



Tesis Doctoral

PROGRAMA DE DOCTORADO "PARASITOLOGÍA HUMANA Y ANIMAL"

Parasitismo intestinal en niños procedentes de islas ubicadas en la Nicaragua continental

Por

Jacklyn K. Comas Murillo

Directores

Dra. Carla Muñoz Antoli-Candela

Dr. J. Guillermo Esteban Sanchis

Julio, 2025





VNIVERSITAT
DE VALÈNCIA

TESIS DOCTORAL

Parasitismo intestinal en niños procedentes de islas ubicadas en la Nicaragua Continental

Por

Jacklyn K. Comas Murillo

Directores

Dra. Carla Muñoz Antoli-Candela

Profesora Titular de Parasitología

Departamento de Farmacia y Tecnología farmacéutica y Parasitología
Facultat de Farmàcia i Ciències de l'Alimentació, Universitat de València

Dr. J. Guillermo Esteban Sanchis

Catedrático de Parasitología

Departamento de Farmacia y Tecnología farmacéutica y Parasitología
Facultat de Farmàcia i Ciències de l'Alimentació, Universitat de València

Julio, 2025



Los abajo firmantes, Dra. CARLA MUÑOZ ANTOLI-CANDELA, Profesora Titular, y el Dr. JOSÉ GUILLERMO ESTEBAN SANCHÍS, Catedrático de Universidad, del Área de Parasitología del Departamento de Farmacia y Tecnología farmacéutica y Parasitología de la Facultat de Farmàcia i Ciències de l'Alimentació de la Universitat de València, en su calidad de co-directora y director/tutor de la doctoranda Jacklyn Comas Murillo, por la presente

CERTIFICAN: que Dña. **JACKLYN COMAS MURILLO** ha realizado la Tesis Doctoral titulada "*Parasitismo intestinal en niños procedentes de Islas ubicadas en la Nicaragua continental*" en el Departamento de Farmacia y Tecnología farmacéutica y Parasitología de la de la Facultat de Farmàcia i Ciències de l'Alimentació de la Universitat de València, con el fin de optar al grado de Doctora en Farmacia.

Y para que así conste a todos los efectos oportunos, firman la presente en Burjassot-Valencia a dieciséis de julio de dos mil veinticinco

CARLA TERESA
MUÑOZ ANTOLI-
CANDELA -
NIF:25403182G

Firmado digitalmente por
CARLA TERESA MUÑOZ
ANTOLI-CANDELA -
NIF:25403182G
Fecha: 2025.07.16 16:04:47
+02'00'

Fdo. Dra. Carla Muñoz-Antoli

Jose Guillermo
Esteban
Sanchis

Firmado digitalmente
por Jose Guillermo
Esteban Sanchis
Fecha: 2025.07.17
12:27:45 +02'00'

Fdo. Dr. J. Guillermo Esteban

A mi familia...
Con todo el amor del mundo.

Per aspera, ad astra

- A través del esfuerzo, el triunfo-
Séneca

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	1
OBJETIVOS.....	16
1.- CAPÍTULO PRIMERO: MATERIALES	19
1.1.- Procedencia del material estudiado: Nicaragua.....	19
1.2.- Zonas de estudio.....	21
1.2.1.- Departamento de Chinandega.....	21
1.2.2.1.- Isla de Corinto.....	22
1.2.2.- Departamento de Rivas.....	24
1.2.3.1.- Isla de Ometepe.....	25
1.2.3.- Departamento de Rio San Juan.....	28
1.2.4.1.- Archipiélago de Solentiname	28
1.2.4.- Región Autónoma de la Costa Caribe Sur (RACCS)	30
1.2.4.1.- Cayo Rama o Rama Cay	31
1.2.4.2.- El Bluff	33
1.3.- Total material estudiado	34
2.- CAPÍTULO SEGUNDO: MÉTODOS Y TÉCNICAS	37
2.1.- Autorizaciones para el estudio	37
2.2.- Recolección de las muestras	37
2.2.1.- Dificultades relacionadas con la recolección de muestras.....	39
2.3.- Procesamiento de las muestras en terreno	39
2.3.1.- Fijación	40
2.3.2.- Filtración.....	41
2.3.3.- Transporte	41
2.4.- Procesamiento de muestras en el laboratorio de Parasitología de la UV	42
2.4.1.- Trabajo microscópico	42
2.4.1.1.- Visión directa.....	42
2.4.1.2.- Técnica del Formol- Acetato de Etilo modificada	43
2.4.1.3.- Ziehl-Neelsen modificado	44
2.4.1.4.- Técnica de Kato-Katz.....	46
2.4.1.5.- Técnica de Mini-FLOTAC	47
2.4.2.- Técnicas moleculares	49
2.4.2.1.- Lavado de muestras.....	49
2.4.2.2.- Concentración de muestras	49
2.4.2.3.- Extracción rápida de ADN con mini kit QIAamp	50
2.4.2.4.- Reacción en cadena de la polimerasa (PCR)	51
A) PCR GIARDIA DUODENALIS: DETECCIÓN Y CARACTERIZACIÓN	51

B) PCR Blastocystis sp.: detección y caracterización	53
C) PCR Entamoeba complejo: detección y caracterización	53
D) PCR Cryptosporidium spp.: detección y caracterización	54
E) PCR Cystoisospora: detección y caracterización.....	54
F) PCR Enterocytozoon bienersi: detección y caracterización.....	55
G) PCR Encephalitozoon spp.: detección y caracterización	55
2.4.2.5.- Electroforesis en gel de agarosa.....	55
2.4.2.6.- Purificación de ADN	58
2.4.2.7.- Secuenciación Sanger	59
A) Secuenciación de próxima generación (NGS) para Blastocystis sp.....	61
2.4.3.- Análisis estadístico	62
2.4.3.1.- Base de datos, tabulación y gráficos	62
2.4.3.2.- Metodología del análisis estadístico	62
A) Estadística descriptiva.....	62
B) Estadística inferencial	63
C) Prueba de chi cuadrado (χ^2)	63
D) Prueba t de student	64
E) Test no paramétricos.....	64

3.- CAPÍTULO TERCERO: RESULTADOS 66

3.1 EN EL CONJUNTO DE LAS ISLAS 66

3.2.- DIAGNÓSTICO A NIVEL MICROSCÓPICO 70

3.2.1.- EN LAS DIFERENTES ISLAS 70

3.2.1.1.- Isla Corinto (Departamento de Chinandega)..... 70

A) EN EL TOTAL DE LA ISLA 70

A.1) Espectro parasitario y prevalencias de parasitación 70

A.1.1) Por sexo 71

A.1.2) Por edad 71

A.2) MONO Y MULTIPARASITISMO..... 72

A.2.1) Por sexo 73

A.2.2) Por edad 73

B) POR COMUNIDADES..... 74

B.1) COMUNIDAD DE BARRIO NUEVO 74

B.1.1) Espectro parasitario y prevalencias de parasitación 74

B.1.1.1) Por sexo 74

B.1.1.2) Por edad 75

B.1.2). Mono y multiparasitismo 76

B.1.2.1) Por sexo 76

B.1.2.2) Por edad 76

B.2). COMUNIDAD DE EL CHORIZO 77

B.2.1). Espectro parasitario y prevalencias de parasitación..... 77

B.2.1.1) Por sexo 77

B.2.1.2) Por edad 78

B.2.2) Mono y multiparasitismo..... 78

B.2.2.1) Por sexo 79

B.2.2.2) Por edad 80

B.3) Comunidad de San Martín 80

B.3.1) Espectro parasitario y prevalencias de parasitación..... 80

B.3.1.1) Por sexo 81

B.3.1.2) Por edad 81

B.3.2) Mono y multiparasitismo	82
B.3.2.1) Por sexo	82
B.3.2.2) Por edad	83
3.2.2.2- Isla de Ometepe (Departamento De Rivas)	83
A) EN EL TOTAL DE LA ISLA	83
A.1) - ESPECTRO PARASITARIO Y PREVALENCIAS DE PARASITACIÓN	83
A.1.1) Por sexo	84
A.1.2) Por edad	85
A.2) MONO- Y MULTIPARASITISMO	87
A.2.1) Por sexo	87
A.2.2) Por edad	88
B) POR COMUNIDADES.....	88
B.1) COMUNIDAD DE BALGÜE	88
B.1.1) Espectro parasitario y prevalencia de parasitación	88
B.1.1.1) Por sexo	89
B.1.1.2) Por edad	89
B.1.2) Mono- y multiparasitismo.....	90
B.1.2.1) Por sexo	91
B.1.2.2) Por edad	91
B.2) COMUNIDAD DE MÉRIDA.....	92
B.2.1) Espectro parasitario y prevalencias de parasitación	92
B.2.1.1) Por sexo	92
B.2.1.2) Por edad	94
B.2.2) Mono y multiparasitismo.....	94
B.2.2.1) Por sexo	95
B.2.2.2) Por edad	95
B.3) COMUNIDAD LA CONCEPCIÓN	96
B.3.1) Espectro parasitario y prevalencias de parasitación	96
B.3.1.1) Por sexo	97
B.3.1.2) Por edad	97
B.3.2) Mono y multiparasitismo.....	97
B.3.2.1) Por sexo	98
B.3.2.2) Por edad	99
B.4) COMUNIDAD LA PALOMA	99
B.4.1) Espectro parasitario y prevalencias de parasitación	99
B.4.1.1) Por sexo	99
B.4.1.2) Por edad	100
B.4.2) Mono y multiparasitismo.....	101
B.4.2.1) Por sexo	102
B.4.2.2) Por edad	102
3.2.2.3- ARCHIPIÉLAGO DE SOLENTINAME (DEPARTAMENTO DE RIO SAN JUAN)	103
A) EN EL TOTAL DEL ARCHIPIÉLAGO	103
A.1) Espectro parasitario y prevalencias de parasitación.....	103
A.1.1) Por sexo	103
A.1.2) Por edad	104
A.2) MONO Y MULTIPARASITISMO.....	104
A.2.1) Por sexo	105
B.2.2) Por edad	106
B) POR ISLAS DEL ARCHIPIÉLAGO	106
B.1) COMUNIDAD DE LA ISLA DE MANCARRÓN.....	106
B.1.1) Espectro parasitario y prevalencias de parasitación	106
B.1.1.1) Por sexo	107
B.1.1.2) Por edad	107

B.1.2) Mono y multiparasitismo	108
B.1.2.1) Por sexo	108
B.1.2.2) Por edad	109
B.2) COMUNIDAD DE LA ISLA DE SAN FERNANDO	109
B.2.1) Espectro parasitario y prevalencias de parasitación	109
B.2.1.1) Por sexo	110
B.2.1.2) Por edad	110
B.2.2) Mono y multiparasitismo	111
B.2.2.1) Por sexo	111
B.2.2.2) Por edad	112
B.3) COMUNIDAD DE LA ISLA LA VENADA	112
B.3.1) Espectro parasitario y prevalencias de parasitación	112
B.3.1.1) Por sexo	113
B.3.1.2) Por edad	113
B.3.2) Mono y multiparasitismo	114
B.3.2.1) Por sexo	114
B.3.2.2) Por edad	115
B.4) COMUNIDAD DE LA ISLA MANCARRONCITA	115
B.4.1) Espectro parasitario y prevalencias de parasitación	115
B.4.1.1) Por sexo	115
B.4.1.2) Por edad	116
B.4.2) Mono y multiparasitismo	116
B.4.2.1) Por sexo	117
B.4.2.2) Por edad	117
3.2.2.4.- Isla de Rama Caya (Región Autónoma de la Costa Caribe Sur)	118
A) EN EL TOTAL DE LA ISLA	118
A.1) ESPECTRO PARASITARIO Y PREVALENCIAS DE PARASITACIÓN	118
A.1.1) Por sexo	118
A.1.2) Por edad	119
A.2) MONO Y MULTIPARASITISMO	120
A.2.1) Por sexo	120
A.2.2) Por edad	121
3.2.2.5.- Isla del Bluff (Región Autónoma de la Costa Caribe Sur)	122
A) EN EL TOTAL DE LA ISLA	122
A.1) ESPECTRO PARASITARIO Y PREVALENCIAS DE PARASITACIÓN	122
A.1.1) Por sexo	123
A.1.2) Por edad	123
A.2) Mono y multiparasitismo	124
A.2.1) Por sexo	125
A.2.2) Por edad	125
3. 3.- Intensidad de parasitación por geohelminthos	126
3.3.1.- Clasificación de la clase de intensidad	127
3.4.- Diagnóstico a nivel molecular	128
3.4.1.- Caracterización de <i>Giardia duodenalis</i>	128
3.4.2.- Caracterización de <i>Blastocystis</i> sp.	129
3.4.3.- Caracterización de <i>Cryptosporidium</i> spp.	130
3.4.4.- Caracterización de <i>Entamoeba</i> complejo	131
3.4.5.- Caracterización de otras especies	131
3.4.6.- Actualización del espectro parasitario y prevalencias totales de la Isla Corinto	132

3.5.- Variables relacionadas con la infección	133
3.5.1.- En relación con el binomio de especies patógenas/potencialmente patógenas	133
3.5.1.1.- Isla de Corinto.....	134
3.5.1.2.- Isla de Ometepe.....	134
3.5.1.3.- Archipiélago de Solentiname	135
3.5.1.4.- Isla Rama Cay.....	135
3.5.1.5.- Isla de El Bluff	136
3.5.2.- En relación con la consistencia del material fecal.....	137
3.5.3.- En relación con las vías de transmisión.....	140
3.5.4.- En relación región geográfica	141
 4.- CAPÍTULO CUARTO: DISCUSIÓN	 144
4.1.- Respecto al diagnóstico a nivel microscópico.....	144
4.2.- Respecto a la intensidad de parasitación	155
4.3.- Respecto al diagnóstico a nivel molecular	157
4.4.- Respecto a las variables de infección.....	162
 CONCLUSIONES	 167
 BIBLIOGRAFÍA	 170

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Presencia y diversidad molecular de parásitos intestinales protistas en poblaciones humanas, Nicaragua, 1992–2024.	6
Tabla 2. Presencia de parásitos intestinales helmintos en poblaciones humanas, Nicaragua, 1992–2024.	10
Tabla 3. Recopilación de la procedencia de la Isla Corinto en el departamento de Chinandega, con detalle del sexo y edad de la población infantil en los diferentes barrios.	24
Tabla 4. Recopilación de la procedencia de la Isla de Ometepe, con detalle del sexo y edad de la población.	28
Tabla 5. Recopilación de la procedencia del Archipiélago de Solentiname, con detalle del sexo y edad de la población infantil en las diferentes Islas.	30
Tabla 6. Recopilación de la procedencia de Rama Cay en el Región Autónoma de la Costa Caribe Sur, con detalle del sexo y edad de la población infantil estudiada.	33
Tabla 7. Recopilación de la procedencia de El Bluff en la Región Autónoma de la Costa Caribe Sur, con detalle del sexo y edad de la población infantil estudiada.	33
Tabla 8. Recopilación de la procedencia del material objeto del presente estudio, con detalle del sexo y edad de la población infantil participante.	35
Tabla 9. Criterios de la O.M.S. para la clasificación de los niveles de intensidad de parasitación a partir de los huevos por gramo de heces en geohelmintos (Montresor et al., 1998)	47
Tabla 10. Espectro parasitario y prevalencias globales del estudio microscópico y molecular (*= <i>E. histolytica</i> / <i>E. dispar</i> / <i>E. moshkovskii</i> ; %= prevalencia; IC-95%= intervalo de confianza 95%).	67
Tabla 11. Espectro parasitario y prevalencias totales de parasitación de la Isla Corinto (*= <i>E. histolytica</i> / <i>E. dispar</i> / <i>E. moshkovskii</i> ; %= prevalencia; IC-95%= intervalo de confianza 95%).	Error! Marcador no definido.
Tabla 12. Espectro parasitario y prevalencias totales de parasitación de la Isla Corinto por sexo (*= <i>E. histolytica</i> / <i>E. dispar</i> / <i>E. moshkovskii</i> ; %= prevalencia; IC-95%= intervalo de confianza 95%; p-Valor = valor estadístico).	71
Tabla 13. Espectro parasitario y prevalencias totales de parasitación de la Isla Corinto por edad (*= <i>E. histolytica</i> / <i>E. dispar</i> / <i>E. moshkovskii</i> ; %= prevalencia; IC-95%= intervalo de confianza 95%; p-valor = valor estadístico).	72
Tabla 14. Mono y multiparasitismo de la Isla Corinto (%= prevalencia; IC-95%= intervalo de confianza 95%).	73
Tabla 15. Monoparasitismo y multiparasitismo por sexo en la Isla Corinto (%= prevalencia; IC-95%= intervalo de confianza 95%; p-Valor = valor estadístico).	73
Tabla 16. Monoparasitismo y multiparasitismo por edad en la Isla Corinto (%= prevalencia; IC-95%= intervalo de confianza 95%; p-valor = valor estadístico).	73

Tabla 17. Espectro parasitario y prevalencias totales de la Comunidad Barrio nuevo (*= E. histolytica/ E. dispar/ E. moshkovskii; %= prevalencia; IC-95%= intervalo de confianza 95%)...	74
Tabla 18. Espectro parasitario y prevalencias totales de parasitación por sexo de la Comunidad Barrio nuevo (*= E. histolytica/ E. dispar/ E. moshkovskii; %= prevalencia; IC-95%= intervalo de confianza 95%; p-Valor = valor estadístico).	75
Tabla 19. Espectro parasitario y prevalencias totales de parasitación de la Comunidad Barrio nuevo por edad (*= E. histolytica/ E. dispar/ E. moshkovskii; %= prevalencia; IC-95%= intervalo de confianza 95%; P- valor = valor estadístico).	75
Tabla 20. Mono y multiparasitismo de la Comunidad Barrio nuevo (%= prevalencia; IC-95%= intervalo de confianza 95%).	76
Tabla 21. Monoparasitismo y multiparasitismo por sexo en la Comunidad Barrio nuevo (%= prevalencia; IC-95%= intervalo de confianza 95%; p-Valor = valor estadístico).	76
Tabla 22. Monoparasitismo y multiparasitismo por edad en la Comunidad Barrio nuevo (%= prevalencia; IC-95%= intervalo de confianza 95%; p-Valor = valor estadístico).	77
Tabla 23. Espectro parasitario y prevalencias totales de la Comunidad El Chorizo (*= E. histolytica/ E. dispar/ E. moshkovskii; %= prevalencia; IC-95%= intervalo de confianza 95%)...	77
Tabla 24. Espectro parasitario y prevalencias totales de parasitación por sexo de la Comunidad El Chorizo (*= E. histolytica/ E. dispar/ E. moshkovskii; %= prevalencia; IC-95%= intervalo de confianza 95%; p-Valor = valor estadístico).	78
Tabla 25. Espectro parasitario y prevalencias totales de parasitación de la Comunidad El Chorizo por edad (*= E. histolytica/ E. dispar/ E. moshkovskii; %= prevalencia; IC-95%= intervalo de confianza 95%; p-Valor = valor estadístico).	79
Tabla 26. Mono y multiparasitismo de la Comunidad El Chorizo (%= prevalencia; IC-95%= intervalo de confianza 95%).	79
Tabla 27. Monoparasitismo y multiparasitismo por sexo en la Comunidad El Chorizo (%= prevalencia; IC-95%= intervalo de confianza 95%; p-Valor = valor estadístico).	79
Tabla 28. Monoparasitismo y multiparasitismo por edad en la Comunidad El Chorizo (%= prevalencia; IC-95%= intervalo de confianza 95%; p-Valor = valor estadístico).	80
Tabla 29. Espectro parasitario y prevalencias totales de la Comunidad de San Martín (*= E. histolytica/ E. dispar/ E. moshkovskii; %= prevalencia; IC-95%= intervalo de confianza 95%)...	80
Tabla 30. Espectro parasitario y prevalencias totales de parasitación por sexo de la Comunidad de San Martín (*= E. histolytica/ E. dispar/ E. moshkovskii; %= prevalencia; IC-95%= intervalo de confianza 95%; p- valor = valor estadístico).	81
Tabla 31. Espectro parasitario y prevalencias totales de parasitación de la Comunidad de San Martín por edad (*= E. histolytica/ E. dispar/ E. moshkovskii; %= prevalencia; IC-95%= intervalo de confianza 95%; p- valor = valor estadístico).	82
Tabla 32. Mono y multiparasitismo de la Comunidad de San Martín (%= prevalencia; IC-95%= intervalo de confianza 95%).	82

Tabla 33. Monoparasitismo y multiparasitismo por sexo en la Comunidad de San Martín (%= prevalencia; IC-95%= intervalo de confianza 95%; p- valor = valor estadístico).....	83
Tabla 34. Monoparasitismo y multiparasitismo por edad en la Comunidad de San Martín (%= prevalencia; IC-95%= intervalo de confianza 95%; p- valor = valor estadístico).....	83
Tabla 35. Espectro parasitario y prevalencias totales de la Isla de Ometepe (*= E. histolytica/ E. dispar/ E. moshkovskii; %= prevalencia; IC-95%= intervalo de confianza 95%).....	84
Tabla 36. Espectro parasitario y prevalencias totales de parasitación de la Isla de Ometepe por sexo (*= E. histolytica/ E. dispar/ E. moshkovskii; %= prevalencia; IC-95%= intervalo de confianza 95%; p- valor = valor estadístico).	85
Tabla 37. Espectro parasitario y prevalencias totales de parasitación de la Isla de Ometepe por edad (*= E. histolytica/ E. dispar/ E. moshkovskii; %= prevalencia; IC-95%= intervalo de confianza 95%; p- valor = valor estadístico).	86
Tabla 38. Mono y multiparasitismo de la Isla de Ometepe (%= prevalencia; IC-95%= intervalo de confianza 95%).	87
Tabla 39. Monoparasitismo y multiparasitismo por sexo en la Isla de Ometepe (%= prevalencia; IC-95%= intervalo de confianza 95%; P- valor = valor estadístico).	87
Tabla 40. Monoparasitismo y multiparasitismo por edad en la Isla Ometepe (%= prevalencia; IC-95%= intervalo de confianza 95%; p- valor = valor estadístico).....	88
Tabla 41. Espectro parasitario y prevalencias totales de la Comunidad de Balgüe (*= E. histolytica/ E. dispar/ E. moshkovskii; %= prevalencia; IC-95%= intervalo de confianza 95%)...	89
Tabla 42. Espectro parasitario y prevalencias totales de parasitación por sexo de la Comunidad de Balgüe (*= E. histolytica/ E. dispar/ E. moshkovskii; %= prevalencia; IC-95%= intervalo de confianza 95%; P- valor = valor estadístico).....	90
Tabla 43. Espectro parasitario y prevalencias totales de parasitación de la Comunidad de Balgüe por edad (*= E. histolytica/ E. dispar/ E. moshkovskii; %= prevalencia; IC-95%= intervalo de confianza 95%; P- valor = valor estadístico).....	90
Tabla 44. Mono y multiparasitismo de la Comunidad de Balgüe (%= prevalencia; IC-95%= intervalo de confianza 95%).	91
Tabla 45. Monoparasitismo y multiparasitismo por sexo de la Comunidad de Balgüe (%= prevalencia; IC-95%= intervalo de confianza 95%; p- valor = valor estadístico.	91
Tabla 46. Monoparasitismo y multiparasitismo por edad en Comunidad de Balgüe (%= prevalencia; IC-95%= intervalo de confianza 95%).	92
Tabla 47. Espectro parasitario y prevalencias totales de la Comunidad de Mérida (*= E. histolytica/ E. dispar/ E. moshkovskii; %= prevalencia; IC-95%= intervalo de confianza 95%)...	93
Tabla 48. Espectro parasitario y prevalencias totales de parasitación por sexo de la Comunidad de Mérida (*= E. histolytica/ E. dispar/ E. moshkovskii; %= prevalencia; IC-95%= intervalo de confianza 95%; p-Valor = valor estadístico).	93

Tabla 49. Espectro parasitario y prevalencias totales de parasitación de la Comunidad de Mérida por edad (*= <i>E. histolytica</i> / <i>E. dispar</i> / <i>E. moshkovskii</i> ; %= prevalencia; IC-95%= intervalo de confianza 95%; p-Valor = valor estadístico).	94
Tabla 50. Mono y multiparasitismo de la Comunidad de Mérida (%= prevalencia; IC-95%= intervalo de confianza 95%; p-Valor = valor estadístico).	95
Tabla 51. Monoparasitismo y multiparasitismo por sexo de la Comunidad de Mérida (%= prevalencia; IC-95%= intervalo de confianza 95%; p-Valor = valor estadístico).	95
Tabla 52. Monoparasitismo y multiparasitismo por edad en la Comunidad de Mérida (%= prevalencia; IC-95%= intervalo de confianza 95%; p-Valor = valor estadístico).	96
Tabla 53. Espectro parasitario y prevalencias totales de la Comunidad Concepción (*= <i>E. histolytica</i> / <i>E. dispar</i> / <i>E. moshkovskii</i> ; %= prevalencia; IC-95%= intervalo de confianza 95%)... ..	96
Tabla 54. Espectro parasitario y prevalencias totales de parasitación por sexo de la Comunidad Concepción (*= <i>E. histolytica</i> / <i>E. dispar</i> / <i>E. moshkovskii</i> ; %= prevalencia; IC-95%= intervalo de confianza 95%; p-Valor = valor estadístico).	97
Tabla 55. Espectro parasitario y prevalencias totales de parasitación de la Comunidad Concepción por edad (*= <i>E. histolytica</i> / <i>E. dispar</i> / <i>E. moshkovskii</i> ; %= prevalencia; IC-95%= intervalo de confianza 95%; p-Valor = valor estadístico).	98
Tabla 56. Mono y multiparasitismo de la Comunidad Concepción (%= prevalencia; IC-95%= intervalo de confianza 95%).	98
Tabla 57. Monoparasitismo y multiparasitismo por sexo de la Comunidad Concepción (%= prevalencia; IC-95%= intervalo de confianza 95%; P- valor = valor estadístico).	98
Tabla 58. Monoparasitismo y multiparasitismo por edad en la Comunidad Concepción (%= prevalencia; IC-95%= intervalo de confianza 95%; p-Valor = valor estadístico).	99
Tabla 59. Espectro parasitario y prevalencias totales de la Comunidad La Paloma (*= <i>E. histolytica</i> / <i>E. dispar</i> / <i>E. moshkovskii</i> ; %= prevalencia; IC-95%= intervalo de confianza 95%).	100
Tabla 60. Espectro parasitario y prevalencias totales de parasitación por sexo de la Comunidad La Paloma (*= <i>E. histolytica</i> / <i>E. dispar</i> / <i>E. moshkovskii</i> ; %= prevalencia; IC-95%= intervalo de confianza 95%; p-Valor = valor estadístico).	100
Tabla 61. Espectro parasitario y prevalencias totales de parasitación de la Isla la Comunidad La Paloma por edad (*= <i>E. histolytica</i> / <i>E. dispar</i> / <i>E. moshkovskii</i> ; %= prevalencia; IC-95%= intervalo de confianza 95%; P- valor = valor estadístico).	101
Tabla 62. Mono y multiparasitismo de la Comunidad La Paloma (%= prevalencia; IC-95%= intervalo de confianza 95%).	101
Tabla 63. Monoparasitismo y multiparasitismo por sexo de la Comunidad La Paloma (%= prevalencia; IC-95%= intervalo de confianza 95%; p-Valor = valor estadístico).	102
Tabla 64. Monoparasitismo y multiparasitismo por edad en Comunidad La Paloma (%= prevalencia; IC-95%= intervalo de confianza 95%; p-Valor = valor estadístico).	102

Tabla 65. Espectro parasitario y prevalencias totales de parasitación del Archipiélago de Solentiname (*= <i>E. histolytica</i> / <i>E. dispar</i> / <i>E. moshkovskii</i> ; %= prevalencia; IC-95%= intervalo de confianza 95%).	103
Tabla 66. Espectro parasitario y prevalencias totales de parasitación del Archipiélago de Solentiname por sexo (*= <i>E. histolytica</i> / <i>E. dispar</i> / <i>E. moshkovskii</i> ; %= prevalencia; IC-95%= intervalo de confianza 95%; p-Valor = valor estadístico).	104
Tabla 67. Espectro parasitario y prevalencias totales de parasitación del Archipiélago de Solentiname por edad (*= <i>E. histolytica</i> / <i>E. dispar</i> / <i>E. moshkovskii</i> ; %= prevalencia; IC-95%= intervalo de confianza 95%; p-Valor = valor estadístico).	105
Tabla 68. Mono y multiparasitismo del Archipiélago de Solentiname (%= prevalencia; IC-95%= intervalo de confianza 95%).	105
Tabla 69. Mono y multiparasitismo por sexo del Archipiélago de Solentiname (%= prevalencia; IC-95%= intervalo de confianza 95%; p-Valor = valor estadístico).	105
Tabla 70. Monoparasitismo y multiparasitismo por edad del Archipiélago de Solentiname (%= prevalencia; IC-95%= intervalo de confianza 95%; p-Valor = valor estadístico).	106
Tabla 71. Espectro parasitario y prevalencias totales de la Comunidad de Mancarrón (*= <i>E. histolytica</i> / <i>E. dispar</i> / <i>E. moshkovskii</i> ; %= prevalencia; IC-95%= intervalo de confianza 95%).	107
Tabla 72. Espectro parasitario y prevalencias totales de parasitación por sexo de la Comunidad de Mancarrón (*= <i>E. histolytica</i> / <i>E. dispar</i> / <i>E. moshkovskii</i> ; %= prevalencia; IC-95%= intervalo de confianza 95%; p-Valor = valor estadístico).	107
Tabla 73. Espectro parasitario y prevalencias totales de parasitación de la Comunidad de Mancarrón por edad (*= <i>E. histolytica</i> / <i>E. dispar</i> / <i>E. moshkovskii</i> ; %= prevalencia; IC-95%= intervalo de confianza 95%; P- valor = valor estadístico).	108
Tabla 74. Mono y multiparasitismo de la Comunidad de Mancarrón (%= prevalencia; IC-95%= intervalo de confianza 95%).	108
Tabla 75. Monoparasitismo y multiparasitismo por sexo en la Comunidad de Mancarrón (%= prevalencia; IC-95%= intervalo de confianza 95%; p-Valor = valor estadístico).	109
Tabla 76. Monoparasitismo y multiparasitismo por edad en la Comunidad de Mancarrón (%= prevalencia; IC-95%= intervalo de confianza 95%; p-Valor = valor estadístico).	109
Tabla 77. Espectro parasitario y prevalencias totales de la Comunidad de San Fernando (*= <i>E. histolytica</i> / <i>E. dispar</i> / <i>E. moshkovskii</i> ; %= prevalencia; IC-95%= intervalo de confianza 95%).	110
Tabla 78. Espectro parasitario y prevalencias totales de parasitación por sexo de la Comunidad de San Fernando (*= <i>E. histolytica</i> / <i>E. dispar</i> / <i>E. moshkovskii</i> ; %= prevalencia; IC-95%= intervalo de confianza 95%; p-Valor = valor estadístico).	110
Tabla 79. Espectro parasitario y prevalencias totales de parasitación de la Comunidad de San Fernando por edad (*= <i>E. histolytica</i> / <i>E. dispar</i> / <i>E. moshkovskii</i> ; %= prevalencia; IC-95%= intervalo de confianza 95%; p-Valor = valor estadístico).	111

Tabla 80. Mono y multiparasitismo en la Comunidad de San Fernando (%= prevalencia; IC-95%= intervalo de confianza 95%).	111
Tabla 81. Monoparasitismo y multiparasitismo por sexo en la Comunidad San Fernando (%= prevalencia; IC-95%= intervalo de confianza 95%; P- valor = valor estadístico).	112
Tabla 82. Monoparasitismo y multiparasitismo por edad en la Comunidad San Fernando (%= prevalencia; IC-95%= intervalo de confianza 95%; P- valor = valor estadístico).	112
Tabla 83. Espectro parasitario y prevalencias totales de parasitación de la Comunidad La Venada (*= E. histolytica/ E. dispar/ E. moshkovskii; %= prevalencia; IC-95%= intervalo de confianza 95%).	113
Tabla 84. Espectro parasitario y prevalencias totales de parasitación de la Comunidad La Venada por sexo (*= E. histolytica/ E. dispar/ E. moshkovskii; %= prevalencia; IC-95%= intervalo de confianza 95%; p-Valor = valor estadístico).	113
Tabla 85. Espectro parasitario y prevalencias totales de parasitación de la Comunidad La Venada por edad (*= E. histolytica/ E. dispar/ E. moshkovskii; %= prevalencia; IC-95%= intervalo de confianza 95%; P- valor = valor estadístico).	114
Tabla 86. Mono y multiparasitismo de la Comunidad La Venada (%= prevalencia; IC-95%= intervalo de confianza 95%).	114
Tabla 87. Monoparasitismo y multiparasitismo por sexo en la Comunidad La Venada (%= prevalencia; IC-95%= intervalo de confianza 95%; p-Valor = valor estadístico).	115
Tabla 88. Monoparasitismo y multiparasitismo por edad en la Comunidad La Venada (%= prevalencia; IC-95%= intervalo de confianza 95%; p-Valor = valor estadístico).	115
Tabla 89. Espectro parasitario y prevalencias totales de parasitación de la Comunidad Mancarroncita (*= E. histolytica/ E. dispar/ E. moshkovskii; %= prevalencia; IC-95%= intervalo de confianza 95%).	116
Tabla 90. Espectro parasitario y prevalencias totales de parasitación de la Comunidad Mancarroncita por sexo (*= E. histolytica/ E. dispar/ E. moshkovskii; %= prevalencia; IC-95%= intervalo de confianza 95%; p- valor = valor estadístico).	116
Tabla 91. Espectro parasitario y prevalencias totales de parasitación de la Comunidad Mancarroncita por edad (*= E. histolytica/ E. dispar/ E. moshkovskii; %= prevalencia; IC-95%= intervalo de confianza 95%; p- valor = valor estadístico).	117
Tabla 92. Mono y multiparasitismo de la Comunidad Mancarroncita (%= prevalencia; IC-95%= intervalo de confianza 95%).	117
Tabla 93. Monoparasitismo y multiparasitismo por sexo en la Comunidad Mancarroncita (%= prevalencia; IC-95%= intervalo de confianza 95%; p-Valor = valor estadístico).	117
Tabla 94. Monoparasitismo y multiparasitismo por edad en la Comunidad Mancarroncita (%= prevalencia; IC-95%= intervalo de confianza 95%; p-Valor = valor estadístico).	118
Tabla 95. Espectro parasitario y prevalencias totales de parasitación Rama Cay (*= E. histolytica/ E. dispar/ E. moshkovskii; %= prevalencia; IC-95%= intervalo de confianza 95%).	119

Tabla 96. Espectro parasitario y prevalencias totales de parasitación de Rama Cay por sexo (*= <i>E. histolytica</i> / <i>E. dispar</i> / <i>E. moshkovskii</i> ; %= prevalencia; IC-95%= intervalo de confianza 95%; p-valor = valor estadístico).	119
Tabla 97. Espectro parasitario y prevalencias totales de parasitación de Rama Cay por edades (*= <i>E. histolytica</i> / <i>E. dispar</i> / <i>E. moshkovskii</i> ; %= prevalencia; IC-95%= intervalo de confianza 95%; P- valor = valor estadístico).	120
Tabla 98. Mono y multiparasitismo de Rama Cay (%= prevalencia; IC-95%= intervalo de confianza 95%).	121
Tabla 99. Monoparasitismo y multiparasitismo por sexo en Rama cay (%= prevalencia; IC-95%= intervalo de confianza 95%; p- valor = valor estadístico).	121
Tabla 100. Monoparasitismo y multiparasitismo por edad en Rama Cay (%= prevalencia; IC-95%= intervalo de confianza 95%; p- valor = valor estadístico).	121
Tabla 101. Espectro parasitario y prevalencias totales de parasitación de El Bluff (*= <i>E. histolytica</i> / <i>E. dispar</i> / <i>E. moshkovskii</i> ; <i>Ancylostoma duodenale</i> / <i>Necator americano</i> ; %= prevalencia; IC-95%= intervalo de confianza 95%).	122
Tabla 102. Espectro parasitario y prevalencias totales de parasitación El Bluff por sexo (*= <i>E. histolytica</i> / <i>E. dispar</i> / <i>E. moshkovskii</i> ; <i>Ancylostoma duodenale</i> / <i>Necator americano</i> , %= prevalencia; IC-95%= intervalo de confianza 95%; p- valor = valor estadístico).	123
Tabla 103. Espectro parasitario y prevalencias totales de parasitación de El Bluff por edades (*= <i>E. histolytica</i> / <i>E. dispar</i> / <i>E. moshkovskii</i> ; <i>Ancylostoma duodenale</i> / <i>Necator americano</i> ; %= prevalencia; IC-95%= intervalo de confianza 95%; p- valor = valor estadístico).	124
Tabla 104. Mono y multiparasitismo de El Bluff (%= prevalencia; IC-95%= intervalo de confianza 95%).	124
Tabla 105. Monoparasitismo y multiparasitismo por sexo en El Bluff (%= prevalencia; IC-95%= intervalo de confianza 95%; p- valor = valor estadístico).	125
Tabla 106. Monoparasitismo y multiparasitismo por edad en El Bluff (%= prevalencia; IC-95%= intervalo de confianza 95%; p-Valor = valor estadístico).	125
Tabla 107. Recuento de huevos por gramo de heces (hgh) por especie de geohelminthos detectados: promedio; rango y mediana.	126
Tabla 108. Recuento de huevos por gramo de heces (hgh) por especie de geohelminthos detectados (promedio; rango y mediana) en cada una de las Islas estudiadas y clase de Intensidad de parasitación de geohelminthos según criterios de la OMS.	127
Tabla 109. Actualización del espectro parasitario y prevalencias totales de parasitación de la Isla Corinto con la aplicación del diagnóstico molecular (%= prevalencia; IC-95%= intervalo de confianza 95%).	132
Tabla 110. Binomio de especies patógenas y/o potencialmente patógenas detectadas en las muestras positivas.	134

Tabla 111. Binomio de especies patógenas y/o potencialmente patógenas detectadas en la Isla Corinto.....	134
Tabla 112. Binomio de especies patógenas y/o potencialmente patógenas detectadas en la Isla de Ometepe.....	135
Tabla 113. Binomio de especies patógenas y/o potencialmente patógenas detectadas en el Archipiélago de Solentiname.....	135
Tabla 114. Binomio de especies patógenas y/o potencialmente patógenas detectadas en la Isla de Rama Cay.....	135
Tabla 115. Binomio de especies patógenas y/o potencialmente patógenas detectadas en la Isla de El Bluff.....	136
Tabla 116. Especies P/PP detectadas en las heces según consistencia (%= prevalencia; IC-95%= intervalo de confianza 95%; p- valor = valor estadístico).....	139
Tabla 117. Espectro parasitario y prevalencias de las islas por regiones (p-Valor entre total Región Pacífico y Región Caribe).....	148

Resumen

Las enfermedades parasitarias intestinales representan un problema de salud pública en países de bajos ingresos. La OMS promueve el enfoque "One Health", que integra la salud humana, animal y ambiental, buscando mejorar la vigilancia y control de estas enfermedades.

Las regiones costeras (Pacífico y Caribe) de Nicaragua presentan condiciones climáticas y socioeconómicas que favorecen la proliferación parasitaria. La presente Tesis Doctoral se centra en comunidades insulares de Nicaragua continental, abarcando ambas regiones, con el objetivo de estudiar: espectro y prevalencias parasitarias; identificar genotipos y subtipos; analizar variables epidemiológicas; intensidad de infección. Se emplearon métodos coproparasitológicos tradicionales (Ritchie, Kato-Katz, Ziehl-Neelsen), Mini-FLOTAC y PCR.

Se detectaron 17 especies parasitas (4 helmintos y 13 protozoos). En la Isla de Ometepe se identificaron, por primera vez en seres humanos de Nicaragua, esporas de *Myxobolus* spp. y *Henneguya* spp, parásitos típicos de peces, lo que sugiere potencial zoonótico y la necesidad de investigaciones bajo el enfoque One Health.

Las prevalencias variaron según la región: del 57,58% en la isla de Ometepe (Pacífico) hasta el 95,41% en El Bluff (Caribe). En la región Pacífico dominan los protozoos, especialmente *Blastocystis* sp. (hasta 70,45%). Las infecciones por helmintos fueron bajas (<15%), lo que podría reflejar el éxito de campañas de desparasitación y la mejora de hábitos higiénicos.

En contraste, en la región Caribe las infecciones por helmintos son altamente prevalentes, con *T. trichiura* dominando en El Bluff (79,81%) y *A. lumbricoides* en Rama Cay (64,70%). Este último hallazgo se relaciona con la vulnerabilidad de comunidades indígenas y rurales, así como condiciones de saneamiento inadecuadas.

El multiparasitismo fue común donde hasta 8 especies coexistían en un individuo. Este fenómeno podría estar asociado a reinfecciones, tratamientos incompletos y/o dirigidos solo a helmintos y factores ambientales y sociales.

El sexo masculino presentó mayores tasas de infección, posiblemente por mayor exposición al suelo durante juegos al aire libre. Los menores de 12-14 años fueron los más afectados, probablemente por mayor autonomía y exposición a riesgos ambientales.

El uso de Mini-FLOTAC permitió determinar que la mayoría de las infecciones por geohelmintos fueron leves. Sin embargo, en la Isla de Corinto y Rama Cay se hallaron

infecciones moderadas o altas por *T. trichiura* y *A. lumbricoides*, respectivamente, reflejando procesos de reinfección y exposición continua a ambientes insalubres.

Las técnicas moleculares revelaron la presencia de subtipos de *Blastocystis* sp. (ST1, ST2, ST3 y ST7), siendo este último de posible origen zoonótico (aves). *G. duodenalis* se identificó con mayor frecuencia en el ensamblaje B (60%), indicando transmisión mayoritariamente antroponótica. En el caso de *Cryptosporidium* spp., se detectó una baja prevalencia (2,30%), con una muestra identificada como *C. hominis*, lo cual difiere de estudios previos que señalaban transmisión zoonótica (*C. parvum*).

En total, un 87% de los infectados presentaban especies patógenas o potencialmente patógenas (P/PP), siendo la combinación más común *Blastocystis* sp. + *T. trichiura*. No se encontró una asociación clara entre consistencia de las heces y parasitación, salvo en el caso de *A. lumbricoides*, presente en todas las muestras con heces líquidas.

La vía oral fue la principal forma de transmisión en el 94% de los casos, resaltando la urgencia de mejorar el acceso a agua potable y saneamiento. En el Caribe, la transmisión por el suelo de geohelminthos fue significativamente más alta que en el Pacífico.

Conclusiones destacadas:

- Primer reporte en Nicaragua de *Myxobolus* spp. y *Henneguya* spp. en humanos;
- Predominio de protozoos en islas nicaragüenses; éxito parcial de campañas antihelmínticas;
- Alta prevalencia de multiparasitismo, especialmente en zonas rurales e indígenas del Caribe;
- La técnica Mini-FLOTAC es útil para clasificar intensidad de infección en muestras fijadas;
- *Blastocystis* sp. es la especie más prevalente, con relevancia clínica creciente.
- La detección de subtipos zoonóticos refuerza la necesidad de estudios moleculares y enfoque One Health.
- La falta de infraestructura, agua potable y educación sanitaria perpetúa el ciclo de infección.

Este estudio enfatiza la urgencia de intervenciones sanitarias, educativas y epidemiológicas enfocadas en las comunidades rurales insulares más vulnerables de Nicaragua, especialmente en la región Caribe.

Palabras clave: Helminthos; protozoos; epidemiología, enfermedades parasitarias

Agradecimientos

Finalizada la presente Tesis Doctoral, quisiera expresar mi agradecimiento a todas aquellas personas que de una u otra forma estuvieron apoyándome en este largo y arduo proceso, algunos lo hicieron incluso desde la distancia.

Primero que todo, agradecer al Dr. *José Guillermo Esteban Sanchis*, por ser quien despertó en mí, el interés por la parasitología. Recuerdo que cuando vine a cursar el Máster en Enfermedades Parasitarias Tropicales no sabía ni tan siquiera usar el microscopio, ese no era mi campo de acción profesional y, a decir verdad, tampoco tuve mucho interés antes. Cuando empezamos el módulo de Coprología, era emocionante y retador encontrar algo (sin saber nada). Pero por fortuna, él tenía toda la paciencia del mundo para enseñar. El problema era que ya el tiempo se me pasaba volando y no me quería despegar del microscopio. Gracias por las enseñanzas, por abrirme las puertas para realizar el doctorado y recibirme en su equipo para desarrollar esta Tesis Doctoral.

A la Dra. *Carla Muñoz Antoli-Candela*, por ser mi guía y apoyo en todos y cada uno de los momentos (buenos y no tan buenos) de esta travesía que hoy llamo Tesis Doctoral, gracias por ser esa excelente profesional resolutiva y dinámica que inspira, por la dedicación y enorme paciencia que ha tenido conmigo en estos años (reitero, enorme paciencia), por la confianza depositada en mí, al permitirme participar en sus proyectos procesando y analizando muestras sin tener experiencia ni práctica. Recuerdo lo desastrosa fue mi primera tanda de Ritchie.

Gracias por impulsarme/animarme a participar en los congresos. Llevaba muy mal lo de preparar un tema y hablar en público. Fue gratificante y reconfortante haber sido premiada, sola no lo hubiese logrado. Gracias mil, por ser mi faro en la tormenta.

Al Dr. *David Carmena Jiménez* y su equipo de trabajo, por recibirme en el Instituto de Salud Carlos III con amabilidad, por su disposición para enseñar y ayudarme a tener una estancia amena y productiva. Gracias por el super poder de super-visión (guiño) en el proceso de aprendizaje de técnicas moleculares, la facilidad que tiene para explicarlo todo de manera rápida y sencilla, hace parecer fácil lo complejo, más aún para una novata.

A la Dra. *Angela Cuesta Caicedo* y el grupo de investigación que lidera (Salud y Comunidad), por permitirme formar parte del mismo y mantener un vínculo con mi alma mater, la Universidad Tecnológica del Chocó Diego Luis Córdoba.

Al Ministerio de Ciencia Tecnología e Innovación de Colombia (Minciencias) por financiar mis estudios y mi estadía en el país de residencia de estudio. Una oportunidad que pocos pueden tener.

A mis compañeras de laboratorio y amigas *Paola Cociancic* y *Emma Fiallos*, por el apoyo incondicional, por la orientación y ayuda en temas académicos que me han brindado en esta curva de aprendizaje, sin dejar de lado el apoyo emocional. Bien sabido es, que hacer un Doctorado es toda una montaña rusa de emociones. Chicas... Gracias mil, por estar, por recordarme que todo es pasajero, cada vez que entré en un bucle mental y emocional negativo porque no podía escribir un párrafo o porque había encontrado un error en una tabla/cálculo. Gracias por celebrar mis triunfos y reconfortarme en las tristezas, cuando sentí que la tesis me aplastaba.

A ti, amiga/amigo que estas leyendo esto porque has hecho parte de esta etapa de mi vida, estuviste ahí, presencialmente o a través de un teléfono escuchándome quizás por horas, o leyéndome a través de una pantalla, sin importar el horario cuando la soledad me pesó, cuando la crisis migratoria pasó alguna temporada conmigo y se juntó con un poco de “no puedo con la tesis”, gracias por tu voz de apoyo y por tenerme presente en tus oraciones (sigan rezando por mí, que aún me queda defender).

Y finalmente. A las personas más importantes en mi vida: mi familia. Papi y mami, esto es especialmente para ustedes, gracias por siempre apoyarme e impulsarme a ir por más, por no cortar mis alas cada vez que he querido volar fuera del nido. Han sido 4 años en los que han pasado tantas cosas, en los que me ha pesado la vida no poder estar con ustedes en muchas dificultades. Sé cuánto hubiesen deseado que yo estuviera allí para ayudarlos, a pesar de que no lo han dicho. 5 líneas dedicadas exclusivamente a ustedes aquí, y mi corazoncito arrugado mientras las escribo. Los amo con mi vida entera.

A mis hermanos, sobrinos y sobrina, que siempre están allí para darme ánimos y para que me sienta acompañada, aún en la distancia. A mi tía “Kelly” (mamá 2.0), por tanto amor, por estar disponible al otro lado del teléfono escuchándome por horas y tener siempre palabras para subirme el ánimo. ¡Los amo!

PD. Si me extiendo en agradecimientos no entrego a tiempo, así que. Gracias, muchas gracias a todos, porque han sido parte importante en esta etapa de mi vida.



INTRODUCCIÓN

Introducción

Las enfermedades parasitarias son un problema de salud pública de gran envergadura a nivel mundial que afecta principalmente a países de baja renta. Las vulnerabilidades socioeconómicas y las variables ambientales influyen en el contagio de estas enfermedades, siendo la población infantil la más afectada (Quihui *et al.*, 2006; Cañete *et al.*, 2012; Lustigman *et al.*, 2012; Garbossa *et al.*, 2013; Magalhães *et al.*, 2023).

La Organización de las Naciones Unidas, en el año 2015 aprobó la agenda 2030 sobre el desarrollo sostenible que pretende mejorar la calidad de vida de las personas. Esta agenda cuenta con 17 objetivos de desarrollo sostenible (ODS), que establecen que la erradicación de la pobreza debe ir de la mano de estrategias que aborden una serie de necesidades sociales como lo son: salud, educación de calidad, protección social, agua limpia y saneamiento (ONU, 2015). Todos los países de baja renta se enfrentan a diario con estos desafíos.

No se puede pretender tener buena salud sin contar con algo básico como lo es el acceso al agua limpia, que es una de las fuentes principales de infecciones gastrointestinales y transmisión zoonóticas, sobre todo en las comunidades más empobrecidas de estos países (Garbossa *et al.*, 2013). Según informa la OMS, la salud de las personas, animales y ecosistemas están interrelacionadas, los cambios en estas relaciones pueden aumentar el riesgo de aparición y propagación de nuevas enfermedades en seres humanos y animales, más aún, teniendo en cuenta que aproximadamente el 60% de las enfermedades infecciosas emergentes que se registran a nivel mundial, proceden de animales tanto salvajes como domésticos (OMS, 2023).

Teniendo en cuenta esto, se ha implementado un concepto que cada día cobra mayor relevancia y es la estrategia conocida como “One Health”. Una Sola Salud (USS) que es un enfoque diseñado para integrar y unificar de forma equilibrada la salud tanto de seres humanos, los animales y el ecosistema, y establecer nuevos métodos de vigilancia y control de enfermedades/infecciones (Manterola *et al.*, 2024). Vale la pena destacar que la aplicación de dichas estrategias se realizará en función de la problemática que afecta a cada población y en función del medio/terreno.

En lo que respecta a parásitos intestinales, según un informe de la OMS (2022), se estima que aproximadamente 450 millones de niños a nivel mundial padecen alguna enfermedad parasitaria intestinal y más de 800 millones corren el riesgo de padecerla.

En América Latina donde lo más frecuente son las parasitosis de este tipo, sumado a las carencias en cuanto al acceso a los servicios de salud, en algunas regiones específicas constituyen la realidad de la población. Sus características socio-sanitarias

y económicas intervienen en la distribución y transmisión parasitaria, contribuyendo a escenarios epidemiológicos únicos, donde lograr la prevención, control y erradicación de estas enfermedades con prevalencias tan elevadas como las que se suelen presentar es complejo, más, teniendo en cuenta los múltiples factores que favorecen la persistencia de estas infecciones sobre todo en la población infantil (Saboyá *et al.*, 2013; Muñoz-Antoli *et al.*, 2014). En toda América Latina y el Caribe, se estima que al menos 13,9 millones de niños en edad preescolar y 35,4 millones de niños en edad escolar se encuentran en riesgo de padecer infecciones por alguna especie de geohelminto (Saboyá *et al.*, 2013; OMS, 2022).

A pesar que las infecciones parasitarias gastrointestinales generalmente no ponen en peligro la vida, provocan desnutrición lo cual influye en la respuesta inmunitaria y, además, tienen una gran implicación en el desarrollo físico y cognitivo de los menores (Muñoz-Antoli *et al.*, 2017). La diarrea ocasionada por infecciones parasitarias, causante de desnutrición y asociada al retraso en el crecimiento en la primera infancia, está mucho más relacionada con especies parásitas identificadas como patógenas como es el caso de *Cryptosporidium* spp. y *Giardia duodenalis* (Berkman *et al.*, 2002; de Lucio *et al.*, 2016) Asimismo, cabe comentar que otras especies, como *Cystoisospora belli*, que también se sabe pueden ser causantes de patologías gastrointestinales relacionada con el estado inmunológico del individuo, no han sido ampliamente estudiadas en países latinoamericanos. De igual forma, en el caso de los microsporidios, se sabe que son un grupo de parásitos intracelulares que forman esporas y tienen la capacidad de infectar a muchos animales. Los casos más comúnmente descritos en seres humanos incluyen *Enterocytosoon bienewisi* y *Encephalitozoon* spp. (Ávalos *et al.*, 2024), aunque no se dispone de información detallada que permita ampliar los conocimientos. Sin embargo, también hay evidencia de que son capaces de causar cuadros patológicos que van más allá de síntomas gastrointestinales puesto que también guardan relación con el estado inmunológico. Cabe comentar que la identificación de estos últimos está basada principalmente en el diagnóstico molecular, lo que hace aún más difícil su estudio de forma rutinaria principalmente en países de baja renta que son los más azotados por estas parasitosis.

Con respecto a los helmintos, en países latinoamericanos, como se ha comentado anteriormente, las condiciones socio-económicas y socio-sanitarias son deficientes, por lo que las infecciones causadas por helmintos transmitidos por el suelo (geohelmintos) son las que mayor prevalencia registran, causando patologías gastrointestinales e incluso anemia grave (OMS, 2022). Las especies que principalmente afectan a la población son *Trichuris trichiura*, *Ascaris lumbricoides* y Ancylostómidos. Según

información que se recoge de la página de la OMS, se estima que aproximadamente el 24% de la población mundial se encuentra infectada con geohelminths y cerca de 46 millones de menores entre 1 y 14 años están en riesgo de padecerlos (Saboyá *et al.*, 2013; OMS, 2022).

Uno de los países considerado como más pobres de América Latina es Nicaragua, país tropical de América central. Según el Programa Mundial de Alimentos en Nicaragua, el reporte del estado de la seguridad alimentaria y nutricional en el informe 2020-2022 dice que, aproximadamente el 24,9% de las familias viven en la pobreza y más del 8% en pobreza extrema, siendo la agricultura y la pesca la principal fuente de ingresos y sustento alimenticio de estas poblaciones. Existe estrecha relación entre las dificultades económicas de este país y la falta de compromiso con la población por parte de los dirigentes actuales, lo que se ve reflejado en la carencia de infraestructuras adecuadas de saneamiento ambiental, insuficiencias en los servicios de salud y el acceso a éstos. Asimismo, las marcadas desigualdades sociales y culturales, hace de este país una región endémica para las infecciones parasitarias (FWP,2023).

Nicaragua esta dividido en 3 regiones (Pacífico, central y Caribe). Las regiones costeras (Pacífico y Caribe) conforman aproximadamente el 46% de la población total. La región Pacífico destaca por ser una zona volcánica con un clima tropical de monzón que además cuenta con uno de los lagos más grandes del mundo, convirtiendo esta región en un lugar húmedo lo cual beneficia la proliferación de algunas especies parásitas principalmente protozoos, donde los estudios llevados a cabo hasta la fecha refieren prevalencias que alcanzan hasta un 77% (Muñoz-Antoli *et al.*, 2024).

Con respecto a la región Caribe, presenta extensos bosques, lo que le otorga reconocimiento como la segunda selva más grande del continente. Cuenta con grandes ríos que desembocan en el mar Caribe. Presenta un clima tropical más variado, descrito como clima de selva tropical, lo que hace que el terreno sea aún más húmedo que en la región Pacífico comentada anteriormente. Así en esta zona, donde ocurren muchas más precipitaciones anuales y donde el 45% de la población vive en zonas rurales, se contribuye enormemente a la proliferación de ciertas especies parásitas, principalmente geohelminths, donde la tasa de infección reportada en los estudios llevados a cabo hasta la fecha, refieren prevalencias que alcanzan hasta un 72% (Muñoz-Antoli *et al.*, 2017).

Estas altas prevalencias vienen a demostrar que Nicaragua se encuentra ampliamente azotado por infecciones parasitarias a lo largo y ancho del país. Así, una recopilación de los estudios que se han realizado en el país, llevados a cabo en los últimos 30 años

(1992-2024) (**Tabla 1 y Tabla 2**), demuestra la situación actual, evidenciando altas prevalencias de parasitación intestinal (Cavuoti & Lancaster, 1992; Téllez *et al.*, 1997; Oberhelman *et al.*, 1998; Téllez *et al.*, 2005; Leiva *et al.*, 2006; Lebbad *et al.*, 2008; Rosewell *et al.*, 2010; Muñoz-Antoli *et al.*, 2011, 2014; Becker-Dreps *et al.*, 2015; Muñoz-Antoli *et al.*, 2017, 2018 a,b; Gozalbo *et al.*, 2021; Muñoz-Antoli *et al.*, 2022; Gutiérrez & Bartelt, 2024; Muñoz-Antoli *et al.*, 2024).

Basados en estos resultados y en información obtenida del Ministerio de Salud de Nicaragua (MINSa), se sabe que, en el país se han llevado a cabo diversas campañas de desparasitación. Las primeras de las que se tiene conocimiento, son las realizadas a partir de los años 90, donde se hacían jornadas de desparasitación masiva en escuelas en conjunto con el Ministerio de Educación (MINED) de manera anual. Sin embargo, a partir de los años 2000, solo se aprovechaba las jornadas de vacunación para suministrar desparasitantes a la población infantil. Cabe resaltar que el Programa Ampliado de Inmunización (PAI) tiene una cobertura en menores de hasta los 5 años, por tanto, podría asumirse que una gran parte de la población infantil quedaría exenta de la quimioprofilaxis.

En el año 2012, en el marco del establecimiento de hoja de ruta para eliminación de las helmintiasis, se realizó una campaña de desparasitación masiva con Albendazol que fue donado por la OPS. A pesar de los esfuerzos, y, al persistir las prevalencias de parasitación elevadas, en el año 2014 se realizó un estudio de eficacia de tratamiento a nivel Nacional, pues se pensó que los medicamentos que se administraban no estaban siendo eficaces. Sin embargo, el resultado evidenció que la falta de éxito se debía a deficientes condiciones higiénico-sanitarias y de saneamiento ambiental.

Vale la pena destacar que pese a las dificultades que se presentan en el país en materia de salud y prevención de las parasitosis, en el año 2017, Nicaragua tenía el 75% de quimioprofilaxis administrada en niños menores de 5 años, según información que se recoge en los Objetivos para 2030 para programas de control de las geohelmintiasis (OMS, 2022). Posteriormente, a finales del 2020, se llevó a cabo la última campaña nacional de desparasitación, la cual iba dirigida a menores de entre 1 y 12 años de edad. Sin embargo, como se puede observar en la **Tabla 1 y Tabla 2** las parasitaciones intestinales continúan siendo un problema persistente que, a pesar de las acciones y estrategias de prevención y control que se llevan a cabo, comentadas anteriormente, no se consigue alcanzar un cambio realmente significativo en la lucha contra las parasitosis, puesto que se mantienen en la actualidad. Además, la mayoría de especies detectadas se desarrollan a través de ciclos monoxenos. Epidemiológicamente, se

demuestra la importancia de unas condiciones de vida salubres junto con la adecuación de medidas higiénicas personales y ambientales necesarias para evitar la transmisión de estas especies, condiciones que no se cumplen en las regiones estudiadas de Nicaragua.

Así, las infecciones por especies de protozoos, son significativamente más prevalentes que las de helmintos. Concretamente, en los estudios previos llevados a cabo en Nicaragua se ha identificado un total de 15 especies de protozoos/protistas (**Tabla 1**) y de 9 especies de helmintos intestinales (**Tabla 2**). Dentro de los protozoos/protistas las especies más comunes encontradas han sido *Blastocystis* sp. (con prevalencias que oscilan entre el 33% y el 78%), *Giardia duodenalis* (con prevalencias que oscilan entre el 4% y el 59%) y *Entamoeba coli* (con prevalencias que oscilan entre el 10% y el 42%). Entre las especies de helmintos, los más comunes que se han encontrado han sido *Trichuris trichiura* (con prevalencias que oscilan entre 4% y 56%) y *Ascaris lumbricoides* (con prevalencias que oscilan entre el 1% y el 37%).

La mayoría de los estudios previos referidos en la **Tabla 1** y **Tabla 2** (que ascienden a 16 trabajos de microscopía óptica) se basan en métodos convencionales de diagnóstico microscópico (81,3%; 13/16), en población infantil (68,8%; 11/16) y, centrados en ciertas regiones del país, como el Departamento de León (31,25%; 5/16).

La incorporación de métodos moleculares, así como, el aumento de estudios epidemiológicos en otras regiones del país azotadas por situaciones socioeconómicas, medio ambientales e higiénico-sanitarias favorables para la transmisión parasitaria, podría complementar y mejorar la medida del impacto de estas infecciones en el país, posibilitando el incremento del espectro parasitario detectable, así como el incremento de las prevalencias reportadas.

Tabla 1. Presencia y diversidad molecular de parásitos intestinales protistas en poblaciones humanas, Nicaragua, 1992–2024.

Población	Ubicación	Método de detección	Muestras (n)	Especies de parásito	Tasa de infección (%)	Genotipo (n)	Referencia	
Infantil	Corn Island	MC	249	<i>Blastocystis</i> sp.	40.6	—	Cavuoti & Lancaster., 1992	
Comunidad	León	MC	1247	<i>Entamoeba</i> complejo ^a	16.1	—	Téllez <i>et al.</i> , 1997	
				<i>Giardia duodenalis</i>	24.1	—		
				<i>Entamoeba</i> complejo ^a	18.6	—		
Infantil	Carazo	MC	961	<i>Giardia duodenalis</i>	15.9	—	Oberhelman <i>et al.</i> , 1998	
				<i>Entamoeba histolytica</i>	0.1	—		
				<i>Giardia duodenalis</i>	29.1	—		
Mujeres lactantes	León	IFA, WB	100	<i>Iodamoeba butchlii</i>	0.2	—	Téllez <i>et al.</i> , 2005	
				<i>Giardia duodenalis</i>	52.0–59.0	—		
Pacientes con diarrea	León	MC	134	<i>Blastocystis</i> sp.	32.8	—	Leiva <i>et al.</i> , 2006	
				<i>Cryptosporidium</i> spp.	0.7	—		
				<i>Cyclospora cayetanensis</i>	2.2	—		
				<i>Dientamoeba fragilis</i>	0.7	—		
				<i>Endolimax nana</i>	17.2	—		
		PCR		<i>Entamoeba coli</i>	10.4	—		
				<i>Entamoeba</i> complejo ^a	6.0	—		
				<i>Giardia duodenalis</i>	16.4			
				<i>Cystoisospora belli</i> ^b	0.7	—		
				<i>Entamoeba dispar</i>	7.5	—		

Varios	León	PCR-RFLP	112 ^c	<i>Entamoeba histolytica</i>	1.5	–	Lebbad <i>et al.</i> , 2008
				<i>Giardia duodenalis</i>	–	A (24), B (88)	
Infantil	Río San Juan	PCR	272	<i>Cryptosporidium</i> spp.	35.7	<i>C. parvum</i> (97)	Muñoz-Antoli <i>et al.</i> , 2011
Infantil	Río San Juan	MC	382	<i>Blastocystis</i> sp.	77.7	–	Muñoz-Antoli <i>et al.</i> , 2014
Infantil	León	MC	25	<i>Chilomastix mesnili</i>	1.6	–	Becker-Dreps <i>et al.</i> , 2015
				<i>Cryptosporidium</i> spp.	14.9	–	
				<i>Endolimax nana</i>	34.8	–	
				<i>Entamoeba coli</i>	29.8	–	
				<i>Entamoeba</i> complejo ^a	15.2	–	
				<i>Entamoeba hartmanni</i>	21.5	–	
				<i>Giardia duodenalis</i>	32.5	–	
				<i>Iodamoeba buetschlii</i>	5.2	–	
				<i>Cryptosporidium</i> spp.	4.0	–	
				<i>Entamoeba</i> complejo ^a	12.0	–	
Infantil	Various	MC	1217	<i>Giardia duodenalis</i>	4.0	–	Muñoz-Antoli <i>et al.</i> , 2018 a
				<i>Blastocystis</i> sp.	45.5	–	
				<i>Chilomastix mesnili</i>	3.7	–	
				<i>Cryptosporidium</i> spp.	0.3	–	
				<i>Dientamoeba fragilis</i>	0.1	–	
				<i>Endolimax nana</i>	14.5	–	
				<i>Entamoeba coli</i>	21.1	–	
				<i>Entamoeba</i> complejo ^a	6.2	–	
				<i>Entamoeba hartmanni</i>	10.1	–	
				<i>Enteromonas hominis</i>	0.1	–	

Infantil	Laguna de Perlas	MC	402	<i>Giardia duodenalis</i>	31.7	—	Muñoz-Antoli et al., 2017
				<i>Iodamoeba buetschlii</i>	2.6	—	
				<i>Retortamonas intestinalis</i>	0.4	—	
				<i>Blastocystis</i> sp.	58.1	—	
				<i>Chilomastix mesnili</i>	3.2	—	
				<i>Endolimax nana</i>	23.1	—	
				<i>Entamoeba coli</i>	24.9	—	
				<i>Entamoeba complejo</i> ^a	7.5	—	
				<i>Entamoeba hartmanni</i>	22.5	—	
				<i>Giardia duodenalis</i>	17.4	—	
Infantil	Managua	MC	1936	<i>Iodamoeba buetschlii</i>	1.8	—	Gozalbo et al., 2021
				<i>Blastocystis</i> sp.	48.6	—	
				<i>Chilomastix mesnili</i>	1.8	—	
				<i>Cryptosporidium</i> spp.	0.3	—	
				<i>Endolimax nana</i>	21.0	—	
				<i>Entamoeba coli</i>	29.0	—	
				<i>Entamoeba complejo</i> ^a	11.0	—	
				<i>Entamoeba hartmanni</i>	12.2	—	
				<i>Enteromonas hominis</i>	0.7	—	
				<i>Giardia duodenalis</i>	25.1	—	
Infantil	Puerto Cabezas, Siuna	MC	735	<i>Iodamoeba buetschlii</i>	5.6	—	Muñoz-Antoli et al., 2022
				<i>Retortamonas intestinalis</i>	0.2	—	
				<i>Balantioides coli</i> ^d	0.1	—	
				<i>Blastocystis</i> sp.	75.0	—	
				<i>Chilomastix mesnili</i>	2.5	—	
				<i>Cryptosporidium</i> spp.	0.1	—	

Pacientes ENT ^e	Masaya	MC, PCR	157	<i>Endolimax nana</i>	34.8	–	Muñoz-Antoli et al., 2024
				<i>Entamoeba coli</i>	41.6	–	
				<i>Entamoeba complejo</i> ^a	15.8	–	
				<i>Entamoeba hartmanni</i>	17.6	–	
				<i>Giardia duodenalis</i>	45.3	–	
				<i>Iodamoeba buetschlii</i>	3.0	–	
				<i>Blastocystis</i> sp.	42.0	ST1 (9), ST2 (2), ST3 (3)	
Infantil	León	PCR	443	<i>Endolimax nana</i>	20.4	–	Gutiérrez & Bartelt, 2024
				<i>Entamoeba coli</i>	21.7	–	
				<i>Entamoeba dispar</i>	5.1	–	
				<i>Giardia duodenalis</i>	1.2	BIII (2)	
				<i>Giardia duodenalis</i>	15.6	–	

MC: Microscopía convencional; IFA: Ensayo por Inmunofluorescencia; PCR: Reacción en Cadena de la Polimerasa; PCR-RFLP: Reacción en Cadena de la Polimerasa-Polimorfismo de Longitud de Fragmentos de Restricción; WB: Western Blot.

^a *Entamoeba* complejo: *Entamoeba histolytica*/*Entamoeba dispar*/*Entamoeba moshkovskii*

^b Anteriormente conocido como: *Isospora belli*.

^c Estudios realizados con muestras positivas para *Giardia*.

^d Anteriormente conocido como: *Balantidium coli* o *Neobalantidium coli*.

^e ENT: Enfermedades No Transmisibles (asma, diabetes, hipertensión).

Tabla 2. Presencia de parásitos intestinales helmintos en poblaciones humanas, Nicaragua, 1992–2024.

Población	Ubicación	Método de detección	Muestras (n)	Especies de parásito	Tasa de infección (%)	Referencias
Infantil	Corn Island	MC	249	<i>Ascaris lumbricoides</i>	15.7	Cavuoti & Lancaster, 1992
				Hookworms	6.8	
				<i>Strongyloides</i> spp.	4.4	
				<i>Trichuris trichiura</i>	32.9	
Comunidad	León	MC	1247	<i>Ascaris lumbricoides</i>	13.4	Téllez <i>et al.</i> , 1997
				Hookworms	0.4	
				<i>Strongyloides</i> spp.	0.3	
Infantil	Carazo	MC	961	<i>Ascaris lumbricoides</i>	7.5	Oberhelman <i>et al.</i> , 1998
				Hookworms	0.1	
				<i>Strongyloides stercoralis</i>	0.2	
				<i>Trichuris trichiura</i>	3.8	
Infantil	Various	MC	880	<i>Ascaris lumbricoides</i>	20.7	Rosewell <i>et al.</i> , 2010
				Hookworms	1.4	
				<i>Trichuris trichiura</i>	34.7	
Pacientes con diarrea	León	MC	134	<i>Ascaris lumbricoides</i>	3.7	Leiva <i>et al.</i> , 2006
				<i>Hymenolepis nana</i>	6.0	
				<i>Trichuris trichiura</i>	5.2	

Infantil	Río San Juan	MC	382	Ancylostomidae	18.6	Muñoz-Antoli et al., 2014
				<i>Ascaris lumbricoides</i>	20.9	
				<i>Enterobius vermicularis</i>	0.5	
				<i>Hymenolepis nana</i>	2.4	
				<i>Strongyloides stercoralis</i>	1.0	
				<i>Trichuris trichiura</i>	43.2	
Infantil	Various	MC	1217	Ancylostomidae	0.4	Muñoz-Antoli et al., 2018 a
				<i>Ascaris lumbricoides</i>	5.2	
				<i>Enterobius vermicularis</i>	0.1	
				<i>Hymenolepis diminuta</i>	0.1	
				<i>Hymenolepis nana</i>	1.9	
				<i>Strongyloides stercoralis</i>	0.2	
				<i>Trichostrongylus</i> sp.	0.1	
				<i>Trichuris trichiura</i>	8.2	
Infantil	Corn Island	MC	341	<i>Ascaris lumbricoides</i>	19.9	Muñoz-Antoli et al., 2018 b
				Hookworms	10.6	
				<i>Hymenolepis nana</i>	1.8	
				<i>Trichuris trichiura</i>	48.9	
Infantil	Laguna de Perlas	MC	402	<i>Ascaris lumbricoides</i>	27.1	Muñoz-Antoli et al., 2017
				<i>Enterobius vermicularis</i>	0.7	
				<i>Hymenolepis diminuta</i>	0.2	

Infantil	Managua	MC	1936	Hookworms	12.7	Gozalbo <i>et al.</i> , 2021
				<i>Trichuris trichiura</i>	72.4	
				Ancylostomidae	0.5	
				<i>Ascaris lumbricoides</i>	2.3	
				<i>Enterobius vermicularis</i>	0.1	
				<i>Hymenolepis diminuta</i>	0.1	
				<i>Hymenolepis nana</i>	2.5	
				<i>Strongyloides stercoralis</i>	0.1	
				<i>Taenia</i> spp.	0.1	
				<i>Trichostrongylus</i> sp.	0.1	
Infantil	Puerto Cabezas, Siuna	MC	735	<i>Trichuris trichiura</i>	4.8	Muñoz-Antoli <i>et al.</i> , 2022
				<i>Ascaris lumbricoides</i>	36.9	
				Hookworms	9.9	
				<i>Hymenolepis nana</i>	4.2	
				<i>Strongyloides stercoralis</i>	0.4	
				<i>Taenia</i> spp.	0.1	
				<i>Trichuris trichiura</i>	56.3	
Pacientes ENT ^a	Masaya	MC	157	<i>Ascaris lumbricoides</i>	0.6	Muñoz-Antoli <i>et al.</i> , 2024

MC: Microscopía convencional.

^a ENT: Enfermedades No Transmisibles (asma, diabetes, hipertensión).

Teniendo en cuenta esto, y a partir de los resultados obtenidos en una serie de Proyectos de Cooperación Internacional en la Universitat de València (años 2007, 2009, 2011, 2022 y 2024), sobre la diversidad y prevalencia de parásitos intestinales en Nicaragua en población infantil, relacionándolos con los factores de riesgo responsables de la transmisión, como son: condiciones higiénico-sanitarias; infraestructura de las comunidades; y, las limitaciones presentes en cada una de las zonas. De esta manera se pueda buscar alternativas que permitan enfocar en los próximos estudios hacia la lucha y control de los parásitos intestinales.

Por tanto, la presente Tesis Doctoral pretende abordar estrictamente el estudio parasitológico de población infantil en comunidades insulares de Nicaragua. Con este trabajo se completa el estudio insular iniciado en 2011, incluyendo todas las islas nicaragüenses. La hipótesis de partida, consiste en descifrar el enigma de si la insularidad influye en el espectro parasitario y las prevalencias de parasitación. Tradicionalmente, se asume que los entornos insulares implican geográficamente un aislamiento que afectaría la dinámica ecológica y, por tanto, afecta el desarrollo y la transmisión parasitaria (Fernández-Palacios José María., & Morici Carlo, 2004).

De esta manera, el espectro parasitario insular cualitativamente se encontraría disminuido mientras que cuantitativamente aparecería aumentado, con respecto al obtenido en poblaciones continentales próximas. También, conviene añadir que los parásitos existentes en un ambiente insular suelen relacionarse con aquellos que presentan ciclos biológicos de tipo monoxeno, puesto que supondría mayor capacidad de éxito en la transmisión. Y precisamente al abordar este tipo de ciclo monoxeno, nos estamos refiriendo a los protozoos parásitos intestinales que no son considerados patógenos, donde sus papeles epidemiológicos en los mecanismos de transmisión son igual al de aquellos que producen enfermedades patógenas, aparte dar información respecto a los hábitos higiénicos de la población y del medio ambiente estudiado. Con esta idea, en la presente Tesis Doctoral, se ha Introducido métodos moleculares para el genotipado de *Giardia duodenalis* y el subtipado de *Blastocystis* sp., que resultan ser datos fundamentales para determinar el potencial zoonótico, las vías y las fuentes de transmisión de las infecciones. De igual manera, también se pretende completar el espectro parasitario, en busca de especies menos frecuentes de las que no se contaba con reporte previo en el país que, cada vez, cobran mayor relevancia a nivel mundial, demostrando así la realidad parasitológica actual de estas comunidades insulares del país. A su vez, se persigue contribuir a mejorar la comprensión de la epidemiología de las parasitosis, buscar soluciones e implementar acciones que permanezcan en el tiempo, encaminadas en pro de un posible control de algunas parasitosis en Nicaragua.

A pesar del esfuerzo realizado en la presente Tesis Doctoral, al haber consistido en un estudio de tipo descriptivo y de corte transversal, con muestras de material fecal (recogidas desde el año 2020) de las distintas islas existentes en Nicaragua, una serie de limitaciones:

- el total de participantes en esta Tesis Doctoral ha sido de 918 menores, ya que la participación de la comunidad fue de manera voluntaria y, además, el acceso a las comunidades insulares resultó sumamente difícil, debido a la poca infraestructura (falta de vías de acceso), debido a problemas relacionados con el orden público y, debido a la negativa de los líderes comunitarios en la participación en este tipo de proyectos puesto que no perciben soluciones rápidas y definitivas a sus problemas;
- no se ha podido aplicar estudios moleculares en todas las muestras estudiadas debido a la naturaleza del material fijador usado (Formalina 10%);
- no se pudo completar el tipo de parasitismo desarrollado por las esporas detectadas, ya que no se pudo reevaluar a los menores infectados ya que no se pudo obtener muestras fecales correctamente fijadas;
- y, finalmente, cabe comentar la incompleta calidad de las encuestas con las que se ha trabajado, con lo cual no se ha podido añadir cálculos para esclarecer factores de riesgo relacionados con la parasitación detectada.

Todos los resultados derivados de este estudio, han sido compartidos con las instituciones sanitarias nicaragüenses para unir esfuerzos que permitan mejorar la calidad de vida de la población infantil de comunidades insulares. Además, este trabajo y los que de él resulten, abre las puertas para futuras investigaciones que integren estudios de índole molecular para conseguir entender la dinámica de transmisión de las parasitosis detectadas, así como, las peculiaridades en cada una de las regiones insulares del país.



OBJETIVOS

Objetivos

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos en el estudio piloto llevado a cabo previamente en población insular de Corn Island (Nicaragua) (Muñoz-Antoli *et al.*, 2018b), el objetivo general de esta Tesis Doctoral se centra en completar el estudio epidemiológico de las parasitosis intestinales en población infantil abarcando el resto de Islas nicaragüenses existentes, tanto en región Pacífico como en región Caribe, para conseguir la mejora del estado de salud de la población estudiada, gracias a un diagnóstico adecuado, aplicando las correctas medidas de control, prevención y tratamiento de las enteroparasitosis detectadas.

Este objetivo general se alcanza de acuerdo a los siguientes objetivos específicos:

1. Detectar el espectro parasitario en menores de 16 años de las Islas a través de la búsqueda, detección y reconocimiento de las distintas especies parásitas intestinales y detectar las prevalencias de parasitación total, por grupos parasitarios, y por cada una de las especies halladas;
2. Relacionar la prevalencia de parasitación con variables epidemiológicas, como el sexo, la edad, la procedencia geográfica y analizar los casos de monoparasitismo y multiparasitismo junto con las asociaciones existentes dentro de las diferentes especies parásitas;
3. Conocer la intensidad de parasitación de los geohelminthos para poder clasificar los niveles de intensidad según la OMS;
4. Identificar molecularmente los genotipos de *Giardia duodenalis* y los subtipos de *Blastocystis* sp. presentes en la población insular de Corinto para determinar el potencial zoonótico de las infecciones detectadas.

Para alcanzar estos objetivos, la presente tesis doctoral se ha dividido en los siguientes capítulos:

- En el primer capítulo se ha descrito los materiales utilizados detallando cada comunidad insular integrante del estudio a nivel de características ambientales, higiénico-sanitarias y socioeconómicas;

- En el segundo capítulo se ha descrito los métodos y técnicas utilizados tanto en el laboratorio de diagnóstico directo como de índole molecular, junto con el tratamiento y análisis de los datos;
- En el tercer capítulo, se ha expuesto todos los resultados obtenidos, que incluyen espectro y prevalencia de parasitación, multiparasitismo, intensidades de infección, análisis de las posibles asociaciones y resultados del diagnóstico molecular;
- En el cuarto capítulo se ha procedido a la discusión de los resultados obtenidos contrastándolos con los obtenidos por otros autores.

Finalmente, se incluye una relación detallada de las principales conclusiones y de las referencias bibliográficas consultadas y empleadas durante la preparación y redacción de la presente Tesis Doctoral.



CAPÍTULO PRIMERO

Desde un punto de vista geográfico, Nicaragua se divide en 3 grandes Regiones: la Región del Pacífico, con una población del 54%; la Región Central, con una población del 32%; y la Región del Caribe, con el 14% de la población total (véase **Figura 2**).



Figura 2: Distribución de los Departamentos según las Regiones de Nicaragua.

La “Región Pacífico” es reconocida por ser una región volcánica, destacando el volcán Maderas y el volcán Concepción que conforman la isla de Ometepe, la cual está ubicada en el lago Cocibolca, también conocido como el Gran Lago de Nicaragua. Este lago es reconocido como uno de los lagos más grandes del mundo. Goza además de tener especies catalogadas como exóticas, tal es el caso del tiburón de agua dulce.

La “Región Central” destaca por sus recursos hídricos. Es fuente de dos grandes ríos como el Coco o Segovia y el Río Grande de Matagalpa, que desemboca en el mar Caribe, el cual ha causado múltiples daños físicos e incluso muertes por sus crecientes crecidas. Además, la población asentada en sus orillas carece de un adecuado sistema de recolección de excretas, al ser desechadas en el río.

La “Región del Caribe” es plana y presenta extensos bosques. Aquí se encuentra ubicada la selva de Bosawás, reconocida como la segunda selva más grande del continente y por tanto con una rica biodiversidad. En esta zona también hay grandes ríos que desembocan en el mar Caribe: Río Coco o Segovia, Kukalaya, Bambana, San Juan e incluso el río grande de Matagalpa, entre otros.

En cuanto a su demografía, el país tiene una población de 6.851.000 habitantes, siendo el 50% mujeres. Sus habitantes son multiétnicos, mayoritariamente mestizos. La

distribución poblacional por zonas indica que el 45% viven en zonas rurales, mientras que el 55% viven en zona urbana.

Nicaragua presenta un clima tropical, cuyas temperaturas varían dependiendo de la altura, pudiendo tener una media de 25°C en las zonas más elevadas, mientras que en el interior varía entre 15°C y 26°C. A pesar de presentar un clima tropical, tiene una estación muy seca, con temperaturas que rondan los 33°C.

El idioma oficial es el español, aunque es muy común, debido a la colonización británica, que se hable inglés criollo, junto con otras lenguas autóctonas como rama, misquito y sumo, principalmente en las Regiones Autónomas. De hecho, la educación escolar se imparte en varias lenguas. Sin embargo, la tasa de alfabetización en el país es del 78% situándose entre las más elevadas del continente, pese a que existen actualmente muchos centros educativos y que la educación primaria es obligatoria y gratuita.

La economía del país está poco desarrollada. Su pilar fundamental es la agricultura debido a la fertilidad de sus suelos aportada por los diversos volcanes, seguida de la producción de artículos de alta demanda. El crecimiento anual promedio que se ha sostenido por algunos años es del 4%. Sin embargo, para el año 2020 como consecuencia de la pandemia y algunos huracanes, la pobreza aumentó hasta un 16%. Sin embargo, las proyecciones indican un crecimiento en la economía en este 2025 de al menos un 3% mediante estrategias de consolidación fiscal que reduzcan los niveles de pobreza y desigualdad a mediano plazo.

1.2.- Zonas de estudio

En distintos Departamentos de Nicaragua aparecen islas de interior, es decir, islas localizadas en lagunas, bahías cerradas, lagos, etc., lo que significa que carecen de contacto directo con agua salada procedente bien de mares o de océanos. Todas estas islas representan unos enclaves de características particulares para la distribución y transmisión de especies parásitas. Por tanto, de todo el país, tan solo se ha podido disponer de material perteneciente a un total de 5 islas, distribuidas tanto en la costa Pacífico como en la costa atlántica (caribeña).

1.2.1.- Departamento de Chinandega

Tiene como cabecera departamental Chinandega, conocida como la ciudad de las naranjas. Se ubica en el Noroeste del país en el volcán más alto de Nicaragua llamado San Cristóbal, el cual se eleva a 1.745 metros sobre el nivel del mar. Limita al norte con

Honduras, al sur con el departamento de León, al este con los departamentos de Madriz, Estelí y León, y al oeste con el Océano Pacífico.

Chinandega tiene una extensión de 4.822 km². Cuenta con un clima tropical seco con temperaturas medias entre 21°C y 30°C, con máximas que pueden llegar hasta 42°C. En cuanto a demografía, presenta 439.906 habitantes, de los cuales más del 65% viven en zona urbana.

La economía del Departamento se basa principalmente en la agricultura, ya que cuenta con 34 cooperativas agrícolas, debido a los restos de material volcánico que son expulsados a sus tierras por los volcanes de la zona que permanecen en constante actividad. Destacan los cultivos de maíz, plátano, arroz, caña de azúcar, sésamo y maní. Algunos de estos productos son de tipo exportación como el plátano y maní, y los demás para consumo interno o materias primas, como es el caso de la caña de azúcar que se utiliza además para producción de licores. La ganadería también tiene una significativa importancia, ya que el departamento ocupa el primer lugar en producción pecuaria. La carne se comercializa principalmente en Managua, mientras que los productos lácteos y derivados son utilizados para el consumo local.

1.2.2.1.- Isla de Corinto

Es un municipio perteneciente al departamento de Chinandega. Tiene una población de 18.500 habitantes, con una extensión de 70.67 km² y una altura de 8 metros sobre el nivel del mar, en el Pacífico Nicaragüense. Por su ubicación, fue escogida para convertirla en una ciudad portuaria debido a que está protegida por la Isla El Cardón y la península de las Islas Castañones. Se trata de una Isla sin conexión con tierra firme, logrando ésta mediante la construcción de una carretera para vehículos pesados y un puente. **(Figura 3)**



Figura 3: Puente Paso Caballos de la Isla Corinto.

En Corinto, se diferencian 3 barrios según sus infraestructuras dominantes. Así, por un lado, se encuentra el Barrio Nuevo, más próximo al Pacífico, cuyas infraestructuras son deficientes y, por otro lado, se encuentra el barrio de San Martín y el barrio de El Chorrizo con mejores construcciones.

En Corinto se exportan e importan muchos productos. De hecho, la mayoría del petróleo que ingresa en el país, lo hace a través de este puerto, convirtiéndolo en el puerto internacional más importante de Nicaragua. En cuanto al turismo, también supone una porción de la economía local ya que tiene una playa muy atractiva a los visitantes la cual es conocida como Costa Azul, donde los pescadores de la zona ofrecen alternativas para recorrer la Isla.

En esta Isla se recolectaron un total de 88 muestras, procedentes de niños de entre 1 y 12 años (**Figura 4**) y, más en concreto, 42 (48%) del sexo masculino y 46 (52%) del sexo femenino tal y como se observa en la **Tabla 3**. Asimismo, en dicha Tabla 3 se detalla también el número exacto de muestras recolectadas en cada uno de los barrios anteriormente mencionados.



Figura 4: Niños de Corinto y sus madres con botes de recolección de muestra fecal.

Tabla 3. Recopilación de la procedencia de la Isla Corinto en el departamento de Chinandega, con detalle del sexo y edad de la población infantil en los diferentes barrios.

Isla (Departamento)To	Municipio	Comunidad	Edad (años)	Sexo		Total muestra
				♂	♀	
Isla de Corinto (Chinandega)	Corinto	Barrio Nuevo	1 - 12	21	24	45
		San Martín		10	8	18
		El Chorizo		11	14	25
		TOTAL	1 - 12	42	46	88

1.2.2.- Departamento de Rivas

Tiene como cabecera departamental a Rivas. Geográficamente ocupa el Istmo de Rivas, el cual separa el gran lago de Nicaragua del Océano Pacífico. Limita al norte con los Departamentos Carazo y Granada, al sur con Costa Rica, al este con el lago Cocibolca y el Departamento de Río San Juan, y al oeste con el Océano Pacífico. Aquí se encuentran dos de los más atractivos turísticos del país: La ciudad de San Juan del Sur y la Isla de Ometepe, que se encuentra en el lago Cocibolca.

El clima del Departamento es tropical de sabana. De enero hasta abril, es un clima seco con una temperatura promedio de 27°C. Desde mayo hasta octubre el clima es húmedo con una temperatura promedio de 25°C.

Rivas posee una población de unos 182.645 habitantes, de los cuales el 49% viven en la zona urbana. La economía del Departamento gira en torno a la pesca, agricultura y

ganadería. En cuanto al turismo, las excursiones a la Isla de Ometepe y al Departamento de Río San Juan representan el mayor reclamo turístico, repercutiendo beneficios económicos.

1.2.1.1.- Isla de Ometepe

Está situada en el Departamento de Rivas, al sudeste del país, en la frontera con Costa Rica. Se trata de una isla volcánica, con una extensión de 276 km² lo que la convierte en una de las Islas lacustres más grandes situada dentro de un lago.

Ometepe, sinónimo de dos montañas en lengua nativa está conformada por dos grandes volcanes: El volcán Concepción y el Maderas. **(Figura 5)** El primero de estos, cubierto por 2.200 hectáreas de bosque protegido, tiene una altitud de 1.610 metros, con un diámetro de 18 km, encontrándose activo aún. Su última erupción de lava fue en el año 1957. En dicha ocasión la Isla tuvo que ser evacuada. Recientemente, en el 2005, debido a la presión interna retenida en el volcán, se produjeron algunos temblores de considerables magnitudes, pero sin daños graves.

El volcán Maderas, tiene una altitud de 1.394 metros, un diámetro de 14 km que se encuentra rodeado por 4.100 hectáreas de reserva natural, lo que la convierte en atractivo turístico. Actualmente se considera extinto ya que, su última erupción, es de hace mas 8 siglos. Tiene un clima húmedo que facilita la producción de agua potable que beneficia a toda su población. De hecho, en su interior hay una laguna que toma el mismo nombre (Laguna de Maderas).

En el centro de la Isla, en medio de ambos volcanes se encuentra el istmo Istián. Por la zona, fluye el río Istián formando un terreno pantanoso que se extiende por unas 1.767 hectáreas, de las cuales gran parte pertenece a la “Comunidad Indígena de Tilgue”. Este territorio es reconocido por ser un santuario de aves locales y migratorias.

La calidad de vida de la población se basa, por una parte, en el turismo que constituye una gran fuente de ingresos para los pobladores ofreciendo paseos guiados a los turistas a través de volcanes y bosques. Por otra parte, la pesca y la agricultura representan el sustento principal de las comunidades, bien sea para su consumo o para exportación. Su mayor producción es el plátano, que se comercializa en países vecinos como Honduras, Guatemala y el Salvador.



Figura 5: Vista panorámica de la Isla de Ometepe, mostrando los dos volcanes: el volcán Concepción (izquierda) y el volcán Maderas (derecha).

La población de la Isla es de 30.000 personas, las cuales mayoritariamente viven en sus dos principales centros de las municipalidades, que son, a su vez, los dos puertos más importantes de la Isla: Moyogalpa y Altagracia (véase **Figura 6**).

El primer núcleo de mayor población es Moyogalpa, de la cual se pudo prospectar dos importantes comunidades, llamadas La Paloma y La Concepción (La Concha). Altagracia es la otra gran población, con dos importantes comunidades, conocidas como: Balgüe y Mérida (véase **Figura 6**).

En la Isla de Ometepe se recolectaron un total de 442 muestras, procedentes de niños desde 1 hasta 15 años y, más en concreto, 195 (44%) del sexo masculino y 247 (56%) del sexo femenino (**Figura 7**). En la **Tabla 4** se observa las muestras estudiadas de cada una de las comunidades, por edad y sexo de los niños.



Figura 6: Mapa de la Isla de Ometepe: municipalidades (Moyogalpa y Altagracia) y comunidades prospectadas (La Concepción y La Paloma en Moyogalpa; Balgüe y Mérida en Altagracia).



Figura 7: Niños de la comunidad de Mérida, en la municipalidad de Altagracia, en la Isla de Ometepe.

Tabla 4. Recopilación de la procedencia de la Isla de Ometepe, con detalle del sexo y edad de la población.

Isla (Departamento)	Municipio	Comunidad	Edad	Sexo		Total muestra
			años	♂	♀	
Isla de Ometepe (Departamento de Rivas)	Moyogalpa	La Paloma	01-15	79	83	212
		La Concha		23	27	
		Total		102	110	
	Altagracia	Balgüe	01-15	30	44	302
		Mérida		101	127	
		Total		131	171	
		TOTAL	01-15	233	281	514

1.2.3.- Departamento de Rio San Juan

Este Departamento incluye el Archipiélago de Solentiname y el río San Juan, del que toma su nombre. Tiene una extensión de 1445 km², siendo su cabecera departamental San Carlos ubicado en el sureste de Nicaragua. Limita al norte con el departamento de Chontales, al sur con Costa Rica, al este con la costa Caribe Sur y mar Caribe, y al oeste con el lago Cocibolca. Demográficamente, este Departamento es el menos poblado de todo el país, con 135.000 habitantes, siendo el arte, la pesca y la agricultura los pilares fundamentales de la economía.

1.2.2.1.- Archipiélago de Solentiname

Este archipiélago, dentro del Departamento de Rio San Juan, está localizado en el extremo sur-este del lago Cocibolca. Consiste en un conjunto de 36 Islas e Islotes con diferentes tamaños, con una superficie 190 km² y con 4.020 hectáreas de tierra firme. Tiene una elevación sobre el nivel del mar que está entre 30 y 250 metros. Presenta una población dispersa e incomunicada de unos 1000 habitantes que no cuentan con servicio de energía eléctrica, por lo que algunos de sus pobladores tienen paneles solares o motores eléctricos que abastecen sus hogares de este servicio. En

Solentiname se destacan 4 islas por ser las más grandes y pobladas, estas son: Mancarrón, Mancarroncita, San Fernando y la Venada (**Figura 8**).

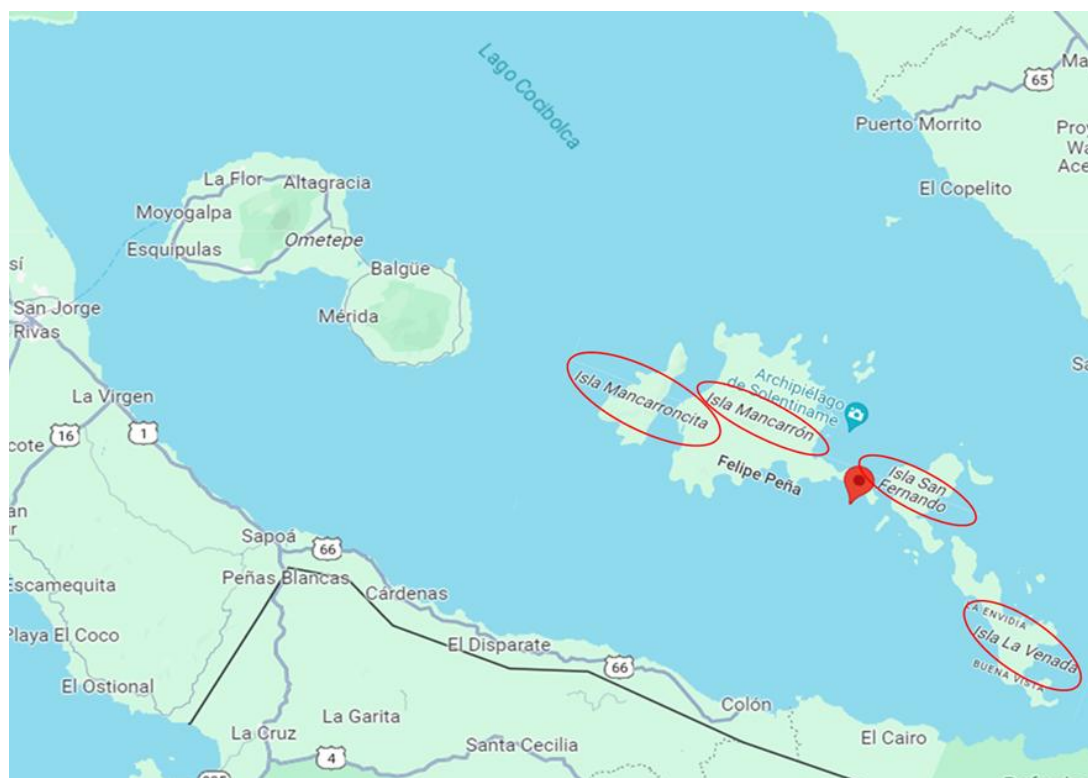


Figura 8: Mapa de las principales islas del Archipiélago de Solentiname.

La economía se basa principalmente en la agricultura, pesca artesanal, pinturas, artesanías y en parte también por el turismo, ya que su abundante riqueza natural y la ausencia de servicios eléctricos lo hacen un atractivo para viajeros que pretenden desconectar del bullicio y contaminación de las grandes ciudades.

En dicho Archipiélago de Solentiname se recolectaron un total de 88 muestras fecales, procedentes de niños de entre 1 y 15 años y, más en concreto, 42 (48%) del sexo masculino y 46 (52%) del sexo femenino, tal como se puede observar en la **Tabla 5**. Además, el detalle del número de muestras recolectadas en cada una de las Islas más pobladas de este Archipiélago se observa en la citada **Tabla 5**.

Tabla 5. Recopilación de la procedencia del Archipiélago de Solentiname, con detalle del sexo y edad de la población infantil en las diferentes Islas.

Isla (Departamento)	Municipio	Comunidad Isla	Edad	Sexo		Total muestra
			años	♂	♀	
Archipiélago de Solentiname (Río San Juan)	San Carlos	Mancarroncita	1 - 15	4	6	10
		Mancarrón		21	17	38
		San Fernando		9	11	20
		La Venada		8	12	20
		TOTAL	1 - 15	42	46	88

1.2.4.- Región Autónoma de la Costa Caribe Sur (RACCS)

La RACCS se ubica en el Suroeste de Nicaragua. Tiene una extensión de 27.260 km², ocupando el 21% del territorio nacional. Limita al norte con la Región Autónoma de la Costa Caribe Norte (RACCN), al sur con Río San Juan, al este con el Océano Atlántico, y al oeste con los Departamentos Matagalpa, Boaco y Chontales (**Figura 9**). Administrativamente está dividida en 12 Municipios que son: Bluefields, Corn Island, Desembocadura de Río Grande. El Ayote, El Rama, El Tortuguero, Kukra Hill, La Cruz de Río Grande, Laguna de Perlas, Muelle de los Bueyes, Nueva Guinea y Paiwas. Presenta un clima tropical húmedo.



Figura 9: Mapa de la Región Autónoma de la Costa Caribe Sur (RACCS).

La RACCS es reconocida por ser una de las más grandes, con una población de 414.543 habitantes de los cuales el 44% viven en zona urbana, y por presentar en su territorio una amplia variedad de etnias multilingües.

La economía de la región se basa en el comercio y la agricultura. Cuenta con el puerto más grande de Nicaragua, en el cual se hacen grandes importaciones y exportaciones.

1.2.4.1.- Cayo Rama o Rama Cay

Esta isla está ubicada en la Bahía de Bluefields y se compone de dos pequeños Cayos unidos a través de un puente. Tiene una superficie de 0.22 km² y su población es de 900 habitantes, de los cuales la mayoría son niños pertenecientes a la etnia rama (**Figura 10**). A nivel cultural, esta isla tiene mucha importancia por albergar a los últimos aborígenes de esta etnia.

Su condición económica es de extrema pobreza, debido a que se rigen a su cultura y a sus costumbres ancestrales. Viven de la pesca artesanal, el cultivo de maíz, cacao y banano, como también de la cría de animales como cerdos, pavos y gallinas. En esta comunidad se vive en casas colectivas (**Figura 11**) y son liderados por un consejo comunitario de ancianos, a los cuales se les deben pedir permisos para poder ingresar a la zona. El turismo en la zona no es de los más atractivos, por tanto, no es una fuente de ingresos rentable y sostenible para sus habitantes.



Figura 10: Niños de la etnia Rama (Isla Rama Cay).

El número de muestras recolectadas en el Cayo Rama fue de 119, correspondientes a 63 (53%) niños y 56 (47%), niñas todos ellos con edades comprendidas entre 1 y 9 años de edad, tal y como se aprecia en la **Tabla 6**.



Figura 11: Viviendas colectivas en Isla Rama Cay.

Tabla 6. Recopilación de la procedencia de Rama Cay en el Región Autónoma de la Costa Caribe Sur, con detalle del sexo y edad de la población infantil estudiada.

Isla (Departamento)	Municipio	Comunidad	Edad (años)	Sexo		Total muestra
				♂	♀	
Isla de Rama Cay (RACCS)	Bluefields	Cayo Rama	1 - 9	63	56	119
		TOTAL	1 - 9	63	56	119

1.2.4.2.- El Bluff

Es una Isla portuaria entre el mar Caribe y la bahía de Bluefields, situada en la desembocadura del río Escondido. Tiene una extensión de 1.29 km² y una población de 5.345 habitantes de varias etnias del país. Tiene un clima tropical húmedo; con temporales de alta pluviosidad y otros de mucha sequía, por tanto, su terreno va de fangoso a muy seco, lo que hace difícil el desarrollo de la vegetación. El puerto está comunicado con el resto del país a través de vías fluviales (**Figura 12**), lo que le confiere un gran potencial económico e industrial.

La economía de la zona se basa principalmente en el comercio de pequeños negocios de los pobladores, importaciones y exportaciones nacionales e internacionales de combustible y productos locales tales como el caso de los camarones.

El número de muestras recolectadas en El Bluff fue de 109, correspondientes a 59 (54%) niños y 50 (46%) niñas, todos ellos con edades comprendidas entre 1 y 15 años, tal y como se observa en la **Tabla 7**.

Tabla 7. Recopilación de la procedencia de El Bluff en la Región Autónoma de la Costa Caribe Sur, con detalle del sexo y edad de la población infantil estudiada.

Isla (Departamento)	Municipio	Comunidad	Edad (años)	Sexo		Total muestra
				♂	♀	
El Bluff (RACCS)	Bluefields	Bluff	1 - 15	59	50	109
		TOTAL	1 - 15	59	50	109



Figura 12: Vista aérea de El Bluff donde se aprecia el Mar Caribe y Río Escondido.

1.3.- Total material estudiado

En el presente trabajo se ha estudiado un total de 918 muestras fecales recolectadas en población infantil (401 niños, 47.4%; 445 niñas, 52,6%) de distintas Islas de interior localizadas, todas ellas, en Nicaragua. La totalidad de estas muestras, disponibles en el área de Parasitología del Departamento de Farmacia y Tecnología Farmacéutica y Parasitología de la Facultad de Farmacia y Ciencias de la Alimentación de la Universidad de Valencia, se consiguieron gracias a sucesivos Proyectos de Cooperación al Desarrollo concedidos al amparo del Convenio de colaboración entre la Universidad de Valencia y la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua (UNAN) en Managua.

Para poder disponer de una visión global del material estudiado, dado que se analiza muestras procedentes de 5 islas continentales distintas, procedentes de 4 Departamentos diferentes, se ha considerado oportuno plasmar una tabla con todos los materiales recolectados, además de la procedencia, el número de niños estudiados y, su relación con el sexo y la edad (véase **Tabla 8**).

Tabla 8. Recopilación de la procedencia del material objeto del presente estudio, con detalle del sexo y edad de la población infantil participante.

Isla (Departamento)	Municipio	Comunidad	Sexo		Edad (años)	Total muestra
			♂	♀		
Ometepe (Rivas)	Altagracia	Balgüe	30	44	01 - 15	302
		Mérida	101	127		
	Moyogalpa	La Paloma	79	83	01 - 15	212
		La Concha	23	27		
Solentiname (Río San Juan)	San Carlos	Mancarrón	21	17	01 - 15	88
		San Fernando	9	11		
		La Venada	8	12		
		Mancarroncita	4	6		
Corinto (Chinandega)	Corinto	Barrio Nuevo	21	24	01 - 12	88
		San Martín	10	8		
		El Chorizo	11	14		
Rama Cay (Costa Caribe Sur)	Bluefields	Rama Cay	63	56	01 - 09	119
El Bluff (Costa Caribe Sur)	Bluefields	El Bluff	59	50	01 - 15	109



CAPÍTULO SEGUNDO

2.- CAPÍTULO SEGUNDO: MÉTODOS Y TÉCNICAS

2.1.- Autorizaciones para el estudio

Para obtener las muestras fecales de los menores de las islas, lo primero que se hizo fue contactar con la persona encargada en Nicaragua de colaborar con el proyecto de Cooperación internacional, la Dra. Aleyda Pavón, quien a su vez hizo de mediadora para obtener los respectivos permisos y autorizaciones pertinentes con el Ministerio de Salud (MINSA) para el desplazamiento a las Islas.

Una vez obtenido dicho permiso del MINSA se procedió a solicitar la autorización local de los líderes de las comunidades para el ingreso en las zonas isleñas. Una vez obtenidos, la Dra. Pavón, junto con algunos estudiantes de grado, procedieron a explicar en los domicilios particulares los objetivos del estudio y asegurar la autorización de los responsables legales (padres/tutores) de la población infantil objeto del estudio. En todo caso, la participación de la población infantil fue voluntaria.

2.2.- Recolección de las muestras

Una vez seleccionada la población de estudio en cada una de las 5 Islas incluidas en el presente trabajo, se entregaron consentimientos informados, los cuales fueron firmados por los padres/tutores de los menores. Posteriormente, se les entregó un bote de recolección de muestra fecal por cada menor de edad a su cargo. Asimismo, se les indicaba la forma correcta de recolección de la muestra. Al día siguiente la Dra. Pavón y sus estudiantes recogían las muestras en cada domicilio, rotulaban los botes y realizaban una encuesta de hábitos higiénico/sanitarios básica (**Figura 13**) añadiendo además reportes sobre datos propios de la muestra fecal, como consistencia y color.

Cuando se daba el caso de que la muestra no había sido recogida, siempre que se tuviera disponibilidad de suficiente tiempo, y siempre que la Dra. Pavón y sus estudiantes siguieran hospedados en la zona, se les daban indicaciones a los padres/tutores para entregar las muestras fecales con posterioridad.

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? _____, describalo _____
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 13: Modelo de encuesta empleado en las diferentes comunidades.

2.2.1.- Dificultades relacionadas con la recolección de muestras

Normalmente, en estudios epidemiológicos de índole coprológica se recomienda la recolección de al menos 3 muestras fecales de cada individuo, obtenidas en días alternos. Esta recomendación se debe a que la emisión de parásitos y/o estructuras parasitarias puede producirse de manera intermitente. Además, los individuos pueden encontrarse en el período prepatente, que es el tiempo comprendido entre la infección y la eliminación de formas de resistencia (huevos, larvas, quistes).

Sin embargo, en el presente estudio se tomó una única muestra fecal a cada participante, debido a las dificultades propias del terreno insular, relacionadas bien con el difícil acceso a las comunidades isleñas, bien a la negativa de los padres/tutores a participar en programas con financiación extranjera.

2.3.- Procesamiento de las muestras en terreno

En cada una de las 5 Islas incluidas en este trabajo, la Dra Pavón junto con sus estudiantes, adecuaban un laboratorio improvisado en los lugares de hospedaje, para poder fijar adecuadamente todas las muestras fecales recogidas y trasladarlas a la UNAN Managua. Gracias a los Proyectos de Cooperación, así como los convenios existentes entre ambas Universidades (UV- UNAN Managua), todas las muestras fijadas se preparan para ser trasladadas a Valencia, concretamente al área de Parasitología del Departamento de Farmacia y Tecnología Farmacéutica y Parasitología, para ser debidamente analizadas.

Cabe señalar que solo en el laboratorio móvil improvisado instalado en la comunidad de Corinto, se pudo realizar la técnica de Kato-Katz (**Figura 14**) a las muestras fecales frescas, previamente a la fijación de estas. Asimismo, también se pudo fijar dichas muestras fecales con alcohol para poder aplicar técnicas moleculares posteriormente en Valencia. La técnica de Kato-Katz se explicará con detalle en el apartado de trabajo microscópico en la UV.

A continuación, se detalla el procesamiento de las muestras en terreno antes de su análisis en la UV.



Figura 14: Realización de Kato-Katz en el laboratorio improvisado.

2.3.1.- Fijación

La fijación del material fecal se realiza con Formalina 10%, la cual se prepara con Formaldehído 37% diluido en agua destilada en proporciones de 1:9. Se utiliza este fijador por ser más económico, por su facilidad para ser preparado en campo y la compatibilidad con las técnicas parasitológicas a utilizar en este estudio (técnica de concentración de Ritchie y Ziehl-Neelsen modificada) a pesar de que esto no nos brinda la posibilidad de realizar trabajo molecular.

Tras la recogida de las muestras fecales en cada una de las Islas, éstas eran fijadas en formalina al 10% en una proporción de 1:3 (una parte de heces y tres partes de la solución fijadora) para su transporte al laboratorio de la UNAN para ser, posteriormente, filtradas antes de su adecuación para el transporte a la UV.

Cabe señalar, que únicamente en la comunidad de Corinto, se realizó una fijación de 88 muestras en alcohol 70° en una proporción de 1:3 (una parte de heces y tres partes de alcohol), con el objetivo de poder incluir una aproximación de índole molecular en el diagnóstico parasitológico de las mismas. Estas muestras fueron almacenadas en tubos Falcon de 15 ml con tapa de rosca, previamente etiquetados con número y nomenclatura correspondiente a la isla de recolección, para un transporte seguro.

2.3.2.- Filtración

Las muestras previamente fijadas con Formalina al 10%, fueron filtradas en la UNAN a través de gasa de tela monofilamento. El sedimento obtenido se depositó en tubos Falcon de 15 ml con tapa de rosca, previamente etiquetados con número y nomenclatura correspondiente a la Isla de recolección, antes de proceder a su transporte.

2.3.3.- Transporte

En la UNAN Managua, se dispuso todo el material fecal para su correcto traslado aéreo hasta la UV. Así, todos los tubos Falcon fueron sellados con Parafilm (**figura 15**) para evitar que la presión durante el vuelo pueda vaciar el contenido llegando los tubos vacíos al laboratorio de Parasitología de la UV.



Figura 15: Muestras filtradas, fijadas, rotuladas y selladas con papel parafilm para el transporte aéreo.

2.4.- Procesamiento de muestras en el laboratorio de Parasitología de la UV

Para la identificación de parásitos se realizaron varias técnicas analíticas complementarias. Esto debido a que aún no existe una considerada como gold-standard para la correcta identificación de todos los parásitos intestinales.

2.4.1.- Trabajo microscópico

Se utilizó un microscopio de marca ZEISS modelo Primostar 1 con un revolver de 4 objetivos con 4x, 10x, 40x y 100x aumentos y con dos oculares WF 10x/20. Las mediciones se realizaron con micrométrico calibrado para todos los objetivos del microscopio.

Además, se aprovechó la detección microscópica de parásitos para realizar microfotografías con los diferentes objetivos. Para ello se utilizó la cámara de un Iphone 12 pro max y un soporte universal para el móvil de la marca SEEKONE.

A continuación, se detalla las distintas técnicas aplicadas para el diagnóstico coprológico con el microscopio en la UV.

2.4.1.1.- Visión directa

Con la finalidad de poder observar las estructuras parasitarias sin ningún daño o alteración en su morfología, se realizó una visión directa al microscopio, analizando dos microgotas de la muestra fecal previamente fijada, sin realizarle ningún otro proceso químico, físico o mecánico.

Para ello se utilizaron pipetas de vidrio con tetinas de goma, porta objetos, cubre objetos de 22x22 milímetros (mm), solución salina 0,85% y Lugol doble.

El protocolo para realizar esta técnica consiste en agitar la muestra contenida en los tubos Falcon para re suspender el pellet y lograr una distribución uniforme. Se extrae una gota que se pondrá directamente en el porta objeto. A esta gota se le puede añadir una gota de solución salina o Lugol. Se pone encima el cubre objetos, se sitúa la muestra en el microscopio iniciando la revisión de la misma desde un extremo, con el objetivo de 10x, hasta revisar toda el área bajo el cubreobjetos. Una vez revisada la muestra con el objetivo de 10x se repite el mismo procedimiento con el objetivo de 40x.

La revisión a 10x nos permite avanzar rápidamente en la muestra e identificar estructuras parasitarias como huevos y larvas. Posteriormente, la revisión a 40x nos

permite identificar quistes y trofozoítos de protozoos, así como poder realizar la medición de éstos.

2.4.1.2.- Técnica del Formol- Acetato de Etilo modificada

La técnica de concentración empleada es una modificación de la técnica de Ritchie. Se trata de una concentración bifásica, en la cual se obtiene un sedimento donde quedan los parásitos o sus estructuras, separado de la otra parte donde quedan retenidos los restos de la muestra fecal que no interesan para el estudio parasitológico, como son los restos orgánicos.

Se parte de muestras fijadas en formalina al 10% y almacenadas en tubos Falcon de 15 ml. Se utiliza tubos de vidrio cónicos de 10 ml, vasos de precipitado, formalina al 10%, acetato de etilo y tapones de goma.

El protocolo indica los siguientes pasos: se pone en el tubo de vidrio cónico aproximadamente de 2 a 3 ml de heces fijadas; se adiciona 4 ml de formalina 10% para obtener un volumen total de 7ml al que se le adiciona 3 ml de Etilo Acetato (volumen final 10 ml); se procede a poner el tapón de goma al tubo; seguidamente, se agita vigorosamente para homogeneizar la muestra; se destapa y se carga en la centrífuga, de manera equilibrada, durante 5 minutos a 1700 revoluciones por minuto (rpm) (**Figura 16**).

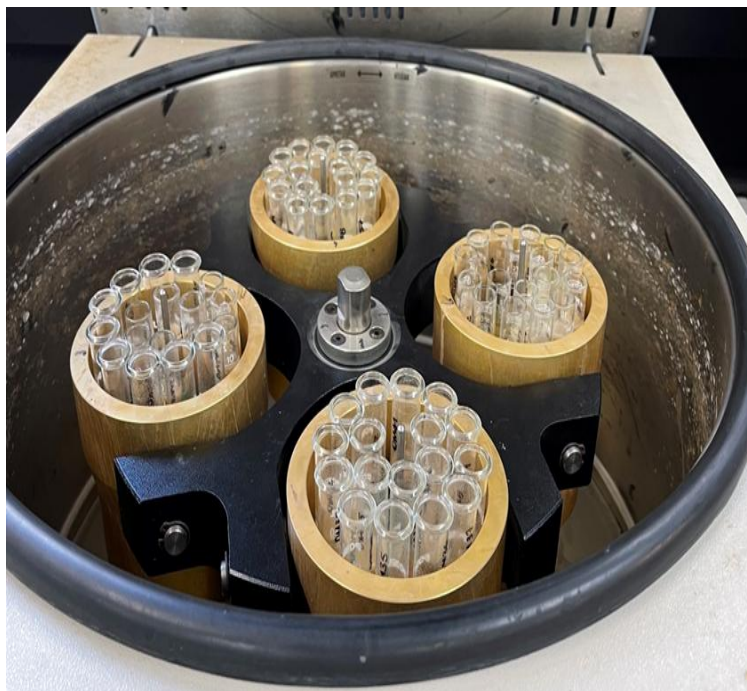


Figura 16: Técnica del Formol- Acetato de Etilo modificada: Muestras debidamente cargadas en la centrífuga.

Al finalizar el centrifugado, se obtiene un producto en el cual se pueden distinguir 3 fases (**Figura 17**): sedimento, sobrenadante e interfase. El protocolo indica que se rompe la interfase con ayuda de una pipeta de vidrio sin tocar el sedimento y se vuelca el sobrenadante en el recipiente adecuado para la disposición de dichos residuos. Finalmente, se procede a realizar el análisis microscópico de la muestra de la misma manera que se realiza en la visión directa y utilizando los mismos elementos.



Figura 17: Técnica del Formol- Acetato de Etilo modificada: producto de la técnica con sus 3 fases.

2.4.1.3.- Ziehl-Neelsen modificado

Esta técnica se emplea principalmente para diagnosticar coccidios. Los materiales necesarios para realizarla son: portaobjetos; asas de platino; cubetas; cestillos de tinción; carbol-fucsina; metanol; alcohol acidificado; azul de metileno; alcohol éter; y, aceite de inmersión.

El protocolo se realiza partiendo de un frotis previamente realizado del sedimento obtenido tras la técnica de Ritchie modificada. Este se hace colocando una gota en el portaobjetos y extendiéndola preferiblemente de forma circular, la cual se deja secar a temperatura ambiente durante 5 a 8 horas.

Para poder hacer las tinciones se dispone de 10 láminas por cestilla, colocándose de dos en dos en cada hendidura de la cestilla, siempre de manera vertical. Una vez

cargadas todas las láminas, se procede a introducir la cestilla 3 minutos en metanol con el fin de asegurar la fijación de la muestra. Pasado este tiempo, se retira e introduce en una cubeta con carbol-fucsina durante 10 minutos. Al terminar, se debe eliminar el exceso de fucsina, sumergiendo y sacando la cestilla en una cubeta con agua. Posteriormente se pasará la cestilla a una cubeta con alcohol acidificado. En este paso, las cestillas se sumergirán y sacarán en varias ocasiones de forma rápida. A continuación, se sumergen en una cubeta con azul de metileno (contra coloración) durante 1,5 minuto y, finalmente, se sumergen en una cubeta con agua con el fin de lavar por arrastre el exceso de azul.

Los portaobjetos se ponen a secar a temperatura ambiente de manera vertical y, una vez secos, se procede a observar las muestras con aceite de inmersión con el objetivo de 100x, en el cual se observarán los coccidios de una tonalidad roja sobre un fondo azul. (**Figura 18**).

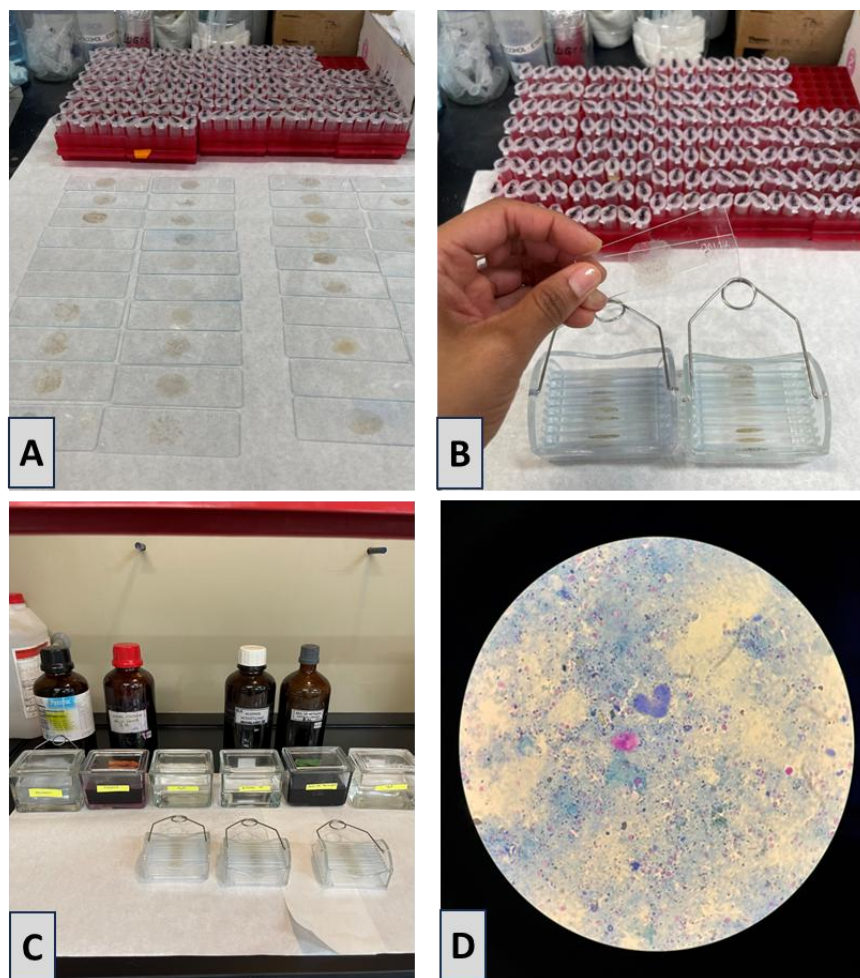


Figura 18: (A) Placas con los frotis secando; (B) Cestillas con dos placas posicionadas en cada hendidura; (C) Cestillas y cubetas con las diferentes soluciones; (D) Visión de un campo con el objetivo de 100.

2.4.1.4.- Técnica de Kato-Katz

Esta técnica cualitativa y cuantitativa es el Gold standard para el recuento de huevos de geohelminths y la clasificación de la intensidad de infección, basándose en el número de huevos por gramos de heces (hgh) para cada especie, según los criterios de la Organización Mundial de la Salud (OMS).

La técnica se realiza de la siguiente manera: sobre un papel satinado, se pone una pequeña cantidad de materia fecal fresca (sin fijar); sobre ella se pone un pequeño tamiz de nylon; con ayuda de una espátula plástica pequeña se hace movimiento de raspado sobre el tamiz con la finalidad de filtrar partículas muy pequeñas de materia fecal; en un molde plástico (incluido en el kit) depositado sobre un porta objetos, se va rellenando con material fecal tamizado; posteriormente, se retira el molde de manera cuidadosa quedando una proporción de muestra del tamaño de una lenteja, que serán exactamente 41.7 mg de heces.

A continuación, se toma papel celofán previamente cortado e impregnado en una solución de glicerina con verde malaquita y solución salina. Se pone sobre la muestra para hacer un extendido de la misma, de forma que quede lo más homogénea posible sobre el portaobjetos. Finalmente, se procede a revisar la muestra en busca de huevos (Figura 19).

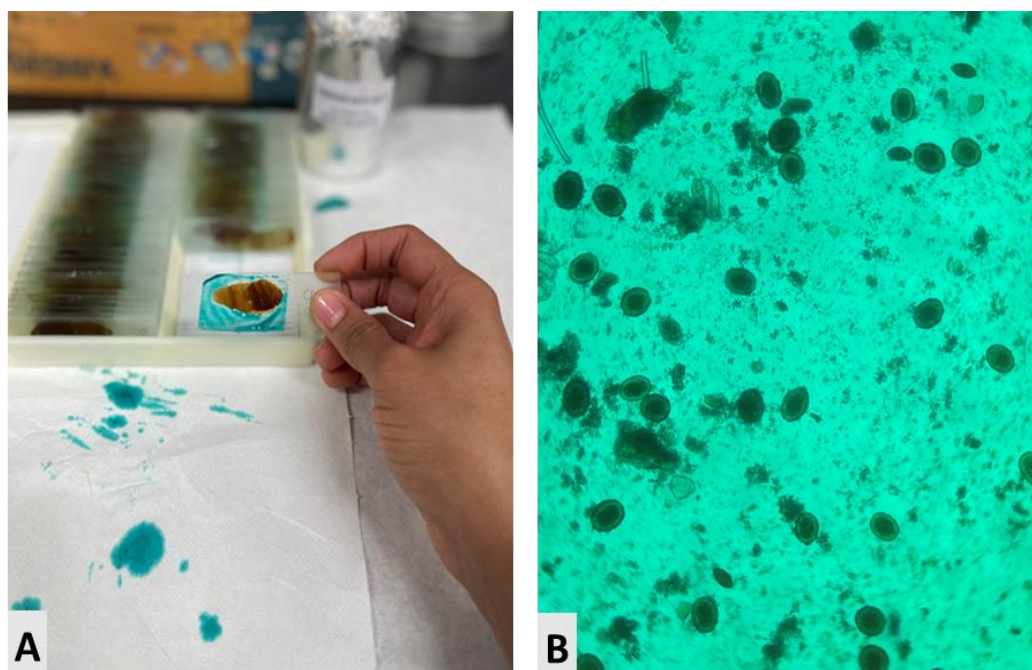


Figura 19: (A) Muestra con la técnica de Kato-katz aplicada para visualizar; (B) Microfotografía de huevos de geohelminths en Kato-Katz.

Lo recomendado es no esperar más de 1 hora para revisarlas, ya que se pierde el color y algunos huevos pueden dejar de verse con claridad, como en el caso de los Ancilostómidos. Al lograr identificar huevos, estos se deben contar en su totalidad por cada especie. Se debe hacer un recorrido de todos los campos y el conteo final se multiplicará por 24. De esta forma, se obtendrá la cantidad de huevos por gramo de heces y se realizará la respectiva clasificación de la intensidad de parasitación según sea el caso en leve, moderada y severa (**Tabla 9**).

Tabla 9: Criterios de la O.M.S. para la clasificación de los niveles de intensidad de parasitación a partir de los huevos por gramo de heces en geohelminths (Montresor et al., 1998)

Helminto	Intensidad leve (hgh)	Intensidad moderada (hgh)	Intensidad severa (hgh)
<i>Ascaris lumbricoides</i>	1 a 4999	5000 a 49999	>50000
<i>Trichuris trichiura</i>	1 a 999	1000 a 9999	>10000
Ancylostómidos	1 a 1999	2000 a 3999	>4000

2.4.1.5.- Técnica de Mini-FLOTAC

La técnica de FLOTAC es también cuantitativa y cualitativa, utilizada principalmente en el ámbito veterinario. Su principio básico es la flotación: Consiste en hacer flotar las estructuras parasitarias y/o parásitos que se encuentran en suspensión, utilizando una solución mucho más densa, de sodio o de zinc. Por tanto, se emplea para realizar identificación de parásitos o sus estructuras y el conteo de las mismas por gramo de heces.

Esta técnica ofrece una ventaja con respecto a la técnica de Kato-Katz, puesto que, para aplicarla, se puede partir de muestras fijadas con formalina.

Los materiales necesarios para esta técnica son: Discos Mini-FLOTAC; pipetas; balanza; calculadora; espátula; tubos Falcon de 15 ml; vaso de precipitado; centrífuga y solución flotante (SF). En nuestro caso utilizamos cloruro de sodio NaCl 1,20.gr/mL.

El disco es un dispositivo circular de policarbonato que permite la transmisión de luz, es altamente resistente y reutilizable ya que se puede lavar muchas veces. Tiene dos cámaras de 3 ml con una llave para hacer la traslación de la suspensión flotante a la zona de lectura. A continuación, se describe todo el protocolo.

Consiste el homogeneizar la materia fecal con ayuda de una espátula, filtrarla y transferir 12 ml a un tubo Falcon de 15 ml que será centrifugado a 1500 rpm durante 3 minutos. Se descarta el sobrenadante y se procede a pesar el pellet, este peso se registra en una

planilla. Luego se calcula el volumen correspondiente a 0.3 gr de pellet que se vuelve a registrar en la planilla ($V=12 \times 0.3/\text{g}$ del pellet) y se transfiere ese volumen calculado a un tubo Falcon. Se lleva hasta 12 ml con agua del grifo antes de centrifugar nuevamente a 1500 rpm por 3 minutos. Se vuelve a descartar el sobrenadante y se añade hasta 6 ml de la SF, cloruro de sodio 1,20 gr/mL. Se homogeniza con ayuda de una pipeta y con esta misma, se rellena ambas cámaras de los discos procurando que no queden burbujas. Dejando además un pequeño exceso ya que se suele formar burbujas al hacer la traslación al sitio de lectura (**Figura 20**).

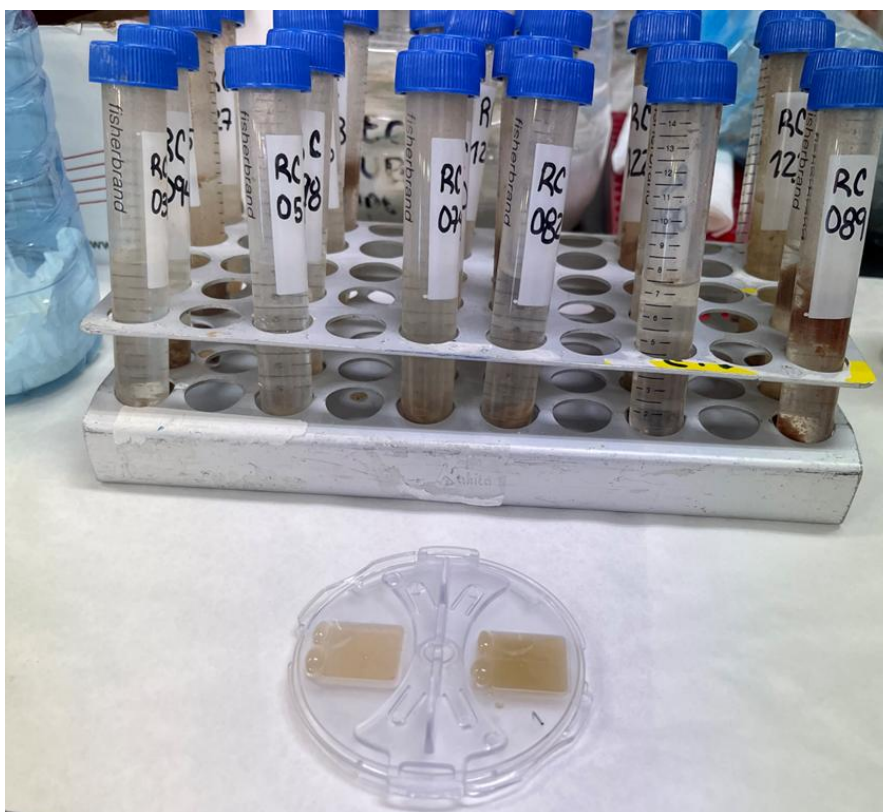


Figura 20: Disco de Mini-FLOTAC donde se aprecia el exceso que se debe dejar.

Se deja la muestra a temperatura ambiente durante 10 minutos. Pasado este tiempo se procede a girar la llave del disco, que desplazará toda la parte en flotación al sitio de lectura. Se enfoca con el microscopio óptico y se procede a hacer el conteo de huevos de helmintos. Este conteo se debe hacer de todas las celdillas y al final el resultado se multiplicará por 10. En caso de haber una cantidad abundante de huevos, se hará conteo de las celdillas de manera intercalada y, el resultado se multiplicará por 6 y este a su vez se multiplicará finalmente por 10 (**Figura 21**). Este resultado es la cantidad de huevos por gramo de heces (hgh) con el cual se puede establecer la intensidad de la infección según los criterios establecidos por la OMS.

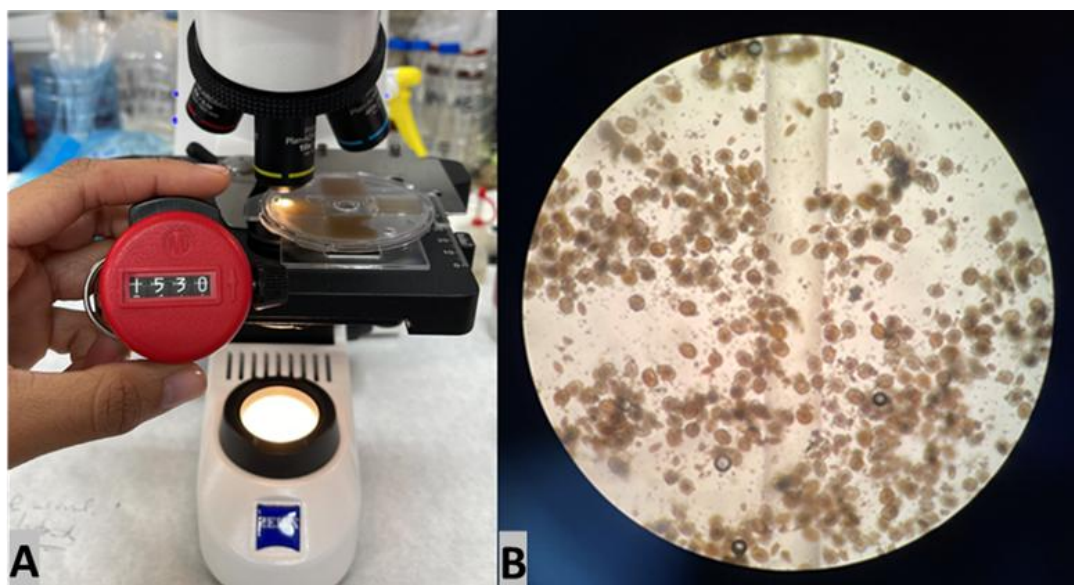


Figura 21: (A) Fotografía del conteo realizado en el disco de mini-FLOTAC; (B) Microfotografía de huevos de geohelminths en Mini-FLOTAC.

2.4.2.- Técnicas moleculares

Como se mencionó anteriormente, algunas muestras fueron fijadas en alcohol con la finalidad de hacer caracterización molecular principalmente para *Blastocystis* sp. y *Giardia duodenalis*.

2.4.2.1.- Lavado de muestras

Para el lavado de muestras, los materiales necesarios son: tubos Falcon de 15 ml; agua destilada; centrífuga y vaso de precipitado.

Lo primero que se debe hacer es centrifugar las muestras durante 10 minutos a 5000 rpm para que el sedimento y el sobrenadante se separen. Después, se agregan al pellet 2 ml de agua destilada, se tapa el tubo, se agita para homogeneizar la muestra y facilitar su lavado. Posteriormente, se centrifuga nuevamente durante 10 minutos a 5000 rpm, se retira el sobrenadante, y se congela el sedimento para concentrar las muestras.

2.4.2.2.- Concentración de muestras

Para la concentración de muestras el material a utilizar es: Kit de Parasep (Durviz S.L.); balanza; agua destilada; pipetas graduadas y eppendorf de 2 ml.

En un tubo de Parasep con 3 ml de agua destilada, se agrega dos cucharaditas de materia fecal (MF) con la cucharilla del kit. Una vez cerrado el tubo, se agita muy bien para homogeneizar la muestra sin invertir la posición del mismo. Finalmente, se cargan las muestras en la centrífuga, de manera que la parte cónica del tubo quede hacia abajo

(posición invertida), se centrifuga durante 5 minutos a 400 rpm y se retira el sobrenadante.

Se etiqueta eppendorf de 2 ml con el número de la muestra, previamente tarados y, con ayuda de una pipeta se extrae MF hasta obtener en cada eppendorf entre 180 y 200 mg de MF. Estos se congelarán a -20° para realizar posteriormente la extracción de ácido desoxirribonucleico (ADN).

2.4.2.3.- Extracción rápida de ADN con mini kit QIAamp

Para hacer la extracción rápida de ADN se requiere: QIAamp® FAST DNA Stool Minikit (QIAGEN®, Hilden, Germany); micropipetas y puntas, eppendorf de 1.5 ml; termoblock; centrifuga; agitador vórtex; papel parafilm y etanol 70°.

A las muestras previamente concentradas, se les agrega 1 ml de inhibitex. Se les realiza vórtex durante 1 minuto para homogeneizar MF. Los eppendorf se sellan con Parafilm para ser incubados a 95°C y 300 rpm durante 5 minutos en el termoblock. Al culminar este tiempo, se retiran las muestras. Se les realiza vórtex por 20 segundos y se llevan a la centrifuga a 1300 rpm durante 1 minuto.

A continuación, se etiqueta los eppendorf de 1,5 ml, a los que se les añadirá 15 microlitros (µL) de proteinasa K. Posteriormente, se añade 200 µL de la muestra centrifugada a estos eppendorf, se les realiza vórtex durante 20 segundos. Se añade 200 µL de Buffer AL seguido de otro vórtex de 20 segundos para llevar a incubar al termoblock nuevamente, a 70°C y durante 10 minutos.

Al retirar las muestras del termoblock, se añade 200 µL de etanol 70° seguido de un vórtex de 15 segundos. Se etiqueta las columnas del kit y el contenido de los eppendorf se deposita en su totalidad en el centro de las mismas. Se centrifuga las muestras nuevamente durante 1 minuto a 13000 rpm. Después, se cambia el tubo colector, se añade al centro de la columna 500 µL de Buffer AW1, se centrifuga nuevamente durante 1 minuto a 13000 rpm y se cambia el tubo colector. Se añade a la muestra 500 µL de Buffer AW2 en el centro de la columna, se centrifuga durante 3 minutos a 13000 rpm. Se vacía el tubo colector y se centrifuga durante 1 minuto a 13000 rpm.

Para terminar, se etiqueta nuevos eppendorf de 1.5 ml, a los que se pasará las columnas para agregar 50 µL de Buffer AE. Se dejará incubando durante 1 minuto a temperatura ambiente y se centrifugará durante 1 minuto a 13000 rpm. Finalmente, se repetirá el paso explicado anteriormente.

De esta manera se obtendrá un total de 100 microlitros de ADN que se deberá congelar a -20°C, salvo que se vaya a realizar PCR en las siguientes 24 horas.

2.4.2.4.- Reacción en cadena de la polimerasa (PCR)

La reacción en cadena de la polimerasa, utilizada en biología molecular, permite amplificar rápidamente miles de millones de un segmento específico de ADN mediante el uso de fragmentos sintéticos llamados cebadores (primers). Las amplificaciones o copias, se realizan en 3 fases: Desnaturalización del ADN molde; hibridación con los cebadores específicos y la elongación de las nuevas moléculas de ADN. A partir de esto, se puede hacer visualización del ADN mediante técnicas de análisis como la electroforesis en gel de agarosa. Esta técnica es fácil de realizar, resulta relativamente económica, altamente sensible y, específicamente, permite estudiar detalladamente moléculas de ADN en el laboratorio.

A) PCR GIARDIA DUODENALIS: DETECCIÓN Y CARACTERIZACIÓN

Para realizar la detección de ADN de *G. duodenalis*, se realizaron dos reacciones de PCR (directa qPCR y anidada). En principio se realizó el protocolo de qPCR, en el cual, se amplifica un fragmento de 62 pb del gen *ssu* rRNA del mismo parásito. El volumen final de cada reacción fue de 25 µL, de los cuales 3 µL corresponden a la cantidad de ADN. En cuanto a los cebadores, se utilizaron Gd-80 y Gd127R en concentración de 10 µM de cada uno. Además, se añadió una sonda de hidrólisis TaqMan® de marcaje doble (incluyendo fluorocromo FAM™ en el extremo 5' y el apagador BHQ1™ en el extremo 3') en una cantidad de 0,5 µL y 12,5 µL del tampón TaqMan® Gene Expression Master Mix (MM). La amplificación se realizó mediante un procedimiento consistente en un paso previo de 2 minutos a 55 °C, 15 min a 95 °C seguido de 45 ciclos de 15 segundos a 95 °C y 1 minuto a 60 °C. La fluorescencia (FAM™ 510 nm) se determinó al finalizar cada etapa de la hibridación en todos los ciclos de amplificación.

Tras la identificación de las muestras positivas para *G. duodenalis* mediante la qPCR, estas fueron analizadas nuevamente utilizando una estrategia de tipificación multilocus de secuencias (MLST en inglés), para ello se utilizaron los marcadores genéticos glutamato deshidrogenasa (*gdh*), beta-giardina (*bg*) y triosa fosfato isomerasa (*tpi*).

Para el caso de *gdh*, la PCR realizada fue semi anidada, en la cual se amplifica un fragmento del gen de 432 pb. La reacción se llevó a cabo en un volumen final de 25 µL, donde la cantidad de ADN molde fue de 5 µL, los cebadores empleados en esta reacción fueron GDHeF y GDHiR para la reacción primaria. A continuación, para la reacción secundaria fueron GDHiF y GDHiR. En ambos casos la concentración de los cebadores fue de 10 µM y la cantidad utilizada 1,25 µL de cada uno. Los protocolos consistieron en un primer paso de 95 °C por 3 minutos, seguido de 35 ciclos a la misma temperatura

por 3 segundos para lograr la desnaturalización, continuando a 55 °C por otros 30 segundos para la hibridación, seguido de 1 minuto a 72 °C para lograr la elongación, finalmente la extensión del producto se realiza durante 7 minutos a 72 °C.

En los casos de los marcadores *bg* y *tpi*, las PCR realizadas fueron anidadas. Para *bg*, el fragmento del gen a amplificar era de 511 pb, el volumen final de la reacción fue de 25 µL, el ADN molde fue de 3 µL. Los cebadores utilizados para la primera reacción fueron G7_F y G759_R y, para la segunda reacción, fueron G99_F y G609_R. En ambos casos la concentración fue de 10 µM y la cantidad utilizada de los cebadores fue de 1 µL de cada uno. En cuanto al protocolo, la primera PCR tuvo un paso inicial de 7 minutos a 95 °C, seguidos de 35 ciclos a la misma temperatura durante 30 segundos para la desnaturalización, la hibridación consistió en 30 segundos a 65 °C y la elongación de 1 minuto a 72 °C, finalmente una extensión durante 7 minutos a 72 °C. Para la segunda PCR, el protocolo fue igual con la excepción de que la temperatura de hibridación fue de 55 °C.

El protocolo para la PCR anidada del marcador genético *tpi*, amplifica un fragmento del gen de 530 pb. Para la primera reacción, el volumen final de la reacción fue de 50 µL, en el cual, la cantidad de ADN molde fue de 2 µL. Los cebadores utilizados en la primera reacción fueron AL3543 y AL3546 y, para la segunda reacción, se utilizaron AL3544 y AL 3545. En ambos casos la concentración de los mismos fue de 10 µM, utilizando 1 µL de cada uno. Para ambos casos, la amplificación tuvo un paso inicial de 5 minutos a 94 °C, seguido de 35 ciclos durante 45 segundos a la misma temperatura para la desnaturalización, luego, la hibridación que consistió en 45 segundos a 50 °C, posteriormente la elongación que se realizó durante un minuto a 72 °C y finalmente una extensión durante 10 minutos a 72 °C.

Los materiales necesarios para realizar las PCR son: Gradillas con hielo; micropipetas y puntas; primers; dNTPS (soluciones de trifosfatos de desoxirribonucleótido); alícuotas de agua destilada autoclavadas; eppendorf de 0.2 mL y 1.5 mL y termociclador (Thermo Cycler C 1000).

En el laboratorio, se realiza MM multiplicando las cantidades referidas anteriormente según el número de muestras a procesar, añadiendo 2 más de error, de la siguiente manera: se toma una alícuota de agua destilada, en un eppendorf de 1.5 mL previamente rotulado como MM; se pipetea los cebadores y la enzima (MyTaq); se realiza vórtex por 15 segundo seguido de un spin y, se procede a servir las cantidades exactas para cada muestra en los eppendorf de 0.2 mL a los que, posteriormente, se añade la cantidad de ADN indicada en la reacción (5 µL). El volumen final para cada

uno de estos será de 25 µL. Se les realizará un spin y se pondrá en el termociclador C 1000 MJ mini de manera equilibrada y con las condiciones térmicas mencionadas anteriormente según sea la PCR (directa o anidada).

B) PCR BLASTOCYSTIS SP.: DETECCIÓN Y CARACTERIZACIÓN

Para realizar la detección de *Blastocystis* sp. se procedió con un protocolo de PCR directa para la amplificación de un fragmento de 600 pb cuya diana es el gen *ssu* rRNA del parásito. Los amplicones que se obtienen de la secuenciación Sanger de esta PCR permite identificar la especie y el subtipo del parásito. Para ello, la reacción se realizó en un volumen total de 25 µL que contenía 5 µL del ADN molde, 1,25 µL de cada uno de los cebadores Pan-*Blastocystis* RD5 y BhRD_r, con una concentración de 10 µM. La amplificación tuvo un paso inicial de 3 minutos a 95 °C, seguido de 30 ciclos a 94 °C durante 1 minuto para la desnaturalización, luego la hibridación a 59 °C durante 1 minuto, la elongación durante 1 minuto a 72 °C y finalmente la extensión durante 2 minutos a 72 °C.

Para la realización de esta PCR se necesita: Cebadores para *Blastocystis* sp.; micropipetas y puntas; ADN previamente extraído; alícuotas de agua destilada autoclavadas; gradillas congeladas; termociclador y eppendorf de 0.2 ml y 1.5 ml.

ADN -----	5 µL	
5x Buffer -----	5 µL	
RD5 (F) 10 µM -----	1.25 µL	
BhRD (R) 10 µM -----	1.25 µL	Máster Mix (MM)
MyTaq (5u/ µL) -----	0.5 µL	
H2od (12 µL) -----	12 µL	
TOTAL -----	25 µL	

La marcha analítica en el laboratorio coincide con la descrita anteriormente para la PCR de *Giardia duodenalis*.

C) PCR ENTAMOEBA COMPLEJO: DETECCIÓN Y CARACTERIZACIÓN

Para la detección y caracterización de *E. histolytica* o *E. dispar* se utilizó una qPCR amplificando un fragmento de 172 pb del marcador molecular *ssu* rARN del parásito. La reacción se llevó a cabo en un volumen final de 25 µL conteniendo 3 µL de ADN molde. Los cebadores utilizados fueron TREhdF/TREhdR (común a ambas especies) en concentración de 10 µM, con las sondas de hidrólisis TaqMan® de doble marcaje FAMTM/MGBTM (*E. histolytica*) y VICTM/MGBTM (*E. dispar*) ambas en concentración

de 0,2 µM y 12,5 µL del tampón TaqMan® Gene Expression Master Mix (Applied Biosystems). El protocolo de amplificación consistía en un paso previo de 2 min a 55 °C y 15 min a 95 °C seguido de 45 ciclos de 15 s a 95 °C y 1 min a 60 °C. Las señales de fluorescencia (FAMTM: 510 nm y VICTM: 580 nm) fueron determinadas al final de la etapa de hibridación en cada ciclo de amplificación.

D) PCR CRYPTOSPORIDIUM SPP.: DETECCIÓN Y CARACTERIZACIÓN

Para detección de muestras positivas a este parásito, se utilizó un protocolo de PCR anidada que amplifica un fragmento de 587 pb del gen *ssu* rARN. La reacción se realizó en un volumen final de 50 µL que contenían 3 µL del ADN molde, para ello se utilizaron los cebadores CR-P1/CR-P2 para la reacción primaria y CR-P3/CPB-DIAGR para la reacción secundaria en una concentración de 10 µM y una cantidad de 1,5 µL de cada uno. El paso inicial del protocolo de amplificación fue de 94 °C durante 3 minutos, seguido de 35 ciclos a 94 °C durante 40 segundos para la desnaturalización, luego, 50 °C durante 40 segundos para la hibridación, posteriormente, 72 °C durante 1 minuto para la elongación y finalmente, 72 °C durante 10 minutos.

A continuación, para la identificación como *C. hominis* o *C. parvum*, se utilizó un protocolo de PCR anidada que amplificaba un fragmento de 870 pb del marcador molecular *gp60* del parásito. La reacción se llevó a cabo en un volumen final de 50 µL conteniendo 2 µL de ADN molde en la primera PCR y 3 µL en la segunda PCR. Los cebadores utilizados en la primera reacción fueron AL-3531_F/AL-3535_R y, para la segunda reacción fueron AL-3532_F/AL-3534_R, ambas en concentración de 10 µM. El protocolo de amplificación de la primera PCR consistía en un paso inicial a 94 °C durante 5 min seguido de 35 ciclos a 94 °C durante 45 s (desnaturalización), 59 °C durante 45 s (hibridación) y 72 °C durante 1 min (elongación), con una extensión final a 72 °C durante 10 min. El protocolo de amplificación de la segunda PCR era idéntico al descrito anteriormente con la única diferencia de que la temperatura de hibridación era de 50 °C.

E) PCR CYSTOISOSPORA: DETECCIÓN Y CARACTERIZACIÓN

Para la detección y caracterización de *Cystoisospora*, se utilizó un protocolo PCR, amplificando un fragmento de 450 pb del gen ITS1-rARN del parásito. La reacción se llevó a cabo en un volumen final de 25 µL, conteniendo 2 µL del ADN molde, los cebadores utilizados para la primera reacción fueron ITSF_F/EMR7_R y para la segunda reacción ITSGF_F/ITSR2_R en una concentración de 10 µM. El protocolo de la amplificación para la primera PCR consistía en tres pasos previos iniciando con 94 °C durante 2 minutos, seguido de 62 °C durante 1 minuto, 72 °C durante 2 minutos y finalmente 45 ciclos de la siguiente manera: 94 °C durante 30 segundos para la

desnaturalización, seguido de 62 °C durante 20 segundos para lograr la hibridación, 72 °C durante 35 segundos para la elongación y finalmente una extensión a 72 °C durante 7 minutos. Para la segunda PCR el protocolo es igual a este, con la diferencia de que los ciclos son de 30 y la temperatura para lograr la hibridación es de 55 °C. Para la segunda PCR el protocolo es igual, cambiando la temperatura del segundo paso a 68 °C y la temperatura de la hibridación 68 °C.

F) PCR ENTEROCYTOZON BIENEUSI: DETECCIÓN Y CARACTERIZACIÓN

Para la detección y caracterización de *E. bieneusi* se utilizó un protocolo de ITS PCR, amplificando un fragmento de 390 pb del marcador molecular *ssu* rARN del parásito. La reacción se llevó a cabo en un volumen final de 50 µL, conteniendo 1 µL del ADN molde, los cebadores utilizados para la primera reacción fueron EBITS3/EBITS4 y para la segunda reacción EBITS1/EBITS2.4 en una concentración de 10 µM. El protocolo de la amplificación para la primera PCR consistía en un paso previo a 94 °C durante 3 minutos, seguido de 35 ciclos a 94 °C durante 30 segundos para la desnaturalización, seguido 57 °C durante 30 segundos para lograr la hibridación, 72 °C durante 40 segundos para la elongación y finalmente una extensión a 72 °C durante 10 minutos. Para la segunda PCR el protocolo es igual a este, con la diferencia de que los ciclos son de 30 y la temperatura para lograr la hibridación es de 55 °C.

G) PCR ENCEPHALITOZON SPP.: DETECCIÓN Y CARACTERIZACIÓN

Para la detección y caracterización de *Encephalitozoon* spp. se utilizó un protocolo de PCR anidada. La primera PCR utilizó el par de cebadores Mic-F1/Mic-R1 que amplificaban un fragmento de 268 - 279 pb del gen *ssu* rARN. La PCR se llevó a cabo en un volumen de 25 µL, conteniendo Las condiciones de la PCR consistían en: Un paso inicial a 95 °C durante 15 minutos, seguido de 45 ciclos a 94 °C durante 60 segundos, 54 °C durante 90 segundos, 72 °C durante 90 segundos y finalmente 72 °C durante 10 minutos.

2.4.2.5.- Electroforesis en gel de agarosa

Para realizar la electroforesis en gel de agarosa se utilizará: agarosa; solución TAE1x (Tris base 48,1 g/L, ácido acético 1,14% y EDTA 10 µM); colorante de nucleótidos (Safe View); equipo de electroforesis; Erlenmeyer de 50 ml; micropipetas y puntas; buffer de carga 6x (LD); estándar de peso molecular; control positivo; papel Parafilm y ADN purificado.

La electroforesis, es una técnica muy utilizada para separación y caracterización de moléculas, especialmente ácidos nucleicos en función de su tamaño, carga y forma. La muestra de ADN es cargada en pozos realizados en un extremo del gel, al que se le aplicará corriente eléctrica la cual provocará un arrastre de la molécula de ADN en función de su peso molecular durante un tiempo determinado. Esto, sucede debido a que los fragmentos tienen carga negativa, que será atraída por los electrodos positivos. La finalidad de la electroforesis es validar si la PCR logró la amplificación del fragmento de ADN procesado. El tamaño de los productos amplificados en la PCR (pares de bases) se determinará gracias al estándar de peso molecular que tendrá fragmentos conocidos de distinto tamaño.

El gel se fabrica disolviendo agarosa en una solución tampón (TAE 1x). La mezcla se pondrá a hervir por algunos segundos para una completa homogeneización, se dejará enfriar a 37°C para agregar la solución colorante de nucleótidos (Safe View). Esto con la finalidad de que el colorante no pierda sus propiedades. A continuación, esta solución se verterá en un recipiente adecuado, que garantiza que el gel quede completamente plano, nivelado y con las dimensiones necesarias. A este gel, se le pondrá un molde con forma de peine que servirá para formar los pozos que posteriormente se llenarán con las muestras (**Figura 22**). Una vez puesto el molde, se deja solidificar el gel por al menos 20 minutos. Se deberá cubrir con papel aluminio debido a la fotosensibilidad del colorante.

El gel solidificado tendrá una apariencia opaca. Se procederá a retirar el molde, quedando los pozos perfectamente formados y se sumergirá en la solución tampón, verificando que los pocillos se rellenen con esta solución.

Para cargar las muestras en el gel, se coloca sobre una tira de papel parafilm 2 µL del LD, por cada una de las muestras a procesar junto con el control positivo (C+) y el estándar. En el caso del control positivo se pondrá 2 µL y, en el caso del estándar 5 µL. Para cada una de las muestras se pondrá 10 µL de ADN. Se carga inmediatamente la cantidad total en cada uno de los pozos del gel, teniendo cuidado de no perforarlo con la punta de la pipeta. Cuando todas las muestras quedan cargadas, se tapa el contenedor del recipiente de electroforesis, verificando que los electrodos estén en posición correcta de dirección de la corriente. Se conecta a 70 Voltios, se cubre todo con papel aluminio y se deja correr durante al menos 35 minutos.

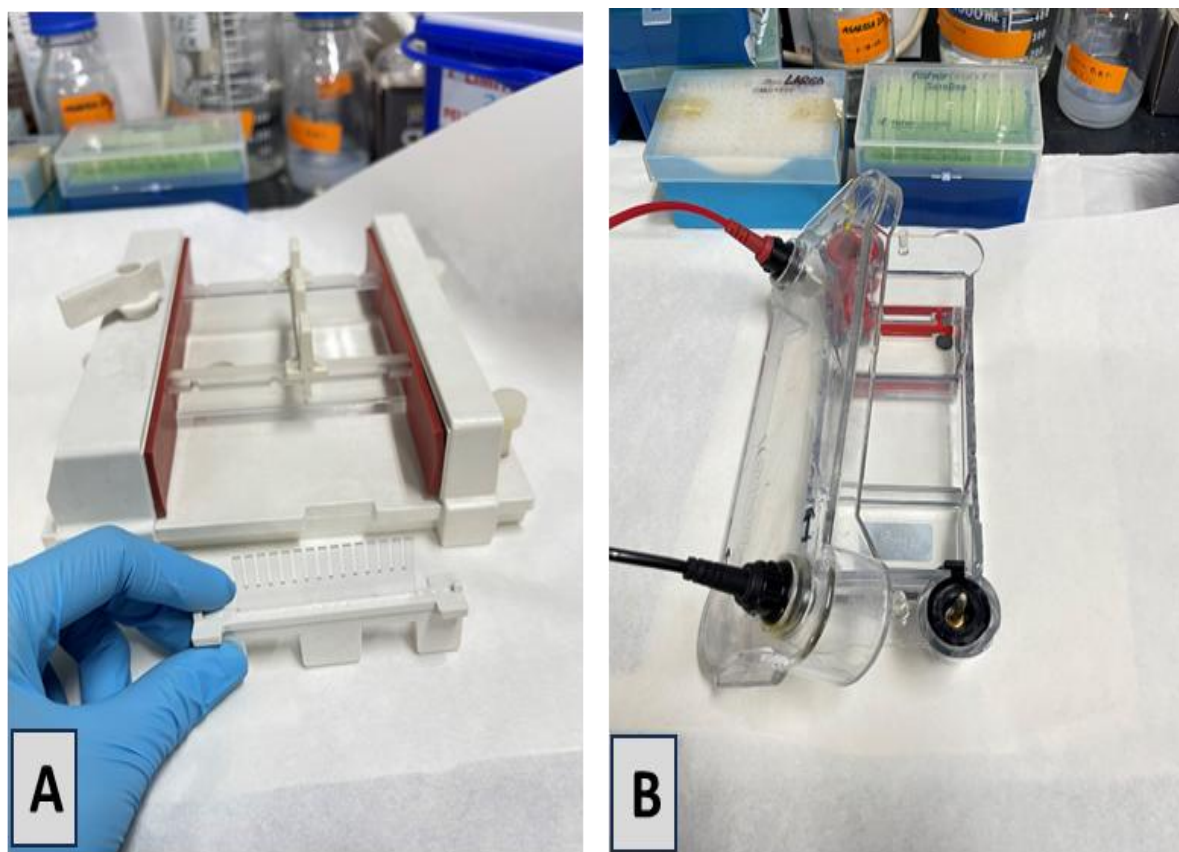


Figura 22: Equipo de electroforesis: (A) recipiente para el gel y peines para formar pocillos; (B) Recipiente de electroforesis con solución tampón.

Una vez transcurrido este tiempo. Se apaga la corriente del equipo y se retira el gel teniendo cuidado de no romperlo. En ese mismo momento, si la muestra se ha procesado correctamente, se deben visualizar barras de color azul perfectamente alineadas. Se procede entonces a encender el equipo de luz ultravioleta (ChemiDoc™, Bio-Rad), para ver las bandas de ADN de color verde fluorescente (**Figura 23**).

Cabe señalar que, el gel de agarosa para realizar electroforesis de las muestras de *Blastocystis* sp. es al 2%. Mientras que, para realizar las de *G. duodenalis* es al 1%.

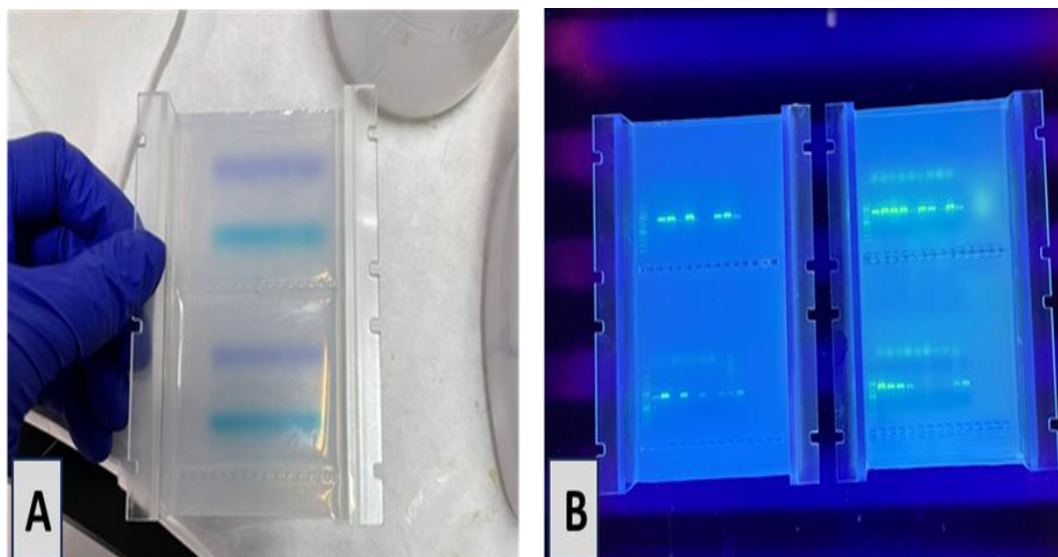


Figura 23: (A) Gel de agarosa posterior a la electroforesis; (B) Visualización del gel en el equipo de luz ultravioleta.

2.4.2.6.- Purificación de ADN

El ADN está constituido por dos cadenas de nucleótidos que unidos entre si forman una doble hélice. A su vez, los nucleótidos están conformados por azúcar, fosfatos y bases nitrogenadas que al unirse forman el esqueleto de la molécula, la cual, en sus componentes, tienen unas características físico-químicas que hacen que se adhieran biomoléculas o partículas que dificultarán o impedirán el tratamiento posterior de la misma. Por ello, es necesario realizar la purificación de ADN con el fin de eliminarlas mediante la utilización de soluciones preparadas que son capaces de retener la molécula de ADN y separarla del resto de biomoléculas.

Para realizar la purificación de ADN se necesita: Mi-PCR Purification Kit (Metabion); eppendorf de 1.5 mL; micropipetas y puntas; agitador vórtex y centrífuga.

El procedimiento se inicia pipeteando 10 μ L de ADN en los eppendorf de 1.5 mL previamente etiquetados, a los cuales se añade 500 μ L de Buffer Px, seguido de un vórtex de 20 segundos. Luego se pipeteará todo el contenido en las columnas previamente etiquetadas (incluidas en el kit). Se centrifugará a 13000 rpm durante 1 minuto y se descartará los residuos del tubo colector. Posteriormente, se añade a la columna 500 μ L de Buffer WN seguido de un centrifugado a 13000 rpm durante 1 minuto. Se descarta los residuos y se añade 500 μ L de Buffer WS seguido de un centrifugado a 13000 rpm durante 5 minutos. Al terminar el centrifugado se descarta los residuos.

Las columnas serán colocadas en los nuevos eppendorf y se les añadirá 15 μ L de Buffer EB (Elution Buffer) seguido de un tiempo de incubación de 2 minutos a temperatura

ambiente. Se centrifugará a 13000 rpm durante 2 minutos y finalmente se descartará las columnas. El resultado final será el ADN purificado. Este deberá permanecer en nevera a 4°C si se hará secuenciación dentro de las siguientes 24 horas, de lo contrario se deberá congelar a -20°C.

2.4.2.7.- Secuenciación Sanger

Las muestras purificadas, con sus respectivos primers, fueron enviadas al edificio de Servicio Central de Soporte a la Investigación Experimental (SCSIE) en donde realizaron las secuenciaciones Sanger mediante electroforesis capilar con BigDye® Terminator Chemistry (Applied Biosystems en ambas direcciones forward y reverse (F y R) utilizando los primers descritos para las PCR y un secuenciador automatizado ABI PRISM 3130.

Una vez recibidas las lecturas de las secuencias en ambas direcciones, forward (F) y reverse (R), se procedió a realizar el análisis de los datos. La visualización gráfica de las secuencias se realizó a través del software Chromas, software gratuito en su versión 2.6.6 (**Figura 24**) y con el software gratuito Molecular Evolutionary Genetics Analysis (MEGA) versión 11.0.13 se realizó una comparación de las secuencias junto con la herramienta online Public databases for molecular typing and microbial genome diversity (PubMLST).

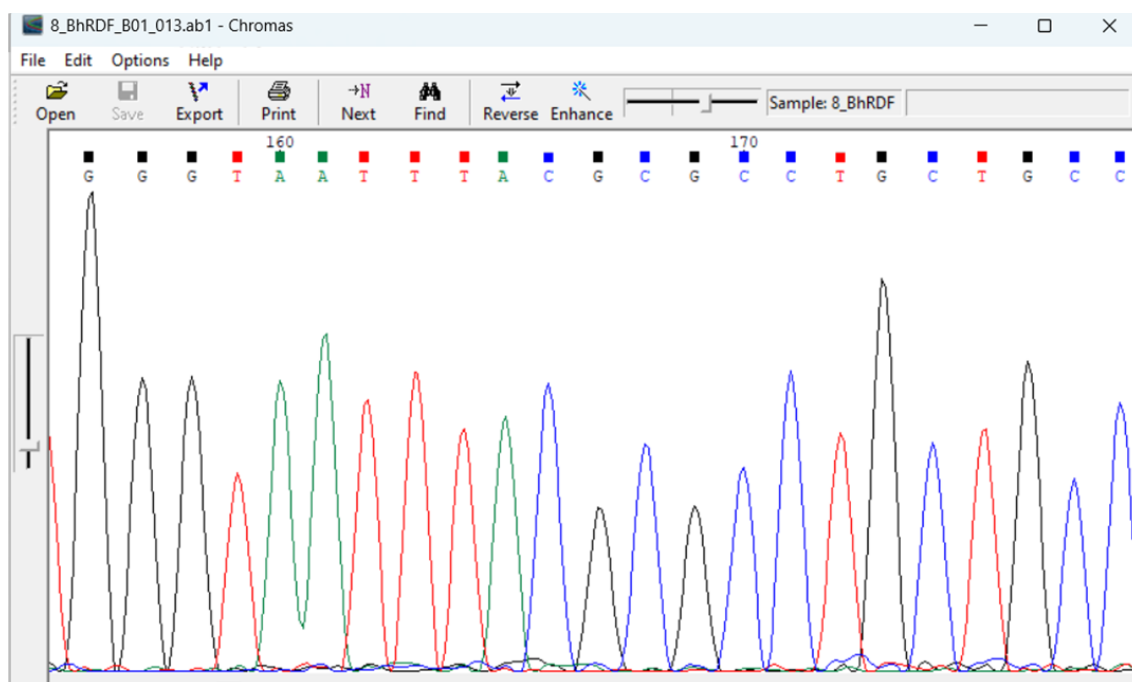


Figura 24: Visualización de una secuencia forward de *Blastocystis* sp.

La comparación de las secuencias, utilizando el software de Análisis Genético Evolutivo Molecular (MEGA) (Kumar *et al.*, 2018), se realizó utilizando ambas lecturas F y R alineadas en la misma dirección. Se verificó la secuencia más larga y completa (sin errores) que fue considerada como secuencia consenso. Esta, se utilizó para comparar con las referencias existentes en las bases de datos mundiales y de esta manera, hacer la identificación de los subtipos y genotipos (**Figura 25**).

Para el caso de *Blastocystis* sp., la secuencia consenso fue introducida en PubMLST (https://pubmlst.org/bigdb?db=pubmlst_blastocystis_seqdef&page=sequenceQuery). Donde de manera totalmente automatizada se realiza la comparación de las secuencias hasta encontrar una idéntica o muy similar y, en cuestión de segundos se identifica el subtipo y alelo de nuestra muestra de ADN (**Figura 25**).

A

M11: Alignment Explorer

DNA Sequences

Species/Abbrv	Sequence
1.8_BhRDF	ATTACGCGGCTGCTGGCAGCACTTGCCTCCAATGGCTTATCGATAAGAGTTGTACGTTGTTCTCAA
2.8_RD5	ATTACGCGGCTGCTGGCAGCACTTGCCTCCAATGGCTTATCGATAAGAGTTGTACGTTGTTCTCAA

Secuencia consenso

B

PubMLST Public databases for molecular typing and microbial genome diversity

Home > Organisms > *Blastocystis* spp. > *Blastocystis* typing > Sequence query

Sequence query

Please paste in your sequence to query against the database. Query sequences will be checked first for an exact match against the chosen matches will be identified if an exact match is not found. You can query using either DNA or peptide sequences. ⓘ

Please select locus/scheme — Order results by —

All loci — locus —

Enter query sequence (single or multiple contigs up to whole genome in size) — Alternatively upload FASTA file

Select FASTA file: ⓘ

Click to select or drag and drop...

1 exact match found.

Translate query

Locus	Allele	Length	Contig	Start position	End position	Attributes	Comments
18S rRNA barcode	11	350	Query	104	453	subtype: ST2	

Figura 25: (A) Comparación de las secuencias forward y reverse de una muestra positiva para *Blastocystis* sp.; (B) Búsqueda en la base de datos de la secuencia consenso y su resultado.

En el caso de *G. duodenalis*, se utilizaron secuencias de referencia Beta-giardina (**Figura 26**), las cuales fueron compartidas por el Dr. David Carmena del Instituto de Salud Carlos III. De forma manual, se fueron descartando las secuencias que presentaban mayores diferencias hasta seleccionar la más idéntica a la secuencia consenso, definiendo el genotipo.



Figura 26: Secuencias forward y reverse de muestra positiva para *Giardia duodenalis* y secuencias de referencia.

A) SECUENCIACIÓN DE PRÓXIMA GENERACIÓN (NGS) PARA BLASTOCYSTIS SP.

La secuenciación NGS (por sus siglas en inglés next-generation sequencing) es una tecnología utilizada para la determinación de secuencias de ADN ó ARN con el objetivo de estudiar variantes genéticas, número de copias e incluso mezclas de ARN. Permite la secuenciación de muchas cadenas de ADN al mismo tiempo y se pueden estudiar cientos de miles de genes al mismo tiempo en múltiples muestras, contrario a lo que ocurre en la secuenciación Sanger, que realiza una secuencia al tiempo mediante electroforesis por capilaridad. Pese a esto, los resultados de NGS se verifican a menudo con secuenciación Sanger. Cada análisis de NGS genera una cantidad de datos complejos que son lecturas breves del ADN ó ARN. En este caso, se utilizó la región Santin del gen *ssu* rRNA de *Blastocystis* sp. mediante tecnología Illumina (secuenciación por síntesis).

2.4.3.- Análisis estadístico

En este apartado se procederá a describir el procesamiento estadístico aplicado para organizar datos obtenidos a los que luego se les aplicó pruebas estadísticas con sus respectivos fundamentos de las pruebas aplicadas.

2.4.3.1.- Base de datos, tabulación y gráficos

Para organizar los datos obtenidos se realizó una base de datos en el Excel 2024/Hojas de cálculo de Google, donde se realizó la tabulación de la información de cada una de las muestras obtenidas de manera en que se facilitara la clasificación. Asimismo, se utilizó Excel 2024 para elaborar los gráficos de los resultados obtenidos.

2.4.3.2.- Metodología del análisis estadístico

El tratamiento estadístico se ha realizado con el programa OpenEpi (Open Source Epidemiologic Statistics for Public Health), Versión 3.01. OpenEpi es un software gratuito y de código abierto para estadísticas sobre epidemiología, que se ejecuta desde un servidor web. Es un proyecto de código abierto que puede sustituir y/o complementar otros programas estadísticos de uso habitual, pese a no ser un producto directo de los Centros para el Control y Prevención de Enfermedades (CDC) tienen comunicación frecuente y los mismos objetivos. Las muestras fueron tratadas con estadística tanto descriptiva como inferencial con los test que se describen a continuación.

A) ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA

Esta estadística recoge, procesa, presenta y analiza la información de la población que se pretende estudiar y da los resultados de la situación general de cada población, lo cual permite analizar y posteriormente hacer comparaciones (Martínez-Vaca., 2003).

Utilizando esta estadística, se calculó la prevalencia, proporción de la población parasitada de este estudio, en un período de tiempo al tratarse de un estudio puntual (Hernández, Fernández, & Baptista, 2007). Se calcula a partir de la proporción de menores infectados con alguna especie parásita, dividido por la totalidad de menores que conforman este estudio. A su vez, esa proporción es multiplicada por 100 para obtener así un porcentaje de infección por cada especie. Dicho de otra manera, la forma de calcular es la siguiente:

Prevalencia= (Nº parasitados / Total individuos del estudio) X 100

Las prevalencias sirven para formar estadísticas de riesgo para futuras intervenciones que puedan prevenir las infecciones. Se ha trabajado igualmente con frecuencia y

distribución que se define como una disposición de datos estadísticos tabulados y ordenados en un orden que puede ser ascendente o descendente, de acuerdo a la frecuencia de los datos (Hernández, Fernández, & Baptista, 2007).

B) ESTADÍSTICA INFERENCIAL

Esta estadística se utiliza para hacer una predicción de algo que podría ocurrir, partiendo de la información obtenida de la estadística descriptiva (Martínez-Vaca, 2003). La estadística inferencial representa las relaciones entre un conjunto de variables relacionándolas entre sí y prediciendo valores esperados de alguna variable o un grupo de ellas. La inferencia va de la mano de una probabilidad de acierto, esto es la probabilidad de equivocarse debido a que no existe la evidencia total. En este estudio el nivel de significancia establecido fue del 0,05 ($p\text{-Valor}=0,05$), lo cual quiere decir que la hipótesis sugerida tiene un 95% de fiabilidad y solamente un 5% de equivocación.

De igual forma, también se aplicó a estas muestras el cálculo del intervalo de confianza, que es un conjunto de valores a partir de una muestra, dando la posibilidad de que el parámetro medido se encuentre dentro de dicho intervalo con un nivel de confianza que permite esperar que el 95% de población contenga la medida y el 5% restante no lo contendría, lo que quiere decir que, si el estudio se repitiera 100 veces, el 95% de las prevalencias incluiría el valor del parámetro.

C) PRUEBA DE CHI CUADRADO (χ^2)

El tratamiento estadístico que se utilizó para comprobar la hipótesis acerca de la relación entre dos o más variables, es decir, el grado de asociación entre diferentes variables epidemiológicas fue la prueba de chi cuadrado (χ^2). Esta prueba evalúa la hipótesis acerca de la relación de dos variables sin indicar el grado o el tipo de relación, esta prueba no indica el porcentaje de una variable sobre otra y tampoco la causa de la influencia.

Para hacer el cálculo, se suele utilizar una tabla 2x2, cuando sólo se comparan dos variables (sexo); cada variable aparece a un lado de la tabla con sus respectivos valores positivos y negativos (arriba y abajo). De esta manera se logra identificar si hay o no diferencias estadísticamente significativas entre los resultados y las variables epidemiológicas comparadas. Cuanto mayor sea el valor de la χ^2 obtenido menos seguro es que la hipótesis sea correcta y cuanto más se aproxime al resultado de cero (0) más segura resultará la hipótesis.

En el caso de que la comparación se realice entre más de dos variables (edades) se utiliza una tabla FxC (dos columnas), en este caso, los valores positivos y negativos se encuentran uno en frente del otro.

Cuando se calcula χ^2 en un paquete estadístico computacional, el resultado se muestra con su respectiva significancia, en caso de que esta sea menor de 0,05 ($p < 0,05$), la hipótesis es aceptada.

D) PRUEBA T DE STUDENT

Este test es paramétrico. Se utiliza para comparar medias de una variable numérica (variable dependiente) en relación a una variable nominal (variable independiente) que se puede representar solo por dos valores. Cuando se acepta una hipótesis nula, se asume que no hay diferencias significativas entre las medidas de las dos variables comparadas. Al ser paramétrico, admite la distribución de datos de cada grupo y también varianzas iguales en los dos grupos.

El test t de student se utilizó para buscar significancia estadística en cuanto a la intensidad de la infección por geohelminths entre las islas, considerando que existe diferencia estadísticamente significativa cuando el resultado tenía un valor de $p < 0,05$.

Para realizar el test t de student, se tomaron los siguientes datos: tamaño de una muestra, media y desviación estándar de cada grupo de variables a comparar para posteriormente introducirlos en el software OpenEpi donde se obtiene el valor estadístico.

E) TEST NO PARAMÉTRICOS

Dado el escaso número de muestras disponibles en algunas islas analizadas, se consideró aplicar pruebas estadísticas no paramétricas en estos casos. La elección de estos test busca preservar la validez de los análisis sin comprometer la integridad estadística de los resultados, adaptándose a las limitaciones impuestas por el tamaño muestral reducido. Este enfoque resulta adecuado en contextos donde no se garantiza el cumplimiento necesario para la aplicación de test paramétricos, los cuales necesitan tamaños muestrales mayores para su validación.

En el caso de los datos cualitativos, el test no paramétrico más idóneo a aplicar es el test exacto de Fisher, adecuado para tablas de contingencia 2x2 y útil cuando el tamaño muestral es muy reducido. Y, en el caso de los datos cuantitativos, el test no paramétrico más idóneo a aplicar es el test de U Mann-Whitney (Wilcoxon).



CAPÍTULO TERCERO

3.- CAPÍTULO TERCERO: RESULTADOS

En el capítulo tercero se procede a reflejar todos los resultados obtenidos durante la realización de la presente Tesis Doctoral.

3.1 EN EL CONJUNTO DE LAS ISLAS

En primer lugar, se procede a plasmar los resultados globales, en términos del espectro de parasitación y de las prevalencias de parasitación, de todo el estudio realizado sobre parasitación intestinal en población infantil de las distintas Islas nicaragüenses que conforman este estudio.

Tal y como se observa en la **Tabla 10**, el espectro parasitario general está conformado por 17 especies, de las cuales 13 corresponden a protozoos y tan solo 4 a helmintos. Además, se encontró que el 68,84% de la población era positiva para al menos una especie parásita. Cabe destacar también, la diferencia entre el alto porcentaje de parasitación por protozoos (65,14%) frente al relativamente reducido porcentaje (21,78%) correspondiente a helmintos ($p < 0,0001$).

Al hacer una revisión más detallada entre las prevalencias de parasitación por grupos, se encontró que, dentro de los protozoos, la más elevada corresponde a infecciones por *Blastocystis* sp. (37,36%), seguido de *Entamoeba coli* (23,31%), *Giardia duodenalis* (22,98%) y *Endolimax nana* (18,84%). Las demás especies presentan prevalencias menores del 10,00%.

La presencia de dos especies de Myxosporideos (*Henneguya* spp. y *Myxobolus* spp.), por tratarse de parásitos en tránsito, ya se comentará detalladamente en la Isla donde se dio la parasitación.

A pesar de la clasificación actualmente reconocida de stramenopiles protista, *Blastocystis* sp. se ha considerado dentro del grupo de protozoos potencialmente patógenos. Así, se deduce la presencia tanto de especies patógenas/potencialmente patógenas (P/PP) como de especies comensales (C). En este estudio, del total de población positiva, la infección por especies P/PP alcanzó un 87,00% mientras que la infección por especies C alcanzó un 13,00%.

En cuanto a helmintos se refiere, los geohelmintos alcanzaron las prevalencias más elevadas (31,48%), siendo que *Trichuris trichiura* y *Ascaris lumbricoides* alcanzaron las mayores prevalencias (19,06% y 11,22%, respectivamente). Las demás especies de helmintos presentaron prevalencias menores a 2,00%.

Tabla 10. Espectro parasitario y prevalencias globales del estudio microscópico y molecular (*= E. histolytica/ E. dispar/ E. moshkovskii; %= prevalencia; IC-95%= intervalo de confianza 95%).

N=918	n	%	IC 95%
Protozoos	598	65,14	62,01 - 68,17
<i>Entamoeba coli</i>	214	23,31	20,66 - 26,13
<i>Entamoeba</i> Complejo *	30	3,26	2,25 - 4,57
<i>Entamoeba dispar</i>	4	0,43	0,13 - 1,04
<i>Entamoeba hartmanni</i>	65	7,08	5,55 - 8,87
<i>Endolimax nana</i>	173	18,84	16,41 - 21,47
<i>Iodamoeba butschlii</i>	14	1,52	0,87 - 2,48
<i>Chilomastix mesnili</i>	16	1,74	1,03 - 2,75
<i>Dientamoeba fragilis</i>	4	0,43	0,13 - 1,04
<i>Giardia duodenalis</i>	211	22,98	20,35 - 25,79
<i>Cryptosporidium hominis</i>	2	0,21	0,03 - 0,71
<i>Blastocystis</i> sp.	343	37,36	34,28 - 40,53
<i>Henneguya</i> spp.	7	0,76	0,33 - 1,50
<i>Myxobolus</i> spp.	11	1,19	0,63 - 2,07
Helmintos	200	21,78	19,21 - 24,54
<i>Hymenolepis nana</i>	3	0,32	0,08 - 0,88
Ancylostómidos	11	1,19	0,63 - 2,07
<i>Trichuris trichiura</i>	175	19,06	16,62 - 21,7
<i>Ascaris lumbricoides</i>	103	11,22	9,29 - 13,39
TOTAL +	632	68,84	65,79 - 71,78
TOTAL -	286	31,15	28,22 - 34,21

En las **Figuras 27** y **Figuras 28** se observa algunas de las especies de protozoos y de las especies de helmintos detectadas en el desarrollo de esta Tesis Doctoral.

Finalmente, en este capítulo se procederá a plasmar los resultados que se obtuvieron en este estudio en dos apartados: el primero contendrá todos los resultados de diagnóstico a nivel microscópico, obtenidos en el laboratorio de la facultad de las diferentes Islas estudiadas; y un segundo apartado que abordará todo el trabajo molecular realizado con las muestras de Corinto en el Instituto de Salud Nacional Carlos III (ISCIII) en Madrid.

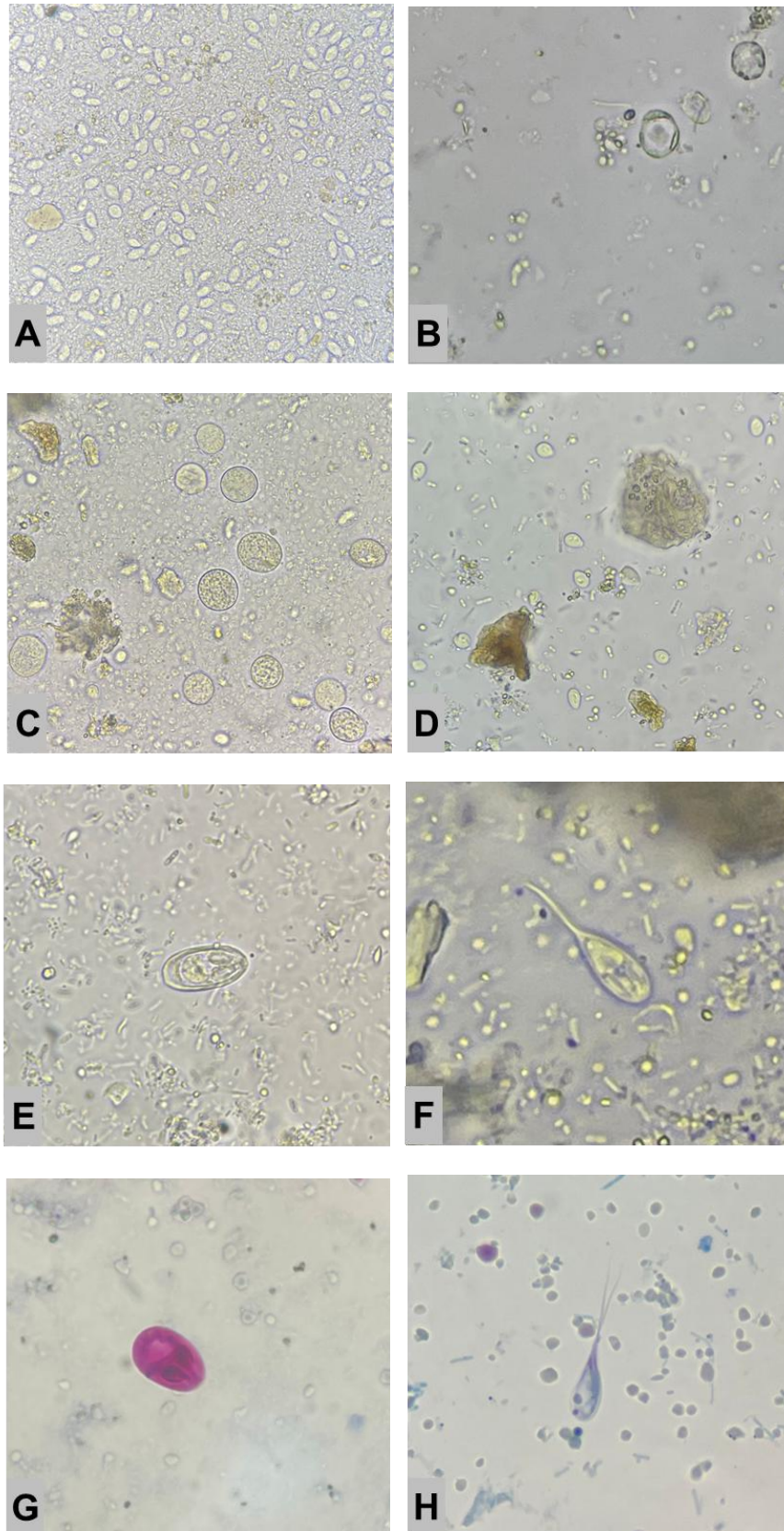


Figura 27: Microfotografías de algunos protozoos identificados en la presente Tesis Doctoral **(A)** quistes de *Giardia duodenalis* (13 μ m); **(B)** *Blastocystis* sp. (15 μ m); **(C)** quistes de *Entamoeba coli* (22 μ m); **(D)** quiste de *Chilomastix mesnili* (9 μ m); **(E)** espora de *Myxobolus* spp. (15 μ m); **(F)** espora de *Henneguya* spp. (39 μ m).; **(G)** espora de *Myxobolus* spp. teñida con Ziehl Neelsen modificado; **(H)** espora de *Henneguya* spp. teñida con Ziehl Neelsen modificado.

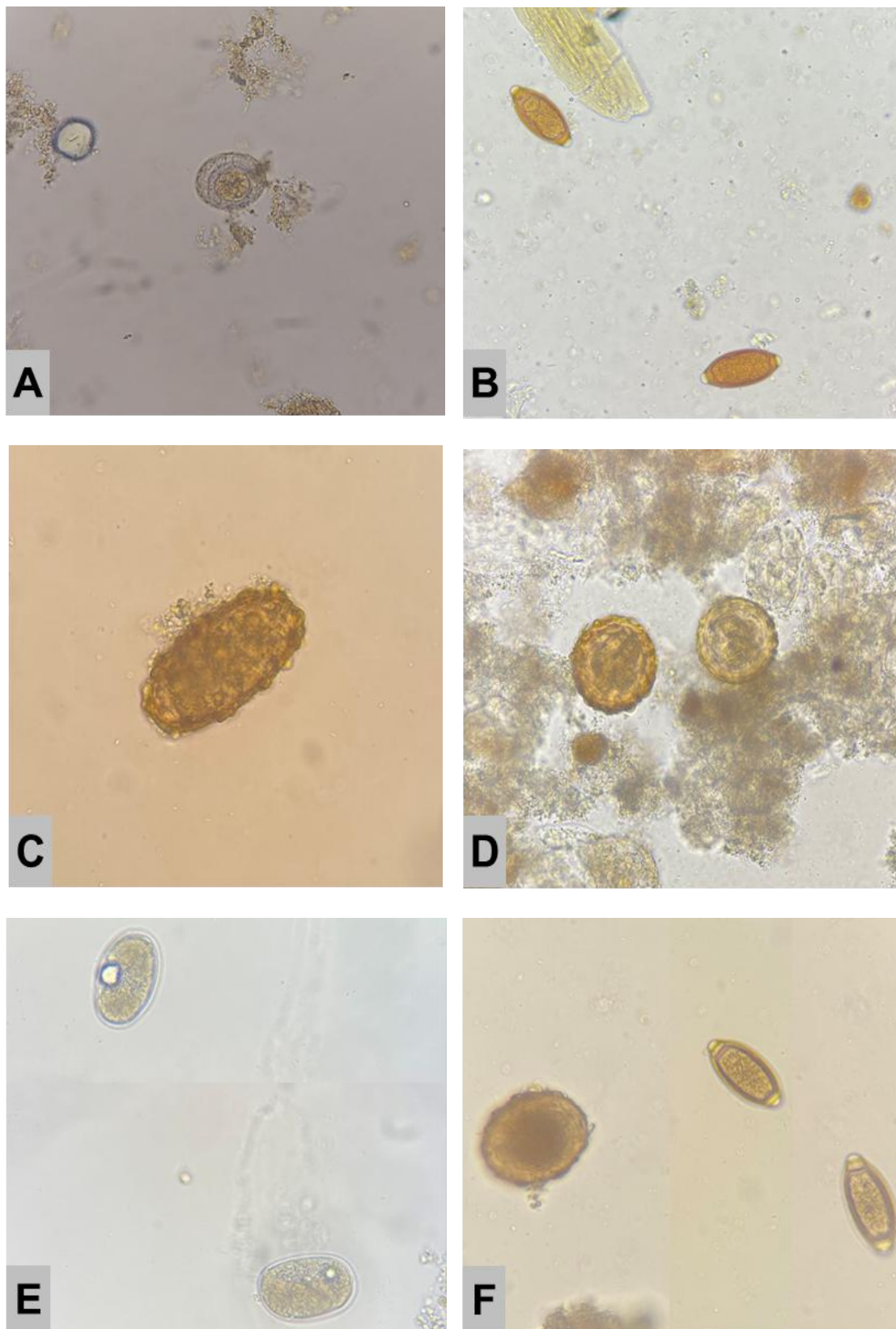


Figura 28: Microfotografías de los helmintos identificados en la presente Tesis Doctoral. **(A)** huevo de *Hymenolepis nana* (50x30); **(B)** huevos de *Trichuris trichiura* (50x20 μm); **(C)** huevo de *Ascaris lumbricoides* infértil (89x70 μm); **(D)** huevos de *Ascaris lumbricoides* (63x40 μm); **(E)** huevos de Ancylostómidos (65x39 μm); **(F)** huevo de *Ascaris lumbricoides* y *Trichuris trichiura*.

3.2.- DIAGNÓSTICO A NIVEL MICROSCÓPICO

Los resultados obtenidos con el diagnóstico a nivel microscópico de las diferentes islas se plasmarán siguiendo un orden basado en la división política del país, iniciando por los Departamentos y continuando con las Regiones Autónomas.

3.2.1.- EN LAS DIFERENTES ISLAS

Se abordará, en principio, el espectro parasitario y las prevalencias de parasitación totales de cada Isla, así como los resultados por sexo y edad. Cabe mencionar que los grupos de edades, según criterios de la OMS, se han establecido en 4 rangos: 1 a 5 años, prescolares, 6 a 11 años, escolares, 12 a 14 años, preadolescentes; y 15 a 17 años, adolescentes. Posteriormente, se analizará los casos de monoparasitismo y multiparasitismo teniendo en cuenta el sexo y la edad como variables comparativas. Finalmente, se plasmará los resultados obtenidos en cada una de las comunidades estudiadas en cada Isla.

3.2.1.1.- Isla Corinto (Departamento de Chinandega)

A) EN EL TOTAL DE LA ISLA

En el Departamento de Chinandega, la población estudiada fue de 88 menores. En total, se encontró un espectro parasitario de 10 especies: 8 correspondientes a protozoos y, tan solo, 2 correspondientes a helmintos.

A.1) ESPECTRO PARASITARIO Y PREVALENCIAS DE PARASITACIÓN

Tal y como se plasma en la **Tabla 11**, el 54,54% de la población estudiada es positiva al menos para 1 especie parásita del espectro detectado. Se evidencia una marcada dominancia de infecciones causadas por protozoos (46,59%) frente a las infecciones por helmintos (15,90%), con diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,0001$).

Revisando de manera detallada el espectro parasitario concerniente a protozoos: *Blastocystis* sp. fue la especie más prevalente (21,59%), seguida de *E. nana* (20,45%) y *E. coli* (18,18%). Con respecto a los helmintos, llama la atención la diferencia entre las dos especies detectadas, puesto que *T. trichiura* alcanza una prevalencia de 14,77% frente a 2,27% de *A. lumbricoides*.

Tabla 11. Espectro parasitario y prevalencias totales de parasitación de la Isla Corinto (*= *E. histolytica*/ *E. dispar*/ *E. moshkovskii*; %= prevalencia; IC-95%= intervalo de confianza 95%).

N=88	n	%	IC 95%
Protozoos	41	46,59	36,36 - 57,04
<i>E. coli</i>	16	18,18	11,15 - 27,28
<i>E. hartmanni</i>	2	2,27	0,38 - 7,30
<i>E. complejo*</i>	4	4,54	1,46 - 10,6
<i>E. nana</i>	18	20,45	13 - 29,83
<i>C. mesnili</i>	1	1,13	0,05 - 5,47
<i>G. duodenalis</i>	10	11,36	5,91 - 19,32
<i>D. fragilis</i>	1	1,13	0,05 - 5,47
<i>Blastocystis</i> sp.	19	21,59	13,93 - 31,09
Helminths	14	15,90	9,35 - 24,68
<i>T. trichiura</i>	13	14,77	8,47 - 23,36
<i>A. lumbricoides</i>	2	2,27	0,38 - 7,30
TOTAL +	48	54,54	44,08 - 64,72

Como se comentará posteriormente, al aplicar el estudio de identificación molecular el espectro total detectado en la Isla de Corinto, se incrementó en dos especies de protozoos. (Véase página 132).

A.1.1) Por sexo

Al comparar la población por sexo, tal y como se puede observar en la **Tabla 12**, no se encuentra diferencias estadísticamente significativas en ninguna de las especies del espectro detectado. Llama la atención la similitud de la parasitación total, alcanzado una parasitación total de 56,52% para el sexo femenino y del 52,38% para el sexo masculino. Revisando de forma más detallada, las prevalencias totales correspondientes a protozoos en el sexo femenino son más elevadas (50,00%) frente a las presentadas en el sexo masculino (42,85%). Mientras que, en el caso de los helmintos, el sexo masculino presentó mayor prevalencia (19,04%) frente al sexo femenino. (13,04%).

A.1.2) Por edad

Al realizar el comparativo de las prevalencias por los grupos de edades, tal y como se observa en la **Tabla 13**, se evidencia diferencias estadísticamente significativas ($p=0,003$), siendo el grupo de 12-14 años los más propensos al parasitismo total. Igualmente, este grupo de edad es el más prevalente en parasitación por protozoos, con diferencias estadísticamente significativas ($p=0,002$). De igual manera, las especies *E. complejo* y *Blastocystis* sp. son más frecuente en este mismo grupo de edad con diferencias estadísticamente significativas ($p=0,027$ y $p=0,001$ respectivamente).

Tabla 12. Espectro parasitario y prevalencias totales de parasitación de la Isla Corinto por sexo (*= *E. histolytica*/ *E. dispar*/ *E. moshkovskii*; %= prevalencia; IC-95%= intervalo de confianza 95%; p-Valor = valor estadístico).

N=88	♀=46			♂=42			p-Valor
	n	%	IC 95%	n	%	IC 95%	
Protozoos	23	50,00	35,77 - 64,23	18	42,85	28,61 - 58,06	0,647
<i>E. coli</i>	9	19,56	9,98 - 32,88	7	16,66	7,59 - 30,21	0,939
<i>E. hartmanni</i>	1	2,17	0,10 - 10,26	1	2,38	0,11 - 11,19	0,515
<i>E. complejo*</i>	3	6,52	1,68 - 16,73	1	2,38	0,11 - 11,19	0,675
<i>E. nana</i>	9	19,56	9,98 - 32,88	9	21,42	10,99 - 35,69	0,961
<i>C. mesnili</i>	-	-	-	1	2,38	0,11 - 11,19	-
<i>G. duodenalis</i>	6	13,04	5,46 - 25,17	4	9,52	3,1 - 21,39	0,854
<i>D. fragilis</i>	1	2,17	0,10 - 10,26	-	-	-	-
<i>Blastocystis</i> sp.	12	26,08	14,97 - 40,13	7	16,66	7,59 - 30,21	0,416
Helminos	6	13,04	5,46 - 25,17	8	19,04	9,25 - 32,98	0,633
<i>T. trichiura</i>	6	13,04	5,46 - 25,17	7	16,66	7,59 - 30,21	0,859
<i>A. lumbricoides</i>	-	-	-	2	4,76	0,80 - 14,85	-
TOTAL +	26	56,52	42,01 - 70,23	22	52,38	35,13 - 64,87	0,860

Tabla 13. Espectro parasitario y prevalencias totales de parasitación de la Isla Corinto por edad (*= *E. histolytica*/ *E. dispar*/ *E. moshkovskii*; %= prevalencia; IC-95%= intervalo de confianza 95%; p-valor = valor estadístico).

N =88	1-5 años=40			6-11 años=39			12-14 años=9			p-Valor
	n	%	IC 95%	n	%	IC 95%	n	%	IC 95%	
Protozoos	15	37,5	23,61 - 53,14	17	43,58	28,76 - 59,34	9	100	71,69 - 100	0,002
<i>E. coli</i>	5	12,50	4,72 - 25,55	7	17,94	8,20 - 32,31	4	44,44	16,05 - 75,96	0,080
<i>E. hartmanni</i>	-	-	-	1	2,56	0,12 - 12	1	11,11	0,55 - 43,86	0,817
<i>E. complejo*</i>	1	2,50	0,12 - 11,72	1	2,56	0,12 - 12	2	22,22	3,90 - 56,21	0,027
<i>E. nana</i>	5	12,50	4,72 - 25,55	11	28,20	15,82 - 43,73	2	22,22	3,90 - 56,21	0,221
<i>C. mesnili</i>	-	-	-	1	2,56	0,12 - 12	-	-	-	-
<i>G. duodenalis</i>	7	17,50	7,98 - 31,58	2	5,12	0,86 - 15,93	1	11,11	0,55 - 43,86	0,223
<i>D. fragilis</i>	-	-	-	1	2,56	0,12 - 12	-	-	-	-
<i>Blastocystis</i> sp.	5	12,50	4,72 - 25,55	8	20,51	10,01 - 35,26	6	66,66	33,24 - 90,73	0,001
Helminos	4	10,00	3,25 - 22,38	8	20,51	10,01 - 35,26	2	22,22	3,90 - 56,21	0,381
<i>T. trichiura</i>	3	7,50	1,94 - 19,07	5	12,82	4,85 - 26,15	1	11,11	0,55 - 43,86	0,734
<i>A. lumbricoides</i>	-	-	-	1	2,56	0,12 - 12	1	11,11	0,55 - 43,86	0,817
TOTAL +	16	40,00	25,77 - 55,63	23	58,97	43,16 - 73,5	9	100	71,69 - 100	0,003

A.2) MONO Y MULTIPARASITISMO

Al comparar entre casos totales de monoparasitismo (30,68%) y multiparasitismo (23,86%), no se observa diferencias estadísticamente significativas. Dentro del multiparasitismo, la parasitación por 2 especies es la más frecuente con diferencias estadísticamente significativas (p=0,006). En los casos de multiparasitismo se observa

parasitación hasta por 6 especies en un mismo individuo, tal y como se observa en la **Tabla 14**.

Tabla 14. Mono y multiparasitismo de la Isla Corinto (%= prevalencia; IC-95%= intervalo de confianza 95%).

N=88	n	%	IC 95%
monoparasitismo	27	30,68	21,73 - 40,89
multiparasitismo	21	23,86	15,83 - 33,59
2 especies	10	11,36	5,91 - 19,32
3 especies	7	7,95	3,54 - 15,1
4 especies	3	3,40	0,87 - 8,99
6 especies	1	1,13	0,05 - 5,47

A.2.1) Por sexo

Como se observa en la **Tabla 15**, no se encuentra diferencias estadísticamente significativas, ni en el monoparasitismo ni en el multiparasitismo entre ambos sexos.

Tabla 15. Monoparasitismo y multiparasitismo por sexo en la Isla Corinto (%= prevalencia; IC-95%= intervalo de confianza 95%; p-Valor = valor estadístico).

N=88	Monoparasitismo=27			Multiparasitismo=21			
	n	%	IC 95%	n	%	IC 95%	p-Valor
Femenino	13	48,14	29,98 - 66,69	13	61,90	40,23 - 80,49	0,781
Masculino	14	51,85	33,31 - 70,02	8	38,09	19,51 - 59,77	0,131
p-Valor	0,999			0,352			

A.2.2) Por edad

Cuando se compara el monoparasitismo por grupos de edades, aparece diferencias estadísticamente significativas ($p=0,021$), resultando el grupo de 6-11 años de edad los más parasitados, tal y como se observa en la **Tabla 16**. En el multiparasitismo, no se detecta diferencias entre los grupos de edad.

Tabla 16. Monoparasitismo y multiparasitismo por edad en la Isla Corinto (%= prevalencia; IC-95%= intervalo de confianza 95%; p- valor = valor estadístico).

N=88	Monoparasitismo=27			Multiparasitismo=21			
	n	%	IC 95%	n	%	IC 95%	p-Valor
1-5 Años	10	37,03	20,58 - 56,15	6	28,57	12,48 - 50,23	0,290
6-11 Años	14	51,85	33,31 - 70,02	9	42,85	23,31 - 64,26	0,238
12-14 Años	3	11,11	2,90 - 27,33	6	28,57	12,48 - 50,23	0,345
p-Valor	0,021			0,627			

B) POR COMUNIDADES

A continuación, se plasmará los resultados obtenidos en cada una de las comunidades de la Isla Corinto.

B.1) COMUNIDAD DE BARRIO NUEVO

En esta Comunidad se estudió un total 45 niños y el espectro parasitario detectado fue de 10 especies: 8 de protozoos y 2 de helmintos.

B.1.1) Espectro parasitario y prevalencias de parasitación

Tal y como observa en la **Tabla 17**, la población infantil resultó con una parasitación total del 51,11%. Las prevalencias correspondientes a protozoos (44,44%) son superiores a las correspondientes a helmintos (20,00%), con diferencias estadísticamente significativas ($p=0,024$). *Blastocystis* sp. resultó el protozoo más prevalente (24,44%), seguido de *E. nana* (22,22%) y *E. coli* (17,77%). Para las demás especies, las prevalencias no superan el 15%.

Tabla 17. Espectro parasitario y prevalencias totales de la Comunidad Barrio nuevo (*= *E. histolytica*/ *E. dispar*/ *E. moshkovskii*; %= prevalencia; IC-95%= intervalo de confianza 95%).

N=45	n	%	IC 95%
Protozoos	20	44,44	30,5 - 59,09
<i>E. coli</i>	8	17,77	8,61 - 30,98
<i>E. hartmanni</i>	1	2,22	0,11 - 10,47
<i>E. complejo*</i>	2	4,44	0,75 - 13,92
<i>E. nana</i>	10	22,22	11,88 - 36,05
<i>C. mesnili</i>	-	-	-
<i>G. duodenalis</i>	6	13,33	5,58 - 25,68
<i>D. fragilis</i>	-	-	-
<i>Blastocystis</i> sp.	11	24,44	13,58 - 38,51
Helmintos	9	20,00	10,22 - 33,54
<i>T. trichiura</i>	9	20,00	10,22 - 33,54
<i>A. lumbricoides</i>	1	2,22	0,11 - 10,47
TOTAL +	23	51,11	36,67 - 65,42

B.1.1.1) Por sexo

Al comparar la población por sexo, no se encuentra diferencias estadísticamente significativas. Llama la atención que las prevalencias de protozoos sean similares en ambos sexos (45,83% y 42,85%). Sin embargo, las prevalencias de parasitación totales son ligeramente distintas (54,16% y 47,61%) tal y como se observa en la **Tabla 18**.

Tabla 18. Espectro parasitario y prevalencias totales de parasitación por sexo de la Comunidad Barrio nuevo (*= *E. histolytica*/ *E. dispar*/ *E. moshkovskii*; %= prevalencia; IC-95%= intervalo de confianza 95%; p-Valor = valor estadístico).

	♀=24			♂=21			
N=45	n	%	IC 95%	n	%	IC 95%	p-Valor
Protozoos	11	45,83	26,96 - 65,66	9	42,85	23,31 - 64,26	0,920
<i>E. coli</i>	4	16,66	5,53 - 35,47	4	19,04	6,36 - 39,8	0,855
<i>E. hartmanni</i>	1	4,16	0,20 - 18,88	-	-	-	-
<i>E. complejo*</i>	1	4,16	0,20 - 18,88	1	4,76	0,23 - 21,32	0,529
<i>E. nana</i>	6	25,00	10,81 - 44,92	4	19,04	6,36 - 39,8	0,904
<i>G. duodenalis</i>	3	12,50	3,28 - 30,36	3	14,28	3,76 - 34,14	0,792
<i>Blastocystis</i> sp.	7	29,16	13,74 - 49,36	4	19,04	6,36 - 39,8	0,659
Helminths	5	20,83	8,05 - 40,3	4	19,04	6,36 - 39,8	0,822
<i>T. trichiura</i>	5	20,83	8,05 - 40,3	4	19,04	6,36 - 39,8	0,822
<i>A. lumbricoides</i>	-	-	-	1	4,76	0,23 - 21,32	-
TOTAL +	13	54,16	34,34 - 73,04	10	47,61	27,29 - 68,57	0,889

B.1.1.2) Por edad

Al realizar el comparativo de las prevalencias por grupos de edades como se ve en la **Tabla 19**, se evidencia diferencias estadísticamente significativas ($p=0,037$), siendo el grupo de 12–14 años el más propenso al parasitismo total. Igualmente, este grupo de edad es el más prevalente en la parasitación por especies de protozoos a pesar de tener el espectro parasitario reducido en 4 especies en comparación con los demás grupos de edades.

Tabla 19. Espectro parasitario y prevalencias totales de parasitación de la Comunidad Barrio nuevo por edad (*= *E. histolytica*/ *E. dispar*/ *E. moshkovskii*; %= prevalencia; IC-95%= intervalo de confianza 95%; P-valor = valor estadístico).

	1-5 años=29			6-11 años=13			12-14 años=3			
N=45	n	%	IC 95%	n	%	IC 95%	n	%	IC 95%	P-Valor
Protozoos	10	34,48	19,02 - 52,91	7	53,84	27,43 - 78,7	3	100	36,84 - 100	0,067
<i>E. coli</i>	3	10,34	2,7 - 25,63	4	30,76	10,63 - 58,7	1	33,33	1,66 - 86,8	0,212
<i>E. hartmanni</i>	-	-	-	1	7,69	0,38 - 32,48	-	-	-	-
<i>E. complejo*</i>	1	3,44	0,17 - 15,85	-	-	-	1	33,33	1,66 - 86,8	0,433
<i>E. nana</i>	4	13,79	4,54 - 30	5	38,46	15,68 - 65,91	1	33,33	1,66 - 86,8	0,183
<i>G. duodenalis</i>	5	17,24	6,60 - 34,16	1	7,69	0,38 - 32,48	-	-	-	0,733
<i>Blastocystis</i> sp.	5	17,24	6,60 - 34,16	4	30,76	10,63 - 58,7	2	66,66	13,2 - 98,33	0,135
Helminths	4	13,79	4,54 - 30	4	30,76	10,63 - 58,7	1	33,33	1,66 - 86,8	0,372
<i>T. trichiura</i>	3	10,34	2,7 - 25,63	4	30,76	10,63 - 58,7	1	33,33	1,66 - 86,8	0,212
<i>A. lumbricoides</i>	-	-	-	1	7,69	0,38 - 32,48	-	-	-	-
TOTAL +	11	37,93	21,82 - 56,35	9	69,23	41,3 - 89,37	3	100	36,84 - 100	0,037

B.1.2). Mono y multiparasitismo

Al comparar entre casos totales de monoparasitismo (22,22%) y multiparasitismo (28,88%), no se observa diferencias estadísticamente significativas. Dentro del multiparasitismo, la parasitación por 3 especies es la más frecuente con diferencias estadísticamente significativas ($p=0,036$). En los casos de multiparasitismo se observa parasitación hasta por 6 especies en un mismo individuo, tal y como se observa en la **Tabla 20**.

Tabla 20. Mono y multiparasitismo de la Comunidad Barrio nuevo (%= prevalencia; IC-95%= intervalo de confianza 95%).

N=45	n	%	IC 95%
monoparasitismo	10	22,22	11,88 - 36,05
Multiparasitismo	13	28,88	17,11 - 43,31
2 especies	5	38,46	15,68 - 65,91
3 especies	6	46,15	21,3 - 72,57
4 especies	1	7,69	0,38 - 32,48
6 especies	1	7,69	0,38 - 32,48

B.1.2.1) Por sexo

Como se observa en la **Tabla 21**, no se encuentra diferencias estadísticamente significativas entre ambos sexos en el monoparasitismo y el multiparasitismo.

Tabla 21. Monoparasitismo y multiparasitismo por sexo en la Comunidad Barrio nuevo (%= prevalencia; IC-95%= intervalo de confianza 95%; p-Valor = valor estadístico).

N=45	Monoparasitismo=10			Multiparasitismo=13			
	n	%	IC 95%	n	%	IC 95%	p-Valor
Femenino	5	50,00	21,2 - 78,8	8	61,53	34,09 - 84,32	0,432
Masculino	5	50,00	21,2 - 78,8	5	38,46	15,68 - 65,91	0,654
p-Valor	0,737			0,548			

B.1.2.2) Por edad

Como se observa en la **Tabla 22**, no se encuentra diferencias estadísticamente significativas, ni en el monoparasitismo ni en el multiparasitismo entre los distintos grupos de edad.

Tabla 22. Monoparasitismo y multiparasitismo por edad en la Comunidad Barrio nuevo (%= prevalencia; IC-95%= intervalo de confianza 95%; p-Valor = valor estadístico).

N=45	Monoparasitismo=10			Multiparasitismo=13			
	n	%	IC 95%	n	%	IC 95%	p-Valor
1-5 Años	5	50,00	21,2 - 78,8	6	46,15	21,3 - 72,57	0,999
6-11 Años	4	40,00	14,23 - 70,89	5	38,46	15,68 - 65,91	0,999
12-14 Años	1	10,00	0,50 - 40,35	2	15,38	2,66 - 42,23	0,999
p-Valor	0,245			0,330			

B.2). COMUNIDAD DE EL CHORIZO

En esta Comunidad, el número total de muestras estudiadas fue de 25. El espectro parasitario detectado fue de 9 especies: 7 de protozoos y 2 de helmintos.

B.2.1). Espectro parasitario y prevalencias de parasitación

Tal y como observa en la **Tabla 23**, la población resultó con una parasitación total del 44,00%. Las prevalencias correspondientes a protozoos (40,00%) son notablemente superiores a las correspondientes a helmintos (8,00%), con diferencias estadísticamente significativas ($p=0,020$). *Blastocystis* sp. resultó el protozoo más prevalente (24,00%), seguido de *E. coli* (20,00%).

Tabla 23. Espectro parasitario y prevalencias totales de la Comunidad El Chorizo (*= *E. histolytica*/ *E. dispar*/ *E. moshkovskii*; %= prevalencia; IC-95%= intervalo de confianza 95%).

N=25	n	%	IC 95%
Protozoos	10	40,00	22,41 - 59,79
<i>E. coli</i>	5	20,00	7,71 - 38,9
<i>E. hartmanni</i>	1	4,00	0,19 - 18,19
<i>E. complejo</i>	1	4,00	0,19 - 18,19
<i>E. nana</i>	4	16,00	5,29 - 34,22
<i>G. duodenalis</i>	1	4,00	0,19 - 18,19
<i>D. fragilis</i>	1	4,00	0,19 - 18,19
<i>Blastocystis</i> sp.	6	24,00	10,35 - 43,39
Helmintos	2	8,00	1,36 - 24
<i>T. trichiura</i>	1	4,00	0,19 - 18,19
<i>A. lumbricoides</i>	1	4,00	0,19 - 18,19
TOTAL +	11	44,00	25,74 - 63,58

B.2.1.1) Por sexo

Al comparar la población de El Chorizo por sexo, no se encuentra diferencias estadísticamente significativas. Sin embargo, la prevalencia de parasitación total en el sexo femenino (50,00%) es superior a la presentada en el sexo masculino (36,36%), tal

y como se observa en la **Tabla 24**. Llama la atención que los casos de helmintos sólo se presentaron en el sexo masculino.

Tabla 24. Espectro parasitario y prevalencias totales de parasitación por sexo de la Comunidad El Chozizo (*= *E. histolytica*/ *E. dispar*/ *E. moshkovskii*; %= prevalencia; IC-95%= intervalo de confianza 95%; p-Valor = valor estadístico).

N=25	♀=14			♂=11			p-Valor
	n	%	IC 95%	n	%	IC 95%	
Protozoos	7	50,00	25,13 - 74,87	3	27,27	7,45 - 57,81	0,459
<i>E. coli</i>	3	21,42	5,75 - 47,95	2	18,18	3,16 - 48,27	0,762
<i>E. hartmanni</i>	-	-	-	1	9,09	0,45 - 37,34	-
<i>E. complejo</i>	1	7,14	0,35 - 30,49	-	-	-	-
<i>E. nana</i>	3	21,42	5,75 - 47,95	1	9,09	0,45 - 37,34	0,775
<i>G. duodenalis</i>	1	7,14	0,35 - 30,49	-	-	-	-
<i>D. fragilis</i>	1	7,14	0,35 - 30,49	-	-	-	-
<i>Blastocystis</i> sp.	4	28,57	9,80 - 55,45	2	18,18	3,16 - 48,27	0,894
Helmintos	-	-	-	2	18,18	3,16 - 48,27	-
<i>T. trichiura</i>	-	-	-	1	9,09	0,45 - 37,34	-
<i>A. lumbricoides</i>	-	-	-	1	9,09	0,45 - 37,34	-
TOTAL +	7	50,00	25,13 - 74,87	4	36,36	12,78 - 66,36	0,782

B.2.1.2) Por edad

Al realizar el estudio comparativo de las prevalencias de parasitación por grupos de edad, como se ve en la **Tabla 25**, se evidencia diferencias estadísticamente significativas ($p=0,046$), siendo el grupo de 12–14 años el más propenso al parasitismo total. Igualmente, este grupo de edad es el más prevalente en parasitación por especies de protozoos, con diferencias estadísticamente significativas ($p=0,028$). Llama la atención el reducido espectro parasitario detectado en el grupo de 1-5 años.

B.2.2) Mono y multiparasitismo

Al comparar entre casos totales de monoparasitismo (20,00%) y multiparasitismo (24,00%), no se observa diferencias estadísticamente significativas. Dentro del multiparasitismo, tampoco se observa diferencias estadísticamente significativas. En los casos de multiparasitismo se observa parasitación hasta por 4 especies en dos individuos, tal y como se observa en la **Tabla 26**.

Tabla 25. Espectro parasitario y prevalencias totales de parasitación de la Comunidad El Chozizo por edad (*= E. histolytica/ E. dispar/ E. moshkovskii; %= prevalencia; IC-95%= intervalo de confianza 95%; p-Valor = valor estadístico).

	1-5 años=7			6-11 años=14			12-14 años=4			
N=25	n	%	IC 95%	n	%	IC 95%	n	%	IC 95%	P-Valor
Protozoos	2	28,57	5,1 - 66,98	4	28,57	9,80 - 55,45	4	100	47,29 - 100	0,028
E. coli	2	28,57	5,1 - 66,98	1	7,14	0,35 - 30,49	2	50,00	9,43 - 90,57	0,134
E. hartmanni	-	-	-	-	-	-	1	25,00	1,25 - 75,77	-
E. complejo*	-	-	-	-	-	-	1	25,00	1,25 - 75,77	-
E. nana	-	-	-	3	21,42	5,75 - 47,95	1	25,00	1,25 - 75,77	0,595
G. duodenalis	-	-	-	1	7,14	0,35 - 30,49	-	-	-	-
D. fragilis	-	-	-	1	7,14	0,35 - 30,49	-	-	-	-
Blastocystis sp.	-	-	-	3	21,42	5,75 - 47,95	3	75,00	24,23 - 98,75	0,16
Helmintos	-	-	-	1	7,14	0,35 - 30,49	1	25,00	1,25 - 75,77	0,92
T. trichiura	-	-	-	1	7,14	0,35 - 30,49	-	-	-	-
A. lumbricoides	-	-	-	-	-	-	1	25,00	1,25 - 75,77	-
TOTAL +	2	28,57	5,1 - 66,98	5	35,71	14,44 - 62,4	4	100	47,29 - 100	0,046

Tabla 26. Mono y multiparasitismo de la Comunidad El Chozizo (%= prevalencia; IC-95%= intervalo de confianza 95%).

N=25	n	%	IC 95%
monoparasitismo	5	20,00	7,71 - 38,9
multiparasitismo	6	24,00	10,35 - 43,39
2 especies	4	66,66	26,19 - 93,98
4 especies	2	33,33	6,01 - 73,81

B.2.2.1) Por sexo

Tal y como se observa en la **Tabla 27**, no se encuentra diferencias estadísticamente significativas, ni en el monoparasitismo ni en el multiparasitismo entre ambos sexos.

Tabla 27. Monoparasitismo y multiparasitismo por sexo en la Comunidad El Chozizo (%= prevalencia; IC-95%= intervalo de confianza 95%; p-Valor = valor estadístico).

	Monoparasitismo=5			Multiparasitismo=6			
N=25	n	%	IC 95%	n	%	IC 95%	p-Valor
Femenino	3	60,00	18,24 - 92,65	4	66,66	26,19 - 93,98	0,999
Masculino	2	40,00	7,34 - 81,76	2	33,33	6,01 - 73,81	0,479
p-Valor	0,999			0,563			

B.2.2.2) Por edad

Tal y como se observa en la **Tabla 28**, no se encuentra diferencias estadísticamente significativas, ni en el monoparasitismo ni en el multiparasitismo entre los distintos grupos de edad.

Tabla 28. Monoparasitismo y multiparasitismo por edad en la Comunidad El Chorizo (%= prevalencia; IC-95%= intervalo de confianza 95%; p-Valor = valor estadístico).

N=25	Monoparasitismo =5			Multiparasitismo =6			p-Valor
	n	%	IC 95%	n	%	IC 95%	
1 - 5 años	2	40,00	7,34 - 81,76	-	-	-	-
6 - 11 años	2	40,00	7,34 - 81,76	3	50,00	14,66 - 85,34	0,999
12 - 14 años	1	20,00	1 - 66,56	3	50,00	14,66 - 85,34	0,479
p-Valor	0,74			0,563			

B.3) Comunidad de San Martín

En esta Comunidad se estudió un total de 18 muestras, siendo el espectro parasitario detectado de 7 especies, 6 de ellas pertenecientes a protozoos y 1 a helminto.

B.3.1) Espectro parasitario y prevalencias de parasitación

Tal y como observa en la **Tabla 29**, la población resultó con una parasitación total del 77,77%. Las prevalencias correspondientes a protozoos (61,11%) son notablemente superiores a las correspondientes a helmintos (16,66%), sin diferencias estadísticamente significativas. *E. nana*. resultó el protozoo más prevalente (22,22%), seguido de *E. coli*, *G. duodenalis* y *T. trichiura*, todas con la misma prevalencia (16,66%). Para las demás especies, las prevalencias no superaron el 11%.

Tabla 29. Espectro parasitario y prevalencias totales de la Comunidad de San Martín (*= *E. histolytica*/ *E. dispar*/ *E. moshkovskii*; %= prevalencia; IC-95%= intervalo de confianza 95%).

N=18	n	%	IC 95%
Protozoos	11	61,11	37,75 - 81,14
<i>E. coli</i>	3	16,66	4,42 - 38,97
<i>E. complejo*</i>	1	5,55	0,27 - 24,48
<i>E. nana</i>	4	22,22	7,48 - 45,31
<i>Ch. mesnili</i>	1	5,55	0,27 - 24,48
<i>G. duodenalis</i>	3	16,66	4,42 - 38,97
<i>Blastocystis</i> sp.	2	11,11	1,90 - 32,11
Helmintos	3	16,66	4,42 - 38,97
<i>T. trichiura</i>	3	16,66	4,42 - 38,97
TOTAL +	14	77,77	54,69 - 92,51

B.3.1.1) Por sexo

Al comparar la población por sexo, no se encuentra diferencias estadísticamente significativas. Llama la atención que las prevalencias de protozoos sean similares en ambos sexos (62,50% y 60,00%), sin embargo, como se evidencia en la **Tabla 30**, las prevalencias para helmintos en el sexo masculino (20,00%) son superiores a la presentadas en el sexo femenino (12,50%).

Tabla 30. Espectro parasitario y prevalencias totales de parasitación por sexo de la Comunidad de San Martín (*= *E. histolytica*/ *E. dispar*/ *E. moshkovskii*; %= prevalencia; IC-95%= intervalo de confianza 95%; p- valor = valor estadístico).

	♀=8			♂=10			
N=18	n	%	IC 95%	n	%	IC 95%	p-Valor
Protozoos	5	62,5	27,8 - 89,44	6	60,00	29,11 - 85,77	0,705
<i>E. coli</i>	2	25,00	4,42 - 61,17	1	10,00	0,50 - 40,35	0,832
<i>E. complejo*</i>	1	12,5	0,62 - 48,03	-	-	-	-
<i>E. nana</i>	-	-	-	4	40,00	14,23 - 70,89	-
<i>C. mesnili</i>	-	-	-	1	10,00	0,50 - 40,35	-
<i>G. duodenalis</i>	2	25,00	4,42 - 61,17	1	10,00	0,50 - 40,35	0,832
<i>Blastocystis</i> sp.	1	12,50	0,62 - 48,03	1	10,00	0,50 - 40,35	0,557
Helmintos	1	12,50	0,62 - 48,03	2	20,00	3,5 - 51,95	0,832
<i>T. trichiura</i>	1	12,50	0,62 - 48,03	2	20,00	3,5 - 51,95	0,832
TOTAL +	6	75,00	38,83 - 95,57	8	80,00	48,05 - 96,5	0,751

B.3.1.2) Por edad

A pesar de la reducida muestra al realizar el comparativo de las prevalencias por grupos de edades, tal y como se ve en la **Tabla 31**, no se evidencia diferencias estadísticamente significativas, siendo el grupo de 12–14 años es el más propenso al parasitismo total. Igualmente, este grupo de edad es el más prevalente en parasitación por especies de protozoos. La especie *E. coli* es más frecuente en el grupo de 12-14 años. A pesar de que el grupo de 6-11 años fue el grupo de edad con el espectro parasitario más completo, las prevalencias individuales no superaron el 20,00%.

Tabla 31. Espectro parasitario y prevalencias totales de parasitación de la Comunidad de San Martín por edad (*= *E. histolytica*/ *E. dispar*/ *E. moshkovskii*; %= prevalencia; IC-95%= intervalo de confianza 95%; p-valor = valor estadístico).

	1-5 años=4			6-11 años=12			12-14 años=2			
N=18	n	%	IC 95%	n	%	IC 95%	n	%	IC 95%	p-Valor
Protozoos	3	75,00	24,23 - 98,75	6	50,00	23,38 - 76,62	2	100	22,36 - 100	0,329
<i>E. coli</i>	-	-	-	2	16,66	2,89 - 45,06	1	50,00	2,5 - 97,5	0,894
<i>E. complejo*</i>	-	-	-	1	8,33	0,41 - 34,75	-	-	-	-
<i>E. nana</i>	1	25	1,25 - 75,77	3	25,00	6,78 - 54,12	-	-	-	0,505
<i>C. mesnili</i>	-	-	-	1	8,33	0,41 - 34,75	-	-	-	-
<i>G. duodenalis</i>	2	50,00	9,43 - 90,57	-	-	-	1	50	2,5 - 97,5	0,894
<i>Blastocystis</i> sp.	-	-	-	1	8,33	0,41 - 34,75	1	50	2,5 - 97,5	0,64
Helmintos	-	-	-	3	25,00	6,78 - 54,12	-	-	-	-
<i>T. trichiura</i>	-	-	-	3	25,00	6,78 - 54,12	-	-	-	-
TOTAL +	3	75,00	24,23 - 98,75	9	75,00	45,88 - 93,21	2	100	22,36 - 100	0,725

B.3.2) Mono y multiparasitismo

Al comparar entre casos totales de monoparasitismo (66,66%) y multiparasitismo (11,11%), se observa diferencias estadísticamente significativas ($P=0,002$). Dentro del multiparasitismo, no se observa diferencias estadísticamente significativas, tal y como se observa en la **Tabla 32**.

Tabla 32 Mono y multiparasitismo de la Comunidad de San Martín (%= prevalencia; IC-95%= intervalo de confianza 95%).

N=18	n	%	IC 95%
monoparasitismo	12	66,66	43,1 - 85,23
multiparasitismo	2	11,11	1,90 - 32,11
2 especies	1	50,00	2,5 - 97,5
3 especies	1	50,00	2,5 - 97,5

B.3.2.1) Por sexo

Como se observa en la **Tabla 33**, no se encuentra diferencias estadísticamente significativas, ni en el monoparasitismo ni en el multiparasitismo entre ambos sexos. Sin embargo, los menores del sexo masculino presentan monoparasitismo de forma más frecuente, con diferencias estadísticamente significativas ($p=0,012$).

Tabla 33. Monoparasitismo y multiparasitismo por sexo en la Comunidad de San Martín (%= prevalencia; IC-95%= intervalo de confianza 95%; p- valor = valor estadístico).

	Monoparasitismo=12			Multiparasitismo=2			
N=18	n	%	IC 95%	n	%	IC 95%	p-Valor
Femenino	5	41,66	17,17 - 69,79	1	50,00	2,5 - 97,5	0,083
Masculino	7	58,33	30,21 - 82,83	1	50,00	2,5 - 97,5	0,012
p-Valor	0,683			0,319			

B.3.2.2) Por edad

Tal y como se observa en la **Tabla 34**, el monoparasitismo aparece mayoritariamente en el grupo de 6-11 años de edad, con diferencias estadísticamente significativas ($p=0,007$). Además, en este grupo de edad el monoparasitismo es más frecuente que el multiparasitismo con diferencias estadísticamente significativas ($p=0,004$).

Tabla 34. Monoparasitismo y multiparasitismo por edad en la Comunidad de San Martín (%= prevalencia; IC-95%= intervalo de confianza 95%; p- valor = valor estadístico).

N=18	Monoparasitismo=12			Multiparasitismo=2			
	n	%	IC 95%	n	%	IC 95%	p-Valor
1-5 Años	3	25,00	6,78 - 54,12	-	-	-	-
6-11 Años	8	66,66	37,69 - 88,39	1	50,00	2,5 - 97,5	0,004
12-14 Años	1	8,33	0,41 - 34,75	1	50,00	2,5 - 97,5	0,319
p-Valor	0,007			0,319			

3.2.2.2- Isla de Ometepe (Departamento De Rivas)

A) EN EL TOTAL DE LA ISLA

La población total estudiada de la Isla es de 514 menores, en los que se detectó un amplio espectro parasitario de 14 especies: 11 especies de protozoos y 3 correspondientes a helmintos. Para cada una de las comunidades que componen la Isla y que fueron objeto de este estudio, se detectó al menos 6 especies de protozoos y 1 de helmintos.

A.1) - ESPECTRO PARASITARIO Y PREVALENCIAS DE PARASITACIÓN

Tal y como se observa en la **Tabla 35**, se encontró que el 57,58% de la población era positiva para al menos una especie de las pertenecientes al espectro, destacando, además, la diferencia entre el alto porcentaje de parasitación por protozoos (57,19%) frente al reducido porcentaje (1,55%) correspondiente a helmintos.

Al hacer una revisión más detallada entre las prevalencias por protozoos, se encontró que la más elevada corresponde a infecciones por *Blastocystis* sp. (26,65%) seguido de *E. coli* (22,17%) y *G. duodenalis* (18,48%). Las demás especies presentan prevalencias menores de 11,67%.

Dentro de los protozoos, cabe destacar, la detección de esporas del Phylum Myxozoa con prevalencias de 2,14% para *Myxobolus* spp. y 1,36% *Henneguya* spp., incluso más elevadas que las prevalencias por helmintos. Es importante mencionar también que no se detectaron dichas especies en las demás Islas estudiadas. Como se comentará posteriormente, estas especies de mixozoos son propias de peces de agua dulce, tal y como el salmón y la trucha.

En cuanto a helmintos se refiere, *T. trichiura* y *A. lumbricoides* alcanzaron la misma prevalencia, en ambos casos (0,77%), y finalizando con *H. nana*, cuya prevalencia resultó 0,19%. (véase **Tabla 35**).

Tabla 35. Espectro parasitario y prevalencias totales de la Isla de Ometepe (*= *E. histolytica*/ *E. dispar*/ *E. moshkovskii*; %= prevalencia; IC-95%= intervalo de confianza 95%).

N=514	n	%	IC 95%
Protozoos	294	57,19	52,89 – 61,43
<i>E. coli</i>	114	22,17	18,74 - 25,93
<i>E. complejo*</i>	11	2,14	1,13 - 3,68
<i>E. hartmanni</i>	37	7,19	5,19 - 9,68
<i>E. nana</i>	60	11,67	9,10 - 14,67
<i>I. butschlii</i>	4	0,77	0,24 - 1,86
<i>C. mesnili</i>	4	0,77	0,24 - 1,86
<i>G. duodenalis</i>	95	18,48	15,3 - 22,02
<i>D. fragilis</i>	2	0,38	0,06 - 1,27
<i>Blastocystis</i> sp.	137	26,65	22,97 - 30,6
<i>Henneguya</i> sp.	7	1,36	0,59 - 2,67
<i>Myxobolus</i> sp.	11	2,14	1,13 - 3,68
Helmintos	8	1,55	0,72 - 2,93
<i>H. nana</i>	1	0,19	0,00 - 0,95
<i>T. trichiura</i>	4	0,77	0,24 - 1,86
<i>A. lumbricoides</i>	4	0,77	0,24 - 1,86
TOTAL +	296	57,58	53,28 - 61,81

A.1.1) Por sexo

Realizado el análisis de la población de la Isla según sexo, tal y como se aprecia en la **Tabla 36**, se puede observar que no se detecta ninguna diferencia estadísticamente

significativa entre ambos sexos para ninguna de las especies del espectro parasitario detectado.

Sin embargo, en la mayoría de los casos las prevalencias en el sexo femenino resultan mayores que en el sexo masculino. Así, la parasitación total de las niñas alcanzó una prevalencia de 57,65%; mientras que en los niños la prevalencia fue de 57,51%. Además, en el caso puntual de protozoos, las niñas presentaron una prevalencia del 57,29%, frente a los niños con 57,08%. Sin embargo, en cuanto a helmintos, las prevalencias más elevadas aparecieron en los niños con un 2,14% frente a las niñas con 1,06%.

Tabla 36. Espectro parasitario y prevalencias totales de parasitación de la Isla de Ometepe por sexo (*= *E. histolytica*/ *E. dispar*/ *E. moshkovskii*; %= prevalencia; IC-95%= intervalo de confianza 95%; p- valor = valor estadístico).

N=514	♀=281				♂=233			
	n	%	IC 95%	n	%	IC 95%	p – Valor	
Protozoos	161	57,29	51,45 - 62,99	133	57,08	50,66 - 63,33	0,967	
E. coli	62	22,06	17,51 - 27,2	52	22,31	17,32 - 28	0,969	
E. complejo*	8	2,84	1,33 - 5,33	3	1,28	0,32 - 3,46	0,362	
E. hartmanni	22	7,82	5,09 - 11,43	15	6,43	3,78 - 10,17	0,662	
E. nana	37	13,16	9,58 - 17,51	23	9,87	6,51 - 14,22	0,309	
I. butschlii	2	0,71	0,11 - 2,33	2	0,85	0,14 - 2,80	0,752	
C. mesnili	1	0,35	0,01 - 1,74	3	1,28	0,32 - 3,46	0,488	
G. duodenalis	51	18,14	13,97 - 22,98	44	18,88	14,24 - 24,29	0,920	
D. fragilis	1	0,35	0,01 - 1,74	1	0,42	0,02 - 2,09	0,562	
Blastocystis sp.	79	28,11	23,09 - 33,59	58	24,89	19,66 - 30,75	0,470	
Henneguya sp.	3	1,06	0,27 - 2,87	4	1,71	0,54 - 4,08	0,802	
Myxobolus sp.	4	1,42	0,45 - 3,39	7	3,00	1,32 - 5,85	0,354	
Helmintos	3	1,06	0,27 - 2,87	5	2,14	0,79 - 4,69	0,531	
H. nana	1	0,35	0,01 - 1,74	-	-	-	-	
T. trichiura	1	0,35	0,01 - 1,74	3	1,28	0,32 - 3,46	0,488	
A. lumbricoides	1	0,35	0,01 - 1,74	3	1,28	0,32 - 3,46	0,488	
TOTAL +	162	57,65	51,81 - 63,34	134	57,51	51,09 - 63,75	0,954	

A.1.2) Por edad

Al realizar el comparativo de las prevalencias por grupos de edades, tal y como se ve en la **Tabla 37**, se evidencia diferencias estadísticamente significativas en el caso de protozoos. El grupo de 12–14 años es el más propenso al parasitismo total y por especies de protozoos, como es el caso de *E. coli* ($p < 0,00001$) y *E. hartmanni* ($p = 0,004$). En el caso de *E. nana* ($p < 0,00001$), los más susceptibles al contagio de esta especie son los escolares de entre 12 y 17 años.

Tabla 37. Espectro parasitario y prevalencias totales de parasitación de la Isla de Ometepe por edad (*= *E. histolytica*/ *E. dispar*/ *E. moshkovskii*; %= prevalencia; IC-95%= intervalo de confianza 95%; p- valor = valor estadístico).

N=514	1-5 años=255			6-11 años=157			12-14 años=78			15-17 años=24			p-Valor
	n	%	IC 95%	n	%	IC 95%	n	%	IC 95%	n	%	IC 95%	
Protozoos	123	48,23	42,14 - 54,37	97	61,78	54 - 69,14	57	73,07	62,44 - 82,03	17	70,83	50,64 - 86,26	0,0002
<i>E. coli</i>	32	12,54	8,89 - 17,05	41	26,11	19,7 - 33,41	32	41,02	30,53 - 52,17	8	33,33	16,84 - 53,64	0,00001
<i>E. complejo*</i>	5	1,96	0,72 - 4,29	4	2,54	0,81 - 6,03	1	1,28	0,06 - 6,15	-	-	-	0,804
<i>E. hartmanni</i>	16	6,27	3,75 - 9,78	7	4,45	1,97 - 8,61	13	16,66	9,59 - 26,17	1	4,16	0,20 - 18,88	0,004
<i>E. nana</i>	13	5,09	2,86 - 8,34	20	12,73	8,18 - 18,66	19	24,35	15,81 - 34,78	6	25,00	10,81 - 44,92	0,00001
<i>I. butschlii</i>	3	1,17	0,30 - 3,16	1	0,63	0,03 - 3,1	-	-	-	-	-	-	0,980
<i>C. mesnili</i>	3	1,17	0,30 - 3,16	1	0,63	0,03 - 3,1	-	-	-	-	-	-	0,980
<i>G. duodenalis</i>	48	18,82	14,38 - 23,97	34	21,65	15,74 - 28,61	11	14,10	7,64 - 23,18	2	8,33	1,42 - 24,9	0,295
<i>D. fragilis</i>	-	-	-	1	0,63	0,03 - 3,1	1	1,28	0,06 - 6,15	-	-	-	0,957
<i>Blastocystis</i> sp.	59	23,13	18,27 - 28,61	43	27,38	20,85 - 34,76	25	32,05	22,42 - 42,99	10	41,66	23,45 - 61,79	0,133
<i>Henneguya</i> sp.	-	-	-	7	4,45	1,97 - 8,61	-	-	-	-	-	-	-
<i>Myxobolus</i> sp.	3	1,17	0,30 - 3,16	6	3,82	1,56 - 7,77	1	1,28	0,06 - 6,15	1	4,16	0,20 - 18,88	0,262
Helmintos	4	1,56	0,50 - 3,74	2	1,27	0,21 - 4,14	-	-	-	1	4,16	0,20 - 18,88	0,574
<i>H. nana</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	4,16	0,20 - 18,88	-
<i>T. trichiura</i>	2	0,78	0,13 - 2,56	1	0,63	0,03 - 3,1	-	-	-	-	-	-	0,670
<i>A. lumbricoides</i>	2	0,78	0,13 - 2,56	1	0,63	0,03 - 3,1	-	-	-	-	-	-	0,670
TOTAL +	124	52,10	45,75 - 58,4	98	62,42	54,65 - 69,74	57	73,07	62,44 - 82,03	17	70,83	50,64 - 86,26	0,0002

A.2) MONO- Y MULTIPARASITISMO

Al comparar entre casos totales de monoparasitismo (31,51%) y multiparasitismo (26,07%), se observa que no existe diferencia estadísticamente significativa entre ellos ($p=0,062$), por tanto, los menores de la Isla pueden estar parasitados por una o más de una especie a la vez. Sin embargo, el multiparasitismo por 2 especies parásitas es el mayoritario con diferencias estadísticamente significativas ($p<0,0001$). Cabe mencionar que, se alcanzó un multiparasitismo máximo de 6 especies en el mismo individuo, tal y como se ve en la **Tabla 38**.

Tabla 38. Mono y multiparasitismo de la Isla de Ometepe (%= prevalencia; IC-95%= intervalo de confianza 95%).

N=514	n	%	IC 95%
monoparasitismo	162	31,51	27,61 - 35,63
multiparasitismo	134	26,07	22,41 - 30
2 especies	89	17,31	14,23 - 20,77
3 especies	33	6,42	4,53 - 8,79
4 especies	9	1,75	0,85 - 3,18
5 especies	2	0,38	0,06 - 1,27
6 especies	1	0,19	0,00 - 0,95

A.2.1) Por sexo

El monoparasitismo es igual de prevalente en ambos sexos. Sin embargo, el multiparasitismo es más prevalente en el sexo femenino, con diferencias estadísticamente significativas ($p=0,012$). Sólo en el sexo masculino se detecta mayor frecuencia de monoparasitismo entre los infectados de forma estadísticamente significativa ($p<0,0001$) como se ve en la **Tabla 39**.

Tabla 39. Monoparasitismo y multiparasitismo por sexo en la Isla de Ometepe (%= prevalencia; IC-95%= intervalo de confianza 95%; P- valor = valor estadístico).

	Monoparasitismo=162			Multiparasitismo=134			
	n	%	IC 95%	n	%	IC 95%	p-Valor
Femenino	81	50,00	42,33 - 57,67	81	60,44	51,99 - 68,46	0,911
Masculino	81	50,00	42,33 - 57,67	53	39,55	31,54 - 48,01	0,0001
p – valor	0,931			0,012			

A.2.2) Por edad

Tanto el monoparasitismo como el multiparasitismo son más prevalentes en el grupo de edad de 1-5 años, con diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,001$). Además, sólo en el grupo de edad de 1-5 años, se detecta mayor frecuencia de monoparasitismo que de multiparasitismo entre los infectados, con diferencia estadísticamente significativa ($p = 0,001$) como se ve en la **Tabla 40**.

Tabla 40. Monoparasitismo y multiparasitismo por edad en la Isla Ometepe (%= prevalencia; IC-95%= intervalo de confianza 95%; p- valor = valor estadístico).

N=514	Monoparasitismo=162			Multiparasitismo=134			p – Valor
	n	%	IC 95%	n	%	IC 95%	
1 - 5 Años	75	46,29	38,72 - 54,01	49	36,56	28,74 - 44,97	0,001
6 - 11 Años	54	33,33	26,39 - 40,86	44	32,83	25,28 - 41,12	0,198
12 - 14 Años	25	15,43	10,47 - 21,62	32	23,88	17,24 - 31,64	0,262
15 - 17 Años	8	4,93	2,31 - 9,16	9	6,71	3,32 - 11,97	0,999
p-Valor	0,0001			0,0001			

B) POR COMUNIDADES

A continuación, se plasmará los resultados obtenidos en cada una de las comunidades de la Isla de Ometepe.

B.1) COMUNIDAD DE BALGÜE

La población total estudiada de esta comunidad está conformada por 74 menores, en los que se detectó un espectro parasitario de 10 especies: 9 de ellas correspondientes a protozoos, incluida una espora del Phylum Myxozoa, y 1 especie de helminto.

B.1.1) Espectro parasitario y prevalencia de parasitación

Tal y como se observa en la **Tabla 41**, se encontró que el 41,89% de la población era positiva para al menos una especie de las pertenecientes al espectro, destacando además la diferencia entre el alto porcentaje de parasitación por protozoos (41,89%) frente al reducido porcentaje (1,35%) correspondiente a helmintos.

Al hacer una revisión más detallada entre las prevalencias por protozoos, se encontró que la más elevada corresponde a infecciones por *Blastocystis* sp. con el 27,02% seguido de *G. duodenalis* con 17,56%. Las demás especies presentan prevalencias menores de 10%.

En cuanto a helmintos se refiere, solo se detecta la especie *T. trichiura* con una reducida prevalencia (1,35%).

Tabla 41. Espectro parasitario y prevalencias totales de la Comunidad de Balgüe (*= *E. histolytica*/ *E. dispar*/ *E. moshkovskii*; %= prevalencia; IC-95%= intervalo de confianza 95%).

N=74	n	%	IC 95%
Protozoos	31	41,89	31,07 - 53,54
<i>E. coli</i>	7	9,45	4,23 - 17,82
<i>E. hartmanni</i>	5	6,75	2,51 - 14,34
<i>E. complejo*</i>	1	1,35	0,06 - 6,48
<i>E. nana</i>	4	5,40	1,74 - 15,52
<i>I. butschlii</i>	1	1,35	0,06 - 6,48
<i>C. mesnili</i>	3	4,05	1,04 - 10,64
<i>G. duodenalis</i>	13	17,56	10,14 - 27,5
<i>Blastocystis</i> sp.	20	27,02	17,85 - 37,97
<i>Myxobolus</i> sp.	1	1,35	0,06 - 6,48
Helmintos	1	1,35	0,06 - 6,48
<i>T. trichiura</i>	1	1,35	0,06 - 6,48
TOTAL +	31	41,89	31,07 - 53,34

B.1.1.1) Por sexo

Realizado el análisis de la población de la comunidad según el sexo, tal y como se aprecia en la **Tabla 42**, se puede observar que no se detecta diferencias estadísticamente significativas entre ambos sexos para ninguna de las especies del espectro parasitario detectado. Sin embargo, en la mayoría de los casos, las prevalencias en el sexo femenino resultan mayores que en el sexo masculino. Así, la parasitación total de las niñas alcanzó una prevalencia de 47,72%; mientras que, en los niños la prevalencia fue de 33,33%. Vale la pena la pena destacar el menor espectro de especies parásitas detectado entre la población femenina. Además, la parasitación por helmintos se detecta únicamente en menores del sexo masculino.

B.1.1.2) Por edad

Al realizar el comparativo de las prevalencias por edades absolutas como se ve en la **Tabla 43**, no se evidencia diferencias estadísticamente significativas para ningún caso del espectro detectado. Los menores de 4 años presentan las prevalencias más elevadas (100%), seguido de los menores de 5 años (53,33%). En cuanto a las prevalencias por helmintos, sólo se detectó la presencia de *T. trichiura* en los menores de 5 años (3,33%).

Tabla 42. Espectro parasitario y prevalencias totales de parasitación por sexo de la Comunidad de Balgüe (*= E. histolytica/ E. dispar/ E. moshkovskii; %= prevalencia; IC-95%= intervalo de confianza 95%; P- valor = valor estadístico).

N=74	♀=44			♂=30			p-Valor
	n	%	IC 95%	n	%	IC 95%	
Protozoos	21	47,72	33,35 - 62,39	10	33,33	18,33 - 51,42	0,321
<i>E. coli</i>	3	6,81	1,76 - 17,44	4	13,33	4,38 - 29,1	0,592
<i>E. hartmanni</i>	3	6,81	1,76 - 17,44	2	6,66	1,13 - 20,32	0,655
<i>E. complejo*</i>	1	3,33	0,16 - 15,36	-	-	-	-
<i>E. nana</i>	2	6,66	1,13 - 20,32	2	6,66	1,13 - 20,32	0,898
<i>I. butschlii</i>	-	-	-	1	3,33	0,16 - 15,36	-
<i>C. mesnili</i>	1	3,33	0,16 - 15,36	2	6,66	1,13 - 20,32	0,733
<i>G. duodenalis</i>	9	20,45	10,46 - 34,32	4	13,33	4,38 - 29,1	0,631
<i>Blastocystis</i> sp.	14	31,81	19,39 - 46,57	6	20,00	8,52 - 37,03	0,391
<i>Myxobolus</i> sp.	-	-	-	1	3,33	0,16 - 15,36	-
Helminths	-	-	-	1	3,33	0,16 - 15,36	-
<i>T. trichiura</i>	-	-	-	1	3,33	0,16 - 15,36	-
TOTAL +	21	47,72	33,35 - 62,39	10	33,33	18,33 - 51,42	0,321

Tabla 43. Espectro parasitario y prevalencias totales de parasitación de la Comunidad de Balgüe por edad (*= E. histolytica/ E. dispar/ E. moshkovskii; %= prevalencia; IC-95%= intervalo de confianza 95%; P- valor = valor estadístico).

N=74	2 años=13			3 años=9			4 años=13			5 años=30			p-Valor
	n	%	IC 95%	n	%	IC 95%	n	%	IC 95%	n	%	IC 95%	
Protozoos	4	30,76	10,63 - 58,7	3	33,33	9,26 - 66,76	8	100	68,77 - 100	16	53,33	35,59 - 70,46	0,305
<i>E. coli</i>	-	-	-	1	11,11	0,55 - 43,86	1	12,50	0,62 - 48,03	5	16,66	6,37 - 33,15	0,712
<i>E. hartmanni</i>	-	-	-	-	-	-	1	12,50	0,62 - 48,03	4	13,33	4,38 - 29,1	-
<i>E. complejo</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	3,33	0,16 - 15,36	-
<i>E. nana</i>	-	-	-	1	11,11	0,55 - 43,86	1	12,50	0,62 - 48,03	2	6,66	1,13 - 20,32	0,908
<i>I. butschlii</i>	-	-	-	-	-	-	1	12,50	0,62 - 48,03	-	-	-	-
<i>C. mesnili</i>	-	-	-	1	11,11	0,55 - 43,86	1	12,50	0,62 - 48,03	1	3,33	0,16 - 15,36	0,641
<i>G. duodenalis</i>	2	15,38	2,66 - 42,23	2	22,22	3,90 - 56,21	3	37,50	10,56 - 72,2	6	20,00	8,52 - 37,03	0,964
<i>Blastocystis</i> sp.	2	15,38	2,66 - 42,23	3	33,33	9,26 - 66,76	5	62,50	27,8 - 89,44	10	33,33	18,33 - 51,42	0,587
<i>Myxobolus</i> sp.	-	-	-	1	11,11	0,55 - 43,86	-	-	-	-	-	-	-
Helminths	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	3,33	0,16 - 15,36	-
<i>T. trichiura</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	3,33	0,16 - 15,36	-
TOTAL +	4	30,76	10,63 - 58,7	3	33,33	9,26 - 66,76	8	100	68,77 - 100	16	53,33	35,59 - 70,46	0,305

B.1.2) Mono- y multiparasitismo

Al comparar entre casos totales de monoparasitismo (54,83%) y multiparasitismo (45,16%), se observa que no existe diferencia estadísticamente significativa entre ellos (P=0,611), por tanto, los menores de esta comunidad pueden estar parasitados por una o más de una especie parásita a la vez. Sin embargo, el multiparasitismo por 2 especies

parásitas es el mayoritario con diferencias estadísticamente significativas ($P=0,016$). Cabe mencionar que, se alcanzó un máximo de 6 especies en el mismo individuo como se ve en la **Tabla 44**.

Tabla 44. Mono y multiparasitismo de la Comunidad de Balgüe (%= prevalencia; IC-95%= intervalo de confianza 95%).

N=31	n	%	IC 95%
Monoparasitismo	17	54,83	37,28 – 71,53
Multiparasitismo	14	45,16	28,47 – 62,72
2 especies	7	50,00	25,13 – 74,87
3 especies	5	35,70	14,44 – 62,4
4 especies	1	7,14	0,35 – 30,49
6 especies	1	7,14	0,35 – 30,49

B.1.2.1) Por sexo

Al comparar el monoparasitismo, se evidencia diferencia estadísticamente significativa ($p=0,039$) que indica que el sexo femenino presenta prevalencia más elevada, en cuanto al multiparasitismo, no se encuentra diferencia estadísticamente significativa, sin embargo, el sexo femenino también presenta prevalencias más elevadas que el sexo masculino como se ve en la **Tabla 45**.

Tabla 45. Monoparasitismo y multiparasitismo por sexo de la Comunidad de Balgüe (%= prevalencia; IC-95%= intervalo de confianza 95%; p- valor = valor estadístico.

N=74	Monoparasitismo n=17			Multiparasitismo n=14			
	n	%	IC 95%	n	%	IC 95%	p-Valor
Femenino	13	76,47	52,5 - 92,04	8	57,14	31,15 - 80,44	0,217
Masculino	4	23,52	7,95 - 47,5	6	42,85	19,56 - 68,85	0,654
p-Valor	0,039			0,933			

B.1.2.2) Por edad

El estudio se realizó utilizando edades absolutas como se observa en la **Tabla 46**. Aunque no se encontró diferencias estadísticamente significativas entre el monoparasitismo y el multiparasitismo, en ambos casos se observa prevalencias más elevadas en los menores de 5 años de edad, siendo el porcentaje de multiparasitismo más elevado (57,14%) frente al monoparasitismo (47,05%), llama la atención en el multiparasitismo que sólo se presenta a partir de los 3 años de edad.

Tabla 46. Monoparasitismo y multiparasitismo por edad en Comunidad de Balgüe (%= prevalencia; IC-95%= intervalo de confianza 95%).

N=74	Monoparasitismo=17			Multiparasitismo=14			
	n	%	IC 95%	n	%	IC 95%	p-Valor
1 Año	-	-	-	-	-	-	-
2 Años	4	23,52	7,95 – 47,5	-	-	-	-
3 Años	-	-	-	3	21,42	5,75 – 47,95	-
4 Años	5	29,41	11,66 – 53,68	3	21,42	5,75 – 47,95	0,617
5 Años	8	47,05	24,78 – 70,27	8	57,14	31,15 – 80,40	0,723
p-Valor	0,436			0,148			

B.2) COMUNIDAD DE MÉRIDA

En esta Comunidad, el número total de menores estudiados fue de 228. El espectro parasitario detectado está conformado por 12 especies, de las cuales 10 corresponden a protozoos, incluyendo también 2 especies de esporas del Phylum Myxozoa, y 2 especies correspondientes a helmintos.

B.2.1) Espectro parasitario y prevalencias de parasitación

Tal y como se observa en la **Tabla 47**, se encontró que el 65,35% de la población era positiva para al menos una especie de las pertenecientes al espectro, destacando además la diferencia entre el alto porcentaje de parasitación por protozoos (64,91%) frente al reducido porcentaje (1,31%) correspondiente a helmintos.

Al hacer una revisión más detallada entre las prevalencias por protozoos, se encontró que la más elevada corresponde a infecciones por *Blastocystis* sp. (27,19%), seguido de *E. coli* (24,12%) y *G. duodenalis* (23,24%). Las demás especies presentan prevalencias menores de 10,00%. Cabe destacar en esta comunidad la presencia de esporas de *Myxobolus* sp. con una prevalencia de 3,96% y de *Henneguya* sp. con prevalencia de 0,99%.

En cuanto a helmintos se refiere, se detecta las especies *A. lumbricoides* (0,87%) y la especie *H. nana* (0,43%).

B.2.1.1) Por sexo

Realizado el análisis de la población de la Comunidad según el sexo, tal y como se aprecia en la **Tabla 48**, se puede observar que no se detecta ninguna diferencia estadísticamente significativa entre ambos sexos para ninguna de las especies del espectro parasitario detectado. Sin embargo, en la mayoría de los casos las prevalencias en el sexo femenino resultan mayores que en el sexo masculino. Así, la

parasitación total de las niñas alcanzó una prevalencia de 66,92%; mientras que, en los niños la prevalencia fue de 63,36%.

Tabla 47. Espectro parasitario y prevalencias totales de la Comunidad de Mérida (*= *E. histolytica*/ *E. dispar*/ *E. moshkovskii*; %= prevalencia; IC-95%= intervalo de confianza 95%).

N=228	n	%	IC 95%
Protozoos	148	64,91	58,55 - 70,9
<i>E. coli</i>	55	24,12	18,9 - 30
<i>E. hartmanni</i>	28	12,28	8,48 - 17,03
<i>E. complejo*</i>	5	2,19	0,80 - 4,79
<i>E. nana</i>	23	10,08	6,66 - 14,52
<i>I. butschlii</i>	2	0,87	0,14 - 2,86
<i>G. duodenalis</i>	53	23,24	18,11 - 29,06
<i>D. fragilis</i>	2	0,87	0,14 - 2,86
<i>Blastocystis</i> sp.	62	27,19	21,72 - 33,25
<i>Henneguya</i> sp.	3	1,31	0,33 - 3,53
<i>Myxobolus</i> sp.	7	3,07	1,35 - 5,97
Helmintos	3	1,31	0,33 - 3,53
<i>H. nana</i>	1	0,43	0,02 - 2,14
<i>A. lumbricoides</i>	2	0,87	0,14 - 2,86
Total +	149	65,35	59 - 71,32

Tabla 48. Espectro parasitario y prevalencias totales de parasitación por sexo de la Comunidad de Mérida (*= *E. histolytica*/ *E. dispar*/ *E. moshkovskii*; %= prevalencia; IC-95%= intervalo de confianza 95%; p-Valor = valor estadístico).

N=228	♀=127			♂=101			p-Valor
	n	%	IC 95%	n	%	IC 95%	
Protozoos	84	66,14	57,58 - 73,97	64	63,36	53,65 - 72,33	0,766
<i>E. coli</i>	35	27,55	20,32 - 35,81	20	19,80	12,89 - 28,42	0,229
<i>E. hartmanni</i>	17	13,38	8,26 - 20,16	11	10,89	5,86 - 18,14	0,713
<i>E. complejo*</i>	4	3,14	1,00 - 7,42	1	0,99	0,04 - 4,78	0,515
<i>E. nana</i>	16	12,59	7,64 - 19,25	7	6,93	3,08 - 13,23	0,234
<i>I. butschlii</i>	2	1,57	0,26 - 5,10	0	-	-	-
<i>G. duodenalis</i>	27	21,25	14,8 - 29,02	26	25,74	17,93 - 34,92	0,523
<i>D. fragilis</i>	1	0,78	0,03 - 3,82	1	0,99	0,04 - 4,78	0,581
<i>Blastocystis</i> sp.	36	28,34	21,02 - 36,65	26	25,74	17,93 - 34,92	0,772
<i>Henneguya</i> sp.	2	1,57	0,26 - 5,10	1	0,99	0,04 - 4,78	0,841
<i>Myxobolus</i> sp.	3	2,36	0,60 - 6,29	4	3,96	1,27 - 9,27	0,757
Helmintos	2	1,57	0,26 - 5,10	1	0,99	0,04 - 4,78	0,841
<i>H. nana</i>	1	0,78	0,03 - 3,82	0	-	-	-
<i>A. lumbricoides</i>	1	0,78	0,03 - 3,82	1	0,99	0,04 - 4,78	0,581
Total +	85	66,92	58,4 - 74,69	64	63,36	53,65 - 72,33	0,673

B.2.1.2) Por edad

Al realizar el comparativo de las prevalencias por grupos de edades, como se aprecia en la **Tabla 49**, se evidencia que, el grupo de 12–14 años es el más propenso al parasitismo total (72,54%) pero sin llegar a alcanzar diferencias estadísticamente significativas con el resto de grupos de edades. En el caso de *E. coli* ($p=0,013$) y *E. hartmanni* ($p=0,043$) aparece, con diferencias estadísticamente significativas, mayores prevalencias en el grupo de 12-14 años.

Tabla 49. Espectro parasitario y prevalencias totales de parasitación de la Comunidad de Mérida por edad (*= *E. histolytica*/ *E. dispar*/ *E. moshkovskii*; %= prevalencia; IC-95%= intervalo de confianza 95%; p-Valor = valor estadístico).

N=228	1-5 años=80			6-11 años=87			12-14 años=51			15-17 años=10			P-Valor
	n	%	IC 95%	n	%	IC 95%	n	%	IC 95%	n	%	IC 95%	
Protozoos	55	68,75	57,99 - 78,17	49	56,32	45,78 - 66,45	37	72,54	59,16 - 83,44	7	70,00	38,01 - 91,74	0,190
<i>E. coli</i>	14	17,50	10,32 - 27	17	19,54	12,21 - 28,87	20	39,21	26,59 - 53,04	4	40,00	14,23 - 70,89	0,013
<i>E. hartmanni</i>	11	13,75	7,44 - 22,64	6	6,89	2,84 - 13,79	11	21,56	11,9 - 34,39	-	-	-	0,043
<i>E. complejo*</i>	2	2,50	0,42 - 8,01	2	2,29	0,38 - 7,38	1	1,96	0,09 - 9,29	0	-	-	0,980
<i>E. nana</i>	5	6,25	2,32 - 13,31	7	8,04	3,58 - 15,27	10	19,6	10,41 - 32,17	1	10,00	0,50 - 40,35	0,078
<i>I. butschlii</i>	1	1,25	0,06 - 6,01	1	1,14	0,05 - 5,53	0	-	-	0	-	-	0,514
<i>G. duodenalis</i>	23	28,75	19,65 - 39,37	20	22,98	15,06 - 32,69	8	15,68	7,56 - 27,62	2	20,00	3,5 - 51,95	0,383
<i>D. fragilis</i>	0	-	-	1	1,14	0,05 - 5,53	1	1,96	0,09 - 9,29	0	-	-	0,668
<i>Blastocystis</i> sp.	20	25,00	16,44 - 35,34	23	26,43	17,98 - 36,43	17	33,33	21,46 - 47,05	2	20,00	3,5 - 51,95	0,693
<i>Henneguya</i> sp.	0	-	-	3	3,44	0,88 - 9,09	0	-	-	0	-	-	-
<i>Myxobolus</i> sp.	1	1,25	0,06 - 6,01	4	4,59	1,47 - 10,72	1	1,96	0,09 - 9,29	1	10,00	0,50 - 40,35	0,410
Helmintos	1	1,25	0,06 - 6,01	1	1,14	0,05 - 5,53	0	-	-	1	10,00	0,50 - 40,35	0,111
<i>H. nana</i>	0	-	-	0	-	-	0	-	-	1	10,00	0,50 - 40,35	-
<i>A. lumbricoides</i>	1	1,25	0,06 - 6,01	1	1,14	0,05 - 5,53	0	-	-	0	-	-	0,514
Total +	55	68,75	57,99 - 78,17	50	57,47	46,92 - 67,53	37	72,54	59,16 - 83,44	7	70,00	38,01 - 91,74	0,255

B.2.2) Mono y multiparasitismo

Al comparar entre casos totales de monoparasitismo (57,71%) y multiparasitismo (42,28%), se observa diferencias estadísticamente significativas ($p=0,010$), lo cual indica que en esta comunidad es más frecuente el monoparasitismo. De otra parte, el multiparasitismo por 2 especies parásitas es el mayoritario con diferencias estadísticamente significativas ($p<0,0001$). Vale la pena mencionar que se alcanzó un máximo de 5 especies en al menos dos individuos como se ve en la **Tabla 50**.

Tabla 50. Mono y multiparasitismo de la Comunidad de Mérida (%= prevalencia; IC-95%= intervalo de confianza 95%; p-Valor = valor estadístico).

N=149	n	%	IC 95%
Monoparasitismo	86	57,71	49,67 – 65,47
Multiparasitismo	63	42,28	34,53 – 50,33
2 especies	41	65,07	52,74 - 76,06
3 especies	15	23,80	14,52 - 35,46
4 especies	5	7,93	2,96 - 16,71
5 especies	2	3,17	0,53 - 10,09

B.2.2.1) Por sexo

Al comparar el monoparasitismo por sexo, tal y como se ve en la **Tabla 51**, se observa que no existe diferencias estadísticamente significativas. Tanto el sexo femenino como el sexo masculino son susceptibles a parasitación por una especie parásita. Sin embargo, en el multiparasitismo si se presenta diferencias estadísticamente significativas ($p=0,0003$), que indica que el multiparasitismo es más frecuente en el sexo femenino. Sólo en el sexo masculino es más frecuente el monoparasitismo que el multiparasitismo con diferencias estadísticamente significativas ($p=0,0002$).

Tabla 51. Monoparasitismo y multiparasitismo por sexo de la Comunidad de Mérida (%= prevalencia; IC-95%= intervalo de confianza 95%; p-Valor = valor estadístico).

	Monoparasitismo =86			Multiparasitismo =63			
	n	%	IC 95%	n	%	IC 95%	p-Valor
Femenino	43	50,00	39,52 - 60,48	42	66,66	54,38 - 77,45	0,999
Masculino	43	50,00	39,52 - 60,48	21	33,33	22,55 - 45,62	0,0002
P- Valor	0,878			0,0003			

B.2.2.2) Por edad

Al comparar el monoparasitismo por grupos de edades, tal y como se ve en la **Tabla 52**, se evidencia que el grupo de 1-5 años presenta mayor prevalencia de monoparasitismo (45,34%), con diferencias estadísticamente significativas ($p=0,0001$). Además, este grupo de edad es el que presenta más frecuencia de monoparasitismo que de multiparasitismo, con diferencias estadísticamente significativas ($p<0,0001$). Con respecto al multiparasitismo, las mayores prevalencias se presentan en los grupos de 6-11 años y 12-14 (34,92%), en ambos casos, con diferencia estadísticamente significativa ($p=0,009$).

Tabla 52. Monoparasitismo y multiparasitismo por edad en la Comunidad de Mérida (%= prevalencia; IC-95%= intervalo de confianza 95%; p-Valor = valor estadístico).

N=228	Monoparasitismo=86			Multiparasitismo=63			
	n	%	IC 95%	n	%	IC 95%	p-Valor
1 - 5 Años	39	45,34	35,07 - 55,94	16	25,39	15,82 - 37,19	<0,0001
6 - 11 Años	28	32,55	22,3 - 42,98	22	34,92	23,94 - 47,26	0,319
12 - 14 Años	15	17,44	10,49 - 26,55	22	34,92	23,94 - 47,26	0,163
15 - 17 Años	4	4,65	1,49 - 10,84	3	4,76	1,22 - 12,41	0,999
p-Valor	0,0001			0,009			

B.3) COMUNIDAD LA CONCEPCIÓN

Concepción es la Comunidad más pequeña de las que conforman este estudio. El número total de menores estudiados fue tan solo de 50. El espectro parasitario detectado se compone de 8 especies, 6 de ellas corresponden a protozoos y las 2 especies restantes corresponden a helmintos.

B.3.1) Espectro parasitario y prevalencias de parasitación

La prevalencia de parasitación total fue de 28%. El porcentaje de protozoos en esta Comunidad corresponde al 26,00% frente al 6,00% correspondiente a helmintos. Dentro de los protozoos, como se puede observar en la **Tabla 53**, la prevalencia más elevada corresponde a *Blastocystis* sp. (12,00%) seguida de *E. coli* (8,00%). Respecto a los helmintos, se detecta 2 especies, *T. trichiura* y *A. lumbricoides* con la misma prevalencia (4,00%).

Tabla 53. Espectro parasitario y prevalencias totales de la Comunidad Concepción (*= *E. histolytica*/ *E. dispar*/ *E. moshkovskii*; %= prevalencia; IC-95%= intervalo de confianza 95%).

N=50	n	%	IC 95%
Protozoos	13	26,00	15,29 - 39,42
<i>E. coli</i>	4	8,00	2,59 - 18,18
<i>E. complejo*</i>	2	4,00	0,67 - 12,59
<i>E. nana</i>	2	4,00	0,67 - 12,59
<i>I. butschlii</i>	1	2,00	0,10 - 9,46
<i>G. duodenalis</i>	2	4,00	0,67 - 12,59
<i>Blastocystis</i> sp.	6	12,00	5,01 - 23,29
Helmintos	3	6,00	1,54 - 15,46
<i>T. trichiura</i>	2	4,00	0,67 - 12,59
<i>A. lumbricoides</i>	2	4,00	0,67 - 12,59
TOTAL +	14	28,00	16,91 - 41,58

B.3.1.1) Por sexo

Cuando se realiza la comparación de la población en base al sexo, como se aprecia en la **Tabla 54**, no se encuentra diferencias estadísticamente significativas, a pesar de que en el sexo femenino el espectro se encuentra levemente disminuido y las prevalencias son menores a las detectadas en el sexo masculino.

Tabla 54. Espectro parasitario y prevalencias totales de parasitación por sexo de la Comunidad Concepción (*= *E. histolytica*/ *E. dispar*/ *E. moshkovskii*; %= prevalencia; IC-95%= intervalo de confianza 95%; p-Valor = valor estadístico).

	♀=27			♂=23			
N=50	n	%	IC 95%	n	%	IC 95%	p-Valor
Protozoos	5	18,51	7,11 - 36,38	8	34,78	17,64 - 55,55	0,325
<i>E. coli</i>	2	7,4	1,26 - 22,38	2	8,69	1,48 - 25,87	0,722
<i>E. complejo*</i>	1	3,70	0,18 - 16,94	1	4,34	0,21 - 19,63	0,543
<i>E. nana</i>	2	7,40	1,26 - 22,38	-	-	-	-
<i>I. butschlii</i>	-	-	-	1	4,34	0,21 - 19,63	-
<i>G. duodenalis</i>	1	3,70	0,18 - 16,94	1	4,34	0,21 - 19,63	0,543
<i>Blastocystis</i> sp.	2	7,40	1,26 - 22,38	4	17,39	5,78 - 36,8	0,518
Helmintos	1	3,70	0,18 - 16,94	2	8,69	1,48 - 25,87	0,886
<i>T. trichiura</i>	1	3,70	0,18 - 16,94	1	4,34	0,21 - 19,63	0,543
<i>A. lumbricoides</i>	-	-	-	2	8,69	1,48 - 25,87	-
TOTAL +	5	18,50	7,11 - 36,38	9	39,13	21,05 - 59,8	0,193

B.3.1.2) Por edad

Al realizar el comparativo de las prevalencias por edades absolutas reflejadas en la **Tabla 55**, no se evidencia diferencias estadísticamente significativas. Sin embargo, las prevalencias en los menores de 2 años, en cuanto a protozoos se refiere, suelen ser más elevadas, mientras que, en el caso de helmintos, los menores de 3 años son quienes presentan prevalencias más elevadas. Llama la atención que el espectro parasitario en los menores de 5 años es visiblemente mayor con respecto al espectro de las demás edades.

B.3.2) Mono y multiparasitismo

No se encuentra diferencias estadísticamente significativas, al encontrar los mismos casos de monoparasitismo y multiparasitismo (50,00%). Además, en esta comunidad sólo se ha detectado hasta 2 especies parásitas como se puede evidenciar en la **Tabla 56**.

Tabla 55. Espectro parasitario y prevalencias totales de parasitación de la Comunidad Concepción por edad (*= E. histolytica/ E. dispar/ E. moshkovskii; %= prevalencia; IC-95%= intervalo de confianza 95%; p-Valor = valor estadístico).

N=50	2 años=8			3 años=11			4 años=8			5 años=15			p-Valor
	n	%	IC 95%	n	%	IC 95%	n	%	IC 95%	n	%	IC 95%	
Protozoos	4	50,00	18,41 - 81,59	1	9,09	0,45 - 37,34	2	25,00	4,42 - 61,17	6	40,00	18,09 - 65,46	0,210
<i>E. coli</i>	1	12,50	0,62 - 48,03	1	9,09	0,45 - 37,34	1	12,50	0,62 - 48,03	1	6,66	0,33 - 28,73	0,958
<i>E. complejo*</i>	1	12,50	0,62 - 48,03	-	-	-	1	12,50	0,62 - 48,03	-	-	-	0,449
<i>E. nana</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	13,33	2,29 - 37,52	-
<i>I. butschlii</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	6,66	0,33 - 28,73	-
<i>G. duodenalis</i>	1	12,50	0,62 - 48,03	-	-	-	-	-	-	1	6,66	0,33 - 28,73	0,761
<i>Blastocystis</i> sp.	2	25,00	4,42 - 61,17	-	-	-	1	12,50	0,62 - 48,03	3	20,00	5,35 - 45,35	0,815
Helmintos	-	-	-	2	18,18	3,16 - 48,27	-	-	-	1	6,66	0,33 - 28,73	0,774
<i>T. trichiura</i>	-	-	-	1	9,09	0,45 - 37,34	-	-	-	1	6,66	0,33 - 28,73	0,606
<i>A. lumbricoides</i>	-	-	-	1	9,09	0,45 - 37,34	-	-	-	-	-	-	-
TOTAL	4	50,00	18,41 - 81,59	2	18,18	3,16 - 48,27	2	25,00	4,42 - 61,17	6	40,00	18,09 - 65,46	0,442

Tabla 56. Mono y multiparasitismo de la Comunidad Concepción (%= prevalencia; IC-95%= intervalo de confianza 95%).

N=14	n	%	IC 95%
Monoparasitismo	7	50,00	25,13 - 74,87
Multiparasitismo	7	50,00	25,13 - 74,87
2 especies	7	100	65,18 - 100

B.3.2.1) Por sexo

Al comparar monoparasitismo y multiparasitismo por sexo, no se encuentra diferencia estadísticamente significativa como se puede evidenciar en la **Tabla 57**. Sin embargo, se observa que en el monoparasitismo es más frecuente en el sexo masculino (26,08%) que en el sexo femenino (3,70%).

Tabla 57. Monoparasitismo y multiparasitismo por sexo de la Comunidad Concepción (%= prevalencia; IC-95%= intervalo de confianza 95%; P- valor = valor estadístico).

N=50	Monoparasitismo =7			Multiparasitismo =7			
	n	%	IC 95%	n	%	IC 95%	p-Valor
Femenino	1	3,70	0,18 - 16,94	4	14,81	4,89 - 31,97	0,206
Masculino	6	26,08	11,31 - 46,57	3	13,04	3,42 - 31,53	0,345
p-Valor	0,117			0,999			

B.3.2.2) Por edad

El estudio se realizó utilizando edades absolutas como se observa en la **Tabla 58**. Al realizar comparaciones entre monoparasitismo y multiparasitismo por edad, no se encuentra diferencias estadísticamente significativas. A pesar de esto, en el monoparasitismo, los menores de 2 y 5 años, son los más susceptibles a parasitación por una especie parásita (42,85%), en ambos casos. En el multiparasitismo, también los menores de 5 años (42,85%) y los menores de 3 años (28,57%) son más susceptibles al parasitismo por varias especies.

Tabla 58. Monoparasitismo y multiparasitismo por edad en la Comunidad Concepción (%= prevalencia; IC-95%= intervalo de confianza 95%; p-Valor = valor estadístico).

N=50	Monoparasitismo=7			Multiparasitismo=7			p-Valor
	n	%	IC 95%	n	%	IC 95%	
1 Año	-	-	-	-	-	-	-
2 Años	3	42,85	12,27 - 78,4	1	14,28	0,71 - 53,02	0,554
3 Años	-	-	-	2	28,57	5,1 - 66,98	-
4 Años	1	14,28	0,71 - 53,02	1	14,28	0,71 - 53,02	0,445
5 Años	3	42,85	12,27 - 78,4	3	42,85	12,27 - 78,4	0,589
p-Valor	0,549			0,653			

B.4) COMUNIDAD LA PALOMA

En esta Comunidad se estudió un total de 162 menores. El espectro parasitario encontrado está conformado por 10 especies: 9 correspondientes a protozoos, en donde también se detectaron esporas de *Henneguya* sp y *Myxobolus* sp. y 1 una especie correspondiente a helminto.

B.4.1) Espectro parasitario y prevalencias de parasitación

Tal y como observa en la **Tabla 59**, la población resultó con una parasitación total del 62,96%. Las prevalencias correspondientes a protozoos (62,96%) son notablemente superiores a las correspondientes a helmintos (0,61%), con diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,0001$). *Blastocystis* sp. resultó el protozoo más prevalente (30,24%), seguido de *E. coli* (29,62%).

B.4.1.1) Por sexo

Al comparar la población por sexo, no se encuentra diferencias estadísticamente significativas. Llama la atención que las prevalencias de protozoos sean similares en ambos sexos (61,44% y 64,55%). Como se evidencia en la **Tabla 60**, el espectro parasitario en las niñas se encuentra disminuido (8 especies).

Tabla 59. Espectro parasitario y prevalencias totales de la Comunidad La Paloma (*= *E. histolytica*/ *E. dispar*/ *E. moshkovskii*; %= prevalencia; IC-95%= intervalo de confianza 95%).

N=162	n	%	IC 95%
Protozoos	102	62,96	55,33 - 70,14
<i>E. coli</i>	48	29,62	22,98 - 37
<i>E. hartmanni</i>	4	2,46	0,78 - 5,84
<i>E. complejo*</i>	3	1,85	0,47 - 4,95
<i>E. nana</i>	31	19,13	13,63 - 25,74
<i>C. mesnili</i>	1	0,61	0,03 - 3,00
<i>G. duodenalis</i>	27	4,32	1,90 - 8,35
<i>Blastocystis</i> sp.	49	30,24	23,55 - 37,65
<i>Henneguya</i> sp.	4	2,46	0,78 - 5,84
<i>Myxobolus</i> spp.	3	1,85	0,47 - 4,95
Helmintos	1	0,61	0,03 - 3,00
<i>T. trichiura</i>	1	0,61	0,03 - 3,00
TOTAL +	102	62,96	55,33 - 70,14

Tabla 60. Espectro parasitario y prevalencias totales de parasitación por sexo de la Comunidad La Paloma (*= *E. histolytica*/ *E. dispar*/ *E. moshkovskii*; %= prevalencia; IC-95%= intervalo de confianza 95%; p-Valor = valor estadístico).

N=162	♀=83			♂=79			p-Valor
	n	%	IC 95%	n	%	IC 95%	
Protozoos	51	61,44	50,66 - 71,44	51	64,55	53,57 - 74,5	0,804
<i>E. coli</i>	22	26,5	17,86 - 36,76	26	32,91	23,24 - 43,82	0,471
<i>E. hartmanni</i>	2	2,40	0,40 - 7,73	2	2,53	0,42 - 8,11	0,648
<i>E. complejo*</i>	2	2,40	0,40 - 7,73	1	1,26	0,06 - 6,08	0,965
<i>E. nana</i>	17	20,48	12,83 - 30,17	14	17,72	10,46 - 27,31	0,805
<i>C. mesnili</i>	-	-	-	1	1,26	0,06 - 6,08	-
<i>G. duodenalis</i>	14	16,86	9,93 - 26,08	13	16,45	9,47 - 25,86	0,888
<i>Blastocystis</i> sp.	27	32,53	23,12 - 43,14	22	27,84	18,82 - 38,48	0,633
<i>Henneguya</i> sp.	1	1,20	0,06 - 5,79	3	3,79	0,97 - 9,98	0,577
<i>Myxobolus</i> spp.	1	1,20	0,06 - 5,79	2	2,53	0,42 - 8,11	0,965
Helmintos	-	-	-	1	1,26	0,06 - 6,08	-
<i>T. trichiura</i>	-	-	-	1	1,26	0,06 - 6,08	-
TOTAL +	51	61,44	50,66 - 71,44	51	64,55	53,57 - 74,5	0,804

B.4.1.2) Por edad

Al realizar el comparativo de las prevalencias por grupos de edades como se ve en la **Tabla 61**, se evidencia diferencias estadísticamente significativas ($p=0,039$), siendo el grupo de 12–14 años es el más propenso al parasitismo total. Igualmente, este grupo de edad es el más prevalente en parasitación por especies de protozoos, con diferencias estadísticamente significativas ($p=0,039$). Mientras que la especie *E. coli* es más

frecuente en el grupo de 12-14 años de edad con diferencias estadísticamente significativas ($p=0,039$), la especie *E. nana* es la más frecuente en el grupo de 15-17 años de edad, con diferencias estadísticamente significativas ($p=0,016$).

Tabla 61. Espectro parasitario y prevalencias totales de parasitación de la Isla la Comunidad La Paloma por edad (*= *E. histolytica*/ *E. dispar*/ *E. moshkovskii*; %= prevalencia; IC-95%= intervalo de confianza 95%; P- valor = valor estadístico).

	1-5 años=51			6-11 años=70			12-14 años=27			15-17 años=14			P-Valor
N=162	n	%	IC 95%	n	%	IC 95%	n	%	IC 95%	n	%	IC 95%	
Protozoos	24	47,05	33,71 - 60,73	48	68,57	57,03 - 78,61	20	74,1	55,32 - 87,89	10	71,42	44,55 - 90,19	0,039
<i>E. Coli</i>	8	15,68	7,56 - 27,62	24	34,28	23,9 - 45,95	12	44,4	26,75 - 63,27	4	28,57	9,80 - 55,45	0,039
<i>E. hartmanni</i>	-	-	-	1	1,42	0,07 - 6,84	2	7,40	1,26 - 22,38	1	7,14	0,35 - 30,49	0,274
<i>E. complejo</i>	1	1,96	0,09 - 9,29	2	2,85	0,48 - 9,11	-	-	-	-	-	-	0,780
<i>E. nana</i>	4	7,84	2,54 - 17,84	13	18,57	10,74 - 28,96	9	33,3	17,64 - 52,44	5	35,71	14,44 - 62,4	0,016
<i>C. mesnili</i>	-	-	-	1	1,42	0,07 - 6,84	-	-	-	-	-	-	-
<i>G. duodenalis</i>	10	19,60	10,41 - 32,17	14	20,00	11,86 - 30,58	3	11,1	2,90 - 27,33	-	-	-	0,568
<i>Blastocystis</i> sp.	13	25,49	14,97 - 38,72	20	28,57	18,93 - 39,95	8	29,6	14,81 - 48,62	8	57,14	31,15 - 80,44	0,142
<i>Henneguya</i> sp	-	-	-	4	5,71	1,84 - 13,21	-	-	-	-	-	-	-
<i>Myxobolus</i> sp.	1	1,96	0,09 - 9,29	2	2,85	0,48 - 9,11	-	-	-	-	-	-	-
Helmintos	-	-	-	1	1,42	0,07 - 6,84	-	-	-	-	-	-	-
<i>T. trichiura</i>	-	-	-	1	1,42	0,07 - 6,84	-	-	-	-	-	-	-
TOTAL +	24	47,05	33,71 - 60,73	48	68,57	57,03 - 78,61	20	74,1	55,32 - 87,89	10	71,42	44,55 - 90,19	0,039

B.4.2) Mono y multiparasitismo

Al comparar entre casos totales de mono parasitismo (50,98%) y multiparasitismo (49,01%) no se encuentra diferencias estadísticamente significativas. Dentro del multiparasitismo, sí que se encuentra diferencias estadísticamente significativas ($p<0,0001$) al encontrar la parasitación por dos especies como la más frecuente como se ve en la **Tabla 62**.

Tabla 62. Mono y multiparasitismo de la Comunidad La Paloma (%= prevalencia; IC-95%= intervalo de confianza 95%).

N=50	n	%	IC 95%
Monoparasitismo	52	50,98	41,32 - 60,59
Multiparasitismo	50	49,01	39,41 - 58,68
2 especies	34	68,00	54,2 - 79,77
3 especies	13	26,00	15,29 - 39,42
4 especies	3	6,00	1,54 - 15,46

B.4.2.1) Por sexo

Al realizar la comparación entre monoparasitismo y multiparasitismo por sexo, no se encuentra diferencias estadísticamente significativas. Sin embargo, como se aprecia en la **Tabla 63**, el monoparasitismo tiende a ser más elevado en el sexo masculino (53,84%) que en el sexo femenino (46,15%). En el multiparasitismo, el sexo femenino presenta mayor prevalencia (54,00%) frente al sexo masculino (46,00%).

Tabla 63. Monoparasitismo y multiparasitismo por sexo de la Comunidad La Paloma (%= prevalencia; IC-95%= intervalo de confianza 95%; p-Valor = valor estadístico).

N=162	Monoparasitismo=52			Multiparasitismo=50			p-Valor
	n	%	IC 95%	n	%	IC 95%	
Femenino	24	46,15	33 - 59,73	27	54,00	40,15 - 67,39	0,692
Masculino	28	53,84	40,27 - 67	23	46,00	32,61 - 59,85	0,428
p – Valor	0,649			0,644			

B.4.2.2) Por edad

A comparar mono y multiparasitismo por grupos de edades, se encuentra diferencias estadísticamente significativas, en ambos casos. Los menores del grupo de edad de 6-11 años son los más susceptibles al monoparasitismo (50,00%). Llama la atención que el multiparasitismo es estadísticamente superior en los menores de 1-5 y 6-11 años de edad (**Tabla 64**).

Tabla 64. Monoparasitismo y multiparasitismo por edad en Comunidad La Paloma (%= prevalencia; IC-95%= intervalo de confianza 95%; p-Valor = valor estadístico).

N=162	Monoparasitismo=52			Multiparasitismo=50			p-Valor
	n	%	IC 95%	n	%	IC 95%	
1 - 5 Años	12	23,07	13,15 - 35,93	12	24,00	13,7 - 37,23	0,772
6 - 11 Años	26	50,00	36,6 - 63,4	22	24,00	13,7 - 37,23	0,540
12 - 14 Años	10	19,23	10,2 - 31,61	10	20,00	10,63 - 32,76	0,751
15 - 17 Años	4	7,69	2,49 - 17,52	6	12,00	5,01 - 23,29	0,654
p-Valor	0,0001			0,007			

3.2.2.3- ARCHIPIÉLAGO DE SOLENTINAME (DEPARTAMENTO DE RIO SAN JUAN)

A) EN EL TOTAL DEL ARCHIPIÉLAGO

La población total estudiada en este Archipiélago ha sido de 88 menores, residentes en 4 comunidades, en las que, en alguna de ellas, no se llega siquiera a una docena de escolares estudiados. El espectro parasitario detectado fue de 7: 6 correspondientes a protozoos y una especie de helminto. Posteriormente, para cada comunidad, se detectó un espectro de al menos 5 especies de protozoos, y, en algún caso una de helminto.

A.1) Espectro parasitario y prevalencias de parasitación

Tal y como se observa en la **Tabla 65**, el 81,81% de la población estudiada es positiva para al menos 1 especie parásita del espectro detectado, evidenciándose un predominio de protozoos (81,81%) frente al correspondiente de helmintos (1,13%). El helminto fue *T. trichiura*, con diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,0001$).

Al revisar detalladamente el espectro correspondiente a protozoos, se ha observado que la prevalencia más elevada correspondía a *Blastocystis* sp. (70,45%) seguido de *E. nana* (37,5%) y *G. duodenalis* (30,68%). Las restantes especies detectadas no alcanzaron el 30,00% de las prevalencias.

Tabla 65. Espectro parasitario y prevalencias totales de parasitación del Archipiélago de Solentiname (*= *E. histolytica*/ *E. dispar*/ *E. moshkovskii*; %= prevalencia; IC-95%= intervalo de confianza 95%).

N=88	n	%	IC 95%
Protozoos	72	81,81	72,72 - 88,85
<i>E. coli</i>	19	21,59	13,93 - 31,09
<i>E. complejo*</i>	6	6,81	2,80 - 13,64
<i>E. nana</i>	33	37,5	27,86 - 47,95
<i>I. butschlii</i>	1	1,13	0,05 - 5,47
<i>G. duodenalis</i>	27	30,68	21,73 - 40,89
<i>Blastocystis</i> sp.	62	70,45	60,31 - 79,27
Helmintos	1	1,13	0,05 - 5,47
<i>T. trichiura</i>	1	1,13	0,05 - 5,47
TOTAL +	72	81,81	72,72 - 88,85

A.1.1) Por sexo

Al comparar la población por sexo, no se encuentra diferencias estadísticamente significativas. Llama la atención que las prevalencias de protozoos sean similares en

ambos sexos (80,00% y 83,72%). Como se evidencia en la **Tabla 66**. Sin embargo, las prevalencias del sexo masculino en todos los casos superaron a las de sexo femenino. En el caso de los helmintos, sólo se diagnosticaron en el sexo femenino, alcanzando una prevalencia de 2,22%.

Tabla 66. Espectro parasitario y prevalencias totales de parasitación del Archipiélago de Solentiname por sexo (*= *E. histolytica*/ *E. dispar*/ *E. moshkovskii*; %= prevalencia; IC-95%= intervalo de confianza 95%; p-Valor = valor estadístico).

N=88	♀=45			♂=43			p-Valor
	n	%	IC 95%	n	%	IC 95%	
Protozoos	36	80,00	66,46 - 89,78	36	83,72	70,43 - 92,59	0,860
<i>E. coli</i>	6	13,33	5,58 - 25,68	13	30,23	17,96 - 45,09	0,095
<i>E. complejo*</i>	1	2,22	0,11 - 10,47	5	11,62	4,38 - 23,91	0,184
<i>E. nana</i>	14	31,11	18,93 - 45,66	19	44,18	29,96 - 59,17	0,297
<i>I. butschlii</i>	-	-	-	1	2,32	0,11 - 10,94	-
<i>G. duodenalis</i>	10	22,22	11,88 - 36,05	17	39,53	25,83 - 54,61	0,126
<i>Blastocystis</i> sp.	31	68,88	54,34 - 81,07	31	72,09	57,38 - 83,91	0,923
Helmintos	1	2,22	0,11 - 10,47	-	-	-	-
<i>T. trichiura</i>	1	2,22	0,11 - 10,47	-	-	-	-
TOTAL +	36	80,00	66,46 - 89,78	36	83,72	70,43 - 92,59	0,860

A.1.2) Por edad

Al realizar el comparativo de las prevalencias por grupos de edades como se ve en la **Tabla 67**, no se evidencia diferencias estadísticamente significativas, siendo el grupo de 12–14 años es el más propenso al parasitismo total. Igualmente, este grupo de edad es el más prevalente en parasitación por especies de protozoos. En cambio, en el grupo de las especies de helmintos, sólo se presentó un caso de *T. trichiura* en el grupo de 6-11 años.

A.2) MONO Y MULTIPARASITISMO

Al comparar los casos totales de monoparasitismo (29,16%) y multiparasitismo (70,83%), se encontraron diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,0001$). El multiparasitismo mayoritario está causado por dos especies parásitas. Tan solo en dos individuos se alcanzó un multiparasitismo máximo, de 5 especies parásitas, tal y como se observa en la **Tabla 68**.

Tabla 67. Espectro parasitario y prevalencias totales de parasitación del Archipiélago de Solentiname por edad (*= E. histolytica/ E. dispar/ E. moshkovskii; %= prevalencia; IC-95%= intervalo de confianza 95%; p-Valor = valor estadístico).

N=88	1-5 años=32			6-11 años=44			12-14 años=12			p-Valor
	n	%	IC 95%	n	%	IC 95%	n	%	IC 95%	-
Protozoos	28	87,5	72,55 - 95,9	32	72,72	58,24 - 84,3	12	100	77,91 - 100	0,054
<i>E. coli</i>	6	18,75	7,96 - 34,98	12	27,27	15,7 - 41,76	1	8,33	0,41 - 34,75	0,326
<i>E. complejo*</i>	2	6,25	1,06 - 19,15	3	6,81	1,76 - 17,44	1	8,33	0,41 - 34,75	0,970
<i>E. nana</i>	10	31,25	17,09 - 48,67	20	45,45	31,27 - 60,22	3	25,00	678 - 54,12	0,283
<i>I. butschlii</i>	-	-	-	1	2,27	0,11 - 10,7	-	-	-	-
<i>G. duodenalis</i>	9	28,12	14,67 - 45,38	14	31,81	19,39 - 46,57	4	33,33	11,61 - 62,31	0,920
<i>Blastocystis</i> sp.	23	71,87	54,62 - 85,33	29	65,90	51,07 - 78,71	10	83,33	54,94 - 97,11	0,490
Helmintos	-	-	-	1	2,27	0,11 - 10,7	-	-	-	-
<i>T. trichiura</i>	-	-	-	1	2,27	0,11 - 10,7	-	-	-	-
TOTAL +	28	87,5	72,55 - 95,9	32	72,72	58,24 - 84,3	12	100	77,91 - 100	0,054

Tabla 68. Mono y multiparasitismo del Archipiélago de Solentiname (%= prevalencia; IC-95%= intervalo de confianza 95%).

N=51	n	%	IC 95%
Monoparasitismo	21	29,16	19,56 - 40,42
Multiparasitismo	51	70,83	59,58 - 80,44
2 especies	35	68,62	55 - 80,2
3 especies	8	15,68	7,56 - 27,62
4 especies	6	11,76	4,90 - 22,87
5 especies	2	3,92	0,66 - 12,36

A.2.1) Por sexo

Al comparar monoparasitismo y el multiparasitismo por sexo, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas. Sin embargo, mientras que en el sexo femenino se detectó mayor frecuencia de monoparasitismo, con diferencias estadísticamente significativas ($p=0,033$), en el sexo masculino se detectó mayor frecuencia de multiparasitismo con diferencias estadísticamente significativas ($p=0,0007$), tal y como se observa en la **Tabla 69**.

Tabla 69. Mono y multiparasitismo por sexo del Archipiélago de Solentiname (%= prevalencia; IC-95%= intervalo de confianza 95%; p-Valor = valor estadístico).

N=88	Monoparasitismo=21			Multiparasitismo=51			p-Valor
	n	%	IC 95%	n	%	IC 95%	
Femenino	13	61,90	40,23 - 80,49	23	45,09	31,9 - 58,84	0,033
Masculino	8	38,09	19,51 - 59,77	28	54,90	41,16 - 68,1	0,0007
p-Valor	0,352			0,506			

B.2.2) Por edad

Todos los grupos de edad son igual de susceptibles al monoparasitismo. En cambio, en el multiparasitismo se encuentra diferencias estadísticamente significativas ($P=0,0003$), siendo el grupo de 6-11 años el más susceptible. Asimismo, en este mismo grupo de edad, aparece mayor frecuencia de multiparasitismo con diferencias estadísticamente significativas ($p=0,0001$), tal como se observa en la **Tabla 70**.

Tabla 70. Monoparasitismo y multiparasitismo por edad del Archipiélago de Solentiname (%= prevalencia; IC-95%= intervalo de confianza 95%; p-Valor = valor estadístico).

N=88	Monoparasitismo=21			Multiparasitismo=51			p – Valor
	n	%	IC 95%	n	%	IC 95%	
1 - 5 Años	10	47,61	27,29 - 68,57	18	35,29	23,15 - 49,07	0,061
6 - 11 Años	5	23,80	9,28 - 45,15	27	52,94	39,27 - 66,29	0,0001
12 - 14 Años	6	28,57	12,48 - 50,23	6	11,76	4,90 - 22,87	0,683
p-Valor	0,337			0,0003			

B) POR ISLAS DEL ARCHIPIÉLAGO

A continuación, se plasmará los resultados obtenidos en cada una de las islas del archipiélago de Solentiname.

B.1) COMUNIDAD DE LA ISLA DE MANCARRÓN

En esta comunidad, el total de muestras estudiadas fue de 38 y el espectro parasitario detectado fue de 5 especies, todas ellas correspondientes a protozoos.

B.1.1) Espectro parasitario y prevalencias de parasitación

Tal y como observa en la **Tabla 71**, la población resultó con una parasitación total del 84,21%. De los protozoos, *Blastocystis* sp. resultó el más prevalente (76,31%), seguido de *E. nana* (39,47%) y *G. duodenalis* (36,84%), para las demás especies las prevalencias no superan el 24,00%. Vale la pena destacar que en esta comunidad no se presentó ningún caso de helmintos.

Tabla 71. Espectro parasitario y prevalencias totales de la Comunidad de Mancarrón (*= E. histolytica/ E. dispar/ E. moshkovskii; %= prevalencia; IC-95%= intervalo de confianza 95%).

N=38	n	%	IC 95%
Protozoos	32	84,21	70,02 - 93,34
<i>E. coli</i>	9	23,68	12,22 - 39,03
<i>E. complejo*</i>	1	2,63	0,13 - 12,3
<i>E. nana</i>	15	39,47	24,98 - 55,52
<i>G. duodenalis</i>	14	36,84	22,73 - 52,89
<i>Blastocystis</i> sp.	29	76,31	60,97 - 87,78
TOTAL +	32	84,21	70,02 - 93,34

B.1.1.1) Por sexo

Al comparar la población por sexo, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas. No obstante, en el sexo masculino, las prevalencias son superiores a las presentadas en el sexo femenino, tal y como se observa en la **Tabla 72**.

Tabla 72. Espectro parasitario y prevalencias totales de parasitación por sexo de la Comunidad de Mancarrón (*= E. histolytica/ E. dispar/ E. moshkovskii; %= prevalencia; IC-95%= intervalo de confianza 95%; p-Valor = valor estadístico).

N=38	♀=17			♂=21			p-Valor
	n	%	IC 95%	n	%	IC 95%	
Protozoos	13	76,47	52,5 - 92,04	18	85,71	65,86 - 96,23	0,756
<i>E. coli</i>	2	11,76	2,02 - 33,73	7	33,33	15,9 - 55,1	0,242
<i>E. complejo*</i>	-	-	-	1	4,76	0,23 - 21,32	-
<i>E. nana</i>	5	29,41	11,66 - 53,68	10	47,61	27,29 - 68,57	0,419
<i>G. duodenalis</i>	6	35,29	15,73 - 59,51	8	38,09	19,51 - 59,77	0,872
<i>Blastocystis</i> sp.	13	76,47	52,5 - 92,04	16	76,19	54,85 - 90,71	0,716
TOTAL +	13	76,47	52,5 - 92,04	18	85,71	65,86 - 96,23	0,756

B.1.1.2) Por edad

Al realizar el comparativo de las prevalencias por grupos de edades, tal y como se ve en la **Tabla 73**, no se evidencia diferencias estadísticamente significativas, siendo el grupo de 12–14 años es el más propenso al parasitismo total. Igualmente, este grupo de edad es el más prevalente en parasitación por especies de protozoos. Sin embargo, el grupo de 6-11 años, fue el que presentó prevalencias más elevadas para cada una de las especies del espectro detectado.

Tabla 73. Espectro parasitario y prevalencias totales de parasitación de la Comunidad de Mancarrón por edad (*= *E. histolytica*/ *E. dispar*/ *E. moshkovskii*; %= prevalencia; IC-95%= intervalo de confianza 95%; P-valor = valor estadístico).

N=38	1-5 años=15			6-11 años=17			12-14 años=6			
	n	%	IC 95%	n	%	IC 95%	n	%	IC 95%	p-Valor
Protozoos	12	80,00	54,65 - 94,65	14	82,35	59,11 - 95,31	6	100	60,7 - 100	0,504
<i>E. coli</i>	2	13,33	2,29 - 37,52	6	35,29	15,73 - 59,51	1	16,66	0,83 - 59,09	0,313
<i>E. complejo*</i>	-	-	-	1	5,88	0,29 - 25,75	-	-	-	-
<i>E. nana</i>	5	33,33	13,38 - 59,21	8	47,05	24,78 - 70,27	2	33,33	6,01 - 73,81	0,690
<i>G. duodenalis</i>	4	26,66	9,10 - 52,53	8	47,05	24,78 - 70,27	2	33,33	6,01 - 73,81	0,481
<i>Blastocystis</i> sp.	10	66,66	40,79 - 86,62	13	76,47	52,5 - 92,04	6	100	60,7 - 100	0,267
TOTAL +	12	80,00	54,65 - 94,65	14	82,35	59,11 - 95,31	6	100	60,7 - 100	0,504

B.1.2) Mono y multiparasitismo

En esta comunidad es más prevalente el multiparasitismo (65,78%) que el monoparasitismo (18,42%), con diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,0001$). Asimismo, dentro del multiparasitismo, la parasitación causada por dos especies es la más frecuente, con diferencias estadísticamente significativa ($p < 0,0001$). Vale la pena mencionar, que se detectó multiparasitismo de hasta 4 especies en al menos 3 individuos, como se ve en la **Tabla 74**.

Tabla 74. Mono y multiparasitismo de la Comunidad de Mancarrón (%= prevalencia; IC-95%= intervalo de confianza 95%).

N=38	n	%	IC 95%
monoparasitismo	7	18,42	8,43 - 33,08
multiparasitismo	25	65,78	49,78 - 79,48
2 especies	17	44,73	29,61 - 60,64
3 especies	5	13,15	4,98 - 26,78
4 especies	3	7,89	2,04 - 20

B.1.2.1) Por sexo

El monoparasitismo y multiparasitismo son igual de prevalentes en ambos sexos, puesto que no se detectan diferencias estadísticamente significativas. Solo en el sexo masculino el multiparasitismo aparece de forma más frecuente, con diferencias estadísticamente significativas ($p = 0,0002$), tal como se ve en la **Tabla 75**.

Tabla 75. Monoparasitismo y multiparasitismo por sexo en la Comunidad de Mancarrón (%= prevalencia; IC-95%= intervalo de confianza 95%; p-Valor = valor estadístico).

N=38	Monoparasitismo=7			Multiparasitismo=25			p-Valor
	n	%	IC 95%	n	%	IC 95%	
Femenino	4	57,14	21,6 - 87,73	10	40,00	22,41 - 59,79	0,058
Masculino	3	42,85	12,27 - 78,4	15	60,00	40,21 - 77,59	0,0002
p-Valor	0,999			0,328			

B.1.2.2) Por edad

Pese a no encontrarse diferencias estadísticamente significativas entre el monoparasitismo y el multiparasitismo entre los diferentes grupos de edad, el monoparasitismo, es más frecuente que el multiparasitismo en el grupo de edad de 1-5 años, con diferencias estadísticamente significativas ($p=0,041$). Asimismo, el multiparasitismo es más frecuente en el grupo de edad de 6-11 años con diferencias estadísticamente significativas ($p<0,0001$), tal y como se aprecia en la **Tabla 76**.

Tabla 76. Monoparasitismo y multiparasitismo por edad en la Comunidad de Mancarrón (%= prevalencia; IC-95%= intervalo de confianza 95%; p-Valor = valor estadístico).

N=38	Monoparasitismo=7			Multiparasitismo=25			p-Valor
	n	%	IC 95%	n	%	IC 95%	
1 - 5 Años	3	42,85	12,27 - 78,4	9	36,00	19,19 - 55,89	0,041
6 - 11 Años	2	28,57	5,1 - 66,98	12	48,00	29,19 - 67,25	0,0001
12 - 14 Años	2	28,57	5,1 - 66,98	4	16,00	5,29 - 34,22	0,563
p-Valor	0,858			0,081			

B.2) COMUNIDAD DE LA ISLA DE SAN FERNANDO

En esta comunidad se estudiaron en total 20 muestras, con un espectro parasitario conformado por 5 especies de protozoos exclusivamente.

B.2.1) Espectro parasitario y prevalencias de parasitación

Tal y como observa en la **Tabla 77**, la población de San Fernando resultó con una parasitación total y prevalencia por protozoos del 70,00%, *Blastocystis* sp. resultó el protozoo más prevalente (55,00%), seguido de *E. nana* (35,00%) y *E. complejo* (25,00%). Para los demás protozoos, las prevalencias fueron inferiores al 20,00%. Vale la pena destacar que en esta comunidad no se presentó ningún caso de helmintos.

Tabla 77. Espectro parasitario y prevalencias totales de la Comunidad de San Fernando (*= *E. histolytica*/ *E. dispar*/ *E. moshkovskii*; %= prevalencia; IC-95%= intervalo de confianza 95%).

N=20	n	%	IC 95%
Protozoos	14	70,00	47,72 - 86,84
<i>E. coli</i>	4	20,00	6,69 - 41,49
<i>E. complejo*</i>	5	25,00	9,78 - 47,02
<i>E. nana</i>	7	35,00	16,77 - 57,3
<i>G. duodenalis</i>	1	5,00	0,24 - 22,28
<i>Blastocystis</i> sp.	11	55,00	33,28 - 75,36
TOTAL	14	70,00	47,72 - 86,84

B.2.1.1) Por sexo

Al realizar comparaciones por sexo, tal como se aprecia en la **Tabla 78**, no existe diferencias estadísticamente significativas. Llama la atención que las prevalencias de protozoos en el sexo femenino son superiores (81,81%) frente las presentadas en el sexo masculino (55,55%), pese a que las prevalencias por especies en el sexo masculino en la mayoría de los casos son más elevadas.

Tabla 78. Espectro parasitario y prevalencias totales de parasitación por sexo de la Comunidad de San Fernando (*= *E. histolytica*/ *E. dispar*/ *E. moshkovskii*; %= prevalencia; IC-95%= intervalo de confianza 95%; p-Valor = valor estadístico).

N=20	♀=11			♂=9			p-Valor
	n	%	IC 95%	n	%	IC 95%	
Protozoos	9	81,81	51,73 - 96,83	5	55,55	24,04 - 83,95	0,432
<i>E. coli</i>	2	18,18	3,16 - 48,27	2	22,22	3,90 - 56,21	0,736
<i>E. complejo*</i>	1	9,09	0,45 - 37,34	4	44,44	16,05 - 75,96	0,194
<i>E. nana</i>	3	27,27	7,45 - 57,81	4	44,44	16,05 - 75,96	0,741
<i>G. duodenalis</i>	-	-	-	1	11,11	0,55 - 43,86	-
<i>Blastocystis</i> sp.	7	63,63	33,64 - 87,22	4	44,44	16,05 - 75,96	0,684
TOTAL +	9	81,81	51,73 - 96,83	5	55,55	24,04 - 83,95	0,432

B.2.1.2) Por edad

A pesar de la reducida muestra estudiada, al realizar el comparativo de las prevalencias por grupos de edades, como se ve en la **Tabla 79**, no se evidencia diferencias estadísticamente significativas en la parasitación total, siendo el grupo de 1-5 y el de 12–14 años los más propensos al parasitismo total. Igualmente, estos grupos de edad son los más prevalentes en parasitación por especies de protozoos. La especie *E. complejo* es más frecuente en el grupo de 12-14 años de edad con diferencias estadísticamente significativas (p=0,044).

Tabla 79. Espectro parasitario y prevalencias totales de parasitación de la Comunidad de San Fernando por edad (*= *E. histolytica*/ *E. dispar*/ *E. moshkovskii*; %= prevalencia; IC-95%= intervalo de confianza 95%; p-Valor = valor estadístico).

N=20	1-5 años=6			6-11 años=13			12-14 años=1			
	n	%	IC 95%	n	%	IC 95%	n	%	IC 95%	p-Valor
Protozoos	6	100	60,7 - 100	7	53,84	27,43 - 78,7	1	100	5 - 100	0,099
<i>E. coli</i>	1	16,66	0,83 - 59,09	1	7,69	0,38 - 32,48	-	-	-	0,832
<i>E. complejo *</i>	1	16,66	0,83 - 59,09	1	7,69	0,38 - 32,48	1	100	5 - 100	0,044
<i>E. nana</i>	1	16,66	0,83 - 59,09	6	46,15	21,3 - 72,57	-	-	-	0,467
<i>G. duodenalis</i>	-	-	-	1	7,69	0,38 - 32,48	-	-	-	-
<i>Blastocystis</i> sp.	5	83,33	40,91 - 99,17	7	53,84	27,43 - 78,7	-	-	-	0,467
TOTAL +	6	100	60,7 - 100	7	53,84	27,43 - 78,7	1	100	5 - 100	0,099

B.2.2) Mono y multiparasitismo

Al realizar la comparación de casos totales de monoparasitismo (30,00%) frente al multiparasitismo (40,00%) como se ve en la **Tabla 80**, no se encuentra diferencias estadísticamente significativas. Dentro del multiparasitismo, la parasitación más elevada (62,50%) corresponde a 2 especies. Vale la pena destacar que se presentó un multiparasitismo con 5 especies en el mismo individuo.

Tabla 80. Mono y multiparasitismo en la Comunidad de San Fernando (%= prevalencia; IC-95%= intervalo de confianza 95%).

N=20	n	%	IC 95%
monoparasitismo	6	30,00	13,16 - 52,28
multiparasitismo	8	40,00	20,61 - 62,11
2 especies	5	62,50	27,8 - 89,44
3 especies	2	25,00	4,42 - 61,17
5 especies	1	12,50	0,62 - 48,03

B.2.2.1) Por sexo

Tal y como se ve en la **Tabla 81**, todos los menores de sexo masculino únicamente presentaron multiparasitismo. Además, no se detecta diferencias estadísticamente significativas en los casos de multiparasitismo en ambos sexos.

Tabla 81. Monoparasitismo y multiparasitismo por sexo en la Comunidad San Fernando (%= prevalencia; IC-95%= intervalo de confianza 95%; P- valor = valor estadístico).

N=20	Monoparasitismo=6			Multiparasitismo=8			
	n	%	IC 95%	n	%	IC 95%	p-Valor
Femenino	6	100	60,7 - 100	3	37,50	10,56 - 72,2	0,345
Masculino	-	-	-	5	62,50	27,8 - 89,44	-
p-Valor	-			0,692			

B.2.2.2) Por edad

Al comparar los grupos de edades, no se evidenció diferencias estadísticamente significativas. El grupo de 6-11 años es el que presenta mayor frecuencia de multiparasitismo, con diferencias estadísticamente significativas ($p=0,032$), tal y como se observa en la **Tabla 82**.

Tabla 82. Monoparasitismo y multiparasitismo por edad en la Comunidad San Fernando (%= prevalencia; IC-95%= intervalo de confianza 95%; P- valor = valor estadístico).

N=20	Monoparasitismo=6			Multiparasitismo=8			
	n	%	IC 95%	n	%	IC 95%	p-Valor
1 - 5 Años	4	66,66	26,19 - 93,98	2	25,00	4,42 - 61,17	0,563
6 - 11 Años	1	16,66	0,83 - 59,09	6	75,00	38,83 - 95,57	0,032
12 - 14 Años	1	16,66	0,83 - 59,09	-	-	-	-
p-Valor	0,188			0,236			

B.3) COMUNIDAD DE LA ISLA LA VENADA

En esta Comunidad la cantidad de muestras estudiadas fue de tan solo 20. El espectro parasitario detectado está conformado por 6 especies, 5 de ellas correspondientes a protozoos y 1 a helmintos.

B.3.1) Espectro parasitario y prevalencias de parasitación

Tal y como observa en la **Tabla 83**, la parasitación total fue del 90,00%. La prevalencia correspondiente a protozoos (90,00%) resulta notablemente superior a la correspondiente a helmintos (5,00%), con diferencias estadísticamente significativas ($p<0,0001$). Dentro del grupo de protozoos, la mayor prevalencia fue alcanzada por *Blastocystis* sp. (80,00%), seguido de *E. nana* (50,00%) y *G. duodenalis* (45,00%). Para las demás especies, las prevalencias estuvieron por debajo de (20,00%).

Tabla 83. Espectro parasitario y prevalencias totales de parasitación de la Comunidad La Venada (*= E. histolytica/ E. dispar/ E. moshkovskii; %= prevalencia; IC-95%= intervalo de confianza 95%).

N=20	n	%	IC 95%
Protozoos	18	90,00	70,71 - 98,29
<i>E. coli</i>	4	20,00	6,69 - 41,49
<i>E. complejo*</i>	2	10,00	1,71 - 29,29
<i>E. nana</i>	10	50,00	28,86 - 71,14
<i>I. butschlii</i>	1	5,00	0,24 - 22,28
<i>G. duodenalis</i>	9	45,00	24,64 - 66,72
<i>Blastocystis</i> sp.	16	80,00	58,51 - 93,3
Helmintos	1	5,00	0,24 - 22,28
<i>T. trichiura</i>	1	5,00	0,24 - 22,28
TOTAL +	18	90,00	70,71 - 98,29

B.3.1.1) Por sexo

Al comparar la población por sexo, no se encuentra diferencias estadísticamente significativas. Sin embargo, las prevalencias totales para protozoos (100%) y por cada una de las especies del espectro detectado en el sexo masculino, fueron superiores a las alcanzadas por el sexo femenino (81,81%). Cabe señalar que el único caso de helmintos detectado se presentó en el sexo femenino, tal y como se ve en la **Tabla 84**.

Tabla 84. Espectro parasitario y prevalencias totales de parasitación de la Comunidad La Venada por sexo (*= E. histolytica/ E. dispar/ E. moshkovskii; %= prevalencia; IC-95%= intervalo de confianza 95%; p-Valor = valor estadístico).

N=20	♀=11			♂=9			p-Valor
	n	%	IC 95%	n	%	IC 95%	
Protozoos	9	81,81	51,73 - 96,83	9	100	71,69 - 100	0,549
<i>E. coli</i>	1	9,09	0,45 - 37,34	3	33,33	9,26 - 66,76	0,431
<i>E. complejo*</i>	-	-	-	2	22,22	3,90 - 56,21	-
<i>E. nana</i>	5	45,45	18,97 - 74,08	5	55,55	24,04 - 83,95	0,999
<i>G. duodenalis</i>	3	27,27	7,45 - 57,81	6	66,66	33,24 - 90,73	0,190
<i>Blastocystis</i> sp.	7	63,63	33,64 - 87,22	9	100	71,69 - 100	0,144
Helmintos	1	9,09	0,45 - 37,34	-	-	-	-
<i>T. trichiura</i>	1	9,09	0,45 - 37,34	-	-	-	-
TOTAL +	9	81,81	51,73 - 96,83	9	100	71,69 - 100	0,549

B.3.1.2) Por edad

A pesar de la reducida muestra estudiada, al realizar el comparativo de las prevalencias por grupos de edades, tal y como se observa en la **Tabla 85**, no se evidencia diferencias estadísticamente significativas, siendo el grupo de 1–5 años quienes presentan las prevalencias más elevadas. Cabe mencionar que solo en el grupo de 6-11 años, se

presentó parasitación por helmintos, específicamente *T. trichiura* y que en este grupo se presentó el espectro parasitario completo detectado en la Comunidad (6 especies).

Tabla 85. Espectro parasitario y prevalencias totales de parasitación de la Comunidad La Venada por edad (*= *E. histolytica*/ *E. dispar*/ *E. moshkovskii*; %= prevalencia; IC-95%= intervalo de confianza 95%; P- valor = valor estadístico).

N=20	1-5 años=7			6-11 años=10			12-14 años=3			
	n	%	IC 95%	n	%	IC 95%	n	%	IC 95%	p-Valor
Protozoos	7	100	65,18 - 100	8	80,00	48,05 - 96,5	3	100	36,84 - 100	0,329
<i>E. coli</i>	2	28,57	5,1 - 66,98	2	20,00	3,5 - 51,95	-	-	-	0,864
<i>E. complejo*</i>	1	14,28	0,71 - 53,02	1	10,00	0,50 - 40,35	-	-	-	0,620
<i>E. nana</i>	4	57,14	21,6 - 87,73	5	50,00	21,2 - 78,8	1	33,33	1,66 - 86,8	0,788
<i>G. duodenalis</i>	4	57,14	21,6 - 87,73	4	40,00	14,23 - 70,89	1	33,33	1,66 - 86,8	0,710
<i>Blastocystis</i> sp.	6	85,71	46,98 - 99,29	8	80,00	48,05 - 96,5	2	66,66	13,2 - 98,33	0,788
Helmintos	-	-	-	1	10,00	0,50 - 40,35	-	-	-	-
<i>T. trichiura</i>	-	-	-	1	10,00	0,50 - 40,35	-	-	-	-
TOTAL +	7	100	65,18 - 100	8	80,00	48,05 - 96,5	3	100	36,84 - 100	0,329

B.3.2) Mono y multiparasitismo

El estudio del total del monoparasitismo (15,00%) y multiparasitismo (75,00%) ha permitido observar diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,0001$). Dentro del multiparasitismo, se encontró mayor frecuencia de parasitación por dos especies, con diferencias estadísticamente significativas ($p = 0,0002$), tal y como se observa en la **Tabla 86**. Asimismo, se detectó un individuo albergando 5 especies simultáneamente.

Tabla 86. Mono y multiparasitismo de la Comunidad La Venada (%= prevalencia; IC-95%= intervalo de confianza 95%).

N=20	n	%	IC 95%
monoparasitismo	3	15	3,96 - 35,61
multiparasitismo	15	75,00	52,98 - 90,21
2 especies	10	66,66	40,79 - 86,62
3 especies	1	6,66	0,33 - 28,73
4 especies	3	20,00	5,35 - 45,35
5 especies	1	6,66	0,33 - 28,73

B.3.2.1) Por sexo

El monoparasitismo y el multiparasitismo son igual de prevalentes en ambos sexos. Solo en el sexo femenino se detecta mayor frecuencia de multiparasitismo con diferencias estadísticamente significativas ($p = 0,004$), tal y como se ve en la **Tabla 87**.

Tabla 87. Monoparasitismo y multiparasitismo por sexo en la Comunidad La Venada (%= prevalencia; IC-95%= intervalo de confianza 95%; p-Valor = valor estadístico).

N=20	Monoparasitismo=3			Multiparasitismo=15			p-Valor
	n	%	IC 95%	n	%	IC 95%	
Femenino	1	33,33	1,66 - 86,8	8	53,33	28,68 - 76,8	0,004
Masculino	2	66,66	13,2 - 98,33	7	46,66	23,2 - 71,32	0,059
p-Valor	0,999			0,999			

B.3.2.2) Por edad

El grupo de edad de 6-11 años no presentó casos de monoparasitismo. Sin embargo, el multiparasitismo es mayoritario en el grupo de edad de 6-11 años con diferencias estadísticamente significativas ($p=0,031$). De igual forma, en el grupo de edad de 1-5 años se observa más frecuencias de multiparasitismo, con diferencias estadísticamente significativas ($p=0,032$), tal y como se puede observar en la **Tabla 88**.

Tabla 88. Monoparasitismo y multiparasitismo por edad en la Comunidad La Venada (%= prevalencia; IC-95%= intervalo de confianza 95%; p-Valor = valor estadístico).

N=20	Monoparasitismo=3			Multiparasitismo=15			p-Valor
	n	%	IC 95%	n	%	IC 95%	
1-5 Años	1	33,33	1,66 - 86,8	6	40,00	18,09 - 65,46	0,032
6-11 Años	-	-	-	8	53,33	28,68 - 76,8	-
12-14 Años	2	66,66	13,2 - 98,33	1	6,66	0,33 - 28,73	0,999
p-Valor	0,999			0,031			

B.4) COMUNIDAD DE LA ISLA MANCARRONCITA

Esta Comunidad es la más pequeñas de las que conforman el Archipiélago, el total de muestras estudiadas fue de 10. Con un espectro parasitario conformado por 4 especies de protozoos.

B.4.1) Espectro parasitario y prevalencias de parasitación

Tal y como observa en la **Tabla 89**, la población resultó con una parasitación total del 80,00%. *Blastocystis* sp. resultó el protozoo más prevalente (50,00%), seguido de *G. duodenalis* (30,00%), las demás especies no superan el 20,00%.

B.4.1.1) Por sexo

A pesar de la reducida muestra al comparar la población por sexo, no se encuentra diferencias estadísticamente significativas. Sin embargo, las prevalencias de protozoos

y de parasitación total en el sexo masculino (100%) son superiores a las presentadas en sexo femenino (66,66%), tal y como se evidencia en la **Tabla 90**.

Tabla 89. Espectro parasitario y prevalencias totales de parasitación de la Comunidad Mancarroncita (*= E. histolytica/ E. dispar/ E. moshkovskii; %= prevalencia; IC-95%= intervalo de confianza 95%).

N=10	n	%	IC 95%
Protozoos	8	80,00	48,05 - 96,5
<i>E. coli</i>	2	20,00	3,5 - 51,95
<i>E. nana</i>	1	10,00	0,50 - 40,35
<i>G. duodenalis</i>	3	30,00	8,26 - 61,99
<i>Blastocystis</i> sp.	5	50,00	21,2 - 78,8
TOTAL +	8	80,00	48,05 - 96,5

Tabla 90. Espectro parasitario y prevalencias totales de parasitación de la Comunidad Mancarroncita por sexo (*= E. histolytica/ E. dispar/ E. moshkovskii; %= prevalencia; IC-95%= intervalo de confianza 95%; p-valor = valor estadístico).

N=10	♀=6			♂=4			p-Valor
	n	%	IC 95%	n	%	IC 95%	
Protozoos	4	66,66	26,19 - 93,98	4	100	47,29 - 100	0,628
<i>E. coli</i>	1	16,66	0,83 - 59,09	1	25,00	1,25 - 75,77	0,628
<i>E. nana</i>	1	16,66	0,83 - 59,09	-	-	-	-
<i>G. duodenalis</i>	1	16,66	0,83 - 59,09	2	50,00	9,43 - 90,57	0,672
<i>Blastocystis</i> sp.	3	50,00	14,66 - 85,34	2	50,00	9,43 - 90,57	0,518
TOTAL +	4	66,66	26,19 - 93,98	4	100	47,29 - 100	0,628

B.4.1.2) Por edad

A pesar de la reducida muestra al realizar el comparativo de las prevalencias por grupos de edades, tal y como se ve en la **Tabla 91**, no se evidencia diferencias estadísticamente significativas, siendo el grupo de 12–14 años el más propenso al parasitismo total pese a que el espectro parasitario de este grupo de edad se reduce a tan sólo 2 especies. Llama la atención la similitud de las prevalencias en los dos grupos de edades restantes.

B.4.2) Mono y multiparasitismo

Al comparar entre casos totales de monoparasitismo (50,00%) y multiparasitismo (30,00%), no se observa diferencias estadísticamente significativas. En los casos de multiparasitismo se observa únicamente la parasitación por 2 especies parásitas, tal y como se observa en la **Tabla 92**.

Tabla 91. Espectro parasitario y prevalencias totales de parasitación de la Comunidad Mancarroncita por edad (*= E. histolytica/ E. dispar/ E. moshkovskii; %= prevalencia; IC-95%= intervalo de confianza 95%; p-valor = valor estadístico).

N=10	1-5 años=4			6-11 años=4			12-14 años=2			
	n	%	IC 95%	n	%	IC 95%	n	%	IC 95%	p-Valor
Protozoos	3	75,00	24,23 - 98,75	3	75,00	24,23 - 98,75	2	100	22,36 - 100	0,731
E. coli	1	25,00	1,25 - 75,77	1	25,00	1,25 - 75,77	-	-	-	0,414
E. complejo*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
E. nana	-	-	-	1	25,00	1,25 - 75,77	-	-	-	-
G. duodenalis	1	25,00	1,25 - 75,77	1	25,00	1,25 - 75,77	1	50,00	2,5 - 97,5	0,788
Blastocystis sp.	2	50,00	9,43 - 90,57	1	25,00	1,25 - 75,77	2	100	22,36 - 100	0,223
TOTAL +	3	75,00	24,23 - 98,75	3	75,00	24,23 - 98,75	2	100	22,36 - 100	0,731

Tabla 92. Mono y multiparasitismo de la Comunidad Mancarroncita (%= prevalencia; IC-95%= intervalo de confianza 95%).

N=10	n	%	IC 95%
monoparasitismo	5	50,00	21,2 - 78,8
multiparasitismo	3	30,00	8,26 - 61,99
2 especies	3	100	36,84 - 100

B.4.2.1) Por sexo

Tal y como se observa en la **Tabla 93**, no se encuentra diferencias estadísticamente significativas ni en el monoparasitismo ni en el multiparasitismo entre ambos sexos.

Tabla 93. Monoparasitismo y multiparasitismo por sexo en la Comunidad Mancarroncita (%= prevalencia; IC-95%= intervalo de confianza 95%; p-Valor = valor estadístico).

N=10	Monoparasitismo=5			Multiparasitismo=3			
	n	%	IC 95%	n	%	IC 95%	p-Valor
Femenino	2	40,00	7,34 - 81,76	2	66,66	13,2 - 98,33	0,479
Masculino	3	60,00	18,24 - 92,65	1	33,33	1,66 - 86,8	0,479
p-Valor	0,999			0,999			

B.4.2.2) Por edad

Cuando se compara el monoparasitismo y el multiparasitismo por grupos de edades, no se encuentran diferencias estadísticamente significativas, tal y como se observa en la **Tabla 94**.

Tabla 94. Monoparasitismo y multiparasitismo por edad en la Comunidad Mancarroncita (%= prevalencia; IC-95%= intervalo de confianza 95%; p-Valor = valor estadístico).

N=10	Monoparasitismo=5			Multiparasitismo=3			
	n	%	IC 95%	n	%	IC 95%	p-Valor
1-5 Años	2	28,57	5,1 - 66,98	1	33,33	1,66 - 86,8	0,999
6-11 Años	2	28,57	5,1 - 66,98	1	33,33	1,66 - 86,8	0,999
12-14 Años	1	14,28	0,714 - 53,02	1	33,33	1,66 - 86,8	0,319
p-Valor	0,786			0,999			

3.2.2.4.- Isla de Rama Caya (Región Autónoma de la Costa Caribe Sur)

A) EN EL TOTAL DE LA ISLA

En Cayo Rama, popularmente conocido como Rama Cay, se estudió un total de 119 menores, todos procedentes de la única comunidad existente en el Cayo, en los cuales se encontró un espectro parasitario de 11 especies: 9 correspondían a protozoos y 2 a helmintos.

A.1) ESPECTRO PARASITARIO Y PREVALENCIAS DE PARASITACIÓN

Tal y como se observa en la **Tabla 95**, el porcentaje total de infectados corresponde al 81,51%, siendo superior el porcentaje total de helmintos (73,94%) al de protozoos (64,70%), aunque sin diferencias estadísticamente significativas. Revisando de manera más detallada el espectro parasitario concerniente a protozoos: *Blastocystis* sp. fue la especie más prevalente (40,33%), seguida de *E. coli* (25,21%) y *E. nana* (24,36%). Para las demás especies protozoarias, las prevalencias no superaron el 23,00%.

Con respecto a los helmintos, se detectaron 2 especies, teniendo la prevalencia más elevada *A. lumbricoides* (64,70%) frente a *T. trichiura*. (58,82%).

A.1.1) Por sexo

Al comparar espectro parasitario por sexo, se encuentra diferencias estadísticamente significativas ($p=0,006$) que indica que *G. duodenalis* es más frecuente en el sexo masculino que en el sexo femenino, para el caso de las demás especies, no se encuentra diferencias estadísticamente significativas. No obstante, tal y como se observa en la **Tabla 96**, en el sexo masculino las prevalencias suelen ser superiores a las presentadas en el sexo femenino. Llama la atención que las prevalencias de parasitación totales en ambos sexos sean similares (80,35% y 82,53%).

Tabla 95. Espectro parasitario y prevalencias totales de parasitación Rama Cay (*= *E. histolytica*/ *E. dispar*/ *E. moshkovskii*; %= prevalencia; IC-95%= intervalo de confianza 95%).

N=119	n	%	IC 95%
Protozoos	77	64,70	55,80 - 72,90
<i>E. coli</i>	30	25,21	18,03 - 33,60
<i>E. hartmanni</i>	13	10,92	6,21 - 17,52
<i>E. complejo*</i>	7	5,88	2,60 - 11,29
<i>E. nana</i>	29	24,36	17,30 - 32,68
<i>I. butschlii</i>	1	0,84	0,04 - 4,07
<i>C. mesnili</i>	9	7,56	3,75 - 13,42
<i>G. duodenalis</i>	27	22,68	15,84 - 30,86
<i>D. fragilis</i>	1	0,84	0,04 - 4,07
<i>Blastocystis</i> sp.	48	40,33	31,80 - 49,33
Helminos	88	73,94	65,51 - 81,23
<i>T. trichiura</i>	70	58,82	48,82 - 67,40
<i>A. lumbricoides</i>	77	64,70	55,80 - 72,90
TOTAL +	97	81,51	73,78 - 87,73

Tabla 96. Espectro parasitario y prevalencias totales de parasitación de Rama Cay por sexo (*= *E. histolytica*/ *E. dispar*/ *E. moshkovskii*; %= prevalencia; IC-95%= intervalo de confianza 95%; p- valor = valor estadístico).

N=119	♀=56			♂=63			p-Valor
	n	%	IC 95%	n	%	IC 95%	
Protozoos	33	58,92	45,75 - 71,21	44	69,84	57,71 - 80,19	0,294
<i>E. coli</i>	15	26,78	16,45 - 39,47	15	23,80	14,52 - 35,46	0,871
<i>E. hartmanni</i>	6	10,71	4,45 - 20,96	7	11,11	4,99 - 20,74	0,821
<i>E. complejo*</i>	2	3,57	0,60 - 11,3	5	7,93	2,96 - 16,71	0,535
<i>E. nana</i>	10	17,85	9,44 - 29,52	19	30,15	19,81 - 42,29	0,178
<i>I. butschlii</i>	1	1,78	0,08 - 8,49	-	-	-	-
<i>C. mesnili</i>	3	5,35	1,38 - 13,89	6	9,52	3,95 - 18,76	0,609
<i>G. duodenalis</i>	6	10,71	4,45 - 20,96	21	33,33	22,55 - 45,62	0,006
<i>D. fragilis</i>	1	1,78	0,08 - 8,49	0	-	-	-
<i>Blastocystis</i> sp.	18	32,14	20,93 - 45,16	30	47,61	35,53 - 59,92	0,125
Helminos	41	73,21	60,53 - 83,55	47	74,60	62,81 - 84,18	0,970
<i>T. trichiura</i>	33	58,92	45,75 - 71,21	37	58,73	46,31 - 70,36	0,869
<i>A. lumbricoides</i>	37	66,07	52,99 - 77,53	40	63,49	51,11 - 74,66	0,919
TOTAL +	45	80,35	68,43 - 89,21	52	82,53	71,68 - 90,46	0,944

A.1.2) Por edad

Al realizar el comparativo de las prevalencias por grupos de edades, se encuentra que la población está dividida en tan solo dos grupos, de 1–5 años y 6–11 años de edad, tal como se ve en la **Tabla 97**. En el grupo de 6–11 años de edad es donde aparece mayor

frecuencia de *E. nana*, *G. duodenalis* y *E. complejo* con diferencias estadísticamente significativas ($p=0,006$, $p=0,023$ y $p<0,0001$).

Tabla 97. Espectro parasitario y prevalencias totales de parasitación de Rama Cay por edades (*= *E. histolytica*/ *E. dispar*/ *E. moshkovskii*; %= prevalencia; IC-95%= intervalo de confianza 95%; P- valor = valor estadístico).

N=119	1-5 años=105			6-11 años=14			p-Valor
	n	%	IC 95%	n	%	IC 95%	
Protozoos	66	62,85	53,32 - 71,69	11	78,57	52,05 - 94,24	0,390
<i>E. coli</i>	22	20,95	13,97 - 29,52	5	35,71	14,44 - 62,4	0,368
<i>E. hartmanni</i>	12	11,42	6,34 - 18,62	1	7,14	0,35 - 30,49	0,978
<i>E. complejo*</i>	2	1,90	0,32 - 6,15	5	35,71	14,44 - 62,4	0,000
<i>E. nana</i>	21	20,00	13,17 - 28,46	8	57,14	31,15 - 80,44	0,006
<i>I. butschlii</i>	1	0,95	0,04 - 4,60	-	-	-	-
<i>C. mesnili</i>	7	6,66	2,96 - 12,74	2	14,28	2,46 - 39,74	0,635
<i>G. duodenalis</i>	20	19,04	12,38 - 27,4	7	50,00	25,13 - 74,87	0,023
<i>D. fragilis</i>	1	0,95	0,04 - 4,60	-	-	-	-
<i>Blastocystis</i> sp.	43	40,95	31,85 - 50,54	5	35,71	14,44 - 62,4	0,932
Helmintos	76	72,38	63,25 - 80,29	12	85,71	60,26 - 97,53	0,457
<i>T. trichiura</i>	60	57,14	47,55 - 66,35	10	71,42	44,55 - 90,19	0,464
<i>A. lumbricoides</i>	66	62,85	53,32 - 71,69	11	78,57	52,05 - 94,24	0,390
TOTAL +	84	80,00	71,54 - 86,83	13	92,85	69,51 - 99,64	0,425

A.2) MONO Y MULTIPARASITISMO

Al comparar entre casos totales de monoparasitismo (8,40%) y multiparasitismo (73,10%), se observa diferencias estadísticamente significativas ($p<0,0001$). Dentro del multiparasitismo, la parasitación por 2 especies es la más frecuente con diferencias estadísticamente significativas ($p<0,0001$). En los casos de multiparasitismo se observa parasitación hasta por 7 especies en un mismo individuo, tal y como se observa en la **Tabla 98**.

A.2.1) Por sexo

Tal y como se observa en la **Tabla 99**, no se encuentran diferencias estadísticamente significativas ni en el monoparasitismo ni en el multiparasitismo entre ambos sexos. Sin embargo, en el sexo femenino, el monoparasitismo es más frecuente con diferencias estadísticamente significativas ($p<0,0001$), mientras que los menores del sexo masculino presentan multiparasitismo de forma más frecuente, con diferencias estadísticamente significativas ($p<0,0001$).

Tabla 98. Mono y multiparasitismo de Rama Cay (%= prevalencia; IC-95%= intervalo de confianza 95%).

N=119	n	%	IC 95%
monoparasitismo	10	8,40	4,34 - 14,47
multiparasitismo	87	73,10	64,61 - 80,49
2 especies	27	31,03	21,99 - 41,32
3 especies	21	24,13	16,03 - 33,95
4 especies	20	22,98	15,06 - 32,69
5 especies	10	11,49	5,98 - 19,53
6 especies	8	9,19	4,36 - 16,71
7 especies	1	1,14	0,05 - 5,53

Tabla 99. Monoparasitismo y multiparasitismo por sexo en Rama cay (%= prevalencia; IC-95%= intervalo de confianza 95%; p- valor = valor estadístico).

	Monoparasitismo=10			Multiparasitismo=87			
N=119	n	%	IC 95%	n	%	IC 95%	p-Valor
Femenino	7	70,00	38,01 - 91,74	38	43,67	33,55 - 54,22	<0,0001
Masculino	3	30,00	8,26 - 61,99	49	56,32	45,78 - 66,45	<0,0001
p-Valor	0,332			0,178			

A.2.2) Por edad

Como se observa en la **Tabla 100**, mientras que en el monoparasitismo solo se presenta en el grupo de edad de 1-5 años, el multiparasitismo es más prevalente en dicho grupo de edad con diferencias estadísticamente significativas ($p<0,0001$). Además, en el grupo de 1-5 años de edad el monoparasitismo (100%) es más frecuente que el multiparasitismo, con diferencias estadísticamente significativas ($p<0,0001$).

Tabla 100. Monoparasitismo y multiparasitismo por edad en Rama Cay (%= prevalencia; IC-95%= intervalo de confianza 95%; p- valor = valor estadístico).

N=119	Monoparasitismo=10			Multiparasitismo=87			
	n	%	IC 95%	n	%	IC 95%	p-Valor
1-5 Años	10	100	74,11 - 100	74	85,05	76,38 - 91,43	<0,0001
6-11 Años	-	-	-	13	14,94	8,57 - 23,62	-
p-Valor	-			<0,0001			

3.2.2.5.- Isla del Bluff (Región Autónoma de la Costa Caribe Sur)

A) EN EL TOTAL DE LA ISLA

En el Bluff, se estudió un total de 109 menores, todos pertenecientes a la única comunidad, con edades comprendidas entre 6 y 14 años. El espectro parasitario detectado fue de 12 especies: 8 de estas correspondientes a protozoos y 4 a helmintos.

A.1) ESPECTRO PARASITARIO Y PREVALENCIAS DE PARASITACIÓN

Como se observa en la **Tabla 101**, el 95,41% de la población estudiada resulta positiva para al menos 1 especie parásita. La parasitación por protozoos, con prevalencia de 88,07%, resulta similar a la de helmintos (81,65%).

Al revisar más detalladamente, se evidencia que la prevalencia más alta corresponde a la especie *T. trichiura* (79,81%), seguido de *Blastocystis* sp. (63,30%) y *G. duodenalis* (38,53%). En el caso puntual de los helmintos, cabe señalar que en el espectro se detecta por primera vez Ancylostómidos. Además, la prevalencia de *A. lumbricoides* solo alcanza el 18,34%.

Tabla 101. Espectro parasitario y prevalencias totales de parasitación de El Bluff (*= *E. histolytica*/ *E. dispar*/ *E. moshkovskii*; *Ancylostoma duodenale*/ *Necator americanus*; %= prevalencia; IC-95%= intervalo de confianza 95%).

N=109	n	%	IC 95%
Protozoos	96	88,07	80,94 - 93,2
<i>E. coli</i>	35	32,11	23,86 - 41,3
<i>E. hartmanni</i>	13	11,92	6,79 - 19,06
<i>E. complejo*</i>	6	5,50	2,26 - 11,1
<i>E. nana</i>	33	30,27	22,21 - 39,38
<i>I. butschlii</i>	8	7,33	3,46 - 13,46
<i>C. mesnili</i>	2	1,83	0,30 - 5,92
<i>G. duodenalis</i>	42	38,53	29,75 - 47,91
<i>Blastocystis</i> sp.	69	63,30	53,96 - 71,95
Helmintos	89	81,65	73,55 - 88,09
<i>H. nana</i>	2	1,83	0,30 - 5,92
Ancylostomatidos*	11	10,09	5,42 - 16,86
<i>T. trichiura</i>	87	79,81	71,51 - 86,56
<i>A. lumbricoides</i>	20	18,34	11,91 - 26,45
TOTAL +	104	95,41	90,13 - 98,3

A.1.1) Por sexo

Como se observa en la **Tabla 102**, al comparar la población por sexo, no se encuentra diferencias estadísticamente significativas. Las prevalencias de protozoos son similares en ambos sexos (87,75% y 78,28%), aunque el sexo femenino suele tener prevalencias más elevadas que el sexo masculino.

En cuanto a helmintos se refiere, las mayores prevalencias se encuentran en el sexo masculino (86,66%) frente a las del sexo femenino (75,51%). La prevalencia más elevada corresponde a la especie *T. trichiura* (85,00%).

Tabla 102. Espectro parasitario y prevalencias totales de parasitación El Bluff por sexo (*= *E. histolytica*/ *E. dispar*/ *E. moshkovskii*; *Ancylostoma duodenale*/ *Necator americanus*, %= prevalencia; IC-95%= intervalo de confianza 95%; p- valor = valor estadístico).

N=109	♀=49			♂=60			p-Valor
	n	%	IC 95%	n	%	IC 95%	
Protozoos	43	87,75	76,26 - 94,88	53	88,33	78,28 - 94,75	0,838
<i>E. coli</i>	16	32,65	20,67 - 46,63	19	31,66	20,87 - 44,2	0,923
<i>E. hartmanni</i>	8	16,32	7,88 - 28,66	5	8,33	3,11 - 17,51	0,325
<i>E. complejo*</i>	3	6,12	1,58 - 15,76	3	5,00	1,28 - 13	0,867
<i>E. nana</i>	20	40,81	27,77 - 54,92	13	21,66	12,62 - 33,4	0,050
<i>I. butschlii</i>	4	8,16	2,64 - 18,53	4	6,66	2,15 - 15,3	0,943
<i>C. mesnili</i>	1	2,04	0,10 - 9,65	1	1,66	0,08 - 7,94	0,566
<i>G. duodenalis</i>	20	40,81	27,77 - 54,92	22	36,66	25,23 - 49,36	0,806
<i>Blastocystis</i> sp.	32	65,30	51,26 - 77,59	37	61,66	48,95 - 73,29	0,847
Helmintos	37	75,51	62,08 - 86	52	86,66	76,25 - 93,61	0,212
<i>H. nana</i>	1	2,04	0,10 - 9,65	1	1,66	0,08 - 7,94	0,566
<i>Ancylostómidos*</i>	4	8,16	2,64 - 18,53	7	11,66	5,24 - 21,72	0,776
<i>T. trichiura</i>	36	73,46	59,86 - 84,38	51	85,00	74,26 - 92,43	0,210
<i>A. lumbricoides</i>	8	16,32	7,88 - 28,66	12	20,00	11,31 - 31,52	0,807
TOTAL +	46	93,87	84,24 - 98,42	58	96,66	89,42 - 99,44	0,816

A.1.2) Por edad

La población está dividida en dos grupos de edad: 6–11 años y 12–14 años. Tal y como se observa en la **Tabla 103**, no existe diferencias estadísticamente significativas. No obstante, el grupo de 12-14 presenta prevalencias más elevadas en la mayoría de los casos que el grupo de 6-11.

Al revisar con más detalle, se encuentra que, en el grupo de 6-11 años; la prevalencia más elevada corresponde a *T. trichiura* (80,64%), seguido de *Blastocystis* sp. (59,13%) y, finalmente, *E. coli* (33,33%). Sin embargo, en el grupo de adolescentes las prevalencias más elevadas aparecen solo en especies de protozoos: *Blastocystis* sp. (87,5%); *G. duodenalis* (43,75%); y, finalmente, *E. nana* (37,5%).

Tabla 103. Espectro parasitario y prevalencias totales de parasitación de El Bluff por edades (*= E. histolytica/ E. dispar/ E. moshkovskii; Ancylostoma duodenale/Necator americano; %= prevalencia; IC-95%= intervalo de confianza 95%; p- valor = valor estadístico).

N=109	6-11 años=93			12-14 años=16			p-Valor
	n	%	IC 95%	n	%	IC 95%	
Protozoos	81	87,09	79,1 - 92,82	15	93,75	72,84 - 99,69	0,733
<i>E. coli</i>	31	33,33	24,32 - 43,37	4	25,00	8,49 - 49,89	0,711
<i>E. hartmanni</i>	12	12,90	7,18 - 20,9	1	6,25	0,31 - 27,16	0,733
<i>E. complejo*</i>	6	6,45	2,65 - 12,93	-	-	-	-
<i>E. nana</i>	27	29,03	20,5 - 38,85	6	37,5	16,83 - 62,36	0,699
<i>I. butschlii</i>	7	7,52	3,35 - 14,32	1	6,25	0,31 - 27,16	0,735
<i>C. mesnili</i>	2	2,15	0,36 - 6,92	-	-	-	-
<i>G. duodenalis</i>	35	37,63	28,24 - 47,79	7	43,75	21,54 - 68,05	0,852
<i>Blastocystis</i> sp.	55	59,13	48,94 - 68,78	14	87,5	64,48 - 97,85	0,058
Helminths	76	81,72	72,89 - 88,6	13	81,25	56,99 - 95	0,760
<i>H. nana</i>	2	2,15	0,36 - 6,92	-	-	-	-
<i>Ancylostomidos*</i>	9	9,67	4,82 - 17,01	2	12,50	2,15 - 35,52	0,917
<i>T. trichiura</i>	75	80,64	71,68 - 87,73	12	75,00	50,11 - 91,51	0,855
<i>A. lumbricoides</i>	15	16,12	9,67 - 24,66	5	31,25	12,46 - 56,32	0,275
TOTAL +	88	94,62	88,49 - 98	16	100	82,93 - 100	0,762

A.2) Mono y multiparasitismo

Al comparar entre casos totales de monoparasitismo (16,51%) y multiparasitismo (78,89%), se observa diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,0001$). Dentro del multiparasitismo, la parasitación por 3 especies es la más frecuente con diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,0001$). En los casos de multiparasitismo se observa parasitación hasta por 8 especies en un mismo individuo, tal y como se observa en la **Tabla 104**.

Tabla 104. Mono y multiparasitismo de El Bluff (%= prevalencia; IC-95%= intervalo de confianza 95%).

N=109	n	%	IC 95%
monoparasitismo	18	16,51	10,41 - 24,38
multiparasitismo	86	78,89	70,49 - 85,79
2 especies	20	23,25	15,24 - 33,04
3 especies	24	27,9	19,21 - 38,07
4 especies	22	25,58	17,21 - 35,57
5 especies	13	15,11	8,67 - 23,87
6 especies	5	5,81	2,16 - 12,41
7 especies	1	1,16	0,05 - 5,6
8 especies	1	1,16	0,05 - 5,6

A.2.1) Por sexo

Tal y como se observa en la **Tabla 105**, no se encuentra diferencias estadísticamente significativas, ni en el monoparasitismo ni en el multiparasitismo entre ambos sexos. Sin embargo, tanto en el sexo femenino como en el sexo masculino, el multiparasitismo es más frecuente con diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,0001$), en ambos casos.

Tabla 105. Monoparasitismo y multiparasitismo por sexo en El Bluff (%= prevalencia; IC-95%= intervalo de confianza 95%; p- valor = valor estadístico).

N=109	Monoparasitismo=18			Multiparasitismo=86			p-Valor
	n	%	IC 95%	n	%	IC 95%	
Femenino	8	44,44	23,21 - 67,34	38	44,18	33,97 - 54,79	<0,0001
Masculino	10	55,55	32,66 - 76,79	48	55,81	45,21 - 66,03	<0,0001
p-Valor	0,738			0,17			

A.2.2) Por edad

Tal y como se observa en la **Tabla 106**, tanto el monoparasitismo como el multiparasitismo muestran diferencias estadísticamente significativas entre los grupos de edad considerados ($p = 0,0002$ y $p < 0,0001$, respectivamente). Además, el multiparasitismo aparece de forma más frecuente en ambos grupos de edad, con diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,0001$ y $p = 0,001$, respectivamente).

Tabla 106. Monoparasitismo y multiparasitismo por edad en El Bluff (%= prevalencia; IC-95%= intervalo de confianza 95%; p-Valor = valor estadístico).

N= 109	Monoparasitismo =18			Multiparasitismo =86			p-Valor
	n	%	IC 95%	n	%	IC 95%	
6-11 Años	15	83,33	61,03 - 95,58	73	84,88	76,13 - 91,33	<0,0001
12-14 Años	3	16,66	4,42 - 38,97	13	15,11	8,67 - 23,87	0,001
p-Valor	0,0002			<0,0001			

3. 3.- Intensidad de parasitación por geohelminintos

Dentro de las 632 muestras de este estudio que resultaron positivas para alguna especie parásita, la frecuencia de muestras donde se detectó infección por geohelminintos alcanzó 197 (31,00%) casos. Las 3 especies detectadas mayoritariamente son: *T. trichiura* (28,00%), la especie que más casos presentó con una intensidad promedio de 523 hgh, seguido de *A. lumbricoides* (16,00%) con una intensidad promedio de 3.826 hgh, y, para el caso de los Ancylostómidos (1,70%), estos presentaron la intensidad promedio más baja, tan solo 12 hgh (**Tabla 107**). Además, cabe recordar que estos Ancylostómidos fueron detectados solamente en El Bluff, zona que corresponde a la región Caribe del país.

Tal y como se ha comentado anteriormente, dado que la parasitación por geohelminintos fue mayoritaria en El Bluff y en la Isla de Rama Cay, el estudio estadístico a nivel de intensidad, para cada una de las especies detectadas, se centra principalmente entre estas dos Islas del Caribe nicaragüense. Sin embargo, también se incluyó en el estudio estadístico la Isla de Corinto, dado el elevado recuento de hgh encontrado.

Así, en el caso de *T. trichiura* al realizar comparación de hgh (intensidad) entre las islas de Rama Cay, el Bluff y la Isla de Corinto, no apareció diferencia estadísticamente significativa. Esta situación podría explicarse debido a que el máximo recuento de hgh obtenido en la Isla de Corinto (25662 hgh) se debe exclusivamente a un caso, mientras que los valores para los demás casos son similares a los obtenidos en la Isla de Rama Cay y el Bluff.

Tabla 107. Recuento de huevos por gramo de heces (hgh) por especie de geohelminintos detectados: promedio; rango y mediana.

	<i>T. trichiura</i> n=175	<i>A. lumbricoides</i> n=103	Ancylostómidos n=11
Promedio	523 hgh	3.826 hgh	12 hgh
Mínima	10 hgh	10 hgh	10 hgh
Máxima	25.662 hgh	23.860 hgh	30 hgh
Mediana	120 hgh	2.510 hgh	10 hgh

En cuanto a la especie *A. lumbricoides*, al comparar hgh entre la Isla de Rama Cay y el Bluff, aparece diferencia estadísticamente significativa ($p < 0,0001$), al igual que al comprar la Isla de Rama Cay con la Isla de Corinto ($p = 0,001$). Esto confirma que la intensidad mayoritaria se recontó en la Isla de Rama Cay. Además, cabe comentar que no se detecta diferencias estadísticamente significativas en el recuento de huevos de *A. lumbricoides* entre el Bluff y la Isla de Corinto.

3.3.1.- Clasificación de la clase de intensidad

Para realizar la clasificación de la intensidad de parasitación de geohelminthos en cada una de las Islas estudiadas, siguiendo los criterios establecidos por la OMS (OMS, 2011), se realizó recuento de huevos para cada especie en cada una de las muestras positivas, obteniendo un valor promedio que se comparó con los valores de referencia de la OMS. Los resultados aparecen reflejados en la **Tabla 108**.

A nivel de promedio general, en el caso de *T. trichiura*, la intensidad dominante en la mayoría de Islas estudiadas es de tipo leve excepto en la Isla de Corinto, donde se alcanza intensidad moderada en el 15,00% de los casos e incluso se asciende hasta la intensidad severa en el 8,00% de los casos.

A nivel de promedio general en el caso de *A. lumbricoides*, la intensidad dominante en la mayoría de las Islas estudiadas es de tipo leve, excepto en la Isla de Rama Cay donde se alcanza la intensidad de tipo moderado en el 31,00% de los casos.

Por último, a nivel de promedio general en el caso de Ancylostómidos la intensidad obtenida en El Bluff es de tipo leve.

Tabla 108. Recuento de huevos por gramo de heces (hgh) por especie de geohelminthos detectados (promedio; rango y mediana) en cada una de las Islas estudiadas y clase de Intensidad de parasitación de geohelminthos según criterios de la OMS.

	Ometepe		Solentiname	Corinto		Rama Cay		El Bluff		
	<i>T.</i> <i>trichiura</i>	<i>A.</i> <i>lumbricoides</i>	<i>T.</i> <i>trichiura</i>	<i>T.</i> <i>trichiura</i>	<i>A.</i> <i>lumbricoides</i>	<i>T.</i> <i>trichiura</i>	<i>A.</i> <i>lumbricoides</i>	<i>T.</i> <i>trichiura</i>	<i>A.</i> <i>lumbricoides</i>	Ancylostómidos
Total	150	320	30	32.674	1.601	28.480	385.200	30.200	6.983	130
Promedio	38	80	30	2.513	801	407	5.002	347	349	12
Mínima	20	20	30	34	353	10	10	10	10	10
Máxima	80	300	30	25.662	1.248	4.760	23.860	4.070	3.093	30
Mediana	50	80	30	164	801	180	3.850	110	40	10
Clase de intensidad										
Leve	100%	100%	100%	77,00%	100%	91,00%	69,00%	90,00%	100%	100%
Moderada	-	-	-	15,00%	-	9,00%	31,00%	10,00%	-	-
Severa	-	-	-	8,00%	-	-	-	-	-	-

3.4.- Diagnóstico a nivel molecular

Únicamente las 88 muestras procedentes de la Isla de Corinto se encontraban fijadas de forma compatible con la aplicación de técnicas de diagnóstico molecular. En primer lugar y abarcando solo aquellas muestras diagnosticadas como positivas por microscopía óptica, se les realizó un estudio de genotipado, en el caso de las muestras positivas con *G. duodenalis*, y un estudio de subtipado, con las muestras positivas de *Blastocystis* sp., con la intención de conocer el posible potencial zoonótico y por tanto el origen de la infección.

En segundo lugar, durante la estancia en ISCIII de Madrid, se completó el estudio de diagnóstico molecular, abarcando tanto las muestras positivas (ya analizadas inicialmente) como aquellas muestras consideradas como negativas por diagnóstico microscópico. Por último, se incluyó una identificación de infecciones mixtas en el caso de *Blastocystis* sp. aplicando la técnica de secuenciación Next-generation (NGS), utilizando la tecnología Illumina.

3.4.1.- Caracterización de *Giardia duodenalis*

De un total de 88 muestras analizadas, 10 resultaron positivas para *G. duodenalis* por microscopía óptica (M.op), y 10 más mediante qPCR, lo que significa el 22,72% (20/88) muestras con el parásito. Sin embargo, y pese a ser positivas, solamente el 55,00% (11/20) de ellas presentaban un ciclo umbral adecuado ($Ct < 29$) para ser procesadas hasta llegar al genotipado. Finalmente, solo con 45,45% (5/11) muestras se logró una amplificación exitosa por alguno de los marcadores genéticos (**Figura 29**) y, por tanto, la asignación de genotipo, siendo identificados los ensamblajes A y B, en donde el sub-ensamblaje BIII, con el 60% (3/5), fue más frecuente, mientras que, para las otras dos muestras, se detectaron los sub-ensamblaje AII (20,00%) y AII/AIII (20,00%), respectivamente (**Figura 29**). No se presentaron infecciones mixtas ni variantes genéticas con presencia exclusiva en animales, sin embargo, tanto los ensamblajes como los sub-ensamblajes identificados en este estudio han sido identificados también en animales como perros y terneros, lo cual orienta a posibles infecciones zoonóticas (Lalle *et al.*, 2005).

En general en cuanto a los datos demográficos se refiere, el 45,00% (9/20) de los casos positivos para *G. duodenalis* pertenecen al sexo masculino y el 55,00% (11/20) al sexo femenino. De las 5 muestras que se lograron genotipar de manera exitosa, el 60,00% (3/5) pertenecen al sexo femenino, todas en el rango de edad entre 1 y 5 años.

Caracterización de *G. duodenalis*

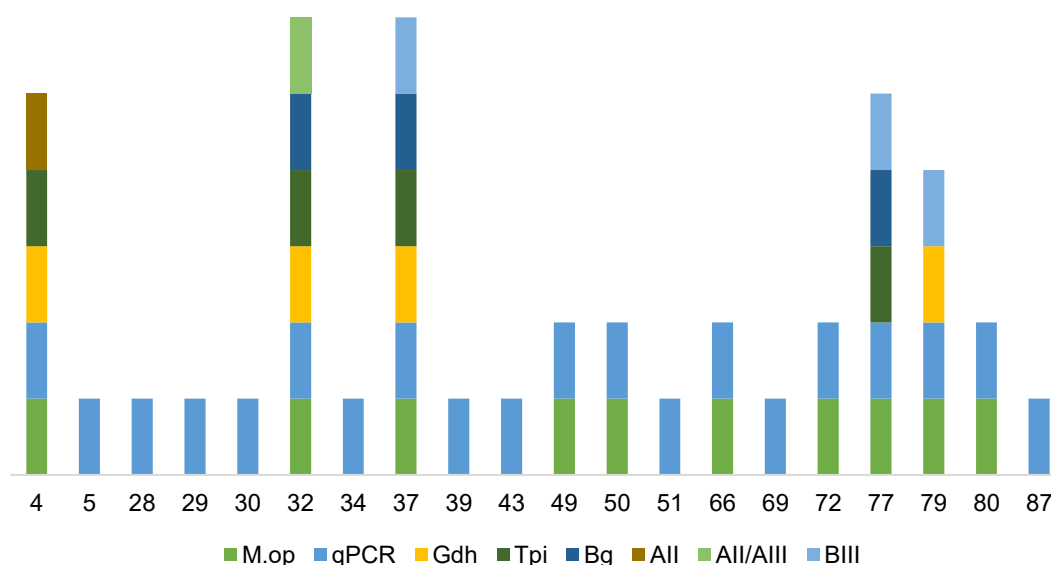


Figura 29: Muestras positivas para *G. duodenalis* mediante microscopía óptica y molecular, sus marcadores genéticos y genotipado final.

3.4.2.- Caracterización de *Blastocystis* sp.

De un total de 88 muestras analizadas, 19 resultaron positivas para *Blastocystis* sp. por M.op, y 8 más mediante qPCR, lo que significa el 30,68% (27/88) de muestras con el parásito (**Figura 30**). Finalmente, solo con el 85,18% (23/27) de las muestras se logró una amplificación exitosa y, mediante secuenciación Sanger, se logró una asignación del subtipo de las mismas, siendo ST1 el subtipo más prevalente con el 60,86% (14/23), seguido de ST2 y ST3, con el 17,39% (4/23) en ambos casos. Destacar también el caso puntual de ST7 4,34% (1/23) (**Figura 30**). Cabe mencionar que a pesar de haber sido diagnosticadas como positivas por microscopía 19 muestras, en 4 de ellas no se logró su detección por qPCR.

En general, en cuanto a datos demográficos, el 37,00% (11/27) de los casos positivos para *Blastocystis* sp. pertenecen al sexo masculino y el 59,25% (16/27) al sexo femenino. De las muestras identificadas como ST1, el 64,28% (9/14) pertenecen al sexo femenino y el 35,71% (5/14) al sexo masculino. De las identificadas como ST2 el 75,00% (3/4) corresponden al sexo femenino y el 25,00% (1/4) al sexo masculino. De las identificadas como ST3 el 75,00% (3/4) corresponde al sexo masculino y el 25% (1/4) al sexo femenino. El único caso identificado como ST7 corresponde 100% (1/1) al sexo femenino. En el caso de ST1 las muestras identificadas van de 3 a 12 años de edad, en

el caso de ST2, de 6 a 12 años de edad y en el caso de ST3 de 7 a 13 años de edad. El único caso de ST7 corresponde a una niña de 13 años de edad.

Las 23 muestras amplificadas de manera exitosa fueron secuenciadas por Sanger y también utilizando NGS de la región Santin del gen SSU rRNA (Clarck et al., 2013), con lo que solo se llegó a secuenciar el 78,26% (18/23). En esta última secuenciación, se detectó en un 16,66% (3/18) una variante de ST2 que aún se encuentra en estudio.

Caracterización de *Blastocystis* sp.

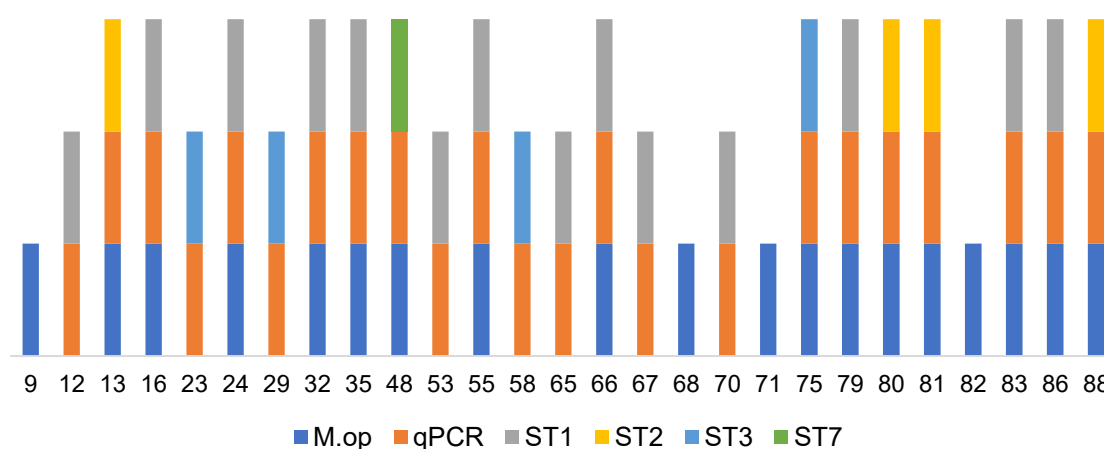


Figura 30: Muestras positivas para *Blastocystis* sp. mediante microscopía óptica y molecular con sus respectivos subtipos.

En cuanto a los alelos detectados en las muestras secuenciadas, el mayoritario fue el alelo 4 con un 60,86% (14/23); el 13,04% (3/23) fue el alelo 34; y, el 8,69% (2/23) fue el alelo 11+12. (**Figura 31**) Respecto a la variabilidad intra-subtipo, en ST1 todas las muestras corresponden al alelo 4 con un 100% (14/14). En el ST2, el 50,00% (2/4) corresponden con el alelo 11+12 y el 25,00% (1/4) corresponde al alelo 12 (1/4) y al alelo 11+63 (1/4). En el ST3 el 75,00% (3/4) corresponde al alelo 34 y el 25,00% (1/4) al alelo 37. En el caso del ST7, no se pudo confirmar el alelo correspondiente (alelo?).

3.4.3.- Caracterización de *Cryptosporidium* spp.

De todas las muestras analizadas que, por microscopía óptica, tras realizadas tinciones específicas, no se detectó parasitación por coccidios, sin embargo, en el estudio molecular 2 resultaron positivas para *Cryptosporidium* spp. mediante ssu rARN-PCR resultando el 2,27% (2/88). El análisis de las secuencias generadas evidenció que ambas muestras correspondían a la especie *C. hominis*.

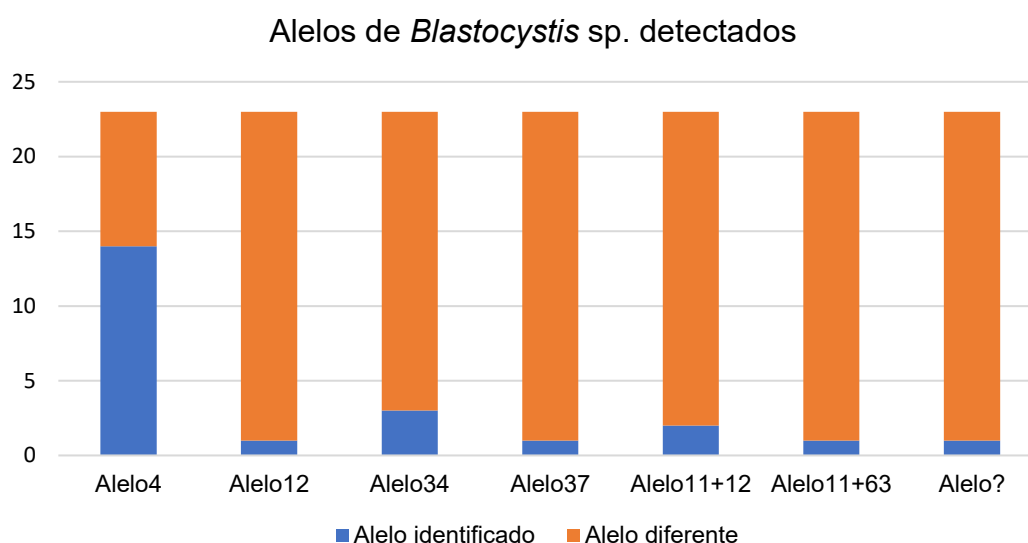


Figura 31: Alelos identificados en las muestras secuenciadas positivas para *Blastocystis* sp.

3.4.4.- Caracterización de *Entamoeba* complejo

En este estudio, mediante microscopía óptica se identificaron 4 (4,54%) muestras como *E. complejo*, ya que visualmente no se logra una diferenciación entre *E. histolytica* y *E. dispar*. Al realizar qPCR para la identificación/diferenciación de las especies se obtuvo como resultado que las 4 (100%) correspondían a *E. dispar*.

3.4.5.- Caracterización de otras especies

En un intento de completar la identificación molecular de las muestras consideradas como totalmente negativas por microscopía óptica (40/88), se realizó una búsqueda mediante ITS-PCR, para el caso de *Enterocytozoon bieneusi* y *Cystoisospora belli*, y mediante ssu-PCR para *Encephalitozoon* spp. Pese al intento, no se caracterizó ninguna muestra positiva para ninguna de estas especies.

3.4.6.- Actualización del espectro parasitario y prevalencias totales de la Isla Corinto

Una vez realizada la caracterización de las 88 muestras procedentes de la isla corinto y, tal y como se ha comentado anteriormente, el espectro parasitario y las prevalencias quedaron notablemente incrementadas, tal y como se observa en la **Tabla 109**. La prevalencia total alcanzó el 71,59% sobre el 54,54% diagnosticado únicamente por técnicas microscópicas. Entre los protozoos, dado el incremento de casos positivos de *Giardia duodenalis* (22,72%) y de *Blastocystis* sp. (30,68%), así como la detección de 2 casos infectados con *Cryptosporidium hominis* (2,27%), la prevalencia asciende a 67,04% frente al 46,59% diagnosticado únicamente por técnicas microscópicas. Además, comentar que la caracterización molecular de *Entamoeba* complejo permitió la diferenciación de *Entamoeba dispar* en todos los casos.

Tabla 109. Actualización del espectro parasitario y prevalencias totales de parasitación de la Isla Corinto con la aplicación del diagnóstico molecular (%= prevalencia; IC-95%= intervalo de confianza 95%).

N=88	n	%	IC 95%
Protozoos	59	67,04	56,74 – 76,25
<i>E. coli</i>	16	18,18	11,15 - 27,28
<i>E. hartmanni</i>	2	2,27	0,38 - 7,30
<i>E. dispar</i>	4	4,54	1,46 - 10,6
<i>E. nana</i>	18	20,45	13 - 29,83
<i>C. mesnili</i>	1	1,13	0,05 - 5,47
<i>G. duodenalis</i>	20	22,72	14,88 – 32,34
<i>D. fragilis</i>	1	1,13	0,05 - 5,47
<i>Blastocystis</i> sp.	27	30,68	21,73 – 40,89
<i>C. hominis</i>	2	2,27	0,38 - 7,30
Helminths	14	15,90	9,35 - 24,68
<i>T. trichiura</i>	13	14,77	8,47 - 23,36
<i>A. lumbricoides</i>	2	2,27	0,38 - 7,30
TOTAL +	63	71,59	61,52 – 80,26

3.5.- Variables relacionadas con la infección

En el siguiente apartado se plasmará de manera detallada posibles variables en la infección tanto de especies patógenas/potencialmente patógenas (P/PP) como de comensales (C). Así, en primer lugar, se estudiará los binomios de parásitos P/PP más prevalentes en cada una de las Islas. A continuación, se abordará la relación de la infección de especies P/PP con distintas variables: a) consistencia de las heces; b) vías de transmisión; c) distribución geográfica.

3.5.1.- En relación con el binomio de especies patógenas/potencialmente patógenas

De un total de 632 muestras que resultaron positivas a alguna especie parásita del espectro detectado, se realizó el análisis de los binomios existentes. Se consideró las especies de protozoos patógenos y/o potencialmente patógenos más prevalentes y las especies de geohelminetos. Se encontró un total de 16 binomios posibles, destacando: *Blastocystis* sp. + *T. trichiura* (16,77%); *G. duodenalis* + *Blastocystis* sp. (15,34%); *T. trichiura* + *A. lumbricoides* (12,50%); y, *G. duodenalis* + *T. trichiura* (10,28%). Para las demás asociaciones encontradas los porcentajes fueron inferiores al 9,00% tal y como se observa en la **Tabla 110**.

Se ha usado tablas de contingencia con un análisis estadístico para identificar los binomios con diferencias significativas. Los resultados revelaron que sólo los binomios formados por algún geohelmineto con *G. duodenalis* y con *Blastocystis* sp., así como el binomio de ambos protozoos, presentaron diferencias estadísticamente significativas (**Tabla 110**).

A continuación, se reflejan los resultados de binomios en cada una de las Islas estudiadas.

Tabla 110. Binomio de especies patógenas y/o potencialmente patógenas detectadas en las muestras positivas.

Binomio de P/PP N=632	nº	%	p-valor
<i>Giardia duodenalis</i> + <i>Cryptosporidium hominis</i>	1	0,15	0,886
<i>Giardia duodenalis</i> + <i>Blastocystis</i> sp.	97	15,34	0,008
<i>Giardia duodenalis</i> + <i>Trichuris trichiura</i>	65	10,28	<0,0001
<i>Giardia duodenalis</i> + <i>Ascaris lumbricoides</i>	25	3,95	<0,0001
<i>Giardia duodenalis</i> + Ancylostómidos	4	0,63	0,002
<i>Giardia duodenalis</i> + <i>Hymenolepis nana</i>	1	0,15	0,396
<i>Cryptosporidium hominis</i> + <i>Trichuris trichiura</i>	1	0,15	0,613
<i>Blastocystis</i> sp. + <i>Trichuris trichiura</i>	106	16,77	<0,0001
<i>Blastocystis</i> sp. + <i>Ascaris lumbricoides</i>	51	8,06	<0,0001
<i>Blastocystis</i> sp. + Ancylostómidos	9	1,42	0,005
<i>Blastocystis</i> sp. + <i>Hymenolepis nana</i>	2	0,31	0,426
<i>Trichuris trichiura</i> + <i>Ascaris lumbricoides</i>	79	12,50	0,010
<i>Trichuris trichiura</i> + Ancylostómidos	11	1,74	0,054
<i>Trichuris trichiura</i> + <i>Hymenolepis nana</i>	2	0,31	0,433
<i>Ascaris lumbricoides</i> + Ancylostómidos	5	0,79	0,061
<i>Ascaris lumbricoides</i> + <i>Hymenolepis nana</i>	1	0,15	0,605

3.5.1.1.- Isla de Corinto

En la Isla Corinto, dentro de las 63 muestras positivas a alguna especie parásita, se identificaron 8 binomios posibles. El más frecuente fue *Blastocystis* sp + *T. trichiura* alcanzando 8,97% tal y como se observa en la **Tabla 111**.

Tabla 111. Binomio de especies patógenas y/o potencialmente patógenas detectadas en la Isla Corinto.

Corinto	nº	%
<i>Giardia duodenalis</i> + <i>Cryptosporidium hominis</i>	1	1,58
<i>Giardia duodenalis</i> + <i>Blastocystis</i> sp.	6	9,52
<i>Giardia duodenalis</i> + <i>Trichuris trichiura</i>	5	7,93
<i>Giardia duodenalis</i> + <i>Ascaris lumbricoides</i>	1	1,58
<i>Cryptosporidium hominis</i> + <i>Trichuris trichiura</i>	1	1,58
<i>Blastocystis</i> sp. + <i>Trichuris trichiura</i>	7	11,11
<i>Blastocystis</i> sp. + <i>Ascaris lumbricoides</i>	1	1,58
<i>Trichuris trichiura</i> + <i>Ascaris lumbricoides</i>	1	1,58

3.5.1.2.- Isla de Ometepe

En la Isla de Ometepe, en 296 muestras positivas a alguna especie parásita se identificaron 5 binomios, destacando el de *G. duodenalis* + *Blastocystis* sp. con un porcentaje de 11,82%. Los demás binomios no llegan al 1,00% tal y como se observa en la **Tabla 112**.

Tabla 112. Binomio de especies patógenas y/o potencialmente patógenas detectadas en la Isla de Ometepe.

Ometepe	nº	%
<i>Giardia duodenalis</i> + <i>Blastocystis</i> sp.	35	11,82
<i>Giardia duodenalis</i> + <i>Trichuris trichiura</i>	1	0,33
<i>Blastocystis</i> sp. + <i>Trichuris trichiura</i>	2	0,67
<i>Blastocystis</i> sp. + <i>Hymenolepis nana</i>	1	0,33
<i>Trichuris trichiura</i> + <i>Ascaris lumbricoides</i>	1	0,33

3.5.1.3.- Archipiélago de Solentiname

En el archipiélago de Solentiname, dentro de las 72 muestras positivas a alguna especie parásita, se identificaron solamente dos binomios, siendo esta zona la que menos presenta. El más frecuente fue el de *G. duodenalis* + *Blastocystis* sp. con un porcentaje de 15,27%. En el caso de *Blastocystis* sp + *T. trichiura* sólo se alcanza el 2,00% tal y como se observa en la **Tabla 113**.

Tabla 113. Binomio de especies patógenas y/o potencialmente patógenas detectadas en el Archipiélago de Solentiname.

Solentiname	nº	%
<i>Giardia duodenalis</i> + <i>Blastocystis</i> sp.	11	15,27
<i>Blastocystis</i> sp. + <i>Trichuris trichiura</i>	1	1,38

3.5.1.4.- Isla Rama Cay

En la Isla Rama Cay, dentro de las 97 muestras positivas a alguna especie parásita, se identificaron 6 binomios. El más frecuente engloba a dos especies de geohelmintos: *T. trichiura* + *A. lumbricoides* alcanzando un 60,82% tal y como se observa en la **Tabla 114**.

Tabla 114. Binomio de especies patógenas y/o potencialmente patógenas detectadas en la Isla de Rama Cay.

Rama Cay	nº	%
<i>Giardia duodenalis</i> + <i>Blastocystis</i> sp.	15	15,46
<i>Giardia duodenalis</i> + <i>Trichuris trichiura</i>	20	20,61
<i>Giardia duodenalis</i> + <i>Ascaris lumbricoides</i>	20	20,61
<i>Blastocystis</i> sp. + <i>Trichuris trichiura</i>	38	39,17
<i>Blastocystis</i> sp. + <i>Ascaris lumbricoides</i>	37	38,14
<i>Trichuris trichiura</i> + <i>Ascaris lumbricoides</i>	59	60,82

3.5.1.5.- Isla de El Bluff

En la Isla El Bluff, dentro de las 104 muestras positivas a alguna especie parásita, se identificó el mayor número de binomios de todas las islas estudiadas (14 binomios). El más frecuente corresponde a *Blastocystis* sp.+ *T. trichiura* (55,76%), seguida de *G. duodenalis* + *T. trichiura* (37,5%) tal y como se observa en la **Tabla 115**.

Tabla 115. Binomio de especies patógenas y/o potencialmente patógenas detectadas en la Isla de El Bluff.

El Bluff	nº	%
<i>Giardia duodenalis</i> + <i>Blastocystis</i> sp.	30	28,84
<i>Giardia duodenalis</i> + <i>Trichuris trichiura</i>	39	37,5
<i>Giardia duodenalis</i> + <i>Ascaris lumbricoides</i>	4	3,84
<i>Giardia duodenalis</i> + Ancylostómidos	4	3,84
<i>Giardia duodenalis</i> + <i>Hymenolepis nana</i>	1	0,96
<i>Blastocystis</i> sp. + <i>Trichuris trichiura</i>	58	55,76
<i>Blastocystis</i> sp. + <i>Ascaris lumbricoides</i>	13	12,5
<i>Blastocystis</i> sp. + Ancylostómidos	9	8,65
<i>Blastocystis</i> sp. + <i>Hymenolepis nana</i>	1	0,96
<i>Trichuris trichiura</i> + <i>Ascaris lumbricoides</i>	18	17,3
<i>Trichuris trichiura</i> + Ancylostómidos	11	10,57
<i>Trichuris trichiura</i> + <i>Hymenolepis nana</i>	2	1,92
<i>Ascaris lumbricoides</i> +Hookworms	5	4,80
<i>Ascaris lumbricoides</i> + <i>Hymenolepis nana</i>	1	0,96

3.5.2.- En relación con la consistencia del material fecal

En este apartado se ha contado con las muestras procedentes de tan solo tres Islas en donde se conocía la consistencia de las heces. Así, el total de muestras utilizadas ha sido 281 procedentes de Rama Cay, Corinto y Balgüe, lo que alcanza un muestreo representativo del 30,00% (281/918).

En el total del estudio (**Figura 32**), como en cada una de las tres Islas estudiadas (**Figura 32**), se encontró diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,0001$) indicando que las heces de consistencia blanda son las más prevalentes (66,00%) y las heces de consistencia líquida son las menos prevalentes (14,00%), a pesar de las prevalencias elevadas de parasitación detectadas.

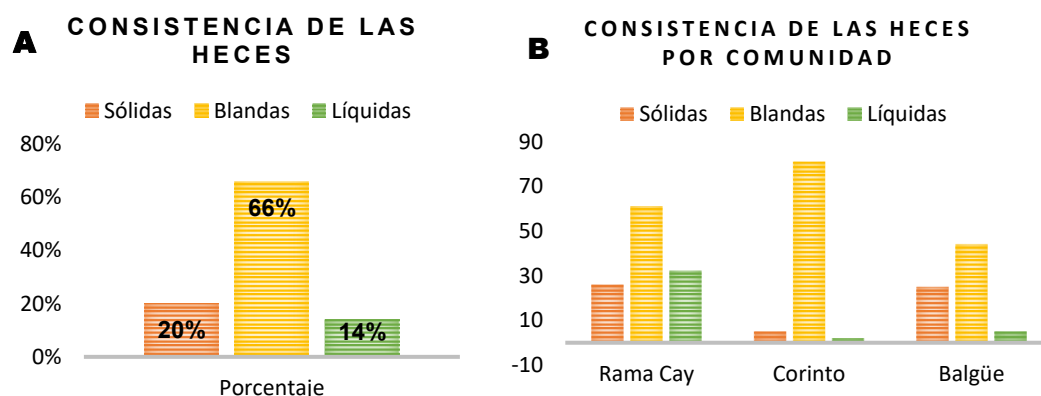


Figura 32: (A) Porcentajes de consistencia de las heces totales (B) Valores absolutos de la consistencia de las heces por comunidad.

A continuación, se realizó el estudio de las prevalencias de infección según la consistencia de las heces. En las sólidas, se evidencia que el porcentaje de muestras negativas es el más elevado (39,00%), seguido de muestras con P/PP+C (32,00%) y de las muestras con P/PP exclusivamente (27,00%). Al realizar el análisis detallado de las especies P/PP encontradas, se detecta por partes iguales *Blastocystis* sp., *T. trichiura* y *A. lumbricoides* (32,00%), seguido de *G. duodenalis* (21,00%) (**Figura 33**).

Al analizar las heces blandas, se evidencia nuevamente predominio de muestras negativas (40,00%), lo que resulta similar al caso anterior. Sin embargo, en este caso, en cuanto a muestras positivas, los porcentajes de P/PP son más elevados (34,00%) frente al 17,00% que corresponde a P/PP+C. Al realizar el análisis detallado de las especies P/PP se encuentra que *Blastocystis* sp. (35,00%) es la especie de mayor porcentaje de infección seguido de *T. trichiura* (27,00%) y *A. lumbricoides* (24,00%) (**Figura 34**).

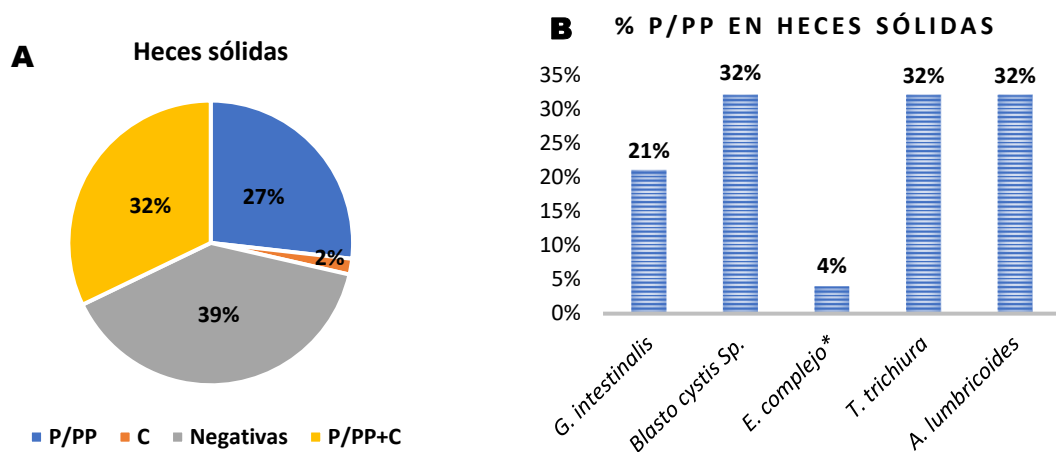


Figura 33: (A) Identificación de casos con Patógenos/Potencialmente Patógenos (P/PP), Comensales (C), Negativas y Patógenos/Potencialmente Patógenos+Comensales (P/PP+C) en heces sólidas (B) Porcentaje de especies P/PP detectadas en heces sólidas.

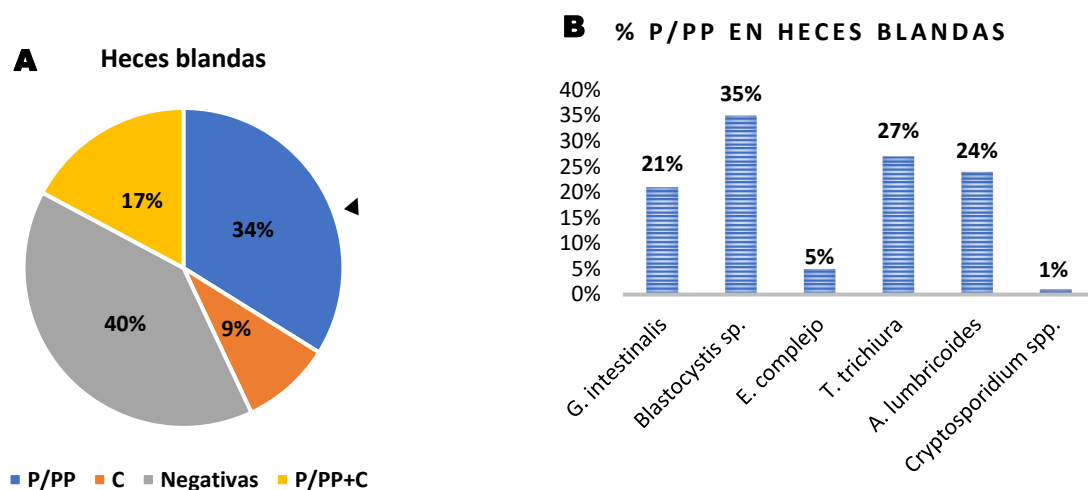


Figura 34: (A) Identificación de casos con Patógenos/Potencialmente Patógenos (P/PP), Comensales (C), Negativas y Patógenos/Potencialmente Patógenos+Comensales (P/PP+C) en heces blandas (B) Porcentaje de especies P/PP detectadas en heces blandas

Con respecto a las heces líquidas, cabe destacar que las muestras negativas ostentan el menor porcentaje (28,00%) con respecto a las demás consistencias. De las muestras positivas, el mayor porcentaje se corresponde con P/PP (44,00%), mientras que el 20,00% corresponde a P/PP+C. Al revisar detalladamente las muestras P/PP, el mayor porcentaje corresponde a infecciones por *A. lumbricoides* (44,00%) seguido de *T. trichiura* (41,00%) y *Blastocystis* sp. (31,00%) (**Figura 35**).

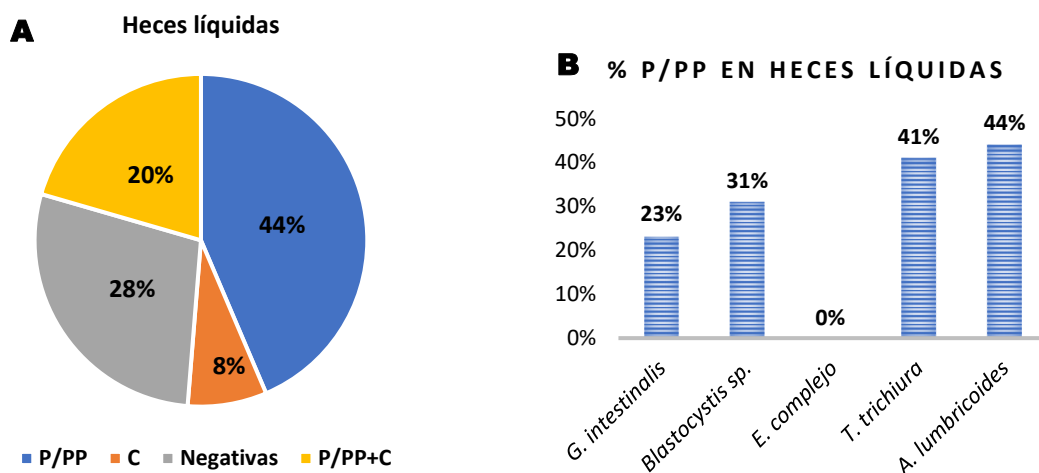


Figura 35: (A) Identificación de casos con Patógenos/Potencialmente Patógenos (P/PP), Comensales (C), Negativas y Patógenos/Potencialmente Patógenos+Comensales (P/PP+C) en heces líquidas **(B)** Porcentaje de especies P/PP detectadas en heces líquidas

Al analizar la presencia de las especies P/PP en cada una de las consistencias, sólo se encuentra diferencias estadísticamente significativas ($p=0,031$) en el caso de *A. lumbricoides*, siendo este helminto el que con mayor frecuencia se encuentra en las heces de consistencia líquida tal y como se observa en la **Tabla 116**. Solo comentar que se desconoce la presencia de virus y/o bacterias en estas heces líquidas.

Tabla 116. Especies P/PP detectadas en las heces según consistencia (%= prevalencia; IC-95%= intervalo de confianza 95%; p- valor = valor estadístico).

Especies P/PP	Consistencia de las heces									p-Valor
	Sólidas			Blandas			Líquidas			
	n	%	IC 95%	n	%	IC 95%	n	%	IC 95%	
<i>G. duodenalis</i>	12	21,00	12,16-33,59	39	21,00	15,57-27,26	9	23,00	11,88-38,14	0,958
<i>Blastocystis</i> sp.	18	32,00	20,93-45,16	65	35,00	28,35-42,01	12	31,00	17,86-46,44	0,844
<i>E. complejo*</i>	2	4,00	0,60-11,3	10	5,00	2,76-9,37	-	-	-	0,845
<i>T. trichiura</i>	18	32,00	20,93-45,16	50	27,00	20,88-33,6	16	41,00	26,5-56,84	0,197
<i>A. lumbricoides</i>	18	32,00	20,93-45,16	44	24,00	17,96-30-16	17	44,00	28,76-59,34	0,031

3.5.3.- En relación con las vías de transmisión

Para determinar cuánto de frecuente es la vía de transmisión de las especies P/PP detectadas en este estudio, se ha considerado agrupar dichas especies en tres posibles vías de transmisión: a) parásitos transmitidos por el suelo (*A. lumbricoides*, *T. trichiura* y Ancylostómidos); b) parásitos transmitidos por contacto directo (*G. duodenalis*, *Entamoeba* complejo, *Cryptosporidium* spp., *Blastocystis* sp., *H. nana*); y c) parásitos transmitidos por alimentos/agua (*G. duodenalis*, *Entamoeba* complejo, *Cryptosporidium* spp., *Blastocystis* sp., *A. lumbricoides* y *T. trichiura*). Nótese que, los parásitos que comparten distintas vías de transmisión han sido contemplados en cada uno de los posibles grupos.

En el total de las Islas estudiadas, se alcanza 551 muestras positivas con alguna especie P/PP. La vía de transmisión por alimentos/agua es la mayoritaria (94,00%) con diferencias estadísticamente significativas con respecto a la transmisión por contacto directo (84,00%) ($p < 0,0001$) y a la transmisión a partir del suelo contaminado (36,00%) ($p < 0,0001$), como se observa en la **Figura 36**.

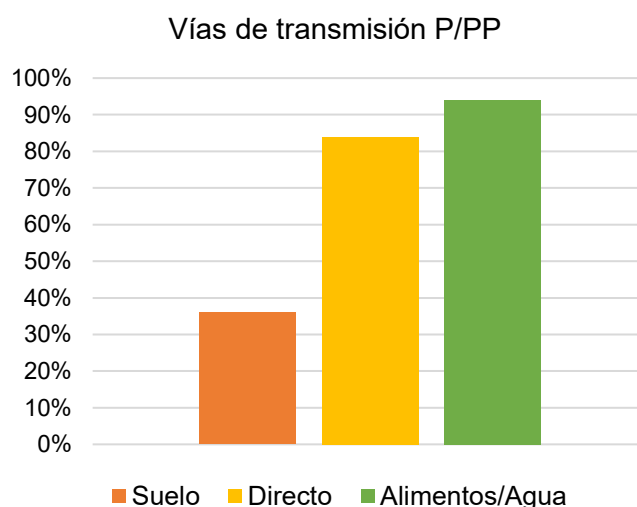


Figura 36: Vías de transmisión de la infección de especies P/PP.

La frecuencia de las vías de transmisión de especies P/PP obtenida en cada una de las Islas se observa en la **Figura 37**. La transmisión por alimentos/agua contaminados es mayoritaria en El Bluff (94,00%), la Isla de Rama Cay (79,00%) y la Isla Corinto (56,00%). Sin embargo, esta vía de transmisión deja de ser la mayoritaria, nivelándose con la transmisión por contacto directo, en el Archipiélago de Solentiname (77,00%) y en la Isla de Ometepe (39,00%).

Aparece diferencias estadísticamente significativas en cada una de las Islas estudiadas con respecto a la vía de transmisión más frecuente (alimentos/agua). Sin embargo, en Rama Cay no se detecta diferencias estadísticamente significativas en el nivel de infección por la vía de alimentos/agua contaminada y suelo contaminado ($p=0,038$). Igualmente, ni en Ometepe, Corinto y Solentiname, no se detecta diferencias estadísticamente significativas por la vía de alimentos/agua contaminada y por la vía de contacto directo ($p=0,786$; $p=0,206$; y, $p=0,999$).

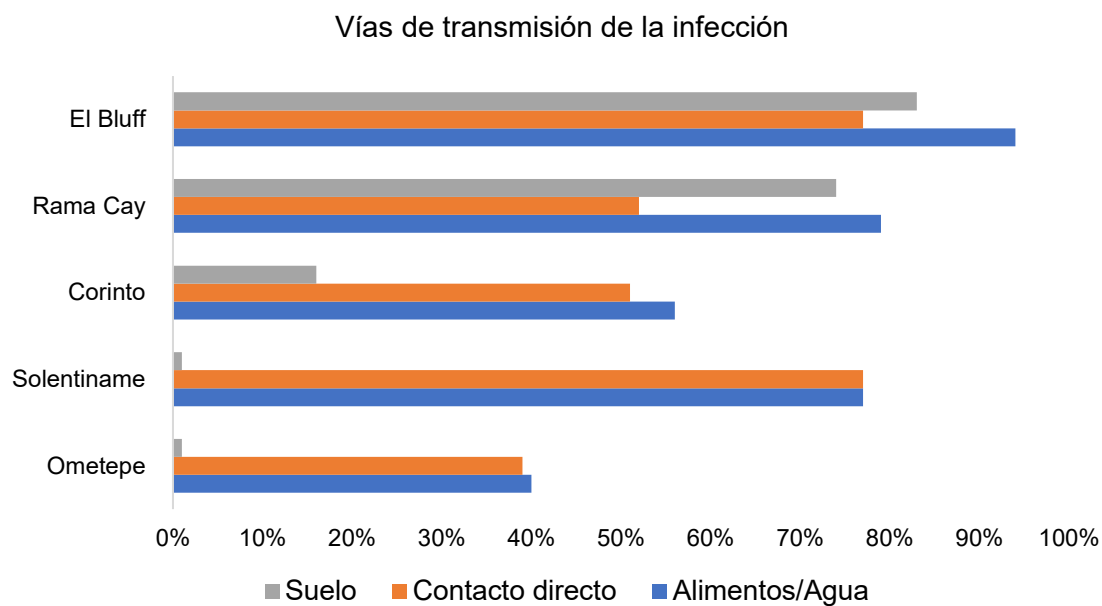


Figura 37: Vías de transmisión de la infección de especies P/PP en cada una de las Islas estudiadas.

3.5.4.- En relación región geográfica

Con los datos obtenidos en el apartado de las vías de transmisión de la infección de las especies P/PP se puede abordar la relación de la infección según la distribución geográfica de las Islas estudiadas. Así, las Islas de El Bluff y Rama Cay pertenecen a la zona geográfica del Caribe, mientras que las Islas de Corinto y Ometepe junto con el Archipiélago de Solentiname, pertenecen a la zona geográfica del Pacífico (**Figura 38**). La vía de transmisión por alimentos/agua es la mayoritaria en ambas regiones (100% y 91,00%, respectivamente). La transmisión por contacto directo es superior en la región pacífico (89,00%) comparado con la región del Caribe (74,00%), pero sin alcanzar diferencias estadísticamente significativas ($p=0,675$). Sin embargo, en la región Caribe, la vía de transmisión por suelo contaminado (91,00%) es 15 veces mayor que en la región Pacífica (6,00%), con diferencias estadísticamente significativas ($p< 0,0001$).

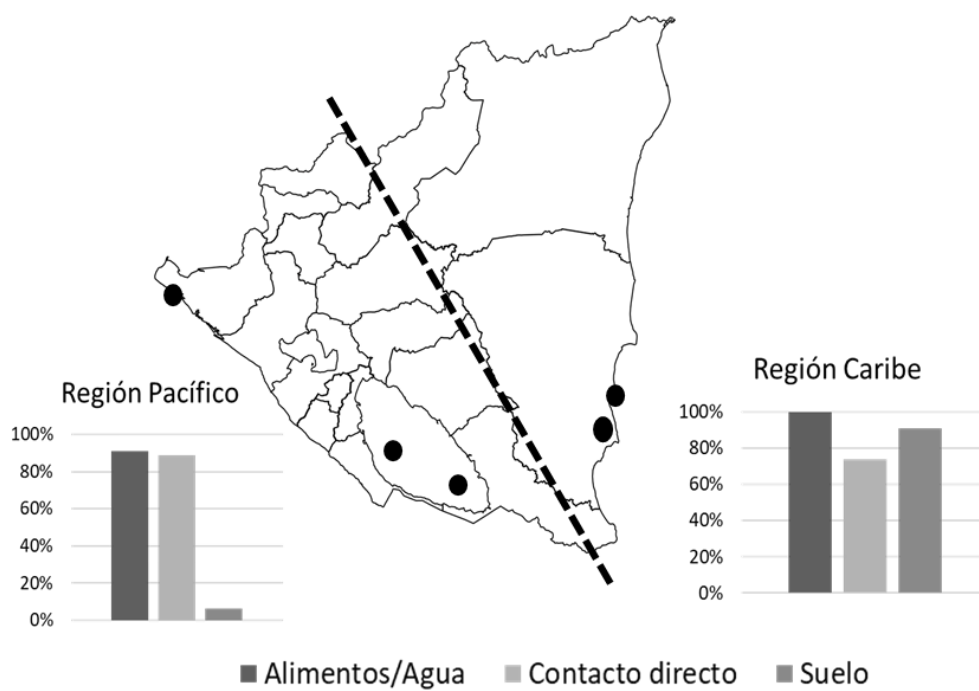


Figura 38: Relación de la infección según las vías de transmisión de la infección en las zonas geográficas (Pacífico y Caribe).



CAPÍTULO CUARTO

4.- CAPÍTULO CUARTO: DISCUSIÓN

En este capítulo, se procederá a discutir los hallazgos más relevantes que se han obtenido durante este estudio y proceder a su comparación con estudios anteriores, con la finalidad de poder comentar similitudes y/o diferencias. En este sentido, cabe recordar que en Nicaragua no se dispone de mucha información relacionada.

4.1.- Respecto al diagnóstico a nivel microscópico

El espectro parasitario detectado en el total de este estudio asciende a un máximo de 17 especies, correspondientes a 13 especies de protozoos y a 4 helmintos.

A nivel general conviene mencionar que el espectro en la Isla de Ometepe incluye la presencia de 2 esporas que fueron únicamente detectadas en esta Isla. Estas esporas, clasificadas como *Myxobolus* spp. y *Henneguya* spp., no han sido mencionadas en ningún estudio previo en seres humanos en Nicaragua. Por lo tanto, en este trabajo se lleva a cabo la primera cita. Se trata de parásito de peces generalmente de agua dulce, que causa aparición de quistes blanquecinos en los diferentes tejidos causando a veces deformidades visibles, pudiendo afectar y alterar la estructura ósea causándoles deformidades que impiden la normal movilidad (Vallejo & Pitalúa, 2002). De momento, no se sabe con certeza si están presentes en seres humanos como casos aislados de parásito en tránsito o se han llegado a instalar en el tracto gastrointestinal de los menores de esta zona del país.

Se trata pues del primer hallazgo de esporas del género *Myxobolus* en menores de Nicaragua. Debido a la fijación de las muestras en Formalina 10% no fue posible realizar ninguna prueba molecular para identificarlas específicamente. Sin embargo, se procedió a realizar una identificación en base al estudio detallado de su morfología con tinción de Ziehl Neelsen modificado, tal y como sugiere Moncada *et al.*, (2001), donde las esporas adquieren un color rosa intenso. Como se observa en las **Figura 27 (E y G)** las esporas presentaban una forma piriforme, conteniendo en el extremo superior dos capsulas polares simétricas en cada lado, mientras que en el extremo inferior el espacio central lo ocupaba el esporoplasma. Al realizar el estudio morfométrico, se encontró que las medidas promedio oscilaban entre 8-9 µm de ancho y 14-15 µm de largo. Estas descripciones morfométricas coinciden con las realizadas previamente en otros estudios de Colombia, Brasil, Gambia y Australia (Boreham *et al.*, 1998; Moncada *et al.*, 2001; Bradbury *et al.*, 2015; Dos Reis *et al.*, 2019).

Hasta la fecha, se ha descrito 466 especies de *Myxobolus*, la mayoría proveniente de peces. Tanto en el estudio de Moncada *et al.* (2001) como en el presente estudio, las

esporas se asemejan a las denominadas *Myxobolus macrocapsularis* o *Myxobolus cultus*. Sin embargo, cabe recordar que para establecer con exactitud la especie detectada se necesita realizar estudios de microscopía electrónica de transmisión o la secuencia del gen 18S del ARN ribosomal. Con las limitaciones del material fijado utilizado en este estudio, las esporas se han considerado únicamente como pertenecientes al género *Myxobolus*.

La mayoría de los estudios previos afirman que la aparición de estas esporas en las muestras se trata de un hallazgo accidental ya que, como menciona Boreham *et al.* (1998), las esporas pertenecientes al género *Myxobolus* o mixosporianas, son notablemente resistentes a diversas condiciones ambientales y pueden sobrevivir al paso por el tracto digestivo de vertebrados sin alteración de su morfología. Sin embargo, un estudio previo (Moncada *et al.*, 2001) indica que el hallazgo de la espora no es puramente accidental, ya que su resistencia tanto a condiciones externas como internas (jugos gástricos), hace posible la evolución y el desarrollo completo de la espora. Así, en este estudio previo, el paciente inmunodeprimido presentaba parasitación con varias especies parásitas causantes de diarrea y a pesar de recibir tratamiento parasitológico, un control realizado al cabo de 2 meses reveló persistencia de la diarrea y presencia de esporas de *Myxobolus* spp. en el material fecal.

En este trabajo, se ha detectado también por primera vez en menores de Nicaragua la presencia de esporas del género *Henneguya*. En este caso, las esporas presentaban un cuerpo esporular en forma de lágrima de aproximadamente 9 µm de largo, que se iba estrechando al final con dos filamentos polares. En la región anterior esporular del cuerpo aparecen dos capsulas polares. Con esta morfología se puede decir que la espora tiene similitud con los espermatozoides humanos. La longitud total media de estas esporas alcanza 39 µm, lo que coincide con la descripción inicial (McClelland, Murphy & Cone, 1997). Estos autores utilizaron microscopía electrónica para la confirmación de la especie, encontrando también que estas esporas tenían una capa externa lisa. Además, estos mismos autores, gracias a la tinción con hematoxilina férrica modificada (McClelland, Murphy & Cone, 1997), observaron que la espora apenas presentaba un ligero color rosado, mientras que gracias a la tinción tricrómica modificada, lograron una tinción de la espora mucho más brillante permitiendo una mejor visualización de las estructuras internas mostrando que las capsulas polares parecían contener un interior rayado. De forma similar a dichos autores, en el presente estudio, al realizar la tinción de Ziehl Neelsen modificado, se ha podido observar que las esporas adquirían una tonalidad ligeramente rosada y, gracias al estudio de las mismas mediante visión directa, se logró una visualización detallada tanto de las capsulas polares como

de su contenido de líneas horizontales, coincidiendo con el estudio inicial (McClelland, Murphy & Cone, 1997). Cabe mencionar que no hay evidencia de que estos parásitos sean capaces de causar enfermedades en humanos, ya que no ha sido posible atribuir ninguna sintomatología con la presencia de estas esporas.

En cualquier caso, los reportes en seres humanos tanto de las esporas de *Myxobolus* como las de *Henneguya* se relacionan con la ingesta de pescado de agua dulce. Este hecho parece ser frecuente en la Isla de Ometepe donde se reporta el consumo habitual de la especie conocida como *Tilapia*, que se trata de un pez de agua dulce que habita en arroyos poco profundos, estanques, ríos y lagos. Son peces de aguas cálidas, que viven tanto en agua dulce como salada, e incluso pueden acostumbrarse a aguas poco oxigenadas. Su distribución como especie exótica se extiende por América Central, el sur del Caribe, Norteamérica y el sureste asiático.

En este estudio, al tratarse de un trabajo transversal, no se ha podido disponer de información relativa al estado de salud previo de los menores parasitados con estas esporas y tampoco ha sido posible realizar ningún seguimiento de los mismos para poder determinar o no el parasitismo en tránsito.

Dejando de un lado las citadas esporas, las prevalencias de infección detectadas en el presente trabajo van desde un 57,58% correspondiente a la Isla de Ometepe, situada en la región Pacífico, hasta un 95,41% correspondiente a El Bluff, situado en la región Caribe. Estas prevalencias en la región Pacífico son similares a las reportadas por otros autores en estudios previos quienes reportan un 40,00% (Téllez *et al.*, 1997; Oberhelman *et al.*, 1998; Rocha 2003; Muñoz-Antoli *et al.*, 2018a), si bien también se llegó a reportar un 92,90% en el Departamento de Rio San Juan de la zona del pacífico (Muñoz-Antoli *et al.*, 2014). Con respecto a la región Caribe, las altas prevalencias reportadas en este trabajo coinciden con las reportadas anteriormente, que oscilan entre un 94,60% hasta un 97,00% (Muñoz-Antoli *et al.*, 2017, 2022). Como se puede observar tanto en este estudio como en la mayoría de los estudios previos, las prevalencias de infección resultan superiores en la región Caribe con respecto a la región Pacífico.

En otros países vecinos las elevadas prevalencias encontradas se asemejan a las reportadas en la región Caribe. Así, en Honduras se encuentra una prevalencia del 87,40% (Naceanceno *et al.*, 2020) y en diversas zonas de Colombia las prevalencias superan el 90,00% (Medina *et al.*, 2009; Bryan *et al.*, 2021) alcanzando incluso el 100% reportado por Hernández *et al.* (2019).

En cuanto a los helmintos, las estimaciones en América Latina y el Caribe informan que al menos 13,3 millones de niños en edad preescolar y 33,7 millones de niños en edad escolar están en riesgo de infectarse con alguna especie de geohelmintos, entre los que destaca *A. lumbricoides*, *T. trichiura* y Ancylostómidos (Saboya *et al.*, 2013). Cabe señalar también que, según la (OMS, 2017), los programas masivos de desparasitación con antihelmínticos se deben implementar solo en áreas endémicas cuando sus prevalencias sean $\geq 20\%$.

Estudios previos en Nicaragua, han reportado tasas de prevalencias de 2,3 a 36,9% para *A. lumbricoides* y de 3,8 a 72,4% para *T. trichiura* como ya se ha comentado en la introducción **Tabla 2**. Estas oscilaciones podrían relacionarse con las variaciones de efectividad de los programas de desparasitación según las distintas áreas geográficas de un mismo país.

En el presente trabajo, las diferentes prevalencias de helmintos encontradas según la región nicaragüense estudiada son muy llamativas. Así, en la región Caribe, en concreto en la Isla de Rama Cay, el porcentaje de infección detectado para helmintos (73,94%) resulta superior al detectado en las islas correspondientes a la región Pacífico, cuyas prevalencias no superaron el 0,77%. Algo similar a los resultados de la región Pacífico se reporta en un estudio llevado a cabo en Bolivia donde las prevalencias de helmintos son visiblemente bajas (5,90%) (Macchioni *et al.*, 2015). Los factores críticos que más afectan a la distribución de geohelmintos son los rangos de temperatura y las precipitaciones (Ihnacik *et al.*, 2022) y las condiciones del suelo (Chege *et al.*, 2020).

Las diferencias detectadas en el espectro y en las prevalencias vienen a orientar el estudio de forma pormenorizada en ambas regiones: Pacífico y Caribe (**Tabla 117**).

A) A nivel de Región Pacífico: a pesar de que la Isla de Ometepe y el Archipiélago de Solentiname se encuentran ambas en el lago Cocibolca separados tan solo por 220 Kms, el espectro parasitario detectado es notablemente diferente. En el archipiélago se encuentra un espectro de solo 7 especies frente a las 14 especies detectadas en la Isla, donde se incluye el hallazgo de esporas de *Myxobolus* spp y *Henneguya* spp. tal y como se ha comentado anteriormente. Existe trabajos previos, llevados a cabo en esta misma región Pacífico, donde se detecta espectros parasitarios de entre 15 y 20 especies (Muñoz-Antoli *et al.*, 2014; 2018a) superiores a los detectados en el presente trabajo.

Tabla 117. Espectro parasitario y prevalencias de las islas por regiones (p-Valor entre total Región Pacífico y Región Caribe).

N=918	Región Pacífico (n=690)						TOTAL Pacífico %	Región Caribe (n=228)				TOTAL Caribe %	p-Valor
	Ometepe (514)	%	Solentiname (88)	%	Corinto (88)	%		Rama Cay (119)	%	El Bluff (109)	%		
Protozoos	294	57,19	72	81,81	59	67,04	35,50	77	64,70	96	88,07	75,87	<0,0001
<i>E. coli</i>	114	22,17	19	21,59	16	18,18	21,59	30	25,21	35	32,11	28,50	0,040
<i>E. complejo</i>	11	2,14	6	6,81	-	-	2,46	7	5,88	6	5,50	5,70	0,030
<i>E. dispar</i>	-	-	-	-	4	4,54	0,57	-	-	-	-	-	
<i>E. hartmanni</i>	37	7,19	-	-	2	2,27	5,65	13	10,92	13	11,92	11,40	0,005
<i>E. nana</i>	60	11,67	33	37,5	18	20,45	16,08	29	24,36	33	30,27	27,19	<0,0001
<i>I. butschlii</i>	4	0,77	1	1,13	-	-	0,72	1	0,84	8	7,33	3,94	0,001
<i>C. mesnili</i>	4	0,77	-	-	1	1,13	0,72	9	7,56	2	1,83	4,82	0,001
<i>D. fragilis</i>	2	0,38	-	-	1	1,13	0,43	1	0,84	-	-	0,43	0,567
<i>G. duodenalis</i>	95	18,48	27	30,68	20	22,72	20,57	27	22,68	42	38,53	30,26	0,009
<i>C. hominis</i>	-	-	-	-	2	2,27	0,28	-	-	-	-	-	
<i>Blastocystis</i> sp.	137	26,65	62	70,45	27	30,68	32,75	48	40,33	69	63,30	51,31	<0,0001
<i>Henneguya</i> spp.	7	1,36	-	-	-	-	1,01	-	-	-	-	-	
<i>Myxobolus</i> spp.	11	2,14	-	-	-	-	1,59	-	-	-	-	-	
Helmintos	8	1,55	1	1,13	14	15,9	3,33	88	73,94	89	81,65	77,63	<0,0001
<i>H. nana</i>	1	0,19	-	-	-	-	1,14	-	-	2	1,83	0,87	0,314
Ancylostómidos	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11	10,09	4,82	
<i>T. trichiura</i>	4	0,77	1	1,13	13	14,77	2,60	70	58,82	87	79,81	68,85	<0,0001
<i>A. lumbricoides</i>	4	0,77	-	-	2	2,27	0,86	77	64,70	20	18,34	42,54	<0,0001
TOTAL +	296	57,58	72	81,81	63	71,59	62,46	97	81,51	104	95,41	88,15	<0,0001
TOTAL -	218	42,41	16	18,18	25	28,4	37,53	22	18,48	5	4,58	11,84	

Cabe resaltar que las presencias de *E. nana*, *E. coli* y *G. duodenalis* se mantiene de forma constante en las distintas islas estudiadas de la región Pacífico. *Blastocystis* sp. fue detectado como el más prevalente, llegando a alcanzar prevalencias muy elevadas (70,45%) en el Archipiélago de Solentiname, como también se detecta en estudios previos (Muñoz-Antoli *et al.*, 2014). Estos resultados obtenidos en Nicaragua coinciden con los que se obtuvieron en una población rural de Honduras, donde *Blastocystis* sp. alcanzó el 71,60% (Naceanceno *et al.*, 2020) y en Argentina donde también fue la especie más prevalente alcanzando el 54,40% (Dib *et al.*, 2012). En Colombia, aunque en un estudio previo se presenta a *Blastocystis* sp. como la especie más prevalente, las prevalencias se encuentran muy por debajo de los resultados hallados en el presente estudio (15,80%) (Osorio-Pulgarín *et al.*, 2021). Estos autores también reportan menores prevalencias de esta especie en Brasil y Panamá (40,70% y 21,20% respectivamente).

Las prevalencias más elevadas de *Blastocystis* sp. se presentan seguido de especies de protozoos comensales como es el caso de *E. nana* (37,50%) en el Archipiélago de Solentiname. Al revisar estudios previos que se han realizado en Nicaragua, en cuanto al espectro correspondiente a protozoos, coinciden en que *Blastocystis* sp. sea el más prevalente seguido de un comensal (Dib *et al.*, 2012; Muñoz-Antoli *et al.*, 2014; 2017; Devera *et al.*, 2014). Comparando con lo que ocurre en los países vecinos, los resultados también se asemejan a estudios previos realizados en Venezuela y Colombia (Lacoste *et al.*, 2012; Hernández *et al.*, 2019), donde las prevalencias más elevadas se encontraron en el comensal *E. nana* (77,33%) y en *Blastocystis* sp. (71%).

Teniendo en cuenta las variables sociodemográficas de la población estudiada en la isla de Corinto, asociadas con la aparición de las parasitosis intestinales, lo único que se logró demostrar de forma concluyente fue que *Blastocystis* sp. resultó con mayor frecuencia en los niños mayores de cuatro años de edad. Este resultado concuerda con el estudio previo en el que se muestra que *Blastocystis* sp. forma parte de la microbiota intestinal del ser humano y es capaz de permanecer durante periodos largos de hasta 12 meses (Hernández-Castro *et al.*, 2023).

En lo que respecta a los helmintos, llama la atención que las prevalencias correspondientes a la Isla de Ometepe y el Archipiélago de Solentiname no alcanzan el 2,00% y, en el caso de Corinto, como mucho se alcanza un 15,90% de infección helmíntica. Sin embargo, estudios previos de esta región describen hasta un 52,90% de infección con helmintos (Muñoz-Antoli *et al.*, 2014). Parece ser que estas altas prevalencias se asociaban con la falta de infraestructuras en las zonas periféricas y el consumo de agua del río (Gamboa *et al.*, 2009).

Además, en un estudio previo (Rocha, 2003) realizado en zonas de Nicaragua pertenecientes a la misma región Pacífico, pero con adecuada infraestructura, se sugiere que las altas tasas de parasitación se relacionan con medidas y/o comportamientos higiénicos deficientes. Sin embargo, las bajas prevalencias detectadas en este estudio podrían indicar que las campañas de educación están siendo bien recibidas y acatadas por la comunidad, de forma que la mejoría en hábitos higiénicos personales (Freeman *et al.*, 2013; Chege *et al.*, 2020), combinado con la administración de antihelmínticos, han logrado una reducción evidente en la infección helmíntica (Prieto-Pérez *et al.*, 2016). Así, el refuerzo de programas educativos con la finalidad de crear conciencia en la población sobre temas de higiene y conductas adecuadas de saneamiento ambiental que ayuden a mejorar las prevalencias de infección detectadas, podrían ser el motivo por el que, en la Isla de Corinto, las

prevalencias de geohelminthos alcanzan solamente el 14,80% para *T. trichiura* y el 2,30% para *A. lumbricoides*. Consecuentemente, no resulta necesario recurrir a la administración de antihelmínticos de forma masiva.

Otro estudio llevado a cabo en la región Pacífico (Rosewell *et al.*, 2010), sugiere que las medidas antihelmínticas que se utilizan en unidosis (Albendazol y Mebendazol) y que además son las utilizadas a nivel mundial, pueden ser muy eficaces en los casos de infecciones por *A. lumbricoides*, pero menos eficaces en el caso de *T. trichiura* y Ancylostómidos.

Contrario a lo que ocurre con los helmintos en esta región del país, se encontró que en varias localidades de Honduras las prevalencias para helmintos en niños escolares son elevadas, por encima del 40,00%, llegando a alcanzar hasta un 59,73%. La especie *T. trichiura* fue la más prevalente (34,00%) seguida de *A. lumbricoides* (22,30%) (Mejía Torres *et al.*, 2014). Estos autores informan de un estudio previo en otra región de Honduras donde las prevalencias para helmintos resultaron aún más elevadas (72,25%) siendo nuevamente *T. trichiura* la especie más prevalente (67,00%) seguida de *A. lumbricoides* (30,00%). Dichos autores justifican las altas prevalencias de geohelminthos mantenidas a lo largo del tiempo con la falta de infraestructura y con un saneamiento deficiente, a pesar que las escuelas implementan un programa de “escuelas saludables”.

Respecto al mono y multiparasitismo, los resultados obtenidos en este estudio en la región del Pacífico nicaragüense muestran que el monoparasitismo es más frecuente en las distintas islas estudiadas, alcanzando prevalencias de hasta un 31,51%. El presente resultado coincide con otros trabajos previos realizados en esta región del país donde las prevalencias eran similares (Rosewell *et al.*, 2010; Leiva *et al.*, 2006). También señalar incluso prevalencias más elevadas de monoparasitismo alcanzando hasta un 42,60% (Muñoz-Antoli *et al.*, 2018a). Pese a ello, en el Archipiélago de Solentiname, el multiparasitismo aparece con cifras cuatro veces más elevadas que el monoparasitismo, llegando a alcanzar un 70,83%, similar a lo descrito en otro estudio previo de la región donde se alcanzó un porcentaje de parasitación por múltiples especies de un 85,50% (Muñoz-Antoli *et al.*, 2014). Teniendo en cuenta estos resultados medianamente contradictorios entre sí, y al revisar las prevalencias descritas en el país vecino más cercano a la región Pacífico (Naceanceno *et al.*, 2020), se encuentra que en zonas rurales de Honduras el multiparasitismo alcanza prevalencias de hasta un 27,40%, similar a lo encontrado en este estudio en las islas de Ometepe y Corinto (26,07% y 23,86% respectivamente).

B) A nivel de la Región Caribe: estudios previos realizados en Laguna de Perlas (Costa Caribe) (Muñoz-Antoli *et al.*, 2017), coinciden con los resultados obtenidos en este estudio relativos a la Isla de Rama Cay y El Bluff, ambos en la misma zona caribeña. En cuanto al espectro, citar la aparición de hasta 13 especies distintas en Laguna de Perlas (Muñoz-Antoli *et al.*, 2017), similar a las 11 y 12 especies detectadas en este trabajo en la Isla de Rama Cay y El Bluff, respectivamente.

En cuanto al porcentaje de parasitación, en la Isla de Rama Cay se alcanza un 81,51% y en El Bluff un 95,41%, coincidiendo con el 94,60% detectado en Laguna de Perlas (Muñoz-Antoli *et al.*, 2017).

En cuanto a los protozoos, la prevalencia de infección detectada en Laguna de Perlas (78,10%) (Muñoz-Antoli *et al.*, 2017) se encuentra dentro del rango de prevalencias detectadas en la Isla de Rama Cay (64,70%) y El Bluff (88,07%).

En cualquier caso, hay que destacar que en todos los trabajos de la región Caribe se encuentra una dominancia de helmintos (76,70%) en Laguna de Perlas, frente a 73,94% y 81,65% correspondiente a la Isla de Rama Cay y el Bluff, respectivamente. De forma específica, las mayores prevalencias de *T. trichiura* se alcanzan también en Laguna de Perlas (72,40%) (Muñoz-Antoli *et al.*, 2017).

En los estudios previos realizados en ambiente insular, en la Isla de Corn Island (Muñoz-Antoli *et al.*, 2018b), las prevalencias reportadas de *T. trichiura* oscilan entre 32,90% y 48,90%. Hay que destacar que en el presente trabajo los resultados que se han obtenido en El Bluff y en la Isla de Rama Cay, perteneciente también a la región Caribe, demuestran prevalencias superiores que las reportadas anteriormente en un ambiente insular para *T. trichiura* (79,81% y 58,82%, respectivamente). Hecho ya reportado previamente en Nicaragua (Cavuoti & Lancaster, 1992; Rosewell *et al.*, 2010; Muñoz-Antoli *et al.*, 2014; 2017; 2018b), siendo anteriormente las mayores prevalencias lideradas por *A. lumbricoides*. Estos resultados también coinciden con los obtenidos en estudios previos realizados en Honduras donde *T. trichiura* fue más prevalente con 63,20% (Naceanceno *et al.*, 2020).

Igualmente, en Colombia, hay estudios que reportan las mayores prevalencias para *T. trichiura*, si bien, alcanzando valores inferiores que oscilan entre un 12,37% (Hernández *et al.*, 2019) y un 25,90% (Medina *et al.*, 2009).

Sin embargo, *A. lumbricoides* ha resultado más prevalente que *T. trichiura* en la isla de Rama Cay, alcanzando niveles de prevalencia del 64,70% que suponen los valores más elevados de los reportados previamente en Nicaragua. Cabe resaltar, que la población

de esta Isla es principalmente indígena y que tal y como se reporta en estudios previos realizados en Centroamérica, la población indígena presenta una especial vulnerabilidad a enfermedades tropicales desatendidas principalmente las causadas por helmintos (Hotez *et al.*, 2014). Así, en estudios previos las prevalencias de *A. lumbricoides* en la región caribe oscilaban entre un 27,10% en Laguna de Perlas (Muñoz-Antoli *et al.*, 2017) hasta un 36,90% en Puerto Cabezas (Muñoz-Antoli *et al.*, 2022). En el ambiente insular de la Isla de Corn Island, las prevalencias reportadas de *A. lumbricoides* oscilaban entre 15,70% y 19,90% (Muñoz-Antoli *et al.*, 2018b).

Las características típicamente rurales de la población de la Isla de Rama Cay podrían ser las desencadenantes de este nivel de infección, así como también se ha detectado en un trabajo de Colombia, comparando las prevalencias entre la zona urbana y rural, encontrando que *A. lumbricoides* aparecía más frecuentemente en los menores de zonas rurales (50,00%) frente a menores de zona urbana (19,40%) (Bryan *et al.*, 2021). En la misma línea, la infección reportada para *A. lumbricoides* en Honduras solo alcanzó un 15,80% (Naceanceno *et al.*, 2020) y, en Colombia, oscilaba entre el 5,15% (Hernández *et al.*, 2019) y el 24,10% (Medina *et al.*, 2009).

Con todo ello, se puede resumir que las infecciones de *A. lumbricoides* y *T. trichiura* en la región Caribe se mantienen elevadas pero variables según la zona. Así, los resultados de este estudio muestran que la especie más prevalente en la Isla de Rama Cay resulta ser *A. lumbricoides* (64,70%), quedando *T. trichiura* con una prevalencia menor (58,82%), mientras que en El Bluff la especie más prevalente resulta ser *T. trichiura* (79,81%), quedando *A. lumbricoides* con una tasa inferior (18,34%).

Al revisar puntualmente las condiciones climatológicas en la zona de Bluefields (donde se ubica El Bluff) y El Rama (donde se ubica la Isla de Rama Cay), se encuentra pequeñas diferencias en cuanto a la acumulación de lluvias mensuales, siendo la zona de Bluefields la que mayor acumulación de lluvia presenta (147 mm³) con respecto a la zona de la Isla Rama (108 mm³). Esto podría ser indicativo de que a la especie *T. trichiura* le favorece mucho más una mayor humedad que a la especie *A. lumbricoides* y, por tanto, se pudiera explicar que, a pesar que la distancia entre una comunidad y la otra es inferior a 20 Km², las prevalencias de helmintos entre una zona y la otra presentan disparidad.

En cuanto al mono y multiparasitismo, lo más frecuente es encontrar casos de multiparasitismo (Lustigman *et al.*, 2012), sobre el 70,00% en este trabajo y en Laguna de Perlas (Muñoz-Antoli *et al.*, 2017), llegando a presentarse en un mismo individuo hasta 8

especies parásitas, relacionándolo con que algunas especies son capaces de modular la respuesta inmunológica permitiendo la coinfección. Estos resultados son similares a los reportados en Colombia, donde el multiparasitismo alcanzó un 89,20% y un máximo de 7 especies en un mismo individuo (Agudelo-López *et al.*, 2008). Por otro lado, se podría contemplar la opción de que el multiparasitismo ocurra debido a los medicamentos que se emplean para la desparasitación, puesto que se suele administrar tratamientos dirigidos a combatir solo los helmintos y nunca tratamientos combinados que presenten eficacia contra helmintos y protozoos. Además, se tendría que tener en cuenta que existen otros factores externos (ambientales, sociales y biológicos) que determinan la transmisión parasitaria (Fernández-Niño *et al.*, 2017) y que el acceso al tratamiento en este tipo de comunidades no siempre permite mantener la periodicidad establecida por la OMS cuando los resultados de parasitación superan el 50,00% (desparasitación 2 veces al año) (OMS, 2020).

Todo lo comentado anterior refleja las peculiaridades de infección en cada una de las distintas islas de Nicaragua. Además, a pesar de que no existe diferencias estadísticas, en el presente trabajo, se ha encontrado que el sexo masculino suele presentar prevalencias más elevadas de parasitación general, por protozoos y por helmintos. Sin embargo, en el Archipiélago de Solentiname, solo el sexo femenino presenta parasitación por helmintos (2,22%). Estos resultados se asemejan a los obtenidos en estudios anteriores (Espinosa *et al.*, 2011; Muñoz-Antoli *et al.*, 2014; 2018a) que indican que ambos sexos se ven afectados de igual manera. Sin embargo, tanto en Laguna de Perlas (Muñoz-Antoli *et al.*, 2017), como en el estudio realizado en la R.A.A.N (actualmente R.A.C.C.N) (Muñoz-Antoli *et al.*, 2022), predominaban las infecciones en el sexo femenino asociando esta alta parasitación con los malos hábitos higiénicos y el contacto con tierra contaminada.

Como se ha comentado anteriormente, en el presente estudio, tanto en la Isla de Rama Cay como en El Bluff, el sexo masculino resulta más parasitado, lo cual podría coincidir con lo expuesto en estudios previos realizados en Honduras por Mejía *et al.* (2014), donde informan que el sexo masculino presentaba un 23,00% más de posibilidades que las mujeres de presentar parasitación por geohelmintos. Con respecto a las posibles causas, se podría asociar a la disminución de los cuidados de los progenitores, añadiendo además que los menores del sexo masculino tienden a realizar más actividades al aire libre que suelen implicar mayor contacto con el suelo húmedo (jugar al fútbol en las calles y/o en campos abiertos) teniendo en cuenta que las condiciones

socioeconómicas de dichas regiones no permiten tener canchas/pistas en condiciones óptimas para la realización de estas actividades al aire libre.

En este trabajo, todos los grupos de edad considerados presentan la misma susceptibilidad a la infección, si bien el grupo de 12-14 años es el que presenta las mayores prevalencias de infección en la mayoría de las islas estudiadas. Estudios previos en Nicaragua, realizados tanto en la región Pacífico como en la región Caribe (Muñoz-Antoli *et al.*, 2018b; 2022), justifican este hecho debido a que, a mayor edad, mayor exposición, lo que significa que los de más edad tienen más autonomía, menos vigilancia, pueden jugar solos en actividades al aire libre y están expuestos a más factores de riesgo.

En la mayoría de las islas estudiadas, en el grupo de edad de 6-11 años se observa mayores prevalencias de helmintos, mientras que en el grupo de 12-14 años de edad se observa prevalencias más elevadas de protozoos. Estos resultados concuerdan con lo reportado en el Departamento de Río San Juan donde se encontró relación entre la edad y la parasitación, por lo que se sugiere que la edad es un factor de riesgo (Muñoz-Antoli *et al.*, 2014). Tradicionalmente, se considera que en los primeros años de vida los menores permanecen controladamente bajo el cuidado de sus progenitores mientras que los de mayor edad podían compartir más tiempo fuera del hogar sin ningún cuidado facilitando la infección (Muñoz-Antoli *et al.*, 2014). Sin embargo, no se debe considerar que la infección es directamente proporcional a la edad, puesto que no aumenta de forma directamente proporcional siempre, ya que a medida que el individuo crece y sus hábitos higiénicos mejoran se reduce las oportunidades de contacto con las formas infectantes de los parásitos además de aumentar la tolerancia a los mismos por una madurez inmunológica (Rivero *et al.*, 2012).

4.2.- Respecto a la intensidad de parasitación

De acuerdo con el protocolo de la OMS (OMS, 2002, 2019), el método para identificar y cuantificar huevos de helmintos considerado como “gold-estándar” es la técnica de Kato-Katz. Actualmente, se ha demostrado como la fijación de las heces con formalina y la incubación con glicerol mejora el rendimiento de este método (Wisetmora *et al.*, 2024). En este estudio se ha tratado de conocer tanto la prevalencia como la intensidad de parasitación por helmintos, considerando que el diagnóstico coproparasitológico es una herramienta fiable para el control de las helmintiasis (Barda *et al.*, 2014).

Conocer la intensidad de parasitación es fundamental, en estudios individuales, poblacionales, estudios de eficacia de tratamiento y control de las parasitosis (Cringoli *et al.*, 2010), ya que, para suministrar un tratamiento antihelmíntico correcto, la dosis dependerá de la carga parasitaria presentada. Sin lugar a dudas, algunos menores pueden necesitar una dosis única y otros pueden requerir 2 dosis. De igual forma, la elección del fármaco puede variar en función a la intensidad, de ello dependerá la eficacia del tratamiento, además, la optimización del mismo (OMS, 2017).

Además, no debemos olvidar que en países como Nicaragua, donde las prevalencias de infección por geohelmintos resultan elevadas, y donde además es probable que se presente parasitación por las 3 geohelmintiasis principales (*A. lumbricoides*, *T. trichiura* y Ancylostómidos) con las implicaciones que conlleva para el desarrollo físico, mental y cognitivo (Bethony *et al.*, 2006; Ojha *et al.*, 2014). Se ha documentado que las infecciones de intensidad moderada a grave tienen un impacto significativo para el desarrollo físico y cognitivo de los menores, especialmente en edad escolar (Mejía *et al.*, 2014). Todo esto indica que es importante determinar la intensidad de parasitación, ya que tiene grandes consecuencias en el correcto desarrollo de los menores.

La utilización de técnicas novedosas como la de Mini-FLOTAC cobra mayor relevancia ya que permite una clasificación de la intensidad, siendo sensible, asequible y aplicable con todo tipo de muestras de material fecal (Barda *et al.*, 2013). Incluso, se puede considerar su aplicación en enclaves con recursos limitados, con dificultades en el acceso a las comunidades, con dificultades en el acceso a las comunidades y con dificultad en la conservación de las muestras. Los resultados de este estudio, en cuanto a intensidad se refieren, demuestran que mayoritariamente se presenta infecciones de tipo leve para todas las especies. Sin embargo, las intensidades obtenidas en la Isla de Corinto y la Isla de Rama Cay, alcanzan nivel de carácter alto para *T. trichiura* y nivel de carácter moderado para *A. lumbricoides*, respectivamente. Estos resultados coinciden con los estudios previos realizados en Nicaragua, en Laguna de Perlas (Muñoz-Antoli *et*

al., 2017) y en la Isla de Corn Island (Muñoz-Antoli *et al.*, 2018b), en condiciones similares a las islas estudiadas en el presente trabajo. Dichos autores, gracias al empleo de la técnica de Kato-Katz, encontraron predominio de infecciones de carácter leve-severa para *T. trichiura* y para *A. lumbricoides*. Estos resultados podrían estar asociados con el proceso de reinfección, debido a la continua exposición a ambientes insalubres, conductas higiénicas inadecuadas y falta de infraestructura de saneamiento.

Es cierto que las prevalencias de infección de geohelminintos, cuando alcanza niveles superiores al 2% de intensidad moderada-severa, se debe considerar como un problema de salud pública (Díaz *et al.*, 2021). Sin embargo, en el presente trabajo, las prevalencias de 15,00% y 31,00% de intensidad moderada para *T. trichiura* y *A. lumbricoides*, respectivamente, evidencian que estos geohelminintos siguen significando un problema de salud pública en la Isla de Corinto y Rama Cay. Asimismo, en Honduras, también se reporta tanto el predominio de infecciones de carácter leve (Mejía *et al.*, 2014), como infecciones que llegan a alcanzar niveles moderada-severa para *T. trichiura* y *A. lumbricoides* (Gabrie *et al.*, 2016).

Un estudio previo realizado por Muñoz-Antoli *et al.* (2022) indica que las intensidades leves de *T. trichiura* son normales en áreas endémicas donde la mayoría de los menores albergan cargas bajas o moderadas. Otros estudios relacionan la intensidad con las asociaciones entre especie parásitas de geohelminintos (Muñoz-Antoli *et al.*, 2017; 2018b), lo cual coincide con los resultados obtenidos en este estudio en la Isla de Corinto, donde la infección que alcanzó un nivel de intensidad severa para *T. trichiura*, también presentaba infección con *A. lumbricoides*. Sin embargo, otros autores encontraron que las intensidades moderadas a altas se presentaron en casos de infecciones únicas (Gabrie *et al.*, 2016).

Destacar que el predominio de las infecciones de carácter leve en la mayoría de las islas correspondientes a este estudio y lo visto en estudios previos incluyendo los realizados en otros países, podrían indicar que las intervenciones basadas en el tratamiento farmacológico pudiesen estar funcionando correctamente pese a que la evidencia muestra que merece la pena hacer ajustes a los programas de intervención en salud. Además, un estudio realizado en varios países de Latinoamérica informa que existe una brecha significativa en los datos publicados sobre la prevalencia e intensidad de la infección por geohelminintos en América Latina y el Caribe (Chammartin *et al.*, 2013; Saboyá *et al.*, 2013).

4.3.- Respecto al diagnóstico a nivel molecular

Pese a que la Isla de Corinto corresponde también a la región Pacífico, se aborda de manera individual y complementaria debido al trabajo de índole molecular que se pudo llevar a cabo, teniendo en cuenta que las técnicas microscópicas actuales presentan limitaciones como la baja sensibilidad lo que a veces ocasiona el diagnóstico de falsos negativos (Becker *et al.*, 2011).

En este trabajo se ha generado datos de genotipado para identificar la diversidad de especies patógenas/potencialmente patógenas (P/PP), abordando principalmente *Blastocystis* sp. y *G duodenalis*, lo que permite esclarecer las fuentes de infección y las vías de transmisión de estas. Asimismo, mediante la utilización de métodos moleculares se pretende también realizar búsqueda activa de otras especies poco frecuentes que carecen de reportes en el país como es el caso de *Cystoisospora belli* y los microsporidios *Enterocytozoon bieneusi* y *Encephalitozoon* spp.

Tradicionalmente, la clasificación taxonómica de *Blastocystis* sp. ha sido muy compleja. Se le ha considerado como un eucariota, como un protista y como un protozoo intestinal de relevancia para la salud pública debido a la capacidad que tiene de colonizar a hospedadores diversos (Jiménez, Jaimes & Ramírez, 2019), ya que infecta a más de mil millones de personas en el mundo, siendo sus prevalencias más elevadas en zonas tropicales y subtropicales de países en desarrollo (Osorio *et al.*, 2021). Por tanto, y a pesar que actualmente se sitúa dentro del grupo heterogéneo de los stramenopiles (protistas unicelulares y multicelulares incluyendo algas y mohos acuáticos) (Jiménez, Jaimes & Ramírez, 2019; Hublin, Maloney & Santin, 2021), como ya se ha comentado anteriormente, en nuestro estudio de prevalencia *Blastocystis* sp. se ha considerado dentro del grupo de protozoos.

Blastocystis sp. es la especie más prevalente encontrada en muestras fecales humanas a nivel mundial. Infecta a una gran variedad de hospedadores vertebrados, incluyendo seres humanos, en los que su patogenicidad sigue siendo controvertida. Por un lado, se ha asociado con síntomas gastrointestinales, como dolor abdominal, diarrea y vómito, incluyendo diversidad de síntomas cutáneos como urticaria, en ausencia de otra causa de enfermedad. Por otro lado, también es frecuente su presencia en personas sin ninguna sintomatología considerándolo como un microorganismo común en la microbiota intestinal sana.

Blastocystis sp., se encuentra también en animales, tanto domésticos como salvajes, sin que en ellos se haya documentado sintomatología alguna (Hublin, Maloney & Santin, 2021; Matovelle *et al.*, 2022). De igual forma, *Blastocystis* sp. ha sido detectado en

suministros de agua, indicando que el agua podría actuar como vehículo en la transmisión, tanto a seres humanos como a animales (Hublin, Maloney & Santin, 2021; Koehler *et al.*, 2024). Asimismo, otros autores proponen que el suelo sea incluido como una vía nueva de transmisión para ser considerada en el futuro, basados en estrategias One Health, con la intención de mejorar la comprensión y diversidad ecológica de esta especie (Jinatham *et al.*, 2021). Así, un estudio realizado en Argentina sobre las condiciones ambientales y su relación con la parasitación, encontró que en 82,30% de las muestras de suelo estudiadas y el 84,20% de las muestras de agua estudiada, se encontraron elementos parasitarios y parásitos que también fueron identificados en seres humanos de las comunidades, lo cual deja en evidencia que, tanto el suelo como el agua, fueron la fuente de parasitación (Basualdo *et al.*, 2007).

A nivel europeo, y dado el creciente interés de *Blastocystis* sp. en relación a su alta capacidad de infección, se está tratando de elaborar un mapeo general de esta especie de forma que en todos y cada uno de los distintos países se consiga unificar los criterios diagnósticos (Akdur Öztürk *et al.*, 2025). Por su parte, datos moleculares sobre la epidemiología de los distintos subtipos de *Blastocystis* sp. en Latinoamérica se limitan a estudios específicos de 10 países (Argentina, Bolivia, Brasil, Chile, Colombia, Ecuador, Honduras, México, Panamá y Perú) (Fusaro *et al.*, 2024). Hasta la fecha, estudios moleculares de los subtipos de *Blastocystis* son escasos en Nicaragua. La presente Tesis Doctoral contribuye a obtener una imagen completa y comprender verdaderamente la distribución y prevalencia de *Blastocystis* en Latinoamérica.

Se asume que *Blastocystis* sp. tiene una amplia prevalencia y distribución presentando al menos 44 subtipos (STs) (Santin *et al.*, 2024; Figueiredo *et al.*, 2025), de los cuales, 16 (ST1 a ST10, ST12, ST14, ST16, ST23, ST35 y ST41) se han reportado en seres humanos (Hernández-Castro *et al.*, 2023). Además, la mayoría de subtipos que han sido aislados en seres humanos también se han identificado en animales (Santin, Molokin & Maloney, 2023; Koehler *et al.*, 2024; Šejnohová *et al.*, 2024), lo cual le da una importancia aún más relevante en epidemiología debido al riesgo zoonótico.

El análisis de las 23 secuencias positivas para *Blastocystis* sp. obtenidas en la Isla de Corinto permitió la identificación de ST1 (60,90%, 14/23), ST2 y ST3 (17,40%, 4/23 cada uno), siendo estos tres subtipos los más comúnmente encontrados en seres humanos en Latinoamérica (Fusaro *et al.*, 2024). Estas frecuencias se asemejan a las reportadas previamente en la única encuesta de diversidad molecular de *Blastocystis* sp. realizada en Nicaragua (ST1: 64,30%; ST2: 14,30%; ST3: 21,40%) (Muñoz-Antoli *et al.*, 2024). Llama la atención que el subtipo ST4 de *Blastocystis* sp. no fuera identificado en ninguno

de estos dos estudios, lo que corrobora que esta variante genética es rara en países latinoamericanos (Fusaro *et al.*, 2024). Curiosamente, se identificó un caso del subtipo ST7 (4,34 %, 1/23), que con mayor frecuencia se encuentra en aves, esto podría ser indicativo de un posible evento de transmisión zoonótica por aves. De hecho, en la encuesta puntual de la niña parasitada se reportaba que había tenido contacto con aves de corral y que tenían loros en casa. Esta información, junto con la evidente ausencia de otros subtipos que están presentes en animales (ST6, ST8) sugieren que la mayoría de los casos detectados en este estudio han sido de manera antroponótica.

Giardia duodenalis, una de las principales especies relacionada con casos de diarrea en seres humanos y animales (Cacciò, De Giacomo & Pozio, 2002), se detecta de forma muy común en los niños de Nicaragua, lo que supone una importante repercusión a nivel de salud pública, teniendo en cuenta que las infecciones están estrechamente relacionadas con alteraciones en el desarrollo cognitivo y retraso del crecimiento en menores (Gutiérrez & Bartelt, 2024). Pese a que actualmente no existe estudios formales que se centren en las consecuencias de dicha infección en niños de Nicaragua, existe evidencias que demuestran que *G. duodenalis* es causante de episodios de gastroenteritis aguda en los menores de edad (Gutiérrez *et al.*, 2024). Por consiguiente, los niños nicaragüenses infectados podrían presentar tallas (medidas) inferiores con respecto a los que no están parasitados (Gamboa *et al.*, 2011).

Gracias a la información molecular de esta especie, se sabe que, se trata de un complejo de especies conformada por ocho linajes o ensamblajes que van desde el A hasta el H (Ryan *et al.*, 2021), siendo los linajes A y B los mayormente reportados en seres humanos. Desde un enfoque basado en salud pública, el mayor riesgo zoonótico se presenta en el ensamblaje A ya que resulta infeccioso para los seres humanos que conviven con animales domésticos, animales silvestres y ganado doméstico (Appelbee *et al.*, 2003; Cociancic, Zonta & Navone, 2018).

A nivel mundial también se ha informado de casos en seres humanos con ensamblajes C y F que son adaptados de animales (Cai *et al.*, 2021). En este estudio, las cinco secuencias que se analizaron de las muestras positivas para *G. duodenalis* indicaron que el ensamblaje con mayor prevalencia fue el B (60,00%) seguido del A (40,00%). Este resultado coincide con estudios previos llevados a cabo en los departamentos de León (79,00% vs. 21,00%) y Masaya (100% vs. 0%) (Muñoz-Antoli *et al.*, 2024; Lebbad *et al.*, 2008). La dominancia del sub-ensamblaje BIII coincide con la reportada en muchos países latinoamericanos (Sarria-Guzman *et al.*, 2022). Al no presentarse ensamblajes

adaptados a animales, todo apunta a que los casos de infección en los menores se presentan de manera antroponótica.

A nivel mundial *Cryptosporidium* spp., es reconocido por ser uno de los mayores causantes de diarrea moderada/severa en menores de cinco años (Kotloff KL *et al.*, 2013). Las prevalencias reportadas en Nicaragua, siendo principalmente identificado mediante microscopía convencional, resultan bajas oscilando entre 0,10% a 14,90%. Pese a esto, la tasa de prevalencia alcanzada mediante técnicas moleculares (PCR) es de 35,70% como se ha comentado en la introducción (**véase Tabla 1**) (Muñoz-Antoli *et al.*, 2011). En el presente estudio se ha alcanzado una prevalencia total de solo un 2,30%, siendo una de las muestras diagnosticadas identificada como *Cryptosporidium hominis*. Por tanto, se puede asumir como mayoritaria nuevamente la transmisión de tipo antroponótico. Este resultado es novedoso puesto que, en el único estudio molecular encontrado previamente en Nicaragua, realizado en Rio San Juan con 97 muestras, la especie encontrada fue únicamente *Cryptosporidium parvum* (Muñoz-Antoli *et al.*, 2011), lo que sugiere transmisión zoonótica cuya fuente probable pudiera ser rumiantes o el ganado (Feltus *et al.*, 2006). Esta información deja en evidencia la necesidad de ampliar estudios que incluyan trabajo molecular en Nicaragua con la finalidad de esclarecer la epidemiología de *Cryptosporidium* spp.

Al realizar una revisión de estudios previos en otros países, los resultados coinciden con los de este estudio en el que se reporta prevalencias muy bajas de este coccidio. Podría considerarse que el ciclo de transmisión de esta especie está clasificado como mediado por el medio ambiente, por lo tanto, particularmente sensible a los cambios climáticos (Lal *et al.*, 2013). En Honduras pese a ser un país tropical con altas prevalencias de parásitos intestinales, según un estudio previo, informa que en el país no se tiene reportes detallados de esta especie. A pesar de ello, un estudio previo realizado en pacientes con VIH reportó una prevalencia de 3,92% identificados como *C. parvum* (Betancourth *et al.*, 2021). En Colombia, aunque se ha reportado la especie en trabajos basados únicamente en microscopía, no cuentan con muchos estudios moleculares para realizar identificación exacta. Sin embargo, uno de los pocos estudios llevado a cabo también reporta una prevalencia baja (2,40%) identificando además *C. hominis* y *C. meleagridis* (Galvan-Diaz *et al.*, 2020). En Guatemala, las prevalencias reportadas han sido de 15,40%, aunque las más recientes se asemejan mucho a las comentadas anteriormente (2,50%) (Cruz *et al.*, 1988; Roegner *et al.*, 2021).

De sobra es conocido que el complejo *Entamoeba*, está conformado por varias especies, dentro de las cuales al menos 3 son morfológicamente iguales (*E. histolytica*,

E. dispar y *E. moshkovskii*), y solamente *E. histolytica* causa patogenicidad sin que se tenga aún total claridad de la capacidad patógena de las demás especies, puesto que *E. moshkovskii* se considera una ameba de vida libre y *E. dispar* se considera un comensal intestinal de los seres humanos (Fotedar *et al.*, 2007). Al no poderse conseguir una diferenciación morfológica a nivel microscópico, se hace necesario realizar la identificación específica mediante técnicas moleculares (Korpe, 2021). Esta necesidad se refuerza a medida que la dinámica cultural cambia, ya que las continuas migraciones favorecen la importación de estas parasitosis, por lo que se recomienda que cuando se diagnostique quistes de *Entamoeba* complejo por microscopía convencional se proceda a realizar diferenciación mediante técnicas moleculares (Gutiérrez-Cisneros *et al.*, 2010).

En este trabajo, cuatro de los menores estudiados resultaron positivos para especies del complejo *Entamoeba*, identificándose mediante PCR como *Entamoeba dispar* en todos los casos. Este resultado concuerda con estudios previos realizados en Nicaragua (Leiva *et al.*, 2006) y con otros llevados a cabo en otros países en desarrollo (Kebede *et al.*, 2004). Todo apunta a que la microscopía convencional puede diagnosticar falsos negativos, o incluso, puede hacer que se sobreestimen las prevalencias reales de *E. histolytica* (Leiva *et al.*, 2006).

En la actualidad, en países latinoamericanos no se dispone de información de patógenos como *Cystoisospora belli* y los microsporidios *Enterocytozoon bieneusi* y *Encephalitozoon* spp. (Legua & Seas, 2013). Sin embargo, cabe destacar que son protozoos capaces de infectar tanto animales como seres humanos, causando entre el 30,00% y el 50,00% de los casos de diarrea crónica en pacientes con SIDA (Buckholt., Lee & Tzipori, 2002). Ningún estudio previo realizado en Nicaragua ha identificado la presencia de estos agentes en seres humanos. En este estudio, tratando de recopilar información epidemiológica en este país, se realizó una búsqueda de estas especies en los menores estudiados. Sin embargo, los resultados fueron negativos, es decir, no se logró identificar ninguna de estas especies investigadas molecularmente. Cabe comentar que este estudio se realizó con un número muy reducido de muestras.

Los resultados obtenidos en la Isla de Corinto ratifican, una vez más, que las enfermedades parasitarias en Nicaragua continúan siendo un problema de salud pública afectando principalmente a la población infantil, lo que contribuye a perpetuar el ciclo de pobreza, poniendo de manifiesto la necesidad de implementar intervenciones en salud pública que perduren a lo largo del tiempo. Además, se evidencia también la necesidad de realizar más estudios epidemiológicos de las parasitosis en Nicaragua.

4.4.- Respecto a las variables de infección

Al considerar las especies de patógenos y/o potencialmente patógenos (P/PP) más prevalentes detectadas en este trabajo, se puede determinar las asociaciones de infección más frecuentes. Los resultados obtenidos en el presente trabajo reflejan que un 87,00% de la población presenta parasitación por especies P/PP. Estos resultados son superiores a los encontrados en Colombia por Medina *et al.* (2009) donde se encontró que el 48,00% de su población estudiada presentaba parasitación por especie P/PP, encabezados por *E. histolytica/dispar*, y por Hernández *et al.* (2019), quienes reportaron un 46,60% de su población con especies P/PP liderados por *G. duodenalis*.

En este trabajo se estudiaron múltiples asociaciones de la infección, iniciando por las especies P/PP donde en general se encontraron 16 binomios posibles, siendo el más prevalente *Blastocystis* sp. + *T. trichiura* (16,38%). Esta asociación también se encontró en un estudio previo realizado en Honduras (Naceanceno *et al.*, 2020). La segunda asociación detectada como más prevalente fue de *G. duodenalis* + *Blastocystis* sp. (14,99%), seguida de *T. trichiura* + *A. lumbricoides* (12,21%) y, finalmente, *G. duodenalis* + *T. trichiura* (10,04%).

Al revisar estas asociaciones de manera detallada se observa que en 4 de las 5 islas estudiadas (Ometepe, Solentiname, Corinto y El Bluff) la asociación más prevalente siempre es de *Blastocystis* sp. con otra especie, cuyas prevalencias se encuentran entre un 11,00% y un 55,00%, mientras que, y únicamente en la Isla de Rama Cay, la asociación más prevalente es entre especies de helmintos (*T. trichiura* + *A. lumbricoides* 60,82%). Como se ha comentado anteriormente, la asociación entre geohelmintos, al tratarse de especies parásitas que comparten la ruta de infección a partir de suelos contaminados, se podría relacionar con la falta de correctas medidas que evitaran la contaminación fecal ambiental aplicadas en la Isla de Rama Cay.

Con respecto a la asociación de la infección con la consistencia del material fecal, pese a no tener información completa de todas las islas y sus respectivas comunidades, en este estudio se encontró que la consistencia blanda fue la más prevalente (66,00%) seguido de la consistencia sólida (20,00%). En lo que respecta a las heces líquidas, comentar que tan solo han aparecido en el 14,00% del material fecal analizado siendo la consistencia menos prevalente con diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,0001$). La sintomatología intestinal de índole parasitaria generalmente se relaciona con heces diarreicas (blandas y/o líquidas). Sin embargo, solo el 17,00% de las heces de consistencia blanda y el 20,00% de las heces de consistencia líquida presentaron parasitación tanto por especies P/PP como comensales (C), mientras que un 32,00%

de las heces sólidas presentaron el mismo tipo de parasitación, con diferencias estadísticamente significativas ($p=0,012$), lo que evidencia que la aparición de especies parásitas P/PP+C no se asocia con sintomatología gastrointestinal evidente.

Igualmente, los resultados de este estudio no llegan a confirmar la relación entre la consistencia de las heces líquidas y la parasitación por especies P/PP. Así, mientras que un 44,00% de las heces de consistencia líquida presentaban parasitación por especies P/PP, el porcentaje de parasitación disminuye hasta un 34,00% en heces de consistencia blanda. Aunque solo el 27,00% en heces de consistencia sólida resultaba parasitado con especies P/PP, no se llegaba a alcanzar diferencias estadísticamente significativas ($p=0,234$).

Detallando las especies P/PP posibles responsables de la sintomatología y, por tanto, de la consistencia del material fecal, comentar que únicamente *A. lumbricoides* es la especie que está presente en la totalidad de heces de consistencia líquida con diferencias estadísticamente significativas ($p=0,031$). Estos resultados son comparables con los reportados por otros autores (Samie *et al.*, 2009; 2020) quienes en estudios realizados en Sudáfrica a pacientes con *G. duodenalis* encontraron que las heces líquidas presentaban porcentajes de infección más elevados (71,40%), y, por tanto, la presencia de heces líquidas podría indicar el impacto que causa la presencia de parásitos P/PP en el intestino. Sin embargo, otros autores informan que posterior a la realización de estudios de casos y controles en zonas endémicas, principalmente población infantil, no se asoció la diarrea con la presencia de *G. duodenalis* e incluso informan de un posible efecto protector del parásito contra la diarrea (Elmahallawy *et al.*, 2024). Vale la pena destacar que, en el presente estudio, las 3 especies más prevalentes involucradas en heces de consistencia líquida fueron *A. lumbricoides* (44,00%), *T. trichiura* (41,00%) y *Blastocystis* sp. (31,00%).

Sin embargo, un estudio previo (Perrucci *et al.*, 2020), intentando buscar la relación entre infección parasitaria por *G. duodenalis* y la consistencia del material fecal realizado en perros, no demostró diferencias significativas. Estos autores consideraron que el efecto de *G. duodenalis* en la consistencia del material fecal podría estar enmascarado por el estado inmunológico del hospedador, coincidiendo con lo reportado por otros autores quienes citan la aparición de la diarrea sólo en casos de primoinfección, seguido de una falta de síntomas conseguidos por alcanzar una posible inmunidad debida a la exposición continua al patógeno (Muñoz-Antoli *et al.*, 2011).

Otro estudio, también realizado en perros (Bayou, Terefe & Kusma, 2025), considera que la diarrea ocasionada por *G. duodenalis* está asociada con una mayor carga parasitaria.

Esto sugeriría una posibilidad de que muchos de los menores de nuestro estudio que presentaban parásitos P/PP sin ninguna alteración del material fecal podrían contener una carga parasitaria baja. La ocurrencia de infección con *G. duodenalis* en pacientes asintomáticos no diarreicos es considerada normal (Brožová *et al.*, 2023). Sin embargo, cabe recordar que *G. duodenalis*, es reconocido como uno de los patógenos que mayor diarrea causa, también se asocia con otros efectos perjudiciales para el crecimiento y desarrollo infantil, como quedó reportado en un estudio previo (Bryan *et al.*, 2021).

En cuanto a la asociación de la infección con las vías de transmisión, el 94,00% de las infecciones se relacionan con la vía oral (agua/alimentos contaminados). Estos resultados concuerdan con estudios previos realizados en Nicaragua, donde el parasitismo se asocia con la vía oral de infección, ya que las deficientes condiciones de saneamiento obligan a conductas peligrosas, como beber agua contaminada del río que constituye la mayor fuente de infección principalmente para protozoos (Muñoz-Antoli *et al.*, 2014; 2018b). En otros países cercanos, también se evidencia que el parasitismo se asocia principalmente con la ingesta de alimentos contaminados/agua no tratada (vía oral), debido a factores externos como la pobreza, falta de infraestructura y saneamiento deficiente (Mejía *et al.*, 2014; Naceanceno *et al.*, 2020). Además, en Colombia, se señala que la contaminación fecal del agua, es la fuente de infección más común de parásitos de origen animal y humano (Bryan *et al.*, 2021; Osorio-Pulgarin *et al.*, 2021). Estos datos recopilados en países de Latinoamérica, no se alejan mucho de los encontrados en estudios previos realizados en África donde también se evidenció que la transmisión de parásitos por esta vía oral es común en áreas con saneamiento deficiente (Samie *et al.*, 2020).

A pesar que la transmisión por vía oral es la forma mayoritaria de infección detectada en este trabajo, también se ha detectado transmisión por contacto directo (84,00%) y por contacto con suelo contaminado (36,00%) con diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,0001$, en ambos casos). En la región del pacífico, en ninguna de las 3 Islas estudiadas, no se detecta diferencias estadísticamente significativas entre la infección por vía oral y la transmisión por contacto directo. Este resultado demuestra que condiciones de hacinamiento y deficientes medidas de higiene personal suponen también un factor favorable para la transmisión parasitaria en esta zona, junto con factores externos como la pobreza, falta de infraestructura y saneamiento deficiente (Mejía *et al.*, 2014; Naceanceno *et al.*, 2020), como se ha comentado anteriormente.

Sin embargo, en la región Caribe cabría añadir el elevado porcentaje de parasitación obtenido a partir de la contaminación fecal del suelo. Así, al tener en cuenta la asociación

de la infección con la zona geográfica, llama la atención que solo en la región Caribe, la transmisión por el suelo de geohelminthos es 15 veces mayor a la presentada en la región Pacífico (91,00% y 6,00% respectivamente). Esta elevada prevalencia de geohelminthos característica en el Caribe nicaragüense podría deberse también a un reducido desarrollo de infraestructura sanitaria y menores condiciones higiénico-sanitarias saludables. Otro aspecto a tener en cuenta es que existe una falta de descripción precisa de la distribución geográfica de la infección que permita comprender la ecología y epidemiología de los helmintos, lo cual se convierte en un obstáculo a la hora de implementar acciones para el control de las geohelminthiasis (Brooker, Clements & Bundy, 2006), y poder enfocar las campañas según las condiciones y las necesidades de cada población.



CONCLUSIONES

Conclusiones

Los hallazgos de esta Tesis Doctoral, en respuesta a los objetivos planteados que buscaban realizar un aporte al entendimiento de las infecciones parasitarias intestinales en niños de las regiones insulares de Nicaragua, han permitido extraer las siguientes conclusiones:

- Del espectro parasitario detectado cabría destacar el primer reporte de esporas de *Myxobolus* spp. y *Henneguya* spp. en población infantil de Nicaragua, ello conlleva la necesidad de investigar sobre los hábitos alimenticios y su posible repercusión en la salud de las comunidades a través del estudio de los peces que ingieren, así como del impacto para la economía y el propio medio ambiente en el marco de estrategias One Health;
- Las infecciones intestinales parasitarias, en las islas nicaragüenses, están causadas principalmente por especies de protozoos (65,14%) frente a los helmintos (21,78%); demostrando la utilidad antihelmíntica de las campañas de desparasitación masivas aplicadas. Sorprende las precarias condiciones en las que vive la población insular y su convivencia con animales, no detectándose ningún caso de trematodos ni de cestodos, con prevalencias escasa en los casos de los coccidios;
- El multiparasitismo es un hecho a destacar en la población infantil insular, llegando a detectar hasta 8 especies parásitas intestinales en un mismo individuo, muy ligado, seguramente, a reinfecciones y coinfecciones;
- La disparidad en las prevalencias de infección por Regiones (Pacífico 62,46% vs Caribe 88,15%) evidencia la variabilidad de factores externos no modificables (condiciones climáticas) y modificables (infraestructuras, campañas de desparasitación masiva, jornadas educativas de promoción de la salud) determinantes del contagio y propagación de las parasitosis intestinales;
- La dominancia de los geohelmintos puede ser variable incluso dentro de la misma región geográfica, tal y como ocurre con *A. lumbricoides* en la Isla de Rama Cay y en el Bluff, ambas ubicadas en la Región Caribe, por lo que las campañas de desparasitación deben ser enfocadas según la necesidad de cada comunidad;

- La técnica de Mini-FLOTAC, con la que se obtuvieron resultados parejos a la técnica de Kato-Katz, puede considerarse como una alternativa válida para el recuento de hgh y así determinar la intensidad de parasitación por geohelminthos, sobre todo cuando la complejidad de la zona para realizar el trabajo de campo requiera de una fijación obligatoria de las muestras fecales;
- La dominancia de *Blastocystis* sp. como la especie más prevalente (entre 26,65% y 70,45%), y su asociación con síntomas gastrointestinales (31,00% heces diarreicas), refuerza su importancia emergente y el creciente interés en epidemiología por su relevancia clínica;
- La identificación del subtipo ST7 de *Blastocystis* sp. y los ensamblajes A y B de *G. duodenalis*, con componente de tipo zoonótico, así como el diagnóstico de coccidios, crean la necesidad de implementar estudios moleculares en Nicaragua;
- Finalmente, esta Tesis Doctoral demuestra, una vez más, la falta de infraestructura sanitaria, de agua potable y de programas de educación en salud, que en definitiva repercuten en el impacto de la infección y propagación de las enfermedades parasitarias intestinales, y que van destinadas a las autoridades sanitarias de Nicaragua con la finalidad de actuar en las comunidades insulares, principalmente las más rurales de la Región Caribe.



BIBLIOGRAFÍA

Bibliografía

A

Agudelo-Lopez, S., Gómez-Rodríguez, L., Coronado, X., Orozco, A., Valencia-Gutiérrez, C. A., Restrepo-Betancur, L. F., Galvis-Gómez, L. A., & Botero-Palacio, L. E. (2008). Prevalencia de parasitosis intestinales y factores asociados en un corregimiento de la Costa Atlántica Colombiana. *Revista de Salud Pública*, 10(4). <https://doi.org/10.1590/S0124-00642008000400013>.

Akdur Öztürk, E., Guadano-Procesi, I., Figueiredo, A. M., Godfrey, A., Gentekaki, E., Tsaousis, A. D., Carmena, D., & Dogruman-AI, F. (2025). A protocol for mapping *Blastocystis* epidemiology and diagnostics from One Health perspective. *Open Research Europe*, 5, 133. <https://doi.org/10.12688/openreseurope.20151.1>.

Appelbee, A. J., Frederick, L. M., Heitman, T. L., & Olson, M. E. (2003). Prevalence and genotyping of *Giardia duodenalis* from beef calves in Alberta, Canada. *Veterinary Parasitology*, 112(4), 289–294. [https://doi.org/10.1016/S0304-4017\(02\)00422-3](https://doi.org/10.1016/S0304-4017(02)00422-3).

Ávalos, G., Caballero-Gómez, J., Matas-Méndez, P., Castro-Scholten, S., Jiménez-Martín, D., Köster, P. C., Santín, M., Bailo, B., Cano-Terriza, D., González-Barrio, D., Mateo, M., García-Bocanegra, I., Dashti, A., Nájera, F., & Carmena, D. (2024). Detection and genotyping of zoonotic microsporidia in the endangered Iberian lynx (*Lynx pardinus*). *Medical Mycology*, 62(4). <https://doi.org/10.1093/mmy/myae027>.

B

Barda, B., Cajal, P., Villagran, E., Cimino, R., Juarez, M., Krolewiecki, A., Rinaldi, L., Cringoli, G., Burioni, R., & Albonico, M. (2014). Mini-FLOTAC, Kato-Katz and McMaster: three methods, one goal; highlights from north Argentina. *Parasites & Vectors*, 7(1), 271. <https://doi.org/10.1186/1756-3305-7-271>.

Barda, B. D., Rinaldi, L., Ianniello, D., Zepherine, H., Salvo, F., Sadutshang, T., Cringoli, G., Clementi, M., & Albonico, M. (2013). Mini-FLOTAC, an innovative direct diagnostic technique for intestinal parasitic infections: Experience from the field. *PLoS Neglected Tropical Diseases*, 7(8), e2344. <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0002344>.

Basualdo, J. A., Córdoba, M. A., Luca, M. M. de, Ciarmela, M. L., Pezzani, B. C., Grenovero, M. S., & Minvielle, M. C. (2007). Intestinal parasitoses and environmental factors in a rural population of Argentina, 2002-2003. *Revista Do Instituto de Medicina Tropical de São Paulo*, 49(4), 251–255. <https://doi.org/10.1590/S0036-46652007000400011>.

Bayou, K., Terefe, G., & Kumsa, B. (2025). Epidemiology of gastrointestinal parasites of dogs in four districts of central Ethiopia: Prevalence and risk factors. *PLoS ONE*, 20(1), e0316539. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0316539>.

Becker, S. L., Lohourignon, L. K., Speich, B., Rinaldi, L., Knopp, S., N’Goran, E. K., Cringoli, G., & Utzinger, J. (2011). Comparison of the Flotac-400 Dual Technique and the Formalin-Ether Concentration Technique for Diagnosis of Human Intestinal Protozoon Infection. *Journal of Clinical Microbiology*, 49(6), 2183–2190. <https://doi.org/10.1128/JCM.01035-10>.

Becker-Dreps, S., Allali, I., Monteagudo, A., Vilchez, S., Hudgens, M. G., Rogawski, E. T., Carroll, I. M., Zambrana, L. E., Espinoza, F., & Azcarate-Peril, M. A. (2015). Gut microbiome composition in young nicaraguan children during diarrhea episodes and recovery. *The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, 93(6), 1187–1193. <https://doi.org/10.4269/ajtmh.15-0322>.

Berkman, D. S., Lescano, A. G., Gilman, R. H., Lopez, S. L., & Black, M. M. (2002). Effects of stunting, diarrhoeal disease, and parasitic infection during infancy on cognition in late childhood: A follow-up study. *The Lancet*, 359(9306), 564–571. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(02\)07744-9](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(02)07744-9).

Betancourth, S., Archaga, O., Moncada, W., Rodríguez, V., & Fontecha, G. (2021). First molecular characterization of *Cryptosporidium* spp. in patients living with HIV in honduras. *Pathogens*, 10(3). <https://doi.org/10.3390/pathogens10030336>.

Bethony, J., Brooker, S., Albonico, M., Geiger, S. M., Loukas, A., Diemert, D., & Hotez, P. J. (2006). Soil-transmitted helminth infections: Ascariasis, trichuriasis, and hookworm. *The Lancet*, 367(9521), 1521–1532. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(06\)68653-4](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(06)68653-4).

Boreham, R. E., Hendrick, S., O’donoghue, P. J., & Stenzel, D. J. (1998). Incidental finding of *Myxobolus* Spores (Protozoa: Myxozoa) in stool samples from patients with gastrointestinal symptoms. In *Journal Of Clinical Microbiology* (Vol. 36, Issue 12).

Bradbury, R. S., Barbe, B., Jacobs, J., Jallow, A. T., Camara, K. C., Colley, M., Wegmüller, R., Jassey, B., Cham, Y., Baldeh, I., & Prenticea, A. (2015). Enteric pathogens of food sellers in rural Gambia with incidental finding of *Myxobolus* species (Protozoa: Myxozoa). *Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene*, 109(5), 334–339. <https://doi.org/10.1093/trstmh/trv020>.

Brooker, S., Clements, A. C. A., & Bundy, D. A. P. (2006). Global Epidemiology, ecology and control of soil-transmitted helminth Infections. *Advances in Parasitology*, 62, 221–261. [https://doi.org/10.1016/S0065-308X\(05\)62007-6](https://doi.org/10.1016/S0065-308X(05)62007-6).

Brožová, K., Jirků, M., Lhotská, Z., Květoňová, D., Kadlecová, O., Stensvold, C. R., Samaš, P., Petrželková, K. J., & Jirků, K. (2023). The opportunistic protist, *Giardia intestinalis*, occurs in gut-healthy humans in a high-income country. *Emerging Microbes & Infections*, 12(2), 2270077. <https://doi.org/10.1080/22221751.2023.2270077>.

Bryan, P. E., Romero, M., Sánchez, M., Torres, G., Gómez, W., Restrepo, M., Restrepo, A., & Mejia, R. (2021). Urban versus Rural prevalence of intestinal parasites using Multi-Parallel qPCR in Colombia. *American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, 104(3), 907–909. <https://doi.org/10.4269/ajtmh.20-1202>.

Buckholt, M. A., Lee, J. H., & Tzipori, S. (2002). Prevalence of *Enterocytozoon bieneusi* in swine: An 18-month survey at a slaughterhouse in Massachusetts. *Applied and Environmental Microbiology*, 68(5), 2595–2599. <https://doi.org/10.1128/AEM.68.5.2595-2599.2002>.

C

Cacciò, S. M., de Giacomo, M., & Pozio, E. (2002). Sequence analysis of the β -giardin gene and development of a polymerase chain reaction–restriction fragment length polymorphism assay to genotype *Giardiaduodenalis* cysts from human faecal samples. *International Journal for Parasitology*, 32(8), 1023–1030. [https://doi.org/10.1016/S0020-7519\(02\)00068-1](https://doi.org/10.1016/S0020-7519(02)00068-1).

Cai, W., Ryan, U., Xiao, L., & Feng, Y. (2021). Zoonotic giardiasis: An update. In *Parasitology Research*, 120 (12), 4199–4218). <https://doi.org/10.1007/s00436-021-07325-2>.

Cañete, R., Díaz, M. M., Avalos García, R., Laúd Martínez, P. M., & Manuel Ponce, F. (2012). Intestinal parasites in children from a Day Care Centre in Matanzas City, Cuba. *PLoS ONE*, 7(12), e51394. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0051394>.

Cavuoti, D., & Lancaster, K. R. (1992). Intestinal parasitism of children on Corn Island, Nicaragua. *The Pediatric Infectious Disease Journal*, 11(9), 775–776.

Chammartin, F., Scholte, R. G., Guimarães, L. H., Tanner, M., Utzinger, J., & Vounatsou, P. (2013). Soil-transmitted helminth infection in South America: A

systematic review and geostatistical meta-analysis. *The Lancet Infectious Diseases*, 13(6), 507–518. [https://doi.org/10.1016/S1473-3099\(13\)70071-9](https://doi.org/10.1016/S1473-3099(13)70071-9).

Chege, N. M., Ondigo, B. N., Onyambu, F. G., Kattam, A. M., Lagat, N., Irungu, T., & Matey, E. J. (2020). The prevalence of intestinal parasites and associated risk factors in school-going children from informal settlements in Nakuru town, Kenya. *Malawi Medical Journal: The Journal of Medical Association of Malawi*, 32(2), 80–86. <https://doi.org/10.4314/mmj.v32i2.5>.

Clark, C. G., van der Giezen, M., Alfellani, M. A., & Stensvold, C. R. (2013). Recent developments in *Blastocystis* research. *Advances in Parasitology*, 82, 1–32. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-407706-5.00001-0>.

Cociancic, P., Zonta, M. L., & Navone, G. T. (2018). A cross-sectional study of intestinal parasitoses in dogs and children of the periurban area of La Plata (Buenos Aires, Argentina): Zoonotic importance and implications in public health. *Zoonoses and Public Health*, 65(1). <https://doi.org/10.1111/zph.12408>.

Cringoli, G., Rinaldi, L., Maurelli, M. P., & Utzinger, J. (2010). FLOTAC: New multivalent techniques for qualitative and quantitative copromicroscopic diagnosis of parasites in animals and humans. *Nature Protocols*, 5(3), 503–515. <https://doi.org/10.1038/nprot.2009.235>.

Cruz, J. R., Cano, F., Càceres, P., Chew, F., & Pareja, G. (1988). Infection and diarrhea caused by *Cryptosporidium* sp. among Guatemalan Infants. In *Journal of Clinical Microbiology* 26(1), 88-91. <https://journals.asm.org/journal/jcm.26.1.88-91.1988>.

D

de Lucio, A., Merino, F. J., Martínez-Ruiz, R., Bailo, B., Aguilera, M., Fuentes, I., & Carmena, D. (2016). Molecular genotyping and sub-genotyping of *Cryptosporidium* spp. isolates from symptomatic individuals attending two major public hospitals in Madrid, Spain. *Infection, Genetics and Evolution*, 37, 49–56. <https://doi.org/10.1016/j.meegid.2015.10.026>.

Devera, R., Blanco, Y., Amaya, I., Nastasi Miranda, J., Rojas, G., & Vargas, B. (2014). Parásitos intestinales en habitantes de la comunidad rural La Canoa, estado Anzoátegui, Venezuela. *Revista Venezolana de Salud Pública*, 2, 15–21.

Diaz Michael R., Irish Jasmine, Belay Zena, Davlin Stacy, Jones Alexander, & Intiaz Rubina. (2021). Qualitative systematic literature review of global soil-transmitted helminthiasis prevalence and intensity studies. *Children Without Worms*.

Dib, J., Oquilla, J., Lazarte, S. G., & Gonzalez, S. N. (2012). Parasitic prevalence in a suburban school of Famaillá, Tucumán, Argentina. *ISRN Microbiology*, 2012, 1–4. <https://doi.org/10.5402/2012/560376>.

Dos Reis, L. L., de Jesus, L. C., Fernandes, O. C. C., & Barroso, D. E. (2019). First report of *Myxobolus* (Cnidaria: Myxozoa) spores in human feces in Brazil. *Acta Amazonica*, 49(2), 162–165. <https://doi.org/10.1590/1809-4392201802671>.

E

Elmahallawy, E. K., Gareh, A., Ghallab, M. M. I., Köster, P. C., Dashti, A., Aboelsoued, D., Toaleb, N. I., Alzaylaee, H., González, M., Saleh, A. A., Alhegaili, A. S., Eldehn, A. F., Hernández-Castro, C., Bailo, B., González-Barrio, D., & Carmena, D. (2024). Microscopy detection and molecular characterisation of *Giardia duodenalis* infection in outpatients seeking medical care in Egypt. *Frontiers in Public Health*, 12. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2024.1377123>.

Espinosa Morales, M., Javiqué, M., & Socarrás, A. (2011). Parasitosis intestinal, su relación con factores ambientales en niños del sector “Altos de Milagro”, Maracaibo. *Revista Cubana de Medicina General Integral*, 27, 396–405.

F

Feltus, D. C., Giddings, C. W., Schneck, B. L., Monson, T., Warshauer, D., & McEvoy, J. M. (2006). Evidence supporting zoonotic transmission of *Cryptosporidium* spp. in Wisconsin. *Journal of Clinical Microbiology*, 44(12), 4303–4308. <https://doi.org/10.1128/JCM.01067-06>.

Fernández-Niño, J. A., Astudillo-García, C. I., Segura, L. M., Gómez, N., Salazar, A. S., Tabares, J. H., Restrepo, C. A., Ruiz, M. A., López, M. C., & Reyes, P. (2017). Profiles of intestinal polyparasitism in a community of the Colombian Amazon region. *Biomédica*, 37(3), 368. <https://doi.org/10.7705/biomedica.v37i3.3395>.

Fernández-Palacios J. M. & Morici C. (2004). Introducción a las islas. In Asociación Española de Ecología Terrestre (AEET)-Cabildo Insular de La Palma (Ed.), *Ecología insular* (pp. 21–55).

Figueiredo, A. M., Shaw, D., Tunali, V., Gentekaki, E., Tsaousis, A. D., & Carmena, D. (2025). Update on *Blastocystis*: highlights from the Fourth International *Blastocystis* Conference. *Open Research Europe*, 5, 11. <https://doi.org/10.12688/openreseurope.19168.1>.

Fotedar, R., Stark, D., Beebe, N., Marriott, D., Ellis, J., & Harkness, J. (2007). PCR detection of *Entamoeba histolytica*, *Entamoeba dispar*, and *Entamoeba moshkovskii* in stool samples from Sydney, Australia. *Journal of Clinical Microbiology*, 45(3), 1035–1037. <https://doi.org/10.1128/JCM.02144-06>.

Freeman, M. C., Ogden, S., Jacobson, J., Abbott, D., Addiss, D. G., Amnie, A. G., Beckwith, C., Cairncross, S., Callejas, R., Colford, J. M., Emerson, P. M., Fenwick, A., Fishman, R., Gallo, K., Grimes, J., Karapetyan, G., Keene, B., Lammie, P. J., MacArthur, C., ... Utzinger, J. (2013). Integration of Water, Sanitation, and Hygiene for the prevention and control of Neglected Tropical Diseases: A rationale for inter-sectoral collaboration. *PLoS Neglected Tropical Diseases*, 7(9), e2439. <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0002439>.

Fusaro, C., Bernal, J. E., Baldiris-Ávila, R., González-Cuello, R., Cisneros-Lorduy, J., Reales-Ruiz, A., Castro-Orozco, R., & Sarria-Guzmán, Y. (2024). Molecular prevalence and subtypes distribution of *Blastocystis* spp. in humans of Latin America: A systematic review. *Tropical Medicine and Infectious Disease* 9(2), 38. <https://doi.org/10.3390/tropicalmed9020038>.

G

Gabrie, J. A., Rueda, M. M., Rodríguez, C. A., Canales, M., & Sanchez, A. L. (2016). Immune Profile of Honduran Schoolchildren with Intestinal Parasites: The Skewed Response against Geohelminths. *Journal of Parasitology Research*, 2016, 1769585. <https://doi.org/10.1155/2016/1769585>.

Galvan-Diaz, A. L., Bedoya-Urrego, K., Medina-Lozano, A., Uran-Velasquez, J., Alzate, J. F., & Garcia-Montoya, G. (2020). Common occurrence of *Cryptosporidium hominis* in children attending day-care centers in Medellín, Colombia. *Parasitology Research*, 119(9):2935-2942. <https://doi.org/10.1007/s00436-020-06782-5>.

Gamboa, M. I., Kozubsky, L. E., Costas, M. E., Garraza, M., Cardozo, M. I., Susevich, M. L., Magistrello, P. N., & Navone, G. T. (2009). Asociación entre geohelminthos y condiciones socioambientales en diferentes poblaciones humanas de Argentina. *Revista Panamericana de Salud Pública*, 26(1). <https://doi.org/10.1590/S1020-49892009000700001>.

Gamboa, M. I., Navone, G. T., Orden, A. B., Torres, M. F., Castro, L. E., & Oyhenart, E. E. (2011). Socio-environmental conditions, intestinal parasitic infections and nutritional status in children from a suburban neighborhood of La Plata, Argentina. *Acta Tropica*, 118(3), 184–189. <https://doi.org/10.1016/j.actatropica.2009.06.015>.

Garbossa, G., Pía Buyayisqui, M., Geffner, L., López Arias, L., de la Fournière, S., Haedo, A. S., Marconi, A. E., Frid, J. C., Nesse, A. B., & Bordoni, N. (2013). Social and environmental health determinants and their relationship with parasitic diseases in asymptomatic children from a shantytown in Buenos Aires, Argentina. *Pathogens and Global Health*, 107(3), 141–152. <https://doi.org/10.1179/2047773213Y.0000000087>.

Gozalbo, M. M., Pavón A, Toledo R, Muñoz-Antolí C, & Esteban J.G. (2021). Epidemiological study of Intestinal parasitism in the child population of department of Managua (Nicaragua). *International Journal of Clinical Studies and Medical Case Reports*, 14(5). <https://doi.org/10.46998/IJCMCR.2021.14.000346>.

Gutiérrez, L., & Bartelt, L. (2024). Current understanding of *Giardia lamblia* and pathogenesis of stunting and cognitive deficits in children from low- and middle-income countries. In *Current Tropical Medicine Reports*, 11, (1), 28–39. <https://doi.org/10.1007/s40475-024-00314-2>.

Gutiérrez, L., Vielot, N. A., Herrera, R., Reyes, Y., Toval-Ruiz, C., Blandón, P., Rubinstein, R. J., Mora, J., Bartelt, L. A., Bucardo, F., Becker-Dreps, S., & Vilchez, S. (2024). *Giardia lamblia* risk factors and burden in children with acute gastroenteritis in a Nicaraguan birth cohort. *PLoS Neglected Tropical Diseases*, 18(11), e0012230. <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0012230>.

Gutiérrez-Cisneros, M. J., Cogollos, R., López-Vélez, R., Martín-Rabadá, P., Martínez-Ruiz, R., Subirats, M., Merino, F. J., & Fuentes, I. (2010). Application of real-time PCR for the differentiation of *Entamoeba histolytica* and *E. dispar* in cyst-positive faecal samples from 130 immigrants living in Spain. *Annals of Tropical Medicine and Parasitology*, 104(2), 145–149. <https://doi.org/10.1179/136485910X12607012373759>.

H

Hernández, P. C., Morales, L., Chaparro-Olaya, J., Sarmiento, D., Jaramillo, J. F., Ordoñez, G. A., Cortés, F., & Sánchez, L. K. (2019). Intestinal parasitic infections and associated factors in children of three rural schools in Colombia. A cross-sectional study. *PLoS ONE*, 14(7). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0218681>.

Hernández-Castro, C., Dashti, A., Vusirikala, A., Balasegaram, S., Köster, P. C., Bailo, B., Imaña, E., López, A., Llorente, M. T., González-Barrio, D., Sánchez, S., & Carmena, D. (2023). Prevalence and temporal dynamics of *Cryptosporidium* spp., *Giardia duodenalis*, and *Blastocystis* sp. among toddlers attending day-care centres in Spain. A prospective molecular-based longitudinal study. *European Journal of Pediatrics*, 182(1), 213–223. <https://doi.org/10.1007/s00431-022-04662-x>.

Hernández-Castro, C., Maloney, J. G., Agudelo-López, S. P., Toro-Londoño, M. A., Botero-Garcés, J. H., Orozco, M. C., Quintero-Quinchia, Y. C., Correa-Cote, J. C., Múnera-Duque, A., Ricaurte-Ciro, J. C., Londoño-Álvarez, L. I., Escobar, R. M., Köster, P. C., Sánchez, S., Carmena, D., & Santín, M. (2023). Identification and validation of novel *Blastocystis* subtype ST41 in a Colombian patient undergoing colorectal cancer screening. *The Journal of Eukaryotic Microbiology*, 70(5), e12978. <https://doi.org/10.1111/jeu.12978>.

Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2007). Fundamentos de la metodología de la investigación. Madrid: Mcgraw-hill Interamericana de España.

Hotez, P. J., Woc-Colburn, L., & Bottazzi, M. E. (2014). Neglected tropical diseases in Central America and Panama: Review of their prevalence, populations at risk and impact on regional development. *International Journal for Parasitology*, 44(9), 597–603. <https://doi.org/10.1016/J.IJPARA.2014.04.001>.

Hublin, J. S. Y., Maloney, J. G., & Santin, M. (2021). *Blastocystis* in domesticated and wild mammals and birds. In *Research in Veterinary Science*, 135, 260–282. <https://doi.org/10.1016/j.rvsc.2020.09.031>.

I

Ihnacik, L., Šmigová, J., Šoltys, J., Bobíková, D., Kuzevičová, Ž., Kuzevič, Š., Schusterová, I., & Papajová, I. (2022). The survey of soil-transmitted helminth species abundance in Slovakia with an emphasis on parameters important for their distribution. *Frontiers in Medicine*, 9, 1043313. <https://doi.org/10.3389/fmed.2022.1043313>.

Jiménez, P. A., Jaimes, J. E., & Ramírez, J. D. (2019). A summary of *Blastocystis* subtypes in North and South America. In *Parasites and Vectors*, 12, (1),376. <https://doi.org/10.1186/s13071-019-3641-2>.

J

Jinatham, V., Maxamhud, S., Popluechai, S., Tsaousis, A. D., & Gentekaki, E. (2021). *Blastocystis* One Health Approach in a rural community of Northern Thailand: prevalence, subtypes and novel transmission routes. *Frontiers in Microbiology*, 12, 746340. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2021.746340>.

K

Kebede, A., Verweij, J. J., Endeshaw, T., Messele, T., Tasew, G., Petros, B., & Polderman, A. M. (2004). The use of real-time PCR to identify *Entamoeba histolytica* and *E. dispar* infections in prisoners and primary-school children in Ethiopia. *Annals of Tropical Medicine and Parasitology*, 98(1), 43–48. <https://doi.org/10.1179/000349804225003082>.

Koehler, A. v., Herath, H. M. P. D., Hall, R. S., Wilcox, S., & Gasser, R. B. (2024). Marked genetic diversity within *Blastocystis* in Australian wildlife revealed using a next generation sequencing–phylogenetic approach. *International Journal for Parasitology: Parasites and Wildlife*, 23. <https://doi.org/10.1016/j.ijppaw.2023.100902>.

Korpe, P. S. (2021). The Silent Reservoir of Cryptosporidiosis. In *Clinical Infectious Diseases*, 72(8), 1367–1368) <https://doi.org/10.1093/cid/ciaa228>.

Kotloff, K. L., Nataro, J. P., Blackwelder, W. C., Nasrin, D., Farag, T. H., Panchalingam, S., Wu, Y., Sow, S. O., Sur, D., Breiman, R. F., Faruque, A. S. G., Zaidi, A. K. M., Saha, D., Alonso, P. L., Tamboura, B., Sanogo, D., Onwuchekwa, U., Manna, B., Ramamurthy, T., Levine, M. M. (2013). Burden and aetiology of diarrhoeal disease in infants and young children in developing countries (the Global Enteric Multicenter Study, GEMS): A prospective, case-control study. *The Lancet*, 382(9888), 209–222. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(13\)60844-2](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(13)60844-2).

Kumar, S., Stecher, G., Li, M., Knyaz, C., & Tamura, K. (2018). MEGA X: Molecular evolutionary genetics analysis across computing platforms. *Molecular Biology and Evolution*, 35(6), 1547–1549. <https://doi.org/10.1093/molbev/msy096>.

L

Lacoste Laugart, E., Rosado García, F. M., Ángel Núñez, F., Rodríguez Peña, M. S., Medina Fundora, I. C., & Suárez Medina, R. (2012). Aspectos epidemiológicos de las parasitosis intestinales en niños de Vegón de Nutrias, Venezuela. *Revista Cubana de Higiene y Epidemiología*, 50(3), 330–339.

Lal, A., Baker, M. G., Hales, S., & French, N. P. (2013). Potential effects of global environmental changes on cryptosporidiosis and giardiasis transmission. *Trends in Parasitology*, 29(2), 83–90. <https://doi.org/10.1016/j.pt.2012.10.005>.

Lalle, M., Pozio, E., Capelli, G., Bruschi, F., Crotti, D., & Cacciò, S. M. (2005). Genetic heterogeneity at the β -giardin locus among human and animal isolates of *Giardia*

duodenalis and identification of potentially zoonotic subgenotypes. International Journal for Parasitology, 35(2), 207–213. <https://doi.org/10.1016/J.IJPARA.2004.10.022>.

Lebbad, M., Ankarklev, J., Tellez, A., Leiva, B., Andersson, J. O., & Svärd, S. (2008). Dominance of *Giardia* assemblage B in León, Nicaragua. Acta Tropica, 106(1), 44–53. <https://doi.org/10.1016/J.ACTATROPICA.2008.01.004>.

Legua, P., & Seas, C. (2013). *Cystoisospora* and *Cyclospora*. In Current Opinion in Infectious Diseases, 26(5), 479-483. <https://doi.org/10.1097/01.qco.0000433320.90241.60>.

Leiva, B., Lebbad, M., Winiecka-Krusnell, J., Altamirano, I., Tellez, A., & Linder, E. (2006). Overdiagnosis of *Entamoeba histolytica* and *Entamoeba dispar* in Nicaragua: A microscopic, triage parasite panel and PCR Study. Archives of Medical Research, 37(4), 529–534. <https://doi.org/10.1016/J.ARCMED.2005.10.009>.

Lustigman, S., Prichard, R. K., Gazzinelli, A., Grant, W. N., Boatin, B. A., McCarthy, J. S., & Basáñez, M.-G. (2012). A Research Agenda for helminth diseases of humans: The problem of helminthiasis. PLoS Neglected Tropical Diseases, 6(4), e1582. <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0001582>.

M

Macchioni, F., Segundo, H., Gabrielli, S., Totino, V., Gonzales, P. R., Salazar, E., Bozo, R., Bartoloni, A., & Cancrini, G. (2015). Dramatic decrease in prevalence of soil-transmitted helminths and new insights into intestinal protozoa in children living in the Chaco Region, Bolivia. The American Society of Tropical Medicine and Hygiene, 92(4), 794-796. <https://doi.org/10.4269/ajtmh.14-0039>.

Magalhães, A. R., Codeço, C. T., Svenning, J. C., Escobar, L. E., van de Vuurst, P., & Gonçalves-Souza, T. (2023). Neglected tropical diseases risk correlates with poverty and early ecosystem destruction. Infectious Diseases of Poverty, 12(1). <https://doi.org/10.1186/s40249-023-01084-1>.

Manterola, C., Rivadeneira, J., Leal, P., Rojas-Pincheira, C., & Altamirano, A. (2024). One Health. A multisectoral and transdisciplinary health approach. International Journal of Morphology 42(3):779-786. <https://doi.org/10.4067/s0717-95022024000300779>.

Martinez Vaca W.L. (2003). Estadística Descriptiva con énfasis en Salud Pública. Editoria Hoguera, España.

- Matovelle, C., Tejedor, M. T., Monteagudo, L. V., Beltrán, A., & Quílez, J. (2022).** Prevalence and associated factors of *Blastocystis* sp. infection in patients with gastrointestinal symptoms in Spain: A case-control study. *Tropical Medicine and Infectious Disease*, 7(9). <https://doi.org/10.3390/tropicalmed7090226>.
- Mcclelland, R. S., Murphy, D. M., & Cone, D. K. (1997).** Report of spores of *Henneguya salminicola* (Myxozoa) in human stool specimens: Possible source of confusion with human spermatozoa. In *Journal Of Clinical*. 35(11):2815-2818. <https://doi.org/10.1128/jcm.35.11.2815-2818.1997>.
- Medina Lozano, A., García Montoya, G., Galván Díaz, A. L., & Botero Garcés, J. (2009).** Prevalencia de parásitos intestinales en niños que asisten al Templo Comedor Sagrado Corazón Teresa Benedicta de la Cruz, del barrio Vallejuelos, Medellín, 2007. *Iatreia*, 22(3), 227-234.
- Mejia Torres, R. E., Franco Garcia, D. N., Adolfo, G., Sandoval, F., Santana, A. H., Singh, P., Tamara, S., Bucheli, M., Saboya, M., & Paz, M. Y. (2014).** Prevalence and intensity of soil-transmitted helminthiasis, prevalence of malaria and nutritional status of school going children in Honduras. *PLoS Neglected Tropical Diseases*, 10, e3248. <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0003248>.
- Moncada, L. I., López, M. C., Murcia, M. I., Nicholls, S., León, F., Lucía Guío, O., & Corredor, A. (2001).** *Myxobolus* sp., Another opportunistic parasite in immunosuppressed patients? *Journal of Clinical Microbiology*, 39(5), 1938–1940. <https://doi.org/10.1128/JCM.39.5.1938-1940.2001>.
- Montresor, A., Crompton, D. W. T., Bundy, D. A. P., Hall, A., & Savioli, L. (1998).** Guidelines for the evaluation of soil-transmitted helminthiasis and schistosomiasis at community level: A guide for managers of control programmes. *Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene*, 92(4), 470–471. [https://doi.org/10.1016/S0035-9203\(98\)91101-4](https://doi.org/10.1016/S0035-9203(98)91101-4).
- Muñoz-Antoli, C., Gozalbo, M., Pavón, A., Pérez, P., Toledo, R., & Esteban, J. G. (2018a).** Enteroparasites in preschool children on the pacific region of Nicaragua. *American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, 98(2), 570–575. <https://doi.org/10.4269/ajtmh.17-0551>.
- Muñoz-Antoli, C., Pavón, A., Comas, J., Toledo, R., & Esteban, J. G. (2024).** Presence of intestinal parasites in patients with chronic non-communicable diseases in Masaya (Nicaragua). *Tropical Medicine and Infectious Disease*, 9(8). <https://doi.org/10.3390/tropicalmed9080171>.

Muñoz-Antoli, 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(1), 40–47.

Muñoz-Antoli, 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(12), 774–782. <https://doi.org/10.1093/trstmh/tru160>.

Muñoz-Antoli, 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(2), 124–134. <https://doi.org/10.1093/tropej/fmw061>.

Muñoz-Antoli, C., Pérez, P., Pavón, A., Toledo, R., & Esteban, J. G. (2018b). Soil-transmitted helminth infections and anemia in schoolchildren from Corn Island archipelago (RAAS, Nicaragua). *American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, 99(6), 1591–1597. <https://doi.org/10.4269/ajtmh.18-0195>.

Muñoz-Antoli, C., Pérez, P., Pavón, A., Toledo, R., & Esteban, J. G. (2022). High intestinal parasite infection detected in children from Región Autónoma Atlántico Norte (R.A.A.N.) of Nicaragua. *Scientific Reports*, 12(1), 5872. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-09756-y>.

N

Naceanceno, K. S., Matamoros, G., Gabrie, J. A., Gabrie, J. A., Bottazzi, M. E., Sanchez, A., Sanchez, A., Mejia, R., & Mejia, R. (2020). Use of multi-parallel real-time quantitative PCR to determine *Blastocystis* prevalence and association with other gastrointestinal parasite infection in a rural honduran location. *American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, 102(6), 1373–1375. <https://doi.org/10.4269/ajtmh.19-0876>.

O

Oberhelman, R. A., Guerrero, E. S., Fernandez, M. L., Silio, M., Mercado, D., Comiskey, N., Ihenacho, G., & Mera, R. (1998). Correlations between intestinal parasitosis, physical growth, and psychomotor development among infants and children from rural Nicaragua. *The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, 58(4), 470–475. <https://doi.org/10.4269/ajtmh.1998.58.470>.

Ojha, S. C., Jaide, C., Jinawath, N., Rotjanapan, P., & Baral, P. (2014). Geohelminths: Public health significance. *Journal of Infection in Developing Countries*, 8(1), 5–16. <https://doi.org/10.3855/jidc.3183>.

Organización Mundial de la Salud (OMS). (2011). Helminth control in school-age children: A guide for managers of control programmes. Segunda Edición. Geneva: World Health Organization.

Organización Mundial de la Salud (OMS) Expert Committee on the Control of Schistosomiasis (2002). Prevention and control of schistosomiasis and soil-transmitted helminthiasis: report of a WHO expert committee (No. 912). Geneva: World Health Organization.

Organización Mundial de la Salud (OMS) (2017). Guideline: Preventive chemotherapy to control soil-transmitted helminth infections in at-risk population groups. Geneva: World Health Organization.

Organización Mundial de la Salud (OMS) (2019). Bench aids for the diagnosis of intestinal parasites. Geneva: World Health Organization.

Organización Mundial de la Salud (OMS), & Control of Neglected Tropical Diseases (NTD) (2020). 2030 targets for soil-transmitted helminthiasis control programmes (Antonio Montresor, Ed.). Geneva: World Health Organization.

Organización Mundial de la Salud (OMS) (2022). Geohelminthiasis. Disponible en: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/soil-transmitted-helminth-infections>.

Organización Mundial de la Salud (OMS) (2023). Una sola salud. Disponible en: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/one-health>.

Organización de Naciones Unidas (ONU) (2015). Objetivos de desarrollo sostenible. Disponible en: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/>.

Osorio-Pulgarin, M. I., Higuera, A., Beltran-álzate, J. C., Sánchez-Jiménez, M., & Ramírez, J. D. (2021). Epidemiological and molecular characterization of *Blastocystis* infection in children attending daycare centers in Medellín, Colombia. *Biology*, 10(7). <https://doi.org/10.3390/biology10070669>.

P

Perrucci, S., Berrilli, F., Procopio, C., di Filippo, M. M., Pierini, A., & Marchetti, V. (2020). *Giardia duodenalis* infection in dogs affected by primary chronic enteropathy. *Open Veterinary Journal*, 10(1), 74–79. <https://doi.org/10.4314/ovj.v10i1.12>.

Prieto-Pérez, L., Pérez-Tanoira, R., Cabello-Úbeda, A., Petkova-Saiz, E., & Górgolas-Hernández-Mora, M. (2016). Geohelminths. *Enfermedades Infecciosas y Microbiología Clínica*, 34(6), 384–389. <https://doi.org/10.1016/j.eimc.2016.02.002>.

Programa Mundial de Alimentos (WFP) (2023). Salvar vidas cambiar vidas. Nicaragua. Disponible en: <https://Es.Wfp.Org/Paises/Nicaragua>.

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. <https://doi.org/10.1186/1471-2458-6-225>.

R

Rivero de R, Z, Calchi L, M, Acurero, E., Uribe, I., Villalobos P., R., Fuenmayor B., A, & Roo, J. (2012). Protozoarios y helmintos intestinales en adultos asintomáticos del estado Zulia, Venezuela. *Kasmera*, 40, 186–194.

Rocha. L. J. F. (2003). Comportamiento de las enteroparasitosis en niños menores de 12 años procedentes de barrios de Managua y Masaya. Septiembre 2002-septiembre 2003. Tesis monográfica. Universidad Autónoma de Nicaragua (UNAN-Managua), Instituto Politécnico de salud, Managua.

Roegner, A., Orozco, M. N., Jarquin, C., Boegel, W., Secaira, C., Caballeros, M. E., Al-Saleh, L., & Rejmánková, E. (2021). Childhood parasitic infections and gastrointestinal illness in indigenous communities at Lake Atitlán, Guatemala. *PeerJ*, 9, e12331. <https://doi.org/10.7717/peerj.12331>.

Rosewell, A., Robleto, G., Rodríguez, G., Barragne-Bigot, P., Amador, J. J., & Aldighieri, S. (2010). Soil-transmitted helminth infection and urbanization in 880 primary school children in Nicaragua, 2005. *Tropical Doctor*, 40(3), 141–143. <https://doi.org/10.1258/td.2010.090425>.

Ryan, U. M., Feng, Y., Fayer, R., & Xiao, L. (2021). Taxonomy and molecular epidemiology of *Cryptosporidium* and *Giardia* – a 50 year perspective (1971–2021). *International Journal for Parasitology*, 51(13–14), 1099–1119. <https://doi.org/10.1016/j.ijpara.2021.08.007>.

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(9), e2419. <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0002419>.

Samie, A., Guerrant, R. L., Barrett, L., Bessong, P. O., Igumbor, E. O., & Obi, C. L. (2009). Prevalence of intestinal parasitic and bacterial pathogens in diarrhoeal and non-diarrhoeal human stools from Vhembe District, South Africa. *Journal of Health, Population and Nutrition*, 27(6):739–745. <https://doi.org/10.3329/jhpn.v27i6.4325>.

Samie, A., Tanih, N. F., Seisa, I., Seheri, M., Mphahlele, J., ElBakri, A., & Mbat, P. (2020). Prevalence and genetic characterization of *Giardia lamblia* in relation to diarrhea in Limpopo and Gauteng provinces, South Africa. *Parasite Epidemiology and Control*, 9. <https://doi.org/10.1016/j.parepi.2020.e00140>.

Santin, M., Figueiredo, A., Molokin, A., George, N. S., Köster, P. C., Dashti, A., González-Barrio, D., Carmena, D., & Maloney, J. G. (2024). Division of *Blastocystis* ST10 into three new subtypes: ST42–ST44. *Journal of Eukaryotic Microbiology*, 71(1). <https://doi.org/10.1111/jeu.12998>.

Santin, M., Molokin, A., & Maloney, J. G. (2023). A longitudinal study of *Blastocystis* in dairy calves from birth through 24 months demonstrates dynamic shifts in infection rates and subtype prevalence and diversity by age. *Parasites and Vectors*, 16(1). <https://doi.org/10.1186/s13071-023-05795-0>.

Sarria-Guzmán, Y., Chávez-Romero, Y., Bernal, J. E., González-Jiménez, F. E., Serrano-Silva, N., & Fusaro, C. (2022). Molecular identification of *Giardia* spp. In Latin America: An updated systematic review on reports from 2017 to 2021. *Journal of Infection in Developing Countries*, 16(3), 392–401. <https://doi.org/10.3855/jidc.15806>.

Šejnohová, A., Koutenská, M., Jirků, M., Brožová, K., Pavlíčková, Z., Kadlecová, O., Cinek, O., Maloney, J. G., Santín, M., Petrželková, K. J., & Jirků, K. (2024). A cross-sectional survey of *Blastocystis* sp. and *Dientamoeba fragilis* in non-human

primates and their caregivers in Czech zoos. *One Health*, 19, 100862. <https://doi.org/10.1016/j.onehlt.2024.100862>.

T

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(3), 119–125. [https://doi.org/10.1016/S0001-706X\(97\)00037-5](https://doi.org/10.1016/S0001-706X(97)00037-5).

Téllez, A., Palm, D., Weiland, M., Alemán, J., Winiecka-Krusnell, J., Linder, E., & Svärd, S. (2005). Secretory antibodies against *Giardia intestinalis* in lactating Nicaraguan women. *Parasite Immunology*, 27(5), 163–169. <https://doi.org/10.1111/j.1365-3024.2005.00758.x>.

V

Vallejo, A., & Pitalúa, N. (2002). Presencia de *Myxobolus* sp. (Sporozoa: Cnidospora) en Bocachico *Prochilodus Magdalenae* de la Ciénaga Grande de Loric, Córdoba, Colombia. *Revista MVZ Córdoba*, 72(2). <https://doi.org/10.21897/rmvz.525>.

W

Wisetmora, A., Artchayasawat, A., Laummaunwai, P., Pitaksakulrat, O., Wattanawong, O., & Boonmars, T. (2024). Formalin-fixed stool improves the performance of the Kato-Katz method. *Veterinary World*, 17(1), 99–107. <https://doi.org/10.14202/vetworld.2024.99-107>.