínticas detectadas. En primer lugar, la especie *A. lumbricoides* presentó la mayor media de intensidad en la co-infección con Ancilostómidos. La intensidad de esta especie va disminuyendo al estar asociada con *T. trichiura*, reduciendo la carga parasitaria en la infección por las tres especies a la vez. En segundo lugar, los resultados difieren con respecto al geohelminto *T. trichiura*, detectándose las mayores medias de intensidad parasitaria en la asociación simultánea de las tres especies helmínticas, y en la asociación con *A. lumbricoides*. Se reduce la intensidad de *T. trichiura* en asociación con Ancilostómidos. Finalmente, se observó la mayor carga de parasitación de Ancilostómidos en la infección por los tres helmintos a la vez, presentando la menor intensidad de parasitación en la asociación con *T. trichiura*. No se detectó asociación entre Ancilostómidos y *A. lumbricoides*. En los tres geohelminthos, las menores medias de intensidad aparecen en ausencia de co-infección.

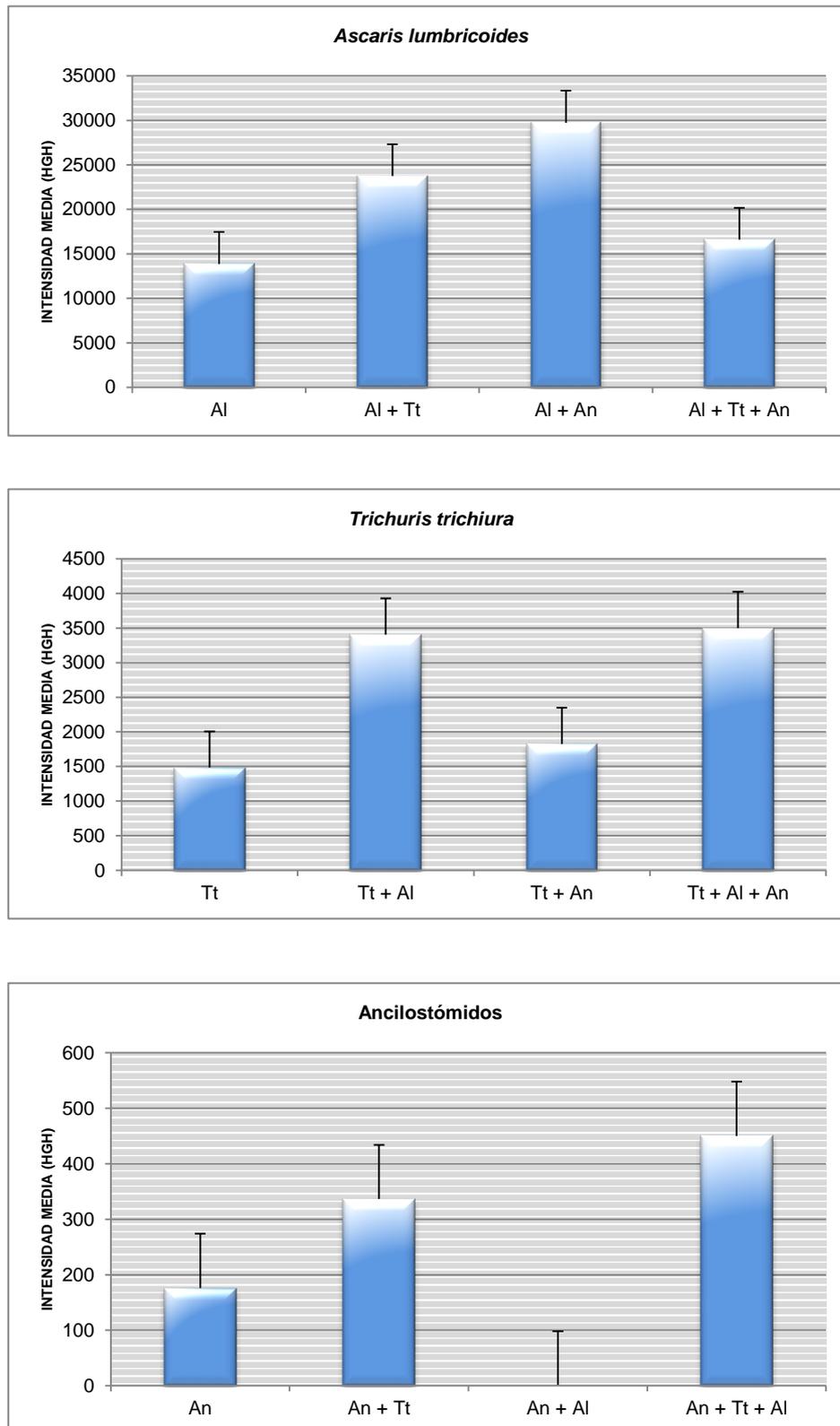


Figura 28. Intensidad media para cada helminto, en ausencia y presencia de co-infección con las especies helmínticas detectadas (Tt= *T. trichiura*; Al= *A. lumbricoides*; An= Ancilostómidos). Las columnas indican la intensidad media en número de huevos por gramo de heces (hgh) y las barras verticales, el error estándar de la media.

3.4.- FACTORES DE RIESGO DE PARASITACIÓN

En el siguiente apartado se analiza la asociación entre la parasitación intestinal y las variables epidemiológicas consideradas como posibles factores de riesgo de infección. Los resultados se exponen en función del cálculo de la Odds Ratio (OR) y su intervalo de confianza del 95% (IC95%), obtenido a través del análisis logístico univariante. El análisis univariante permite estudiar el riesgo de parasitación con respecto a cada variable. Además, mediante un análisis multivariante, en el que se estudia como se comportan dichas variables en conjunto y simultáneamente, se plantea llegar a establecer un patrón de transmisión en cada Región Autónoma estudiada.

La zona poblacional, el sexo y la edad han sido consideradas como variables intrínsecas, mientras que el tipo de vivienda, la eliminación de excretas, el tipo de agua de consumo y el caminar descalzo son consideradas como variables extrínsecas. Los datos utilizados han sido obtenidos de las encuestas epidemiológicas realizadas. El estudio de los factores extrínsecos resulta de gran importancia debido a que ayuda a entender las condiciones de vida que presenta la población objeto de estudio y su influencia en el grado de parasitación.

La categorización del tipo de vivienda se ha considerado por los diferentes tipos de suelo encontrados, tales como los suelos de tierra, considerados como un posible factor de riesgo de parasitación; y suelos de madera y/o suelos de cemento. En relación a la eliminación de excretas, se ha diferenciado según la forma utilizada: la eliminación al aire libre, considerada como posible factor de riesgo, y el uso de letrina y/o el empleo de inodoro. El tipo de agua de consumo se ha categorizado en no potable, que incluye el agua obtenida de ríos y/o lluvia, por lo que se consideraría como un posible factor de riesgo, frente al consumo de agua potable, que incluye el agua obtenida de pozos y/o del grifo.

3.4.1.- EN LA REGIÓN AUTÓNOMA DEL ATLÁNTICO (RAAN)

Los resultados obtenidos del análisis univariante en RAAN quedan expuestos en las Tablas 110 y 111. Con respecto a las variables intrínsecas, se observó que solo la edad actúa como un factor de riesgo en la parasitación por cualquier especie parásita (O.R.=1.20; $p=0.001$), en el multiparasitismo (O.R.=1.14; $p<0.001$) y en la parasitación por helmintos (O.R.=1.15; $p=0.006$). La correlación positiva detectada implica que a mayor edad, mayor riesgo de parasitación intestinal. Sin embargo, con respecto a la parasitación por protozoos, se detectó mayoría de casos negativos (62.8%), presentando asociación negativa significativa (O.R.=0.95; $p=0.011$).

En referente a las variables extrínsecas y con respecto al tipo de vivienda, se detectó un 45.8% de parasitación por protozoos en los escolares que presentaban suelos de tierra en sus viviendas, detectándose asociación positiva significativa (O.R.=1.63; $p=0.005$). Por lo tanto, la presencia de suelos de tierra en las viviendas actuaría como un factor de riesgo en la parasitación por protozoos. Sin embargo, con respecto a la parasitación por helmintos, la asociación detectada resultó significativamente negativa (O.R.=0.15; $p=0.008$).

Además, se observó que de los escolares que utilizaban el aire libre como método de eliminación de excretas, 15.8% presentaron parasitación por helmintos, detectándose asociación positiva significativa (O.R.=3.74; $p=0.006$). Dada la relación positiva, este método de eliminación se consideraría como un factor de riesgo en la parasitación por helmintos. Sin embargo, la relación entre dicha variable y la parasitación por protozoos, presentó asociación significativa negativa (O.R.=0.19; $p=0.002$). Cabría destacar el elevado porcentaje detectado en la parasitación por cualquier parásito (96.5%) entre los escolares que utilizaban agua no potable (del río y/o lluvia) como fuente de agua de consumo. La relación detectada entre las variables resultó significativamente positiva (O.R.=2.63; $p=0.032$), lo que implicaría un mayor riesgo de parasitación por cualquier parásito en los escolares que consuman agua de río y/o de lluvia.

Finalmente, se detectó asociación negativa significativa entre caminar descalzo y la parasitación por protozoos, por lo que caminar descalzo no se consideraría como un factor de riesgo en la parasitación por especies de protozoos.

Para llevar a cabo el análisis multivariante, se consideraron los factores estadísticamente significativos ($p < 0.05$) obtenidos en el análisis univariante previo. Además, a la regresión logística múltiple, se le aplicó el test de bondad de ajuste de Hosmer y Lemeshow, obteniendo un p-valor para cada regresión. Mediante este test, se comprueba si el modelo propuesto con el conjunto de variables introducidas, puede explicar la presencia o no de las parasitosis intestinales. El objetivo sería que el p-valor no rechazara la hipótesis nula, obteniendo un p-valor superior a 0.05, por lo que nuestro modelo propuesto con el conjunto de variables, se ajustaría de forma correcta al modelo de regresión logística múltiple.

En la Tabla 112 se expone los resultados obtenidos mediante el análisis de regresión logística múltiple. Se observó que en relación a la parasitación por cualquier parásito, la edad fue la única variable que mostró asociación significativamente positiva (O.R.=2.02; $p < 0.001$). Asimismo, con respecto al multiparasitismo, las variables no presentaron asociación significativa, a excepción de la edad, que presentó relación estadísticamente positiva (O.R= 1.19; $p < 0.001$).

En relación a la parasitación por protozoos, el tipo de vivienda mantuvo asociación positiva significativa (O.R.=2.41; $p = 0.001$), mientras que el consumo de agua potable (pozo o grifo) se comporta como un factor protector frente a este tipo de parasitación.

Dentro del conjunto de variables estudiadas en la parasitación por helmintos, se observó que utilizar letrina o inodoro como método de eliminación de excretas, actúa como un factor de protección frente a la parasitación por helmintos.

Según los valores obtenidos en el test de Hosmer y Lemeshow, todos los modelos a excepción de la parasitación por cualquier parásito, se ajustan correctamente.

RAAN		CUALQUIER PARÁSITO				MULTIPARASITISMO			
		Positivos		Negativos		Positivos		Negativos	
ANÁLISIS UNIVARIANTE		n (%)	n (%)	O.R. (IC95%)	p-valor	n (%)	n (%)	O.R. (IC95%)	p-valor
ZONA	URBANO	316 (97.5)	8 (2.5)	0.45 (0.20-1.02)	0.055	275 (84.9)	49 (15.1)	0.95 (0.63-1.42)	0.786
	RURAL	388 (94.6)	22 (5.4)						
GÉNERO	FEMENINO	373 (94.9)	20 (5.1)	0.56 (0.26-1.22)	0.141	333 (84.7)	60 (15.3)	1.04 (0.7-1.56)	0.832
	MASCULINO	331 (97.1)	10 (2.9)						
EDAD		704 (95.9)	30 (4.1)	1.20 (1.08-1.34)	0.001	620 (84.5)	114 (15.5)	1.14 (1.07-1.20)	<0.001
TIPO DE VIVIENDA	TIERRA	183 (96.3)	7 (3.7)	1.15 (0.49-2.74)	0.745	159 (83.7)	31 (16.3)	0.92 (0.59-1.45)	0.729
	OTRO TIPO ^a	521 (95.8)	23 (4.2)						
ELIMINACIÓN DE EXCRETAS	AIRE LIBRE	38 (100)	0 (0)	NC	0.998	34 (89.5)	4 (10.5)	1.61 (0.56-4.62)	0.379
	OTRO TIPO ^b	662	30						
AGUA DE CONSUMO	NO POTABLE	630 (96.5)	23 (3.5)	2.63 (1.09-6.33)	0.032	557 (85.3)	96 (14.7)	1.68 (0.96-2.97)	0.072
	POTABLE	73 (91.3)	7 (8.7)						
CAMINA	SI	275 (97.9)	6 (2.1)	1.89 (0.52-6.84)	0.332	247 (87.9)	34 (12.1)	1.47 (0.78-2.77)	0.232
DESCALZO	NO	97 (96)	4 (4)						

Tabla 110. Análisis univariante de los factores de riesgo y su impacto en la parasitación intestinal (protozoo/helmineto) y en el multiparasitismo en RAAN; n= número de casos, %= porcentaje del número de casos; O.R.= Odds Ratio; p-valor= valor de significación estadística p<0.05; NC= No Calculable; ^amadera/cemento; ^bletrina/inodoro.

RAAN		PROTOZOOS				HELMINTOS			
		Positivos		Negativos		Positivos		Negativos	
ANÁLISIS UNIVARIANTE		n (%)	n (%)	O.R. (IC95%)	p-valor	n (%)	n (%)	O.R. (IC95%)	p-valor
ZONA	URBANO	111 (34.3)	213 (65.7)	1.25 (0.93-1.70)	0.144	19 (5.9)	305 (94.1)	0.82 (0.43-1.57)	0.555
	RURAL	162 (39.5)	248 (60.5)						
GÉNERO	FEMENINO	141 (35.9)	252 (64.1)	0.89 (0.66-1.20)	0.429	16 (4.1)	377 (95.9)	0.59 (0.31-1.13)	0.111
	MASCULINO	132 (38.7)	209 (61.3)						
EDAD		273 (37.2)	461 (62.8)	0.95 (0.91-0.99)	0.011	39 (5.3)	695 (94.7)	1.15 (1.04-1.27)	0.006
TIPO DE VIVIENDA	TIERRA	87 (45.8)	103 (54.2)	1.63 (1.16-2.28)	0.005	2 (1.1)	188 (98.9)	0.15 (0.04-0.61)	0.008
	OTRO TIPO ^a	186 (34.2)	358 (65.8)						
ELIMINACIÓN DE EXCRETAS	AIRE LIBRE	4 (10.5)	34 (89.5)	0.19 (0.07-0.54)	0.002	6 (15.8)	32 (84.2)	3.74 (1.46-9.58)	0.006
	OTRO TIPO ^b	266 (38.4)	426 (61.6)						
AGUA DE CONSUMO	NO POTABLE	239 (36.6)	414 (63.4)	0.78 (0.49-1.25)	0.304	38 (5.8)	615 (94.2)	4.88 (0.66-36.1)	0.120
	POTABLE	34 (42.5)	46 (57.5)						
CAMINA	SI	85 (30.2)	196 (69.8)	0.11 (0.07-0.20)	<0.001	16 (5.7)	265 (94.3)	NC	0.996
DESCALZO	NO	80 (79.2)	21 (20.8)						

Tabla 111. Análisis univariante de los factores de riesgo y su impacto en la parasitación intestinal por protozoos y helmintos en RAAN; n= número de casos, %= porcentaje del número de casos; O.R.= Odds Ratio; p-valor= valor de significación estadística p<0.05; NC= No Calculable; ^amadera/cemento; ^bletrina/inodoro.

RAAN	CUALQUIER PARÁSITO		MULTIPARASITISMO		PROTOZOOS		HELMINTOS	
ANÁLISIS MULTIVARIANTE	O.R. (IC95%)	p-valor	O.R. (IC95%)	p-valor	O.R. (IC95%)	p-valor	O.R. (IC95%)	p-valor
EDAD	2.02 (1.36-3.00)	<0.001	1.19 (1.09-1.30)	<0.001	0.99 (0.93-1.06)	0.779	1.11 (0.95-1.30)	0.201
TIPO DE VIVIENDA Tierra/Otro Tipo ^a	3.26 (0.55-19.48)	0.195	0.92 (0.46-1.81)	0.798	2.41 (1.43-4.06)	0.001	0.32 (0.07-1.52)	0.151
ELIMINACIÓN DE EXCRETAS Aire libre/Otro tipo ^b	NC	0.998	0.99 (0.27-3.60)	0.992	3.07 (0.88-10.71)	0.078	0.20 (0.06-0.65)	0.007
AGUA DE CONSUMO No Potable/Potable	0.45 (0.09-2.23)	0.338	1.32 (0.66-2.65)	0.440	0.10 (0.06-0.18)	<0.001	NC	0.996
CAMINA DESCALZO	1.92 (0.18-20.93)	0.591	1.32 (0.48-3.62)	0.591	1.0 (0.47-2.14)	0.997	1.45 (0.17-12.37)	0.737
PRUEBA DE HOSMER Y LEMESHOW	NS			0.058		0.948		0.989

Tabla 112. Regresión logística múltiple del conjunto de factores de riesgo y la parasitación intestinal. O.R.= Odds Ratio; IC95%= Intervalo de Confianza del 95%; p-valor= valor de significación estadística $p < 0.05$; NC= No Calculable; NS= No significativo; ^amadera/cemento; ^bletrina/inodoro.

3.4.2.- EN LA REGIÓN AUTÓNOMA DEL ATLÁNTICO SUR (RAAS)

Los resultados obtenidos para RAAS quedan expuestos en la Tablas 113 y 114. Con respecto a la zona poblacional estudiada, se detectó que los escolares de zona rural presentaron menor porcentaje de infección intestinal que los escolares de zona urbana. Esta correlación se detectó en la parasitación por cualquier especie parásita (O.R.=0.51; $p=0.003$), en relación al multiparasitismo (O.R.=0.72; $p=0.015$) y en relación a la parasitación por protozoos (O.R.=0.57; $p < 0.001$). A pesar de no presentar significación estadística, la relación detectada en la parasitación por helmintos fue la inversa, lo que implicaría que los niños de zona rural presentan mayor riesgo de padecer infección por helmintos.

Con respecto al género, se observó la mayoría de infección por especies de protozoos en el sexo femenino (32.3% vs 25.6%), presentando asociación positiva significativa (O.R.=1.39; $p=0.039$). En cuanto a la edad, se establece relación positiva significativa con respecto a la parasitación por cualquier parásito intestinal (O.R.=1.13; $p < 0.001$), en relación al multiparasitismo (O.R.=1.12; $p < 0.001$) y en la parasitación por helmintos (O.R.=1.1; $p=0.002$). Sin embargo, se observa relación contraria entre la edad

y la parasitación por protozoos, al detectar mayor porcentaje de casos negativos (70.8%), presentando asociación negativa significativa (O.R.=0.92; p=0.001).

Analizando el tipo de vivienda, se detectó que los escolares que vivían en hogares con suelos de tierra presentaron mayor porcentaje de multiparasitación (86.7%) que aquellos que presentaban suelos de madera y/o cemento (75.5%) en sus hogares, estableciéndose asociación significativamente positiva (O.R.=2.11; p=0.032). Sin embargo, se detectó relación negativa significativa (O.R.=0.23; p=0.04) en la parasitación por helmintos.

Finalmente, se observó que la relación establecida entre los escolares que caminan descalzos y la parasitación por protozoos, resultó significativamente negativa (O.R.=0.28; p=0.001).

RAAS		CUALQUIER PARÁSITO				MULTIPARASITISMO			
		Positivos	Negativos	O.R. (IC95%)	p-valor	Positivos	Negativos	O.R. (IC95%)	p-valor
ANÁLISIS UNIVARIANTE		n (%)	n (%)			n (%)	n (%)		
ZONA	URBANO	648 (94.2)	40 (5.8)	0.51 (0.33-0.80)	0.003	521 (75.7)	167 (24.3)	0.72 (0.55-0.93)	0.015
	RURAL	407 (89.3)	49 (10.7)						
GÉNERO	FEMENINO	570 (92.5)	46 (7.5)	1.10 (0.71-1.69)	0.670	446	170	0.94 (0.72-1.22)	0.629
	MASCULINO	485 (91.9)	43 (8.1)						
EDAD		1055 (92.2)	89 (7.7)	1.13 (1.06-1.20)	<0.001	836 (73.1)	308 (26.9)	1.12 (1.08-1.17)	<0.001
TIPO DE VIVIENDA	TIERRA	70 (93.3)	5 (6.7)	0.83 (0.32-2.17)	0.708	65 (86.7)	10 (13.3)	2.11 (1.07-4.19)	0.032
	OTRO TIPO ^a	773 (94.4)	46 (5.6)						
ELIMINACIÓN DE EXCRETAS	AIRE LIBRE	69 (98.6)	1 (1.4)	4.86 (0.65-36.39)	0.123	55 (78.6)	15 (21.4)	1.20 (0.65-2.21)	0.563
	OTRO TIPO ^b	383 (93.4)	27 (6.6)						
AGUA DE CONSUMO	NO POTABLE	756 (94.6)	43 (5.4)	NC	0.998	614 (76.8)	185 (23.2)	0.40 (0.12-1.33)	0.136
	POTABLE	28 (100)	0						
CAMINA DESCALZO	SI	503 (95.3)	25 (4.7)	0.63 (0.08-4.79)	0.654	408 (80.3)	120 (19.7)	1.48 (0.69-3.19)	0.320
	NO	32 (97)	1 (3)						

Tabla 113. Análisis univariante de los factores de riesgo y su impacto en la parasitación intestinal (protozoo/helminto) y en el multiparasitismo en RAAS; n= número de casos, %= porcentaje del número de casos; O.R.= Odds Ratio; IC95%= Intervalo de Confianza al 95%; p-valor= valor de significación estadística p<0.05; NC= No Calculable; ^amadera/cemento; ^bletrina/inodoro.

RAAS		PROTOZOOS				HELMINTOS			
		Positivos		Negativos		Positivos		Negativos	
ANÁLISIS UNIVARIANTE		n (%)	n (%)	O.R. (IC95%)	p-valor	n (%)	n (%)	O.R. (IC95%)	p-valor
ZONA	URBANO	232 (33.7)	456 (66.3)	0.57 (0.43-0.74)	<0.001	59 (8.6)	629 (91.4)	1.41 (0.95-2.08)	0.088
	RURAL	102 (22.4)	354 (77.6)			53 (11.6)	402 (83.4)		
GÉNERO	FEMENINO	199 (32.3)	417 (67.7)	1.39 (1.07-1.80)	0.013	63 (10.2)	552 (89.8)	1.12 (0.75-1.65)	0.585
	MASCULINO	135 (25.6)	393 (74.4)			49 (9.3)	479 (90.7)		
EDAD		334 (29.2)	810 (70.8)	0.92 (0.88-0.95)	<0.001	113 (9.9)	1031 (90.1)	1.1 (1.04-1.17)	0.002
TIPO DE VIVIENDA	TIERRA	20 (26.7)	55 (73.3)	0.94 (0.55-1.60)	0.811	2 (2.5)	72 (97.5)	0.23 (0.06-0.93)	0.04
	OTRO TIPO ^a	229 (28)	590 (72)			90 (11)	729 (89)		
ELIMINACIÓN DE EXCRETAS	AIRE LIBRE	15 (21.4)	55 (78.6)	0.99 (0.54-1.85)	0.995	13 (18.8)	56 (81.2)	1.35 (0.70-2.63)	0.370
	OTRO TIPO ^b	88 (21.5)	322 (78.5)			60 (14.6)	350 (85.4)		
AGUA DE CONSUMO	NO POTABLE	218 (27.3)	581 (72.7)	0.94 (0.41-2.16)	0.881	81 (10.2)	717 (89.8)	3.05 (0.41-22.74)	0.277
	POTABLE	8 (28.6)	20 (71.4)			1 (3.6)	27 (96.4)		
CAMINA	SI	146 (27.5)	382 (72.5)	0.28 (0.14-0.58)	0.001	60 (11.4)	468 (88.6)	4.10 (0.55-30.57)	0.168
DESCALZO	NO	19 (57.6)	14 (42.4)			1 (3)	32 (97)		

Tabla 114. Análisis univariante de los factores de riesgo y su impacto en la parasitación intestinal por protozoos y helmintos en RAAS; n= número de casos, %= porcentaje del número de casos; O.R.= Odds Ratio; IC95%= Intervalo de Confianza al 95%; p-valor= valor de significación estadística $p < 0.05$; ^amadera/cemento; ^bletrina/inodoro.

En la Tabla 115 se expone la asociación entre los diferentes factores de riesgo y la parasitación intestinal, obtenida a través del modelo de regresión logística multivariable. En la parasitación por cualquier parásito, no se detectaron asociaciones estadísticamente significativas entre las variables. Con respecto al multiparasitismo, se establece relación significativamente positiva entre las variables zona poblacional, edad y tipo de vivienda.

En cuanto a la parasitación por protozoos, se observa que el comportamiento de las variables que presentaron significación estadística en el análisis univariante, mantienen la misma relación en el análisis multivariable. El sexo femenino presenta mayor riesgo de parasitación por protozoos, y el caminar descalzo presenta asociación estadísticamente negativa, como es reflejado en la Tabla 115.

En relación a la infección por helmintos, se establece correlación positiva significativa (O.R.=1.82; p=0.038) con respecto a la zona poblacional, y a su vez, la edad mostró relación significativamente positiva (O.R.=1.13; p=0.05).

Con respecto a los valores obtenidos en el test estadístico de Hosmer y Lemeshow, se observa que todos los modelos se ajustan de forma correcta, a excepción del obtenido en la parasitación por helmintos.

RAAS	CUALQUIER PARÁSITO		MULTIPARASITISMO		PROTOZOOS		HELMINTOS	
ANÁLISIS MULTIVARIANTE	O.R. (IC95%)	p-valor	O.R. (IC95%)	p-valor	O.R. (IC95%)	p-valor	O.R. (IC95%)	p-valor
ZONA	1.57 (0.62-3.98)	0.347	1.82 (1.14-2.91)	0.013	0.25 (0.15-0.41)	<0.001	1.82 (1.03-3.19)	0.038
Urbano/Rural								
GÉNERO	1.05 (0.47-2.33)	0.905	0.76 (0.50-1.16)	0.203	2.24 (1.48-3.41)	<0.001	1.09 (0.63-1.90)	0.758
Femenino/Masculino								
EDAD	1.08 (0.98-1.20)	0.132	1.11 (1.05-1.18)	<0.001	0.87 (0.82-0.92)	<0.001	1.13 (1.04-1.23)	0.005
TIPO DE VIVIENDA	2.66 (0.35-20.21)	0.345	8.57 (2.03-36.20)	0.004	0.72 (0.35-1.50)	0.384	0.19 (0.03-1.40)	0.103
Tierra/Otro Tipo ^a								
CAMINA DESCALZO	0.55 (0.07-4.23)	0.566	1.29 (0.59-2.85)	0.522	0.24 (0.11-0.52)	<0.001	4.11 (0.55-30.92)	0.169
PRUEBA DE HOSMER Y LEMESHOW		0.536		0.390		0.960		NS

Tabla 115. Regresión logística múltiple del conjunto de factores de riesgo y la parasitación intestinal en RAAS. O.R.= Odds Ratio; IC95%= Intervalo de Confianza al 95%; p-valor= valor de significación estadística p<0.05; NS= No Significativo; ^a madera/cemento.

3.4.3.- EN EL TOTAL DE LAS DOS REGIONES AUTÓNOMAS

En las Tablas 116 y 117 se expone los resultados obtenidos mediante el análisis univariante, en el total del estudio, incluyendo ambas Regiones Autónomas (RAAN y RAAS). En primer lugar, entre la zona poblacional y la parasitación por cualquier parásito, se establece asociación significativa negativa (O.R.=0.56; p=0.002). La mayor edad se comporta como un factor de riesgo en todos los modelos estudiados, presentando significación estadística, mientras que en la parasitación por protozoos, la relación fue significativamente negativa (O.R.=0.93, p<0.001).

Con respecto al tipo de vivienda y el multiparasitismo, a pesar de obtener un valor en el borde de significación estadística ($p=0.047$), se detectó que los escolares que convivían con suelos de tierra, 84.5% presentaban multiparasitación. Dada su asociación positiva (O.R.=1.44), la presencia de suelos de tierra en las viviendas se consideraría como un factor de riesgo frente a este tipo de parasitación. De igual forma, se detectó relación positiva significativa en la parasitación por protozoos (O.R.=1.56; $p=0.002$), mientras que en la parasitación por helmintos, la asociación resultó estadísticamente negativa (O.R.=0.15; $p<0.001$).

En cuanto a la eliminación de excretas se observó que utilizar el aire libre como método de eliminación actúa como un factor de riesgo en relación a la parasitación por helmintos. De los escolares que utilizaban este método de eliminación, el 17.8% presentó parasitación por helmintos, detectándose asociación positiva significativa (O.R.=2.43; $p=0.002$). Sin embargo, en cuanto a la parasitación por protozoos, se observó la relación contraria (O.R.=0.45; $p=0.002$).

Por otro lado, se detectó que los escolares que obtenían el agua de consumo de ríos y/o lluvia presentaron mayor riesgo de parasitación por helmintos, detectándose asociación positiva significativa (O.R.=4.74; $p=0.031$).

Finalmente, se observó que caminar descalzo aumenta significativamente el riesgo de parasitación por helmintos (O.R.=13.8; $p=0.009$), mientras que en la parasitación por protozoos la correlación resultó estadísticamente negativa (O.R.=0.14; $p<0.001$).

En la Tabla 118 se expone los resultados obtenidos a través del modelo de regresión logística multivariable. En primer lugar, en la parasitación por cualquier parásito, se observa que la única variable que mantiene correlación positiva significativa es la edad (O.R.=1.18; $p=0.008$). En segundo lugar, en cuanto al multiparasitismo, la zona poblacional adquiere asociación positiva significativa (O.R.=1.72; $p=0.022$) y la edad mantiene relación estadísticamente positiva (O.R.=1.10; $p=0.001$).

RAAN + RAAS		CUALQUIER PARÁSITO				MULTIPARASITISMO			
		Positivos		Negativos		Positivos		Negativos	
		n (%)	n (%)	O.R. (IC95%)	p-valor	n (%)	n (%)	O.R. (IC95%)	p-valor
ZONA	URBANO	964 (95.3)	48 (4.7)	0.56 (0.38-0.81)	0.002	795 (78.6)	217 (21.4)	0.88 (0.70-1.08)	0.225
	RURAL	795 (91.8)	71 (8.2)			660 (76.2)	206 (23.8)		
GÉNERO	FEMENINO	943 (93.5)	66 (6.5)	0.93 (0.64-1.35)	0.695	779 (77.2)	230 (22.8)	0.97 (0.79-1.20)	0.762
	MASCULINO	816 (93.9)	53 (6.1)			676 (77.8)	193 (22.1)		
EDAD		1759 (93.7)	119 (6.3)	1.13 (1.07-1.19)	<0.001	1456 (77.5)	422 (22.5)	1.11 (1.07-1.14)	<0.001
TIPO DE VIVIENDA	TIERRA	253 (95.5)	12 (4.5)	1.12 (0.60-2.11)	0.715	224 (84.5)	41 (15.5)	1.44 (1.01-2.06)	0.047
	OTRO TIPO ^a	1294 (94.9)	69 (5.1)			1079 (79.2)	284 (20.8)		
ELIMINACIÓN DE EXCRETAS	AIRE LIBRE	107 (99.1)	1 (0.9)	5.84 (0.80-42.57)	0.082	89 (82.4)	19 (17.6)	1.11 (0.67-1.86)	0.695
	OTRO TIPO ^b	1045 (94.8)	57 (5.2)			891 (80.9)	211 (19.1)		
AGUA DE CONSUMO	NO POTABLE	1386 (95.5)	66 (4.5)	1.46 (0.65-3.26)	0.361	1171 (80.6)	281 (19.4)	1.01 (0.61-1.65)	0.981
	POTABLE	101 (93.5)	7 (6.5)			87 (80.6)	21 (19.4)		
CAMINA DESCALZO	SI	778 (96.2)	31 (3.8)	0.97 (0.37-2.55)	0.955	655 (81)	154 (19)	1.07 (0.68-1.70)	0.762
	NO	129 (96.3)	5 (3.7)			107 (79.9)	27 (20.1)		

Tabla 116. Análisis univariante de los factores de riesgo y su impacto en la parasitación intestinal (protozoo/helmineto) y en el multiparasitismo en el total del estudio; n= número de casos, %= porcentaje del número de casos; O.R.= Odds Ratio; IC95%= Intervalo de Confianza al 95%; p-valor= valor de significación estadística p<0.05; ^amadera/cemento; ^bletrina/inodoro.

RAAN + RAAS		PROTOZOOS				HELMINTOS			
		Positivos		Negativos		Positivos		Negativos	
		n (%)	n (%)	O.R. (IC95%)	p-valor	n (%)	n (%)	O.R. (IC95%)	p-valor
ZONA	URBANO	343 (33.9)	669 (66.1)	0.86 (0.70-1.04)	0.116	78 (7.7)	934 (92.3)	1.10 (0.79-1.54)	0.561
	RURAL	264 (30.5)	602 (69.5)			73 (8.4)	792 (91.6)		
GÉNERO	FEMENINO	340 (33.7)	669 (66.3)	1.15 (0.94-1.39)	0.170	79 (7.8)	929 (92.2)	0.94 (0.67-1.31)	0.722
	MASCULINO	267 (30.7)	602 (69.3)			72 (8.3)	797 (91.7)		
EDAD		607 (32.3)	1271 (67.7)	0.93 (0.90-0.95)	<0.001	152 (8.1)	1726 (91.9)	1.12 (1.07-1.18)	<0.001
TIPO DE VIVIENDA	TIERRA	107 (40.4)	158 (59.6)	1.56 (1.18-2.03)	0.002	4 (1.5)	260 (98.5)	0.15 (0.06-0.41)	<0.001
	OTRO TIPO ^a	415 (30.4)	948 (69.6)			127 (9.3)	1236 (90.7)		
ELIMINACIÓN DE EXCRETAS	AIRE LIBRE	19 (17.6)	89 (82.4)	0.45 (0.27-0.75)	0.002	19 (17.8)	88 (82.2)	2.43 (1.37-4.02)	0.002
	OTRO TIPO ^b	354 (32.1)	748 (67.9)			93 (8.4)	1009 (91.6)		
AGUA DE CONSUMO	NO POTABLE	457 (31.5)	995 (68.5)	0.72 (0.48-1.08)	0.112	119 (8.2)	1332 (91.8)	4.74 (1.15-19.42)	0.031
	POTABLE	42 (38.9)	66 (61.1)			2 (1.9)	106 (98.2)		
CAMINA DESCALZO	SI	231 (28.6)	578 (71.4)	0.14 (0.09-0.21)	<0.001	76 (9.4)	733 (90.6)	13.8 (1.9-100.02)	0.009
	NO	99 (73.9)	35 (26.1)			1 (0.7)	133 (99.3)		

Tabla 117. Análisis univariante de los factores de riesgo y su impacto en la parasitación intestinal por protozoos y helmintos en el total del estudio; n= número de casos, %= porcentaje del número de casos; O.R.= Odds Ratio; IC95%= Intervalo de Confianza al 95%; p-valor= valor de significación estadística p<0.05; ^amadera/cemento; ^bletrina/inodoro.

En tercer lugar, se observa que solo la variable tipo de vivienda presenta asociación positiva significativa (O.R.=2.67; $p<0.001$) en la parasitación por protozoos, mientras que la zona poblacional, la edad y el caminar descalzo se comportan de forma significativamente negativa. Finalmente, en la parasitación por helmintos, la zona poblacional presenta asociación positiva significativa (O.R.=2.08; $p=0.001$) en conjunto con las demás variables, y tanto la edad como caminar descalzo mantienen correlación positiva significativa (O.R.=1.09; $p<0.001$ y O.R.=17.03, $p<0.001$, respectivamente).

Según los valores obtenidos en el test de Hosmer y Lemeshow, todos los modelos estudiados se ajustan de forma correcta, como es reflejado en la Tabla 118.

RAAN + RAAS	CUALQUIER PARÁSITO		MULTIPARASITISMO		PROTOZOOS		HELMINTOS	
ANÁLISIS MULTIVARIANTE	O.R. (IC95%)	p-valor	O.R. (IC95%)	p-valor	O.R. (IC95%)	p-valor	O.R. (IC95%)	p-valor
ZONA Urbano/Rural	1.20 (0.46-3.11)	0.712	1.72 (1.08-2.73)	0.022	0.47 (0.30-0.73)	0.001	2.08 (1.37-3.15)	0.001
EDAD	1.18 (1.05-1.32)	0.006	1.10 (1.04-1.16)	0.001	0.94 (0.90-0.99)	0.021	1.09 (1.04-1.15)	<0.001
TIPO DE VIVIENDA Tierra/Otro Tipo ^a	3.5 (0.76-15.9)	0.109	1.67 (0.93-3.02)	0.088	2.67 (1.67-4.27)	<0.001	0.46 (0.29-0.73)	0.001
ELIMINACIÓN DE EXCRETAS Aire libre/Otro tipo ^b	NC	0.998	0.77 (0.40-1.48)	0.428	0.66 (0.33-1.34)	0.252	1.93 (0.96-3.88)	0.067
AGUA DE CONSUMO No Potable/Potable	1.03 (0.12-8.79)	0.982	1.18 (0.45-3.12)	0.741	0.70 (0.32-1.51)	0.360	1.40 (0.65-2.98)	0.393
CAMINA DESCALZO Si/No	0.98 (0.29-3.28)	0.970	1.23 (0.64-2.34)	0.533	0.06 (0.03-0.11)	<0.001	17.03 (9.13-31.77)	<0.001
PRUEBA DE HOSMER Y LEMESHOW	0.342			0.185		0.909		0.837

Tabla 118. Regresión logística múltiple del conjunto de factores de riesgo y la parasitación intestinal en el total del estudio. O.R.= Odds Ratio; IC95%= Intervalo de Confianza al 95%; p-valor= valor de significación estadística $p<0.05$; NC= No Calculable; ^amadera/cemento; ^bletrina/inodoro.

3.5.- ANEMIA Y PARASITACIÓN POR GEOHELMINTOS

En el siguiente apartado se estudia la posible relación entre la parasitación intestinal por helmintos y la aparición de anemia. Así, el objetivo es analizar la posible influencia de la presencia de geohelmintos sobre los valores disponibles de hemoglobina de la población escolar estudiada, para llegar a establecer algún grado de

anemia. El estudio se ha podido llevar a cabo únicamente en el archipiélago de Corn Island, donde se pudo determinar el nivel de hemoglobina de los individuos que colaboraron con el estudio, según se ha detallado en el apartado de Material y Métodos. Los niveles de hemoglobina han sido clasificados según los criterios establecidos por la OMS, reflejados en la Tabla 119.

ANEMIA				
GRUPOS DE EDAD	NIVEL DE Hg	LEVE	MODERADA	GRAVE
0-4	<11 g/dL	10-10.9 g/dL	7-9.9 g/dL	<7 g/dL
5-11	<11.5 g/dL	11-11.4 g/dL	8-10.9 g/dL	<8 g/dL
12-14	<12 g/dL	11-11.9 g/dL	8-10.9 g/dL	<8 g/dL

Tabla 119. Criterios de anemia utilizados en el presente estudio según clasificación OMS, 2011. (g/dL= gramos por decilitro de sangre).

3.5.1.- ANEMIA BASE

El estudio se ha podido llevar a cabo en un total de 261 escolares de Corn Island. El valor medio de hemoglobina en el total del estudio fue de 11.5 g/dL comprendido en un rango entre 7.5 g/dL y 15.1 g/dL. En la Tabla 120, se expone la valoración de escolares anémicos y no anémicos, según los valores de hemoglobina detectados y los criterios de la OMS. El porcentaje de anemia detectado (46.4%), con valor medio de hemoglobina de 10.5 g/dL, resultó estadísticamente inferior ($p < 0.001$) al porcentaje de los escolares que no presentaron anemia (53.6%), cuyo valor de hemoglobina ascendía de media a 12.5 g/dL. Dentro de los casos con anemia, las niñas (54.5%) presentaron mayor porcentaje de anemia que los niños (45.5%), pero sin presentar diferencias estadísticamente significativas. Con respecto a los grupos de edad, los escolares de 5 a 9 años (57.9%) presentaron los mayores porcentajes de anemia, seguido del grupo de 10 a 14 años (39.7%) y el grupo de los menores (2.5%), sin detectar diferencias estadísticamente significativas. Sin embargo, cabe destacar el menor nivel medio de hemoglobina (9.7 g/dL) detectado entre los escolares de menor edad.

				Hg (g/dL)
CORN ISLAND N=261	n	% (IC95%)	p-valor	MEDIA (RANGO)
NO ANEMIA	140	53.6 (47.5-59.7)	<0.001	12.5 (11.5-15.1)
ANEMIA	121	46.4 (40.3-52.5)		10.5 (7.5-11.9)
ANEMIA/SEXO				
FEMENINO	66	54.5 (45.6-63.4)	0.615	10.4 (7.5-11.7)
MASCULINO	55	45.5 (36.6-54.4)		10.5 (7.7-11.9)
ANEMIA/GRUPOS DE EDAD				
<1-4	3	2.5 (0-5.3)	0.054	9.7 (9.1-10.4)
5-9	70	57.9 (49.1-66.7)		10.4 (8.0-11.4)
10-14	48	39.7 (31.0-48.4)		10.6 (7.5-11.9)

Tabla 120. Valoración de escolares anémicos y no anémicos, según los valores de hemoglobina y los criterios de la OMS, desglosados en función del sexo y el grupo de edad. N= número de escolares estudiados; n= número de casos; %= porcentaje de valor absoluto; IC95%= Intervalo de Confianza del 95%; Hb= hemoglobina g/dL; p-valor= valor de significación estadístico $p < 0.05$.

3.5.2.- ANEMIA Y GEOHELMINTOS

De los escolares que presentaban anemia, resultó estadísticamente superior ($p < 0.001$) el porcentaje que presentaba parasitación por geohelmintos (61.2%) (Tabla 121). El porcentaje de escolares con anemia detectado en la monoparasitación (69.4%) resultó estadísticamente superior ($p < 0.001$) al detectado en el multiparasitismo (30.6%) de geohelmintos. En relación a los casos de monoparasitismo, la presencia de *T. trichiura* supuso un mayor porcentaje de anemia (89.2%) con respecto a la parasitación por *A. lumbricoides* (10.8%), sin diferencias estadísticamente significativas. Sorprendentemente, no se obtuvo ninguna relación entre la parasitación por Ancilostómidos y aparición de anemia. Con respecto al multiparasitismo, el mayor porcentaje de anémicos se observó entre los que presentaban coparasitación por *A. lumbricoides* y *T. trichiura* (62.2%), pero sin alcanzar diferencias estadísticamente significativas con los demás multiparasitismos detectados.

CORN ISLAND				
ANEMIA/STH	Hg (g/dL)			
	n	% (IC95%)	p-valor	MEDIA (RANGO)
ANEMIA + NO STH	47	38.8 (30.1-47.5)	<0.001	10.4 (7.5-11.8)
ANEMIA + STH	74	61.2 (52.5-69.9)		10.5 (8.0-11.9)
MONOPARASITISMO	37	69.4 (61.2-77.6)	<0.001	10.4 (8.0-11.0)
MULTIPARASITISMO	37	30.6 (22.4-38.8)		10.7 (8.6-11.4)
ANEMIA/MONOPARASITISMO				
<i>A. lumbricoides</i>	4	10.8 (0.8-20.8)	0.213	9.9 (9.0-10.6)
<i>T. trichiura</i>	33	89.2 (79.2-99.2)		10.4 (8.0-11.9)
Ancilostómidos	0	0 (0)		-
ANEMIA/MULTIPARASITISMO				
Al + Tt	23	62.2 (46.6-77.8)	0.224	10.7 (8.9-10.9)
Tt + An	6	16.2 (4.3-28.1)		10.9 (10.3-11.4)
Al + Tt + An	8	21.6 (8.3-34.9)		10.4 (8.6-11.3)

Tabla 121. Valoración de escolares anémicos según los valores de hemoglobina y los criterios de la OMS, en función de la parasitación o no por geohelminfos, el tipo de parasitación y la especie presente en monoparasitismo y multiparasitismo. n= número de casos; %= porcentaje de valor absoluto; IC95%= Intervalo de Confianza del 95%; Hb= hemoglobina g/dL; p-valor= valor de significación estadístico p<0.05.

A) POR SEXO

La relación de escolares anémicos en función del sexo, en los diferentes tipos de parasitismo detectado, quedan expuestos en la Tabla 122. En general, el análisis estadístico no ha reflejado diferencias estadísticamente significativas, aunque los mayores porcentajes de anémicos parasitados se detectaron en el sexo femenino. En concreto, solo la parasitación conjunta de *A. lumbricoides* y *T. trichiura* resultó estadísticamente superior (p=0.038) en niñas (77.3%). Sin embargo, la parasitación conjunta de *T. trichiura* y Ancilostómidos y la parasitación por los tres geohelminfos a la vez, resultó mayoritaria en niños (26.7% y 33.3%, respectivamente).

ANEMIA/STH		CORN ISLAND					
SEXO	FEMENINO			MASCULINO			p-valor
	n	% (IC95%)	Hg (g/dL) MEDIA (RANGO)	n	% (IC95%)	Hg (g/dL) MEDIA (RANGO)	
ANEMIA + STH	43	58.1 (46.9-69.3)	10.5 (8.0-11.7)	31	41.9 (30.7-53.1)	10.5 (8.4-11.9)	0.323
MONOPARASITISMO	21	56.8 (40.8-72.8)	10.4 (8.0-11.7)	16	43.2 (27.2-59.2)	10.4 (8.4-10.3)	0.746
<i>A. lumbricoides</i>	2	9.5 (0.1-18.9)	10.0 (9.0-10.6)	2	12.5 (1.8-23.2)	9.4 (9.4-9.4)	0.403
<i>T. trichiura</i>	19	90.5 (81.1-99.9)	10.4 (8.0-11.7)	14	87.5 (76.8-98.2)	10.5 (8.4-11.9)	0.682
MULTIPARASITISMO	22	59.5 (43.7-75.3)	10.6 (8.9-11.4)	15	40.5 (24.7-56.3)	10.7 (8.6-10.9)	0.471
Al + Tt	17	77.3 (63.8-90.8)	10.6 (8.9-11.4)	6	40 (24.2-55.8)	10.8 (10.0-11.4)	0.038
Tt + An	2	9.1 (0-18.4)	11.05 (10.7-11.4)	4	26.7 (12.4-41.0)	10.8 (10.3-11.3)	0.284
Al + Tt + An	3	13.6 (2.6-24.6)	10.4 (9.8-11.3)	5	33.3 (18.1-48.5)	10.4 (8.6-11.3)	0.082

Tabla 122. Valoración de escolares anémicos según los valores de hemoglobina y los criterios de la OMS, desglosados según el sexo, en función de la parasitación por geohelminetos, el tipo de parasitación, la especie presente en monoparasitismo y multiparasitismo. n= número de casos; %= porcentaje de valor absoluto; IC95%= Intervalo de Confianza del 95%; Hb= hemoglobina g/dL; p-valor= valor de significación estadístico p<0.05.

B) POR GRUPOS DE EDAD

En la Tabla 123 se expone la relación de escolares anémicos en función de los diferentes grupos de edad, en los diferentes tipos de parasitación detectados. No se obtuvo diferencias estadísticamente significativas, aunque se observó que el grupo de escolares de 5 a 9 años presentó la mayoría de escolares anémicos parasitados (58.1%). Concretamente, cabe destacar que los niños de 5 a 9 años presentaron los porcentajes de anemia más elevados en casos de multiparasitismo (67.6%), tanto en la co-infección de *T. trichiura* con Ancilostómidos (83.3%), como en la parasitación conjunta de *A. lumbricoides* y *T. trichiura* (69.6%).

ANEMIA/STH				
CORN ISLAND				
GRUPOS DE EDAD	Hg (g/dL)			
	n	% (IC95%)	MEDIA (RANGO)	p-valor
ANEMIA + STH				
<1-4	1	1.4 (0-4.1)	10.4 (10.4-10.4)	0.602
5-9	43	58.1 (46.9-69.3)	10.4 (8.0-11.4)	
10-14	30	40.5 (29.3-51.7)	10.7 (8.9-11.9)	
MONOPARASITISMO				
<1-4	1	2.7 (0-7.9)	10.4 (10.4-10.4)	0.392
5-9	18	48.6 (32.5-64.7)	9.9 (8-11.4)	
10-14	18	48.6 (32.5-64.7)	10.8 (9.1-11.9)	
<i>A. lumbricoides</i>				
<1-4	0	0 (0)	-	0.222
5-9	4	100	9.9 (9.0-10.6)	
10-14	0	0 (0)	-	
<i>T. trichiura</i>				
<1-4	1	3.0 (0-8.5)	10.4 (10.4-10.4)	0.108
5-9	14	42.4 (26.5-58.3)	9.9 (8.0-11.4)	
10-14	18	54.5 (38.5-70.5)	10.8 (9.1-11.9)	
MULTIPARASITISMO				
<1-4	0	0 (0)	-	0.235
5-9	25	67.6 (52.5-82.7)	10.7 (8.6-11.4)	
10-14	12	32.4 (17.3-47.5)	10.5 (8.9-11.4)	
Al + Tt				
<1-4	0	0 (0)	-	0.370
5-9	16	69.6 (54.8-84.4)	10.8 (9.5-11.4)	
10-14	7	30.4 (15.6-45.2)	10.5 (8.9-11.2)	
Tt + An				
<1-4	0	0 (0)	-	0.426
5-9	5	83.3 (71.3-95.3)	10.8 (10.3-11.3)	
10-14	1	16.7 (4.7-28.7)	11.4	
Al + Tt + An				
<1-4	0	0 (0)	-	0.389
5-9	4	50 (33.9-66.1)	10.4 (8.6-11.3)	
10-14	4	50 (33.9-66.1)	10.5 (9.8-11.2)	

Tabla 123. Valoración de escolares anémicos según los valores de hemoglobina y los criterios de la OMS, desglosados en grupos de edad, en función de la parasitación por geohelminths, el tipo de parasitación, la especie presente en monoparasitismo y multiparasitismo. n= número de casos; %= porcentaje de valor absoluto; IC95%= Intervalo de Confianza del 95%; Hb= hemoglobina g/dL; p-valor= valor de significación estadístico $p < 0.05$.

C) EN RELACIÓN A LA INTENSIDAD DE PARASITACIÓN

En la Tabla 124 se expone en escolares anémicos con monoparasitación, los diferentes grados de intensidad de las especies de helmintos detectadas. Como se ha mencionado anteriormente en el apartado 3.3 de este capítulo de Resultados, la intensidad de parasitación se obtiene mediante la técnica cuantitativa de Kato-Katz, por lo que únicamente se dispone de valores de aquellas muestras que pudieran ser analizadas por Kato-Katz. Cabe recordar que no se obtuvo ninguna relación entre la parasitación por Ancilostómidos y aparición de anemia. En relación a la parasitación por *A. lumbricoides*, la anemia apareció por igual tanto en infecciones leves como moderadas. Sin embargo, los casos de anemia ocasionados por una parasitación de intensidad leve de *T. trichiura* (73%), resultaron estadísticamente superiores ($p < 0.001$) que los ocasionados por la intensidad de tipo moderada (16.2%).

CORN ISLAND				
ANEMIA/STH		Hg (g/dL)		
MONOPARASITISMO	n	% (IC95%)	MEDIA (RANGO)	p-valor
<i>A. lumbricoides</i>				
LEVE	1	2.7 (0-7.9)	10.6 (10.6-10.6)	0.157
MODERADA	1	2.7 (0-7.9)	10.4 (10.4-10.4)	
<i>T. trichiura</i>				
LEVE	27	73 (58.7-87.3)	10.5 (8.0-11.9)	<0.001
MODERADA	6	16.2 (4.3-28.1)	10.1 (9.1-11.4)	

Tabla 124. Valoración de escolares anémicos según los valores de hemoglobina y los criterios de la OMS, en función de la especie presente en monoparasitismo y la intensidad de parasitación. n= número de casos; %= porcentaje de valor absoluto; IC95%= Intervalo de Confianza del 95%; Hb= hemoglobina g/dL; p-valor= valor de significación estadístico $p < 0.05$.

En relación a los escolares anémicos con multiparasitación, en la Tabla 125, se expone la intensidad de parasitación para cada helminto detectado. Cabe mencionar que en la parasitación conjunta de *A. lumbricoides* y *T. trichiura*, se detectó el mayor valor de anemia (10.8%) en los que la intensidad de *A. lumbricoides* y *T. trichiura* era de tipo leve. Resulta de gran interés destacar que en la parasitación por los tres geohelminos a la vez, se obtuvo el valor de hemoglobina más bajo (8.6 g/dL) de todos los valores obtenidos en el estudio. Se trataba de un niño de 6 años, que presentó intensidades de

infección moderadas (*A. lumbricoides* y *T. trichiura*) e intensidad de infección leve de Ancylostomatidos.

CORN ISLAND			
ANEMIA/ STH		Hg (g/dL)	
MULTIPARASITISMO	n	% (IC95%)	MEDIA (RANGO)
Al + Tt			
Al-L + Tt-L	4	10.8 (0.8-20.8)	10.7 (10.2-11.1)
Al-M + Tt-L	3	8.1 (0-16.9)	10.3 (8.9-11.2)
Al-M + Tt-M	2	5.4 (0-12.7)	11.0 (10.9-11.1)
Tt + An			
Tt-L + An-L	2	5.4 (0-12.7)	11.4 (11.3-11.4)
Al + Tt + An			
Al-L+ Tt-M+ An-L	1	2.7 (0-7.9)	10.1
Al-M +Tt-M+ An-L	1	2.7 (0-7.9)	8.6

Tabla 125. Valoración de escolares anémicos según los valores de hemoglobina y los criterios de la OMS, en función de las especies presentes en el multiparasitismo y la intensidad de parasitación. n= número de casos; Hb= hemoglobina g/dL; Al-L/Al-M= *A. lumbricoides* leve/moderado; Tt-L/Tt-M= *T. trichiura* leve/moderado; An-L/An-M= Ancilostómidos leve/moderado.

CAPÍTULO CUARTO: DISCUSIÓN

4.- DISCUSIÓN

El presente estudio forma parte de un proyecto de mayor envergadura que pretende abarcar el estudio de las parasitosis intestinales en población infantil de Nicaragua. No obstante, en esta presente Tesis Doctoral se pretende abordar el patrón intestinal de la zona Atlántica o caribeña del país. El número de muestras analizadas podría representar la zona Atlántica nicaragüense, por lo que en este capítulo se procede a la discusión de todos los resultados obtenidos en las Regiones Autónomas de Nicaragua.

4.1.- EN RELACIÓN AL ESPECTRO PARASITARIO Y PREVALENCIAS DE PARASITACIÓN

El presente estudio se ha llevado a cabo en un total de 1878 escolares, lo que ha permitido establecer un espectro parasitario en la costa Atlántica de Nicaragua, compuesto por 18 especies parásitas diferentes. Dentro del espectro parasitario, se detectó al menos 10 especies protozoarias y al menos 8 especies de helmintos. La prevalencia total de parasitación fue de 93.7%, con un porcentaje de parasitación de protozoos superior al de helmintos (85.3% vs 61%). Con respecto a la población estudiada, el espectro detectado, tanto en zona urbana como en zona rural, resultó prácticamente idéntico: en zona urbana se detectó 10 especies de protozoos y 8 de helmintos; y en zona rural se detectó 9 especies de protozoos y 7 especies de helmintos. Analizando cada Región Autónoma, el espectro detectado en RAAN fue de 16 especies parásitas, de las cuales 10 fueron protozoos y 6 helmintos, mientras que en RAAS se detectó 9 especies de protozoos y 7 de helmintos. El espectro estudiado se conforma exclusivamente por enteroparásitos de biología monoxena, por lo que no hay intervención de hospedadores intermediarios, presentando un perfil de transmisión directo, a través del contacto ano-mano-boca o por vía cutánea, o bien de forma indirecta, mediante la ingestión de agua y alimentos contaminados, o por contacto con suelos contaminados. En consecuencia, el presente espectro puede ser utilizado como un marcador biológico de las transmisiones parasitarias de tipo fecal-oral.

El espectro parasitario global detectado en la zona Atlántica, y los datos descritos hasta la fecha en población infantil de Nicaragua, quedan expuestos en las Tablas 126 y 127. Dentro de los estudios realizados en la zona caribeña del país (Tabla

126), cabe citar en primer lugar, el trabajo de CAVOUTI & LANCASTER (1992), realizado en el municipio de Corn Island; el trabajo de MUÑOZ-ANTOLÍ *et al.* (2014), sobre el Departamento de Río San Juan; y más recientemente, el trabajo de MUÑOZ-ANTOLÍ *et al.* (2017), sobre el municipio de Laguna de Perlas. En la Tabla 127, se expone los estudios realizados en niños en edad escolar de algunos Departamentos de la Región Pacífica de Nicaragua. En primer lugar, se debe hacer referencia al trabajo de TÉLLEZ *et al.* (1997) sobre el Departamento de León; el estudio de OBERHELMAN *et al.* (1998) sobre el Departamento de Carazo; el trabajo de ROCHA (2003) sobre los Departamentos de Managua y Masaya; el estudio de ROSEWELL *et al.* (2010) sobre 10 escuelas de primaria de los Departamentos de Chinandega, Estelí, Chontales y Granada; el trabajo de Tesis Doctoral de GOZALBO (2012) sobre el Departamento de Managua; el trabajo de Tesis Doctoral de PAVÓN (2014) sobre 6 Departamentos de la Región Pacífica; y más recientemente, el artículo de MUÑOZ-ANTOLÍ *et al.* (2018) sobre preescolares de 7 Departamentos de la Región Pacífica de Nicaragua. Como se observa en las Tablas, los estudios más recientes reflejan un espectro parasitario más amplio y diverso, tal y como se recoge en el espectro obtenido en la presente Tesis Doctoral. Comparando los espectros entre ambas Regiones de Nicaragua, el mayor espectro parasitario se ha detectado en la Región Pacífica nicaragüense, el cual se compone por un total de 20 especies parásitas, de las cuales 13 fueron protozoos y 7 helmintos (PAVÓN, 2014; MUÑOZ-ANTOLÍ *et al.*, 2018). Independientemente de la zona geográfica de Nicaragua, el espectro parasitario detectado refleja la situación actual parasitológica del país.

La ampliación que se observa en el espectro parasitario detectado en los trabajos más recientes resalta de los primeros estudios realizados tanto en la Región Pacífica, como en la zona Atlántica de Nicaragua. Con respecto a la Región Pacífica, el trabajo de GOZALBO (2012) añade por primera vez al espectro protozoario las especies *E. coli*, *E. hartmanni*, *E. nana*, *I. bütschlii*, *Ch. mesnili*, *E. hominis*, *R. intestinalis* y *Blastocystis* spp. En relación a los helmintos, se añade las especies *H. nana*, *H. diminuta*, *Taenia* sp., *E. vermicularis* y *Trichostrongylus* sp. El estudio de PAVÓN (2014) incorpora, al espectro parasitario, las especies *D. fragilis* y *B. coli*. Dentro de la zona Atlántica, el trabajo de MUÑOZ-ANTOLÍ *et al.* (2014) amplía el espectro parasitario con las especies *E. coli*, *E. hartmanni*, *E. nana*, *I. bütschlii*, *Ch. mesnili*, *Blastocystis* spp., *H. nana* y *E. vermicularis*. El presente trabajo de

investigación incorpora, por primera vez al espectro de protozoos, la especie *Balantidium coli*, y respecto de los helmintos, la especie *Taenia* sp.

El cambio en el espectro parasitario detectado en la última década, detectándose una elevada frecuencia de protozoos comensales es un hecho muy relevante lo cual representa una connotación epidemiológica importante, ya que nos informa sobre la calidad de vida que presenta la población objeto de estudio. Al compartir la misma vía de transmisión (fecal-oral) con el resto de especies, implica que existe un problema en las condiciones higiénico-sanitarias. Asimismo, la población se encuentra expuesta a un bajo nivel socio-económico, y a la ausencia de saneamiento ambiental. Pero además, existen otros factores que favorecen la persistencia de estas enfermedades parasitarias, tales como los desastres naturales (huracanes, tormentas tropicales, fenómeno del niño/niña, terremotos), que retrasan el crecimiento económico del país y atraen consigo numerosas infecciones; y la falta de control y regulación sobre el asentamiento de casas improvisadas, tanto en zonas urbanas como rurales, por una falta de inversión en planes de desarrollo ambiental, además de factores climáticos, geográficos y culturales. La suma de estos factores refleja el amplio espectro parasitario obtenido en el presente trabajo de Tesis Doctoral.

Desde el punto de vista cuantitativo, los resultados reportados en Nicaragua resultan muy dispares. Analizando las prevalencias de parasitación obtenidas en la costa Atlántica, CAVOUTI & LANCASTER (1992) obtuvieron un porcentaje de parasitación de 77.1%, mientras que MUÑOZ-ANTOLÍ *et al.* (2014, 2017) obtuvo prevalencias de parasitación de 92.9% y 94.6%, respectivamente, acercándose más al valor obtenido en el presente estudio (93.7%). En la Región Pacífica, las prevalencias de parasitación son diversas: TÉLLEZ *et al.* (1997) presentó un 47.2% de parasitación; OBERHELMAN *et al.* (1998) obtuvo un 40%; ROCHA (2003) obtuvo una prevalencia de 75%; y ROSEWELL *et al.* (2010) obtuvo una prevalencia de parasitación por helmintos del 46%. Dentro de los trabajos más actuales, PAVÓN (2014) obtuvo la mayor prevalencia de parasitación (83.6%), seguida de GOZALBO (2012) con un 71%; y finalmente, MUÑOZ-ANTOLÍ *et al.* (2018) con un 68.2%. Aunque las prevalencias detectadas en los Departamentos del Pacífico son elevadas, las obtenidas en la Región del Caribe, y en concreto en el presente estudio, superan el 90% de parasitación. De igual forma sucede con la prevalencia de parasitación por protozoos, siendo más elevada en la zona

Atlántica (Tablas 124 y 125). Con respecto a la prevalencia de helmintos, cabe destacar la gran diferencia detectada entre ambas Regiones de Nicaragua, siendo notablemente mayor en la zona del Atlántico. El porcentaje de parasitación por helmintos en el presente estudio (61%), resultó significativamente mayor al obtenido en la Región Pacífica en los trabajos de GOZALBO (2012) y PAVÓN (2014) (9.2% y 19.5%, respectivamente). Esta diferencia se puede asociar principalmente a las condiciones de extrema pobreza en las que convive gran parte de la población de RAAN y RAAS.

A nivel global, tal y como se ha comentado anteriormente, se observa una mayor prevalencia de parasitación por protozoos que por helmintos, tanto en la Región Pacífica como en la Región Caribe. Dentro de las Regiones Autónomas nicaragüenses, se observa el mismo comportamiento en todos los municipios estudiados. La persistencia de las infecciones causadas por protozoos se asocia principalmente a la contaminación fecal ambiental, a la cual se expone la población objeto de estudio, lo que implica una higiene personal deficiente por la falta de educación sanitaria, además de convivir en condiciones de pobreza. Otros factores, como el acceso al agua potable y la presencia de animales domésticos en las viviendas, influyen en la presencia de estas enfermedades. La menor detección de helmintos puede ser el resultado de las campañas de vacunación realizadas, aunque se debe realizar mayor control en las poblaciones que se encuentran marginadas, como sería las zonas periféricas urbanas, y en las zonas rurales.

Considerando las prevalencias de parasitación de cada una de las especies de enteroparásitos detectadas en los estudios realizados en Nicaragua, se detectó diversos patrones de parasitación. En el Atlántico, en el municipio Corn Island tan solo se reporta la presencia de *G. intestinalis*, con una prevalencia de 24% (CAVOUTI & LANCASTER, 1992). En Río San Juan predomina la especie *Blastocystis* spp. (77.7%), seguida de *E. nana* (34.8%) y *G. intestinalis* (32.5%) (MUÑOZ-ANTOLÍ *et al.*, 2014). En Laguna de Perlas predomina *Blastocystis* spp. (58.1%), seguida de *E. coli* (24.9%) y *E. nana* (23.1%) (MUÑOZ-ANTOLÍ *et al.*, 2017).

El presente estudio presentó prevalencias similares a las mencionadas anteriormente, siendo *Blastocystis* spp. la especie más prevalente (68.2%), seguida de *G. intestinalis* (34.4%) y *E. nana* (27.4%). En los Departamentos del Pacífico, como León (TÉLLEZ *et al.*, 1997) y Carazo (OBERHELMAN *et al.*, 1999), las prevalencias

de protozoos más elevadas corresponden al complejo *Entamoeba* y a la especie *G. intestinalis* (18.6% y 29.1%, respectivamente). En los Departamentos de Managua y Masaya (ROCHA, 2003), la especie más prevalente fue *G. intestinalis* (47.2%), seguida de *E. coli* (25.3%) y *Cryptosporidium* (24%). Sin embargo, en los trabajos de GOZALBO (2012), PAVÓN (2014) y MUÑOZ-ANTOLÍ *et al.* (2018), la especie más prevalente fue *Blastocystis* spp. (48.6%, 60.8% y 45.5%, respectivamente), seguido por las especies *G. intestinalis* y *E. coli*.

REFERENCIA (AUTOR)	CAVOUTI & LANCASTER (1992)	MUÑOZ-ANTOLÍ <i>et al.</i> (2011)**	MUÑOZ-ANTOLÍ <i>et al.</i> (2014)	MUÑOZ-ANTOLÍ <i>et al.</i> (2017)	PRESENTE TESIS DOCTORAL
LOCALIDAD	MUNICIPIO CORN ISLAND	DEPTO. RÍO SAN JUAN	DEPTO. RÍO SAN JUAN	MUNICIPIO LAGUNA DE PERLAS	REGIÓN ATLÁNTICA/CARIBEÑA
MUESTRAS	249 niños	272 (4 y 15 años)	382 (2 y 15 años)	425 (2 y 15 años)	1878 (<1 y 14 años)
ESPECIES PARÁSITAS	%	%	%	%	%
PROTOZOOS	-	-	88.2	78.1	85.3
<i>E. coli</i>	-	-	29.8	24.9	33.3
<i>E. complejo*</i>	-	-	15.2	7.5	10.4
<i>E. hartmanni</i>	-	-	21.5	22.5	19.0
<i>E. nana</i>	-	-	34.8	23.1	27.4
<i>I. bütschlii</i>	-	-	5.2	1.8	3.8
<i>Ch. mesnili</i>	-	-	1.6	3.2	2.6
<i>G. intestinalis</i>	24.0	-	32.5	17.4	34.4
<i>Cryptosporidium</i> sp.	-	35.7	14.9	-	0.6
<i>B. coli</i>	-	-	-	-	0.1
<i>Blastocystis</i> spp.	-	-	77.7	58.1	68.2
HELMINTOS	-	-	52.9	76.7	61.0
<i>H. nana</i>	-	-	2.4	-	2.1
<i>H. diminuta</i>	-	-	-	0.2	0.1
<i>Taenia</i> sp.	-	-	-	-	0.1
<i>E. vermicularis</i>	-	-	0.5	0.7	0.2
<i>T. trichiura</i>	33.0	-	43.2	72.4	54.3
<i>A. lumbricoides</i>	16.0	-	20.9	27.1	26.3
Ancilostómidos	7.0	-	18.6	12.7	10.8
<i>S. stercoralis</i>	4.0	-	1.0	-	0.2
TOTAL	77.1	-	92.9	94.6	93.7

Tabla 126. Referencias bibliográficas realizadas en la Región Caribe de Nicaragua, sobre parasitosis intestinales en población infantil en edad escolar (1985-2018). (*E. complejo**= *E. histolytica*/*E. dispar*/*E. moshkovskii*; ** trabajo monográfico sobre *Cryptosporidium* en el Departamento Río San Juan).

REFERENCIA (AUTOR)	TÉLLEZ <i>et al.</i> (1997)	OBERHELMAN <i>et al.</i> (1998)	ROCHA (2003)	ROSEWELL <i>et al.</i> (2010)	GOZALBO (2012)	PAVÓN (2014)	MUÑOZ-ANTOLÍ <i>et al.</i> (2018)
LOCALIDAD	DEPTO. DE LEÓN	DEPTO. DE CARAZO	DEPTO. DE MANAGUA/MASAYA	4 DEPTOS.	DEPTO. DE MANAGUA	REGION PACÍFICA	REGIÓN PACÍFICA
MUESTRAS	1267 niños	961 (<1 y 20 años)	549 (<2 y 12 años)	880 (4 y 15 años)	1936 (<1 y 18 años)	1881 (1 y 15 años)	1217 (<1 y 5 años)
ESPECIES PARÁSITAS	%	%	%	%	%	%	%
PROTOZOOS	-	-	-	-	69.7	81.0	65.9
<i>E. coli</i>	-	-	25.3	-	29.0	31.6	21.1
<i>E. complejo*</i>	18.6	0.1	4.4	-	11.0	9.7	6.2
<i>E. hartmanni</i>	-	-	-	-	12.2	15.2	10.1
<i>E. nana</i>	-	-	23.0	-	21.0	27.1	14.5
<i>I. bütschlii</i>	-	0.2	4.4	-	5.6	4.1	2.6
<i>Ch. mesnili</i>	-	-	5.3	-	1.8	3.5	3.7
<i>G. intestinalis</i>	15.6	29.1	47.2	-	25.1	33.3	31.7
<i>E. hominis</i>	-	-	-	-	0.7	0.1	0.08
<i>T. hominis</i>	-	-	2.0	-	-	-	-
<i>R. intestinalis</i>	-	-	-	-	0.2	0.5	0.4
<i>D. fragilis</i>	-	-	-	-	-	0.1	0.08
<i>Cryptosporidium</i> sp.	-	-	24.0	-	0.3	0.1	0.3
<i>B. coli</i>	-	-	-	-	-	0.1	-
<i>Blastocystis</i> spp.	-	-	-	-	48.6	60.8	45.5
HELMINTOS	-	-	-	-	9.2	19.5	13.1
<i>H. nana</i>	-	-	6.2	-	2.5	3.7	1.9
<i>H. diminuta</i>	-	-	-	-	0.05	-	0.08
<i>Taenia</i> sp.	-	-	0.4	-	0.05	-	-
<i>E. vermicularis</i>	-	-	0.2	-	0.05	0.1	0.08
<i>T. trichiura</i>	-	3.8	14.9	34.7	4.8	12.4	8.2
<i>A. lumbricoides</i>	13.4	7.5	6.9	20.7	2.3	7.8	5.2
Ancilostómidos	0.4	0.1	-	1.4	0.5	1.1	0.4
<i>S. stercoralis</i>	0.3	0.2	-	-	0.05	0.1	0.2
<i>Trichostrongylus</i> sp.	-	-	-	-	0.05	0.1	0.08
TOTAL	47.2	40.0	75.0	46.0	71.0	83.6	68.2

Tabla 127. Referencias bibliográficas realizadas en la Región Pacífica de Nicaragua, sobre parasitosis intestinales en población infantil en edad escolar (1985-2018). (*E. complejo**= *E. histolytica*/*E. dispar*/*E. moshkovskii*).

En lo que respecta al espectro helmintiano, en los estudios realizados en la Región Atlántica (CAVOUTI & LANCASTER, 1992; MUÑOZ-ANTOLÍ *et al.*, 2014, 2017), se observa que los datos se aproximan a los obtenidos en la presente Tesis Doctoral, siendo *T. trichiura* la especie más prevalente (54.3%), seguido de *A. lumbricoides* (26.3%) y Ancilostómidos (10.8%). Además, cabe resaltar como las prevalencias detectadas en la zona Atlántica son significativamente superiores a las detectadas en la Región Pacífica, como se observa en las Tablas 126 y 127. Aunque en el presente estudio la prevalencia de *S. stercoralis* haya resultado baja (0.2%), su

detección en el espectro podría estar subestimado dada la baja sensibilidad que presenta su diagnóstico en heces. Este nematodo ha sido detectado en la mayoría de los estudios de Nicaragua, presentando la mayor prevalencia en Corn Island (4%) (CAVOUTI & LANCASTER, 1992) y la menor (0.05%), en el Departamento de Managua (GOZALBO, 2012). En los Departamentos del Pacífico, como León (TÉLLEZ *et al.*, 1997) y Carazo (OBERHELMAN *et al.*, 1998), la especie más prevalente detectada fue *A. lumbricoides* (13.4% y 7.5%, respectivamente). Sin embargo, en los restantes trabajos del Pacífico, se reportó *T. trichiura* como la especie más prevalente (14.9%, 34.7%, 12.4% y 8.2%, respectivamente) (ROCHA, 2003; ROSEWELL *et al.*, 2010; PAVÓN, 2014; MUÑOZ-ANTOLÍ *et al.*, 2018), seguida de *A. lumbricoides*. En cambio, en el trabajo de GOZALBO (2012) la segunda especie más prevalente detectada fue *H. nana*. A nivel global, se observa cómo las especies más comunes detectadas son los geohelminos estrictos (*T. trichiura*, *A. lumbricoides* y Ancilostómidos), siendo reportados desde los estudios más antiguos del país.

Se ha llevado a cabo una amplia revisión bibliográfica (1985-2018) sobre estudios epidemiológicos del parasitismo intestinal en población infantil en países centroamericanos y en entornos insulares caribeños. La mayoría de estos trabajos han sido realizados en poblaciones urbanas, suburbanas y rurales, donde predomina la pobreza y el desempleo. Algunas de estas comunidades estudiadas son indígenas, aunque en general la población objeto de estudio se caracteriza por presentar una calidad de vida deficiente y con acceso limitado a los servicios básicos. En las Tablas 128 y 129, se recoge los datos más significativos para poder llevar a cabo la comparación de los resultados.

Desde el punto de vista cualitativo, el presente estudio evidencia mayor biodiversidad en el espectro parasitario, al presentar un total de 18 especies parásitas. El mayor espectro detectado corresponde al de un estudio realizado en Honduras (KAMINSKY, 2002), con 16 especies parásitas en total, de las cuales 10 fueron protozoos y 6 de helmintos. Como se observa en las Tablas, los espectros parasitarios son diversos, y se puede asociar a diferentes factores: en primer lugar, a las características geográficas y ecológicas de cada zona de estudio; en segundo lugar, a las condiciones climáticas de cada zona estudiada; y en tercer lugar, a la diferente experiencia del técnico-analista en el diagnóstico coproparasitológico. Cabe añadir, que

son pocos los estudios que detallan prevalencias de las especies comensales como *E. hartmanni*, *E. nana*, *I. bütschlii* y *Ch. mesnili*, quizá por la menor relevancia desde un punto de vista clínico, aunque presentan gran importancia epidemiológica, en especial en población infantil, ya que son marcadores biológicos muy relevantes de contaminación fecal. Entre estos estudios, la mayoría se ha llevado a cabo en México (CRUZ *et al.*, 1998; SÁNCHEZ-VEGA *et al.*, 2000; FAULKNER *et al.*, 2003; BELKIND-VALDOVINOS *et al.*, 2004; QUIHUI *et al.*, 2006; RODRÍGUEZ *et al.*, 2008; JIMÉNEZ-GONZÁLEZ *et al.*, 2009; QUIHUI-COTA & MORALES 2012a; QUIHUI-COTA *et al.*, 2013; TORRES-ROMERO *et al.*, 2014; MARTÍNEZ-BARBABOSA *et al.*, 2015), aunque existen otros en Honduras (KAMINSKY *et al.*, 1998; KAMINSKY, 2002; ARIMA *et al.*, 2011), Costa Rica (SERRANO-FRAGO & CANTILLO-ARRIETA, 2001; ABRAHAMS-SANDÍ *et al.*, 2005), Panamá (JIMÉNEZ-GUTIÉRREZ *et al.*, 2014), Cuba (MENDOZA *et al.*, 2001) y Jamaica (BARRET *et al.*, 2008).

Desde un punto de vista cuantitativo, la prevalencia de parasitación de cada especie parásita puede variar según la zona geográfica aunque también existe un número de variables demográficas y ecológicas que a su vez influyen en el grado de parasitación. No obstante, se debe tener en cuenta otros factores que van asociados al tipo de estudio realizado: como las características de la muestra; si proviene de pacientes sintomáticos o asintomáticos; el tamaño de la misma; y el rango de edad y los métodos de diagnóstico empleados para la detección de enteroparásitos. Estas variables pueden influir en los porcentajes de parasitación detectados.

Con respecto a la parasitación total, el presente estudio ha presentado mayor prevalencia de parasitación que las reportadas en los países de Centroamérica y en los entornos insulares caribeños. Tan solo el trabajo de GEERS-CHILDERS *et al.* (2014), sobre la prevalencia de parásitos intestinales en niños de una comunidad rural de Republica Dominicana, reportó una prevalencia de parasitación de 99.2%. Nuestro estudio además reflejó mayor porcentaje de parasitación de protozoos que de helmintos, lo cual coincide con ciertos autores en México (JIMÉNEZ-GONZÁLEZ *et al.*, 2009; QUIHUI-COTA & MORALES 2012a, b; QUIHUI-COTA *et al.*, 2013; MARTÍNEZ-BARBABOSA *et al.*, 2015), Costa Rica (SERRANO-FRAGO & CANTILLO, 2001; CASTILLO *et al.*, 2002) y Cuba (LAVIN *et al.*, 2008).

PAÍS	PREVALENCIA PARASITACIÓN (%)	ESPECTRO PARASITARIO			REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA
		n° especies	n° protozoos	n° helmintos	
MÉXICO	-	1	1	-	MILLER <i>et al.</i> (1994)
	-	4	-	4	TAY <i>et al.</i> (1995)
	-	1	1	-	ENRÍQUEZ <i>et al.</i> (1997)
	70.8	9	7	2	CRUZ <i>et al.</i> (1998)
	69.5	3	2	1	MARTÍNEZ & JUSTINIANI, (1999)
	49.1	6	2	4	RODRÍGUEZ-GUZMÁN <i>et al.</i> (2000)
	64.7	12	7	5	SÁNCHEZ-VEGA <i>et al.</i> (2000)
	40.2	6	3	3	DÁVILA-GUTIÉRREZ <i>et al.</i> (2001)
	44.0	9	5	4	DÍAZ <i>et al.</i> (2003)
	30.0	12	6	6	FAULKNER <i>et al.</i> (2003)
	67.0	3	2	1	MORALES-ESPINOZA <i>et al.</i> (2003)
	23.0	8	6	2	BELKIND-VALDOVINOS <i>et al.</i> (2004)
	-	1	1	-	CIFUENTES <i>et al.</i> (2004)
	-	7	4	3	QUIHUI <i>et al.</i> (2006)
	31.2	2	2	-	ÁVILA-RODRÍGUEZ <i>et al.</i> (2007)
	28.4	2	-	2	GUTIÉRREZ-RODRÍGUEZ <i>et al.</i> (2007)
	-	2	2	-	PANIAGUA <i>et al.</i> (2007)
	30.0	7	3	4	GUERRERO <i>et al.</i> (2008)
	38.0	6	5	1	RODRÍGUEZ <i>et al.</i> (2008)
	38.4	2	2	-	ÁVILA-RODRÍGUEZ <i>et al.</i> (2010)
	31.2-53.2	6	2	4	SÁNCHEZ DE LA BARQUERA & MIRAMONTES (2011)
	35.0	5	4	1	QUIHI-COTA & MORALES (2012a)
	68.0	6	5	1	QUIHI-COTA & MORALES (2012b)
12.0-62.8	5	3	2	GUTIÉRREZ-JIMÉNEZ <i>et al.</i> (2013)	
29.0	6	5	1	QUIHI-COTA <i>et al.</i> (2013)	
-	9	3	6	ZUMAQUERO-RÍOS <i>et al.</i> (2013)	
68.0	12	7	5	MARTÍNEZ-BARBABOSA <i>et al.</i> (2015)	
60.0	8	6	2	ZAVALA <i>et al.</i> (2017)	
BELICE	75.6	12	8	4	AIMPUN & HSIEH (2004)
	58.5	3	2	1	CORRALES <i>et al.</i> (2011)
	60.1	5	-	5	KAMINSKY <i>et al.</i> (2014)
GUATEMALA	-	5	3	2	COOK <i>et al.</i> (2009)
	85.5	4	2	2	JENSEN <i>et al.</i> (2009)
	68.6	3	-	3	SORENSEN <i>et al.</i> (2011)
HONDURAS	-	5	3	2	KAMINSKY (1991)
	-	13	8	5	KAMINSKY <i>et al.</i> (1998)
	82.4	4	-	4	ESPINOZA <i>et al.</i> (1999)
	-	2	-	2	KAMINSKY & RETES (2000)
	-	3	-	3	KAMINSKY <i>et al.</i> (2000)
	-	2	-	2	SMITH <i>et al.</i> (2001)
	-	16	10	6	KAMINSKY (2002)

Tabla 128. Revisión bibliográfica (1985-2018) de estudios sobre parasitismo intestinal en población infantil de países centroamericanos y entornos caribeños insulares.

PAÍS	PREVALENCIA PARASITACIÓN (%)	ESPECTRO PARASITARIO			REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA
		n° especies	n° protozoos	n° helmintos	
HONDURAS	-	11	9	2	ARIMA <i>et al.</i> (2011)
	72.5	3	-	3	SÁNCHEZ <i>et al.</i> (2013)
	-	3	-	3	MEJÍA-TORRES <i>et al.</i> (2014)
	61.0	7	4	3	LICONA <i>et al.</i> (2014)
	74.4	3	-	3	SÁNCHEZ <i>et al.</i> (2015)
EL SALVADOR	49.0	6	4	2	REINTHALER <i>et al.</i> (1988)
	7.9	3	-	3	RENÉ <i>et al.</i> (2015)
COSTA RICA	84.4	9	7	2	REYES <i>et al.</i> (1987)
	-	4	-	4	TULIO-MORALES & BOLAÑOS 1997
	40.4	13	5	8	SERRANO-FRAGO & CANTILLO-ARRIETA (2001)
	45.0	9	3	6	CERDAS, ARAYA & COTO (2003)
	47.6	12	7	5	ABRAHAMS-SANDÍ <i>et al.</i> (2005)
	84.0	9	4	5	HERNÁNDEZ-CHAVARRÍA & MATAMOROS (2005)
	60.0	5	3	2	ARÉVALO <i>et al.</i> (2007)
PANAMÁ	-	6	2	4	HOLLAND <i>et al.</i> (1987)
	-	5	-	5	ROBERTSON <i>et al.</i> (1989)
	-	3	-	3	HALPENNY <i>et al.</i> (2013)
	-	10	5	5	VALDÉS-SÁNCHEZ (2013)
	61.0	10	7	3	JIMÉNEZ-GUTIÉRREZ <i>et al.</i> (2014)
CUBA	-	1	1	-	BUSTELO <i>et al.</i> (1997)
	42.2	5	2	3	GÓMEZ <i>et al.</i> (1999)
	89.8	2	1	1	MAYOR <i>et al.</i> (2000)
	79.0	12	9	3	MENDOZA <i>et al.</i> (2001)
	54.7	9	5	4	CASTILLO <i>et al.</i> (2002)
	34.4	11	6	5	NÚÑEZ <i>et al.</i> (2003b)
	35.4	8	4	4	NÚÑEZ <i>et al.</i> (2003c)
	47.0-59.0	5	2	3	WÖRDEMANN <i>et al.</i> (2006)
	69.9	5	3	2	PÉREZ-CUETO <i>et al.</i> (2007)
	59.5	4	2	2	ESCOBEDO <i>et al.</i> (2008)
	46.8	5	3	2	LAVIN <i>et al.</i> (2008)
	22.0	4	-	4	WÖRDEMANN <i>et al.</i> (2008)
	71.1	10	5	5	CAÑETE <i>et al.</i> (2012)
	62.9	3	2	1	HERNÁNDEZ-FAURE <i>et al.</i> (2012)
	17.8	7	4	3	MENOCAL-HEREDIA <i>et al.</i> (2013)
51.4	4	3	1	DIÉGUEZ-LEIVA (2014)	
51.4	4	2	2	CAÑETE <i>et al.</i> (2017)	
JAMAICA	-	4	3	1	BARRET <i>et al.</i> (2008)
HAITÍ	34.0	6	-	6	PAPE <i>et al.</i> (1987)
	-	1	1	-	CHAMPETIER DE RIBES <i>et al.</i> (2005)
REPÚBLICA DOMINICANA	40.0	5	2	3	CASTILLO <i>et al.</i> (1998)
	99.1	4	2	2	GEERS-CHILDERS <i>et al.</i> (2014)

Tabla 129. Revisión bibliográfica (1985-2018) de estudios sobre parasitismo intestinal en población infantil de países centroamericanos y entornos caribeños insulares.

Analizando el espectro protozoario de la presente Tesis Doctoral, la especie de mayor prevalencia fue *Blastocystis* spp. (68.2%). Resulta importante destacar la escasez de trabajos que han reportado la presencia de esta especie en el espectro parasitario habitual, así como las prevalencias muy inferiores a la detectada en el presente estudio. La menor prevalencia (1.9%) se detectó en el estudio de CERDAS *et al.* (2003) en Costa Rica. En México, las prevalencias reportadas se encontraron en un rango de 2.8-7.2% (CRUZ *et al.*, 1998; ZUMAQUERO-RÍOS *et al.*, 2013; MARTÍNEZ-BARBABOSA *et al.*, 2015). En Cuba, se observó mayor rango de parasitación, llegando hasta un 28.5% (MENDOZA *et al.*, 2001; CASTILLO *et al.*, 2002; NÚÑEZ *et al.*, 2003b, c; CAÑETE *et al.*, 2012; MENOCA-HEREDIA *et al.*, 2013; DIÉGUEZ-LEIVA, 2014; y CAÑETE *et al.*, 2017). La principal causa de esta variación se puede asociar a un fallo en el diagnóstico coproparasitológico, dada la dificultad de identificar las diferentes formas de *Blastocystis*, siendo la forma de quiste la más difícil de reconocer. Por otro lado, su presencia en heces ha sido asociada a un deterioro de la muestra por una mala conservación, e incluso se puede llegar a confundir con otros microorganismos presentes en heces (RODRÍGUEZ-ALARCÓN *et al.*, 2007; STENSVOLD *et al.*, 2007; TAN, 2008). Resulta conveniente emplear métodos de diagnóstico de mayor precisión además de formar al personal técnico/analista, y capacitarlo para la correcta identificación de esta especie, dada la importancia que está adquiriendo globalmente, por su elevada prevalencia y por su posible papel patogénico.

La segunda especie más encontrada en el espectro de protozoos fue *G. intestinalis* (34.4%), con prevalencias similares a las obtenidas en México (29%, según QUIHUI-COTA & MORALES-FIGUEROA 2012a; y 39.3%, según TORRES-ROMERO *et al.*, 2014) y Panamá (32%, según JIMÉNEZ-GUTIÉRREZ *et al.*, 2014). Sin embargo, otros autores en otros países han detectado mayores prevalencias: RODRÍGUEZ-GUZMÁN *et al.* (2000), SÁNCHEZ-VEGA *et al.* (2005) y ÁVILA-RODRÍGUEZ *et al.* (2010), en México (54.4%, 50% y 44.3%, respectivamente); KAMINSKY (1991, 1998) en Honduras (61% y 56.1%, respectivamente); REYES *et al.* (1987) en Costa Rica (47%); VALDÉS-SÁNCHEZ (2013) en Panamá (47%); y MENDOZA *et al.* (2001), CAÑETE *et al.* (2012) y DIÉGUEZ-LEIVA (2014) en Cuba (54.6%, 54.8% y 52.7%, respectivamente).

En tercer lugar, se encuentra la especie *E. coli* (33.3%) cuya prevalencia resultó similar a la reportada en México (32.9%, según MORALES-ESPINOZA *et al.*, 2003; y 39.6%, según MARTÍNEZ-BARBABOSA *et al.*, 2015), aunque la mayoría de trabajos reportaron una prevalencia inferior, con un rango entre 2.9% y 19% (SERRANO-FRAGO & CANTILLO 2001; KAMINSKY, 2002; ABRAHAMS-SANDÍ *et al.*, 2005; HERNÁNDEZ & MATAMOROS 2005; ARÉVALO *et al.*, 2007; ARIMA *et al.*, 2011; CAÑETE *et al.*, 2012; QUIHI-COTA & MORALES, 2012b; QUIHUI-COTA *et al.*, 2013; TORRES-ROMERO *et al.*, 2014; LEIVA *et al.*, 2017).

Con respecto al diagnóstico del complejo *Entamoeba* (*E. histolytica*/*E. dispar*/*E. moshkovskii*), las prevalencias reportadas varían según el país. Así, algunos autores han reportado prevalencias similares a la obtenida (10.4%) tales como CRUZ *et al.* (1998), DÁVILA-GUTIÉRREZ *et al.* (2001), QUIHUI-COTA & MORALES-FIGUEROA (2012a), MARTÍNEZ-BARBABOSA *et al.* (2015) en México; COOK *et al.* (2009) en Guatemala; ARÉVALO *et al.* (2007) en Costa Rica; CASTILLO *et al.* (2002); y PÉREZ-CUETO *et al.* (2007) en Cuba. En cambio, en algunos trabajos en México se ha detectado prevalencias significativamente superiores (51.2%, según MORALES-ESPINOZA *et al.*, 2003; y 79.7%, según ÁVILA-RODRÍGUEZ *et al.*, 2007). Es cierto que el sobrediagnóstico de la amebiosis es un problema epidemiológico actual, y que en la mayoría de casos se puede asociar a que el personal no presenta la formación adecuada en el diagnóstico coproparasitológico, ya que los macrófagos o leucocitos en heces pueden ser confundidos con trofozoítos o con las formas quísticas (LAVIN *et al.*, 2008). Además, la dificultad diagnóstica aumenta si se considera la presencia de quistes de otras amebas del género *Entamoeba*, tales como *E. coli* y *E. hartmanni* (MORALES-ESPINOZA *et al.*, 2003). En estos trabajos no se especifica la especie implicada debido a la falta de empleo de métodos más específicos (moleculares e inmunológicos) que permiten mejorar la calidad del diagnóstico (GONZÁLEZ-RUÍZ *et al.*, 1994; SINGH *et al.*, 2009; GOMILA *et al.*, 2011; RIVERO-RODRÍGUEZ *et al.*, 2016).

Entamoeba hartmanni es la quinta especie más prevalente en la presente Tesis Doctoral (19%), aunque son pocos los trabajos que reportan la presencia de esta especie (KAMINSKY, 2002; y ARIMA *et al.*, 2011 en Honduras; y ABRAHAMS-SANDÍ *et al.*, 2005 en Costa Rica) obteniéndose prevalencias significativamente inferiores (2.5%, 1.% y 1.1%, respectivamente). Como se ha mencionado anteriormente, podría ser

confundida con *E. hystolica*/*E. dispar*/*E. moshkovskii*, al presentar una morfología similar, aunque presente menor tamaño, por lo que para la correcta identificación de esta especie también se requiere de personal cualificado. En relación a las demás especies comensales (*E. nana*, *I. büttchlii* y *Ch. mesnili*), las prevalencias obtenidas (27.4%, 3.8% y 2.6%, respectivamente), concuerdan con la de otros estudios realizados en México (CRUZ *et al.*, 1998; TORRES-ROMERO *et al.*, 2014) y en Cuba (MENDOZA *et al.*, 2001).

Los datos de prevalencia que se dispone sobre *Cryptosporidium* en países como México (MILLER *et al.*, 1994; ENRÍQUEZ *et al.*, 1997; DÍAZ *et al.*, 2003; SÁNCHEZ-VEGA *et al.*, 2005), Honduras (KAMINSKY 1991, 2002; ARIMA *et al.*, 2011), El Salvador (REINTHALER *et al.*, 1988), Cuba (BUSTELO *et al.*, 1997; MENDOZA *et al.*, 2001; NÚÑEZ *et al.*, 2003b, c) y Haití (PAPE *et al.*, 1987), son significativamente superiores a los obtenidos en la presente Tesis Doctoral. Sin embargo, cabe mencionar, el trabajo de MUÑOZ-ANTOLÍ *et al.* (2011) sobre la cryptosporidiasis en el Departamento de Río San Juan de Nicaragua, en el que se obtuvo una prevalencia de 35.7%, aunque se utilizaron técnicas moleculares.

Resulta particular el caso de *B. coli*, con tan solo un caso detectado en RAAN. Su presencia ha sido reportada anteriormente en México (ZAVALA *et al.*, 2017) y en Costa Rica (SERRANO-FRAGO & CANTILLO, 2001), con prevalencias superiores a la obtenida en el presente estudio. La balantidiasis es una enfermedad que presenta la misma vía de transmisión (fecal-oral) que las especies protozoarias mencionadas anteriormente, por lo que también actúa como un indicador de contaminación fecal ambiental. Aunque su prevalencia global no es elevada, esta podría estar subestimada, ya que la mayoría de estudios o reportes epidemiológicos se basan en pacientes sintomáticos e inmunocomprometidos.

En relación a los helmintos, *T. trichiura* fue la especie más detectada en el espectro, presentando una prevalencia por encima de *A. lumbricoides*, coincidiendo con los datos obtenidos en algunos países como México (GUTIÉRREZ-RODRÍGUEZ *et al.*, 2007), Honduras (SÁNCHEZ *et al.*, 2013, 2015; MEJÍA-TORRES *et al.*, 2014), El Salvador (REINTHALER *et al.*, 1989; RENÉ *et al.*, 2015), Costa Rica (CERDAS *et al.*, 2003; ABRAHAMS-SANDÍ *et al.*, 2005), Panamá (ROBERTSON *et al.*, 1989) y Cuba

(GÓMEZ *et al.*, 1999; CASTILLO *et al.*, 2002; LAVIN *et al.*, 2008; WÖRDEMANN *et al.*, 2008; CAÑETE *et al.*, 2017). Sin embargo, difiere de otros estudios efectuados en México (TAY *et al.*, 1995; RODRÍGUEZ-GUZMÁN *et al.*, 2000; SÁNCHEZ-VEGA *et al.*, 2000; DÁVILA-GUTIÉRREZ *et al.*, 2001; FAULKNER *et al.*, 2003; MORALES-ESPINOZA *et al.*, 2003; GUTIÉRREZ-JIMÉNEZ *et al.*, 2013), Honduras (ESPINOZA *et al.*, 1999; KAMINSKY & REYES, 2000; KAMINSKY *et al.*, 2000; SMITH *et al.*, 2001; KAMINSKY, 2002; LICONA *et al.*, 2014; LEIVA *et al.*, 2017), Guatemala (JENSEN *et al.*, 2009; SORENSEN *et al.*, 2011), y Costa Rica (HERNÁNDEZ & MATAMOROS, 2005; ARÉVALO *et al.*, 2007), donde *A. lumbricoides* es el geohelmintho más prevalente. Con respecto a los Ancilostómidos, en el presente estudio ocupa el tercer lugar en el espectro helmintiano, con una prevalencia (10.8%), superior a la reportada por otros autores en México (MARTÍNEZ-BARBABOSA *et al.*, 2015; ZAVALA *et al.*, 2017), Honduras (KAMINSKY *et al.*, 1998; KAMINSKY, 2002; LICONA *et al.*, 2014; MEJÍA-TORRES *et al.*, 2014), El Salvador (RENÉ *et al.*, 2015), Costa Rica (TULIO-MORALES, 1997; SERRANO-FRAGO & CANTILLO, 2001; CERDAS *et al.*, 2003; ABRAHAMS-SANDÍ *et al.*, 2005) Panamá (HALPENNY *et al.*, 2013), Cuba (CASTILLO *et al.*, 2002; NÚÑEZ *et al.*, 2003b) y Haití (CHAMPETIER *et al.*, 2002).

Las prevalencias detectadas de *H. nana* se aproximan a las reportadas en México (1.8%, según TAY *et al.*, 1995; 5.3%, según DÁVILA-GUTIÉRREZ *et al.*, 2001; 1.5%, según MORALES-ESPINOZA *et al.*, 2003; 2.6%, según JIMÉNEZ-GONZÁLEZ *et al.*, 2009; y 2.1%, según QUIHUI-COTA *et al.*, 2013), Guatemala (5.4% según COOK *et al.*, 2009), Honduras (1.3%, según KAMINSKY 2002; y 1%, según ARIMA *et al.*, 2011), Panamá (1% según JIMÉNEZ-GUTIÉRREZ *et al.*, 2014) y Haití (2% según CHAMPETIER *et al.*, 2002). Sin embargo, algunos autores en México (CRUZ *et al.*, 1998; MARTÍNEZ-BARBABOSA *et al.*, 2015), han reportado *H. nana* como la especie más prevalente entre los geohelminthos (14.6% y 16.4%, respectivamente).

En relación a *S. stercoralis*, se detectó únicamente en tres ocasiones en RAAN; en concreto, en el caso de una niña de 10 años, y dos niños de 7 y 8 años. Las prevalencias reportadas en algunos países como Honduras (KAMINSKY, 1991; KAMINSKY *et al.*, 1998; ESPINOZA *et al.*, 1999; KAMINSKY & RETES, 2000; KAMINSKY, 2002), Costa Rica (HERNÁNDEZ & MATAMOROS, 2005) y Cuba

(CAÑETE *et al.*, 2012), superan a la obtenida en el presente estudio. Los geohelminthos estrictos, requieren de condiciones ambientales apropiadas (temperatura 23°C-35°C, humedad, sombra), y de propiedades específicas de suelo (tamaño de partícula, textura arenosa, humedad), para permitir el desarrollo del parásito. Las Regiones Autónomas nicaragüenses se caracterizan por su riqueza en suelos agrícolas, temperatura tropical y elevada humedad, convirtiéndolas en lugares idóneos para la transmisión de geohelminthos. Sin embargo, el diagnóstico coproparasitológico empleado para la detección de *S. stercoralis* presenta poca sensibilidad, por lo que se recomienda añadir otras técnicas de diagnóstico para aumentar la sensibilidad. En los trabajos de KAMINSKY *et al.* (1998) y ESPINOZA *et al.* (1999) se empleó el método de Baermann y la migración de larvas en Agar, observándose los mayores porcentajes de *S. stercoralis* (18.5% y 23%, respectivamente).

En lo que respecta a *E. vermicularis*, tan solo se detectó en RAAS, con una prevalencia poco significativa, debido a que no se empleó el método estándar para la detección de huevos de esta especie. Así, cabe citar el trabajo de PÉREZ-CUETO *et al.* (2007) realizado en Cuba, en el que se empleó la cinta de Graham para la identificación del oxiuro, obteniendo una prevalencia de 77.4%.

Finalmente, dentro del espectro helmintiano, se detectó casos puntuales de *Taenia* sp., y tan solo algunos autores han reportado su presencia en el espectro parasitario: SERRANO-FRAGO & CANTILLO (2001), CHAMPETIER *et al.* (2002), KAMINSKY (2002) y CAÑETE *et al.* (2012). De igual forma sucede con la especie *H. diminuta*, la cual solo ha sido reportada en un estudio en México (MARTÍNEZ-BARBABOSA *et al.*, 2015), con una prevalencia de 1.2%.

4.2.- EN RELACIÓN AL MULTIPARASITISMO

El multiparasitismo (77.5%) ha predominado significativamente sobre la monoparasitación en todos los municipios de la zona Atlántica. La co-infección más frecuente detectada fue la de 2 especies parásitas a la vez, seguido de la parasitación simultánea por 3 especies. No obstante, cabe mencionar el mayor grado de multiparasitismo detectado, en el caso de un niño de 8 años de Siuna (RAAN), al albergar hasta 10 especies parásitas diferentes. El mayor grado de multiparasitismo

coincide con algunos trabajos realizados en Nicaragua: en el Departamento de Río San Juan (MUÑOZ-ANTOLÍ *et al.*, 2014), en el municipio Laguna de Perlas (MUÑOZ-ANTOLÍ *et al.*, 2017) y en los Departamentos de la Región Pacífica de Nicaragua (GOZALBO, 2012; PAVÓN, 2014; MUÑOZ-ANTOLÍ *et al.*, 2018).

En la gran mayoría de trabajos realizados en otros países centroamericanos o entornos caribeños, no se hace referencia a los distintos grados de multiparasitismo en la población objeto de estudio. Además, como se observa en la Tabla 130, la mayoría de estudios reflejan mayor porcentaje de monoparasitación, y tan solo en los estudios de MORALES-ESPINOZA *et al.* (2003), QUIHUI-COTA & MORALES (2012a) en México y SÁNCHEZ *et al.* (2015) en Honduras, destaca la prevalencia del multiparasitismo sobre el monoparasitismo. La co-existencia simultánea de especies patógenas y comensales en el tracto gastrointestinal podría suponer una mayor predisposición a las infecciones por enteroparásitos, por una modulación en la respuesta inmunitaria frente a otras especies, facilitando infecciones secundarias e incluso diferentes grados de multiparasitismo.

En el presente estudio, la coparasitación no presentó diferencias estadísticamente significativas en cuanto al sexo ni al tipo de población estudiada. Sin embargo, se observó que la multiparasitación afectó significativamente a los escolares de 5 a 9 años, mientras que los menos afectados fueron los más pequeños. Los niños en edad escolar son más independientes, presentan mayor contacto con el medio ambiente y menor control parental, por lo que están más expuestos a contraer infecciones intestinales que los niños en edad preescolar. En el trabajo de MUÑOZ-ANTOLÍ *et al.* (2014), se detectó mayor porcentaje de multiparasitismo en niñas, en los escolares de 6 a 11 años, y en la población de zona rural, con diferencias estadísticamente significativas. En el trabajo de HOLLAND *et al.* (1987), realizado en Panamá, el multiparasitismo resultó significativamente superior en comunidades rurales que en las semi-urbanas.

REFERENCIA	CURZ <i>et al.</i> (1998)	MORALES-ESPINOZA <i>et al.</i> (2003)	ÁVILA-RODRÍGUEZ <i>et al.</i> (2010)	QUIHI-COTA & MORALES (2012a)	QUIHI-COTA & MORALES (2012b)	QUIHI-COTA <i>et al.</i> (2013)	TORRES-ROMERO <i>et al.</i> (2014)	MARTÍNEZ-BARBABOSA <i>et al.</i> (2015)	ZAVALA <i>et al.</i> (2017)	MEJÍA-TORRES <i>et al.</i> (2014)	SÁNCHEZ <i>et al.</i> (2015)	JENSEN <i>et al.</i> (2009)	CERDAS <i>et al.</i> (2003)	ARÉVALO <i>et al.</i> (2007)	LAVIN <i>et al.</i> (2008)	PRESENTE TESIS DOCTORAL
PAÍS	MÉX	MÉX	MÉX	MÉX	MÉX	MÉX	MÉX	MÉX	MÉX	HON	HON	GUAT	C. R.	C. R.	CUBA	
MONOPARASITISMO (%)	32.4	26.8	23.7	27.0	17.0	15.0	14.2	43.0	47.6	28.9	12.3	48.4	27.8	46.9	33.9	15.9
MULTIPARASITISMO (%)	38.4	40.0	14.7	41.0	18.0	14.0	5.4	24.2	12.3	14.6	62.1	37.0	16.9	13.1	11.3	77.5
Nº ESPECIES	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
2	-	28.8	-	-	-	-	3.3	14.4	-	-	-	25.6	11.7	3.1	10.3	27.5
3	-	9.9	-	-	-	-	1.4	7.6	-	-	-	9.3	1.9	10.0	1.0	26.7
4	-	1.4	-	-	-	-	0.7	2.0	-	-	-	2.1	2.2	-	-	21.9
5	-	-	-	-	-	-	-	0.2	-	-	-	-	-	-	-	12.8
6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7.4
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.6
8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.8
9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.3
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.1

Tabla 128. Prevalencia de multiparasitismo vs monoparasitismo y grados de multiparasitismo, detectados en países centroamericanos y en islas caribeñas. %= porcentaje de parasitación. MÉX=México; HON=Honduras; GUAT=Guatemala; C.R.=Costa Rica.

En el presente estudio, se analizó las asociaciones entre las especies consideradas patógenas, con el objetivo de visualizar si la presencia de una especie favorece la aparición de otras enteroparasitosis. Son escasos los estudios de esta índole que reflejen las diferentes especies implicadas en las asociaciones detectadas. Tampoco se documenta el grado de asociación o la correlación entre las especies detectadas. De la bibliografía estudiada, cabe citar el trabajo de MUÑOZ-ANTOLÍ *et al.* (2014) en el Departamento de Río San Juan de Nicaragua, en el que se obtuvo asociación positiva significativa entre todas las helmintiasis transmitidas por el suelo (*T. trichiura*, *A. lumbricoides* y Ancilostómidos), coincidiendo con los resultados obtenidos en la presente Tesis Doctoral. Además, en el estudio de las geohelmintiasis en población infantil de Laguna de Perlas (MUÑOZ-ANTOLÍ *et al.*, 2017), se detectó asociación significativa entre los geohelminthos, a excepción de la asociación entre *A. lumbricoides* y Ancilostómidos.

De las diferentes asociaciones estudiadas, cabe destacar que *Blastocystis* spp. fue la especie que presentó mayor porcentaje de asociación, seguida de *G. intestinalis* y *T. trichiura*. En algunos trabajos de países como México (DÁVILA-GUTIÉRREZ *et al.*, 2001), solo se hace referencia a que las especies detectadas en el espectro se encuentran mayoritariamente en asociación, pero no especifica dichas asociaciones. El estudio de TORRES-ROMERO *et al.* (2014) reportan la mayor frecuencia de asociación entre las especies *G. intestinalis*, *E. nana* y *Blastocystis* spp. En Honduras, KAMINSKY *et al.* (1998) expone la frecuencia de las diferentes asociaciones entre los enteroparásitos detectados, predominando la asociación entre *G. intestinalis* y *S. stercoralis*, seguido de la co-infección entre *A. lumbricoides* y *T. trichiura*. Además, se observa como *G. intestinalis* se encuentra presente en la mayoría de las asociaciones detectadas. En el trabajo de SMITH *et al.* (2001), sobre HTS en niños y adultos de comunidades rurales en Honduras, se hace referencia a la asociación significativa de la co-infección entre *A. lumbricoides* y *T. trichiura*. KAMINSKY *et al.* (2002) identificaron la asociación entre *A. lumbricoides* y *T. trichiura* como la más frecuente, mientras que la co-infección entre *A. lumbricoides* y Ancilostómidos resultó la menos prevalente. Finalmente, JENSEN *et al.* (2009), sobre la prevalencia de infecciones gastrointestinales en niños de Guatemala, revelaron que las asociaciones más frecuentes fueron entre *A. lumbricoides* y *E. histolytica/E. dispar*, *A. lumbricoides* y *Campylobacter* sp., y, entre *A. lumbricoides* y *T. trichiura*. Además, se detectó asociación estadísticamente significativa entre *A. lumbricoides* con cada una de las especies patógenas encontradas.

Los resultados obtenidos en el presente estudio evidencian que la población objeto de estudio presenta un elevado porcentaje de multiparasitación, en el que la mayoría de asociaciones estudiadas presentan correlación positiva y significativa. Sin embargo, escasos estudios documentan el impacto que presenta el multiparasitismo sobre la morbilidad de la población afectada y tampoco se conocen muy bien los mecanismos que lo producen. Se ha valorado la posibilidad de que exista un mecanismo de sinergismo entre el hospedador y los parásitos, lo que puede suponer un impacto negativo sobre el crecimiento y desarrollo de los niños, resultando en un estado de malnutrición crónico (MUPFASONI *et al.*, 2009; EZEAMAMA *et al.*, 2008). Asimismo, el mayor grado de multiparasitismo indica la importancia en realizar un diagnóstico coprológico con la mayor precisión posible, y así poder seleccionar el

agente o los agentes terapéuticos más adecuados para combatir las enteroparasitosis detectadas.

4.3.- EN RELACIÓN A LA INTENSIDAD DE PARASITACIÓN

El estudio de la intensidad de parasitación resulta de gran relevancia epidemiológica ya que permite establecer los diferentes grados de parasitación en zonas endémicas. Concretamente, el estudio de la intensidad de parasitación de las helmintiasis transmitidas por el suelo o geohelmintiasis, permite establecer pautas terapéuticas y permite valorar la eficacia de los tratamientos empleados en la población objeto de estudio. Sorprendentemente, en Centroamérica y el Caribe son escasos los trabajos que reportan la intensidad de parasitación de las HTS. De Nicaragua, tan solo el trabajo de MUÑOZ-ANTOLÍ *et al.* (2017) expone las diferentes cargas de parasitación de los geohelminthos detectados, así como la clasificación de la intensidad de infección. Así, dicho estudio reveló la mayor carga de parasitación por la especie *A. lumbricoides*, con una media geométrica de 4237 huevos por gramo de heces (hgh), seguido de *T. trichiura* (459 hgh) y Ancilostómidos (174 hgh). Con respecto a la clasificación de las intensidades, la mayoría de infecciones por *A. lumbricoides* fueron de tipo moderado, mientras que la mayoría de infecciones por *T. trichiura* y Ancilostómidos fueron de carácter leve, y solo las especies *A. lumbricoides* y *T. trichiura* alcanzaron intensidades elevadas. Estos resultados se aproximan bastante a los obtenidos en el presente trabajo de Tesis Doctoral.

De la bibliografía revisada, algunos trabajos realizados en Honduras (SÁNCHEZ *et al.*, 2013, 2015) coinciden con los resultados obtenidos (Tabla 131), detectándose la mayoría de infecciones por *A. lumbricoides* de carácter moderado, alcanzando intensidad elevada, mientras que la mayoría de infecciones por *T. trichiura* fueron leves, si bien alcanzaron intensidades elevadas. En relación a los Ancilostómidos, nuestro estudio reveló mayoría de infección leve sin presentar infecciones de carácter elevado, mientras que otros autores (SORENSEN *et al.*, 2011; SÁNCHEZ *et al.*, 2013; KAMINSKY *et al.*, 2014) obtuvieron intensidades elevadas. En el estudio de KAMINSKY *et al.* (1998) se detectó que todas las infecciones por *A. lumbricoides* fueron de carácter leve y la mayoría de casos de *T. trichiura* fueron leves, aunque presentaron casos puntuales de infecciones moderadas, mientras que las

infecciones por Ancilostómidos fueron todas de intensidad leve. En un estudio sobre la eosinofilia asociada a las helmintiasis en niños de Honduras (ESPINOZA *et al.*, 1999), la mayoría de infecciones de *A. lumbricoides* y *T. trichiura* fueron leves (Tabla 131), mientras que los únicos dos casos de Ancilostómidos detectados fueron de carácter moderado. En el trabajo de KAMINSKY & RETES (2000), las infecciones por *A. lumbricoides* y *T. trichiura* fueron de carácter leve, detectándose tan solo un caso de *T. trichiura* de carácter moderado. En el estudio de KAMINSKY *et al.* (2000), las infecciones por *T. trichiura* fueron todas leves, mientras que las infecciones por *A. lumbricoides* fueron de carácter leve (93%) y moderado (7%).

LICONA *et al.* (2014) reportaron la mayoría de infecciones por *A. lumbricoides* de carácter moderado, alcanzando infecciones de tipo elevada, mientras que la mayoría de infecciones por *T. trichiura* fueron moderadas, sin presentar intensidad elevada. El estudio de MEJÍA-TORRES *et al.* (2014) reflejó la mayoría de infección leve para *T. trichiura* (78.9%), *A. lumbricoides* (54.8%) y Ancilostómidos (90.9%) seguido de las infecciones moderadas, aunque sólo las especies *A. lumbricoides* (4.2%) y *T. trichiura* (2.3%), presentaron intensidades elevadas. El estudio sobre la prevalencia e intensidad de infección por geohelminthos en escolares de El Salvador (RENÉ *et al.*, 2015), reveló la mayoría de infecciones por *A. lumbricoides*, *T. trichiura* y Ancilostómidos de carácter leve, detectándose casos puntuales de intensidades elevadas de *A. lumbricoides* y Ancilostómidos.

Las infecciones elevadas de *A. lumbricoides* predominaron significativamente en zona urbana, mientras que las intensidades elevadas por *T. trichiura* predominaron en zona rural, con significación estadística. Con respecto a la edad, tanto *A. lumbricoides* como *T. trichiura* fueron más frecuentes en los escolares de 5 a 9 años, aunque sin significación estadística. En el artículo de KAMINSKY *et al.* (2014), sobre las helmintiasis transmitidas por el suelo en niños en edad escolar en el sur de Belice, se observó una mayor prevalencia de infecciones elevadas en zona rural que urbana, y en los escolares de 10 a 12 años. En cambio, el estudio de SMITH *et al.* (2001), realizado en 4 comunidades rurales de Honduras, las infecciones moderadas de *A. lumbricoides* predominaron en los niños de 2 a 4 años, y la intensidad moderada de *T. trichiura* resultó mayoritaria en los escolares de 5 a 12 años.

CLASE INTENSIDAD	<i>A. lumbricoides</i>			<i>T. trichiura</i>			Ancilostómidos		
	LEVE %	MODERADA %	ELEVADA %	LEVE %	MODERADA %	ELEVADA %	LEVE %	MODERADA %	ELEVADA %
REFERENCIA (AUTOR)									
KAMINSKY <i>et al.</i> (1998)	100	-	-	95.8	4.2	-	100	-	-
ESPINOZA <i>et al.</i> (1999)	77.7	22.3	-	66.7	33.3	-	-	100	-
KAMINSKY & RETES 2000	100	-	-	92.9	7.1	-	-	-	-
KAMINSKY <i>et al.</i> (2000)	93	7	-	100		-	-	-	-
SMITH <i>et al.</i> (2001)	42.2	47.7	10.1	89.0	11.0	-	-	-	-
SORENSEN <i>et al.</i> (2011)	64.0	32.0	4.0	94.0	5.0	1.0	88.0	10.0	2.0
SÁNCHEZ <i>et al.</i> (2013)	40.2	53.6	6.2	73.4	24.7	1.9	94.1	2.0	3.9
LICONA <i>et al.</i> (2014)		MAYORÍA			MAYORÍA		-	-	-
MEJÍA-TORRES <i>et al.</i> (2014)	54.8	41	4.2	78.9	18.8	2.3	90.9	-	-
KAMINSKY <i>et al.</i> (2014)	59.3	35	5.7	77.1	21.9	1	90.9	6.4	2.7
RENÉ <i>et al.</i> (2014)	MAYORÍA			MAYORÍA			MAYORÍA		
SÁNCHEZ <i>et al.</i> (2015)	43	50	7	50	32	12	100	-	-
PRESENTE TESIS DOCTORAL	39.7	49.4	10.9	63.9	31.7	4.3	95	5	-

Tabla 131. Grados de intensidad para las tres especies de geohelminthos detectados en el presente estudio y en la bibliografía consultada de Centroamérica. %= frecuencia de casos.

El presente estudio ha revelado un gran porcentaje de asociación entre las geohelminthiasis, por lo que se ha querido evaluar la intensidad de parasitación para cada geohelmintho en ausencia y presencia de co-infección. Así, cabe destacar el aumento de la intensidad media de parasitación de *A. lumbricoides*, en co-infección con los Ancilostómidos. Además, se detectó la mayor carga de parasitación, tanto en *T. trichiura* como en los Ancilostómidos, en la asociación simultánea por los tres geohelminthos a la vez. Entre la bibliografía estudiada, son escasos los estudios que documentan la carga helmintiana en función del multiparasitismo. En concreto, el trabajo reciente de MUÑOZ-ANTOLÍ *et al.* (2017) hace referencia al aumento significativo de la intensidad media de *T. trichiura* al estar asociado con *A. lumbricoides*, mientras que la intensidad media de los Ancilostómidos aumenta notablemente en la co-infección por los tres geohelminthos a la vez. La morbilidad que presentan estas infecciones se encuentra relacionada con la carga parasitaria de los geohelminthos, siendo las infecciones moderadas y elevadas el objetivo de los programas de control de desparasitación masiva. Sin embargo, estudios recientes manifiestan que las infecciones leves pueden comprometer la salud de los niños, especialmente cuando conviven en comunidades endémicas, y presentan un estado nutricional deficiente. Así,

la convergencia entre la pobreza, desnutrición y endemicidad de las geohelmintiasis en población infantil podría estar infravalorada, por lo que se necesitan más estudios para conocer la real carga de las geohelmintiasis en estas poblaciones (EZEAMAMA *et al.*, 2008; MUPFASONI *et al.*, 2009; SABOYÁ *et al.*, 2013).

4.4.- EN RELACIÓN A LAS CARACTERÍSTICAS EPIDEMIOLÓGICAS

En el siguiente apartado, se pretende valorar el impacto de ciertos factores, tanto intrínsecos (sexo, edad y zona poblacional) como extrínsecos (tipo de vivienda, eliminación de excretas, aguda de consumo y caminar descalzo), sobre la parasitación. El objetivo es determinar un posible patrón de transmisión y valorar el riesgo de parasitación en la población objeto de estudio.

A) SEXO

Al considerar la variable sexo en toda la población infantil estudiada de las Regiones Autónomas nicaragüenses, no se detectó diferencias estadísticamente significativas, aunque cabe mencionar que la prevalencia de parasitación total resultó ligeramente superior en el sexo masculino. Estos resultados evidencian que tanto las niñas como los niños presentan la misma probabilidad de contraer enfermedades parasitarias intestinales. Cabe mencionar, que solo se detectó mayor prevalencia de Ancilostómidos en el sexo masculino, con significación estadística. Esta diferencia se podría asociar a que los niños realizan más actividades de recreo fuera de casa, donde predominan los suelos de tierra, presentando mayor exposición a estas enteroparasitosis.

De los estudios realizados en Nicaragua, algún trabajo coincide con los resultados obtenidos en la presente Tesis Doctoral (TÉLLEZ *et al.*, 1997; ROCHA, 2003; PAVÓN, 2014). Sin embargo, en el trabajo de GOZALBO (2012) se detectó mayor porcentaje de parasitación por protozoos en el sexo femenino que masculino, con diferencias estadísticamente significativas. MUÑOZ-ANTOLÍ *et al.* (2014) reveló mayor porcentaje de parasitación por helmintos en niñas que en niños, aunque en el borde de significación estadística. En el estudio sobre las geohelmintiasis en niños del municipio de Laguna de Perlas (MUÑOZ-ANTOLÍ *et al.*, 2017) se detectó mayor prevalencia de *T. trichiura* en niños de ambiente rural, que en niños de ambiente

urbano, mientras que la prevalencia de *A. lumbricoides* resultó mayor en niñas de zona urbana que en niñas de zona rural, con significación estadística en ambos casos. En el trabajo más reciente de MUÑOZ-ANTOLÍ *et al.* (2018), tanto la prevalencia de parasitación total, como la parasitación por *T. trichiura*, resultó significativamente superior en el sexo masculino.

Los estudios donde la variable sexo no ha demostrado diferencias significativas en cuanto a la parasitación total han sido diversos. Sirve como ejemplo los trabajos de México (DÁVILA-GUTIÉRREZ *et al.*, 2001; QUIHUI-COTA & MORALES-FIGUEROA, 2012a, b; QUIHUI-COTA *et al.*, 2013; TORRES-ROMERO *et al.*, 2014), Belice (KAMINSKY *et al.*, 2014), Guatemala (JENSEN *et al.*, 2009), Honduras (KAMINSKY *et al.*, 2000; SMITH *et al.*, 2001), Cuba (LAVIN *et al.*, 2008; CAÑETE *et al.*, 2012) y de Haití (CHAMPETIER DE RIBES *et al.*, 2005). Sin embargo, SÁNCHEZ-VEGA *et al.* (2005) reportó mayor prevalencia de *G. intestinalis* y *Cryptosporidium* spp. en niñas que en niños, con diferencias estadísticamente significativas, mientras que COOK *et al.* (2009) detectaron en niñas de Guatemala, la mayor prevalencia de *H. nana*, con significación estadística. En el estudio de RENÉ *et al.* (2015) sobre geohelminetos, se detectó mayor prevalencia de infección por *T. trichiura* en niños, mientras que los Ancilostómidos fueron más prevalentes en niñas. En cuanto a *A. lumbricoides*, no se observó diferencias entre ambos sexos. En el artículo de DIÉGUEZ-LEIVA *et al.* (2014) se reportó mayor frecuencia de parasitación en niños que en niñas, en cambio LEIVA *et al.* (2017) reflejaron un predominio de las enfermedades diarreicas agudas en el género femenino.

Resulta conveniente mencionar que la variable sexo no resultó ser un factor de riesgo frente a las parasitosis intestinales, debido a que no se detectó asociación estadísticamente significativa. Se desconoce de los mecanismos que puedan influir en el mayor o menor grado de parasitación según el género, y quizá se deba a una variación en el estilo de vida o a condiciones específicas de género-medioambiental: las chicas suelen presentar un rol social familiar, en el que ayudan a las madres con las tareas domésticas, mientras que los chicos realizan actividades laborales de campo y están más tiempo en contacto con el medio ambiente.

B) EDAD

Algunos autores afirman que la prevalencia de parasitación aumenta con la edad (QUIHUI-COTA & MORALES-FIGUEROA, 2012b; QUIHUI-COTA *et al.*, 2013), aunque determinadas especies pueden ser detectadas con mayor frecuencia en edades tempranas y otras pueden ser más frecuentes en adolescentes. Los niños, en el paso de la lactancia a la edad preescolar, presentan mayor vulnerabilidad de contraer infecciones intestinales (MENDOZA *et al.*, 2001; MORALES-ESPINOZA *et al.*, 2003; GUTIÉRREZ-JIMÉNEZ *et al.*, 2013), ya que empiezan a interactuar más con el entorno, presentan menor desarrollo del sistema inmunológico, y los niños en edad preescolar tienen menor consciencia sobre la higiene personal (LUNA *et al.*, 2007; SÁNCHEZ DE LA BARQUERA & MIRAMONTES-ZAPATA, 2010). Además, las condiciones sanitarias deficientes y de hacinamiento aumentan el riesgo de exposición y de reinfección. Por otro lado, los niños en edad escolar, al ser más independientes, desarrollan la mayoría de actividades fuera de casa, por lo que se encuentran en mayor contacto con el ambiente y resulta menor el control parental. Asimismo, el consumo de alimentos y bebidas de venta ambulante es más habitual en niños en edad escolar. Los puestos o quioscos de comida alrededor de las escuelas carecen de las condiciones higiénicas adecuadas para manipular los alimentos, por lo que hay mayor exposición a las enteroparasitosis.

En el presente estudio, la población infantil de la zona Atlántica de Nicaragua presentó la mayor prevalencia de parasitación total en el grupo etario de 5 a 9 años, con significación estadística. De igual forma, se observó en la parasitación por protozoos, aunque la prevalencia de helmintos resultó estadísticamente superior en los escolares de 10 a 14 años. Cabe resaltar, que las prevalencias de parasitación por protozoos fueron marcadas en los tres grupos de edad estudiados, mientras que en la parasitación por helmintos se observa una marcada diferencia entre los grupos de edad. La prevalencia detectada en los más pequeños resultó casi dos veces menor a la detectada en los escolares de 5 a 9 años y de 10 a 14 años.

Entre las especies causantes de cuadros diarreicos, *G. intestinalis* presentó la mayor prevalencia de parasitación en los escolares de <1 a 4 años, con diferencias estadísticamente significativas. Diversos estudios (REYES *et al.*, 1987; KAMINSKY *et*

al., 1998; MENDOZA *et al.*, 2001; MORALES-ESPINOZA *et al.*, 2003; NÚÑEZ *et al.*, 2003a; COOK *et al.*, 2009; JENSEN *et al.*, 2009; ÁVILA-RODRÍGUEZ *et al.*, 2010; CAÑETE *et al.*, 2012; HERNÁNDEZ-FAURE *et al.*, 2012; DIÉGUEZ-LEIVA, 2014; TORRES-ROMERO *et al.*, 2014; LEIVA *et al.*, 2017) manifiestan que los escolares menores entre 2 y 5 años presentan los mayores porcentajes de parasitación por *G. intestinalis*.

Con respecto a *E. histolytica/E. dispar*, el mayor porcentaje de parasitación se obtuvo en el grupo de 10 a 14 años, con significación estadística, aunque algunos estudios han reportado mayor prevalencia en edades más tempranas (5 a 9 años). Entre ellos cabe citar los trabajos de KAMINSKY *et al.* (1998), DÁVILA-GUTIÉRREZ *et al.* (2001), COOK *et al.* (2009), JENSEN *et al.* (2009), ÁVILA-RODRÍGUEZ *et al.* (2010) y ZUMAQUERO-RÍOS *et al.* (2013). En cambio, otros trabajos han reportado mayores prevalencias del complejo *Entamoeba* en niños entre 1 y 4 años (MORALES-ESPINOZA *et al.*, 2003; DIÉGUEZ-LEIVA, 2014).

En lo que respecta a *Blastocystis* spp., la prevalencia fue mayor en niños de 5 a 9 años, con diferencias significativas, aunque cabe destacar la elevada prevalencia detectada en los menores de edad. Así, cabe mencionar el estudio de MUÑOZ-ANTOLÍ *et al.* (2018), en donde *Blastocystis* spp. resultó ser la especie más prevalente en niños en edad preescolar; y el estudio de CAÑETE *et al.* (2012), donde se reportó *Blastocystis* spp. como la segunda especie más prevalente en niños de un centro infantil en la ciudad de Matanzas, Cuba. Considerando que la transmisión de este protozoo ocurre mediante la contaminación fecal-oral, se debería prestar especial atención en las guarderías o centros de cuidado infantil. Con respecto a *Cryptosporidium* sp., en el presente estudio la mayor prevalencia de parasitación se obtuvo en el grupo de <1 a 4 años, con significación estadística. De entre la bibliografía consultada, ciertos autores (PAPE *et al.*, 1987; CRUZ *et al.*, 1988; BUSTELO *et al.*, 1997; BERN *et al.*, 2000; VITORIA *et al.*, 2000; VITORIA, 2001; NÚÑEZ *et al.*, 2003b; SÁNCHEZ-VEGA *et al.*, 2006; ARIMA *et al.*, 2011), coinciden en que las mayores prevalencias se da en niños mayores de 6 meses. Sin embargo, el estudio de MUÑOZ-ANTOLÍ *et al.* (2010) sobre la prevalencia de *Cryptosporidium* en población infantil, reveló la mayor prevalencia de parasitación en los niños de 13 y 15 años, aunque no se observó diferencias estadísticamente significativas. En los lugares donde prevalece la contaminación

ambiental, siempre habrá mayor riesgo de reinfección, aunque se ha visto que la exposición previa a estas infecciones desde edades tempranas generan cierta inmunidad y puede llegar a proteger frente al desarrollo de los síntomas que producen estas enteroparasitosis (ESTEBAN *et al.*, 1998; SIWILA *et al.*, 2010).

Cabe mencionar, que en la regresión logística multivariable, la mayor edad no presentó asociación positiva frente a la parasitación por protozoos, debido a que los niños en edad preescolar también se exponen a un gran riesgo de contraer estas infecciones, como se ha visto en los resultados expuestos.

El presente estudio reflejó el mayor porcentaje de parasitación de *A. lumbricoides* y Ancilostómidos en niños de 10 a 14 años, mientras que la prevalencia de *T. trichiura* predominó en los niños de 5 a 9 años, con diferencias estadísticamente significativas en todos los casos. Son diversos los estudios que manifiestan mayor prevalencia de parasitación por geohelminthos a partir de los 5 años, como los citados en México (DÁVILA-GUTIÉRREZ *et al.*, 2001; MORALES-ESPINOZA *et al.*, 2003; ZUMAQUERO-RÍOS *et al.*, 2013), Honduras (KAMINSKY *et al.*, 1998; KAMINSKY & RETES, 2000; KAMINSKY *et al.*, 2000; SMITH *et al.*, 2001; KAMINSKY, 2002; SÁNCHEZ *et al.*, 2013; MEJÍA-TORRES *et al.*, 2014), Belice (KAMINSKY *et al.*, 2014), El Salvador (RENÉ *et al.*, 2015) y Cuba (NÚÑEZ *et al.*, 2003b).

En el presente estudio, la mayor edad resultó ser un factor de riesgo frente a la parasitación por helmintos.

C) ZONA POBLACIONAL

La prevalencia de parasitación total resultó estadísticamente superior en zona urbana que rural, quedando reflejado en la mayor prevalencia de parasitación por protozoos en zona urbana, con significación estadística. Así, la mayor prevalencia de *E. coli*, *E. hartmanni* y *Blastocystis* spp. resultó significativamente superior en zona urbana. En relación a los helmintos, *A. lumbricoides* fue más prevalente en zona urbana, mientras que los Ancilostómidos predominaron en zona rural, presentando significación estadística en ambos casos. La mayor prevalencia de parasitación en zonas urbanas

refleja que existe un problema de contaminación fecal ambiental, quizá provocando contaminación en los alimentos y en el agua de consumo.

Analizando las prevalencias obtenidas en RAAN y en RAAS se observó diferencias estadísticamente significativas entre población urbana y rural tanto en RAAN como en RAAS. En primer lugar, se detectó mayor prevalencia de parasitación en zona urbana en RAAN (97.5% vs 94.2%) y en RAAS (94.6% vs 89.3%), observándose la misma relación en la parasitación de protozoos, siendo más elevada en zona urbana de RAAN y RAAS.

Con respecto a la prevalencia de helmintos, esta resultó estadísticamente superior en zona rural de RAAS (66.4% vs 55.1%). Cabe destacar, que dentro del archipiélago de Corn Island, las prevalencias de parasitación fueron diversas entre la “zona oeste” y “zona este” de la isla. En la “zona este” del municipio, considerada como la zona más rural del archipiélago, se detectó la menor prevalencia de parasitación del estudio. Por lo tanto, la prevalencia de parasitación total resultó estadísticamente superior en la “zona oeste” que “este” (94.9% vs 75.3%), observándose el mismo patrón tanto en la parasitación por protozoos (82.2% vs 70%) como en la de helmintos (68.5% vs 33.3%). La diferencia entre estas prevalencias se puede atribuir a los siguientes factores: en primer lugar, aunque la población de Corn Island se encuentre bajo las mismas condiciones de desarrollo, la “zona este” presenta menor densidad poblacional; y en segundo lugar, esta “zona este” se encuentra más aislada de las grandes ciudades de RAAS, por lo que se encuentra menos influenciada por movimientos poblacionales, que llegan, como consecuencia de los trabajos pesqueros (sobre todo de la langosta), principalmente al puerto de la “zona oeste”.

De los estudios realizados en Nicaragua, concretamente el trabajo de PAVÓN (2014), sobre los Departamentos de la Región Pacífica, reportó prevalencias de parasitación total y de protozoos similares entre zona urbana y zona rural. Sin embargo, la prevalencia de helmintos resultó estadísticamente superior en zona urbana que rural. MUÑOZ-ANTOLÍ *et al.* (2014) reportaron mayor prevalencia de parasitación total y de helmintos en zonas rurales del Departamento de Río San Juan, con significación estadística. En el municipio de Laguna de Perlas (MUÑOZ-ANTOLÍ *et al.*, 2017), se detectó mayor prevalencia de parasitación por *T. trichiura*, *A. lumbricoides* y

Ancilostómidos, en escolares de 6 a 11 años de zona rural, mientras que los niños de 12 a 15 años de zona urbana presentaron mayor parasitación por *T. trichiura*, *A. lumbricoides* y Ancilostómidos, con diferencias estadísticamente significativas en ambos casos. Más recientemente, MUÑOZ-ANTOLÍ *et al.* (2018) reportó mayor prevalencia de helmintos en niños en edad preescolar de zonas urbanas de los Departamentos del Pacífico, con significación estadística.

En otros países como México, tan solo QUIHUI-COTA *et al.* (2013) hace referencia a la mayor prevalencia de protozoos detectada en escolares de zonas suburbanas que en los escolares de zonas urbanas y rurales, con significación estadística. WÖRDEMANN *et al.* (2006) detectaron diferencias significativas entre zona urbana y rural dentro de dos municipios estudiados en Cuba: en el primer municipio, tanto la prevalencia de parasitación global, como la de protozoos y helmintos, predominó en zona urbana. Sin embargo, en el segundo municipio y en concreto en zona rural, se detectó mayor prevalencia de parasitación total y de helmintos. Finalmente, en otro estudio realizado en Cuba (ESCOBEDO *et al.*, 2008), la prevalencia de parasitación total resultó estadísticamente superior en zona rural.

Muy pocos trabajos son los que comparan las prevalencias de parasitación entre zona urbana y zona rural. La mayoría de estos estudios se centran en un único ambiente poblacional, ya sea urbano, suburbano o rural. Aunque las características de estos ambientes pueden variar según la geografía, las condiciones socio-económicas y de vivienda son similares. Son comunidades donde prevalece la pobreza e incluso algunas son comunidades indígenas, que conservan sus costumbres y lenguas. Independientemente de la zona poblacional, y dadas las prevalencias detectadas, se debe tener en cuenta que se trata de población infantil, por lo que resulta indispensable el empleo de campañas de actuación, tanto en zona urbana como rural, para seguir luchando contra la transmisión de estas enfermedades parasitarias.

En el presente estudio, los escolares de zona rural presentaron mayor riesgo de multiparasitismo y de presentar parasitación por helmintos, con valor estadísticamente significativo. En las Regiones Autónomas nicaragüenses predomina las culturas indígenas, así como las poblaciones rurales que conviven en entornos marginados,

donde los servicios básicos de salud son escasos, presentan acceso limitado al agua potable y carecen de un sistema sanitario adecuado.

D) TIPO DE VIVIENDA

En el presente estudio se ha valorado el riesgo de parasitación en función de las condiciones de vivienda en la población objeto de estudio. Se observó que los escolares que convivían en hogares con suelos de tierra presentaron mayor riesgo de parasitación por protozoos, mientras que los escolares que convivían en suelos de madera o cemento, presentaron menor riesgo de adquirir infecciones por helmintos, con significación estadística. Estos resultados están en línea con los obtenidos por diversos autores que relacionan la mayor prevalencia de parasitación al convivir en casas con suelos de tierra (HOLLAND *et al.*, 1988; FORRESTER *et al.*, 1990; ANDERSON *et al.*, 1993; KAMINSKY & RETES, 2000; RODRÍGUEZ-GUZMÁN *et al.*, 2000; SERRANO-FRAGO & CANTILLA-ARRIETA, 2001; MORALES-ESPINOZA *et al.*, 2003; CORRALES *et al.*, 2006; GUERRERO *et al.*, 2008; KARAN *et al.*, 2012; SÁNCHEZ *et al.*, 2013; KAMINSKY *et al.*, 2014), ya que en ellos se albergan los huevos y quistes de parásitos. La presencia de los suelos de tierra presenta un impacto importante sobre todo en las geohelmintiasis, ya que el suelo interviene en el desarrollo del parásito. Así, *T. trichiura*, requiere condiciones de suelo arenoso y de temperatura y humedad elevada para producir las larvas; *A. lumbricoides* requiere de suelos húmedos y cálidos; y en el caso de los Ancilostómidos, requieren suelos húmedos, con escasa radiación solar, humedad constante y abundante vegetación. Estas condiciones predominan en las Regiones Autónomas nicaragüenses, y las viviendas, además, no cuentan con una estructuración adecuada, los materiales utilizados para su construcción (madera, techos de zinc o plástico) no están preparados para soportar fuertes lluvias o tormentas tropicales, y en estos materiales se albergan insectos, que sirven como vectores de numerosas enfermedades, entre las que destacan las parasitarias (ROCHA, 2003).

E) ELIMINACIÓN DE EXCRETAS

Otro de los factores determinantes en la transmisión de enfermedades parasitarias es la existencia o no de un sistema adecuado de eliminación de excretas. En el presente estudio, la defecación al aire libre resultó ser un factor de riesgo en la

parasitación por helmintos, aunque sólo se obtuvo significación estadística en el análisis de regresión logística univariante. De la bibliografía estudiada, se documenta la relación entre un saneamiento inadecuado y la probabilidad de presentar infecciones parasitarias intestinales. Así, en diferentes estudios (KAMINSKY, 1991; CRUZ *et al.*, 1998; KAMINSKY *et al.*, 1998; CIFUENTES *et al.*, 2000; SMITH *et al.*, 2001; NÚÑEZ *et al.*, 2003b; ABRAHAMS-SANDÍ *et al.*, 2005; CORRALES *et al.*, 2006; QUIHUI *et al.*, 2006; GUERRERO *et al.*, 2008; MEJÍA-TORRES *et al.*, 2014; RENÉ *et al.*, 2015) se han reportado mayor riesgo de parasitación en población que carece de sistema de letrina en su hogar. Cabe destacar, que aunque esta variable no presentó asociación estadísticamente significativa en el análisis multivariante, los porcentajes de parasitación detectados fueron más elevados en los escolares que practicaban defecación al aire libre, que los escolares que utilizaban letrina o inodoro. Resulta evidente la importancia en mejorar la infraestructura sanitaria en estas comunidades que además carecen de sistema de alcantarillado, para lograr una mejora del saneamiento ambiental y evitar la contaminación y dispersión de las infecciones parasitarias intestinales.

F) FUENTE DE AGUA DE CONSUMO

Uno de los factores que juegan un papel importante en la transmisión de enfermedades parasitarias es el agua de consumo. En el presente estudio se valoró el riesgo de parasitación entre los escolares que utilizaban el agua de ríos o lluvia frente a los que utilizaban el agua de grifo o de pozo, como fuente de agua de consumo. El análisis global no mostró asociación estadísticamente significativo. Sin embargo, en RAAN, el agua obtenida de pozo o de grifo, resultó ser factor protector frente a la parasitación por protozoos. Aunque se desconoce la calidad del agua en estas comunidades y barrios, en teoría, el agua de pozos es tratada y apta para consumo humano, al igual que el agua obtenida del grifo. Sin embargo, en las Regiones Autónomas nicaragüenses el agua intradomiciliar es prácticamente nula en ambientes rurales y escasa en zonas urbanas. Los pozos particulares o comunitarios son la forma más frecuente de abastecimiento de agua. No obstante, la mayoría de la población del presente estudio obtenía el agua de ríos o lluvia, lo que podría explicar que no se haya detectado diferencias significativas entre las diferentes fuentes de consumo. Además, se debe tener en cuenta, que el agua de lluvia es almacenada en barreños o baldes, muchas

veces sin tapar, por lo que se puede contaminar con facilidad. El agua de ríos se encuentra expuesta a una contaminación fecal y residual, por la falta de un sistema de eliminación de desechos adecuado. Con respecto al agua conservada en pozos, varios factores podrían favorecer su contaminación: sellado inapropiado del pozo; distancia cercana a las letrinas; ganado circundante; o la propia estructuración inadecuada del pozo (deterioro por antigüedad o desastres naturales), entre otros.

Las enteroparasitosis detectadas en Centroamérica y el Caribe se encuentran asociadas al acceso limitado de agua potable, y a una conservación inadecuada de la misma (baldes o recipientes sin tapar). Entre la bibliografía consultada, en algunos países como México se ha detectado que el agua de pozo o ríos actúa como factor de riesgo de parasitación intestinal (RODRÍGUEZ-GUZMÁN *et al.*, 2000). De igual forma, MORALES-ESPINOZA *et al.* (2003) revelaron mayor riesgo de parasitación por las especies *E. histolytica*/*E. dispar*/*E. moshkovskii*, *G. intestinalis* y *A. lumbricoides*, al obtener agua de ríos y pozos comunales. El trabajo de MEJÍA-TORRES *et al.* (2014) en Honduras reportaron mayor riesgo de parasitación por geohelminthos en escolares que bebían agua de pozo en comparación con los que la obtenían de grifo. En Belice (AIMPUN & HSHIEH, 2004), se reportó asociación estadísticamente significativa entre el consumo de agua de río y presentar parasitación por protozoos y helmintos. En el trabajo de LAUBACH *et al.* (2004) realizado en dos comunidades rurales alrededor del lago Atiltán, Guatemala, la elevada prevalencia de *Cryptosporidium* se asocia con el consumo de agua sin tratar, siendo el propio lago la principal fuente de agua de consumo. En el estudio de REYES *et al.* (1987) en Costa Rica, se relaciona de manera significativa la prevalencia de *A. lumbricoides*, *T. trichiura* y *E. histolytica*/*E. dispar*/*E. moshkovskii*, con la disponibilidad de agua potable. En Cuba, se detectó que beber agua de pozo o río era un factor de riesgo en la parasitación total (NÚÑEZ *et al.*, 2003b) y más recientemente el artículo de RENÉ *et al.* (2015) revelaba mayor riesgo de parasitación por *A. lumbricoides* y *T. trichiura* en niños que bebían agua de pozo.

Cabe citar algunos estudios en los que se analiza la calidad del agua destinada a consumo en algunas regiones de Nicaragua, tales como Matagalpa (CÓRDOBA *et al.*, 2004), León (GONZÁLEZ *et al.*, 2007), y en una comunidad rural de RAAN (TAYLOR & CORDÓN, 2017). En estos trabajos se pone de manifiesto que el agua no es apta para consumo humano debido a la presencia de bacterias coliformes fecales y,

en algunos casos, pesticidas. Además, se observó ausencia de cloro residual en las fuentes de agua estudiadas, indicando que no hay vigilancia efectiva por parte de las instituciones gubernamentales en cuanto a la calidad de agua.

En otros países como México (JIMÉNEZ-GONZÁLEZ *et al.*, 2009) se detectó *E. histolytica*/*E. dispar*/*E. moshkovskii*, *G. intestinales* y *A. lumbricoides*, en distintos puntos de un río de una comunidad rural. En Honduras (LEIVA *et al.*, 2017), se reportó la presencia de colonias coliformes y colonias de *Escherichia coli* en muestras de agua de consumo (agua clorada, hervida, grifo). Además, en el agua filtrada también se detectó colonias coliformes, lo que indica contaminación fecal y un mal manejo de las aguas.

Como parte de los programas de educación sanitaria, se debe informar sobre el correcto manejo del agua de consumo, recomendando el uso de métodos potabilizadores, como hervir el agua, el uso de filtración, así como el empleo de cloro, para reducir el riesgo de infección.

G) CAMINAR DESCALZO

Finalmente, se ha querido evaluar si caminar descalzo es un factor de riesgo de parasitación intestinal. Los resultados obtenidos reflejaron asociación significativa entre caminar descalzo y presentar parasitación por helmintos. Además, el uso de calzado, resultó ser un factor protector frente a la parasitación por protozoos. Caminar descalzo favorece la transmisión de las enfermedades parasitarias al estar en contacto con entornos contaminados, y se encuentra especialmente asociado a la presencia de suelos de tierra donde se albergan las formas quísticas de protozoos y huevos o larvas de los geohelminos. Como se ha mencionado anteriormente en relación al tipo de vivienda, son diversos los estudios que documentan mayor riesgo de infección, sobre todo por geohelminos, al habitar en viviendas donde predomina los suelos de tierra. Son escasos los trabajos que incluyen la variable caminar descalzo como posible factor de riesgo de parasitación. Entre ellos, cabe citar a los siguientes autores: RODRÍGUEZ-GUZMÁN, *et al.* (2000) hacen referencia a la asociación significativa entre caminar descalzo y presentar parasitación intestinal; MEJÍA-TORRES *et al.* (2014) no revelaron asociación significativa entre usar calzado y presentar parasitación por geohelminos, debido a que

la mayoría de escolares utilizaba calzado para ir a la escuela, aunque matizaban que los niños, en cuanto llegaban a casa y salían a jugar, dejaban de utilizar calzado; y finalmente, RENÉ *et al.* (2015), reportaban el no uso de calzado de forma permanente como factor de riesgo en la parasitación por *A. lumbricoides* y *T. trichiura*.

4.5.- EN RELACIÓN A LA ANEMIA Y GEOHELMINTOS

Según los datos revelados por la OMS, Nicaragua es el segundo país de Centroamérica que presenta mayor prevalencia de anemia en los niños entre 1 y 5 años. La elevada prevalencia viene asociada a la malnutrición que presenta la población infantil que convive en zonas de pobreza extrema, donde el acceso a una alimentación equilibrada es limitada y el aporte de hierro es insuficiente (MORA, 2007; AHMAD-WANI *et al.*, 2008; WHO, 2011; CARDONA-ARIAS *et al.*, 2014). En las Regiones Autónomas nicaragüenses se encuentra el mayor grado de pobreza del país y la población se encuentra en riesgo de inseguridad alimentaria. Además, la población objeto de estudio se encuentra expuesta de forma crónica a infecciones intestinales parasitarias, presentando mayor riesgo de desarrollar déficit nutricional por síndromes de malabsorción. Las helmintiasis transmitidas por el suelo presentan un impacto negativo sobre los niveles séricos de hemoglobina (Hb), y en el caso de los Ancilostómidos pueden provocar la pérdida crónica de sangre y manifestarse como anemia ferropénica. En el siguiente apartado se pretende analizar la influencia de la presencia de geohelminchos sobre el grado de anemia en los escolares.

Según los criterios de clasificación propuestos por la OMS, la prevalencia de anemia obtenida en el presente estudio (46.4%), se considera como un problema severo desde el punto de vista de salud pública. Esta cifra ha sido superior a la detectada en México (GUTIÉRREZ-RODRÍGUEZ *et al.*, 2007), en el que se obtuvo un porcentaje de 2.5%, aunque la mitad de los niños estudiados presentaban déficit de hierro. Sin embargo, el estudio de LICONA *et al.* (2014) detectó un 53% de anemia en los niños en edad preescolar, y obtuvo un porcentaje de 24% de anemia en los niños en edad escolar. El porcentaje de anemia reportado por MEJÍA-TORRES *et al.* (2014) en escolares de Honduras, fue de 19.2%. ROBERTSON *et al.* (1992) detectaron un 22.3% de estado anémico en escolares de Panamá. En Venezuela (BARÓN *et al.*, 2007) el porcentaje de

anemia detectado fue de 16.2% y en Colombia, CARDONA-ARIAS *et al.* (2014) reportaron prevalencias de 13% en niños de una comunidad indígena.

Dentro de escolares con anemia obtenidos en el presente estudio, no se detectó diferencias estadísticamente significativas entre el sexo ni los grupos de edad. Sin embargo, los escolares de 5 a 9 años presentaron mayor porcentaje de anemia, coincidiendo con los resultados reportados por MUPFASONI *et al.* (2009) y CARDONA-ARIAS *et al.* (2014). Sin embargo, otros autores sugieren que los niños entre 1 y 5 años presentan mayor riesgo de presentar anemia debido a que sus necesidades de hierro son mayores (BARÓN *et al.*, 2007; MARTÍNEZ-SALGADO *et al.*, 2008; LICONA *et al.* 2014).

Entre los escolares anémicos, la mayoría presentaba infecciones por geohelminths (61.2%), con significación estadística, aunque en otros estudios (GUTIÉRREZ-RODRÍGUEZ *et al.*, 2007; CARDONA-ARIAS *et al.*, 2014; LICONA *et al.*, 2014) no se ha revelado asociación significativa entre parasitación intestinal y anemia.

En el presente estudio, no se observó asociación entre anemia y parasitación por Ancilostómidos, coincidiendo con el trabajo de BARÓN *et al.* (2007). Se observó mayor grado de anemia en la parasitación por *A. lumbricoides* que *T. trichiura*. Sin embargo, el estudio de QUIHUI-COTA *et al.* (2010) documenta la asociación significativa entre estar infectado por *T. trichiura* y presentar menor concentración de Hb y hierro sérico.

En los multiparasitismos detectados, no se observó asociación con mayor grado de anemia o menor valor de concentración de hemoglobina en sangre (MUPFASONI *et al.*, 2009), aunque SORENSEN *et al.* (2011) revelaron asociación significativa entre coparasitación y mayor grado de anemia. La ausencia de asociación entre escolares anémicos y co-infección por geohelminths del presente estudio podría deberse a que los niños presentaran un estado anémico por déficit de hierro, previo a la parasitación. Cuando se da multiparasitismo por las tres especies, se observa que *A. lumbricoides* y *T. trichiura* aparecen en intensidades moderadas, detectándose el mayor grado de anemia

(menor valor absoluto de hemoglobina), tal y como se demuestra en estudios previos (ROBERTSON *et al.*, 1992; KOUKOUNARI *et al.*, 2008).

Los resultados del presente estudio sugieren que el multiparasitismo de intensidad leve no parece tener mayor impacto en el establecimiento de la anemia, como se expone en trabajos de otras latitudes (MUPFASONI *et al.*, 2009), que afirman que se necesita intensidades graves o moderadas de geohelminfos para desencadenar o agravar el estado anémico. Sin embargo, SORENSEN *et al.* (2011) concluyen que la parasitación por más de un geohelminfo, aunque presente intensidad leve, deriva en la disminución significativa de la concentración de hemoglobina.

La asociación entre *T. trichiura* y la anemia, o menores niveles de hemoglobina, ha sido abordada en algunos estudios (OLSEN *et al.*, 1998; EZEAMAMA *et al.*, 2005, 2008), llevados a cabo principalmente en África y en Asia, sin detectarse asociaciones significativas, a diferencia de otros estudios realizados en Latinoamérica (ROBERTSON *et al.*, 1992; GUTIÉRREZ-RODRÍGUEZ *et al.*, 2007; QUIHUI-COTA *et al.*, 2010; SORENSEN *et al.*, 2011; GYORKOS *et al.*, 2012), en los que se observa asociaciones estadísticamente significativas. En el presente estudio, los resultados denotan cierta asociación entre el nivel de hemoglobina y la parasitación por *T. trichiura*, aunque sorprendentemente la asociación entre Ancilostómidos y *T. trichiura* no mostró relación en un menor grado de concentración de hemoglobina (SORENSEN *et al.*, 2001), lo cual se contrapone con los resultados expuestos por otros autores (ROBERTSON *et al.*, 1992; EZEAMAMA *et al.*, 2008).

Los mecanismos implicados en el desarrollo del estado anémico por *T. trichiura* incluye la ingestión de sangre por parte del parásito, pérdidas de sangre por las lesiones en la mucosa intestinal inducidas por el verme, y respuestas inflamatorias debidas principalmente al TNF- α que conllevan a una pérdida de apetito (GYORKOS *et al.*, 2012). No obstante, el estado nutricional que presenta la población objeto de estudio juega un papel importante en el desarrollo del estado anémico, que a su vez se encuentra asociado a las infecciones por geohelminfos (MORA, 2007; JARDIM-BOTELHO *et al.*, 2008; MUPFASONI *et al.*, 2009; EZEAMAMA *et al.*, 2008), por lo que en las estrategias para reducir el impacto de anemia, se debe integrar estrategias de

Discusión

desparasitación para mejorar la calidad de vida de la población objeto de estudio (WHO, 2001).

CAPÍTULO QUINTO: CONCLUSIONES

5.- CONCLUSIONES/CONCLUSIONS

Los resultados obtenidos en la presente Tesis Doctoral, como respuesta a los objetivos marcados que pretendían contribuir al conocimiento de las infecciones parasitarias intestinales en población infantil de las Regiones Autónomas de Nicaragua (RAAN y RAAS), permiten extraer las siguientes conclusiones:

- la población infantil de la zona Atlántica nicaragüense muestra un espectro enteroparasitario diverso cualitativamente y uniforme cuantitativamente. Se detecta predominio de protozoos frente a geohelminintos, con total ausencia de trematodos y muy reducido impacto de cestodos;
- las prevalencias de parasitación obtenidas en cada municipio de RAAN y RAAS, así como en el total del estudio, han resultado elevadas, siendo las prevalencias en RAAN ligeramente superiores a las detectadas en RAAS, y observando las menores prevalencias en la “zona este” del archipiélago de Corn Island (RAAS);
- en toda la zona Atlántica hay un predominio del multiparasitismo, llegando a detectarse hasta 10 especies parásitas diferentes al mismo tiempo, incluso detectándose asociaciones positivas significativas entre especies de protozoos y de geohelminintos;
- el multiparasitismo de geohelminintos está directamente relacionado con el incremento de la intensidad de parasitación, de forma que si bien la mayoría de infecciones por geohelminintos son de carácter leve, la intensidad media de *A. lumbricoides* y de los Ancilostómidos aumenta significativamente en asociación con *T. trichiura*, y se obtiene el mayor grado de intensidad de los Ancilostómidos en asociación de los tres geohelminintos a la vez;
- aunque el estado anémico basal, de origen parasitario o no, de los escolares de las Regiones Autónomas nicaragüenses no permite establecer una asociación directa con la parasitación por geohelminintos, se evidencia que la mayoría de escolares anémicos presentaban parasitación por geohelminintos;

- se debe potenciar e invertir tanto en la mejoría de las viviendas (mejoramiento de los suelos intradomiciliares, adecuado sistema de eliminación de excretas), como en la provisión de agua en condiciones de potabilidad adecuadas, para reducir los factores de riesgo de parasitismo intestinal detectados en los escolares de las Regiones Autónomas nicaragüenses;
- la educación sobre adecuadas medidas de higiene personal junto con información referente a la contaminación del medioambiente e hídrico, dirigida a los padres, directores/profesores de las escuelas, podría contribuir a la reducción de las infección por enteroparásitos;
- y finalmente, a pesar del efecto positivo de las campañas infantiles de desparasitación por helmintos llevadas a cabo por el gobierno nicaragüense, las elevadas prevalencias, aún detectadas en las comunidades más marginadas en RAAN y RAAS, evidencian la necesidad de mantener la administración de los tratamientos antihelmínticos necesarios.

The results obtained from the present Doctoral Thesis, as a response to the objectives set out to contribute to the knowledge of intestinal parasitic infections in children from the Autonomous Regions of Nicaragua (RAAN and RAAS), allow the following conclusions to be drawn:

- children from the Nicaraguan Atlantic zone presented a diverse but uniformly quantitative enteroparasitic spectrum. A higher prevalence of protozoa than helminths was detected, with total absence of trematodes and very reduced impact of cestodes;
- the parasitic prevalence obtained in each municipality of RAAN and RAAS as well as the overall parasitic prevalence detected, was high, however, the prevalence detected in RAAN was slightly higher than the one detected in RAAS, finding the lowest parasite infection rate in the "eastern zone" of Corn Island (RAAS);
- a predominance of polyparasitism was identified in the entire Atlantic area, detecting up to 10 different parasitic species at the same time. Moreover, significant positive associations were found between protozoa and geohelminth species;
- polyparasitism between soil-transmitted helminths was directly related to an increase in parasite intensity. Even though the majority of geohelminth infections were light, the average intensity of *A. lumbricoides* and Hookworm increased significantly in association with *T. trichiura* and the highest Hookworm intensity appeared when the co-infection of the three helminth species occurred;
- although the basal anaemic state, of parasitic or non-parasitic origin, of schoolchildren from the Nicaraguan Autonomous Regions, does not allow to establish a direct association with parasitization by geohelminths, it is noteworthy that the majority of anaemic schoolchildren presented a soil-transmitted helminth infection;

Conclusiones/Conclusions

- it is necessary to promote and invest in the improvement of housing (improvement of inside floors, adequate excreta disposal system) as well as in the provision of safe drinking water, in order to reduce intestinal parasitism risk factors in schoolchildren from the Nicaraguan Autonomous Regions;
- education on the appropriate personal hygiene measures, together with the information on environmental and water pollution risk factors, addressing parents, school teachers/headmasters, could contribute to the reduction of enteroparasitic infections;
- and finally, in spite of the positive effect of the children's deworming campaigns carried out by the national government, high prevalence rates are still detected in the most marginalized communities in RAAN and RAAS, which supports the need to maintain the administration of the necessary anthelmintic treatments.

BIBLIOGRAFÍA

A

ABDULLAH (I.), HIDAYATULLAH (T.), AHMAD (F.), GUL (N.), SHAFUQUAT (N.) & A SOFI (T.), 2016.- Predominance of gastrointestinal protozoan parasites in children: a brief review. *International Journal Of Veterinary Sciences and Animal Husbandry*, 1: 1-6.

ABRAHAMS-SANDÍ (E.), SOLANO (M.) & RODRÍGUEZ (B.), 2005.- Prevalencia de parásitos intestinales en escolares de Limón Centro, Costa Rica. *Revista Costarricense de Ciencias Médicas*, 26: 33-38.

AHMAD-WANI (S.), AHMAD (F.), ZARGAR (S.A.), AHMAD-DAR (Z.) et al., 2008.- Soil-transmitted helminths in relation to hemoglobin status among school children of the Kashmir valley. *Journal of Parasitology*, 94: 591-593.

AHMED (K.), SHEZANA, JAN (M.), IMRAN (R.), SHUJA (N.) & SHAH (G.), 2012.- Prevalence of intestinal parasitic pathogens among gastroenteritis patients in District Gilgit-Baltistan, Pakistan. *Pakistan Journal of Zoology*, 44: 1059-1063.

AHMED (T.), KHANUM (H.), UDDIN (M.S.) BARUA (P.), ARJU (T.), KABIR (M.) & HAQUE (R.), 2016.- *Entamoeba histolytica*, *Giardia lamblia* and *Cryptosporidium* spp., infection in children in an urban slum area of Bangladesh. *Journal of Bioresearch Communication*, 2: 175-181.

AIMPUN (P.) & HSHIEH (P.), 2004.- Survey for intestinal parasites in Belize, Central America. *The Southeast Asian Journal of Tropical Medicine and Public Health*, 35: 506-511.

ALBONICO (M.), ENGELS (D.) & SAVIOLI (L.), 2004.- Monitoring drug efficacy and early detection of drug resistance in human soil-transmitted nematodes: a pressing public health agenda for helminth control. *International Journal for Parasitology*, 34: 1205-1210.

ALBONICO (M.), ALLEN (H.), CHITSULO (L.), ENGELS (D.), GABRIELLI (A.F.) & SAVIOLI (L.), 2008.- Controlling soil-transmitted helminthiasis in pre-school children through preventive chemotherapy. *PLoS Neglected Tropical Diseases*, 2: e126.

ÁLVAREZ (R.M.), GUTIÉRREZ (S.), VARGAS (M.), QUERO (A.), BULNES (D.) & HERNÁNDEZ (J.F.), 2011.- Diferencias clínicas entre oclusión y suboclusión intestinal por *A. lumbricoides*. Datos que orientan al tratamiento quirúrgico. *Acta Pediátrica de México*, 32: 156-162.

ÁLVAREZ-ROJAS (C.A.), MATHIS (A.) & DEPLAZES (P.), 2018.- Assessing the contamination of food and the environment with *Taenia* and *Echinococcus* eggs and zoonotic transmission. *Current Clinical Microbiology Reports*, 5: 154-163.

ANDERSON (T.J.C.), ZIZZA (C.A.), LECHE (G.M.), SCOTT (M.E.) & SOLOMONS (N.W.), 1993.- The distribution of intestinal helminth infections in a rural village in Guatemala. *Mémoires do Instituto Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro*, 88-53-65.

ARÉVALO (M.), CORTÉS (X.), BARRANTES (K.) & ACHÍ (R.), 2007.- Prevalencia de parasitosis intestinal en niños de la comunidad de Los Cuadros, Goicoechea, Costa Rica 2002-2003. *Revista Costarricense de Ciencias Médicas*, 28: 37-45.

ARIMA (Y.), KAMINSKY (R.G.), ÁVILA-MONTES (G.A.), CASIANO-COLÓN (A.), GUTHRIE (B.L.) DIGIACOMO (R.F.) & JACOBS (J.), 2011.- Nuevos y viejos agentes asociados a diarrea en niños en Honduras. *Revista Médica Hondureña*, 79: 2.

ÁSBJÖRNDÓTTIR (K.H.), AJJAMPUR (S.S.R.), ANDERSON (R.M.), BAILEY (R.), GARDINER (I.), HALLIDAY (K.E.), et al., 2018.- Assessing the feasibility of interrupting the transmission of soil-transmitted helminths through mass drug administration: the protocol deworm3 cluster randomized trial protocol. *PLoS Neglected Tropical Diseases*, 12: e0006166.

ASH (L.R.) & ORIHHEL (T.C.), 1987.- Parasites: a guide to laboratory procedures and identification. *American Society of Clinical Pathologists, Chicago*, 328: 15-66.

ÁVILA-RODRÍGUEZ (E.), ÁVILA-RODRÍGUEZ (A.), ARAUJO-CONTRERAS (J.M.), VILLAREAL-MARTÍNEZ (A.) & DOUGLAS (T.), 2007.- Factores asociados a parasitosis intestinal en niños de una consulta ambulatoria de un hospital asistencial. *Revista Mexicana de Pediatría*, 74: 5-9.

ÁVILA-RODRÍGUEZ (A.), ÁVILA-RODRÍGUEZ (E.H.), ÁVILA-PEREZ (M.), ARAUJO-CONTRERAS (J.M.) & RIVAS-ÁVILA (E.), 2010.- Parasitosis intestinal y factores asociados en niños menores de 5 años en cuatro asentamientos humanos irregulares de la ciudad de Durango, México. *Enlaces Académicos*, 3: 15-27.

AYEH-KUMI (P.F.), QUARCOO (S.), KWAKYE-NUAKO (G.), KRETCHY (J.P.), OSAFO-KANTANKA (A.) & MORTU (S.), 2009.- Prevalence of intestinal parasitic infections among food vendors in Accra, Ghana. *Journal of Tropical Medicine & Parasitology*, 32:1-8.

B

BALDURSSON (S.) & KARARANIS (P.), 2011.- Waterborne transmission of protozoan parasites: review of worldwilde outbreaks- an update 2004-2010. *Water Research Journal*, 45: 6603-66014.

BARÓN (M.A.), SOLANO (L.), PAÉZ (M.C.) & PABÓN (M.), 2007.- Estado nutricional de hierro y parasitosis intestinal en niños de Valencia, Estada Carabobo, Venezuela. *Anales Venezolanos de Nutrición*, 20: 5-11.

BARRET (D.M.), STEE-DUNCAN (J.), CHRISTIE (C.D.), ELDEMIRESHEARER (D.) & LINDO (J.F.), 2008.- Absence of opportunistic parasitic infestations in children living with HIV/AIDS in children´s homes in Jamaica: pilot investigation. *West Indian Medical Journal*, 57: 253-256.

BELKIND-VALDOVINOS (U.), BELKIND-GERSON (J.), SÁNCHEZ-FRANCIA (D.), ESPINOZA-RUÍZ (M.M.) & LAZCANO-PONCE (E.), 2004.- Evaluación de la nitazoxanida en dosis única y por tres días en parasitosis intestinal. *Salud Pública de México*, 46: 333-340.

BERN (C.), HERNÁNDEZ (B.), LÓPEZ (M.B.), ARROWOOD (M.J.), DE MERIDA (A.M.) & KLEIN (R.E.), 2000.- The contrasting epidemiology of *Cyclospora* and *Cryptosporidium* among outpatients in Guatemala. *The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, 63: 231-235.

BETHONY (J.), BROOKER (S.), ALBONICO (M.), GEIGER (S.M.), LOUKAS (A.) & DIEMERT (D.) & HOTEZ (P.J.), 2006.- Soil-transmitted helminth infection: ascariasis, trichuriasis, and hookworm. *The Lancet*, 367: 1521-1532.

BLACK (R.E.), COUSENS (S.), JOHNSON (H.L.), LAWN (J.E.), RUDAN (I.), BASSANI (D.G.) et al., 2010.- Global, regional, and national causes of child mortality in 2008: a systematic analysis. *The Lancet*, 375: 1969-1968.

BLEAKLEY (H.), 2003.- Disease and development: evidence from the American south. *Journal of European Economic Association*, 1: 376-386.

BROOKER (S.J.), CLEMENTE (A.C.) & BUNDY (D.A.), 2006.- Global epidemiology, ecology and control of soil-helminth infection. *Advances in Parasitology*, 62: 221-261.

BROOKER (S.J.), (NIKOLAY (B.), BALABANOVA (D.) & PULLAN (R.L), 2015.- Global feasibility assessment of interrupting the transmission of soil-transmitted helminths: a statistical modelling study. *The Lancet Infectious Diseases*, 15: 941-950.

BUSTELO (J.), SUÁREZ (H.), MELO (A.), PELÁEZ (C.) & TORRES (R.), 1997.- *Cryptosporidium* en pacientes atendidos en Hospital Provincial “Dr. Antonio Luaces Iraola”. Provincia Ciego de Ávila, Cuba. *Kasmera*, 25: 191-199.

C

CALEGAR (D.A.), NUNES (B.C.), LIMA-MONTEIRO (K.J.), PEREIRA (J.) et al., 2016.- Frequency and molecular characterisation of *Entamoeba histolytica*, *Entamoeba dispar*, *Entamoeba moshkovskii*, and *Entamoeba hartmanni* in the context of water scarcity in northeastern Brazil. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 111: 114-119.

CALLENDER (J.E.), GRANTHAM-MCGREGOR (S.M), WALKER (S.P) & COOPER (E.S.), 1994.- Treatment effects in *Trichuris* dysentery syndrome. *Acta Pediátrica*, 83: 1182-1187.

CAMPBELL (S.J.), NERVY (S.V.), DOI (S.A.), GRAY (D.), SOARES (R.J.), et al., 2016.- Complexities and perplexities: a critical appraisal of the evidence for soil-transmitted helminth infection-related morbidity. *PLoS Neglected Tropical Diseases*, 10: e0004566.

CARDONA-ARIAS (J.A.), RIVERA-PALOMINO (Y.) & CARMONA-FONSECA (J.), 2014.- Salud indígena en el siglo XXI: parásitos intestinales, desnutrición, anemia y condiciones de vida en niños del resguardo indígena Cañamomo-Lomapieta, Caldas-Colombia. *MÉDICAS UIS*, 27: 29-39.

CASERO (R.D.), MONGI (F.), SÁNCHEZ (A.) & RAMIREZ (J.D.), 2015.- *Blastocystis* and urticaria: examination of subtypes and morphotypes in an unusual clinical manifestation. *Acta Tropica*, 148: 156-161.

CASTILLO (Z.), MARTÍNEZ (I.) & ANTIGUA (J.), 1998.- Incidencia de *Giardia lamblia* y *Ameba histolytica* en niños menores de 10 años vistos en la consulta externa del Hospital Luis M. Morillo King, La Vega, enero-marzo 1997.- *Revista Médica Dominicana*, 59: 185-187.

CASTILLO (B.), IRIBAR (M.), SEGURA (R.) & SALVADOR (M.J.), 2002.- Prevalencia de parasitismo intestinal en la población infantil perteneciente al policlínico “4 de Agosto” de Guantánamo. *MEDISAN*, 6:46-52.

CAÑETE (R.), MORALES-DÍAZ (M.), AVALOS (R.), LAÚD (P.M.) & PONCE (F.M.), 2012.- Intestinal parasites in children from a day care centre in Matanzas city, Cuba. *PLoS ONE*, 7: e51394

CAÑETE (R.), CAMPOS (Y.) & RODRÍGUEZ (P.), 2017.- Prevalence and factors associated with intestinal parasitic infection among schoolchildren from Jagüey Grande municipality in Matanzas Province, Cuba. *West Indian Medical Journal*, 66: 361-366.

CAVOUTI (D.) & LANCASTER (K.R.), 1992.- Intestinal parasitism of children on Corn Island, Nicaragua. *Pediatric Infectious Diseases Journal*, 11:775-776.

CERDAS (C.), ARAYA (E.) & COTO (S.), 2003.- Parásitos intestinales en la escuela 15 de Agosto. Tirrases de Curridabat, Costa Rica. Mayo-Junio de 2002. *Revista Costarricense de Ciencias Medicas*, 24: 127-133.

CHACÍN-BONILLA (L.), 2010.- Amibiasis: implicaciones del reconocimiento de *Entamoeba dispar* e identificación de *Entamoeba moshkovskii* en humanos. *Investigación clínica*, 5: 239-256.

CHACÍN-BONILLA (L.), 2013.- An update on amebiasis. *Revista de Medicina Chilena*, 141: 609-615.

CHAMPETIER DE RIBES (G.), FLINÉ (M.), DÉSORMEAUX (A.M.), EYMA (E.), MONTAGUT (P.), CHAMPAGNE (C.), PAPE (W.), & RACCURT (C.P.), 2005.- Helminthoses intestinales en milieu scolaire en Haïti en 2002. *Bulletin de la Société de Pathologie Exotique*, 98: 127-132.

CHAN (M.S.), 1997.- The global burden of intestinal nematode infection. Fifty years on. *Parasitology Today*, 113: 438-443.

CHABRA (M.B.) & SINGLA (L.D.), 2009.- Food-borne parasitic zoonosis in India: review of recent reports of human infections. *Journal of Veterinary Parasitology*, 23: 103-110.

CHRISTIAN (P.), KHATRY (S.K.) & WEST (K.P.), 2004.- Antenatal anthelmintic treatment, birthweight and infant survival in rural Nepal. *The Lancet*, 364: 981-983.

CIFUENTES (E.), GÓMEZ (M.), BLUMENTHAL (U.), TELLEZ-ROJO (M.M.), ROMEU (I.), RUÍZ-PALACIOS (G.) & RUÍZ-VELAZCO (S.), 2000.- Risk factors for *Giardia intestinalis* infection in agricultural villages practicing wastewater irrigation in Mexico. *The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, 62: 388-392.

CIFUENTES (E.), SUÁREZ (L.), ESPINOSA (M.), JUÁREZ-FIGUEROA (L.) & MARTÍNEZ-PALOMO (A.), 2004.- Risk of *Giardia intestinalis* infection in children from an artificially recharged groundwater area in Mexico city. *The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, 71: 65-70.

CLARK (N.E.), CLEMENTS (A.C.A.), BRYAN (S.), MCGOWN (J.), GRAY (D.) & NERY (S.V.), 2016.- Investigating the differential impact of school and community-based integrated transmitted helminths in Timor-Leste: the (S)WASH-D for worms pilot study protocol. *Pilot and Feasibility Studies*, 2: 69.

COOK (D.M.), CHAD (R.), EGGETI (D.I.) & BOOTH (G.M.), 2009.- A retrospective analysis of prevalence of gastrointestinal parasites among school-children in the Palajunoj Valley of Guatemala. *Journal of Health Population and Nutrition*, 27: 31-40.

CÓRDOBA (A.), RAMAKRISHNA (B.) & GÓMEZ (D.), 2004.- Calidad del agua y su relación con los usos actuales en la subcuenca del río Jucapa, Nicaragua. *Recursos Naturales y Ambiente*, 43: 104-109.

CORRALES (L.F.), IZURIETA (R.), & MOE (L.C.), 2006.- Association between intestinal parasitic infections and type of sanitation system in rural El Salvador. *Tropical Medicine and International Health*, 12: 1821-1831.

CORRALES-FUENTES (L.), HERNÁNDEZ-GARCÍA (S.), RODRÍGUEZ (M.A.) & HERNÁNDEZ-PÉREZ (A.), 2011.- Parasitismo infantil: factores epidemiológicos en Orange Walk, Belice. *Revista Ciencias Médicas*, 15: 163-178.

CORTÉS (D.M.), ESTRADA (R.M.), AREAS (K.Y.) & TÉLLEZ (A.), 2008.- Frecuencia de parásitos intestinales en expendedores de alimentos ubicados en los recintos de la UNAN-León. *Universitas*, 2: 25-28.

CRUZ (V.), MORÁN (C.) & ÁLVAREZ (R.), 1998.- Parasitosis intestinal en niños de una comunidad rural y factores de riesgo implicadas en ellas. *Revista Mexicana de Pediatría*, 65: 9-11.

D

DA SILVA (A.M.), 2010.- Human echinococcosis: a neglected disease. *Gastroenterology Research and Practice*, pii: 583297.

DÁVILA-GUTIÉRREZ (C.), TRUJILLO-HERNÁNDEZ (B.), VÁSQUEZ (C.) & HUERTA (M.), 2001.- Prevalencia de parasitosis intestinales en niños de zonas urbanas del estado de Colima, México. *Boletín Médico del Hospital Infantil de México*, 58: 324-239.

DE LUCIO (A.), AMOR-ARAMENDÍA (A.), BALIO (B.), SAUGAR (J.M.) ANEGAGRIE (M.), ARROYO (A.), et al., 2016.- Prevalence and genetic diversity of *Giardia duodenalis* and *Cryptosporidium* spp. among school children in a rural area of the Amhara Region, North-West Ethiopia. *PLoS ONE*, 11: e0159992.

DE SILVA (N.R.), GUYATT (H.L.) & BUNDY (D.A.), 1997.- Morbidity and mortality due to *Ascaris*-induced intestinal obstruction. *Transactions of The Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene*, 91: 31-36.

DE SILVA (N.R.), BROOKER (S.), HOTEZ (P.), MONTRESOR (A.), ENGELS (D.) & SAVIOLI (L.), 2003.- Soil-transmitted helminth infections: updating the global picture. *Trends in Parasitology*, 19: 547-551.

DEVERA (R.), BLANCO (Y.), REQUENA (I.) & VELÁSQUEZ (V.), 2006.- Diagnóstico de *Blastocystis hominis*: bajo rendimiento de los métodos de concentración formol-éter y sedimentación espontánea. *Revista Biomédica*, 17: 231-233.

DIAMOND (L.S.) & CLARK (C.G.), 1993.- A redescription of *Entamoeba histolytica* Schaudinn, 1903 (Emended Walker, 1911) separating in from *Entamoeba dispar* Brumpt, 1925. *Journal of Eukaryotic Microbiology*, 40: 340-344.

DÍAZ (E.), MONDRAGÓN (J.), RAMÍREZ (E.) & BERNAL (R.), 2003.- Epidemiology and control of intestinal parasites with nitazoxanide in children in Mexico. *The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, 68: 384-385.

DIÉGUEZ-LEIVA (K.), 2014.- Parasitismo intestinal en niños que asistían a un círculo infantil del municipio de Puerto Padre. *Revista Electrónica Dr. Zoilo E. Marinello Vidaurreta*, 39:11.

DUARTE (Z.), MORERA (P.) & VOUNG (P.N.), 1991.- Abdominal angiostrongyliasis in Nicaragua: a clinical-pathological study on a series of 12 case reports. *Annales de Parasitologie Humaine et Comparée*, 66: 259-262.

E

ECHAZÚ (A.), JUAREZ (M.), VARGAS (P.), CAJAL (S.P.), CIMINO (O.) et al., 2017.- Albendazole and ivermectin for the control of soil-transmitted helminths in an area with high prevalence of *Strongyloides stercoralis* and hookworm in northwestern Argentina: a community-based pragmatic study. *PLoS Neglected Tropical Diseases*, 11: e0006003.

EMNV, 2016.- *Reporte de pobreza y desigualdad*. Instituto Nacional de información de Desarrollo, 20pp.

ENRÍQUEZ (F.J.), ÁVILA (C.R.), SANTOS (J.I.), TANAKA-KIDO (J.), VALLEJO (O.) & STERLING (C.R.), 1997.- *Cryptosporidium* infection in mexican children: clinical, enteropathogenic, and diagnostic evaluations. *The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, 56: 254-257.

ERTUG (S.), KARAKAS (S.), OKYA (Y.), ERGIN (F.) & ONCU (S.), 2007.- The effect of *Blastocystis hominis* on the growth status of children. *Medical Science Monitor*, 13: 40-43.

ESCOBEDO (A.A.), CAÑETE (R.) & NÚÑEZ (F.A.), 2008.- Prevalence, risk factors and clinical features associated with intestinal parasitic infections in children from San Juan y Martínez, Pinar del Río, Cuba. *West Indian Medical Journal*, 57:377-382.

ESPINOZA (L.M.), SOTO (R.J.) & ALGER (J.), 1999. Eosinofilia asociada a helmintiasis en niños. *Revista Mexicana de Patología Clínica*, 46: 79-85.

ESTEBAN (J.G.), AGUIRRE (C.), ANGLES (R.), ASH (L.R.) & MAS-COMA (S.), 1998.- Balantidiasis in Aymara children from the northern Bolivian Altiplano. *The American Society of Tropical Medicine and Hygiene*, 59: 922-927.

ESTEBAN (J.G.), GONZÁLEZ (C.), BÁRGUES (M.D.), ANGLÉS (R.), SÁNCHEZ (C.), NÁQUIRA (C.) & MAS-COMA (S.), 2002.- High fascioliasis infection in children linked to a man-made irrigation zone in Peru. *Tropical Medicine and International Health*, 7: 339-348.

ESTEBAN (J.G.), GONZÁLEZ (C.), CURTALE (F.) et al., 2003.- Hyperendemic fascioliasis associated with schistosomiasis in villages of the Nile Delta, Egypt. *The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, 69: 429-437.

ESTEBAN (J.G.), MUÑOZ-ANTOLÍ (C.), BORRÁS (M.), COLOMINA (J.) & TOLEDO (R.), 2014.- Human infection by a “fish tapeworm”, *Diphyllobothrium latum* in a non-endemic country. *Infection*, 42: 191-194.

EZEAMAMA (A.E.), FRIEDMAN (J.F.), OLVEDA (R.M.), ACOSTA (L.), KURTIS (J.), MOR (V.), MCGARVEY (S.T.), 2005.- Functional significance of low-intensity polyparasite helminth infections in anemia. *Journal of Infectious Diseases*, 192: 2160–2170.

EZEAMAMA (A.E.), MCGARVEY (S.T.), ACOSTA (L.P.), ZIERLER (S.), MANALO (D.L.) et al., 2008.- The synergistic effect of concomitant schistosomiasis, hookworm and trichuris infections on children`s anemia burden. *PLoS Neglected Tropical Diseases*, 2: e245.

F

FADCANIC, 2000.- *Caracterización fisiográfica y demográfica de las regiones Autónomas del Caribe de Nicaragua*. Fundación para la Autonomía y el Desarrollo de la costa Atlántica de Nicaragua, 45pp.

FARIA (C.P.), ZANINI (G.M.), DIAS (G.S.), DA SILVA (S.), DE FREITAS (M.B.) & ALMENDRA (R.), 2017.- Geospatial distribution of intestinal parasitic infections in Rio de Janeiro (Brazil) and its association with social determinants. *PloS Neglected Tropical Diseases*, 11: e0005445.

FAULKNER (C.T.), BORREGO (B.), LOGAN (M.H.), NEW (J.C.) & PATTON (S.), 2003.- Prevalence of endoparasitic infection in children and its relation with cholera prevention efforts in Mexico. *Pan American Journal of Public Health*, 14: 31-41.

FIGUERA (L.), RAMÍREZ (E.), & MERCHAN (E.), 2002.- *Strongyloides stercoralis*: prevalencia y evolución del diagnóstico utilizando cuatro métodos coproparasitológicos. *Revista de la Sociedad Venezolana de Microbiología*, 22:199-202.

FINCHAM (J.E.), MARKUS (M.B.) & ADAMS (V.J.), 2003.- Could control of soil-transmitted infection influence the HIV/AIDS pandemic. *Acta Tropica*, 86: 315-333.

FORRESTER (J.E.), SCOTT (M.E.), BUNDY (D.A.P.) & GOLDEN (M.H.N.), 1990.- Predisposition of individuals and families in Mexico to heavy infection with *Ascaris lumbricoides* and *Trichuris trichiura*. *Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene*, 84:272-276.

FOTEDAR (R.), STARK (D.), BEEBE (N.), MARRIOTT (D.) ELLIS (J.) & HARKNESS (J.), 2007a.- Laboratory diagnostic techniques for *Entamoeba* species. *Clinical Microbiology Reviews*, 20:5 11-532.

FOTEDAR (R.), STARK (D.), BEEBE (N.), MARRIOTT (D.) ELLIS (J.) & HARKNESS (J.), 2007b.- PCR detection of *Entamoeba histolytica*, *Entamoeba dispar*, and *Entamoeba moshkovskii* in stool samples from Sydney, Australia. *Journal of Clinical Microbiology*, 45: 1035-1037.

FOTEDAR (R.), STARK (D.), BEEBE (N.), MARRIOTT (D.) ELLIS (J.) & HARKNESS (J.), 2008.- *Entamoeba moshkovskii* infection in Sydney Australia. *European Journal of Clinical Microbiology & Infectious Diseases*, 27: 133-137.

FUNICA, 2009.- *Caracterización socioeconómica de la Región Autónoma del Atlántico Norte (RAAN) de Nicaragua.* Fundación para el desarrollo tecnológico agropecuario y forestal de Nicaragua, Fundación Ford, 59pp.

G

GABBAD (A.A.) & ELAWAD (M.A.), 2014.- Prevalence of intestinal parasite infection in primary school children in Elengaz area, Khartoum, Sudan. *Academic Research International*, 5: 86-90.

GABRIE (J.A.), RUEDA (M.M.), RODRÍGUEZ (C.A.), CANALES (M.) & SÁNCHEZ (A.L.), 2016.- Immune profile of honduran schoolchildren with intestinal parasites: the skewed response against geohelminths. *Journal of Parasitology Research*, 2016: 1769585, 13pp.

GARZÓN (M.), 2003.- *Parasites- a hollistic approach.* Washington, Capital University of integrated Medicine.

GEERS-CHILDERS (K.), PALMIERI (J.R.), SAMPSON (M.) & BRUNET (D.), 2014.- Prevalence of gastrointestinal parasites in children from Verón, a rural city of the Dominican Republic, *Research and Reports in Tropical Medicine*, 5: 45-43.

GHENGHESH (K.S.), GHANGHISH (K.), BENDARIF (E.T.), SHEMBESH (K.) & FRANKA (E.), 2016.- Prevalence of *Entamoeba histolytica*, *Giardia lamblia* and *Cryptosporidium* spp. in Libya: 2000-2015. *Libyan Journal of Medicine*, 11: 32088.

GÓMEZ (M.), ORIHUELA DE LA CAL (J.L.) & ORIHUELA DE LA CAL (M.E.), 1999.- Parasitismo intestinal en círculos infantiles. *Revista Cubana de Medicina General Integral*, 15: 266-269.

GOMILA (B.), TOLEDO (R.) & ESTEBAN (J.G.), 2011.- Amebas intestinales no patógenas: una visión clinicoanalítica. *Enfermedades Infecciosas y Microbiología Clínica*, 29: 20-28.

GONZÁLEZ (O.), AGUIRRE (J.), SAUGAR (G.), OROZCO (L.), (ÁLVAREZ (G.), PALACIOS (K.) & GUEVARA (O.), 2007.- Diagnóstico de la calidad del agua de consumo en las comunidades del sector rural noreste del municipio de León, Nicaragua. *Universitas*, 1: 7-13.

GONZÁLEZ-RUIZ (A.), HAQUE (R.), AGUIRRE (A.), CASTAÑÓN (G.), HALL (A.), GUHL (F.), RUIZ PALACIOS (G.), MILLES (M.A.) & WARHURST (D.C.), 1994.- Value of microscopy in the diagnosis of dysentery associated with invasive *Entamoeba histolytica*. *Journal of Clinical Parasitology*, 47: 236-239.

GORDON (C.A.), KURSCHEID (J.), JONES (M.K.), GRAY (D.J.) & McMANUS (D.P.), 2017.- Soil-transmitted helminths in tropical Australia and Asia. *Tropical Medicine and Infectious Disease*, 2: 56.

GOZALBO (M.), 2012.- *Estudio epidemiológico de las parasitosis intestinales en población infantil del Departamento de Managua (Nicaragua)*. Tesis Doctoral, Facultat de Farmacia, Universitat de València, 234 pp.

GUERRERO (M.T.), HERNÁNDEZ (Y.), RADA (M.E.), ARANDA (A.), & HERNÁNDEZ (M.I), 2008.- Parasitosis intestinal y alternativas de disposición de excreta en municipios de alta marginalidad. *Revista Cubana de Salud Pública*, 34: 1-11.

GUTIÉRREZ-JIMÉNEZ (J.), TORRES-SÁNCHEZ (M.G.C.), FAJARDO-MARTÍNEZ (L.P.), SCHLIE-GUZMÁN (M.A.), LUNA CAZARES (L.M.), et al., 2013.- Malnutrition and the presence of intestinal parasites in children from the poorest municipalities of Mexico. *Journal of Infectious Developing Countries*, 7: 741-747.

GUTIÉRREZ-RODRÍGUEZ (C.), TRUJILLO-HERNÁNDEZ (B.), MARTÍNEZ-CONTRERAS (A.), PINEDA-LUCATERO (A.) & MILLÁN-GUERRERO (O.), 2007.- Frecuencia de helmintiasis intestinal y su asociación con deficiencia de hierro y desnutrición en niños de la región occidente de México. *Gaceta Médica de México*, 143:4.

GYORKOS (T.W.), GILBERT (N.L.), LAROCQUE (R.), CASAPÍA (M.) & MONTRESOR (A.), 2012.- Visiting *Trichuris trichiura* intensity threshold based on anemia during pregnancy. *PLoS Neglected Tropical Diseases*, 6: e1783.

H

HALPENNY (C.M.), PELLER (C.), KOSKI (K.G.), VALDÉS (V.) & SCOTT (M.E.), 2013.- Regional household and individual factors that influence soil transmitted helminth reinfection dynamics in preschool children from rural indigenous Panama. *PLoS Neglected Tropical Diseases*, 7: e2070.

HERNÁNDEZ (M.), 2007.- Epidemiología: diseño y análisis de estudios. *Revista de la Facultad de Medicina*, 55: 282-283.

HERNÁNDEZ-CHAVARRÍA (F.), 2001.- *Strongyloides stercoralis*. Un parásito subestimado. *Parasitología al día*, 25: 40-49.

HERNÁNDEZ-CHAVARRÍA (F.), & MATAMOROS-MADRIGAL (M.F.), 2005.- Parásitos intestinales en una comunidad Amerindia, Costa Rica. *Parasitología Latinoamericana*, 60: 182-185.

HERNÁNDEZ-FAURE (L.C.), REYES-MATOS (I.), UBALS-GÓMEZ (R.), VILA-MIZRAHI (J.) & VERDECIA-CHARADAN (A.), 2012.- Parasitismo intestinal en niños de círculos infantiles del municipio Guantánamo. *Revista Información Científica*, 75: 3.

HOLLAND (C.V.), CROMPTON (D.W.), TAREN (D.I.), NESHEIM (M.C.), SANJUR (D.), BARBEU (I.) & TUCKER (K.), 1987.- *Ascaris lumbricoides* infection in pre-school children from Chiriqui Province Panama. *Parasitology*, 95: 615-622.

HOLLAND (C.V.), TAREN (D.I.), CROMPTON (D.W.), NESHEIM (M.C.), SANJUR (D.), BARBEU (I.) & TUCKER (K.), TIFFANY (J.) & RIVERA (G.), 1988.- Intestinal helminthiasis in relation to the socioeconomic environment of Panamanian children. *Social Science and Medicine*, 26: 209-213.

HOTEZ (P.J.), BROOKER (S.), BETHONY (J.M.), BOTTAZI (M.E.), LOUKAS (A.) & XIAO (S.), 2004.- Hookworm infection (review article). *New England Journal of Medicine*, 351: 799-807.

HOTEZ (P.J.), MOLYNEUX (D.H.), FENWICK (A), OTTESEN (E.), EHRLICH SACHS (S.), SACHS (J.D.), 2006.- Incorporating a rapid impact package for neglected tropical diseases with programs with HIV/AIDS, tuberculosis, and malaria. *PLoS Medicine*, 3: e102.

HOTEZ (P.J.), MOLYNEUX (D.H.), FENWICK (A), KUMARESAN (J.) EHRLICH-SACHS (S.), SACHS (J.D.), et al., 2007.- Control of Neglected Tropical Diseases. *New England Journal Medicine*, 357: 1018-1027.

HOTEZ (P.J.), 2008.- Schistosomiasis (Snail Fever). In: *Forgotten people, forgotten diseases: the neglected tropical diseases and their impact on global health and development* (Hotez P. ed.), ASM, Washington, DC.

HOTEZ (P.J.), BRINDLEY (P.J.), BETHONY (J.M.), KING (C.H.), PEARCE (E.) & JACOBSON (J.), 2008.- Helminth infections: the great neglected tropical diseases. *The Journal of Clinical Investigation*, 118: 1311-1321.

HOTEZ (P.J.), FENWICK (A), SAVIOLI (L), MOLYNEUX (D.H.), 2009.- Rescuing the bottom billion through control of neglected tropical diseases. *The Lancet*, 373: 1570-1575.

HOTEZ (P.J.), 2016.- The world's great religions and their neglected tropical diseases. *PLoS Neglected Tropical Diseases*, 10: e0004544.

I

INEC, 2005a.- *VIII Censo de Población y IV de Vivienda. Caracterización Sociodemográfica de RAAN*. Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, Instituto Nacional de Información de Desarrollo, 105pp.

INEC, 2005b.- *VIII Censo de Población y IV de Vivienda. Caracterización Sociodemográfica de RAAS*. Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, Instituto Nacional de Información de Desarrollo, 114pp.

INIDE, 2017a.- *Necesidades Básicas Insatisfechas (NBI), Encuestas Continuas de Hogares (ECH) 2009-2016*. Instituto Nacional de Información de Desarrollo, 14pp.

INIDE, 2017b.- *Anuario Estadístico, 2016.* Instituto Nacional de Información de Desarrollo, 392pp.

J

JARDIM-BOTELHO (A.), BROOKER (S.), GEIGER (S.M.), FLEMING (F.), SOUZA (C.) et al., 2008.- Age patterns in undernutrition and helminth infection in a rural area of Brazil: associations with ascariasis and hookworm. *Tropical Medicine International Health*, 13: 458-467.

JENSEN (L.A.), MARLIN (J.W.) DYCK (D.D.) & LAUBACH (H.E.), 2009.- Prevalence of multi-gastrointestinal infection with helminth protozoan and *Campylobacter* spp. in Guatemalan children. *Journal of Infection Developing Countries*, 3: 229-234.

JIA (T.W.), MELVILLE (S.), UTZINGER (J.), KING (C.H.) & ZHOU (X.N), 2012.- Soil transmitted helminth reinfection after a systematic review and meta-analysis. *PLoS Neglected Tropical Diseases*, 6: e1621.

JIMÉNEZ-GONZÁLEZ (D.E.), MÁRQUEZ-RODRÍGUEZ (K.), RODRÍGUEZ (J.M.), GONZALES (X.), OXFORD (J.) et al., 2009.- Prevalence and risk factors associated with intestinal parasites in a rural community of central Mexico. *Journal of Parasitology and Vector Biology*, 1: 9-12.

JIMÉNEZ-GUTIÉRREZ (E.), PINEDA (V.), CALZADA (J.E.), GUERRANT (R.L.) et al., 2014.- Enteric parasites and enteroaggregative *Escherichia coli* in children from Cañazas County, Veraguas Province, Panama. *The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, 91: 267-272.

K

KAMINSKY (R.G.), 1991.- Parasitism and diarrhoea in children from two rural communities and marginal barrio in Honduras. *Transactions of The Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene*, 85: 70-73.

KAMINSKY (R.G.), FLORES (R.), ALBERTO (S.) & MILLA (V.), 1998.- Prevalencia de parasitismo intestinal en diferentes poblaciones de honduras. *Revista Médica Hondureña* 66: 62-70.

KAMINSKY (R.G.) & RETES (E.H.), 2000.- Helmintiasis en niños Amapala, Honduras. *Honduras Pediátrica*, 2:21.

KAMINSKY (R.G.), JAVIER (A.) & CASTILLO (V.), 2000.- Prevalencia de helmintos en niños, Municipio de Santa Ana, Honduras. *Honduras Pediátrica*, 2:21.

KAMINSKY (R.G.) 2002.- Actualización estadística sobre parasitismo intestinal. Resultados de Laboratorio, Hospital Escuela, Honduras. *Revista Médica Hondureña*, 70: 57-69.

KAMINSKY (R.G.), AULT (S.K.), CASTILLO (P.), SERRANO (K.) & TROYA (G.), 2014.- High prevalence of soil-transmitted helminths in southern Belize-highlighting opportunity for control interventions. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*, 4: 345-353.

KAMINSKY (R.G.), REYES-GARCÍA (S.Z.) & ZAMBRANO (L.I.), 2016.- Unsuspected *Strongyloides stercoralis* infection in hospital patients with comorbidity in need of proper management. *BMC Infectious Diseases*, 16:98.

KARAN (A.), CHAPMAN (G.) & GALVANI (A.), 2012.- The influence of poverty and culture on the transmission of parasitic infections in rural Nicaraguan villages. *Journal of Parasitology Research*, 2012: 478-472.

KATO (K.) & MIURA (M.), 1954.- Comparative examination. *Japanese Journal of Parasitology*, 3:35.

KATZ (N.), CHAVES (A.) & PELLEGRINO (J.), 1972.- A simple device for quantitative stool thick-smear technique in Schistosomiasis *mansoni*. *Revista do Instituto de Sao Paulo*, 14: 397-400.

KNIGHT (W.B.), HIATT (R.A.), CLINE (B.L.) & RITHCIE (L.S.), 1976.- A modification of the formol-ether concentration technique for increased sensitivity in detecting *Schistosoma mansoni* eggs. *The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, 55: 8181-823.

KOMIYA (Y.) & KOBASHI (A.), 1996.- Evaluation of Kato`s thick-smear technique with a cellophane cover for helminth eggs in feces. *Japanese Journal of Medical Science and Biology*, 19: 59-64.

KOUKOUNARI (A.), FENWICH (A.), WHASHELL (S.), KABATEREINE (N.B.), KAZIBWE (F.) et al., 2008.- Relationships between anaemia and parasitic infection in Kenyan schoolchildren: a Bayesian hierarchical modelling approach. *International Journal of Parasitology*, 38: 1663-1671.

L

LAUBACH (H.E.), BENTLEY (C.Z.), GINTER (E.L.), SPALTER (J.S.) & JENSEN (L.A.), 2004.- A study of risk factors associated with the prevalence of *Cryptosporidium* in villages around Lake Atitlan, Guatemala. *Brazilian Journal of Infectious Diseases*, 8: 319-323.

LAVIN-ORAMAS (J.), PÉREZ-RODRÍGUEZ (A.), FINLAY-VILLALVILLA (C.M.) & SARRACENT-PÉREZ (J.), 2008.- Parasitismo intestinal en una cohorte de escolares en 2 municipios de ciudad de la Habana. *Revista Cubana de Medicina Tropical*, 60: 2.

LEBBAD (M.) ANKARKLEV (J.), TELLEZ (A.), LEIVA (B.), ANDERSON (J.O) & SVÄRD (S.), 2008.- Dominance of *Giardia* assemblage B in León Nicaragua. *Acta Tropica*, 106: 44-53.

LE HESRAN (J.Y.), AKIANA (J.), NDIAYE (H.M.), SENGHOR (P.) & KONATE (L.), 2004.- Severe malaria attack is associated with high prevalence of *Ascaris lumbricoides* infection among children in rural Senegal. *Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene*, 98: 397-399.

LEIVA (B.), LEBBAD (M.), WINIECKA-KRUSNELL (J.), ALTAMIRANO (I.), TÉLLEZ (A.) & LINDER (E.), 2006.- Overdiagnosis of *Entamoeba histolytica* and *Entamoeba dispar* in Nicaragua. A microscopic, triade parasite anel and PCR Study. *Archives of Medical Research*, 37: 529-534.

LEIVA (F.A.), GONZÁLEZ (C.H.), DELCID (A.F.), TOVAR (A.C.), JUÁREZ (G.), MARADIAGA (P.B.) SIERRA (E.J.) & PINEDA (F.J.), 2017.- Prevalencia de parasitosis intestinal y condicionantes de la salud en menores de 12 años con diarrea aguda atendidos en consulta externa, comunidad de Jamalteca, Comayagua, Honduras. *Archivos de Medicina*, 13: 2-9.

LICONA (T.S.), ACOSTA (S.Y.), MEDINA (M.L.) & TINOCO (R.O.), 2014.- Parasitismo intestinal y síndrome anémico en preescolares y escolares, San Vicente Centenario, Santa Bárbara. *Revista Ciencia y Tecnología*, 17.

LÓPEZ-CRUZ (S.), SALAZAR (L.), URROL (L.), ANDERSON (M.), 1991.- Certeza diagnóstica de amebiasis intestinal en Managua. *Revista Cubana de Medicina Tropical*, 43: 80-84.

LÓPEZ-SÁEZ (J.A.) & PÉREZ-SOTO (J.), 2010.- Etnobotánica medicinal y parasitosis intestinales en la Isla de Ometepe, Nicaragua. *Polibotánica*, 30: 137-161.

LUNA (S.), JIMÉNEZ (S.), LÓPEZ (R.), SOTO (M.) & BENEFCÉ (E.) 2007.- Prevalencia de parasitosis intestinal en niños y mujeres de comunidades indígenas del río Beni. *Visión Científica*, 1: 37-46.

M

MARTIN (L.K.) & BEAVER (P.C.), 1968.- Evaluation of Kato thick-smear technique for quantitative diagnosis of helminth infection. *The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, 17: 382-391.

MARTÍNEZ (A.) & JUSTINIANI (N.E.), 1999.- Incidencia de parasitosis intestinales en pacientes pediátricos hemato-oncológicos de 1 a 15 años de edad. *Alergia México*, 46: 26-29.

MARTÍNEZ-BARBABOSA (I.), ORTÍZ (H.), AGUILAR (M.), CORDOVA (R.), GAONA (E.), & FERNÁNDEZ (A.M.), 2015.- Evaluation of the nutritional status of a rural parasitized pediatric population in the state of Guerrero, Mexico. *Microbiology & Infectious Diseases*, 3: 1-8.

MARTÍNEZ-SALGADO (H.), CASANUEVA (E.), RIVERA (J.), VITERI (E.), & BOURGES-RODRÍGUEZ (H.), 2008.- La deficiencia de hierro y la anemia en niños mexicanos. Acciones para prevenirlas y corregirlas. *Boletín Médico del Hospital Infantil de México*, 65: 86-99.

MARTÍNEZ-VACA (W.L.), 2003.- *Estadística descriptiva con énfasis en salud pública*. Editorial la Hoguera, España.

MAS-COMA (S.), VALERO (M.A.) & BÁRGUES (M.D.), 2014.- Fascioliasis. In: *Digenetic Trematodes* (R. Toledo and B. Fried, ed.), Springer Science + Business Media, New York, 4: 77-114.

MATAMOROS (G.), SCHULTZ (J.), FONTECHA (G.A.) & SÁNCHEZ (A.L.), 2017.- Persistencia de los geohelminthos en Honduras: pobreza, baja eficacia del tratamiento y potencial emergencia de resistencia parasitaria. *Investigación Clínica*, 58: 393-405.

MEHRAJ (V.), HATCHER (J.), AKHTAR (S.), RAFIQUE (G.) & BEG (M.A.), 2008.- Prevalence and factors associated with intestinal parasitic infection among children in an urban slum of Karachi. *PLoS ONE*, 3: e3680.

MEJÍA-TORRES (R.E.), FRANCO-GARCÍA (D.N.), FONTECHA (G.A.), HERNÁNDEZ-SANTANA (A.), SINGH (P.), MANCERO (S.T.) & SABOYÁ (M.), 2014.- Prevalence and intensity of soil-transmitted helminthiasis, prevalence of malaria and nutritional status of going children in Honduras. *PLoS Neglected Tropical Diseases*, 8: e3248.

MENDOZA (D.), NÚÑEZ (F.A.), ESCOBEDO (A.), PELAYO (L.), FERNÁNDEZ (M.), TORRES (D.) & CORDOVÍ (R.A.), 2001.- Parasitosis intestinales en 4 círculos infantiles de San Miguel del Padrón, Ciudad de la Habana, 1998. *Acta Cubana de Medicina Tropical*, 53: 189-193.

MENOCAL-HEREDIA (L.T.), CARABALLO (Y.I.), ROSADO (F.M.), FUNDORA-HERNÁNDEZ (H.), FUNDORA-TORRES (M.T.) et al., 2013.- Prevalencia de parasitismo y control de la calidad en el diagnóstico de las parasitosis intestinales en 15 policlínicos de la Habana. *Revista Cubana de Higiene y Epidemiología*, 51: 278-288.

MI-ICHI (F.), YOSHIDA (H.) & HAMANO (S.), 2016.- *Entamoeba* encystation: new targets to prevent the transmission of amebiasis. *PLoS Pathogens*, 12: e1005845.

MILLER (K.), DURÁN-PINALES (C.), CRUZ-LÓPEZ (A.), MORALES-LECHUGA (L.), TAREN (D.), & ENRÍQUEZ (F.J.), 1994.- *Cryptosporidium parvum* in children with diarrhea in Mexico. *The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, 51: 322-325.

MOHAMMED (I.), NIBRET (E.), KIBRET (M.), ABER (B.) & ADAL (M.), 2016.- Prevalence of diarrhea causing protozoan infections and associated risk factors in diarrheic under five children in Bahir Dar town, northwest Ethiopia: pediatric clinic based study. *Ethiopian Journal of Science and Technology*, 9: 15-30.

MONIB (M.E.M.M.), HASSAN (A.A.A.), ATTIA (R.A.H.) & KHALIFA (M.M.), 2016.- Prevalence of intestinal parasites among children attending Assiut university children`s hospital, Assiut, Egypt. *The Journal of Advances in Parasitology*, 3:125-131.

MOORE (C.E.), ELWIN (K.), PHOT (N.), SENG (C.), MAO (S.), SUY (K.), et al., 2016.- Molecular characterization of *Cryptosporidium* species and *Giardia duodenalis* from symptomatic Cambodian Children. *Plos Neglected Tropical Diseases* 10: e0004822.

MORA (J.O.), 2007.- *Integrated anemia control strategy has significantly reduced anemia in women and children in Nicaragua.* Ottawa Canada: Micronutrient Initiative.

MORALES-ESPINOZA (E.M.), SÁNCHEZ-PÉREZ (H.J.), GARCÍA-GIL (M.M), VARGAS-MORALES (G.), MÉNDEZ-SÁNCHEZ (J.D.) & PÉREZ-RAMÍREZ (M.), 2003.- Intestinal parasites in children, in highly deprived areas in the border region of Chiapas, Mexico. *Salud Pública de México*, 45: 379-388.

MONTRESOR (A.), CROMPTON (D.W.) HALL (A.), BUNDY (D.A.) & SAVIOLI (L.), 1998.- *Guidelines for the evaluation of soil-transmitted helminthiasis and schistosomiasis at community level.* Geneva: World Health Organization.

MONTRESOR (A.), 2002.- *Helminth Control in school-age children: a guide for managers of control programmes.* Geneva: World Health Organization.

MUÑOZ-ANTOLÍ (C), PAVÓN (A.), MARCILLA (A.), TOLEDO (R.) & ESTEBAN (J.G.), 2011.- Prevalence and molecular characterization of *Cryptosporidium* in schoolchildren from department of Rio San Juan (Nicaragua). *Tropical Biomedicine*, 28: 40-47.

MUÑOZ-ANTOLÍ (C), PAVÓN (A.), MARCILLA (A.), TOLEDO (R.) & ESTEBAN (J.G.), 2014.- Prevalence and risk factors related to intestinal parasites among children in department of Rio San Juan Nicaragua. *Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene*, 108: 774-778.

MUÑOZ-ANTOLÍ (C), PAVÓN (A.), PÉREZ (P.), TOLEDO (R.) & ESTEBAN (J.G.), 2017.- Soil-transmitted helminth infections in schoolchildren of Laguna de Perlas, Nicaragua. *Journal of Tropical Pediatrics*, 63: 124-134.

MUÑOZ-ANTOLÍ (C), GOZALBO (M.), PAVÓN (A.), PÉREZ (P.), TOLEDO (R.) & ESTEBAN (J.G.), 2018.- Enteroparasites in preeschool children on the Pacific Region of Nicaragua. *The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, 98: 570-575.

MUPFASONI (D.), KARIBUSHI (B.), KOUKOUNARI (A.), RUBERANZIZA (E.), KABERUKA (T.) et al., 2009.- Polyparasite helminth infections and their association to anemia and undernutrition in northern Rwanda. *PLoS Neglected Tropical Diseases*, 3: e517.

N

NEMES (Z.), 2009.- Diarrhea from the infectologists point of view. *Orvosi Hetilap*, 150: 353-361.

NGONJO (T.), OKOYO (C.), ANDOVE (J.), SIMIYU (E.), LELO (A.E.), KABIRU (E.), KIHARA (J.) & MWANDAWIRO (C), 2016.- Current status of soil-transmitted helminths among school children in Kakamega County, Western Kenya. *Journal of Parasitology Research*, 2016: 7680124.

NKRUMAH (B.) & NGUAH (S.B.), 2011.- *Giardia lamblia*: a mayor parasitic cause of diarrhoea in patients attending a district hospital in Ghana. *Parasites & Vectors*, 4: 163.

NOKES (C.), GRANTHAM-MCGREGOR (S.M.), SAWYER (A.W.), COOPER (E.S.) & BUNDY (D.A.P.), 1992.- Parasitic helminth infection and cognitives function in school children, *Proceedings of The Royal Society London*, 247: 77-81.

NÚÑEZ (Y.O.), FERNÁNDEZ (M.A.), TORRES-NÚÑEZ (D.), SILVA (J.A.) MONTANO (I.), MAESTRE (J.L.) & FONTE (L.), 2001.- Multiplex polymerase chain reaction amplification and differentiation of *Entamoeba histolytica* and *Entamoeba dispar*. *The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, 64: 293-297.

NÚÑEZ (F.A.), LÓPEZ (J.L.), DE LA CRUZ (A.M.) & FINLAY (C.M.), 2003a.- Factores de riesgo de la infección por *Giardia intestinalis* en niños de guarderías infantiles de Ciudad de la Havana, Cuba. *Cuadernos de Saude Publica*, 19: 677-682.

NÚÑEZ (F.A.), GONZÁLEZ (M.O.), BRAVO (J.R.), ESCOBEDO (A.) & GONZÁLEZ (I.), 2003b.- Parasitosis intestinales en niños ingresados en el Hospital Universitario Pediátrico del Cerro, la Havana, Cuba. *Revista Cubana de Medicina Tropical*, 55: 19-26.

NÚÑEZ (F.A.), GONZÁLEZ (M.O.), GONZÁLEZ (I.), ESCOBEDO (A.) & CORDOVÍ (R.A.), 2003c.- Intestinal coccidian in cuban pediatric patients with diarrhea. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro*, 98: 539-542.

NÚÑEZ-FERNÁNDEZ (F.A.), SANJURJO-GONZÁLEZ (E.) & FINLAY-VILLALVILA (C.M.), 1991.- Comparison of several coproparasitological techniques for diagnosis of soil-transmitted helminthiasis. *Revista do Instituto de Medicina Tropical de Sao Paulo*, 33: 403-406.

O

OBERHELMAN (R.A.), GUERRERO (E.S.), FERNÁNDEZ (M.L.), SILIO (M.), MERCADO (D.), COMISKEV (N.), IHENACHO (G.) & MERA (R.), 1998.- Correlations between intestinal parasitosis, physical growth, and psicomotor development among infants and children from rural Nicaragua. *The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, 58: 470-475.

OBERHELMAN (R.A.), GUERRERO (E.S.), MERCADO (D.), FERNÁNDEZ (M.L.) & MERA (R.), 1999.- Observations on the impact of breast-feeding and of intestinal helminthiasis on a rapid agglutination assay for fecal lactoferrin in Nicaraguan children with diarrhea. *Pediatric Disease Journal*, 18: 944-946.

OKPALA (H.O.), JOSIAH (S.J.) ORANEKWULU (M.U.) & OVIE (E.G.), 2014.- Prevalence of intestinal parasites among children in day care centres in Esan West local government area, Edo state, Nigeria. *Asian Journal of Medical Science*, 6: 34-39.

OLIVEIRA-ARBEX (A.P.), BOARATO (E.) & GUIMARAES (S.), 2018.- *Blastocystis* genetic diversity among children of low-income daycare center in southeastern Brazil. *Infection, Genetics and Evolution*, 57: 59-63.

OLSEN (A.), MAGNUSSEN (P.), OUMA (J.H.), ANDREASSEN (J.) & FRIIS (H.), 1998.- The contribution of hookworm and other parasitic infections to haemoglobin and iron status among children and adults in western Kenya. *Transactions of The Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene*, 92: 643-649.

ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD/ ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD (OPS/OMS), 2015a.- *Boletín informativo Agua, Nicaragua*, Organización Panamericana de la Salud/Organización Mundial de la Salud, 12pp.

ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD/ ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD (OPS/OMS), 2015b.- *Boletín Informativo Nicaragua, perfil del país*, Organización Panamericana de la Salud/Organización Mundial de la Salud, 14pp.

OSTAN (I.), KILIMCIOGLU (A.A.), GIRGINKARDESLER (N.), OZYURT (B.C.), LIMONCU (M.E.) & OK (U.Z.), 2007.- Health inequities: lower socioeconomic conditions and higher incidences of intestinal parasites. *BMC Public Health*, 7: 342.

OSMAN (M.), EL SAFADI (D.), CIAN (A.), BENAMROUZ (S.), NOURRISSON (C.), et al., 2016.- Prevalence and risk factors for intestinal protozoan infections with *Cryptosporidium*, *Giardia*, *Blastocystis* and *Dientamoeba* among schoolchildren in Tripoli, Lebanon. *PLoS Neglected Tropical Diseases* 10: e0004643.

P

PABALAN (N.), SINGIAN (E.), TABANGAY (L.), JARJANAZI (H.), BOVIN (M.J.) & EZEAMAMA (A.E.), 2018.- Soil transmitted helminth infection, loss of education and cognitive impairment in school-aged children: a systematic review and meta-analysis. *PLoS Neglected Tropical Diseases* 12: e0005523.

PANIAGUA (G.I.), MONROY (E.), GARCÍA-GONZÁLEZ (O.), ALONSO (J.), NEGRETE (E.) & VACA (S.), 2007.- Two or more enteropathogen ara associated with diarrhea in Mexican children. *Annals of Clinical Microbiology and Antimicrobials*, 6: 17-24.

PAPE (J.W.), LEVINE (E.), BEAULIEU (M.E.), MARSHALL (F.), VERDIER (R.) & JOHNSON (W.D.), 1987.- Cryptosporidiosis in Haitian children. *The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, 36: 333-337.

PAVÓN (A.), 2014.- *Parasitismo intestinal en población infantil de los Departamentos del Pacífico nicaragüense*. Tesis Doctoral, Facultat de Farmacia, Universitat de València, 166 pp.

PAWAR (S.), INGOLE (K.) & BHISE (M.), 2016.- Study of prevalence of intestinal parasitic infection in symptomatic children at tertiary care hospital. *International Journal of Applied Research*, 2: 243-248.

PÉREZ-CUETO (M.C.), SÁNCHEZ-ÁLVAREZ (M.L.), CUETO (G.A.), MAYOR (A.M.), et al., 2007.- Intervención educativa y parasitismo intestinal en niños de la enseñanza primaria. *Revista Cubana de Medicina General Integral*, 23: 2.

PLUTZER (J.) & KARANIS (P.), 2016.- Neglected waterborne parasitic protozoa and their detection in water. *Water Research*, 101: 318-332.

PULLAN (R.L.), SMITH (J.L.), JASRASARIA (R.) & BROOKER (S.J.), 2014.- Global numbers of infection and disease burden of soil transmitted helminth infections in 2010. *Parasites and Vectors*, 7:37.

Q

QUIHUI (L.), VALENCIA (M.E.), CROMPTON (D.W.T.), PHILLIPS (S.) HAGAN (P.), MORALES (G.) & DÍAZ-CAMACHO (S.P.), 2006.- Role of the employment status and education of mothers in the prevalence of intestinal parasitic infections in Mexican rural schoolchildren. *BMC Public Health*, 6: 225-232.

QUIHUI-COTA (L.), MORALES-FIGUEROA (G.G.), ESPARZA-ROMERO (J.), VALENCIA (M.E.), ASTIAZARÁN-GARCÍA (H.), MÉNDEZ (R.O.), PACHECO-MORENO (B.I.), CROMPTON (D.W.) & DIAZ-CAMACHO (S.P.), 2010.- Trichuriasis and low-iron status in schoolchildren from Northwest Mexico. *European Journal of Clinical Nutrition*, 64:1108–1115.

QUIHUI-COTA (L.) & MORALES-FIGUEROA (G.G.), 2012a.- Parasitosis intestinales en escolares tratados con albendazol en el noroeste de México: estudio piloto. *Revista de Ciencias Biológicas y de la Salud*, 14: 32-39.

QUIHUI-COTA (L.) & MORALES-FIGUEROA (G.G.), 2012b.- Persistence of intestinal parasitic infection during the national de-worming campaign in schoolchildren of northwestern Mexico: a cross-sectional study. *Annals of Gastroenterology*, 25: 57-60.

QUIHUI-COTA (L.), LUGO (C.M.) MORALES (T.E.), CUBILLAS (M.J.), ABRIL (E.M.), ROMÁN (R.), MORALES-FIGUEROA (G.G.), 2013.- Parasitosis intestinales en escolares urbanos, suburbanos y rurales del noroeste de México. *Revista de Ciencias Biológicas y de la Salud*, 16: 15-20.

R

RAMÍREZ (J.D.), HEREDIA (R.D.), HERNÁNDEZ (C.), LEÓN (C.M.) et al., 2015.- Molecular diagnosis and genotype analysis of *Giardia duodenalis* asymptomatic children from a rural area in central Colombia. *Infections, Genetics and Evolution*, 32: 208-213.

RASHID (M.K), JOSHI (M.), JOSHI (H.S.) & FATEMI (K.), 2011.- Prevalence of intestinal parasites among school children in Bareilly District. *National Journal of Integrated Research in Medicine*, 2: 35-38.

RASNIC/GISI, 2010.- *Informe del estado actual del saneamiento integral en Nicaragua, desde 2007 al 2010.* Red Nicaragüense de Agua y Saneamiento/Grupo Impulso del Saneamiento Integral, 63pp.

REINTHALER (F.F.), LINCK (G.), KLEM (G.), MASCHER (F.) & SIXL (W.), 1988.- Intestinal parasite in children with diarrhea in El Salvador. *Geographia Médica*, 18: 175-180.

RENÉ-SORTO (O.), MANOELLA (A.), ARAGÓN (M.A.), SABOYÁ (M.I.), PAZ (M.), MINERO (M.A.), HERNÁNDEZ (M.A.) et al., 2015.- Prevalencia e intensidad de la infección por geohelminths y prevalencia de la malaria en escolares de El Salvador. *Biomédica*, 35: 407-418.

REYES (L.), MARÍN (R.), CATARINELLA (G.), VARGAS (A.), VALENCIANO (E.), ALBERTAZZI (C.), NOVIGRODT (R.) & CHINCHILLA (M.), 1987.- Parasitosis intestinal en niños en guarderías de San José, Costa Rica. *Revista Costarricense de Ciencias Médicas*, 8: 123-128.

RITCHIE (L.S.), 1948.- An ether sedimentation technique for routine stool examination. *Bulletin of Unites State Medical Department*, 8:326-330.

RIVERO-RODRÍGUEZ (Z.), BRACHO (A.), CALCHI (M.), DÍAZ (I.), ELLEN (A.), MALDONADO (A.), CHOURIO (G.), ARRAÍZ (N.) & CORZO (G.), 2009.- Detección y diferenciación de *Entamoeba histolytica* y *Entamoeba dispar* mediante reacción en cadenas de la polimerasa en individuos de una comunidad del Estado Zulia, Venezuela. *Cuadernos de Saúde Pública, Rio de Janeiro*, 25: 151-159.

RIVERO-RODRÍGUEZ (Z.), BRACHO (A.), ATENCIO (R.), URIBE (I.) & VILLALOBOS (R.), 2016.- Prevalencia del complejo *Entamoeba* spp. en niños y adolescentes de varios municipios del estado Zulia, Venezuela. *Saber*, 28: 30-39.

ROBERTSON (L.J.), CROMPTON (D.W.T.), WALTERS (D.E.), NESHEIM (M.C.), SANJUR (D.) & WALSH (E.A.), 1989.- Soil-transmitted helminth infection in school children from Cocle Province, Republic of Panama. *Parasitology*, 99: 287-292.

ROBERTSON (L.J.), CROMPTON (D.W.T.), & NESHEIM (M.C.), 1992.- Haemoglobin concentrations and concomitant infections of hookworm and *Trichuris trichiura* in Panamanian primary schoolchildren. *Transactions of The Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene*, 86: 654-656.

ROCHA (J.F.), 2003.- *Comportamiento de las enteroparasitosis en niños menores de 12 años procedentes de barrios pobres de Managua y Masaya. Septiembre 2002-Septiembre 2003.* Disponible en: http://www.bsvde.org.ni/Web_textos/UNAN_MG/UNAN_MG0010/rochalopez.pdf

RODRÍGUEZ (E.), MATEOS (B.), GONZÁLEZ (J.C.), AGUILAR (Y.M.), ALARCÓN (E.), MENDOZA (A.A.), MIER (M.), MORA (M.A.) & BERNAL (R.R.), 2008.- Transición parasitaria a *Blastocystis hominis* en niños de la zona centro del estado de Guerrero, México. *Parasitología Latinoamericana*, 63: 20-28.

RODRÍGUEZ-ALARCÓN (R.S.), AMATO NETO (V.), GAKIYA (E.) & BEZERRA (R.C.), 2007.- Observações on *Blastocystis hominis* and *Cyclospora cayetanensis* in routine parasitological examination. *Revista Sociedade Brasileira de Medicina Tropical*, 40: 253-255.

RODRÍGUEZ-GUZMÁN (L.M.), HERNÁNDEZ-JERÓNIMO (E.J.) & RODRÍGUEZ-GARCÍA (R.), 2000.- Parasitosis intestinal en niños seleccionados en una consulta ambulatoria de un hospital. *Revista Mexicana de Pediatría*, 67: 117-122.

RODRÍGUEZ-MORALES (A.J.), GRANADOS-ÀLAVREZ (S.), ESCUDERO-QUINTERO (H.), VERA-POLANIA (F.), MONDRAGÓN-CARDONA (A.), DÍAZ-QUIJANO (F.A.) et al., 2016.- Estimating and mapping the incidence of giardiasis in Colombia, 2009-2013. *International Journal of Infectious Diseases*, 49: 204-209.

ROSEWELL (A.), ROBLETO (G.), RODRÍGUEZ (G.), BARRAGNE-BIGOT (P.), AMADOR (J.J.) & ALDIGHIERI (S.), 2010.- Soil-transmitted helminth infection and urbanization in 880 primary children in Nicaragua, 2005. *Tropical Doctor*, 40: 141-143.

S

SABOYÁ (M.I.), CATALÁ (L.), NICHOLLS (R.S.) & AULT (S.K.), 2013.- Update on the mapping of prevalence and intensity of infection for soil-transmitted helminth infections in Latin America and the Caribbean: A call for action. *PLoS Neglected Tropical Diseases*, 7: e2419.

SÁNCHEZ DE LA BARQUERA (M.A.) & MIRAMONTES (M.), 2011.- Parasitosis intestinales en 14 comunidades rurales del altiplano de México. *Revista Mexicana de Patología Clínica*, 58: 16-25.

SÁNCHEZ (A.L.), GABRIE (J.A.), USUANLELE (M.T.), MERCEDES (M.), CANALES (M.) & GYORKOS (T.W.), 2013.- Soil-transmitted helminth infections and nutritional status in school-age children from rural communities in Honduras. *PLoS Neglected Tropical Diseases*, 7: e2378.

SÁNCHEZ (A.L.), MAHONEY (D.) & GABRIE (J.A.), 2015.- Interleukin-10 and soil-transmitted helminth infections in Honduran children. *BMC, Research Notes*, 8:55.

SÁNCHEZ (A.), MUNOZ (M.), GÓMEZ (N.), TABARES (J.), SEGURA (L.), SALAZAR (A.), RESTREPO (C.), RUÍZ (M.), REYES (P.) et al., 2017.- Molecular epidemiology of *Giardia*, *Blastocystis* and *Cryptosporidium* among indigenous children from the Colombian Amazon Basin. *Frontiers in Microbiology*, 8: 248.

SÁNCHEZ-VEGA (J.T.), TAY-ZAVALA (J.), ROBERT-GUERRERO (L.), ROMERO-CABELLO (R.), RUÍZ-SÁNCHEZ (D.) & RIVAS-GARCÍA (C.), 2000.- Frecuencia de parasitosis intestinales en asentamientos humanos irregulares. *Revista de la Facultad de Medicina de México*, 43: 80-83.

SÁNCHEZ-VEGA (J.T.), TAY-ZAVALA (J.), AGUILAR-CHIU (A.), RUÍZ-SÁNCHEZ (D.), MALAGÓN (F.), RODRÍGUEZ-COVARRUBIAS (J.A.) ORDÓÑEZ (J.) & CALDERON-ROMERO (L.), 2006.- Cryptosporidiosis and other intestinal protozoa in children less than one year of age in Mexico City. *The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, 75: 1095-1098.

SAVIOLI (L.), BUNDY (D.A.P.) & TOMKINS (A.), 1992.- Intestinal parasitic infections: a soluble public health problema. *Transactions of The Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene*, 86: 353-354.

SAVIOLI (L.), STANSFIELD (S.), BUNDY (D.A.P.), MITCHELL (A.), BHATTIA (R.), ENGELS (D.), MONTRESOR (A.), NEIRA (M.) & SHEIN (A.M.), 2002.- Schistosomiasis and soil-transmitted helminth infections: forging control efforts. *Transactions of The Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene*, 96: 577-579.

SAVIOLI (L.), SMITH (H.) & THOMPSON (A.), 2006.- *Giardia* and *Cryptosporidium* join the “Neglected Diseases Initiative”. *Trends in Parasitology*, 22: 203-208.

SCHOLZ (T.), GARCIA (H.H.), KUCHTA (R.) & WICHT (B.), 2009. Update on the human broad tapeworm (genus *Diphyllobothrium*), including clinical relevance. *Clinical Microbiology Reviews*, 22: 146–160.

SCHOLZ (T.) & KUCHTA (R.), 2016.- Fish-borne, zoonotic cestodes (*Diphyllobothrium* and relatives) in cold climates: a never ending story of neglected and (re)-emergent parasites. *Food and Waterborne Parasitology*, 4: 23-38.

SERRANO-FRAGO (E.), & CANTILLO-ARRIETA (A.), 2001.- Las parasitosis intestinales más frecuentes en la población infantil del área de salud de San Ramón de Alajuela. *Acta Médica Costarricense*, 43: 114-118.

SHIRLEY (D.A.T.), MOONAH (S.N.) & KOTLOFF (K.L.), 2012.- Burden of disease from Cryptosporidiosis. *Current Opinion in Infectious Diseases*, 25: 555-563.

SINGH (A.), HOUP (E.) & PETRI (W.A.), 2009.- Rapid diagnosis of intestinal parasitic protozoa with a focus on *Entamoeba histolytica*. *Interdisciplinary Perspectives on Infectious Diseases*, 2009: 547090.

SIWILA (J), PHIRI (I.G.), ENEMARK (H.L.), NCHITO (M.) & OLSEN (A.), 2010.- Intestinal helminths and protozoa in children in pre-schools in Kafue district, Zambia. *Transactions of The Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene*, 104: 122-128.

SMITH (H.M.), KAMINSKY (R.G.) NIWAS (S.), SOTO (R.J.) & JOLLY (P.E.), 2001.- Prevalence and intensity of infections of *Ascaris lumbricoides* and *Trichuris trichiura* and associated socio-demographic variables in four rural Honduran communities. *Memórias de Instituto Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro*, 96: 303-314.

SORENSEN (W.C.), CAPELLO (M.), BELL (D.), DIFEDELE (L.M.), BROWN (M.A.), 2011.- Poly-helminth infection in east Guatemalan children. *Journal of Global Infectious Diseases*, 3: 25-31.

SPEICH (B.), MARTI (H.), AME (S.), ALI (S.M.), BOGOCH (I.I.), ÜTZINGER (J.), ALBONICO (M.) & KEISER (J.), 2013.- Prevalence of intestinal protozoan infection among school-aged children on Pemba Island, Tanzania, and effect of single dosed albendazole, nitazoxanide, and albendazole-nitazoxanide. *Parasites and Vectors*, 6:3.

SPEICH (B.), CROLL (D.), FÜRST (T.), UTZINGER (J.) & KEISER (J.), 2016.- Effect of sanitation and water treatment on intestinal protozoa infection: a systematic review and meta-analysis. *The Lancet Infectious Diseases*, 16: 87-99.

STANLEY (S.L.), 2003.- Amoebiasis. *The Lancet*, 361: 1025-1034.

STECKETEE (R.W.), 2003.- Pregnancy, nutrition and parasitic diseases. *The Journal of Nutrition*, 133: 1661-1667.

STEINMANN (P.), KEISER (J.), BOS (R.), TANNER (M.) & UTZINGER (J.), 2006.- Schistosomiasis and water resources development: systematic review, meta-analysis, and estimates of people at risk. *The Lancet Infectious Diseases*, 7: 411-425.

STENSVOLD (C.R.), SURESH (G.) & TAN (S.W.K.), 2007.- Terminology for *Blastocystis* subtypes- A consensus. *Trends in Parasitology*, 23: 93-96.

STENSVOLD (C.R.), 2013.- *Blastocystis*: genetic diversity and molecular methods for diagnosis and epidemiology. *Tropical Parasitology*, 3: 26-34.

SUMBELE (I.U.N.), NKEMNJU (G.B.) & KIMBI (H.K.), 2017.- Soil-transmitted helminths and *plasmodium falciparum* malaria among individuals living in different agroecosystems in two rural communities in the mount Cameroon area: a cross sectional study. *Infectious Diseases of Poverty*, 6:67.

T

TAN (K.), 2008.- New insights on classification, identification and clinical relevance of *Blastocystis* spp. *Clinical Microbiology Review*, 21: 639-665.

TAN (K.), MIRZA (H.), TEO (J.), WU (B.) & MACARY (P.), 2010.- Current views on the clinical relevance of *Blastocystis* spp.. *Current Infectious Diseases Reports*, 12: 28-35.

TAY (Z.J.), RUÍZ (A.), SÁNCHEZ (V.J.T.), ROMERO (C.R.), ROBERT (G.L.) & BECERRIL (M.), 1995.- Las helmintiasis intestinales en la República Mexicana. *Boletín Chileno de Parasitología*, 50: 10-6.

TAYLOR-TÓRREZ (A.R.) & CORDÓN-SUÁREZ (E.), 2017.- Calidad del agua potable y su efecto en la salud de la comunidad de Kamla, Costa Caribe norte de Nicaragua. *Revista Ciencia e Interculturalidad*, 20: 78-93

TÉLLEZ (A.), CORTEZ-RUÍZ (I.), AUST-KETTIS (A.), HULDT (G.), HONSSON (J.) & SCHRODER (H.), 1992.- Amebiasis in Nicaragua: class specific serum antibody responses. *Archives of Medical Research*, 23: 261-264.

TÉLLEZ (A.), MORALES (W.), RIVERA (T.), MEYER (E.), LEIVA (B.) & LINDER (E.), 1997.- Prevalence of intestinal parasites in the human population of León, Nicaragua. *Acta Tropica*, 66: 119-125.

TÉLLEZ (A.), WINIECKA-KRUSNELL (J.), PANIAGUA (M.) & LINDER (E.), 2003.- Antibodies in mother`s milk protect children against giardiasis. *Scandinavian Journal of Infectious Diseases*, 35: 322-325.

TÉLLEZ (A.), PALM (D.), WEILAND (M.), NIECKA-KRUSNELL (J.), LINDER (E.) & SVARD (S.), 2005.- Secretory antibodies against *Giardia intestinalis* in lactating Nicaraguan women. *Parasite Immunology*, 27: 163-169.

THOMPSON (R.C.A.) & MONIS (P.T.), 2004.- Variation in *Giardia*: implications for taxonomy and epidemiology. *Advances in Parasitology*, 58: 69-137.

TORRES-ROMERO (J.C.), EUAN-CANTO (A.J.), BENITO-GONZÁLEZ (N.), PADILLA-MONTAÑO (N.) et al., 2014.- Intestinal parasites and genotyping of *Giardia duodenalis* in children: first report of genotype B in isolates from human clinical samples in Mexico. *Memorias del Instituto Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro*, 109: 388-390.

TULIO-MORALES (M.) & BOLAÑOS-HERNÁNDEZ (I.), 1997.- Frecuencia de cuatro nematodos intestinales en el Hospital Nacional de Niños (1991-1995). *Acta Pediátrica Costarricense*, 11: 106-108.

U

UNICEF, 2009.- *WHO Diarrhoea: Why children are still dying and what can be done.* New York and Geneva, UNICEF/World Health Organization.

V

VALDÉS-SÁNCHEZ (V.V.), 2013.- Influencia de las condiciones ambientales y sanitarias en la prevalencia de los parásitos intestinales en la población escolar de nivel primario de la provincia de Bocas del Toro. *Revista Científica Universitaria*, 2: 247-257.

VANDEMARK (L.M.), JIA (T.W.) & ZHOU (X.N.), 2010.- Social science implications for control of helminth infections in Southeast Asia. *Advances in Parasitology*, 73: 137-170.

VERCRUYSSSE (J.), ALBONICO (M.), AME (S.M.), ANGEBAULT (C.), BETHONY (J.M.) et al., 2011.- Assesment of the anthelmintic efficacy of albendazol in school children in seven countries where soil-transmitted helminths are endemic. *PLoS Neglected Tropical Diseases*, 29: e948.

VITORIA (I.), 2001.- ¿Hay que hervir el agua potable durante 10 minutos para preparar los biberones? *Anales Españoles de Pediatría*, 54: 318-319.

VITORIA (I.), CLIMENT (S.), HERRERO (P.) & ESTEBAN (J.G.), 2000.- Ebullición del agua y fórmula de inicio. Implicaciones nutricionales. *Acta Pediátrica Española*, 58: 247-251.

W

WAWRZY尼亚K (I.), POIRER (P.), VISCOGLIOSI (E.), DIONIGIA (E.), TEXIER (C.), DELBAC (F.) & ALAOUI (H.E.), 2013.- *Blastocystis*, an unrecognized parasite: An overview of pathogenesis and diagnosis. *Therapeutics Advances in Infectious Disease*, 1: 167-178.

WÖRDEMANN (M.), POLMAN (K.), MENOCA (L.), JUNCO (R.), COLLADO (A.M.), NUÑEZ (F.A.), CORDOVI (R.), RUÍZ (A.), PELAYO (L.), BONET (M.), ROJAS (L.) & GRYSEELS (B.), 2006.- Prevalence and risk factors of intestinal parasites in Cuban children. *Tropical Medicine and International Health*, 12: 1813-1820.

WÖRDEMANN (M.), JUNCO (R.), MENOCA (L.), COLLADO (A.M.), RUÍZ (A.), CORDOVI (R.), ATENCIO (I.), ESCOBEDO (A.), ROJAS (L.), GRYSEELS (B.), BONET (M.) & POLMAN (K.), 2008.- Association of atopy, asthma, allergic rhinoconjunctivitis, atopic dermatitis and intestinal helminthes infection in Cuban children. *Tropical Medicine and International Health*, 13: 180-186.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (W.H.O.), 1991.- *Basic laboratory methods in medical Parasitology*. Geneva, World Health Organization.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (W.H.O.), 1997.- *Entamoeba taxonomy*. *Bulletin of the World Health Organization*, Geneva, World Health Organization, 75: 291-292.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (W.H.O.), 2000.- *World health report: conquering suffering enriching humanity*. Geneva, World Health Organization.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (W.H.O.), 2001.- *Iron deficiency anaemia: assessment, prevention and control: a guide for programme managers*. Geneva, World Health Organization.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (W.H.O.), 2006.- *Schistosomiasis fact sheet*. Geneva, World Health Organization. Disponible en: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs115/en/index.html>

WORLD HEALTH ORGANIZATION (W.H.O.), 2009.- *Abordar las enfermedades tropicales desatendidas con el enfoque de los derechos humanos.* Disponible en: http://www.who.int/neglected_diseases/Human_rights_approach_to_NTD_Spa.pdf

WORLD HEALTH ORGANIZATION (W.H.O.), 2011.- *The global prevalence of anaemia in 2011.* Geneva, World Health Organization.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (W.H.O.), 2012.- *Helminth control in school-aged children- Second edition.* Geneva, World Health Organization.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (W.H.O.), 2013.- *Neglected tropical diseases, prevention, control, elimination and erraditaction.* Geneva, World Health Organization.

Z

ZAVALA (G.A.), ROSADO (J.L.), COLLEEN (M.D.), CAAMAÑO (M.C.), CAMPOS-PONCE (M.), RONQUILLO (D.), POLMAN(K.) & GARCÍA (O.), 2017.- Energy and food intake are associated with specific intestinal parasitic infections in children of rural Mexico. *Parasitology International*, 66: 831-836.

ZUMAQUERO-RÍOS (J.L.), SARRACENT-PÉREZ (J.), ROJAS-GARCÍA (R.), ROJAS-RIVERO (L.), MARTÍNEZ-TOVILLA (Y.), VALERO (M.A.) & MASCOMA (S.), 2013.- Fascioliasis and intestinal parasitoses affecting shcoolchildren in Atlixco, Puebla State, Mexico: epidemiology and treatment with nitazoxanide. *PLoS Neglected Tropical Diseases*, 7: e2553.

ANEXOS

ANEXO 1.-

VNIVERSITAT
E VALÈNCIA Vicerectorat
d'Investigació i Política Científica

D. José María Montiel Company, Profesor Contratado Doctor Interino del departamento de Estomatología, y Secretario del Comité Ético de Investigación en Humanos de la Comisión de Ética en Investigación Experimental de la Universitat de València,

CERTIFICA:

Que el Comité Ético de Investigación en Humanos, en la reunión celebrada el día 12 de diciembre de 2016, una vez estudiado el proyecto de tesis doctoral titulado:
“Parasitismo intestinal en población infantil de la región autónoma del Atlántico Norte (RAAN) y la región autónoma del Atlántico Sur (RAAS) de Nicaragua”, número de procedimiento H1477378643204, cuya responsable es Dña. Paloma Pérez Escobedo, dirigida por Dña. Carla Muñoz-Antolí y D. J.Guillermo Esteban Sanchis, ha acordado informar favorablemente el mismo dado que se respetan los principios fundamentales establecidos en la Declaración de Helsinki, en el Convenio del Consejo de Europa relativo a los derechos humanos y cumple los requisitos establecidos en la legislación española en el ámbito de la investigación biomédica, la protección de datos de carácter personal y la bioética.

Y para que conste, se firma el presente certificado en Valencia, a catorce de diciembre de dos mil dieciséis.



ANEXO 2.-



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE NICARAGUA
INSTITUTO POLITÉCNICO DE LA SALUD
"DR. LUIS FELIPE MONCADA"

A quien corresponda:

ALEYDA PAVÓN RAMOS, Profesora titular del Departamento de Bioanálisis Clínico, IPS UNAN-MANAGUA,

INFORMA que,

PALOMA ANDREA PÉREZ ESCOBEDO, con DNI: 50595524-D, ha participado activamente y proactivamente, en la realización de dos muestreos propuestos durante su estancia en la UNAN, la cual ha tenido lugar en las fechas 7 de Abril a 7 de Julio del 2016. La doctoranda ha llevado a cabo, con gran éxito, el trabajo de campo, ya que se realizaron dos muestreos, los cuales se citan a continuación. La doctoranda ha sido la investigadora principal, ha mostrado una actitud positiva y participativa tanto en la ejecución de las actividades programadas así como en el análisis de datos, discusión de resultados y elaboración del informe final.

Muestreo N°1: Estudio de las parasitosis intestinales en población infantil, barrio Las Torres, Managua, Nicaragua.

Muestro N°2: Estudio de las parasitosis intestinales en población infantil, comunidad Miguel Alvarado, Siuna, Región Autónoma del Atlántico Norte (RAAN), Nicaragua.

Entidades participantes. Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Instituto Politécnico de la salud, Universidad de Valencia, Facultad de Farmacia.

Además, Paloma ha demostrado una perfecta adaptación al medio, ha sido una excelente trabajadora con gran capacidad para el trabajo en equipo. Se ha integrado con gran facilidad con el profesorado del departamento así como con los estudiantes.

Y para que conste y a los efectos oportunos, expido el presente certificado en Managua (Nicaragua) a día 10 de Julio de 2015.



Dra. Aleyda Pavón Ramos
Profesor titular, Dpto. Bioanálisis Clínico
IPS UNAN MANAGUA

ANEXO 3.-

Journal of Tropical Pediatrics, 2017, 63, 124–134
 doi: 10.1093/tropej/fmw061
 Advance Access Publication Date: 10 September 2016
 Original paper



Soil-transmitted Helminth Infections in Schoolchildren of Laguna de Perlas (Nicaragua)

by C. Muñoz-Antoli,¹ A. Pavón,² P. Pérez,¹ R. Toledo,¹ and J.G. Esteban¹

¹Facultad de Farmacia, Departamento de Parasitología, Universidad de Valencia, Av. Vicent Andrés Estellés s/n, Burjassot-Valencia 46100, Spain

²Departamento Bionálisis Clínico, Instituto Politécnico de la Salud (IPS-Polisal), Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Managua, Nicaragua

Correspondence: Carla Muñoz Antoli-Candela, Facultad de Farmacia, Departamento Parasitología, Universidad de Valencia, Avda. Vicent Andrés Estellés s/n, Burjassot-Valencia 46100, Spain. Tel: 34-96-3543149; E-mail <carla.munoz@uv.es>

ABSTRACT

Soil-transmitted helminth (STH) prevalence, intensity, polyparasitism and co-infections in 425 children from 3 schools of Laguna de Perlas (Nicaragua) were investigated. Single stool samples were analysed by the formalin-ether method and the Kato-Katz. A total of 402 (94.6%) children were infected. *Trichuris trichiura* 308 (72.4%), *Ascaris lumbricoides* 115 (27.1%) and Hookworms 54 (12.7%) were the most prevalent STHs. Polyparasitism (322; 75.8%) with two species was most prevalent (109; 25.6%). *T. trichiura* with *A. lumbricoides* (19.3%) and *T. trichiura* with Hookworm (6.8%) were the most common combinations. Positive associations were observed between *T. trichiura* and *A. lumbricoides* and *T. trichiura* and Hookworm ($p = 0.0001$). Highest Hookworm intensities appeared when three STH co-infections occurred. Moderate- heavy STH intensities appear in up to 42.1% in trichuriasis, 57.5% in ascariasis and 11.1% in Hookworm infections. Integrated control interventions covering children need to be implemented mainly in a rural environment.

INTRODUCTION

Soil-transmitted helminths (STHs) are the most prevalent afflictions in children[1]. *Ascaris lumbricoides* (affecting 1.221 billion people), *Trichuris trichiura* (800 million), *Necator americanus* and *Ancylostoma duodenale* (740 million) are the four most common STHs[2], found in poor areas in the developing countries of the Americas, in China and East Asia, as well as Sub-Saharan Africa[1–4]. These helminths affect the physical, intellectual and cognitive development of children [5–9].

In Latin America and the Caribbean region, there are 30 STH-endemic countries and there were 49.3 million pre-school and school-age children at risk of infection in the region [10,11]. Currently, more than 1.8 million of these children with STH infections are found in Nicaragua, a low-middle income Central American country in which 42.5% of the population live in poverty [12,13].

Nicaragua is made up of three regions: the Pacific with seven departments; the centre with eight departments; and the Atlantic/Caribbean including the

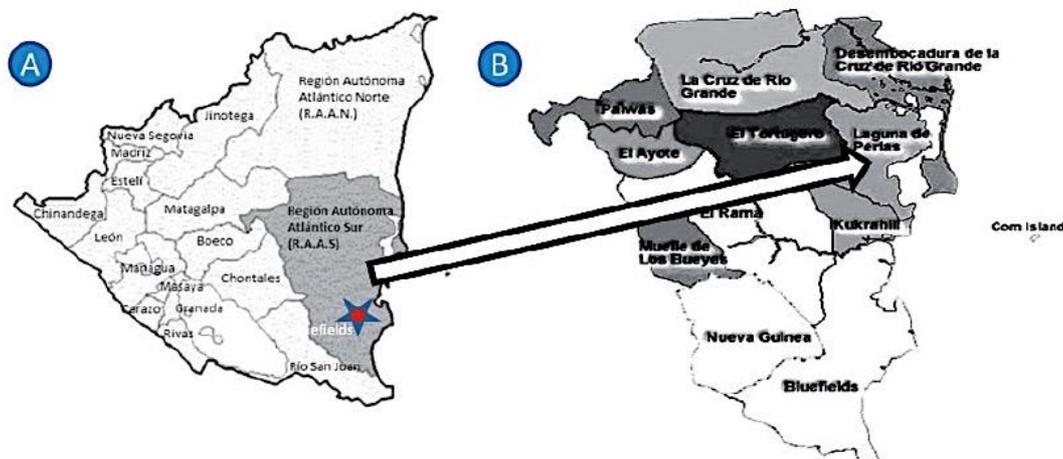


Fig. 1. Maps showing the (A) different departments of Nicaragua, with the Region Autónoma del Atlántico Sur—RAAS— and (B) the different municipalities of this region, highlighting Laguna de Perlas.

Autonomous North Atlantic Region (RAAN) and the Autonomous South Atlantic Region (RAAS) (Fig. 1A). In general, urban and rural areas normally are not very different. However, houses in rural RAAS areas tend to be more dispersed, being surrounded by grassland, without any urbanization and without sanitation.

PAHO^[14] reported that Nicaragua presented STH prevalence rates above 20% in several departments, with *T. trichiura* (84.4%) and *A. lumbricoides* (34.2%) topping the list. However, for the Central American isthmus, the data published revealed a STH intensity only in Guatemala and Honduras.^[15–19] Moreover, multiple helminth infections are extremely widespread in tropical countries, and some studies have reported that even light infections may pose a threat to children's health^[20,21], especially when living in endemic communities with a poor nutritional status^[21–23]. The relationship between parasite-infection and malnutrition induces problems in the normal physical and cognitive development of children.⁷

The aim of this study was to investigate STH prevalence and intensity, polyparasitism and co-infections in the context of intestinal parasites, in a sample of children of the municipality of Laguna de Perlas on the Caribbean coast of Nicaragua, so far without any previous data on intestinal parasite infections.

MATERIALS AND METHODS

Study area and population

This study was conducted in the municipality of Laguna de Perlas (12°21'N—83°40'O), one of the twelve municipalities forming the RAAS (Fig. 1B), where there is a town of the same name, Laguna de Perlas on the coast, and several rural communities, covering some 2000 km², with a population of 10 700 inhabitants. The town can be reached by boat from the bay of the town of Bluefields, the capital of RAAS. There are about 2000 children of different age-groups in the town of Laguna de Perlas. The survey was carried out in a total of three schools: the only two schools of the town Laguna de Perlas and in a third school in Haulover, a small rural community with about 1500 inhabitants, at 5 km south of the town of Laguna de Perlas (Fig. 1C). The three schools were selected to focus on the schoolchildren of the municipality differentiating both, urban and rural areas. The sample size was representative of the pupil enrolment in each school (at least 85%) and the inclusion criteria was the children present on the day of the survey (95%). All the children participants were asymptomatic.

Sampling and laboratory methods

In March 2012, the coprological survey involved 425 children (176 males and 249 females) aged 2–15

Table 1. Prevalence of intestinal parasite species in the 425 children studied in urban and rural areas of the municipality of Laguna de Perlas (RAAS, Nicaragua)

Parasites	Municipality of Laguna de Perlas					
	Laguna de Perlas (urban)		Haulover (rural)		Total	
	N ^d = 228		N = 197		N = 425	
	n ^e	% (95% CI) ^f	n	% (95% CI)	n	% (95% CI)
Protozoa	180	78.9 (73.3–83.9)	152	77.2 (70.9–82.6)	332	78.1 (74–81.8)
<i>Entamoeba histolytica</i> ^a	25	10.9 (7.4–15.5)	7	3.6 (0–17.3)	32	7.5 (0–16.7)
<i>Entamoeba coli</i>	60	26.3 (20.9–32.3)	46	23.4 (11.1–35.6)	106	24.9 (16.7–33.2)
<i>Entamoeba hartmanni</i>	59	25.9 (20.5–31.9)	37	18.8 (6.2–31.4)	96	22.5 (14.2–30.9)
<i>Endolimax nana</i>	55	24.1 (18.9–30)	43	21.8 (9.5–34.2)	98	23.1 (14.7–31.4)
<i>Iodamoeba buetschlii</i>	1	0.4 (0.02–2.1)	7	3.6 (0–17.3)	8	1.8 (0–11.3)
<i>Chilomastix mesnili</i>	8	3.5 (1.6–6.6)	6	3.1 (0–16.8)	14	3.2 (0–12.6)
<i>Giardia intestinalis</i>	32	14.1 (9.9–19)	42	21.3 (8.9–33.7)	74	17.4 (8.8–26)
<i>Blastocystis hominis</i>	131	57.5 (50.9–63.8)	116	58.9 (49.9–67.8)	247	58.1 (53.4–62.8)
Helminths	162	71.1 (64.9–76.7)	164	83.2 (77.5–87.9)	326	76.7 (72.5–80.5)
<i>Hymenolepis diminuta</i>	1	0.4 (0.02–2.1)	0	–	1	0.2 (0–9.6)
<i>Enterobius vermicularis</i> ^b	2	0.9 (0.1–2.9)	1	0.5 (0.02–2.5)	3	0.7 (0.2–1.9)
<i>Trichiuris trichiura</i>	150	65.8 (59.5–71.7)	158	80.2 (74.0–86.4)	308	72.4 (67.5–77.5)
<i>Ascaris lumbricoides</i>	69	30.3 (24.6–36.5)	46	23.4 (11.1–35.6)	115	27.1 (18.9–35.2)
Hookworm ^c	23	10.1 (6.7–14.5)	31	15.7 (2.9–28.5)	54	12.7 (3.8–21.6)
TOTAL	213	93.4 (89.6–96.1)	189	95.9 (93.1–98.7)	402	94.6 (92.4–96.8)

^aAnd/or *Entamoeba dispar*/*E. moshkovskii*.^bDetected in stool samples.^c*Ancylostoma duodenale* and/or *Necator americanus*.^dNumber of schoolchildren studied.^eNumber of schoolchildren parasitized.^f95% confidence interval.

years (mean \pm SD = 9.8 \pm 3.4): 228 children (86 males and 142 females) attending urban schools and 197 children (90 males and 107 females) attending a rural school. A clean, plastic, wide-mouthed, numbered container with a snap-on lid was given to every child. With the help of parents/guardians, when needed, one stool sample per child was collected and personal data (name, sex and age) were recorded on delivery of the container the following day. A Kato-Katz slide was made from each stool sample and examined within 1 h after preparation to avoid over-clarification of some helminth eggs (*Hymenolepis*, hookworms). One aliquot was preserved in 10% formalin solution (1:3). All the material was finally transported to the laboratory of Instituto Politécnico de la Salud (IPS) in Managua, and then shipped to

the Department of Parasitology (Valencia, Spain). In Spain, the Nicaraguan co-author (A.P.) helped with the sample analysis. Each faecal sample was microscopically examined with a wet iodine mount and concentrated with the formalin-ether method. Two drops of sediment obtained with this technique were stained using a modified Ziehl-Neelsen technique^[24]. Every Kato-Katz slide was examined to count the number of eggs of *T. trichiura* and *A. lumbricoides*.

Data analysis

Statistical analyses were done using 'Open Source Epidemiologic Statistics for Public Health, version 3.03a'. Statistical comparison was carried out with the X² test, Student's *t*-test and analysis of variance.

Table 2. Prevalence of STH species in the 425 children studied in urban and rural areas of the municipality of Laguna de Perlas (RAAS, Nicaragua) by sex and age-groups (95% confidence interval)

		Municipality of Laguna de Perlas					
		Laguna de Perlas (urban)		Haulover (rural)		Total	
		N = 228		N = 197		N = 425	
		n	% (95% CI)	n	% (95% CI)	n	% (95% CI)
<i>Trichuris trichiura</i>	Total	150	65.8 (59.5–71.7)	158	80.2 (74.0–86.4)	308	72.4 (67.5–77.5)
	Sex						
	male	61	26,8(21,3–32,8)	73	37,1(30,5–43,9)		
	female	89	39(32,9–45,5)	85	43,1(36,4–50,1)		
Age-groups	2–5	8	3,5(1,6–6,6)	20	10,2(6,5–14,9)		
	6–11	61	26,8(21,3–32,8)	105	53,3(46,3–60,2)		
	12–15	81	35,5(29,5–41,9)	33	16,8(12–22,5)		
<i>Ascaris lumbricoides</i>	Total	69	30.3 (24.6–36.5)	46	23.4 (11.1–35.6)	115	27.1 (18.9–35.2)
	Sex						
	male	23	10,1(6,7–14,5)	22	11,2(7,3–16,2)		
	female	46	20,2(15,3–25,8)	24	12,2(8,2–17,3)		
Age-groups	2–5	2	0,9(0,1–2,8)	3	1,5(0,4–4,1)		
	6–11	11	4,8(2,5–8,2)	28	14,2(9,8–19,6)		
	12–15	56	24,5(19,3–30,5)	15	7,6(4,5–11,9)		
Hookworm	Total	23	10.1 (6.7–14.5)	31	15.7 (2.9–28.5)	54	12.7 (3.8–21.6)
	Sex						
	male	11	4,8(2,5–8,2)	18	9,1(5,7–13,8)		
	female	12	5,3(2,9–8,8)	13	6,6(3,7–10,8)		
Age-groups	2–5	0	–	1	0,5(0,02–2,5)		
	6–11	6	2,6(1,1–5,4)	25	12,7(8,6–17,9)		
	12–15	17	7,5(4,5–11,4)	5	2,5(0,9–5,5)		

Notes. N = 1/4 number of schoolchildren studied; n = 1/4 number of schoolchildren parasitized.

Associations between STH infections were investigated by 2×2 contingency tables. OR (95% IC) and significance levels were assessed. All results were considered significant if the *p*-value was <0.05.

Ethical considerations

IPS as well as University of Valencia granted the ethical approval of the study. Informed consent was obtained on the day of delivery from the parents/guardians of pupils enrolled. Diagnostic results were sent to IPS, which then informed the Nicaraguan Ministry of Health, being in charge of appropriate treatments.

RESULTS

Prevalence

In the 425 children included in the study, up to 8 protozoan and up to 5 helminth species were found

(Table 1). In 402 (94.6%) of the children surveyed an infection with at least one parasite species, or protozoan 332 (78.1%) or helminth 326 (76.7%), was found. Although STHs were the subject of the study, *Blastocystis hominis* 247 (58.1%) was the most prevalent protozoan species. The only case of *Hymenolepis diminuta* (0.2%), together with the three cases of *Enterobius vermicularis* (0.7%), was not studied in detail. The analysis of the STH prevalence made it possible to detect differences in *T. trichiura*, resulting more prevalent in the rural school (*p* = 0.0013) (Table 1).

In Table 2, the prevalence of the 425 children studied in urban and rural areas is divided by sex and age-groups. Boys from the rural school were statistically more *T. trichiura* infected than boys from urban schools (*p* = 0.029), while girls from urban schools were statistically more *A. lumbricoides* infected than girls from the rural school (*p* = 0.037). Children of the

Table 3. Percentage (%) of mono- and polyparasitism species in the 425 children studied in urban and rural areas of the municipality of Laguna de Perlas (RAAS, Nicaragua)

	Municipality of Laguna de Perlas		
	Laguna de Perlas (urban) N = 228 n(%)	Haulover (rural) N = 197 n(%)	Total N = 425 n(%)
Monoparasitism	45(19.7)	35(17.8)	80(18.8)
Polyparasitism	168(73.7)	154(78.2)	322(75.8)
Two species	51(22.4)	58(29.4)	109(25.6)
Three species	55(24.1)	36(18.3)	91(21.4)
Four species	39(17.1)	37(18.8)	76(17.9)
Five species	15(6.6)	12(6.1)	27(6.4)
Six species	5(2.2)	10(5.1)	15(3.5)
Seven species	2(0.9)	1(0.5)	3(0.7)
Eight species	1(0.4)	0	1(0.2)
Negative	15(6.6)	8(4.1)	23(5.4)

Notes. N = number of schoolchildren studied; n = number of schoolchildren parasitized.

6-11 age-group from the rural school appeared statistically more *T. trichiura* ($p = 0.0000001$), *A. lumbricoides* ($p = 0.001$) and Hookworm ($p = 0.0001$) parasitized than those from urban schools, while children of the 12-15 age-group from urban schools resulted statistically more *T. trichiura* ($p = 0.00002$), *A. lumbricoides* ($p = 0.000005$) and Hookworm ($p = 0.039$) parasitized than those from the rural school.

Polyparasitism and co-infections

Mono-infections were observed in 80 (18.8%) children, polyparasitism in 322 (75.8%) and 23 (5.4%) were negative (Table 3). The most frequent, both in urban and rural areas, was the co-infection with two species, 109 (25.6%), and gradually declined thereafter until reaching up to eight different species but only in one case (0.2%).

The prevalence of single and multiple helminth species infection is shown in Table 4. Of those infected with any single infection, 82 (35.9%) in urban and 95 (48.2%) in rural school harboured *T. trichiura* only, with significant differences ($p = 0.013$). The most common combination, with any double infection (111; 26.2%), was with *T. trichiura* and *A. lumbricoides* both in urban (48; 21.1%) and rural (34; 17.3%) schools, while *T. trichiura* and Hookworm

were significantly more prevalent at the rural school (20; 10.2%) ($p = 0.019$).

It is possible to highlight the co-infection of *Giardia intestinalis* with *T. trichiura* in double infections (9.2%) and in triple infections with *T. trichiura* and *A. lumbricoides* (1.9%) or Hookworm (1.6%).

Significant positive associations were reached in the co-infection analysis of *T. trichiura* with respect to other STHs detected in this study ($p = 0.0001$), but no significant associations were observed between *A. lumbricoides* and Hookworm co-infections (Table 5). Moreover, *T. trichiura* presented a significantly positive association with *A. lumbricoides* and Hookworm in both sexes. In relation to age-groups, a significant association of *T. trichiura* was observed in co-infections with *A. lumbricoides* in the 6-11 and in the 12-15 year age-groups and with Hookworm in the 6-11 year age-group (Table 5).

STHs intensity

Intensity of infection, measured as eggs per gram (epg) of faeces, is shown in Table 6.

There were no significant differences in intensity between single and multiple infections for *T. trichiura* ($p = 0.456$), *A. lumbricoides* ($p = 0.293$) and Hookworm, ($p = 0.702$). Individuals co-infected with

Table 4. Prevalence of single and multiple soil-transmitted helminth species detected in the 425 children studied in urban and rural areas of the municipality of Laguna de Perlas (RAAS, Nicaragua)

	Municipality of Laguna de Perlas					
	Laguna de Perlas (urban)		Haulover (rural)		Total	
	N = 228		N = 197		N = 425	
	n	%	n	%	n	%
Any single infection	91	39.9	100	50.8	191	44.9
<i>Trichuris trichiura</i> only	82	35.9	95	48.2	177	41.6
<i>Ascaris lumbricoides</i> only	8	3.5	3	1.5	11	2.6
Hookworm only	1	0.4	2	1	3	0.7
Any double infection	57	25	54	27.4	111	26.2
<i>T. trichiura</i> + <i>A. lumbricoides</i>	48	21.1	34	17.3	82	19.3
<i>T. trichiura</i> + Hookworm	9	3.9	20	10.2	29	6.8
Triple infection	12	5.3	9	4.6	21	4.9
Any multiple infection	69	30.3	63	32	132	31.1

Notes. N = number of schoolchildren studied; n = number of schoolchildren parasitized; % = prevalence.

T. trichiura and *A. lumbricoides* had the highest intensities of both helminth species and those co-infected by the three STHs showed the highest Hookworm intensities (Fig. 2).

The stratification of STH egg intensity according to WHO guidelines^[25] is expressed in order to quantify the severe consequences suffered by each individual (Table 7). Among the children positive for trichuriasis, the majority detected in urban (68.9%) and rural (57.9%) schools can be classified as light-intensity infections, although the percentages of moderate- and heavy-intensity infections stand out (31.1 and 42.1%). The results for ascariasis are rather different, with 48.3 and 42.5% showing light intensity infections, while 51.7 and 57.5% presented moderate- and heavy-intensity infections. With Hookworm light-intensity infections reached the highest percentages (88.9 and 95.5%) of the three STHs being compared and heavy infections were not detected.

No statistical differences were found with regard to sex ($p = 0.082$ *T. trichiura*; $p = 0.385$ *A. lumbricoides*) nor age-groups ($p = 0.474$ *T. trichiura*; $p = 0.749$ *A. lumbricoides*), in any of the heavy helminth infections (Fig. 3). Moderate intensity of ascariasis in 6–11 years old occurred in more than half

the children (55.9%), with significant differences ($p = 0.0005$) to light and heavy infections in that age group.

DISCUSSION

The high overall prevalence of intestinal parasites (94.6%) is worth mentioning. This prevalence is higher than those encountered in the few studies carried out in other departments of Nicaragua: 92.9% in Rio San Juan^[26]; 77.1% in Corn Island^[27]; 47.2% in León^[28]; 46% in Chinandega, Estelí, Chontales and Granada^[29]. The results of this study are particularly relevant, especially when considering the limitations of our study, such as the fact that only one faecal sample per child was analysed^[30–34]. Another limitation of our study is the lack of clinical data to discuss the possible risk factors related to the parasitemia obtained. However, the great strength of our study is the fact that the Kato-Katz technique, recommended by WHO for epidemiological STH surveys, was applied^[25].

Trichuris trichiura, the most prevalent intestinal helminth species (72.4%), confirms the dominance of this species constituting a serious health problem

Table 5. Association between soil-transmitted helminth species, sex and age-groups, respectively, detected in the schoolchildren of the municipality of Laguna de Perlas (RAAS, Nicaragua)

Parasite	Association	O.R.	95% CI	p-value
<i>Ascaris lumbricoides</i>	<i>Trichuris trichiura</i>	4.8	2.5–9.3	0.0001
Hookworm	<i>T. trichiura</i>	7.3	2.2–23.8	0.0001
<i>A. lumbricoides</i>	<i>T. trichiura</i>			
	Sex			
	Male	4.2	1.4–12.5	0.008
	Female	5.3	2.3–12.1	0.0001
Hookworm	<i>T. trichiura</i>			
	Sex			
	Male	5	1.1–22.2	0.017
	Female	11	1.5–83.4	0.002
<i>A. lumbricoides</i>	<i>T. trichiura</i>			
	Age groups (years)			
	2–5	1.5	0.1–17.5	1
	6–11	1.3	1.2–1.4	0.0001
	12–15	3.2	1.4–7.2	0.005
Hookworm	<i>T. trichiura</i>			
	Age groups (years)			
	2–5	0.6	0.4–0.7	1
	6–11	12.5	1.7–93.7	0.0001
	12–15	3.5	0.8–15.9	0.104

Table 6. Intensity (eggs per gram—epg—of faeces) of soil-transmitted helminth species detected in the 425 children studied in urban and rural areas of the municipality of Laguna de Perlas (RAAS, Nicaragua)

	Municipality of Laguna de Perlas		
	Laguna de Perlas (urban) N = 228	Haulover (rural) N = 197	Total N = 425
<i>Trichuris trichiura</i>			
Range	24–17856	24–84888	24–84888
AM/GM	1425/NC	2558/NC	1819/459
<i>Ascaris lumbricoides</i>			
Range	24–92640	24–75912	24–92640
AM/GM	16748/4516	13977/3993	15638/4237
Hookworm			
Range	96–2400	96–2400	96–2400
AM/GM	362/145	327/201	343/174

Notes. N = number of schoolchildren studied; AM/GM = arithmetic mean/geometric mean; NC = not calculated.

in this area. This fact is similar with some previous studies in Nicaragua^[26,27,29], as well as in the Latin America and Caribbean region^[17–19,35–38], which contrasts with the dominance of *A. lumbricoides* and the Hookworm in other areas^[15,16,28,39–44].

Considering that *Ascaris* and *Trichuris* have similar life-cycles and that they are transmitted by eggs which require optimum environmental conditions with a similar route of infection, i.e. faecal-oral, for both parasites, the difference found in the present

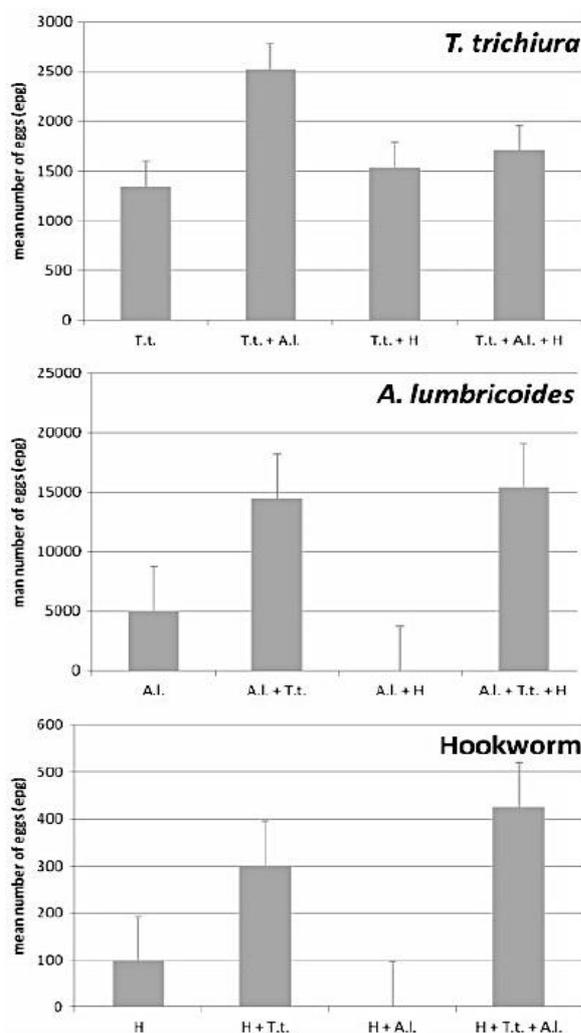


Fig. 2. Mean intensity of individual helminth infections in the absence and presence of other co-infecting helminth species (T.t.= *Trichuris trichiura*; A.l.= *Ascaris lumbricoides* and H= Hookworm). Columns indicate mean number of eggs per gram (epg) of faeces and vertical bars indicate standard error.

study may perhaps be related to the different egg viability of these species^[44]. In this sense, the more frequent contact of the children in the rural community of Haulover with wet and sandy soils, could also explain the elevated result obtained in *T. trichiura*.

No statistical differences of infection between sexes were detected, although girls from urban schools were highly *A. lumbricoides* infected and an increase of STH infection with age in urban schools

Table 7. Total percentages of schoolchildren with soil-transmitted helminth species of the municipality of Laguna de Perlas (RAAS, Nicaragua) classified by intensity

	Class of Intensity ^a		
	Light	Moderate	Heavy
<i>Trichuris trichiura</i>	%	%	%
Laguna de Perlas	68.9	28.8	2.3
Haulover	57.9	37.6	4.5
<i>Ascaris lumbricoides</i>			
Laguna de Perlas	48.3	41.7	10
Haulover	42.5	50	7.5
Hookworm			
Laguna de Perlas	88.9	11.1	0
Haulover	95.5	4.5	0

^aAccording to Montresor *et al.* (1998). *Trichuris Trichiura*: light. 1–999 eggs per gram faeces—epg; moderate. 1000–9999 epg; heavy. ≥00 000 epg; *Ascaris Lumbricoides*: light. 1–4999 epg; moderate. 5000–49999 epg; heavy. ≥00 000 epg; hookworm: light. 1–1999 epg; moderate. 2000–3999 epg; heavy. ≥4000 epg.

could be associated with the relaxation in the protective measures among the oldest school aged children.

Polyparasitism is a common phenomenon in the tropics^[5,23,45], as evidenced by the fact that infection with up to eight different species of protozoan and STHs were detected: *Entamoeba coli*, *Entamoeba hartmanni*, *Endolimax nana*, *Chilomastix mesnili*, *B. hominis*, *T. trichiura*, *A. lumbricoides* and Hookworm. Particularly noteworthy is the absence of association between *A. lumbricoides* and Hookworm. The fact that some intestinal species may prompt infection with other intestinal species, modulate the immunological response, and thus different degrees of polyparasitism should be the objective of a future study^[46,47].

Among children of the municipality of Laguna de Perlas, the most frequent class of infection found is of a light intensity of STH infections. However, the intensities of *A. lumbricoides* and Hookworm were significantly higher when they were associated with *T. trichiura* than when they were found as monoparasitism. This is especially remarkable in co-infections with the three STH species in which the intensity of Hookworm infection presented the highest values.

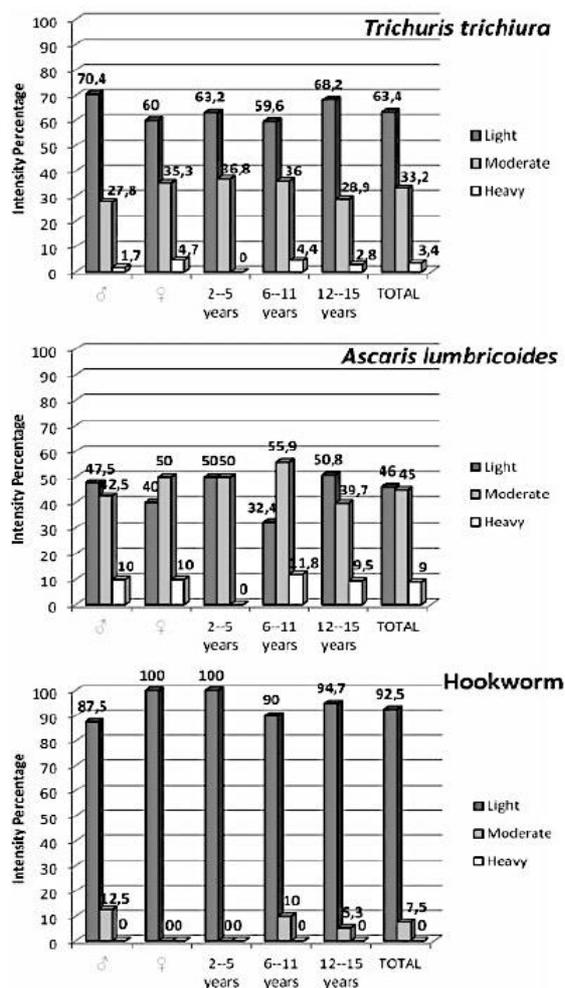


Fig.3. Comparison of categories of helminth infection intensities^a in relation to sex and age-groups in the children of the municipality of Laguna de Perlas (RAAS, Nicaragua). Columns indicate percentage of intensity (^aaccording to Montresor *et al.* (1998). *Trichuris trichiura*: light. 1–999 eggs per gram faeces—epg; moderate. 1000–9999 epg; heavy. ≥10000 epg; *Ascaris lumbricoides*: light. 1–4999 epg; moderate. 5000–49999 epg; heavy. ≥50000 epg; Hookworm: light. 1–1999 epg; moderate. 2000–3999 epg; heavy. ≥4000 epg).

Normally, in an endemic area, STHs are aggregated, with pupils harbouring low or moderate burdens, while only a few individuals harbour heavy burdens^[48]. However, it has been clearly documented^[7,49,50] that moderate and heavy intensity infections are of particular value from the public health

point of view as the children in these categories are the ones who suffer most from the morbidity caused by these infections and are the target of the STH control activities aimed at eliminating these infections as a public health problem^[51].

WHO recommends to carried out mass deworming programmes in communities when the cumulative STH prevalence is greater than or equal to 20% among school aged children^[52]. Although Nicaragua supplies deworming drugs once per year for schoolchildren^[53], our study indicates a helminth prevalence of 76.7%, even reaching up to 83.2% in the rural Haulover community, thus making a novel mass deworming programme highly recommendable in this area, treating all school-aged children at least twice a year, to reduce the rates of infection/reinfection. Moreover, it is vital to provide the necessary health education to parents,^[54] so that children can be adequately protected from these STH infections.

ACKNOWLEDGEMENTS

Collaboration by the headmasters and teachers of each school and parents of the children participating in this study is acknowledged. We are very grateful to the authorities of MINED of RAAS, M. Diaz, C. Dion, N. Ordóñez and O. Aburto, and Dr R. Taylor of SILAIS, for supporting the study. We would like to thank Dr. Marcilla (Valencia, Spain), as well as the Nicaraguan students V. Sánchez and M. Oporta, for their technical assistance at the schools surveyed.

FUNDING

This work was supported by Proyecto de Cooperación al Desarrollo del Vicerrectorado de Relaciones Internacionales y Cooperación from the Universitat de València—Estudi General (Valencia, Spain), by PROMETEO2014-083 Fase II from Conselleria d'Educació, Generalitat Valenciana (Valencia, Spain) and by No RD12/0018/0013, Red de Investigación Cooperativa en Enfermedades Tropicales—RICET, IV National Program of I + D + I 2008-2011, ISCIII-Subdirección General de Redes y Centros de Investigación Cooperativa and FEDER from the Ministerio de Sanidad y Consumo (Madrid, Spain)

REFERENCES

1. de Silva NR, Brooker S, Hotez PJ, *et al.* Soil-transmitted helminth infections: updating the global picture. *Trends Parasitol* 2003;19: 547–51.
2. de Silva NR, Hall A. Using the prevalence of individual species of intestinal nematode worms to estimate the

from <https://academic.oup.com/tropej/article-abstract/63/2/124/2525498>

- combined prevalence of any species. *PLoS Negl Trop Dis* 2010;4: e655. doi: 10.1371/journal.pntd.0000655.
3. Albonico M, Allen H, Chitsulo L, *et al.* Controlling soil-transmitted helminthiasis in pre-school-age children through preventive chemotherapy. *PLoS Negl Trop Dis* 2008;2: e126. doi: 10.1371/journal.pntd.0000126.
 4. Harhay MO, Horton J, Olliaro PL. Epidemiology and control of human gastrointestinal parasites in children. *Expert Rev Anti Infect Ther* 2010;8: 219–34. doi: 10.1586/eri.09.119.
 5. Bethony J, Brooker S, Albonico M, *et al.* Soil-transmitted helminth infections: ascariasis, trichuriasis, and hookworm. *Lancet* 2006;367: 1521–32.
 6. Brooker S, Clements AC, Bundy DA. Global epidemiology, ecology and control of soil-transmitted helminth infections. *Adv Parasitol* 2006;62: 221–61.
 7. Hall A, Hewitt G, Tuffrey V, *et al.* A review and meta-analysis of the impact of intestinal worms on child growth and nutrition. *Matern Child Nutr* 2008;4 Suppl 1: 118–236.
 8. Hotez PJ, Brindley PJ, Bethony JM, *et al.* Helminth infections: the great neglected tropical diseases. *J Clin Invest* 2008;118: 1311–21. doi: 10.1172/JCI34261.
 9. Knopp S, Steinmann P, Keiser J, *et al.* Nematode infections: soil-transmitted helminths and trichinella. *Infect Dis Clin North Am* 2012;26: 341–58. doi: 10.1016/j.idc.2012.02.006.
 10. Holveck JC, Ehrenberg JP, Ault SK, *et al.* Prevention, control, and elimination of neglected diseases in the Americas: pathways to integrated, inter-programmatic, intersectoral action for health and development. *BMC Public Health* 2007;7: 6. doi: 10.1186/1471-2458-7-6
 11. Saboyá MI, Catalá L, Nicholls RS, *et al.* Update on the mapping of prevalence and intensity of infection for soil-transmitted helminth infections in Latin America and the Caribbean: a call for action. *PLoS Negl Trop Dis* 2013;7: e2419. doi: 10.1371/journal.pntd.0002419.
 12. Wodon QT. Poverty and policy in Latin America and the Caribbean. 2000. World Bank Technical Paper No. 467. Washington, D.C.
 13. Karan A, Chapman GB, Galvani A. The influence of poverty and culture on the transmission of parasitic infections in rural Nicaraguan villages. *J Parasitol Res* 2012; article ID 478292, 12 pages. doi:10.1155/2012/478292.
 14. PAHO. Prevalence and intensity of infection of soil-transmitted helminths in Latin America and the Caribbean countries. Mapping at second administrative level 2000–2010. Washington DC: Pan American Health Organization, 2011.
 15. Smith H, Dekaminsky R, Niwas S, *et al.* Prevalence and intensity of infections of *Ascaris lumbricoides* and *Trichuris trichiura* and associated socio-demographic variables in four rural Honduran communities. *Mem Inst Oswaldo Cruz* 2001;96: 303–14.
 16. Sorensen WC, Cappello M, Bell D, *et al.* Poly-helminth infection in East Guatemalan School Children. *J Glob Infect Dis* 2011;3: 25–31. doi: 10.4103/0974-777X.77292.
 17. Sanchez AL, Gabrie JA, Usuanlele MT, *et al.* Soil-transmitted helminth infections and nutritional status in school-age children from rural communities in Honduras. *PLoS Negl Trop Dis* 2013;7: e2378. doi: 10.1371/journal.pntd.0002378.
 18. Gabrie JA, Rueda MM, Canales M, *et al.* School hygiene and deworming are key protective factors for reduced transmission of soil-transmitted helminths among schoolchildren in Honduras. *Parasit Vectors* 2014;7: 354. doi: 10.1186/1756-3305-7-354.
 19. Mejia Torres RE, Franco Garcia DN, Fontecha Sandoval GA, *et al.* Prevalence and intensity of soil-transmitted helminthiasis, prevalence of malaria and nutritional status of school going children in Honduras. *PLoS Negl Trop Dis* 2014;8: e3248. doi: 10.1371/journal.pntd.0003248.
 20. Stoltzfus RJ, Albonico M, Tielsch JM, *et al.* School-based deworming program yields small improvement in growth of Zanzibari school children after one year. *J Nutr* 1997;127: 2187–93.
 21. Stephenson LS, Latham MC, Ottesen EA. Malnutrition and parasitic helminth infections. *Parasitology* 2000;121 Suppl: S23–38.
 22. Crompton DW, Nesheim MC. Nutritional impact of intestinal helminthiasis during the human life cycle. *Annu Rev Nutr* 2002;22: 35–59.
 23. Ezeamama AE, Friedman JF, Olveda RM, *et al.* Functional significance of low-intensity polyparasite helminth infections in anemia. *J Infect Dis* 2005;192: 2160–70.
 24. World Health Organization. Basic Laboratory Methods in Medical Parasitology. Geneva: WHO, 1991.
 25. Montresor A, Crompton DWT, Hall A, *et al.* Guidelines for the Evaluation of soil-Transmitted Helminthiasis and Schistosomiasis at Community Level (WHO/CDS/SIP/98.1). Geneva: World Health Organization, 1998.
 26. Muñoz-Antoli C, Pavón A, Marcilla A, *et al.* Prevalence and risk factors related to intestinal parasites among children in Department of Rio San Juan, Nicaragua. *Trans R Soc Trop Med Hyg* 2014;108: 774–82. doi: 10.1093/trstmh/tru160.
 27. Cavuoti D, Lancaster KR. Intestinal parasitism of children on Corn Island, Nicaragua. *Pediatr Infect Dis* 1992;11: 775–6.
 28. Téllez A, Morales W, Rivera T, *et al.* Prevalence of intestinal parasites in the human population of León, Nicaragua. *Acta Trop* 1997;66: 119–25.
 29. Rosewell A, Robleto G, Rodríguez G, *et al.* Soil-transmitted helminth infection and urbanization in 880 primary school children in Nicaragua, 2005. *Trop Doct* 2010;40: 141–3. doi: 10.1258/td.2010.090425.
 30. Steinmann P, Du ZW, Wang LB, *et al.* Extensive multiparasitism in a village of Yunnan province, People's Republic

- of China, revealed by a suite of diagnostic methods. *Am J Trop Med Hyg* 2008;78: 760–9.
31. Glinz D, Silué KD, Knopp S, *et al.* Comparing diagnostic accuracy of Kato-Katz, Koga agar plate, ether-concentration, and FLOTAC for *Schistosoma mansoni* and soil-transmitted helminths. *PLoS Negl Trop Dis* 2010;4: e754. doi: 10.1371/journal.pntd.0000754.
 32. Speich B, Ali SM, Ame SM, *et al.* Quality control in the diagnosis of *Trichuris trichiura* and *Ascaris lumbricoides* using the Kato-Katz technique: experience from three randomised controlled trials. *Parasit Vectors* 2015;8: 82. doi: 10.1186/s13071-015-0702-z.
 33. Nikolay B, Brooker SJ, Pullan RL. Sensitivity of diagnostic tests for human soil-transmitted helminth infections: a meta-analysis in the absence of a true gold standard. *Int J Parasitol* 2014;44: 765–74. doi: 10.1016/j.ijpara.2014.05.009.
 34. Knopp S, Mgeni AF, Khamis IS, *et al.* Diagnosis of soil-transmitted helminths in the era of preventive chemotherapy: effect of multiple stool sampling and use of different diagnostic techniques. *PLoS Negl Trop Dis* 2008;2: e331. doi: 10.1371/journal.pntd.0000331.
 35. Anderson TJ, Zizza CA, Leche GM, *et al.* The distribution of intestinal helminth infections in a rural village in Guatemala. *Mem Inst Oswaldo Cruz* 1993;88: 53–65.
 36. Corrales LF, Izurieta R, Moe CL. Association between intestinal parasitic infections and type of sanitation system in rural El Salvador. *Trop Med Int Health* 2006;11: 1821–31.
 37. Sanchez AL, Gabrie JA, Rueda MM, *et al.* A scoping review and prevalence analysis of soil-transmitted helminth infections in Honduras. *PLoS Negl Trop Dis* 2014;8: e2653. doi: 10.1371/journal.pntd.0002653.
 38. Pullan RL, Smith JL, Jasrasaria R, *et al.* Global numbers of infection and disease burden of soil transmitted helminth infections in 2010. *Parasit Vectors* 2014;7: 37. doi: 10.1186/1756-3305-7-37.
 39. Watkins WE, Cruz JR, Pollitt E. The effects of deworming on indicators of school performance in Guatemala. *Trans R Soc Trop Med Hyg* 1996;90: 156–61.
 40. Oberhelman RA, Guerrero ES, Fernandez ML, *et al.* Correlations between intestinal parasitosis, physical growth, and psychomotor development among infants and children from rural Nicaragua. *Am J Trop Med Hyg* 1998;58: 470–5.
 41. Flores A, Esteban JG, Angles R, *et al.* Soil-transmitted helminth infections at very high altitude in Bolivia. *Trans R Soc Trop Med Hyg* 2001;95: 272–7.
 42. Aimpun P, Hshieh P. Survey for intestinal parasites in Belize, Central America. *Southeast Asian J Trop Med Public Health* 2004;35: 506–11.
 43. Chammartin F, Scholte RG, Guimarães LH, *et al.* Soil-transmitted helminth infection in South America: a systematic review and geostatistical meta-analysis. *Lancet Infect Dis* 2013;13: 507–18. doi: 10.1016/S1473-3099(13)70071-9.
 44. Champetier de Ribes G, Fline M, Désormeaux AM, *et al.* Intestinal helminthiasis in school children in Haiti in 2002. *Bull Soc Pathol Exot* 2005;98: 127–32.
 45. Appleton CC, Gouws E. The distribution of common intestinal nematodes along an altitudinal transect in KwaZulu-Natal, South Africa. *Ann Trop Med Parasitol* 1996;90: 181–8.
 46. Fleming FM, Brooker S, Geiger SM, *et al.* Synergistic associations between hookworm and other helminth species in a rural community in Brazil. *Trop Med Int Health* 2006;11: 56–64.
 47. Supali T, Verweij JJ, Wiria AE, *et al.* Polyparasitism and its impact on the immune system. *Int J Parasitol* 2010;40: 1171–6. doi: 10.1016/j.ijpara.2010.05.003.
 48. Blackwell AD, Martin M, Kaplan H, *et al.* Antagonism between two intestinal parasites in humans: the importance of co-infection for infection risk and recovery dynamics. *Proc Biol Sci* 2013;280. doi: 10.1098/rspb.2013.1671.
 49. Bundy DAP, Cooper ES, Thompson DE, *et al.* Age-related prevalence and intensity of *Trichuris trichiura* infection in a St. Lucian community. *Trans R Soc Trop Med Hyg* 1987;81: 85–94.
 50. Dickson R, Awasthi S, Williamson P, *et al.* Effects of treatment for intestinal helminth infection on growth and cognitive performance in children: systematic review of randomised trials. *BMJ* 2000;320: 1697–701.
 51. Gabrielli AF, Montresor A, Chitsulo L, *et al.* Preventive chemotherapy in human helminthiasis: theoretical and operational aspects. *Trans R Soc Trop Med Hyg* 2011;105: 683–93. doi: 10.1016/j.trstmh.2011.08.013.
 52. World Health Organization. Soil-transmitted helminthiasis: number of children treated in 2013. *Wkly Epidemiol Rec* 2015;10: 89–96.
 53. Montresor A, Crompton DWT, Gyorkos TW, *et al.* Helminth Control in School-Age Children: A Guide for Managers of Control Programmes. Geneva: World Health Organization, 2002.
 54. Pan American Health Organization Resolution CD49.R9. Elimination of neglected diseases and other poverty-related infections. Washington DC: Forty-ninth Directing Council, 2009.

ANEXO 4.-

J. Trop. Med. Hyg., 98(2), 2018, pp. 570-575
 10.4269/ajtmh.17-0551
 Copyright © 2018 by The American Society of Tropical Medicine and Hygiene

Enteroparasites in Preschool Children on the Pacific Region of Nicaragua

Carla Muñoz-Antoli,^{1*} Mónica Gozalbo,¹ Aleyda Pavón,² Paloma Pérez,¹ Rafael Toledo,¹ and Jose-Guillermo Esteban¹
¹Departamento de Parasitología, Facultad de Farmacia, Universidad de Valencia, Burjassot, Valencia, Spain; ²Departamento Bionálisis Clínico, Instituto Politécnico de la Salud (IPS-Polisal), Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Managua, Nicaragua

Abstract. The aim of this study was to determine for the first time the prevalence of enteroparasites in preschool children originating from the seven departments of the Pacific region in Nicaragua. One stool sample of each of 1,217 children, from 6 months to 5 years of age, was collected and personal data were recorded on delivery of the container. Samples fixed in 10% formalin were processed by a formol-acetate concentration and a modified Ziehl-Neelsen technique. The overall prevalence of enteroparasite infections was 68.2% with a total of at least 20 species. *Blastocystis hominis* (45.5%), *Giardia intestinalis* (31.7%), *Trichuris trichiura* (8.2%), and *Ascaris lumbricoides* (5.2%) were the most prevalent protozoa and helminth species in the total study as well as in all departments. Protozoan prevalence presented a statistically significant difference by gender (male: 69.6%; female: 46.7%; $P < 0.001$), and males presented a higher *T. trichiura* infection rate than females (male: 9.9%; female 6.4%; $P < 0.035$). Protozoan prevalence increased with age with a statistically significant difference ($P < 0.001$). Helminths were always more prevalent in urban areas ($P < 0.0002$). Protozoan infections result statistically higher than helminth infections so that water-based transmission could be suspected. Based on the differences with respect to species and parasite prevalence between the seven departments in the Pacific region of Nicaragua, the exploration of local factors associated with the transmission of enteroparasites should also be considered to reduce infection.

INTRODUCTION

Although enteroparasitic infections are not life-threatening, they are harmful to children's health, impeding healthy growth, cognitive development, physical fitness, and the iron status, leading to malnutrition with the inherent complications and also affecting the immune response.¹⁻³

The prevalence of enteroparasites is a direct consequence of a set of constant factors, such as climate, food and water supplies, personal and community hygiene, sanitation, proximity to both domestic and wild animals, and socioeconomic conditions.⁴ Moreover, youth is an important factor for acquiring intestinal infections.^{4,5}

Worldwide, it is estimated that about 200 million preschool children are affected by restricted physical development,⁶ mainly in the tropical and subtropical regions of developing countries, such as sub-Saharan Africa, the Americas, China, and East Asia. In these regions, large-scale deworming programs are increasingly implemented in the preschool children population who is infected with at least one soil-transmitted helminth species.^{2,5,7-9}

The impact of intestinal parasites can either be clinically asymptomatic or have acute, respectively, chronic clinical symptoms.⁵ These symptoms are usually found in environments characterized by poverty, overcrowding, and insufficient sanitary facilities, for example, preschools of developing countries.^{10,11} Therefore, the study of such a young population is necessary to develop effective prevention and control strategies.¹²

Nicaragua, the largest country in the Central American isthmus, with approximately 6 million inhabitants, being bordered by Honduras to the north, Costa Rica to the south, the Pacific Ocean to the west and the Caribbean to the east, is the second poorest country among Latin America and Caribbean

(LAC) countries (Figure 1). Although several studies on intestinal parasites in older school children in Nicaragua have been already carried out,¹³⁻¹⁸ no previous work has so far investigated intestinal parasites in preschool children. The aim of this study was to determine the prevalence of enteroparasites in stool samples from these children originating from the departments of the Pacific region of Nicaragua, trying to evaluate which department, sex, age, and urban/rural background are most severely infected.

MATERIAL AND METHODS

Study area and population. Geographically, Nicaragua is divided into three regions: the Pacific region, having a population of 54% of the country, with 72.8% living in urban areas versus 27.2% living in rural areas; the Central and Northern regions, having a population of 32% (38.1% versus 61.9%); and the Caribbean region, with 14% of the total population (31.3% versus 68.7%). In general, urban and rural areas are normally not very different. However, rural areas are characterized by more dispersed houses without any infrastructures or sanitation facilities.

Between 2007 and 2011, a total of 1,217 children (591 females versus 626 males), from 6 months to 5 years of age (103 below the age of 1; 159 being 1 year old; 210 being 2 years old; 232 being 3 years old; 239 being 4 years old; and 274 being 5 years old), were randomly examined coming from urban (512) as well as rural (705) areas of the seven departments of the Pacific region of Nicaragua: Chinandega (112 preschools; 49 females versus 63 males; 13 below 1 year of age, 16 aged one, 21 aged two, 25 aged three, 16 aged four, and 21 aged five; and 59 urban versus 53 rural), León (141; 62 versus 79; 10, 24, 19, 31, 25 and 32; 43 versus 98), Managua (445; 233 versus 212; 28, 38, 70, 85, 102 and 122; 143 versus 302), Masaya (138; 66 versus 72; 12, 16, 29, 25, 28, and 28; 67 versus 71), Carazo (125; 58 versus 67; 13, 15, 18, 27, 23 and 29; 44 versus 81), Granada (138; 66 versus 72; 15, 30, 32, 17, 22 y 22; 94 versus 44) and Rivas (118; 57 versus 61; 12, 20, 21, 22, 23 y 20; 62 versus 56). Children were randomly selected from several

* Address correspondence to Carla Muñoz-Antoli, Departamento Parasitología, Facultad Farmacia, Universidad Valencia, Av. Vicent Andrés Estellés s/n, 46100 Burjassot-Valencia, Spain. E-mail: carla.munoz@uv.es



FIGURE 1. Map of Nicaragua showing its departments and the seven departments surveyed comprising the Pacific region.

neighborhoods of similar characteristics. A minimum of 200 children was recruited each year along a 5-year study period. Concretely, 1,067 children were examined in their family homes in all the departments, whereas 150 children were analyzed at preschool establishments only in the Department of Managua.

Ethical approval. In all the departments concerned, meetings explaining the purpose of the study were held with the parents when visited at home, whereas the headteachers' permission was obtained at the different preschools. After signing a free informed consent form, agreeing on the children's participation, the parents and/or headteachers were instructed for the correct sample collection.

Stool samples. One stool sample per child was collected and personal data (name, sex, and age) were recorded on delivery of the container. In less than 24 hours, fecal specimens were fixed in 10% formalin and prepared for air transport to Spain. Two months later, parasitological observations were carried out at the Departamento de Parasitología (Valencia, Spain) with fixed samples processed by a formol-acetate concentration technique. The sediments of the concentration technique were used to obtain prevalence data. Based on this technique, the prevalences obtained for *Enterobius vermicularis* and *Strongyloides stercoralis* may not be considered definitive because anal swabs and the agar-plate method, respectively, would be the adequate techniques for the detection of pinworm eggs and geohelminth larvae. One aliquot of sediment obtained was stained using a modified Ziehl-Neelsen technique.¹⁹

Statistical analysis. Statistical analysis was performed using Open Epi (Open Source Epidemiologic Statistics for Public Health, Version 3.03a. www.OpenEpi.com). Differences between the results were compared with the χ^2 test, and all results were considered significant if $P < 0.05$. No further information (weight, height, environmental data, etc.) was available for other statistical studies.

RESULTS

Prevalence of enteroparasites. The entire enteroparasite spectrum in the Pacific region is made up of at least 12 protozoan species and at least eight helminth species (see Table 1). When analyzing the different departments, 12 species were found in Granada, the maximum number of protozoan species, whereas the departments of Chinandega, León, Carazo, and Rivas presented eight species. With respect to helminths, a total of six species were found in Managua, whereas Rivas and León presented two species, and three species were encountered in Masaya. The overall prevalence of enteroparasite infections was 68.2%, with protozoan infections being statistically higher than helminth infections (65.9% versus 13.1%; $P < 0.001$). The most prevalent protozoa species detected were *Blastocystis hominis* in the total study (45.5%) as well as in all departments (from 32.8% in Carazo to 69.6% in Chinandega), followed by *Giardia intestinalis* with a prevalence of 31.7% in the entire study, and variable differences between departments (see Table 1). León (81.6%) and Masaya (81.2%) presented the highest protozoan prevalence, whereas Managua (56.9%) and Carazo (65.6%) had the lowest prevalences.

Among helminths, *Trichuris trichiura* (8.2%) and *Ascaris lumbricoides* (5.2%) were the most prevalent species not only in the entire study but also in the departments studied (Table 1). The remaining helminth species appeared as isolated cases in various departments. The presence of *Hymenolepis nana* which appeared in all departments but Rivas was outstanding. The same goes for the prevalence of Ancylostomidae gen. sp. in Chinandega (3.6%). The departments with the highest helminth prevalences were Carazo, Masaya, and Chinandega, with 26.4%, 23.9%, and 21.4%, respectively.

Distribution of enteroparasites by gender. A statistically significant difference between the overall infection rates with protozoa based on gender was found (male: 69.6%; female: 46.7%; $P < 0.001$). Both males and females showed comparable infection rates with *B. hominis* (46.6% versus 43.8% respectively) and *G. intestinalis* (33.7% versus 29.6%), with no statistically significant differences. However, there was no statistically significant difference in the overall prevalence rate of helminth infection between males (14.7%) and females (11.2%), although a statistically significant ($P < 0.035$) difference was found for *T. trichiura*, with males presenting a higher infection rate than females (9.9% versus 6.4%, respectively) (Table 2).

Distribution of enteroparasites by age. Table 2 shows the overall infection rates among preschool children in the different age categories. The highest protozoan prevalence are reached as age increases, with statistically significant differences between the ages considered ($P < 0.001$). However, with respect to helminths, although prevalences increased with age, a statistically significant difference was only found in the case of *T. trichiura* ($P < 0.026$).

Distribution of enteroparasites by areas. Table 2 shows the detailed distribution of infection according to urban/rural areas. Protozoan parasites are always more prevalent in rural areas than in urban ones, yet without statistical significance. On the other hand, helminths are always more prevalent in urban areas, presenting statistically significant differences (Helminths: $P < 0.001$; *T. trichiura*: $P < 0.001$; *A. lumbricoides*: $P < 0.004$).

TABLE 1

Prevalence of intestinal parasitic infections among preschool children in each department surveyed and in the entire study of the Pacific region of Nicaragua

	Chinandega	Leon	Managua	Masaya	Carazo	Granada	Rivas	Total Pacific region	
	N = 112	N = 141	N = 445	N = 138	N = 125	N = 138	N = 118	n	% (95% CI)
	%	%	%	%	%	%	%		
Protozoa	78.5	81.6	56	78.9	57.6	63.8	69.5	803	65.9 (63.3-68.6)
<i>Entamoeba coli</i>	23.2	32.6	18	30.4	16.8	15.2	17.8	257	21.1 (18.9-23.5)
<i>Entamoeba complex</i>	8	7.8	4.5	7.2	5.6	6.5	7.6	75	6.2 (4.9-7.6)
<i>Entamoeba hartmanni</i>	9.8	14.2	8.3	12.3	7.2	12.3	10.2	123	10.1 (8.5-11.9)
<i>Endolimax nana</i>	21.4	21.1	12.1	19.6	8	7.9	13.6	176	14.5 (12.6-16.5)
<i>Iodamoeba buetschlii</i>	1.8	0.7	2.7	5.1	1.6	3.6	2.5	32	2.6 (1.8-3.6)
<i>Giardia intestinalis</i>	35.7	30.5	30.3	37.7	28	37.7	24.6	386	31.7 (29.2-34.4)
<i>Chilomastix mensnii</i>	4.5	4.9	2.9	5.8	0	7.9	0.8	45	3.7 (2.7-4.9)
<i>Dientamoeba fragilis</i>	0	0	0	0	0	0.7	0	1	0.08 (0.004-0.4)
<i>Retortamonas intestinalis</i>	0	0	0.2	0.7	0.8	1.4	0	5	0.4 (0.2-0.9)
<i>Enteromonas hominis</i>	0	0	0	0	0	0.7	0	1	0.08 (0.004-0.4)
<i>Cryptosporidium</i> sp.	0	0	0.7	0	0	0.7	0	4	0.3 (0.1-0.8)
<i>Blastocystis hominis</i>	69.6	68.1	35.5	52.2	32.8	33.3	53.4	554	45.5 (42.7-48.3)
Helminths	21.4	5.7	6.7	23.9	26.4	18.1	5.1	159	13.1 (11.3-15.1)
<i>Hymenolepis nana</i>	1.8	0.7	1.1	3.6	1.6	5.8	0	23	1.9 (1.2-2.8)
<i>Hymenolepis diminuta</i>	0	0	0.2	0	0	0	0	1	0.08 (0.004-0.4)
<i>Enterobius vermicularis</i>	0	0	0	0	0	0.7	0	1	0.08 (0.004-0.4)
<i>Trichuris trichiura</i>	16.1	4.9	3.6	15.3	14.4	11.6	3.4	100	8.2 (6.8-9.9)
<i>Ascaris lumbricoides</i>	4.5	0	2.5	11.6	14.4	6.5	3.4	63	5.2 (4.0-6.5)
<i>Ancylostomidae</i> gen. sp.	3.6	0.7	0	0	0	0	0	5	0.4 (0.2-0.9)
<i>Strongyloides stercoralis</i>	0	0	0.2	0	0.8	0	0	2	0.2 (0.03-0.5)
<i>Trichostrongylus</i> sp.	0	0	0.2	0	0	0	0	1	0.08 (0.004-0.4)
Total infected	79.5	81.6	56.9	81.2	65.6	69.6	70.3	830	68.2 (65.5-70.8)

CI = confidence interval.

The distribution of enteroparasites by polyparasitism. Regarding polyparasitism, our study found preschool children in the Pacific region to be infected with more than one species (42.6% poly- versus 24.9% monoparasitism), which is reflected in the entire study as well as in individual departments in such a manner that prevalence decrease as the

number of species increases (Table 3). The detection of two preschool children, both 4-year old boys, harboring at least eight different species, one from Masaya (*Entamoeba histolytica/Entamoeba dispar/Entamoeba moshkovskii, Entamoeba coli, Entamoeba hartmanni, Endolimax nana, G. intestinalis, Chilomastix mensnii, B. hominis* and *T. trichiura*) and one from Rivas

TABLE 2

Distribution of the most prevalent protozoan and helminth infections among preschool children in the Pacific region of Nicaragua according to gender, age, and urban/rural areas

	Protozoa	<i>Blastocystis hominis</i>	<i>Giardia intestinalis</i>	Helminths	<i>Trichuris trichiura</i>	<i>Ascaris lumbricoides</i>
Sex	%	%	%	%	%	%
	95% CI	95% CI	95% CI	95% CI	95% CI	95% CI
Boys	69.6	46.8	33.7	14.7	9.9	5.9
	65.9-73.2	42.8-50.6	30-37.5	12.1-17.6	7.7-12.4	4.3-7.9
Girls	46.7	43.8	29.6	11.2	6.4	4.1
	42.7-50.7	39.8-47.8	26-33.4	8.8-13.9	4.6-8.6	2.7-5.9
P value	< 0.001	0.352	0.140	0.080	0.035	0.178
Age category (year)						
< 1	30	21.4	7.8	5.8	1.9	1.9
	21.8-39.5	14.3-30.1	3.7-14.2	2.4-11.7	0.3-6.3	0.3-6.3
1	55.3	33.3	27.6	8.8	5	3.1
	47.6-62.9	26.3-40.9	21.1-35	4.9-14.3	2.4-9.3	1.2-6.8
2	58.6	39	33.3	12.8	7.6	6.7
	51.8-65.1	32.6-45.8	27.2-39.9	8.8-17.9	4.6-11.8	3.8-10.7
3	68.9	50	34.9	12.9	7.3	3.4
	62.8-74.7	43.6-56.4	28.9-41.2	9.1-17.7	4.5-11.2	1.6-6.4
4	80.3	58.9	36.4	15.9	11.3	5.8
	74.9-85	52.7-65.1	30.5-42.7	11.7-20.9	7.7-15.8	3.4-9.4
5	77.3	52.2	34.3	16.1	10.6	5.8
	72.1-82	46.3-58.1	28.9-40.1	12.1-20.8	7.3-14.7	3.5-9.1
P value	< 0.001	< 0.001	< 0.001	0.056	0.026	0.274
Areas						
Urban	64.6	41.9	32	17.9	11.3	7.6
	60.4-68.7	37.8-46.3	28.1-36.2	14.8-21.5	8.8-14.3	5.5-10.2
Rural	68.4	45.5	31.9	10.4	6.1	3.7
	64.9-71.7	41.8-49.2	28.6-35.4	8.3-12.8	4.5-8.1	2.5-5.3
P value	0.159	0.217	0.956	0.0002	0.0017	0.004

CI = confidence interval. Bold values indicate significant results.

TABLE 3

Percentage (%) of mono- and polyparasitism species in the entire study of the Pacific region of Nicaragua, as well as in the seven departments surveyed

	Total Pacific region	Chinandega	León	Managua	Masaya	Carazo	Granada	Rivas
	% (95% CI)	% (95% CI)	% (95% CI)	% (95% CI)	% (95% CI)	% (95% CI)	% (95% CI)	% (95% CI)
Monoparasitism	24.9 (22.5–27.4)	22.4 (15.3–30.7)	22.9 (15.7–29.4)	21.1 17.7–25.3	28.3 21.2–36.2	26.4 19.2–34.6	25.4 19.9–34.7	36.4 28.1–45.4
Polyparasitism	42.6 39.9–45.4	57.1 47.8–66.1	59.0 51.3–67.4	33.7 29.2–37.9	52.9 44.5–61.1	39.2 30.9–47.9	44.2 36.1–52.6	33.1 25–41.9
2	19.3 17.2–21.7	19.6 13.1–27.8	29.1 22–36.9	17.1 13.8–21.1	20.3 14.2–27.6	20 13.7–27.7	18.8 12.9–26	16.2 10.3–23.6
3	11.9 10.3–13.9	19.6 13.1–27.8	19.1 13.3–26.3	8.8 6.4–11.9	10.1 5.9–10.1	12 7.1–18.6	15.2 9.9–21.9	6.8 3.2–12.5
4	6.3 5.1–7.8	11.6 6.6–18.6	5.7 2.7–10.5	4.3 2.7–6.7	12.3 7.6–18.6	4.8 1.9–9.7	4.3 1.8–8.8	6.8 3.2–12.5
5	2.9 2.1–4	4.5 1.6–9.6	305 1.3–7.7	2 1–3.9	6.5 3.2–11.6	2.4 0.6–6.4	2.2 0.6–5.8	1.7 0.3–5.5
6	1.4 0.8–2.2	1.8 0.3–5.8	1.4 0.2–4.6	1.3 0.5–3.1	2.9 0.9–6.8	–	–	–
7	0.4 0.2–0.9	–	0.7 0–3.4	0.2 0–1.4	–	–	1.4 0.2–4.7	0.8 0–4.1
8	0.2 0–0.5	–	–	–	0.7 0–3.5	–	–	0.8 0–4.1

CI = confidence interval

(*E. histolytica*/*E. dispar*/*E. moshkovskii*, *E. coli*, *E. hammani*, *Iodamoeba buetschlii*, *G. intestinalis*, *B. hominis*, *T. trichiura* and *A. lumbricoides*) are illustrating cases.

DISCUSSION

This is the first time that intestinal parasitic infections among preschool children from the Central American isthmus have been studied. It is interesting to note that previous studies on preschool children are mainly from other continents.^{5,12,20} The main objective of epidemiological studies on the prevalence of intestinal parasitic infections is to contribute to effective prevention and control strategies, as is the case of the present study in the different departments of Nicaragua.

The parasite spectrum detected in Nicaraguan preschool children, with a total of at least 20 species, constitutes a parasitic framework larger than that known for schoolchildren in Nicaragua to date.^{13,14,16–18} The departments presented differences with respect to species, even with regard to parasite prevalences, likely to be due to advances in public health, as well as measures within the national deworming program against soil-transmitted helminths.^{21,22}

According to the results obtained, *B. hominis* was the most prevalent intestinal species (45.5%), which is in line with a study conducted in schoolchildren from the Nicaraguan Corn Island archipelago (41%), although *Blastocystis* with *Isospora* was diagnosed in that study.¹³ Nevertheless, in the present study, the prevalence was lower compared with the two school-based studies carried out in the other two Caribbean departments of Nicaragua (always with a prevalence above 50%).^{17,18} In other Caribbean countries, *B. hominis* prevalence in schoolchildren are considerably lower.^{23–25}

In the entire study, *G. intestinalis* with a prevalence of 31.7% was the second most prevalent intestinal species in preschool children. This result is comparable to that encountered in school children from the Department of Río San Juan (32.5%),¹⁷ but being in contrast with studies carried out in school children originating from other Nicaraguan departments, always with prevalence below 30%.^{13–15,18} Although

the study population differs, in other Caribbean countries, *G. intestinalis* shows higher prevalence than in our preschool study.^{26,27}

In our study, *T. trichiura* was the most prevalent intestinal helminth species (8.2%) in all departments, which is in agreement with other studies carried out in school children in Nicaragua,^{13,16–18} as well as in the Central American isthmus.^{28–33} These results contrast with the dominance of *A. lumbricoides* and the hookworm in other areas in the LAC region.^{14,34–39}

Our study revealed statistical differences regarding gender in relation to protozoa in the total study, even in helminths with *T. trichiura*, in boys. These differences could be attributed to the fact that boys are more exposed to sources of infection related to their playing habits and other indoor activities and hardly ever adopt hygienic practices. These results are consistent with some studies performed in preschool children in other countries,^{5,20,40} proposing a different sociobehavioral gender role in the area surveyed but also disagrees with other studies.^{11,28,41,42} Recently, a survey carried out in El Salvador also demonstrated that school-age boys present a higher prevalence of *T. trichiura* infections.³³

Prevalence increase with age with statistical differences in protozoan species as well as *T. trichiura*. These results are consistent with studies carried out in preschool children in various countries,^{12,34,43,44} while being in contrast with other reports.^{5,28} The increase in prevalence when the preschool age increases could be related to the child's personal autonomy. Children of 1 and 2 years of age are under surveillance most of the time and those from 3 to 5 years start schooling and have more autonomy, less surveillance, and fewer hygienic habits are exposed to more risk factors and, finally, are more often infected than younger ones.

The present study showed distinct situations in both areas, resulting particularly relevant, with statistically significant differences, helminths being more prevalent in urban areas. In this context, it is noteworthy that the Pacific region of Nicaragua is the most developed part of the country, where the highest percentage of the population is concentrated in urban

areas. In fact, many families live in precarious conditions, lacking basic infrastructures as well as services, affecting their quality of life in a negative way, leading to the appearance of shanty towns, and problems of helminth parasitoses are exacerbated, fundamentally in the lowest age group, also being the most vulnerable segment of the population.

All intestinal parasites detected in this study, with the exception of the *Hymenolepis diminuta* case encountered in Managua, are monoxenous, evidently transmitted through water, food, and soil contaminated with feces or indirectly through poor hygienic and living conditions. The fact that protozoan prevalence show a clear statistical significance with respect to helminths is indicative of water-based transmission, as preschool children have relatively limited contact with soil, and consequently with the infective stages of soil transmitted helminth species. Also, mass drug administration (MDA) campaigns in preschool children may have been successful as well.

Our data confirm that polyparasitism is likely to be the norm rather than the exception in tropical and subtropical areas^{12,18,45} and the increasing number of parasites harbored in any individual may result in an increase in morbidity indicators.⁴⁶ In this sense, it is interesting that the occurrence of different parasite species in the gastrointestinal tract might mean a predisposition for the infection with other enteropathogens, modulating the immunological response to other species and thus facilitate secondary infections or even different degrees of polyparasitism.^{47,48} In fact, the detection of several protozoan species of a commensal nature in feces, although without clinical relevance, is important from an epidemiological viewpoint, as it is indicative of a lack in sanitary-hygienic education.

Considering the age range studied, the prevalence results must be considered high, even more so when taking into account that several problems could not be avoided in this study, such as 1) stool samples were prepared once, whereas for standard diagnosis, at least three samples are necessary, which is likely to cause an underestimation of the prevalence of intestinal parasites because of the temporal variation in egg excretion and cyst shedding along hours or even days; 2) the diagnostic techniques used have a relatively low sensitivity for the detection of certain parasite species (e.g., *E. vermicularis*, *S. stercoralis*); 3) the Kato-Katz technique, recommended by the World Health Organization for epidemiological STH surveys was not applied,⁴⁹ making it impossible to detect the intensity of parasite infection, and thus the parasite burden in preschool children; and 4) the possible risk factors related to the parasite species encountered cannot be discussed as a consequence of the lack of additional data.

This study shows the large spectrum of species detected in preschool children of the Pacific region of Nicaragua, with a high protozoan prevalence that might pose a major public health concern related to almost unavoidable water-based infection. Based on the differences with respect to species and parasite prevalence among the seven departments in the Pacific region of Nicaragua, an exploration of local factors associated with the transmission of enteroparasites should also be considered to reduce infection. Consequently, the Nicaraguan government together with MDA programs should also consider strategies of intervention to develop safe access to water and sanitation and hygiene, aiming at the reduction of the prevalence of intestinal parasites in preschool children.

Received July 11, 2017. Accepted for publication October 25, 2017.

Published online December 18, 2017.

Acknowledgments: We would like to thank the parents, the head teachers, and teachers of the preschool children who participated in this study for their collaboration. We would like to thank the Nicaraguan university students for their technical assistance.

Financial support: This work was supported by Proyecto de Cooperación al Desarrollo del Vicerrectorado de Relaciones Internacionales y Cooperación from the Universitat de València-Estudí General (Valencia, Spain), by PROMETEO2014-083 Fase II from Conselleria d'Educació, Generalitat Valenciana (Valencia, Spain) and by No. RD16/0027/0023, Red de Investigación Cooperativa en Enfermedades Tropicales-RICET, IV National Program of I+D+I 2017- 2021, ISCIII-Subdirección General de Redes y Centros de Investigación Cooperativa from the Ministerio de Sanidad y Consumo (Madrid, Spain).

Ethics statement: This study was performed in collaboration with IPS-Polisal, approved by the UNAN-Managua and supervised by Centro Nacional de Diagnóstico y Referencia of the Nicaraguan Ministry of Health.

Authors' addresses: Carla Muñoz-Antoli, Mónica Gozalbo, Paloma Pérez, Rafael Toledo, and Jose-Guillermo Esteban, Departamento de Parasitología, Facultad de Farmacia, Universidad de Valencia, Burjassot, Valencia, Spain, E-mails: carla.muñoz@uv.es, monica.gozalbo@uv.es, escobedo@alumni.uv.es, rafael.toledo@uv.es, and jguillermo.esteban@uv.es. Aleyda Pavón, Departamento Bionálisis Clínico, Instituto Politécnico de la Salud (IPS-Polisal), Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Managua, Nicaragua, E-mail: aleydapr@yahoo.com.

REFERENCES

- Black RE, Morris SS, Brice J, 2003. Where and why are 10 million children dying every year? *Lancet* 361: 2226-2234.
- Bethony J, Brooker S, Albonico M, Geiger SM, Loukas A, Diemert D, Hotez PJ, 2006. Soil-transmitted helminth infections: ascariasis, trichuriasis, and hookworm. *Lancet* 6: 1521-1532.
- Albonico M, Allen H, Chitsulo L, Engels D, Gabrielli AF, Savioli L, 2008. Controlling soil-transmitted helminthiasis in pre-school-age children through preventive chemotherapy. *PLoS Negl Trop Dis* 2: e126.
- Júlio C, Vilarés A, Oleastro M, Ferreira I, Gomes S, Monteiro L, Nunes B, Tenreiro R, Angelo H, 2012. Prevalence and risk factors for *Giardia duodenalis* infection among children: a case study in Portugal. *Parasit Vectors* 5: 22.
- Siwila J, Phiri IG, Enemark HL, Nchito M, Olsen A, 2010. Intestinal helminths and protozoa in children in pre-schools in Kafue district, Zambia. *Trans R Soc Trop Med Hyg* 104: 122-128.
- Stephenson LS, Latham MC, Ottesen EA, 2000. Malnutrition and parasitic helminth infections. *Parasitology* 121 (Suppl): S23-S38.
- Brooker S, Clements AC, Bundy DA, 2006. Global epidemiology, ecology and control of soil-transmitted helminth infections. *Adv Parasitol* 62: 221-261.
- Hotez PJ, Brindley PJ, Bethony JM, King CH, Pearce EJ, Jacobson J, 2008. Helminth infections: the great neglected tropical diseases. *J Clin Invest* 118: 1311-1321.
- WHO, 2011. *Helminth Control in School-Age Children: A Guide for Managers of Control Programmes*. Geneva, Switzerland: World Health Organization.
- Escobedo AA, Cañete R, Núñez FA, 2008. Prevalence, risk factors and clinical features associated with intestinal parasitic infections in children from San Juan y Martínez, Pinar del Río, Cuba. *West Indian Med J* 57: 377-382.
- Gonçalves AL, Belizário TL, Pimentel Jde B, Penatti MP, Pedroso Rdos S, 2011. Prevalence of intestinal parasites in preschool children in the region of Uberlândia, State of Minas Gerais, Brazil. *Rev Soc Bras Med Trop* 44: 191-193.
- Wongstitwilairoong B, Srijan A, Serichantalergs O, Fukuda CD, McDaniel P, Bodhidatta L, Mason CJ, 2007. Intestinal parasitic infections among pre-school children in Sangkhlaburi, Thailand. *Am J Trop Med Hyg* 76: 345-350.

13. Cavuoti D, Lancaster KR, 1992. Intestinal parasitism of children on Corn Island, Nicaragua. *Pediatr Infect Dis J* 11: 775–776.
14. Téllez A, Morales W, Rivera T, Meyer E, Leiva B, Linder E, 1997. Prevalence of intestinal parasites in the human population of León, Nicaragua. *Acta Trop* 66: 119–125.
15. Oberhelman RA, Guerrero ES, Fernandez ML, Sillio M, Mercado D, Corniskey N, Ihenacho G, Mera R, 1998. Correlations between intestinal parasitosis, physical growth and psychomotor development among infants and children from rural Nicaragua. *Am J Trop Med Hyg* 58: 470–475.
16. Rosewell A, Robleto G, Rodríguez G, Barragne-Bigot P, Amador JJ, Aldighieri S, 2010. Soil-transmitted helminth infection and urbanization in 880 primary school children in Nicaragua, 2005. *Trop Doct* 40: 141–143.
17. Muñoz-Antoli C, Pavón A, Marcilla A, Toledo R, Esteban JG, 2014. Prevalence and risk factors related to intestinal parasites among children in Department of Rio San Juan, Nicaragua. *Trans R Soc Trop Med Hyg* 108: 774–782.
18. Muñoz-Antoli C, Pavón A, Pérez P, Toledo R, Esteban JG, 2017. Soil-transmitted helminth infections in schoolchildren of Laguna de Perlas (Nicaragua). *J Trop Pediatr* 63: 124–134.
19. Ash LR, Orihel TC, Savioli L, 1994. *Bench Aids for the Diagnosis of Intestinal Parasites*. Geneva, Switzerland: World Health Organization.
20. Dana D, Mekonnen Z, Emanu D, Ayana M, Getachew M, Workneh N, Vercruyse J, Levecke B, 2015. Prevalence and intensity of soil-transmitted helminth infections among pre-school age children in 12 kindergartens in Jimma Town, southwest Ethiopia. *Trans R Soc Trop Med Hyg* 109: 225–227.
21. Saboyá M, Catalá L, Nicholls RS, Ault SK, 2013. Update on the mapping of prevalence and intensity of infection for soil-transmitted helminth infections in Latin America and the Caribbean: a call for action. *PLoS Negl Trop Dis* 7: e2419.
22. Pullan RL, Smith JL, Jirasaria R, Brooker SJ, 2014. Global numbers of infection and disease burden of soil transmitted helminth infections in 2010. *Parasit Vectors* 7: 37.
23. Cerdas C, Araya E, Coto S, 2003. Parásitos intestinales en la escuela 15 de agosto, Tirrasas de Curridabat, Costa Rica. Mayo–Junio de 2002. *Rev Costaricense Cienc Med* 24: 127–133.
24. Lavin J, Pérez A, Finlay CM, Sarracent J, 2008. Parasitismo intestinal en una cohorte de escolares en 2 municipios de Ciudad de La Habana. *Rev Cubana Med Trop* 60: 37–80.
25. Cook DM, Chad R, Eggett DL, Booth GM, 2009. A retrospective analysis of prevalence of gastrointestinal parasites among school children in the Palajunoj Valley of Guatemala. *J Health Popul Nutr* 27: 31–40.
26. Rodríguez-Guzmán LM, Hernández-Jerónimo EJ, Rodríguez-García R, 2000. Parasitosis intestinal en niños seleccionados en una consulta ambulatoria de un hospital. *Rev Mexicana Pediatr* 67: 117–122.
27. Mendoza D, Núñez FA, Escobedo A, Pelayo L, Fernández M, Torres D, Cordoví RA, 2001. Parasitosis intestinales en 4 círculos infantiles de San Miguel del Padrón, Ciudad de La Habana, 1998. *Acta Cubana Med Trop* 53: 189–193.
28. Anderson TJ, Zizza CA, Leche GM, Scott ME, Solomons NW, 1993. The distribution of intestinal helminth infections in a rural village in Guatemala. *Mem Inst Oswaldo Cruz* 88: 53–65.
29. Corrales LF, Izurieta R, Moe CL, 2006. Association between intestinal parasitic infections and type of sanitation system in rural El Salvador. *Trop Med Int Health* 11: 1821–1831.
30. Sanchez AL, Gabrie JA, Rueda MM, Mejia RE, Bottazzi ME, Canales M, 2014. A scoping review and prevalence analysis of soil-transmitted helminth infections in Honduras. *PLoS Negl Trop Dis* 8: e2653.
31. Gabrie JA, Rueda MM, Canales M, Gyorkos TW, Sanchez AL, 2014. School hygiene and deworming are key protective factors for reduced transmission of soil-transmitted helminths among schoolchildren in Honduras. *Parasit Vectors* 7: 354.
32. Mejia Torres RE, Franco Garcia DN, Fontecha Sandoval GA, Hernandez Santana A, Singh P, Mancero Bucheli ST, Saboya M, Paz MY, 2014. Prevalence and intensity of soil-transmitted helminthiasis, prevalence of malaria and nutritional status of school going children in Honduras. *PLoS Negl Trop Dis* 8: e3248.
33. Sorto OR et al., 2015. Prevalence and intensity of infection by soil-transmitted helminths and prevalence of malaria among schoolchildren in El Salvador [in Spanish]. *Biomedica* 35: 407–418.
34. Cañete R, Díaz MM, Avalos García R, Laúd Martínez PM, Manuel Ponce F, 2012. Intestinal parasites in children from a day care centre in Matanzas city, Cuba. *PLoS One* 7: e51394.
35. Smith H, Dekaminsky R, Niwas S, Soto R, Jolly P, 2001. Prevalence and intensity of infections of *Ascaris lumbricoides* and *Trichuris trichiura* and associated socio-demographic variables in four rural Honduran communities. *Mem Inst Oswaldo Cruz* 96: 303–314.
36. Aimpun P, Hshieh P, 2004. Survey for intestinal parasites in Belize, Central America. *Southeast Asian J Trop Med Public Health* 35: 506–511.
37. Champetier de Ribes G, Fliné M, Désormeaux AM, Eyma E, Montagut P, Champagne C, Pierre J, Pape W, Raccourt CP, 2005. Intestinal helminthiasis in school children in Haiti in 2002 [in Spanish]. *Bull Soc Pathol Exot* 98: 127–132.
38. Sorensen WC, Cappello M, Bell D, Difedele LM, Brown MA, 2011. Poly-helminth infection in east Guatemalan school children. *J Glob Infect Dis* 3: 25–31.
39. Chammartin F, Scholte RG, Guimarães LH, Tanner M, Utzinger J, Vounatsou P, 2013. Soil-transmitted helminth infection in South America: a systematic review and geostatistical meta-analysis. *Lancet Infect Dis* 13: 507–518.
40. Al-Mekhlafi AM, Abdul-Ghani R, Al-Eryani SM, Saif-Ali R, Mahdy MA, 2016. School-based prevalence of intestinal parasitic infections and associated risk factors in rural communities of Sana'a, Yemen. *Acta Trop* 163: 135–141.
41. Mendoza D, Núñez FA, Escobedo A, Pelayo L, Fernández M, Torres D, Cordoví RA, 2001. Intestinal parasitic infections in 4 child day-care centers located in San Miguel del Padrón municipality, Havana city, 1998 [in Spanish]. *Rev Cubana Med Trop* 53: 189–193.
42. Tyoalumun K, Abubakar S, Christopher N, 2016. Prevalence of intestinal parasitic infections and their association with nutritional status of rural and urban pre-school children in Benue State, Nigeria. *Int J MCH AIDS* 5: 146–152.
43. Mehraj V, Hatcher J, Akhtar S, Rafique G, Beg MA, 2008. Prevalence and factors associated with intestinal parasitic infection among children in an urban slum of Karachi. *PLoS One* 3: e3680.
44. Gutierrez-Jimenez J, Torres-Sanchez MG, Fajardo-Martinez LP, Schlie-Guzman MA, Luna-Cazares LM, Gonzalez-Esquinca AR, Guerrero-Fuentes S, Vidal JE, 2013. Malnutrition and the presence of intestinal parasites in children from the poorest municipalities of Mexico. *J Infect Dev Ctries* 7: 741–747.
45. Steinmann P, Utzinger J, Du ZW, Zhou XN, 2010. Multiparasitism a neglected reality on global, regional and local scale. *Adv Parasitol* 73: 21–50.
46. Raso G et al., 2004. Multiple parasite infections and their relationship to self-reported morbidity in a community of rural Côte d'Ivoire. *Int J Epidemiol* 33: 1092–1102.
47. Supali T et al., 2010. Polyparasitism and its impact on the immune system. *Int J Parasitol* 40: 1171–1176.
48. Gomila B, Toledo R, Esteban JG, 2011. Non-pathogenic intestinal amoebae: a clinical-analytical overview [in Spanish]. *Enferm Infecc Microbiol Clin* 29: 20–28.
49. Montresor A, Crompton DWT, Bundy DAP, Hall A, Savioli L, 1998. *Guidelines for the Evaluation of Soil-Transmitted helminthiasis and schistosomiasis at Community Level (WHO/CDS/SIP/98.1)*. Geneva, Switzerland: World Health Organization.