



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE LA PLATA

Facultad de Ciencias Naturales y Museo

2018

EVALUACIÓN DEL RIESGO DE INFECCIONES PARASITARIAS INTESTINALES EN POBLACIONES INFANTO-JUVENILES DE ARGENTINA: EL IMPACTO DE LOS FACTORES AMBIENTALES Y SOCIO-ECONÓMICOS EN SU DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA

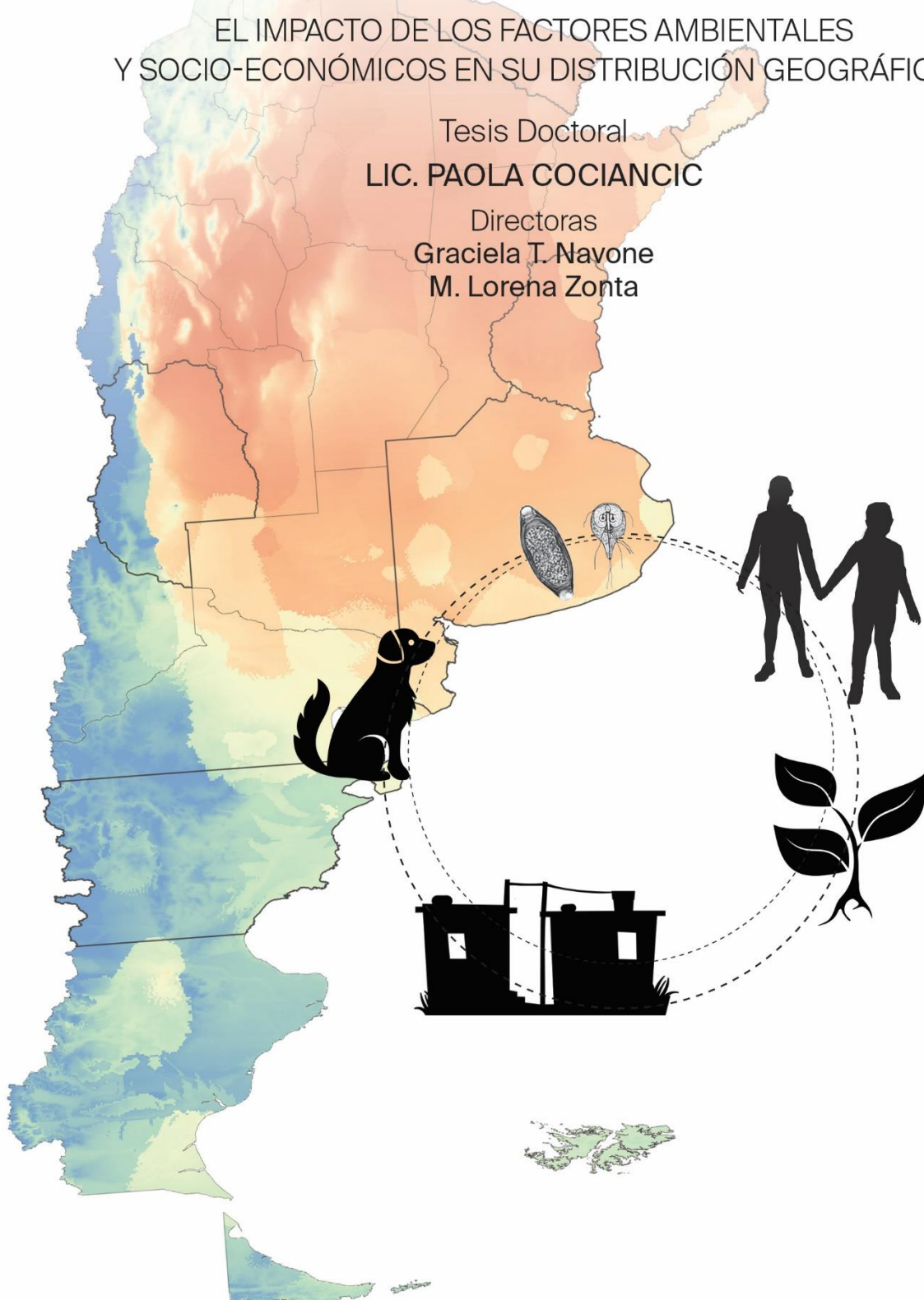
Tesis Doctoral

LIC. PAOLA COCIANCIC

Directoras

Graciela T. Navone

M. Lorena Zonta



A Mi Hermosa Familia

Agradecimientos

A mis directoras Graciela Navone, Lorena Zonta y Sandra Torrusio por el acompañamiento, dedicación y estímulo constante, por guiarme en mis actividades y apoyarme en todo lo que me propuse. Por brindarme sus valiosos conocimientos para estudiar las parasitosis desde el microscopio a los satélites.

A Gra por el cariño y generosidad. Gracias porque desde que comencé como estudiante siempre estuviste a mi lado, me has dado la libertad y confianza que se necesita para seguir en este camino hermoso que es la investigación en Parasitología. Una persona con una vocación infinita que destaca lo mejor de cada uno e incentiva el crecimiento personal y profesional.

A Sandra por el estímulo constante, confianza y por ayudarme a descubrir una disciplina nueva para mí. En cada encuentro, siempre me has incentivado a dar un poco más para superarme. Gracias por la generosidad, dedicación y el espíritu de trabajo que me has transmitido en estos años.

A Lore por la dedicación del día a día. Por brindarme los conocimientos y experiencia en la cotidianeidad del laboratorio y en las actividades en los barrios. Por ayudarme a superar mis expectativas y confiar en mi trabajo.

A Lore y Mari porque han puesto a disposición las bases de sus trabajos desarrollados en las provincias de Misiones y Mendoza. Estos datos junto con otros obtenidos en nuestro Laboratorio fueron indispensables para la realización de esta tesis.

Al Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) por haberme otorgado la beca para realizar la tesis doctoral y por el respaldo institucional de tan prestigiosa institución.

A los Proyectos de Investigación, Voluntariado Universitario y Extensión Universitaria que otorgaron los subsidios para llevar a cabo este estudio. A la Comisión Nacional de Actividades Espaciales (CONAE) que me permitieron contar con las imágenes satelitales que fueron de gran valor para el desarrollo de la tesis. Al Proyecto ASI-CONAE por la beca otorgada para realizar la estadía de investigación en Italia, la cual representó un pilar importante en mi formación académica y profesional.

A la Universidad Nacional de La Plata (UNLP) y a la Facultad de Ciencias Naturales y Museo (FCNyM) por permitirme realizar la Carrera de Doctorado. En especial a la Secretaría de Posgrado de mi Facultad por la buena disposición en cada trámite realizado. A la Secretaría de Extensión de la UNLP por las actividades en conjunto realizadas en los barrios del Gran La Plata.

Al Centro de Estudios Parasitológicos y de Vectores (CEPAVE) por brindarme el espacio y la infraestructura para llevar a cabo la tesis doctoral. Por la calidad humana y profesional que llenan de orgullo formar parte del Centro.

A todos los integrantes del CEPAVE, en especial a Gastón, Aníbal, Mica, Miguel, Hernán y Cristian por la colaboración y ayuda brindada. A todos los becarios con los cuales he compartido hermosos momentos en esta etapa. A Graciela Minardi por enseñarme acerca del maravilloso mundo de los modelos de regresiones y de R, gracias por la buena disposición, confianza y ayuda. A Laura Morote por las hermosas portadas de la tesis y por la paciencia.

Al grupo de Antropología formado por Evelia Oyhenart “Chichi”, Laura Bergel, Mari Garraza, Florencia Cesani y Bárbara Navazo por acompañarme en muestreos de Buenos Aires, Chubut y Entre Ríos, y trabajar juntas sobre las encuestas epidemiológicas. A Silvia Dahinten por acompañarnos en el trabajo de campo en Chubut y abrirnos las puertas de su hermosa provincia.

All'Università Federico II di Napoli, al Centro Regionale per il Monitoraggio delle Parassitosi (CReMoPAR) ed al Prof. Giuseppe Cringoli per avermi dato lo spazio e l'infrastruttura per sviluppare un soggiorno di ricerca. Alla Prof.ssa Laura Rinaldi per la sua accoglienza, conoscenza e spirito di lavoro. Un ringraziamento speciale a Davide Ianniello per avermi insegnato la tecnica FLOTAC. A tutti i colleghi di CReMoPAR che hanno fatto del mio soggiorno una bellissima esperienza: Elena, Davide, Alessandra, Mirella, Mario, Paola, Antonio ed un affetto speciale a Don Ciccio che è stato come un nonno per me.

A todas las personas que me enseñaron sobre parasitología, SIG, sensores remotos y epidemiología. A Mary Derguy y Betina Zucchini de la cátedra de Sensores Remotos de la FCNyM por su asesoramiento y manejo de datos espaciales; a María José Pérez de la cátedra de Epidemiología y Salud Pública Aplicada de la Facultad de Ciencias Veterinarias (UNLP) por los conocimientos brindados, dedicación y cariño, a Luis Giambelluca del CEPAVE quien me mostró los primeros mapas y bases para SIG; y en especial a Ine Gamboa, quien fue una de mis directoras en el transcurso de mis primeros pasos en Parasitología, gracias por los muchísimos talleres compartidos, por el acompañamiento y paciencia en el diagnóstico parasitológico.

A mis profes de italiano Ana y Nati por la buena energía, compañía y por escucharme hablar tanto de la tesis, pero en italiano!

Al equipazo de Parasitología del CEPAVE: Romi, Andre, Tati, Guille, Bruni, Nati, Mari, Cailo, Andre S, Ro, Agus, Jorsh, Ceci, Sofi, Eze, Eli, Bruno, Juli, Gra, Lore, Julisan y Vicky por los hermosos momentos y ricos mates compartidos. En especial a Bruni y Andre por los incontables talleres que vivimos juntos y por enseñarme, con sus

valiosos conocimientos y buena energía, el minuto a minuto del taller. Bruni gracias también por revisar el abstract. Gracias a todos!

A mis compañeras de Labo, las Andres, por acompañarme en el día a día. Ustedes hicieron que tantas horas sentadas en la compu, procesando o mirando muestras sean más divertidas! A todos los que formaron parte del Laboratorio de Humanos y que brindaron su ayuda en el desarrollo de diferentes actividades: Rocío, Ramiro, Abril, Vane, Jazmín y en especial a Maca y Ceci C. con las cuales hemos compartido muchísimas actividades juntas. A mi amigo Alon gracias por las charlas, consejos y los mates mexicanos compartidos! A Juan Unzaga que ha trabajado en colaboración con nuestro Laboratorio.

A mi amiga Sil, gracias por estar siempre. Por escucharme, aconsejarme y acompañarme desde que éramos muy chiquitas. A tu hermosa Familia por el cariño y hospitalidad de cada jueves a la noche cuando salía de cursar y a Carli, gracias por prestarme tu cama cada semana!

A mis amigas Cin y Barby, gracias por la hermosa amistad que nos unió en el curso de ingreso de la Facu. Gracias por las hermosas y largas charlas, por estar siempre y acompañarme. Gracias a la Abuela Lala que me hizo esa hermosa cena para festejar la beca a Italia y por compartir tantas alegrías juntas.

A mi amiga Romi, gracias por las inmensas charlas y esos ricos mates que me hacés siempre. Gracias por la hermosa amistad que nos unió en el viaje a Córdoba, que, desde el primer minuto, parecía que nos conocíamos de toda la vida.

A toda mi Familia, en especial a mis tíos Livio, Susana y Mari y a mis primos Patri, Bri, Marce, Gus y Elsa por su cariño, alegrías compartidas y acompañamiento. Gracias a toda la Familia de Nico: Andrés, Andrea, Almita, Miguel, Yeny, Martín, Vani, Kary, Pablo, Diego, Ceci, Nicole y Nai por los hermosos momentos compartidos, siempre me han acompañado y preguntado sobre la tesis. En especial a Mirta por el amor, apoyo y por las cosas ricas de siempre. Los quiero mucho!

A Mi Hermosa Familia: A mis Papás por su amor incondicional y por acompañarme siempre en todo, a mis Hermanos por el amor y complicidad, a Cari y Rox por el cariño y por ser tan hermosas cuñadas, a Leoncito y Lanita por su compañía y amor, a mi Nonna que está siempre en mi corazón, a Nico por estar siempre conmigo, por ser mi amor y compañero, por ir juntos a la par, por comprenderme e incentivarme en cada paso, a mis Sobris que son las reinas de mi corazón, por regalarme esas sonrisas hermosas y puras que llenan de alegría mi vida. Gracias por estar siempre, los amo muchísimo!

Especialmente quiero agradecer a los niños, jóvenes, padres y a todas las instituciones que permitieron la realización de este trabajo.

Índice

Resumen	1
Abstract	5
Introducción general	
Parásitos intestinales y su importancia en salud	9
Ecoepidemiología	10
Hipótesis y Objetivos	13
Área y poblaciones de estudio	
Área de estudio	14
Poblaciones analizadas	16
Aspectos éticos	17
1. Capítulo I: Parásitos intestinales en poblaciones infanto-juveniles	
1.A. Parasitosis intestinales	
Introducción	18
Metodología	
Encuentros informativos	19
Procesamiento y diagnóstico parasitológico	20
Análisis de datos	20
Criterios de inclusión y exclusión	21
Resultados	21
Discusión	25
1.B. Técnicas de diagnóstico parasitológico	
Introducción	29
Metodología	
Relevamiento de muestras	30
Técnicas de laboratorio	30
Análisis de datos	34
Resultados	34
Discusión	37
2. Capítulo II: Parasitosis intestinales y variables ambientales	
Introducción	41
Metodología	
Georreferenciación de los sitios de muestreo	42
Recopilación de variables ambientales	42
Análisis de datos	44

Generación de mapas de uso/cobertura de suelo y mapas de prevalencia	46
Resultados	50
Discusión	66
3. Capítulo III: Parasitosis intestinales y variables socio-económicas	
Introducción	70
Metodología	
Relevamiento de variables socio-económicas	71
Análisis de datos	73
Resultados	
Parasitosis en relación con el sexo y edad de los individuos	75
Parasitosis y factores de riesgo socio-económicos	76
Discusión	88
4. Capítulo IV: Parasitosis intestinales en perros: importancia en la salud humana	
Introducción	92
Metodología	
Análisis parasitológico	93
Análisis socio-económico y de prácticas de higiene	93
Análisis de datos	94
Resultados	
Análisis parasitológico	94
Factores de riesgo de infección parasitaria	95
Discusión	96
Conclusiones	100
Consideraciones finales	104
Anexo	107
Referencias	124

Resumen

Las parasitosis intestinales provocadas por protozoos y helmintos constituyen las infecciones más comunes entre las enfermedades infecciosas desatendidas. Afectan a millones de personas en el mundo, principalmente a la población infantil de países en vías de desarrollo. Los parásitos intestinales se transmiten a través del agua y alimentos, así como también por contacto con el suelo, mascotas y objetos contaminados con las formas infectantes. De este modo, las enteroparasitosis se ven favorecidas por los factores socio-económicos de vulnerabilidad como la falta de servicios de agua potable y de red cloacal, los inadecuados hábitos higiénicos de la población y el acceso limitado a la educación y salud. Asimismo, los factores ambientales, tales como la temperatura, precipitación y características del suelo, juegan un rol importante en la transmisión parasitaria. Al respecto, el clima puede afectar directamente la supervivencia y dispersión de los parásitos, y el uso del suelo puede influir en la carga parasitaria.

La presente investigación se basó en el concepto de “Una Salud” que establece una interdependencia entre la salud humana y la sanidad animal que se encuentran vinculadas al ambiente en el cual coexisten. De este modo, la hipótesis del estudio tuvo en cuenta que la distribución de los parásitos intestinales en poblaciones de Argentina está determinada por los factores ambientales y socio-económicos presentes en el entorno de las poblaciones. Para testear esta hipótesis, se propuso realizar un diagnóstico territorial de estas infecciones en poblaciones infanto-juveniles pertenecientes a diferentes eco-regiones de Argentina, a fin de identificar áreas vulnerables a la presencia de las enteroparasitosis y los patrones de distribución de las mismas en el territorio nacional.

El estudio abarcó diferentes sitios de muestreo de las provincias de Buenos Aires, Chubut, Entre Ríos, Formosa, Mendoza y Misiones, seleccionadas como representantes de la variabilidad ambiental y socio-económica del país. El tipo de estudio fue transversal e incluyó a 3937 niños y jóvenes de ambos sexos (50,5% mujeres y 49,5% varones) menores de 14 años de edad. El número de participantes y el año del relevamiento fueron diferentes entre provincias: Buenos Aires (n = 1411; 2005-2008 y 2010-2016), Chubut (n = 377; 2010-2013 y 2017), Entre Ríos (n = 268; 2010-2012), Formosa (n = 114; 2014), Mendoza (n = 752; 2008-2011) y Misiones (n = 1015; 2005-2008).

El estudio comenzó con encuentros bajo la modalidad de taller para adultos, niños y jóvenes en instituciones educativas y centros comunitarios y de salud con la finalidad de generar espacios de intercambio con la población sobre la biología y estrategias de prevención de las parasitosis. Posteriormente, se realizó el diagnóstico parasitológico a los individuos que participaron voluntariamente del estudio mediante técnicas de concentración. Las parasitosis halladas fueron evaluadas junto a los factores ambientales, socio-económicos y a los enteroparásitos presentes en perros de compañía. De este modo, la presente tesis resultó organizada en cuatro capítulos que se detallan a continuación.

En el Capítulo I (apartado 1.A) se evaluaron las parasitosis intestinales diagnosticadas en las poblaciones infanto-juveniles, así como también las diferencias de parasitosis observadas entre las provincias examinadas. Al respecto, se halló que el 67% de los individuos analizados estuvo parasitado. Se hallaron 17 especies parásitas, siendo las más prevalentes *Blastocystis* sp., *Enterobius vermicularis* y *Giardia lamblia*. Entre los geohelminthos, los ancylostomideos (*Ancylostoma duodenale*/*Necator americanus*) y *Strongyloides stercoralis* fueron los más frecuentes seguidos de *Ascaris lumbricoides* y *Trichuris trichiura*. El parasitismo múltiple fue mayor respecto del monoparasitismo (53,3% y 46,7%, respectivamente) y hasta un máximo de ocho especies parásitas fue observado en un mismo individuo. Respecto del análisis entre las provincias examinadas, se halló que la prevalencia de parasitosis fue mayor en Misiones (82,1%) y Formosa (78,1%), seguidas por Buenos Aires (66,8%), Mendoza (61,8%), Entre Ríos (58,6%) y Chubut (38,7%). Los valores de riesgo de infección parasitaria fueron más altos en Misiones (OR = 7,2) y en Formosa (OR = 5,6) respecto de Chubut. Asimismo, los valores de prevalencia de protozoos y helmintos fueron altos en Formosa y Misiones, y bajos en Chubut. En particular, los geohelminthos también fueron más prevalentes en Misiones y Formosa, y estuvieron ausentes en Chubut.

En el Capítulo I (apartado 1.B), la evaluación de las técnicas copromicroscópicas indicó que Ritchie fue la técnica más sensible para el diagnóstico de *Blastocystis* sp., *G. lamblia* y *Entamoeba coli* respecto de la técnica FLOTAC Pellet con las soluciones flotantes de sulfato de zinc (SF3) y de cloruro de sodio (SF2). Por el contrario, las técnicas FLOTAC Pellet fueron más sensibles para el diagnóstico de *Hymenolepis nana*. Los valores predictivos negativos fueron mayores a 92% y los índice Kappa mostraron mayormente una concordancia considerable entre técnicas. Por otra parte, la técnica de escobillado anal detectó un mayor número de individuos parasitados por *E. vermicularis* seguida por SF3 y SF2.

En el Capítulo II se evaluó la asociación entre las parasitosis y las variables ambientales relacionadas a la temperatura y precipitación (variables bioclimáticas bio1-bio19, temperaturas mensuales mínimas, medias y máximas, y precipitaciones mensuales) y variables relacionadas al terreno (pH del suelo, altitud, índice de vegetación de diferencia normalizada -NDVI- e índice de vegetación mejorado -EVI-). Para complementar los datos obtenidos de las variables relacionadas al terreno, se clasificaron imágenes satelitales para generar mapas de uso/cobertura del suelo de los sitios relevados. Asimismo, se crearon mapas de prevalencia de las parasitosis para visualizar los valores de cada infección sobre el mapa de la variable ambiental que representó un factor de riesgo de infección parasitaria. A partir de estos análisis, se determinó que la alta prevalencia de parasitosis en las poblaciones analizadas de Misiones y Formosa se corresponde con las condiciones ambientales más favorables para la transmisión parasitaria. Los factores ambientales que estuvieron relacionados con la infección por enteroparásitos fueron: la temperatura media de los meses de verano, la bio3 (isotermalidad), la bio8 (temperatura media del trimestre más húmedo) y el NDVI. El análisis de NDVI junto con el de los mapas de uso/cobertura del suelo mostró que los suelos de las provincias de Misiones y Formosa, conformados principalmente por vegetación alta vigorosa y vegetación baja de uso agropastoril, reflejan el ambiente más adecuado para la transmisión de *ancylostomídeos*.

En el Capítulo III se analizaron las parasitosis intestinales y las variables socio-económicas de cada provincia. De este modo, se halló que las condiciones de vulnerabilidad presentes en las poblaciones analizadas estuvieron relacionadas a una mayor infección parasitaria. Los resultados mostraron que los niños de ambos sexos entre 5-9 años y los varones de todos los grupos etarios estuvieron generalmente más parasitados. Entre los factores que estuvieron relacionados a un mayor riesgo de infección parasitaria se encuentran: las viviendas construidas con materiales precarios y pisos de tierra, la falta de agua de red, cloacas y recolección pública de residuos; el hacinamiento, el compartir cama, y el nivel educativo básico y la inestabilidad laboral de los padres. Asimismo, la relación existente entre las parasitosis y los factores socio-económicos de vulnerabilidad fue evidente a través de un análisis de distribución geográfica que mostró que las parasitosis fueron más frecuentes en áreas no urbanas de una de las poblaciones analizadas de Buenos Aires, donde las familias habitaban viviendas que generalmente estaban construidas con materiales precarios, sin acceso a los servicios básicos (agua potable, cloacas y recolección de residuos), con hacinamiento y a menos de 150 m de un curso o cuerpo de agua.

En el Capítulo IV se llevó a cabo la evaluación de las enteroparasitosis diagnosticadas en perros y su importancia en la salud pública considerando también la problemática parasitológica y los factores socio-económicos de la población que convive con ellos. Del total de perros analizados, el 82,1% estuvo parasitado. Se hallaron 11 especies parásitas, siendo las más prevalentes *A. caninum*, *Uncinaria stenocephala*, *T. vulpis* y *Toxocara canis*, todas con importancia zoonótica. El 67,8% de los niños y jóvenes convivientes con las mascotas estuvo parasitado por al menos una especie parásita. Se hallaron 11 especies, siendo las más prevalentes *Blastocystis* sp., *E. vermicularis* y *G. lamblia*. El riesgo de infección parasitaria en los individuos analizados estuvo relacionado principalmente a prácticas de higiene insuficientes como no lavarse las manos luego de tocar a las mascotas y comerse las uñas, y a factores socio-económicos como habitar casas con anegamiento frecuente y tener padres con un nivel educativo primario.

Los resultados alcanzados en el presente trabajo dieron cuenta de la heterogeneidad en la distribución de las parasitosis intestinales en concordancia con la variabilidad ambiental y socio-económica que caracteriza al territorio de la Argentina. En general, la mayor frecuencia de parasitosis se observó en las poblaciones del noreste (Misiones y Formosa). Las altas temperaturas, la isothermalidad y el mayor índice de vegetación observados en estas provincias, constituyen factores que favorecen la infección parasitaria en aquellas poblaciones que simultáneamente están sometidas a condiciones socio-económicas de vulnerabilidad. Este conjunto de variables provee un escenario epidemiológico que contribuye a la transmisión de protozoos y al desarrollo de huevos y larvas de helmintos en estos ambientes. En contraste, los factores ambientales observados en Chubut, principalmente bajas temperaturas y suelos áridos con poca vegetación, limitarían la transmisión de las parasitosis intestinales aun en poblaciones que presentan características socio-económicas de vulnerabilidad.

Abstract

Intestinal parasitoses caused by protozoa and helminths are the most common infections among neglected infectious diseases. They affect millions of people worldwide, especially children of developing countries. Intestinal parasites are mainly transmitted through water and food, as well as by contact with soil, pets and objects contaminated with infectious forms. In this way, these infections are favoured by socio-economic factors of vulnerability such as the lack of safe drinking water and sewage services, an inadequate hygiene and a limited access to education and health. Likewise, environmental factors such as temperature, precipitation and soil characteristics play an important role in the parasitic transmission. In this regard, the climate can directly affect the survival and dispersal of parasites, and the land use can influence the parasitic load.

This research focused on the "One Health" approach considering that human and animal health are interdependent and bound to the environment in which they exist. Thus, the study was based on the hypothesis that the distribution of intestinal parasites in populations from Argentina is determined by the environmental and socio-economic factors that characterize the country. Thereby, it was proposed to conduct a territorial diagnosis of these infections in children and youth from different eco-regions of Argentina to identify areas of vulnerability to the presence of enteroparasitosis and their distribution patterns.

The area of study included different sites of the provinces of Buenos Aires, Chubut, Entre Ríos, Formosa, Mendoza and Misiones that were selected as representatives of the environmental and socio-economic variability present in the country. A cross-sectional study was performed in 3937 children and youth of both sexes (50.5% girls and 49.5% boys) under 14 years old. The number of participants and the year of the survey were different for each province: Buenos Aires (n = 1411, 2005-2008 and 2010-2016), Chubut (n = 377, 2010-2013 and 2017), Entre Ríos (n = 268; 2010-2012), Formosa (n = 114, 2014), Mendoza (n = 752, 2008-2011) and Misiones (n = 1015, 2005-2008).

The study started with meetings for adults, children and youth in educational institutions, and community and health centres. Meetings enabled the interchange among participants of knowledge about the biology of intestinal parasites and strategies to prevent parasitosis. Subsequently, parasitological diagnosis was performed to the individuals who participated in the study using concentration

techniques. The parasitosis found were evaluated according to the environmental and socio-economic factors and in relation to the enteroparasites diagnosed in domestic dogs. In this way, the present thesis was organized into four chapters detailed below.

Intestinal parasites diagnosed in the child and youth population as well as the differences of parasitosis among the provinces examined were evaluated in Chapter I (section 1.A). In this regard, it was found that 67% of the total population was parasitized. Seventeen parasitic species were found, being the most prevalent *Blastocystis* sp., *Enterobius vermicularis* and *Giardia lamblia*. Among the geohelminths, hookworms (*Ancylostoma duodenale*/*Necator americanus*) and *Strongyloides stercoralis* were the most frequent species, followed by *Ascaris lumbricoides* and *Trichuris trichiura*. Multiple parasitism was higher than monoparasitism (53.3% and 46.7%, respectively) and a maximum of eight parasitic species were observed in the same individual. With respect to the analysis among provinces examined, the highest prevalence values of parasitosis were found in Misiones (82.1%) and Formosa (78.1%), followed by Buenos Aires (66.8%), Mendoza (61.8%), Entre Ríos (58.6%) and Chubut (38.7%). Risk infection was higher in Misiones (OR = 7.2) and Formosa (OR = 5.6) respect to Chubut. Likewise, the prevalence of protozoa and helminths was higher in Formosa and Misiones, and lower in Chubut. Particularly, geohelminth infections were more prevalent in Misiones and Formosa, while they were absent in Chubut.

Copromicroscopic techniques were evaluated in Chapter I (section 1.B). Ritchie was the most sensitive technique for *Blastocystis* sp., *G. lamblia* and *Entamoeba coli* followed by the FLOTAC Pellet technique with flotation solution of zinc sulphate (FS3) and sodium chloride (FS2). However, FS2 and FS3 had the highest sensitivity for *Hymenolepis nana*. Negative predictive values were greater than 92% with all techniques. Kappa indexes for agreement between the methods were generally substantial. On the other hand, the anal swab technique detected a greater number of positives cases of *E. vermicularis* followed by FS3 and FS2.

Intestinal parasitoses were associated with environmental variables in Chapter II. Environmental variables related to temperature and precipitation (bioclimatic variables bio1-bio19, minimum, average and maximum temperatures, and precipitation) and variables related to the soil (soil pH, altitude, normalised difference vegetation index -NDVI- and enhanced vegetation index -EVI-) were evaluated. Satellite images were classified to generate maps of land use/cover of the surveyed sites to complement the data obtained from the variables related to the soil. In addition, maps of parasitoses prevalence were generated to visualise the values of each infection on the map according to the environmental risk factor. It was determined that the high prevalence of parasitosis observed in populations of Misiones and Formosa

corresponds to the most favourable environmental conditions for parasitic transmission. The average temperature of the summer, bio3 (isothermality), bio8 (mean temperature of wettest quarter) and NDVI were risk factors of infection. The analysis of NDVI simultaneously with the maps of land use/cover showed that the soils of the provinces of Misiones and Formosa, consisting mainly of high and vigorous vegetation, and low vegetation with agropastoral use, reveal the most appropriate environment for the transmission of hookworms.

Intestinal parasitoses and socio-economic variables of each province were analysed in Chapter III. It was observed that the conditions of vulnerability present in the analysed populations were associated with a greater parasitic infection. Results showed that children of both sexes between 5-9 years old, and boys of all age groups were generally the most parasitized. Houses built with makeshift materials and dirt floors, lack of piped water, sewage system and waste collection as well as overcrowding, bed-sharing, and parents' basic level of education and job instability were risk factors of infection in the analysed populations. Likewise, the association of these variables was evident through an analysis of geographical distribution that showed that parasitosis was more frequent in non-urban areas of one of the analysed populations of Buenos Aires, where the families lived in houses built with makeshift materials, without access to basic services (safe drinking water, sewage system and waste collection), with overcrowding and less than 150 m from a watercourse or waterbody.

Intestinal parasitosis of dogs was evaluated in Chapter IV in relation to the importance in public health considering the parasitological situation and the socio-economic factors of the population living with them. Of the total dogs analysed, 82.1% were parasitized. Eleven parasitic species were found, being the most prevalent *A. caninum*, *Uncinaria stenocephala*, *T. vulpis* and *Toxocara canis*, all of them with zoonotic importance. 67.8% of children and youth were parasitized by at least one species. Eleven species were found and the most prevalent were *Blastocystis* sp., *E. vermicularis* and *G. lamblia*. The risk of parasitic infection in the individuals analysed was mainly related to deficient hygiene practices such as no handwashing after caressing pets and onychophagia, and socio-economic factors such as flooding and a basic level of education of parents.

The results reached in the present study showed the heterogeneity of the distribution of intestinal parasitoses according to the environmental and socio-economic variability of Argentina. In general, the populations of the northeast (Misiones and Formosa) had the highest prevalence of parasitosis. The high temperatures, isothermality and vegetation index observed in these provinces favour the parasitic

infection in those populations that are simultaneously exposed to socio-economic conditions of vulnerability. This set of variables provides an epidemiological scenario that contributes to the transmission of protozoa and the development of eggs and larvae of helminths in these environments. In contrast, the environmental factors observed in Chubut, mainly low temperatures and arid soils with scarce vegetation, would limit the transmission of intestinal parasites even in populations with socio-economic factors of vulnerability.

Introducción general

Parásitos intestinales y su importancia en salud

Las parasitosis intestinales constituyen las infecciones más comunes entre las enfermedades infecciosas desatendidas y afectan a millones de personas en el mundo, principalmente a aquellas que viven en países en vías de desarrollo. Entre ellas, las parasitosis causadas por helmintos transmitidos por el suelo o geohelmintos (i.e. *Ascaris lumbricoides*, *Trichuris trichiura*, ancylostomideos —*Ancylostoma duodenale*/*Necator americanus*—, *Strongyloides stercoralis*) afectan a más de un billón de personas en el mundo, principalmente a aquellos que habitan en América, Asia y África (Bethony et al., 2006; Lustigman et al., 2012; OPS, 2016). Por otro lado, el número de personas infectadas se incrementa al considerar a otras especies de helmintos como *Enterobius vermicularis* e *Hymenolepis nana* (Chang et al., 2009; CDC, 2015; Cabada et al., 2016). De igual manera, las parasitosis intestinales causadas por protozoos (e.g. amebas, flagelados, coccidios) están ampliamente distribuidas en el mundo y se estima que alrededor de 200 millones de personas están infectadas por *Giardia lamblia* y un billón por *Blastocystis* sp. (Osman et al., 2016; del Coco et al., 2017).

Las enteroparasitosis afectan a personas de ambos sexos y de todos los grupos etarios, siendo la población infantil la más vulnerable debido a la inmadurez del sistema inmunitario y al escaso desarrollo de los hábitos higiénicos. Estas parasitosis pueden causar diarrea, inflamación intestinal, síndrome de malabsorción, anemia, urticarias, alteraciones en el crecimiento y aprendizaje, entre otros desórdenes (Garraza et al., 2014; Ojha et al., 2014; Zonta et al., 2014; del Coco et al., 2017).

El modo de transmisión de los parásitos intestinales ocurre a través del agua de consumo y los alimentos, así como también por contacto con el suelo, mascotas y objetos contaminados con las formas infectantes. De este modo, la falta de servicios de agua potable y de red cloacal y los inadecuados hábitos higiénicos de la población favorecen la presencia de estas infecciones. Por otra parte, el acceso limitado a la educación y deficiencias en el diagnóstico y tratamiento, impactan negativamente en la salud de las personas (Juárez y Rajal, 2013; OPS, 2016). Asimismo, los factores ambientales juegan un rol importante en la transmisión parasitaria. Al respecto, el clima puede afectar directamente la supervivencia y dispersión de los parásitos, y el uso del suelo puede influir en la carga parasitaria como consecuencia de la

distribución de los hospedadores intermediarios y definitivos que intervienen en el ciclo de vida parasitario (Chammartin et al., 2013a; Lal et al., 2013). En este contexto, diversos estudios han evaluado la prevalencia de las parasitosis y su relación con los factores ambientales (e.g. temperatura, precipitación, cobertura vegetal) y socio-económicos (e.g. servicios públicos, construcción de viviendas, nivel educativo, ocupación laboral) (Gamboa et al., 2011; Chammartin et al., 2013a; Fletcher et al., 2014; Gamboa et al., 2014; Zonta et al., 2016; Samuel et al., 2017). En particular, Juárez y Rajal (2013) realizaron una revisión bibliográfica de la problemática parasitológica en Argentina y describieron que las prevalencias de parasitosis varían según la localidad analizada obteniendo en general valores por encima de 80% en el norte y valores cercanos a 45% en el centro. Sin embargo, un estudio llevado a cabo en la provincia de Neuquén (sur del país) mostró una prevalencia de 92% en un asentamiento marginal con deficientes condiciones sanitarias y nivel socio-económico bajo (Soriano et al., 2005). Por otra parte, Socías et al. (2014) en una revisión de las geohelmintiasis realizada en el país, observaron focos de alta prevalencia en el noreste y noroeste. Ambas revisiones destacaron que las características ambientales y condiciones sanitarias constituyen importantes determinantes en la transmisión parasitaria en nuestro país. A pesar de los avances en el conocimiento de la distribución de estas infecciones, estos estudios sugirieron la necesidad de realizar un mapeo con la información disponible de las especies más prevalentes, que permita el monitoreo, la medición del impacto y el planeamiento de programas más eficientes de control y prevención de parasitosis.

Ecoepidemiología

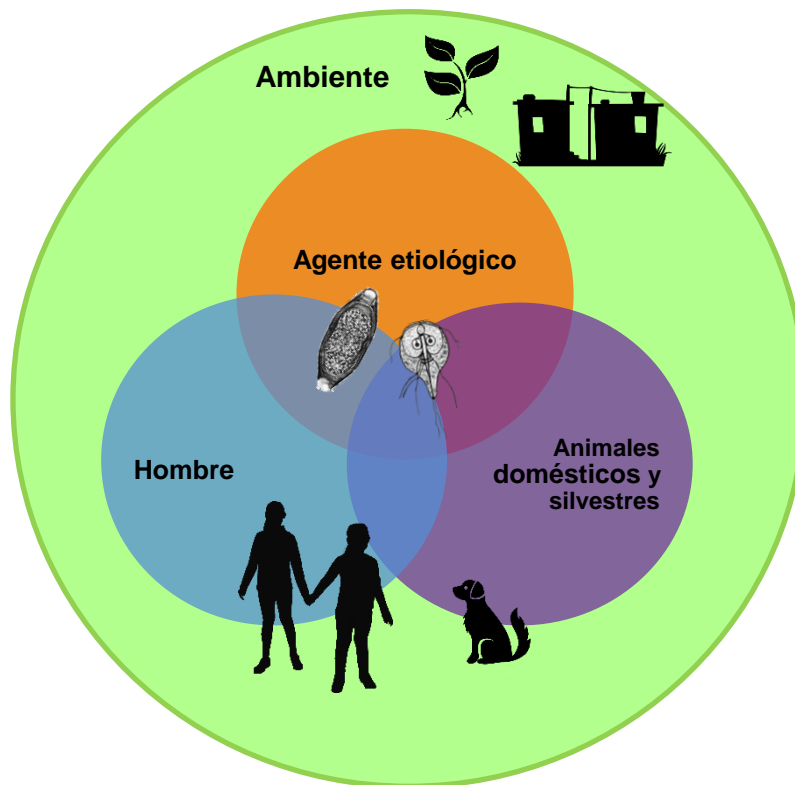
El concepto de ecoepidemiología o epidemiología panorámica refiere a la evaluación del entorno que rodea a un individuo expuesto a diversos factores del ambiente que representan un riesgo para su salud (Rotela et al., 2014). En la actualidad, se cuenta con datos provenientes de sensores remotos (sistemas de detección y medida a distancia) que permiten el estudio y monitoreo de las enfermedades infecciosas para evaluar la distribución espacial y temporal del riesgo, en función del estudio de variables ambientales que la condicionan. Asimismo, los Sistemas de Información Geográfica (SIG) contribuyen al análisis de datos georreferenciados. Un SIG presenta una especial capacidad integradora para simplificar y automatizar los estudios epidemiológicos que incluyen análisis múltiples y simultáneos de diferentes variables. De este modo, la implementación de estas herramientas contribuye a los estudios epidemiológicos tradicionales caracterizados por realizar un diagnóstico de un evento

particular y la identificación de factores de riesgo asociados (Cringoli et al., 2013; Rotela et al., 2014).

A lo largo del tiempo, la comunidad científica ha enfatizado el desarrollo de tratamientos y vacunas para el control de enfermedades. Sin embargo, en los últimos años ha profundizado el estudio sobre la distribución geográfica y por ello, la bibliografía se ha enriquecido con exitosas investigaciones realizadas principalmente en países de África (Knopp et al., 2008; Clements et al., 2010; Ouattara et al., 2010; Pullan et al., 2014; Chadeka et al., 2017), de Asia (Brooker et al., 2003; Ngui et al., 2014; Wardell et al., 2017) y de Sudamérica (Chammartin et al., 2013b, 2014; Gamboa, et al., 2014; Coronato Nunes et al., 2016; Faria et al., 2017).

En Epidemiología, la tríada epidemiológica es un modelo constituido por el hospedador, el agente etiológico y el ambiente, que describe la causalidad de una enfermedad infecciosa. La enfermedad ocurre cuando el agente etiológico infecta a un hospedador vulnerable en un ambiente que permite la interacción. En este contexto, la Epidemiología no sólo mide la relación que establece el agente etiológico y el hospedador sino que además, evalúa el estado de salud de la población que vive en un determinado ambiente (Gulis y Fujino, 2015). Sin embargo, este modelo se complejiza aún más, al comprender que el estado de salud de la población humana se encuentra íntimamente relacionado con la sanidad animal. Se ha registrado que el 75% de las enfermedades infecciosas que tienen impacto sobre la salud pública, son de origen zoonótico, es decir, son enfermedades que los animales pueden transmitir al hombre (Ashraf et al., 2017). Por este motivo, en la década del 2000 se introdujo el concepto “Una Salud” o más conocido en inglés como “One Health”, con el fin de contribuir al conocimiento que la salud humana y la sanidad animal son interdependientes y están vinculadas al ambiente en el cual coexisten. De este modo, el agente etiológico, el hombre y los animales domésticos y silvestres forman una nueva tríada que está influenciada por permanentes variaciones provocadas por los cambios ambientales y sociales (Figura 1). En este concepto, se han basado diversos estudios sobre epidemiología parasitaria (Dantas-Torres y Otranto, 2014; Schurer et al., 2014; Ryan et al., 2016) e incluso, la presente investigación de tesis.

Figura 1. Interrelaciones en el estudio integrado de las enfermedades infecciosas



Hipótesis y Objetivos

Las investigaciones de esta tesis doctoral se basaron en la hipótesis que la distribución de parásitos intestinales en poblaciones de Argentina está determinada por los factores ambientales y socio-económicos presentes en el entorno de las poblaciones estudiadas.

Para testear esta hipótesis, se propuso realizar un diagnóstico territorial de las parasitosis intestinales en poblaciones infanto-juveniles pertenecientes a diferentes eco-regiones de Argentina, a fin de identificar áreas vulnerables a la presencia de las enteroparasitosis y los patrones de distribución de las mismas en el territorio nacional.

Los objetivos específicos fueron:

- Diagnosticar y evaluar las parasitosis intestinales en diferentes poblaciones infanto-juveniles de Argentina.
- Implementar técnicas coproparasitológicas que aumenten la sensibilidad del diagnóstico.
- Evaluar las parasitosis intestinales halladas en relación con los factores ambientales.
- Evaluar las parasitosis intestinales halladas en relación con los factores socio-económicos.
- Implementar un SIG para evaluar la distribución espacial de las parasitosis intestinales y elaborar mapas de áreas de riesgo.
- Diagnosticar los parásitos intestinales en perros y evaluar su importancia zoonótica.

La presente tesis doctoral fue organizada en cuatro capítulos, precedida por esta introducción general, y la caracterización de las áreas y poblaciones de estudio, por ser una información compartida por todos los capítulos. En el capítulo I se evaluó la prevalencia de parasitosis diagnosticadas en las poblaciones infanto-juveniles analizadas (apartado 1.A) y la implementación de la técnica FLOTAC como un método de diagnóstico coproparasitológico (apartado 1.B). En el Capítulo II se asociaron las parasitosis intestinales con las variables ambientales y se generaron mapas en relación con los mejores predictores ambientales. En el Capítulo III se evaluaron las parasitosis intestinales en relación con las variables socio-económicas en las poblaciones analizadas. En el Capítulo IV se diagnosticaron los parásitos intestinales en perros y se discutió acerca del impacto que presentan las zoonosis en la salud humana. Finalmente, se llega a las conclusiones de los estudios realizados y las consideraciones finales de la investigación.

Área y poblaciones de estudio

Área de estudio

Argentina está ubicada entre los paralelos 22° y 55° de latitud sur y los meridianos 53° y 74° de longitud oeste en el extremo sur de América. Limita al norte con Bolivia y Paraguay; al noreste con Brasil; al este con Uruguay; y al oeste con Chile. Está constituida por 18 regiones naturales o eco-regiones (Figura 2). Una eco-región es un territorio geográficamente definido en el que dominan condiciones geomorfológicas y climáticas relativamente uniformes o recurrentes, y que se caracteriza por una fisonomía vegetal con comunidades naturales y condiciones ecológicas determinadas (Burkart et al., 1999).

El área de estudio abarcó diferentes sitios de muestreo (localidades y comunas) de las provincias argentinas de Buenos Aires, Chubut, Entre Ríos, Formosa, Mendoza y Misiones (Figura 2). Estos sitios fueron seleccionados como representantes de la variabilidad ambiental y socio-económica del país.

En la provincia de Buenos Aires, los muestreos se centraron en el partido de La Plata y alrededores (partidos de Berisso y Ensenada), Parque Pereyra Iraola (partido de Berazategui), Brandsen (partido de Brandsen), Chascomús (partido de Chascomús), Lincoln (partido de Lincoln), Tandil (partido de Tandil) y Verónica (partido de Punta Indio). Estos sitios pertenecen a la eco-región Pampa caracterizada por un clima templado-húmedo a subhúmedo y veranos cálidos. Las temperaturas medias anuales varían entre 15-18 °C y las lluvias que se encuentran distribuidas durante el año, fluctúan entre 600-1100 mm. Los suelos son ricos en nutrientes y materia orgánica y tienen una excelente aptitud agrícola (Burkart et al., 1999).

En la provincia de Chubut se delimitó una transecta con orientación oeste-este de aproximadamente 600 km. Hacia la zona oeste de la provincia, los muestreos se realizaron en Carrenleufú (departamento de Languiñeo), Cerro Centinela, Corcovado (departamento de Futaleufú) y Cholila (departamento de Cushamen); en la zona del centro, en Gastre, Lagunita Salada, Blancuntre (departamento de Gastre), Gan Gan, Chacay Oeste, Aldea Sepaual y Telsen (departamento de Telsen); y hacia la zona del este, en Dolavon, Bethesda, La Angostura, Gaiman (departamento de Gaiman) y Puerto Madryn (departamento de Biedma). La transecta delimitada abarcó las eco-regiones de Bosques Patagónicos, Estepa Patagónica y Monte de Llanuras y Mesetas (Burkart et al., 1999). La eco-región Bosques Patagónicos presenta un clima templado

a frío y húmedo, con fuertes vientos y frecuentes nevadas, lluvias invernales y heladas. Los suelos se han desarrollado sobre ceniza volcánica y tienen una alta capacidad de retención de agua. La Estepa Patagónica es una eco-región casi exclusiva de Argentina y presenta un clima frío y seco, con características de semidesierto. La temperatura media anual es del orden de 10 °C y la precipitación media anual no supera los 210 mm. Los suelos son pedregosos y pobres en materia orgánica. La eco-región Monte de Llanuras y Mesetas presenta un clima templado-árido, una temperatura media anual de 12 °C y escasas precipitaciones. Los suelos también son pedregosos y muy pobres en materia orgánica (Burkart et al., 1999; IGN-CONAE, 2010).

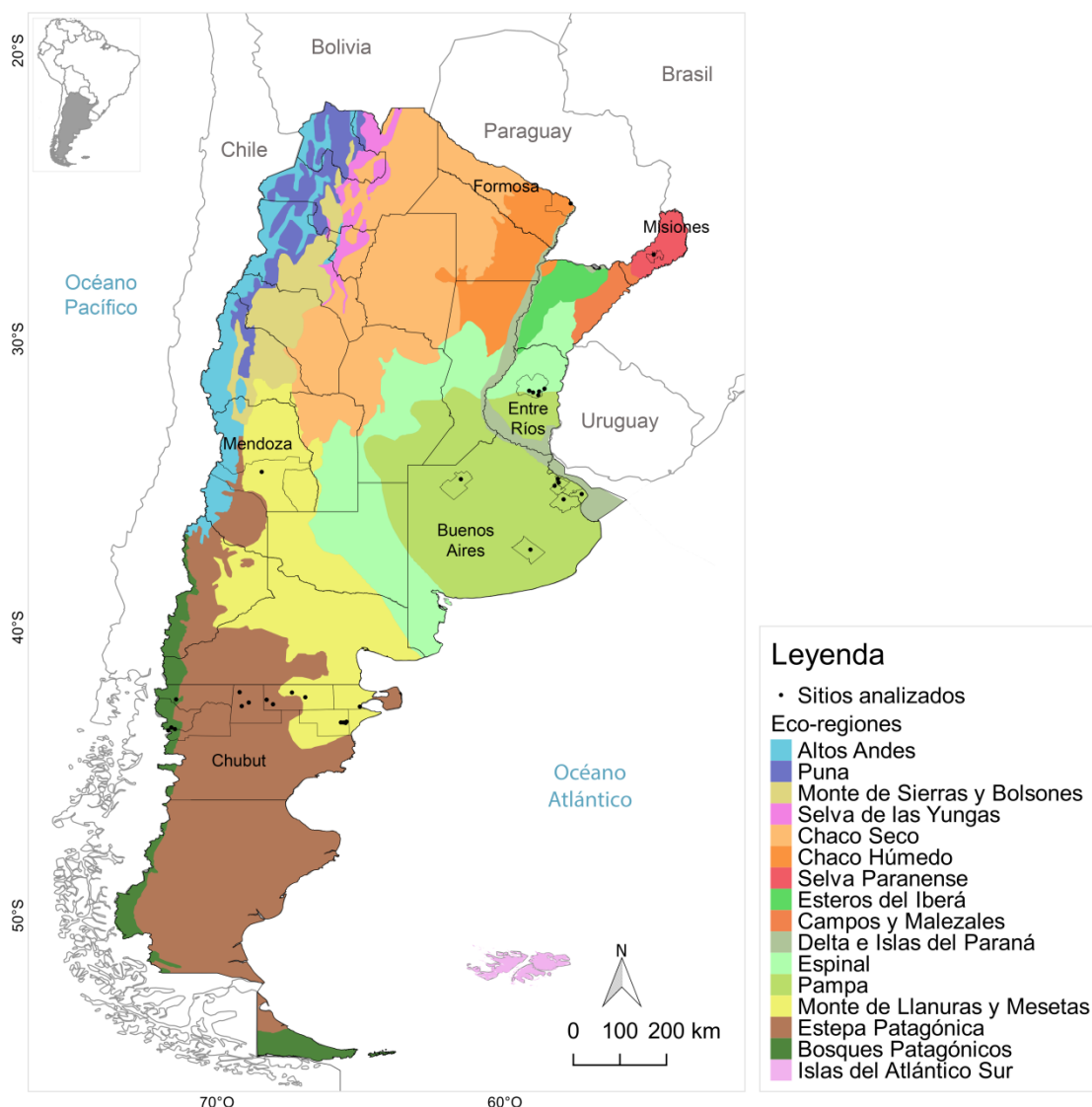
En la provincia de Entre Ríos se incluyeron las localidades de Villaguay, Villa Clara, Ingeniero Sajaroff, Jubileo y Paso de la Laguna (departamento de Villaguay). Estos sitios se encuentran en la eco-región Espinal, con excepción de Ingeniero Sajaroff que se ubica en la eco-región Pampa. Sin embargo, esta última se localiza a solo 4 km del límite entre estas eco-regiones. Los sitios analizados están rodeados de islas y tierras anegadizas. Presentan temperaturas medias de aproximadamente 20 °C y abundantes precipitaciones que varían entre 1000-1400 mm (Burkart et al., 1999).

En la provincia de Formosa, el muestreo se realizó en Clorinda (departamento de Pilcomayo), una ciudad ubicada en la eco-región Chaco Húmedo. Presenta un clima subtropical cálido y una amplitud térmica estacional muy marcada. La temperatura media anual es 23 °C y las lluvias son uniformes durante todo el año, pudiendo superar los 1200 mm anuales. Los suelos son arcillo-limosos con drenaje pobre a imperfecto (Burkart et al., 1999).

En Mendoza, el muestreo se llevó a cabo en la ciudad de San Rafael (departamento de San Rafael), ubicada en la eco-región Monte de Llanuras y Mesetas. Presenta un clima templado-seco semiárido, una temperatura media anual de 15 °C y amplitudes térmicas marcadas. Las precipitaciones medias anuales son cercanas a los 300 mm (Burkart et al., 1999).

En la provincia de Misiones, el sitio de muestreo fue la localidad de Aristóbulo del Valle (departamento de Cainguás) que pertenece a la eco-región Selva Paranense. Presenta un clima tropical-subtropical templado sin estación seca, una temperatura media anual de 20 °C y precipitaciones anuales que fluctúan entre 1600-2000 mm. Los suelos rojos, característicos de la región, son ricos en óxidos de hierro y aluminio; suelen ser profundos, bien a moderadamente drenados y con una amplia cobertura vegetal (Burkart et al., 1999).

Figura 2. Área de estudio. Ubicación geográfica de los sitios de muestreo en cada provincia pertenecientes a diferentes eco-regiones de Argentina



Poblaciones analizadas

Se realizó un estudio transversal que incluyó a 3937 niños y jóvenes de ambos sexos (50,5% mujeres y 49,5% varones) y menores de 14 años de edad.

El número de participantes y el año del relevamiento fueron diferentes entre provincias debido a que además de los datos relevados para el presente trabajo de tesis, también fueron incluidos aquellos derivados de investigaciones realizadas a partir de proyectos de investigación y trabajos de tesis (Zonta, 2010; Garraza, 2013) llevados a cabo en el Laboratorio de Epidemiología Parasitaria del Centro de Estudios Parasitológicos y de Vectores (CEPAVE). A continuación se detalla el número de

participantes (n) y el año de recolección de muestras en cada provincia: Buenos Aires (n = 1411; 2005-2008 y 2010-2016); Chubut (n = 377; 2010-2013 y 2017); Entre Ríos (n = 268; 2010-2012); Formosa (n = 114; 2014); Mendoza (n = 752; 2008-2011); y Misiones (n = 1015; 2005-2008). En particular, en la transecta delimitada en Chubut, la mayoría de los individuos analizados pertenecían a la ciudad de Puerto Madryn (n = 174) y el resto, a los demás sitios de muestreo (62 a Gaiman, 71 a los departamentos de Gastre y Telsen, y 70 a los departamentos de Languiño, Cushamen y Futaleufú). La Figura 3 muestra las poblaciones analizadas en las diferentes provincias.

Figura 3. Poblaciones de estudio. Viviendas y entorno inmediato en Buenos Aires (a), Chubut (b), Entre Ríos (c), Formosa (d), Mendoza (e) y Misiones (f)

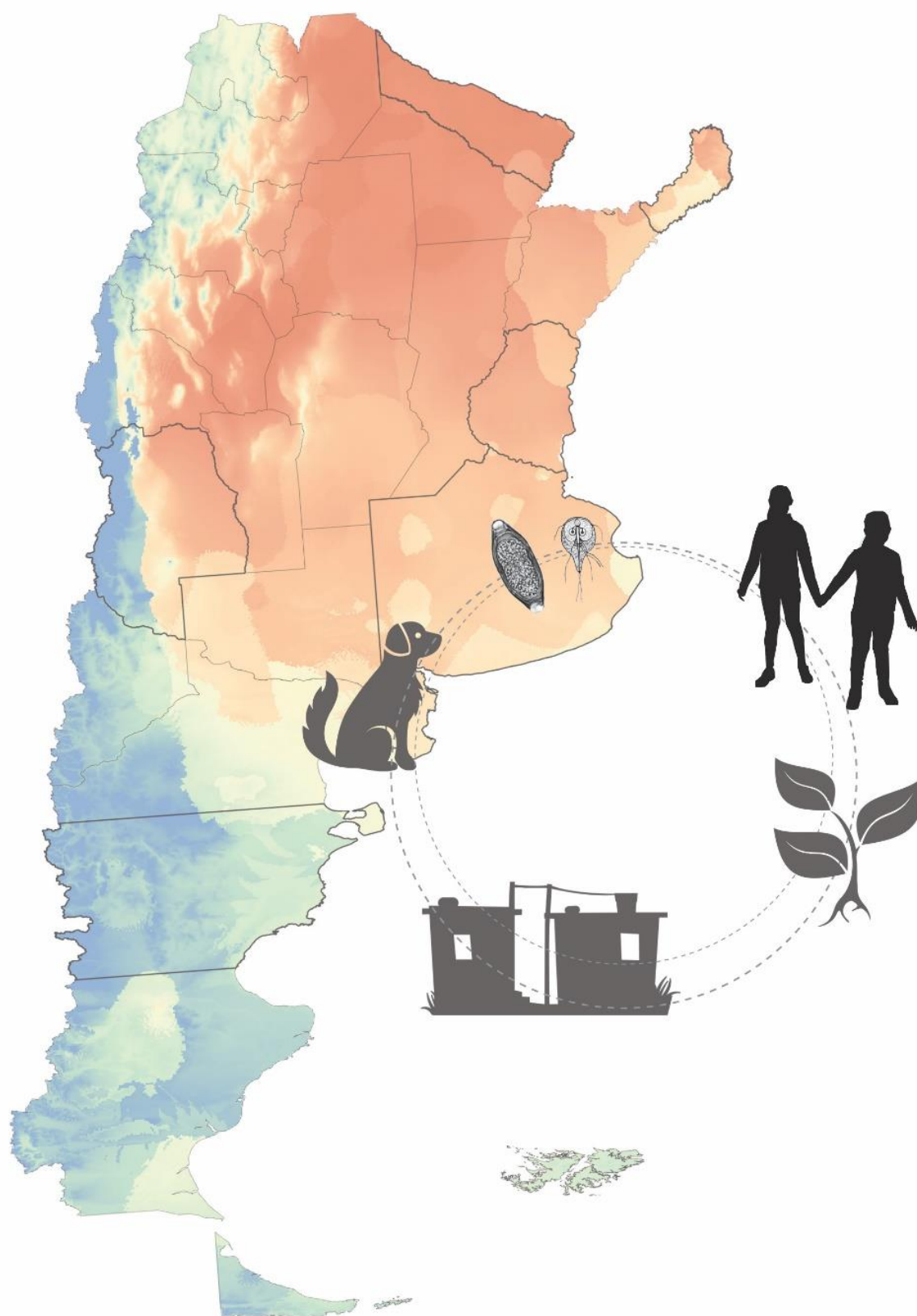


Aspectos éticos

Las investigaciones llevadas a cabo sobre los niños y jóvenes se desarrollaron sin afectar la integridad física, psíquica y moral de los participantes, con resguardo de su identidad y consentimiento oral y escrito firmado por padres o tutores. El estudio se ajustó a lo establecido en la Declaración Universal de los Derechos Humanos de 1948, las normas éticas instituidas por el Código de Núremberg de 1947 y la Declaración de Helsinki de 1964 y sucesivas enmiendas, atendiéndose especialmente a lo normado por el artículo 5° del Decreto Reglamentario de la Ley Nacional 25326.

Capítulo I

PARASITOSIS INTESTINALES EN LA POBLACIÓN INFANTO-JUVENIL



1. Capítulo I: Parásitos intestinales en poblaciones infanto-juveniles

Los objetivos del presente capítulo fueron:

- Diagnosticar y evaluar los parásitos intestinales en diferentes poblaciones infanto-juveniles de Argentina (apartado 1.A).
- Implementar técnicas coproparasitológicas que aumenten la sensibilidad del diagnóstico (apartado 1.B).

1.A. Parasitosis intestinales

Introducción

Las parasitosis intestinales más comunes en la población humana son aquellas asociadas principalmente a la falta de sanidad ambiental y a los inadecuados hábitos higiénicos de la población (Utzinger et al., 2012).

Las parasitosis intestinales causadas por protozoos (e.g. *Blastocystis* sp., *Entamoeba* spp., *G. lamblia*) se transmiten a través de la ingestión de quistes presentes en agua y alimentos contaminados. En el intestino, estos quistes se transforman en trofozoítos, los cuales absorben nutrientes, se reproducen y se enquistan para ser eliminados junto con las heces. Por otra parte, la mayoría de las parasitosis intestinales causadas por helmintos se transmiten por la ingestión de huevos infectivos a través de alimentos y agua contaminados (e.g. *A. lumbricoides*, *H. nana*) o por la penetración cutánea de las larvas presentes en el suelo (i.e. ancylostomideos, *S. stercoralis*) (Socias et al., 2014). En el intestino se alimentan y absorben nutrientes; y los adultos se reproducen, eliminándose los huevos y larvas junto con las heces. En el caso de *E. vermicularis*, los huevos de este helminto no salen junto con la materia fecal, sino que son depositados por la hembra en los márgenes perianales durante la noche. De este modo, se transmiten principalmente por la ingestión a través de las manos y objetos contaminados (Cazorla et al., 2006). El ciclo de vida y modo de transmisión parasitaria determinan la necesidad de realizar análisis seriados de materia fecal y escobillado anal, que permitan el diagnóstico de las diferentes formas evolutivas.

Algunos estudios preliminares han referido que las infecciones parasitarias son indicadoras de las condiciones ecológicas y socio-económicas de la población (Navone et al., 2006; Gamboa et al., 2014). Del mismo modo, Fernández-Niño et al.

(2017) indicaron que el parasitismo múltiple o la infección simultánea de diversas especies, es el resultado de la conjunción de factores determinantes que facilitan la co-ocurrencia de diversos parásitos. En este contexto, numerosos autores han mostrado la problemática parasitológica en poblaciones humanas bajo diferentes condiciones ambientales y socio-económicas (Zonta, 2010; Gamboa et al., 2011; Molina et al., 2011; Dib et al., 2012; Garbossa et al., 2013; Garraza, 2013; Macchioni et al., 2015; Forson et al., 2018).

En virtud del primer objetivo planteado, en este apartado se estiman las prevalencias de infección parasitaria en las diferentes poblaciones y se comparan entre las provincias analizadas.

Metodología

Encuentros informativos

El trabajo comenzó con encuentros bajo la modalidad de taller en establecimientos educativos y en centros comunitarios y de salud con la finalidad de generar espacios de intercambio con niños, padres, tutores, docentes, personal médico-sanitario, bioquímicos y veterinarios (Figura 4). Mediante la participación activa de todos los asistentes, se debatió acerca de la biología y modos de transmisión de los parásitos intestinales y estrategias de prevención y control de las parasitosis. Se utilizaron láminas mostrando los ciclos de vida de los parásitos más frecuentes en el área, trípticos en formatos diferentes (protozoos, helmintos y zoonosis parasitarias) y ejemplares de parásitos para facilitar la observación de las diversas formas, identificarlas y contrastar con el conocimiento local.

En el marco de estos encuentros, se ofreció realizar el análisis parasitológico y se repartieron dos frascos por participante para la recolección seriada de muestras de heces y de escobillado anal. Las muestras fueron recolectadas por los padres o tutores de los participantes con una previa instrucción verbal y escrita.

Posteriormente, se entregaron informes grupales a las autoridades escolares y certificados individuales a cada padre o tutor. Los individuos que presentaron alguna parasitosis fueron derivados a los centros de salud más cercanos a su domicilio para el tratamiento correspondiente por parte del personal médico.

Figura 4. Encuentros informativos. Talleres con niños (a-c) y adultos (d-e); y material entregado para el análisis coproparasitológico (f)



Procesamiento y diagnóstico parasitológico

Las muestras de materia fecal fueron conservadas en formol 10% y posteriormente, fueron homogeneizadas, filtradas y procesadas mediante la técnica de Ritchie. Como técnica complementaria, en algunas muestras se aplicó una técnica de flotación (Willis o Sheather) y en particular, las muestras pertenecientes a la ciudad de Puerto Madryn (Chubut) se procesaron mediante la técnica FLOTAC Pellet (OMS, 1991; Cringoli et al., 2010; Kaminsky, 2014). Por otra parte, los escobillados anales, recogidos cada mañana de los márgenes perianales mediante una gasa estéril, fueron agitados vigorosamente y centrifugados a 1500 rpm durante 10 min (OMS, 1991; Pezzani et al., 2004). Estas técnicas son explicadas con mayor detalle en el apartado 1.B “Técnicas de diagnóstico parasitológico”.

Se realizaron coloraciones temporarias con Lugol y coloraciones permanentes de Ziehl Neelsen cuando fue necesario. Las muestras fueron examinadas bajo microscopio óptico a 100x, 400x y 1000x (OMS, 1994; Ash y Orihel, 2013).

Análisis de datos

Se calculó la prevalencia (número de individuos parasitados sobre el total de individuos analizados), y el porcentaje de monoparasitismo (número de individuos con

una sola especie parásita sobre el total de individuos parasitados) y de parasitismo múltiple (número de individuos con dos o más especies parásitas sobre el total de individuos parasitados). La asociación estadística entre pares de especies con un modo de transmisión similar se realizó mediante las pruebas de Chi al cuadrado (χ^2) o Fisher Exacto (en caso de valores esperados menores de cinco) con un p valor < 0,05.

Los porcentajes de parasitosis en cada provincia se calcularon tomando en cuenta el número de individuos analizados en cada una (Buenos Aires = 1411, Chubut = 377, Entre Ríos = 268, Formosa = 114, Mendoza = 752, Misiones = 1015). La comparación entre provincias se realizó mediante la prueba de diferencia de proporciones considerando un p valor ajustado de 0,003. Además, se obtuvieron los valores de odds ratio (OR) y sus respectivos intervalos de confianza de 95% (95% IC) mediante análisis de regresión logística. Odds ratio es una medida de asociación utilizada en los estudios epidemiológicos transversales y representa la proporción de veces que un evento ocurra dada una exposición en particular frente al riesgo que no ocurra en ausencia de esa exposición (Ott y Longnecker, 2010).

Los análisis estadísticos se realizaron utilizando el software R (R Core Team, 2015).

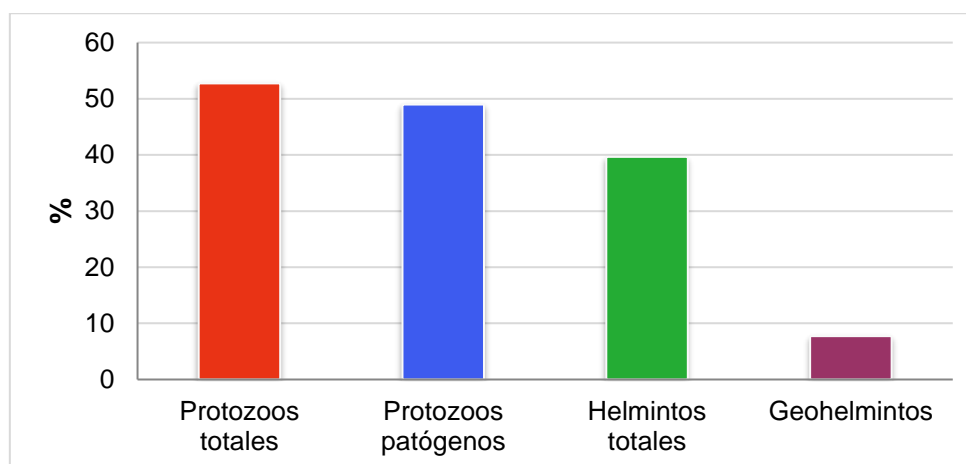
Criterios de inclusión y exclusión

Todos los niños y jóvenes analizados participaron voluntariamente y contaron con el consentimiento verbal y escrito de sus padres o tutores. Fueron excluidos aquellos individuos que hubieran estado bajo tratamiento antiparasitario al momento de realizar el estudio.

Resultados

Del total de individuos analizados, el 66,9% (2633/3937) estuvo parasitado por al menos una especie parásita. La infección por protozoos fue más frecuente respecto de la infección por helmintos (52,7% y 39,6%, respectivamente). Asimismo, el 49% de los individuos presentaron protozoos patógenos (*Blastocystis* sp., *Cryptosporidium* spp., *E. histolytica/dispar*, *G. lamblia*) y el 7,7% geohelmintos (Figura 5).

Figura 5. Prevalencia de protozoos totales, protozoos patógenos, helmintos totales y geohelmintos en las poblaciones analizadas



Se hallaron 17 especies parásitas y las más prevalentes fueron *Blastocystis* sp. (42,2%), *E. vermicularis* (33,6%) y *G. lamblia* (17%). *Entamoeba coli* fue la especie no patógena más prevalente (12,9%). Entre los geohelmintos, los ancylostomideos fueron los más frecuentes (4,3%) seguidos por *S. stercoralis* (3%) (Tabla 1).

Tabla 1. Prevalencia de especies parásitas en los individuos analizados

Parásitos	Frecuencia	
	No.	%
Protozoos		
Patógenos		
<i>Blastocystis</i> sp.	1660	42,2
<i>Cryptosporidium</i> spp.	1	0,03
<i>Entamoeba histolytica/dispar</i>	4	0,1
<i>Giardia lamblia</i>	668	17,0
No patógenos		
<i>Chilomastix mesnili</i>	20	0,5
<i>Dientamoeba fragilis</i>	2	0,1
<i>Endolimax nana</i>	245	6,2
<i>Entamoeba coli</i>	508	12,9
<i>Enteromonas hominis</i>	41	1,0
<i>Iodamoeba bütschlii</i>	33	0,8
Helmintos		
No geohelmintos		
<i>Enterobius vermicularis</i>	1321	33,6
<i>Hymenolepis nana</i>	125	3,2
<i>Taenia</i> spp.	3	0,1
Geohelmintos		
Ancylostomideos	170	4,3
<i>Ascaris lumbricoides</i>	71	1,8
<i>Strongyloides stercoralis</i>	117	3,0
<i>Trichuris trichiura</i>	26	0,7

El parasitismo múltiple fue mayor respecto del monoparasitismo (53,3% y 46,7%, respectivamente) y se halló hasta un máximo de ocho especies parásitas en un mismo individuo. Las especies que mostraron una asociación estadísticamente significativa fueron *Blastocystis* sp./*G. lamblia*, *Blastocystis* sp./*H. nana*, *A. lumbricoides*/*T. trichiura* y ancylostomideos/*S. stercoralis* ($p < 0,01$).

Respecto del análisis entre las provincias estudiadas, se halló que la parasitosis fue mayor en Misiones (82,1%) y en Formosa (78,1%) y, por el contrario, menor en Chubut (38,7%). Del mismo modo, el parasitismo múltiple fue mayor en Formosa (70,8%) y Misiones (64,6%), y menor en Chubut (28,8%) (Tabla 2). Al evaluar las proporciones de individuos infectados entre las poblaciones analizadas, se observaron diferencias significativas entre Misiones y Buenos Aires, entre Misiones y Entre Ríos, entre Formosa y Entre Ríos, entre Formosa y Mendoza, y entre Chubut y las demás provincias ($p < 0,003$). Asimismo, Chubut presentó un menor riesgo de infección parasitaria respecto del resto de las provincias (Tabla 3). En este sentido, los valores de OR más altos se observaron en Misiones (OR = 7,2) y en Formosa (OR = 5,6).

Tabla 2. Prevalencia de parasitosis intestinales y porcentaje de monoparasitismo y parasitismo múltiple en cada provincia

Provincias	Parasitosis ^a (No.)	Monoparasitismo ^b	Parasitismo múltiple ^b
Buenos Aires	66,8 (943)	50,9	49,1
Chubut	38,7 (146)	71,2	28,8
Entre Ríos	58,6 (157)	61,8	38,2
Formosa	78,1 (89)	29,2	70,8
Mendoza	61,8 (465)	48,8	51,2
Misiones	82,1 (833)	35,4	64,6

^a Porcentaje calculado según el número de individuos analizados en cada provincia: Buenos Aires (n = 1411), Chubut (n = 377), Entre Ríos (n = 268), Formosa (n = 114), Mendoza (n = 752) y Misiones (n = 1015); ^b Porcentaje calculado según el número de individuos parasitados en cada provincia.

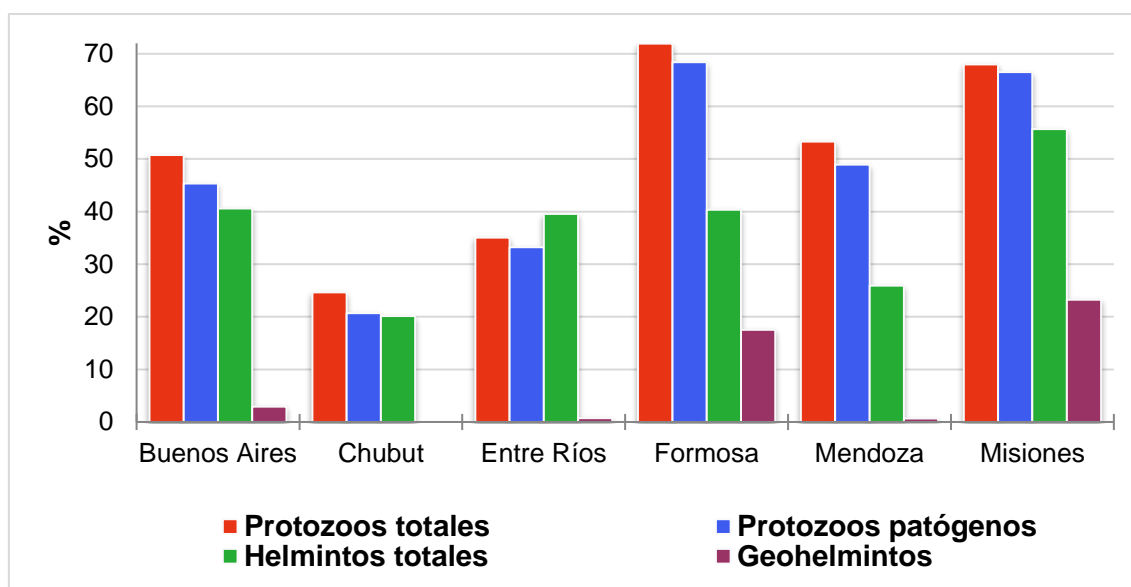
Tabla 3. Riesgo de infección parasitaria en cada provincia

Provincias	β	DE	OR (95% IC)	p valor
Chubut			Referencia	
Buenos Aires	1,1	0,1	3,2 (2,5-4,0)	< 0,001
Entre Ríos	0,8	0,2	2,2 (1,6-3,1)	< 0,001
Formosa	1,7	0,2	5,6 (3,5-9,2)	< 0,001
Mendoza	0,9	0,1	2,6 (1,9-3,3)	< 0,001
Misiones	1,9	0,1	7,2 (5,6-9,4)	< 0,001

Referencias: β , coeficiente de regresión; DE, desvío estándar; OR: odds ratio; IC: intervalo de confianza.

La prevalencia de protozoos varió entre 24,7% y 71,9%, siendo superior en Formosa y Misiones respecto de las demás provincias ($p < 0,003$). Del mismo modo, la menor prevalencia de helmintos se observó en Chubut (20,2%) y la mayor, en Misiones (55,7%) ($p < 0,003$). El porcentaje de infección por geohelmintos osciló entre 0,7% y 23,3%, siendo más alto en Misiones y Formosa respecto de las demás provincias ($p < 0,003$). No se hallaron geohelmintos en Chubut (Figura 6).

Figura 6. Prevalencia de protozoos totales, protozoos patógenos, helmintos totales y geohelmintos en cada provincia



La prevalencia de cada especie parásita por provincia se muestra en la Tabla 4. Entre los protozoos, *Chilomastix mesnili*, *Endolimax nana*, *E. coli* y *G. lamblia* fueron más frecuentes en Formosa y *Enteromonas hominis* en Buenos Aires. Asimismo, *Cryptosporidium* spp. y *Dientamoeba fragilis* sólo se hallaron en Buenos Aires. Por otro lado, *Blastocystis* sp., *E. histolytica/dispar* e *Iodamoeba bütschlii* fueron más frecuentes en Misiones. Respecto de los helmintos, los porcentajes de *E. vermicularis* fueron mayores en Misiones y los de *H. nana* en Formosa. Sólo se hallaron huevos de *Taenia* spp. en Misiones. Entre los geohelmintos, los ancylostomideos y *S. stercoralis* fueron más frecuentes en Misiones, y *A. lumbricoides* y *T. trichiura* en Formosa.

Tabla 4. Prevalencia de especies parásitas en cada provincia

Parásitos	Provincias					
	Buenos Aires	Chubut	Entre Ríos	Formosa	Mendoza	Misiones
Protozoos						
Patógenos						
<i>Blastocystis</i> sp.	36,4	17,5	27,2	57,9	44,7	59,6
<i>Cryptosporidium</i> spp.	0,1	--	--	--	--	--
<i>E. histolytica/dispar</i>	--	--	--	--	0,1	0,3
<i>G. lamblia</i>	15,9	6,1	11,9	37,7	18,8	20,2
No patógenos						
<i>C. mesnili</i>	0,7	--	--	0,9	0,5	0,5
<i>D. fragilis</i>	0,1	--	--	--	--	--
<i>E. nana</i>	8,6	2,4	4,5	14,0	2,7	6,5
<i>E. coli</i>	13,0	6,4	5,6	21,1	14,6	14,9
<i>E. hominis</i>	2,2	0,8	0,4	--	--	0,6
<i>I. bütschlii</i>	0,8	--	1,1	0,9	0,5	1,4
Helmintos						
No geohelmintos						
<i>E. vermicularis</i>	36,9	19,6	38,4	19,3	24,6	41,0
<i>H. nana</i>	3,3	0,5	1,1	12,3	1,1	5,0
<i>Taenia</i> spp.	--	--	--	--	--	0,3
Geohelmintos						
Ancylostomideos	--	--	--	2,6	0,4	16,2
<i>A. lumbricoides</i>	2,4	--	--	7,9	0,3	2,6
<i>S. stercoralis</i>	0,2	--	--	0,9	--	11,1
<i>T. trichiura</i>	1,1	--	0,7	7,0	--	--

Respecto de la transecta delimitada en Chubut, se observó que el 24,4% de los individuos del este de la provincia (departamentos de Gaiman y Biedma), el 8% del centro (departamentos de Gastre y Telsen) y el 6,4% del oeste (departamentos de Languiño, Cushamen y Futaleufú) estuvieron parasitados por al menos una especie parásita. Por otro lado, se observó la misma tendencia para la infección por protozoos, siendo mayor la prevalencia en el este (14,6%) respecto del centro (6,4%) y del oeste (3,7%). Sin embargo, las diferencias fueron estadísticamente no significativas ($p > 0,05$).

Discusión

El presente capítulo muestra la distribución de las parasitosis intestinales en las diferentes provincias estudiadas. Al respecto, aproximadamente el 67% de los individuos analizados estuvo parasitado por al menos una de las 17 especies halladas. Los parásitos más prevalentes fueron patógenos, siendo *Blastocystis* sp. el que presentó un mayor porcentaje (42,2%) seguido por *E. vermicularis* (33,6%) y *G. lamblia* (17%). En concordancia con otros estudios, prevalencias mayores a 50%

también han sido reportadas en Argentina y en otros países de América (Navone et al., 2006; Cañete et al., 2012; Dib et al., 2012; Rivero de R et al., 2012; Garbossa et al., 2013; Devera et al., 2014; Gamboa et al., 2014; Garraza et al., 2014; Santos et al., 2014; Zonta et al., 2014; Belleza et al., 2015; Rivero et al., 2017).

Por otra parte, se hallaron protozoos no patógenos como *C. mesnili*, *E. nana*, *E. coli*, *E. hominis* e *I. bütschlii*. La presencia de estas especies en las muestras fecales sugiere la posibilidad del riesgo de infección de los individuos por protozoos patógenos (e.g. *Blastocystis* sp., *Cryptosporidium* spp., *E. histolytica/dispar*, *G. lamblia*) dado que comparten un mismo modo de transmisión. Por este motivo, el hallazgo no debe ser subestimado debido a que los protozoos no patógenos presentan un importante rol en los estudios epidemiológicos como indicadores de contaminación fecal de alimentos y agua de consumo (Lacoste Laugart et al., 2012). Además, se hallaron todos los geohelminths reportados con importancia médico-sanitaria (i.e. *A. lumbricoides*, *T. trichiura*, ancylostomideos, *S. stercoralis*) (Prieto-Pérez et al., 2016). Las geohelmintiasis son endémicas de los países en vías de desarrollo y constituyen un indicador de las condiciones sanitarias y ecológicas del entorno de sus hospedadores (Traub et al., 2004).

Por otro lado, el parasitismo múltiple fue mayor respecto del monoparasitismo y un máximo de ocho especies parásitas fue observado en un mismo individuo. Las parasitosis múltiples pueden afectar aún más el estado de salud de las personas, especialmente cuando involucran especies patógenas (Machado et al., 2008). La co-ocurrencia de diferentes especies en un mismo individuo refleja el efecto de los factores ambientales, socio-económicos y culturales en la población analizada (Valencia et al., 2010).

Al evaluar las parasitosis entre las diferentes provincias, se observó una mayor prevalencia en el noreste argentino, presentando un valor de 82,1% en Misiones y 78,1% en Formosa; y, en contraste, se halló una menor prevalencia en Chubut (38,7%). Estos resultados concuerdan con otros estudios realizados en provincias del norte del país en las cuales hallaron prevalencias de enteroparasitosis altas que variaron entre 73% y 94,6% (Menghi et al., 2007; Milano et al., 2007; Dib et al., 2012). De igual manera, tanto los protozoos como los helmintos fueron más prevalentes en Formosa y en Misiones y, por el contrario, ambos tipos de parásitos fueron menos frecuentes en Chubut.

La mayor prevalencia de *Blastocystis* sp. se observó en Misiones (59,6%) y la menor, en Chubut (17,5%). *Blastocystis* sp. se distribuye en todo el mundo, siendo más frecuente en áreas tropicales y subtropicales. Este parásito se ha asociado con desórdenes intestinales (diarrea, inflamación intestinal, síndrome del intestino irritable,

colitis ulcerosa) y extraintestinales (urticaria y anemia ferropénica). Sin embargo, su papel como patógeno es aún controversial porque se desconoce si sólo se comporta como patógeno bajo determinadas circunstancias, por ejemplo, cuando coexiste con otros parásitos o si la carga parasitaria es elevada (del Coco et al., 2017).

Giardia lamblia mostró la prevalencia más alta en Formosa (37,7%) y la más baja en Chubut (6,1%). La giardiasis se distribuye en todo el mundo, principalmente en zonas de climas templados y cálidos, y varios autores han informado su presencia en Argentina (Soriano et al., 2005; Basualdo et al., 2007; Menghi et al., 2007). Esta especie es la principal causa de diarrea no viral ni bacteriana y afecta a millones de personas en el mundo principalmente a niños escolares y de guardería. Al igual que *Blastocystis* sp. y otros protozoos (*Cryptosporidium* spp., *E. histolytica/dispar*), la infección por *G. lamblia* es a través de la vía fecal-oral de manera directa (persona a persona) o indirecta por el consumo de agua o alimentos no seguros o el uso de objetos contaminados con quistes (Osman et al., 2016).

Respecto a *E. vermicularis*, se halló una elevada prevalencia en la mayoría de las provincias estudiadas, siendo mayor en Misiones (41%) y menor en Formosa (19,3%). Este parásito es cosmopolita y se encuentra distribuido desde las zonas árticas hasta las tropicales (Cazorla et al., 2006). Su presencia se asocia a la falta de hábitos higiénicos adecuados y por este motivo, afecta principalmente a la población infanto-juvenil que aún no ha fortalecido los hábitos higiénicos y en los que es frecuente la onicofagia (hábito de comerse las uñas) y el deficiente lavado de uñas y manos (Pezzani et al., 2004). Este parásito tiene importancia en la salud humana debido a la elevada morbilidad asociada, caracterizada por prurito anal, somnolencia y falta de concentración.

Hymenolepis nana se halló con mayor prevalencia en Formosa (12,3%) y menor en Chubut (0,5%). Es el único cestode que no requiere de un hospedador intermediario ya que el hombre alberga los estadios de larva y adulto simultáneamente. Sin embargo, la pulga, por ejemplo, puede cumplir el rol de hospedador intermediario. En consecuencia, la biología y particularidad del ciclo de vida de este cestode, hacen que sea un parásito frecuente en la población infantil más vulnerable (Juárez y Rajal, 2013).

Con respecto a los geohelminetos, Misiones presentó la máxima frecuencia (23,3%) y Entre Ríos y Mendoza, las menores (0,7%). Los geohelminetos están distribuidos en áreas tropicales y subtropicales, principalmente en países de África, Asia y América. La infección está favorecida por los hábitos higiénicos inadecuados, la falta de agua potable y de red cloacal, y por el analfabetismo (Prieto-Pérez et al., 2016). Al respecto, en Misiones se observó una mayor frecuencia de ancylostomideos

(16,2%) y *S. stercoralis* (11,1%); y en Formosa, los porcentajes más altos de *A. lumbricoides* (7,9%) y *T. trichiura* (7%). Estos parásitos son frecuentes en el noreste argentino debido a las condiciones climáticas del área así como también a los hábitos higiénicos y factores socio-económicos y culturales de la población (e.g. andar descalzos, contacto estrecho con el suelo), que favorecen la persistencia de estas especies (Navone et al., 2006; Zonta, 2010; Socías et al., 2014; Rivero et al., 2017). Por el contrario, en áreas geográficas donde las condiciones son menos favorables, la presencia de estos parásitos podría responder a las migraciones y hábitos de la población. Al respecto, Garraza (2013) indicó que los casos de ancylostomideos y *A. lumbricoides* en la población analizada de Mendoza, estuvieron asociados a familias inmigrantes de áreas endémicas y que trabajaban en los hornos de ladrillos, ambientes de suelos húmedos que permitieron la supervivencia parasitaria en áreas poco frecuentes. Por otra parte, no se hallaron especies de geohelminthos en Chubut. En concordancia, Soriano et al. (2005) destacaron que la frecuencia de estas especies en el sur de Argentina es baja y al respecto, en un estudio realizado en la provincia de Neuquén, los niños que presentaban geohelminthiasis habían residido en los últimos años en el norte del país o en Bolivia.

En conclusión, algunas especies parasitarias muestran una amplia distribución mientras que otras mantienen una distribución geográfica específica. En este sentido, Argentina presenta una gran diversidad de suelos y condiciones climáticas y, en este escenario, es posible hallar parásitos que requieren condiciones muy diversas para su transmisión. El presente estudio mostró una alta heterogeneidad en la distribución de las parasitosis intestinales en las poblaciones infanto-juveniles estudiadas como reflejo de la diversidad biogeográfica y socio-económica del territorio argentino.

1.B. Técnicas de diagnóstico parasitológico

Introducción

La elección de los métodos de diagnóstico parasitológico depende de la variabilidad biológica y morfológica de las especies a examinar (Anécimo et al., 2012) y de la sensibilidad, precisión y costos de las técnicas a emplear (Barda et al., 2014; Cringoli et al., 2017).

Entre las técnicas copromicroscópicas, las de sedimentación utilizan soluciones con un peso específico (p.e.) más bajo que las formas parasitarias y de este modo, los parásitos se concentran en el sedimento. La técnica Ritchie es el método de sedimentación recomendado por los Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades, que permite el diagnóstico cualitativo de protozoos y helmintos a través de materia fecal fijada (CDC, 2018). Es fácil de operar, presenta una baja probabilidad de cometer errores técnicos y tiene una alta sensibilidad para el diagnóstico, principalmente de protozoos (Navone et al., 2005; Kaminsky, 2014; Cringoli et al., 2017).

Por otro lado, la técnica FLOTAC es un método novedoso utilizado para la detección de protozoos y helmintos (Steinmann et al., 2012; Barda et al., 2014; Maurelli et al., 2014). Es una técnica cualitativa y cuantitativa que permite el diagnóstico a través de materia fecal fresca o fijada, combinando una alta sensibilidad y precisión. Este método se basa en la centrifugación de la materia fecal en una solución flotante con un peso específico determinado, y un posterior movimiento de traslación de la porción apical de la suspensión que contiene a los parásitos (Cringoli et al., 2010).

Por otro lado, existen métodos más específicos para el diagnóstico de *E. vermicularis*, como la prueba de Graham y los escobillados anales (Cazorla-Perfetti, 2014). A pesar de que esta especie es una de las más frecuentes en la población infanto-juvenil, en algunos casos, su prevalencia ha sido subestimada debido a que sólo se aplican técnicas coproparasitológicas para su detección (Cazorla et al., 2006).

La totalidad de las muestras fecales incluidas en la presente tesis fueron procesadas mediante la técnica Ritchie debido a que un estudio previo realizado en el CEPAVE demostró que esta técnica presentó un mayor rendimiento respecto de otros métodos, tales como Carles-Barthelemy y Willis (Navone et al., 2005). Por otra parte, la técnica FLOTAC es una técnica creada recientemente en la Universidad “Federico II” (Nápoles, Italia), la cual ha provisto la capacitación y los elementos necesarios para su implementación en el Laboratorio. De este modo, el objetivo del presente apartado

fue implementar la técnica FLOTAC como una técnica de diagnóstico de alta sensibilidad. Para ello y en virtud de tomar la decisión de su implementación en futuros estudios del equipo de trabajo, se ha comparado su rendimiento con el de Ritchie. Por otra parte, se utilizó la técnica de escobillados anales para el diagnóstico de *E. vermicularis*.

Metodología

Relevamiento de muestras

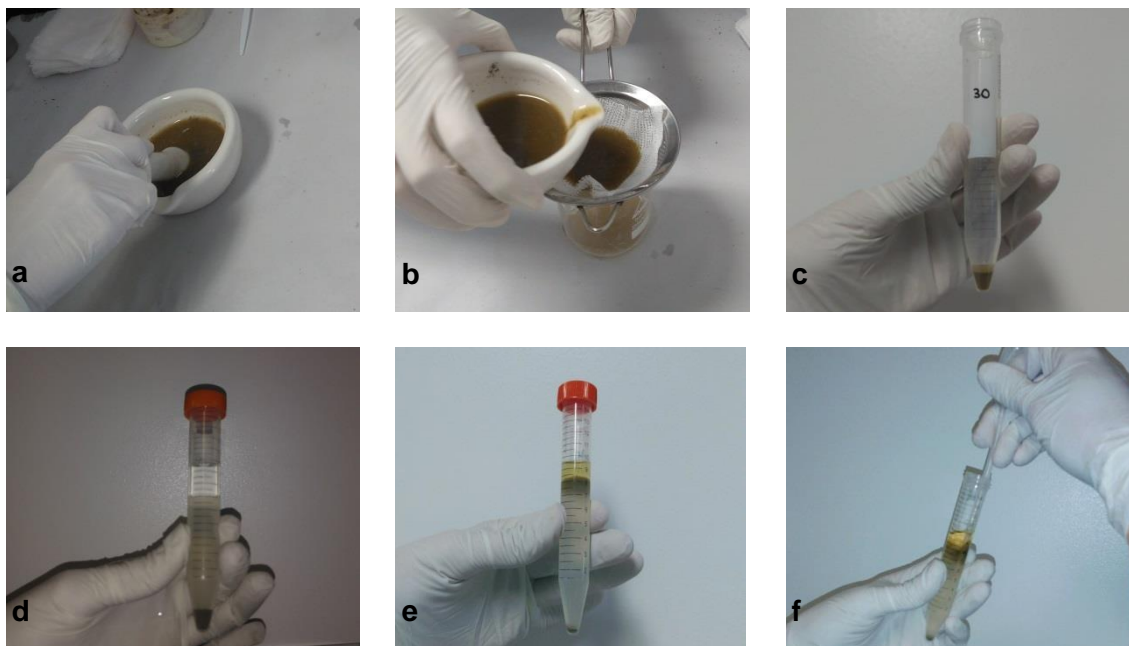
Se analizaron 174 muestras de materia fecal y escobillados anales de individuos de la ciudad de Puerto Madryn (Chubut). El tamaño de la muestra calculado fue 166. Para este cálculo se tuvo en cuenta una prevalencia de 38% observada en los demás sitios analizados de Chubut, previos al muestreo de Puerto Madryn. Además, se consideró obtener al menos 100 individuos positivos, una potencia de diagnóstico de 80% y una diferencia entre técnicas diagnósticas del 20%. El nivel de confianza utilizado fue del 95%.

Técnicas de laboratorio

Las muestras fueron conservadas en formol 5% a temperatura ambiente durante 20 días antes del procesamiento. Todas fueron homogeneizadas, filtradas y procesadas mediante las técnicas Ritchie y FLOTAC.

La técnica Ritchie se llevó a cabo mediante el procedimiento estándar con una centrifugación inicial para obtener un sedimento más claro (OMS, 1991; Kaminsky, 2014). De este modo, se centrifugaron 10 ml de la suspensión filtrada y al sedimento resultante, se le agregó 7 ml de formol y 3 ml de acetato de etilo. Los tubos fueron agitados vigorosamente y centrifugados. El tapón formado fue removido cuidadosamente y el sedimento se observó bajo microscopio óptico (Figura 7).

Figura 7. Técnica Ritchie. Homogeneización (a); filtración (b); primera centrifugación y descarte del sobrenadante (c); adición del formol y acetato de etilo (d); segunda centrifugación (e); y remoción del tapón (f)



La técnica FLOTAC se realizó mediante el método FLOTAC Pellet debido a que las muestras estaban fijadas en formol y se desconocía su peso (Cringoli et al., 2010; Rinaldi et al., 2012). En estas circunstancias, el peso de la materia fecal se infiere a través del peso del sedimento luego de centrifugar el filtrado de materia fecal. De este modo, se centrifugaron 12 ml de la suspensión filtrada y se pesó el sedimento resultante. Se agregaron 12 ml de agua y se calculó el volumen contenido en 0,3 g de sedimento, transfiriéndolo a dos tubos. Posteriormente, los tubos se centrifugaron y se descartaron los sobrenadantes. Los tubos fueron completados hasta 6 ml con dos soluciones flotantes (SF): SF2 (solución saturada de cloruro de sodio, p.e. = 1,2) y SF3 (sulfato de zinc, p.e. = 1,2). Cada suspensión fue homogeneizada y transferida a una de las cámaras de flotación del aparato FLOTAC. El aparato se centrifugó y posteriormente, se realizó la traslación de la parte apical de las cámaras de flotación. Cada cámara fue observada bajo microscopio óptico (Figuras 8, 9 y 10).

Figura 8. Aparato FLOTAC



Figura 9. Técnica FLOTAC Pellet. Homogeneización (a); filtración (b); centrifugación, descarte del sobrenadante y peso del sedimento (c); adición de agua al sedimento (d); transferencia del volumen calculado a dos tubos (e); centrifugación, descarte del sobrenadante y adición de soluciones flotantes (f); llenado de las cámaras de flotación (g), centrifugación del aparato (h); y traslación de la parte apical del aparato (i)

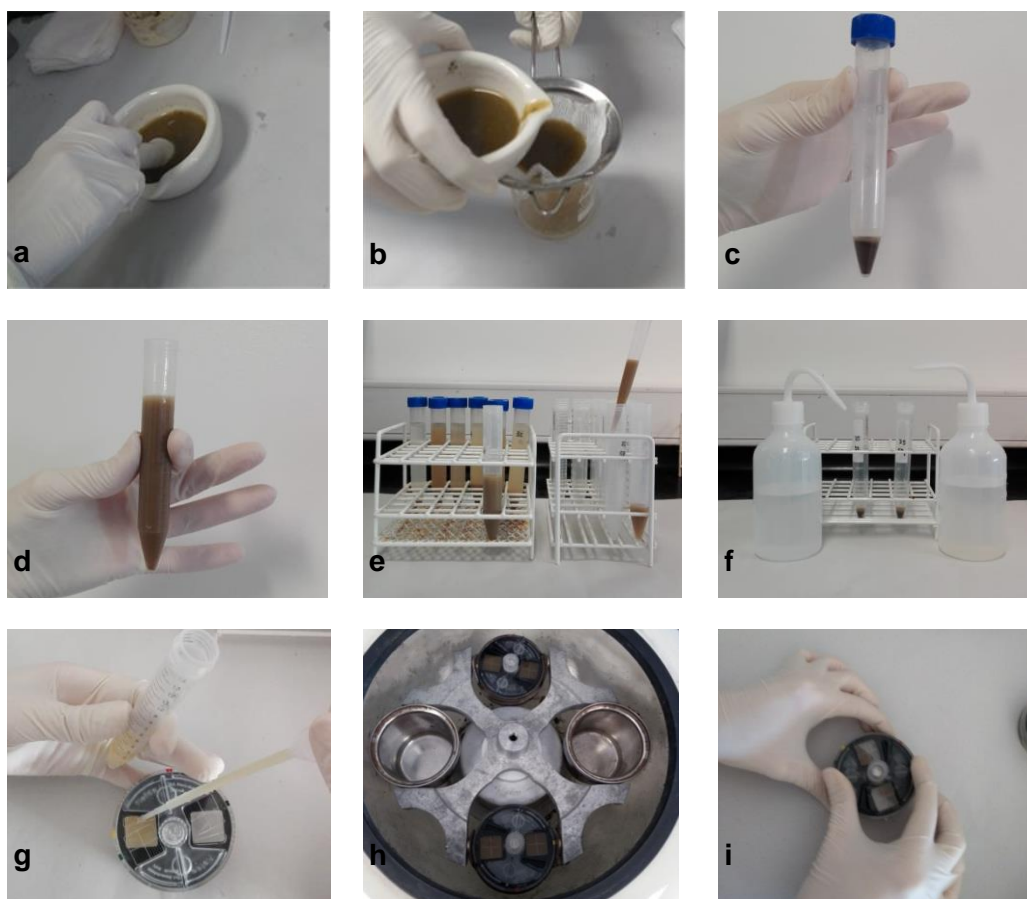


Figura 10. Detalle de la translación de la parte apical del aparato FLOTAC. Nótese que el aparato tiene una marca amarilla y una roja, que sirven de guía para el movimiento de translación. Aparato luego de la centrifugación (a); translación desde la marca amarilla hacia la roja (b); y parte apical totalmente desplazada hacia la marca roja (c)



Los escobillados anales se procesaron mediante el método recomendado por OMS (1991). Los frascos fueron agitados vigorosamente y transferidos a tubos de 15 ml. Se centrifugaron a 1500 rpm durante 10 minutos y el sedimento resultante fue observado bajo microscopio óptico (Figura 11).

Figura 11. Técnica de escobillado anal. Agitación del frasco (a); transferencia de la suspensión al tubo, centrifugación y descarte del sobrenadante (b); y observación bajo microscopio del sedimento en búsqueda de *Enterobius vermicularis* (c)



La identificación de los parásitos se realizó mediante las características morfológicas (Ash y Orihel, 2013). Los huevos de helmintos con ciclo de transmisión fecal-oral fueron detectados y contados con la técnica de FLOTAC Pellet. Para estimar el número de huevos por gramos de heces (hpg), el número de huevos hallados en cada cámara del aparato fue multiplicado por 4 (Cringoli et al., 2010).

Todas las muestras fueron observadas sin conocer el resultado de las otras técnicas.

Análisis de datos

Una muestra fue considerada positiva cuando fue positiva para cualquier técnica utilizada, y negativa cuando todos los métodos mostraron resultados negativos. La prueba de oro fue definida por la combinación de los resultados obtenidos a partir de las técnicas copromicroscópicas empleadas.

Se estimaron la sensibilidad, el valor predictivo negativo (VPN) y el índice Kappa (IK) para evaluar el rendimiento de Ritchie, FLOTAC Pellet con SF2 (SF2) y FLOTAC Pellet con SF3 (SF3). La sensibilidad fue definida como la proporción de verdaderos positivos entre los parasitados y el VPN como la proporción de los casos negativos entre los no parasitados. Se utilizaron intervalos de confianza de 95% (Agresti y Coull, 1998; Ott y Longnecker, 2010).

El IK fue clasificado como concordancia: pobre ($IK \leq 0$), leve ($IK = 0,01-0,2$), aceptable ($IK = 0,21-0,4$), moderada ($IK = 0,41-0,6$), considerable ($IK = 0,61-0,8$), y casi perfecta ($IK = 0,81-1$) (Sim y Wright, 2005).

Los análisis estadísticos se realizaron utilizando el software R (R Core Team, 2015).

Resultados

La técnica Ritchie detectó un mayor porcentaje de *Blastocystis* sp., *G. lamblia*, *E. coli* y *E. nana* respecto de las técnicas FLOTAC Pellet. Por otra parte, las técnicas FLOTAC Pellet detectaron el mayor número de individuos parasitados por *H. nana*. La técnica de escobillado anal permitió detectar un mayor número de individuos parasitados por *E. vermicularis* seguida por SF2 y SF3 (Figura 12). Asimismo, Ritchie fue la técnica más sensible para el diagnóstico de *Blastocystis* sp., *G. lamblia* y *E. coli* seguida por SF3 y SF2. Por el contrario, las técnicas FLOTAC Pellet fueron más sensibles para el diagnóstico de *H. nana*. Los VPN fueron mayores a 92% con todas las técnicas copromicroscópicas utilizadas (Tabla 5).

Figura 12. Prevalencia de parásitos intestinales detectados con las técnicas Ritchie, FLOTAC Pellet con SF2 (SF2), FLOTAC Pellet con SF3 (SF3) y escobillados anales (EA)

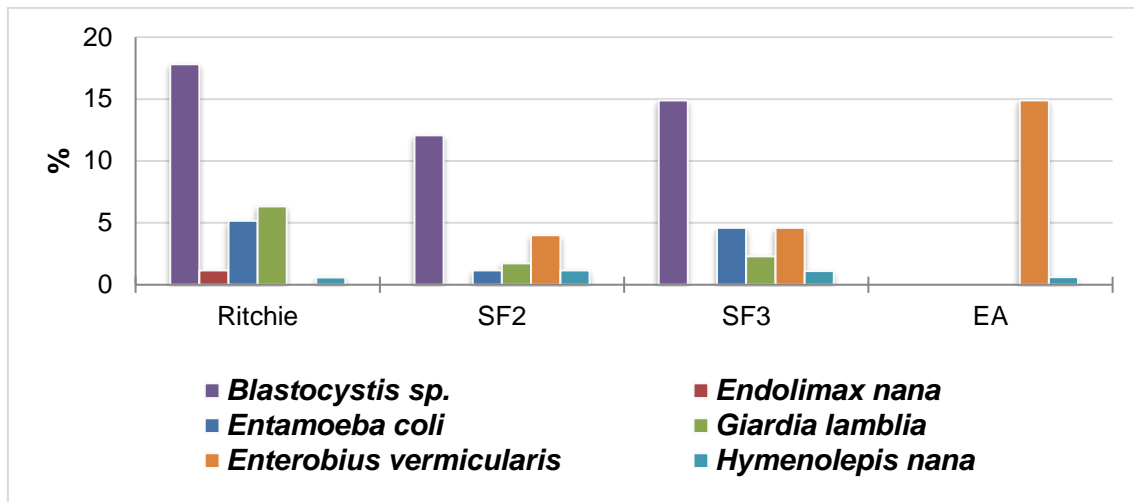


Tabla 5. Sensibilidad y valor predictivo negativo (VPN) de las técnicas Ritchie, FLOTAC Pellet con SF2 (SF2) y FLOTAC Pellet con SF3 (SF3)

Parásitos	No.; Sensibilidad (95% IC)			VPN (95% IC)		
	Ritchie	SF2	SF3	Ritchie	SF2	SF3
<i>Blastocystis</i> sp.	31; 93,9 (79,4-99,3)	29; 63,6 (46,6-77,9)	21; 78,8 (61,9-89,6)	98,6 (94,7-99,9)	92,2 (86,7-95,6)	95,3 (90,4-97,9)
<i>Giardia lamblia</i>	11; 100,0 (71,5-100,0)	3; 27,3 (9,2-57,1)	4; 36,4 (14,9-64,8)	100,0 (97,8-100,0)	95,3 (90,9-97,8)	95,9 (91,6-98,1)
<i>Entamoeba coli</i>	9; 90,0 (55,5-99,7)	2; 20,0 (4,6-52,1)	8; 80,0 (47,9-95,4)	99,4 (96,7-99,9)	95,3 (90,9-97,8)	98,8 (95,4-99,9)
<i>Hymenolepis nana</i>	1; 50,0 (9,4-90,5)	2; 100,0 (15,8-100,0)	2; 100,0 (15,8-100,0)	99,4 (96,8-99,9)	100,0 (97,8-100,0)	100,0 (97,8-100,0)

Los índices Kappa obtenidos entre las técnicas se muestran en la Tabla 6. El IK fue considerable para *Blastocystis* sp. entre Ritchie y SF2 (0,73) y entre SF2 y SF3 (0,73) y casi perfecto entre Ritchie y SF3 (0,81). Para la detección de *G. lamblia*, la concordancia fue moderada entre Ritchie y SF2 (0,41), entre Ritchie y SF3 (0,52), y entre SF2 y SF3 (0,56). El IK fue casi perfecto para *E. coli* entre Ritchie y SF3 (0,81) y aceptable entre SF2 y SF3 (0,38) y entre Ritchie y SF2 (0,35). Para la infección por *H. nana*, el IK fue considerable entre Ritchie y las técnicas de FLOTAC Pellet (0,66) y fue igual a 1 entre SF2 y SF3.

Debido a que *E. nana* y *E. vermicularis* no fueron detectados por todas las técnicas utilizadas, estas especies no se incluyeron en los análisis de sensibilidad y concordancia. Al respecto, *E. nana* fue observado solo en dos individuos mediante Ritchie (1,1%) y *E. vermicularis* fue hallado con los escobillados anales y FLOTAC (Figura 12). Los individuos positivos para *E. vermicularis* con FLOTAC presentaban resultados negativos con los escobillados anales.

Mediante la técnica FLOTAC se calcularon los hpg para los dos casos positivos de *H. nana*. Al respecto, en una de las muestras positivas, SF2 recuperó un mayor número de hpg respecto de SF3 (956 y 396, respectivamente). Por el contrario, en la otra muestra positiva se observaron 12 hpg con SF3 y 4 hpg con SF2.

Tabla 6. Índice Kappa entre las técnicas Ritchie, FLOTAC Pellet con SF2 (SF2) y FLOTAC Pellet con SF3 (SF3)

<i>Blastocystis</i> sp.	Ritchie	SF2	SF3
Ritchie		0,73	0,81
SF2	0,73		0,73
SF3	0,81	0,73	
<i>Giardia lamblia</i>	Ritchie	SF2	SF3
Ritchie		0,41	0,52
SF2	0,41		0,56
SF3	0,52	0,56	
<i>Entamoeba coli</i>	Ritchie	SF2	SF3
Ritchie		0,35	0,81
SF2	0,35		0,38
SF3	0,81	0,38	
<i>Hymenolepis nana</i>	Ritchie	SF2	SF3
Ritchie		0,66	0,66
SF2	0,66		1,00
SF3	0,66	1,00	

Discusión

Las técnicas copromicroscópicas empleadas en el presente estudio, permitieron observar las mismas especies parásitas, con excepción de *E. nana* que fue sólo

detectada con Ritchie y *E. vermicularis* que fue hallada con los escobillados anales y las técnicas de FLOTAC Pellet. Al comparar la sensibilidad de las diferentes técnicas para el diagnóstico de *Blastocystis* sp., *G. lamblia* y *E. coli*, se observó que Ritchie mostró el mayor valor. En un estudio realizado por Barda et al. (2013) se observó que Ritchie fue más sensible comparado con el examen directo y la técnica de Mini-Flotac para el diagnóstico de estos protozoos. Sin embargo, Becker et al. (2011) y Gualdieri et al. (2011) reportaron que FLOTAC con SF4 (nitrato de sodio, p.e. = 1,2) y SF7 (sulfato de zinc, p.e. = 1,35) fue más sensible que Ritchie para el diagnóstico de estas especies. Varios factores podrían explicar estas diferencias. Para las técnicas basadas en flotación, la SF utilizada puede afectar la visibilidad de los parásitos intestinales (Cringoli et al., 2010). Por lo tanto, la elección de la SF representa un importante paso en el diagnóstico de las parasitosis. En este estudio, se han utilizado las SF2 y SF3 que son recomendadas tanto para el diagnóstico de protozoos como de helmintos (Cringoli et al., 2017). Por otra parte, el tipo de conservante y el tiempo de fijación de las muestras fecales también pueden afectar el rendimiento de las técnicas. Los conservantes más comunes son el formol, el acetato de sodio-ácido acético-formaldehído (SAF) y mertiolate-iodo-formaldehído (MIF) (Utzinger et al., 2010; Becker et al., 2011). Sin embargo, el formol 5% produce mejores resultados que otros conservantes (Cringoli et al., 2010).

Por otra parte, las técnicas de FLOTAC Pellet revelaron una sensibilidad de 100% para la detección de *H. nana* y mostraron un mínimo de 4 hpg. En otro estudio, FLOTAC con SF3 fue la técnica más sensible para la detección de esta especie en heces humanas, seguida por FLOTAC SF4, SF1 (solución de Sheather, p.e. = 1,2) y SF2 (Steinmann et al., 2012). Basado en la evidencia de la alta sensibilidad para el diagnóstico de nematodos y trematodos, las técnicas FLOTAC han ganado importancia en el diagnóstico de parásitos intestinales en humanos (Utzinger et al., 2008; Knopp et al., 2011; Steinmann et al., 2012; Gerardi et al., 2018).

La concordancia entre técnicas fue variable (los IK variaron entre 0,35 y 1), pero generalmente se observó una concordancia considerable, principalmente entre las técnicas Ritchie y FLOTAC Pellet con SF3. Estos resultados sugieren que las técnicas copromicroscópicas empleadas en este estudio, podrían utilizarse para el diagnóstico de enteroparasitosis, incluso en áreas donde la prevalencia de parásitos intestinales es menor que 40%. En este caso, considerar las desventajas de cada técnica copromicroscópica sería también de ayuda para la evaluación de los métodos. Al respecto, Ritchie utiliza formol y acetato de etilo, los cuales son nocivos para la salud y el ambiente; no es un método cuantitativo e insume un tiempo de procesamiento mayor al empleado en otros métodos. La técnica FLOTAC requiere la

centrifugación de las muestras con diferentes rotores y, por lo tanto, se necesita de un laboratorio suficientemente equipado. Respecto a las soluciones de flotación necesarias, el sulfato de zinc es costoso, difícil de encontrar en algunos laboratorios y nocivo para el ambiente. Asimismo, la membrana externa de algunos parásitos (e.g. *E. coli*) puede alterarse por la acción de la SF. Por esta razón, los profesionales deben estar capacitados para la lectura del dispositivo (Becker et al., 2011; Cringoli et al., 2017).

Respecto a *E. vermicularis*, la ausencia o el escaso hallazgo de huevos en materia fecal sugiere que las técnicas coproparasitológicas no son indicadas para su diagnóstico y, por lo tanto, se debe emplear un método más específico como la técnica de escobillado anal. Sin embargo, mediante la aplicación de FLOTAC Pellet se hallaron huevos de *E. vermicularis* en muestras de materia fecal. A pesar de que los huevos no son eliminados con las heces, ellos podrían encontrarse en la primera porción de la materia fecal eliminada en la mañana (Jeandron et al., 2010). Ello evidencia que la técnica de FLOTAC tiene una mayor sensibilidad respecto de Ritchie para el diagnóstico de helmintos en general.

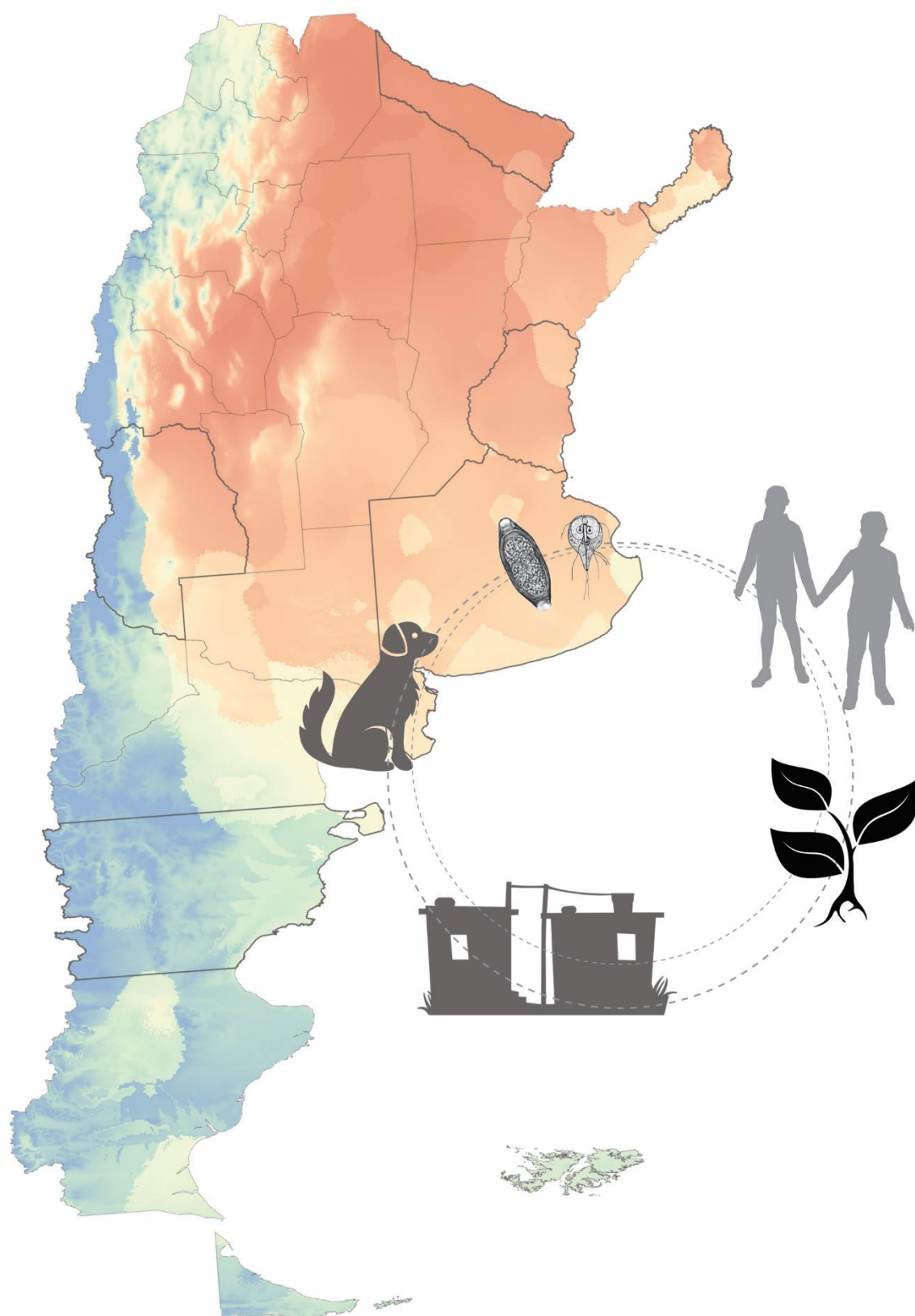
Los resultados afirman que las técnicas Ritchie y FLOTAC Pellet son recomendables como métodos coproparasitológicos complementarios para el diagnóstico de las parasitosis intestinales. Ritchie continúa siendo un método confiable para la detección de parásitos intestinales, principalmente de protozoos, y la técnica FLOTAC Pellet gana importancia en el diagnóstico de helmintos en poblaciones donde la prevalencia es baja. Sin embargo, estudios adicionales que prueben diferentes SF y conservantes podrían mejorar la técnica FLOTAC Pellet para el diagnóstico simultáneo de protozoos y helmintos en muestras fijadas de humanos. Por otra parte, la técnica de escobillado anal resultó ser eficaz para la detección de *E. vermicularis*. Si bien la técnica de FLOTAC permitió observar muestras positivas con esta especie parásita, no es posible realizar la comparación entre ellas debido a que esta técnica no es específica para *E. vermicularis* y que, además, la muestra de materia fecal fue obtenida en cualquier momento del día (no solo de la mañana). En este caso, estudios adicionales que comparen la efectividad de los escobillados anales con la prueba de Graham, podrían contribuir a mejorar el diagnóstico parasitológico de esta especie.

Los resultados permiten considerar la implementación de la técnica de FLOTAC Pellet en el Laboratorio debido a que es común en Parasitología Humana el diagnóstico de parásitos sobre muestras de heces fijadas y con peso desconocido. A pesar de que esta técnica ha sido desarrollada especialmente para muestras de materia fecal de humanos, el presente estudio ha permitido dar a conocer la primera

experiencia de FLOTAC Pellet en el campo de la Parasitología Humana (Cociancic et al., 2018a).

Capítulo II

PARASITOSIS INTESTINALES Y VARIABLES AMBIENTALES



2. Capítulo II: Parasitosis intestinales y variables ambientales

El objetivo del presente capítulo fue evaluar las parasitosis intestinales en relación con los factores ambientales.

Introducción

Las especies parásitas observadas en las poblaciones infanto-juveniles estudiadas (Capítulo I) se transmiten de persona a persona o a través del agua, suelo, alimentos y objetos contaminados con materia fecal.

El ciclo de transmisión de estos parásitos se considera en general “mediado por el ambiente”, el cual sugiere que son particularmente sensibles a los cambios que ocurren en éste (Eisenberg et al., 2007). En este contexto, diversos autores han indicado que factores tales como la temperatura y precipitación, pueden afectar el desarrollo y la supervivencia de las formas parasitarias presentes en el ambiente (Chammartin et al., 2013a, 2013b; Lal et al., 2013; Scholte et al., 2013; Chammartin et al., 2014). Los ambientes cálidos y húmedos de regiones tropicales y templadas mayormente favorecen su transmisión (Brooker et al., 2006; Juárez y Rajal, 2013; Lal et al., 2013; Socías et al., 2014).

El concepto de ecoepidemiología o epidemiología panorámica surge del entorno o paisaje que rodea al individuo que puede enfermarse (Rotela et al., 2014). A través de la ecoepidemiología se ha promovido el desarrollo e implementación de SIG y sensores remotos, con el fin de incrementar la capacidad de monitoreo a distancia del riesgo de contraer una enfermedad (Brooker et al., 2006; Cringoli et al., 2013). De este modo, conociendo la biología parasitaria y las variables ambientales que pueden influir en la supervivencia de un patógeno en el ambiente (e.g. temperatura, humedad, precipitaciones, vegetación, altitud, tipo de suelo), es posible que los SIG y sensores remotos provean de información necesaria para evaluar la distribución de las enfermedades en relación con estas variables (Rotela et al., 2014).

Teniendo en cuenta que se observaron diferencias significativas entre las prevalencias de parasitosis en las poblaciones analizadas y que, Argentina presenta una amplia variabilidad ambiental representada por las provincias analizadas (Capítulo I), en el presente apartado se evalúan las variables ambientales como factores de riesgo de infección parasitaria mediante modelos estadísticos y mapas.

Metodología

Georreferenciación de los sitios de muestreo

Un total de 145 instituciones en las cuales se realizaron los encuentros participativos (establecimientos educativos, centros comunitarios y de salud) fueron georreferenciadas en coordenadas geográficas utilizando el software Google Earth (<https://earth.google.com/web/>). Las viviendas también fueron georreferenciadas cuando las personas proporcionaron el domicilio particular (1081 viviendas en Buenos Aires, 94 en Chubut y 109 en Formosa). Posteriormente, se generó una capa vectorial de puntos con la base de datos parasitológicos de cada participante utilizando el software QGIS 2.14.15 (Quantum GIS Development Team, 2016).

Recopilación de variables ambientales

Se recopilaron datos de 27 variables ambientales:

- Variables relacionadas a la temperatura y precipitación

Variables bioclimáticas:

- bio1: temperatura media anual
- bio2: amplitud térmica diaria promedio ($T_{\text{máxima}} - T_{\text{mínima}}$)
- bio3: isothermalidad ($\text{bio2}/\text{bio7} * 100$)
- bio4: estacionalidad de la temperatura ($\text{desvío estándar} * 100$)
- bio5: temperatura máxima del mes más cálido
- bio6: temperatura mínima del mes más frío
- bio7: amplitud térmica anual ($\text{bio5} - \text{bio6}$)
- bio8: temperatura media del trimestre más húmedo
- bio9: temperatura media del trimestre más seco
- bio10: temperatura media del trimestre más cálido
- bio11: temperatura media del trimestre más frío
- bio12: precipitación media anual
- bio13: precipitación media del mes más húmedo
- bio14: precipitación media del mes más seco
- bio15: estacionalidad de la precipitación
- bio16: precipitación media del trimestre más húmedo
- bio17: precipitación media del trimestre más seco
- bio18: precipitación media del trimestre más cálido

bio19: precipitación media del trimestre más frío

Temperaturas mensuales mínimas

Temperaturas mensuales medias

Temperaturas mensuales máximas

Precipitaciones mensuales

- Variables relacionadas al terreno

pH del suelo

Altitud

NDVI: índice de vegetación de diferencia normalizada

EVI: índice de vegetación mejorado

Las 19 variables bioclimáticas fueron obtenidas de Worldclim-Global Climate Data para las condiciones climáticas actuales (promedio del periodo 1970-2000) (<http://www.worldclim.org/>). Las primeras 11 variables (bio1-bio11) se relacionan con la temperatura y las siguientes (bio12-bio19), con la precipitación. Además, mediante WorldClim se utilizaron las temperaturas mensuales mínimas, medias y máximas, y las precipitaciones mensuales. Estas variables fueron posteriormente procesadas de manera agrupada según la estación del año como variables de verano (meses de diciembre, enero y febrero) y de invierno (meses de junio, julio y agosto). Tanto estas variables como las bio1-bio19 presentaron una resolución de aproximadamente 5 km y son generadas a partir de la interpolación de datos climáticos de estaciones meteorológicas del mundo.

Entre las variables relacionadas al terreno, los valores de pH del suelo fueron obtenidos de ISRIC World Soil Information con 1 km de resolución (<http://www.isric.org/>). La variable de pH del suelo es generada a partir de la predicción de las propiedades y clases del suelo utilizando covariables globales y modelos ajustados a nivel mundial. La altitud fue obtenida desde NASA Shuttle Radar Topographic Mission (SRTM) 90 m Database con una resolución de 90 m en el ecuador (<http://srtm.csi.cgiar.org/>). La misión SRTM provee modelos digitales de elevación de alta resolución que cubre casi la totalidad de la superficie terrestre y que permite representar los valores de altura con respecto al nivel medio del mar y caracterizar las formas del relieve. El índice de vegetación de diferencia normalizada (NDVI) y el índice de vegetación mejorado (EVI) fueron obtenidos de la Comisión Nacional de Actividades Espaciales (<http://catalogos.conae.gov.ar/catalogo/>) y de U.S. Geological Survey (<http://www.usgs.gov/>) con 1 km de resolución. Ambos índices fueron obtenidos para el mes de noviembre del año de relevamiento parasitológico de

cada individuo en virtud que en ese mes el suelo está recuperado, por ejemplo, de las condiciones climáticas del invierno y lluvias de primavera (Buenos Aires: 2005-2008 y 2010-2016; Chubut: 2010-2013 y 2017; Entre Ríos: 2010-2012; Formosa: 2014; Mendoza: 2008-2011; y Misiones: 2005-2008). El NDVI es el índice más utilizado para cuantificar la densidad de la vegetación y se obtiene a partir del sensor Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer (MODIS). Por otra parte, el EVI, derivado también de MODIS, atenúa las interferencias atmosféricas causadas por la nubosidad y los aerosoles en la atmósfera y es utilizado principalmente para zonas tropicales o con grandes cantidades de vegetación. Ambos índices se complementan debido a que el NDVI es más sensible a la clorofila y el EVI, a la fisonomía y variaciones estructurales del dosel (Huete et al., 2002). Los valores de ambos índices varían entre -1 y 1. Los valores más altos refieren a una mayor vigorosidad y cantidad de vegetación; los valores negativos indican la presencia de vegetación no saludable y zonas desérticas; y un valor de 0 sugiere la ausencia de vegetación.

Todas las variables mencionadas fueron recopiladas en formato ráster, es decir, como una matriz de celdas o píxeles organizada en filas y columnas. Los atributos de cada una fueron extraídos para cada punto georreferenciado con Google Earth (institución o vivienda) mediante la herramienta point sampling del software QGIS 2.14.15 (Quantum GIS Development Team, 2016). De este modo, los datos de cada variable ambiental fueron extraídos desde el ráster y vinculados a la base con los resultados parasitológicos de cada participante presentes en la capa vectorial de puntos previamente generada.

Análisis de datos

Se realizó la prueba de correlación de Pearson para eliminar la multicolinealidad entre variables ambientales y evitar un aumento de la varianza de los coeficientes estimados de regresión (Ott y Longnecker, 2010). Frente a un par de variables correlacionadas (coeficiente de correlación $> 0,75$ o $< -0,75$), se eligió a una de ellas de acuerdo con los conocimientos sobre la biología y ecología parasitaria. Las variables ambientales de amplitud térmica diaria promedio (bio2) y altitud presentaron un coeficiente de correlación de 0,76; sin embargo, ambas fueron elegidas por su aproximación al valor de referencia (0,75). De este modo, las variables seleccionadas para ser incluidas en los análisis posteriores fueron la amplitud térmica diaria promedio (bio2), la isothermalidad (bio3), la estacionalidad de la temperatura (bio4), la temperatura media del trimestre más húmedo (bio8) y la temperatura media de verano entre las variables relacionadas a la temperatura; y la altitud, el índice de vegetación de diferencia

normalizada (NDVI) y el índice de vegetación mejorado (EVI) entre las variables relacionadas al terreno. Por consiguiente, el resto de las variables evaluadas (bio1, bio5-bio7, bio9-bio19, las temperaturas y precipitaciones mensuales y el pH del suelo) no fueron seleccionadas ante las otras variables en el análisis de correlación. La Tabla 7 muestra la matriz de correlación final de las variables ambientales seleccionadas.

Tabla 7. Matriz de correlación final

	<i>Variables de temperatura</i>					<i>Variables de terreno</i>		
	bio2	bio3	bio4	bio8	T° m ver	Altitud	NDVI	EVI
bio2	1							
bio3	0,37	1						
bio4	0,53	-0,59	1					
bio8	0,06	0,07	0,04	1				
T° m ver	-0,05	0,60	-0,54	0,74	1			
Altitud	0,76	0,55	0,13	-0,22	-0,12	1		
NDVI	-0,13	0,51	-0,58	0,37	0,59	0,11	1	
EVI	-0,33	0,19	-0,45	0,42	0,49	-0,15	0,74	1

Referencias: bio2, amplitud térmica diaria promedio; bio3, isothermalidad; bio4, estacionalidad de la temperatura; bio8, temperatura media del trimestre más húmedo; T° m ver, temperatura media de verano; NDVI, índice de vegetación de diferencia normalizada; EVI, índice de vegetación mejorado.

Posteriormente, se evaluó la linealidad de cada variable ambiental respecto de los *logit* de la parasitosis a través de diagramas de dispersión. La transformación *logit* es el logaritmo de $(P/1-P)$, siendo P la probabilidad de estar parasitado. Las parasitosis evaluadas fueron aquellas causadas por protozoos y geohelminthos en general, y entre ellas, las infecciones provocadas por *Blastocystis* sp. y *G. lamblia* (los protozoos patógenos más frecuentes en las poblaciones analizadas) y por *A. lumbricoides*, *S. stercoralis*, *T. trichiura* y ancylostomideos (todas las especies diagnosticadas de geohelminthos). Las variables que mostraron una relación lineal fueron evaluadas a través de modelos lineales generalizados (GLM; regresión logística con transformación *logit*) (Ott y Longnecker, 2010). Los modelos logísticos fueron comparados a través del criterio de información de Akaike (AIC), siendo un mejor modelo aquel que presenta un AIC menor. De este modo, se seleccionó la variable que presentó el mejor modelo entre las relacionadas a la temperatura y al terreno, y se las incluyó en un análisis de regresión logística multivariada. De este modo, se eligió el mejor modelo entre los obtenidos de cada grupo de variables y de sus combinaciones.

Por otra parte, las variables que mostraron una relación no lineal con los *logit* de la parasitosis fueron examinadas mediante modelos aditivos generalizados (GAM; transformación *logit*, familia binomial) y fue considerado un buen modelo si presentó una devianza explicada mayor que 70% (Faraway, 2016).

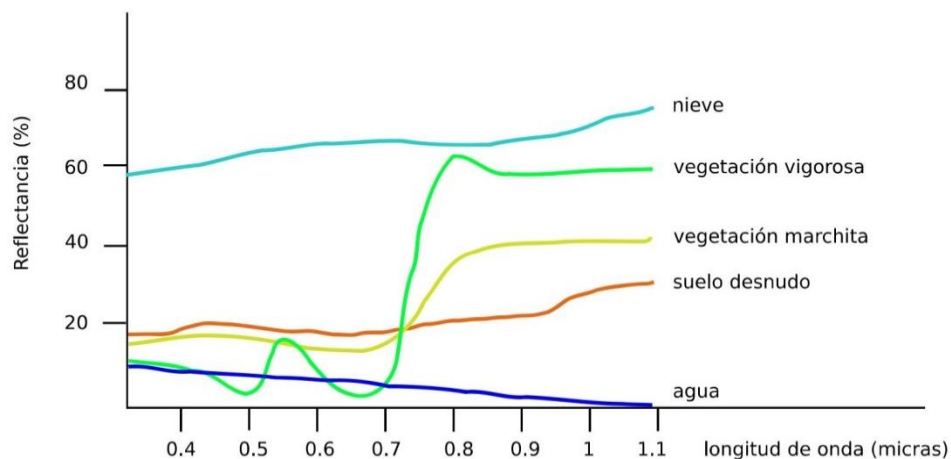
Se calcularon los valores de odds ratio (OR) y sus respectivos intervalos de confianza de 95% (95% IC). La bondad de ajuste del modelo final fue evaluada usando la prueba de Hosmer-Lemeshow (H-L) y un p valor de $H-L > 0,05$ indicó un modelo adecuado.

Los análisis estadísticos se realizaron utilizando el software R (R Core Team, 2015).

Generación de mapas de uso/coertura de suelo y mapas de prevalencia

Se utilizaron imágenes satelitales ópticas para complementar los datos obtenidos de las variables relacionadas al terreno y caracterizar los sitios de muestreo. Las imágenes satelitales presentan generalmente varias bandas y, asimismo, están constituidas por celdas que reciben un valor por cada banda. El conjunto de valores de las distintas bandas en un punto dado, representan el conjunto de reflectancias en las distintas longitudes de onda y constituye la firma espectral (Figura 13). Cada cobertura terrestre (e.g. agua, vegetación, suelo desnudo) tiene un comportamiento típico y por lo tanto, es posible clasificar el tipo de material presente en el área de interés (Olaya, 2011).

Figura 13. Firmas espectrales típicas de los elementos habituales de la superficie terrestre (Extraído de Olaya, 2011)



Las imágenes satelitales fueron provistas por la Comisión Nacional de Actividades Espaciales (<http://catalogos.conae.gov.ar/catalogo/>) y U.S. Geological Survey (<http://www.usgs.gov/>). Las imágenes fueron elegidas de acuerdo a su cercanía con las fechas de los relevamientos parasitológicos y por no presentar elementos como nubes o sombras que interfieran en la posterior clasificación. Todas

las imágenes fueron recortadas al sitio de relevamiento (departamento/partido/ciudad y alrededores) que incluían a las instituciones o viviendas georreferenciadas. Las mismas fueron convertidas de números digitales a reflectancias a tope de la atmósfera utilizando los parámetros de calibración de los metadatos de cada imagen satelital (Chander et al., 2009). Posteriormente, las imágenes fueron clasificadas mediante un método no supervisado por k-medias. Este tipo de clasificación define clases de acuerdo con las características espectrales de la imagen que poseen valores similares. Las clases no requieren de un entrenamiento previo y el operador evalúa el significado de cada una, posteriormente a la clasificación por parte del algoritmo (en la clasificación supervisada el operador evalúa previamente las clases). Entre los métodos de clasificación no supervisada, el algoritmo de k-medias agrupa el total de píxeles en una cantidad k de clases, de manera que cada píxel pertenece a la clase cuyo centroide se encuentra a una mínima distancia (Macedo-Cruz et al., 2010). Las clases resultantes fueron validadas con áreas de prueba obtenidas como capas vectoriales de polígonos y con las mismas categorías clasificadas por el algoritmo, utilizando la galería de Google Earth y en particular, en la provincia de Buenos Aires, también por visitas de campo y una imagen SPOT. Para cada clasificación, se calcularon la precisión total y el índice Kappa (IK). La precisión total indica la cantidad de píxeles clasificados correctamente y el IK mide la concordancia entre la imagen clasificada y la realidad observada en las áreas de prueba. En general, un $IK > 0,75$ indica una muy buena concordancia (Olaya, 2011).

Los mapas de uso/cobertura del suelo se generaron para cada sitio de la siguiente manera:

- Para la provincia de Buenos Aires se clasificaron dos imágenes Landsat del partido de La Plata y alrededores debido a que esta zona incluyó la mayor parte de los individuos analizados de esta provincia (1085 individuos de un total de 1411 analizados). Debido a que la ciudad de La Plata ha crecido hacia las áreas periféricas en el periodo de estudio (2005-2016) (Oyhenart et al., 2013), se utilizaron imágenes de los años 2005 (fecha de adquisición: 24/11/2005) y 2015 (fecha de adquisición: 29/11/2015) para evaluar la población analizada entre los años 2005-2008 y 2010-2016, respectivamente. Para el 2005, se clasificó una imagen Landsat 5 TM y para el 2015, una Landsat 8 OLI. Como se trabajó con dos imágenes diferentes de la misma área de estudio, ambas fueron corregidas atmosféricamente mediante el método de substracción de objetos oscuros (DOS1). La clasificación del 2005 fue validada con áreas de prueba generadas a partir de la galería de Google Earth y la clasificación del 2015, con visitas de campo y utilizando una imagen SPOT 6 (AIRBUS/CNES, provista por CONAE con licencia de uso CEPAVE). La clasificación del 2005 mostró una

precisión total de 97% y un IK de 0,96; y la clasificación del 2015 mostró una precisión total de 86% y un IK de 0,78. Las clases de uso/cobertura del suelo obtenidas fueron agrupadas como agua, vegetación alta arbórea-arbustiva, vegetación baja agropastoril, suelo desnudo, construcciones rurales y construcciones urbanas (Figura 1 del Anexo).

- Para la provincia de Chubut se utilizó una imagen Pléiades (CNES/Astrium, provista por CONAE con licencia de uso CEPAVE) de la ciudad de Puerto Madryn y alrededores de 2017 (fecha de adquisición: 18/08/2017) debido a que esta zona incluyó la mayor parte de la población analizada en la provincia (174 individuos de un total de 377 analizados). La clasificación mostró una precisión total de 98% y un IK de 0,97. Las clases de uso/cobertura del suelo obtenidas fueron agrupadas como agua, vegetación baja agropastoril, vegetación esteparia, construcciones urbanas y vías de transporte-suelo desnudo (Figura 1 del Anexo).

- Para la provincia de Entre Ríos se clasificó una imagen Landsat 8 OLI del departamento de Villaguay de 2013 (fecha de adquisición: 16/07/2013). La clasificación mostró una precisión total de 92,4% y un IK de 0,8. Las clases de uso/cobertura del suelo obtenidas fueron agrupadas como agua, vegetación alta arbórea-arbustiva, vegetación baja agropastoril y construcciones urbanas (Figura 1 del Anexo).

- Para la provincia de Formosa se clasificó una imagen Landsat 8 OLI de la ciudad de Clorinda y alrededores de 2014 (fecha de adquisición: 21/09/2014), incluyendo la ciudad fronteriza de Asunción de Paraguay debido a su cercanía y a que la mayoría de los habitantes de Clorinda visitan cotidianamente esta ciudad. La clasificación mostró una precisión total de 95,6% y un IK de 0,9. Las clases de uso/cobertura del suelo obtenidas fueron agrupadas como agua, vegetación alta arbórea-arbustiva, vegetación baja agropastoril y construcciones urbanas (véase Figura 21 de Resultados).

- Para la provincia de Mendoza, se clasificó una imagen Landsat 8 OLI de la ciudad de San Rafael y alrededores de 2013 (fecha de adquisición: 14/04/2013). La validación arrojó una precisión total de 95,1% y un IK de 0,8. Las clases de uso/cobertura del suelo obtenidas fueron agrupadas como agua, vegetación baja agropastoril, vegetación de monte, suelo desnudo, y construcciones urbanas (véase Figura 21 de Resultados).

- Para la provincia de Misiones se clasificó una imagen Landsat 5 TM del departamento de Cainguás de 2007 (fecha de adquisición: 28/03/2007). La validación mostró una precisión total de 95% y un IK de 0,79. Las clases de uso/cobertura del suelo obtenidas fueron agrupadas como agua, vegetación alta arbórea-arbustiva,

vegetación baja agropastoril y construcciones urbanas (véase Figura 21 de Resultados).

Las imágenes satelitales que fueron utilizadas en este estudio son derivadas de diferentes satélites (Landsat, SPOT, Pléiades) que presentan sensores que difieren respecto de su resolución, es decir, la habilidad para discriminar en detalle una determinada información. El sensor TM del satélite Landsat contiene seis bandas espectrales y el sensor OLI de Landsat consiste en ocho bandas espectrales, ambos con una resolución espacial de 30 m. Asimismo, OLI incorpora una banda pancromática de 15 m de resolución. El satélite SPOT 6 presenta cuatro bandas multiespectrales con una resolución de 6 m y una banda pancromática de 1,5 m. Respecto a la resolución temporal, Landsat tiene una revisita de 16 días y SPOT, de 26 días. Por otra parte, Pléiades es un sistema satelital de muy alta resolución debido a que permite captar imágenes con una resolución espacial de 2 m para las multiespectrales y de 50 cm para las pancromáticas y, además, presenta una capacidad de revisita diaria (Chander et al., 2009; Rotela et al., 2014; CONAE, 2018).

Los resultados parasitológicos, las variables ambientales y las clases de uso/cobertura del suelo fueron incluidos en un mismo SIG. Se generaron mapas de prevalencia de las parasitosis para visualizar los valores de cada infección parasitaria sobre el mapa de la variable ambiental que representó un factor de riesgo de infección, en base a los resultados obtenidos del análisis estadístico. En particular, una imagen de NDVI del total del país de 2018 (periodo de adquisición: 17/05/2018 a 01/06/2018) fue superpuesta para visualizar la prevalencia de ancylostomideos con los valores de NDVI actuales, de la misma manera que se realizó para las demás variables ambientales que resultaron asociadas a las parasitosis. Asimismo, se calculó el porcentaje de cada clase incluida en un buffer de radio 100 o 500 m según se haya georreferenciado la ubicación de una vivienda o una institución, respectivamente, con el fin de caracterizar con un mayor detalle el área que rodea a cada individuo parasitado con ancylostomideos. Asimismo, se incluyeron capas vectoriales de los límites administrativos, cursos y cuerpos de agua permanentes que fueron obtenidas de la base de datos SIG 250 del Instituto Geográfico Nacional (<http://www.ign.gob.ar/sig250>).

Las imágenes fueron analizadas en el marco de referencia Posgar 94 que emplea el elipsoide WGS84, en el sistema de proyección cartográfica Gauss-Krüger (faja 6 para Buenos Aires, faja 3 para Chubut, faja 5 para Entre Ríos, faja 6 para Formosa, faja 2 para Mendoza y faja 7 para Misiones). Los softwares empleados fueron SoPI 3.0

(Software de Procesamiento de Imágenes, 2016) y QGIS 2.14.15 (Quantum GIS Development Team, 2016), ambos de acceso libre (*open source*).

Resultados

La Tabla 8 presenta los valores de AIC obtenidos de los análisis de regresión logística para la infección por protozoos, geohelminths y en particular, por las especies *Blastocystis* sp., *G. lamblia*, *A. lumbricoides* y ancylostomideos. En el caso de las infecciones por *T. trichiura* y *S. stercoralis*, el análisis mediante GAM mostró una devianza explicada menor que 70% (11,7% y 36,1%, respectivamente); sin poder definir buenos predictores ambientales asociados con estas especies parásitas. Cabe señalar que todas las variables ambientales que fueron seleccionadas en el análisis de correlación de Pearson fueron evaluadas para cada parasitosis, pero en la presente sección solo se muestran los resultados obtenidos para las variables finalmente elegidas como los mejores predictores ambientales.

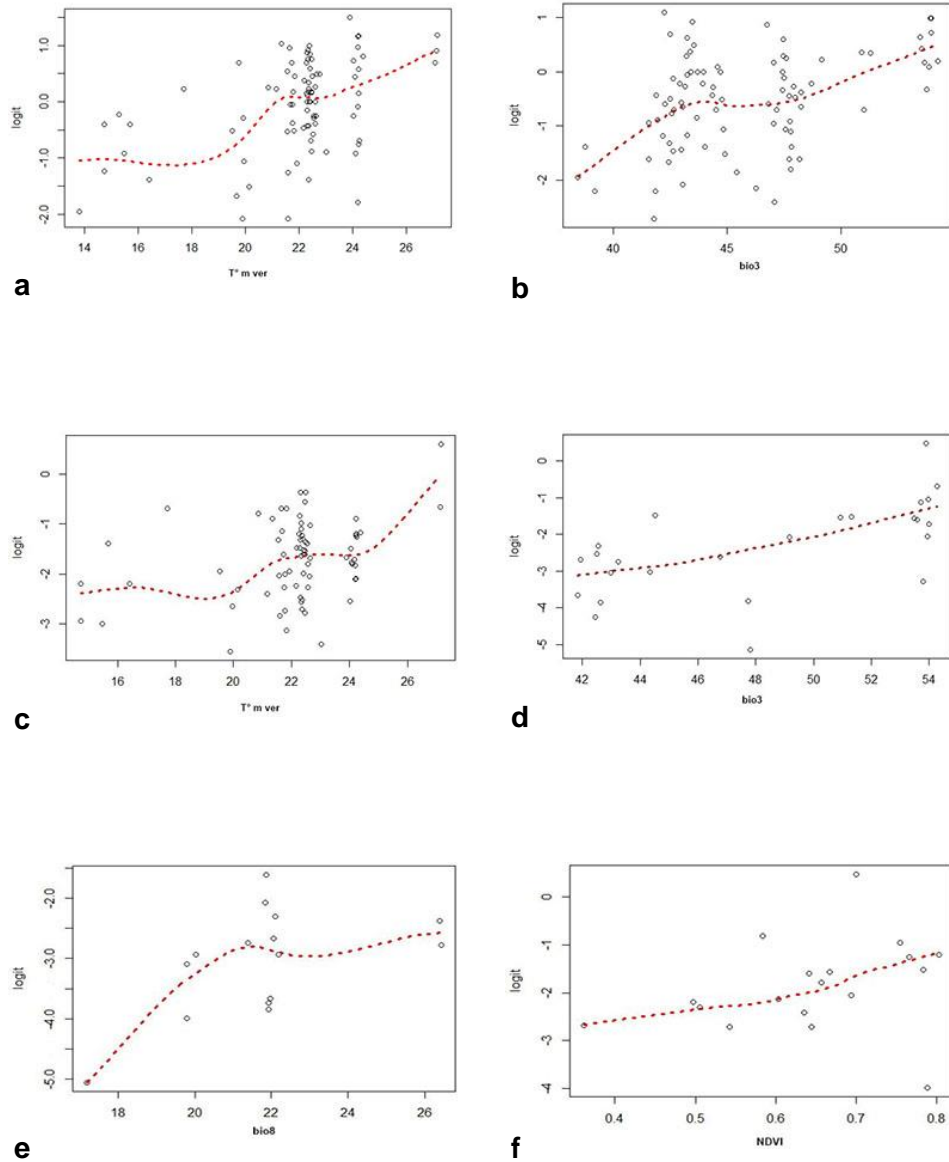
Tabla 8. Modelos competitivos comparados por el criterio de información de Akaike (AIC)

Variables	AIC
Protozoos	
T° m ver	678,7*
EVI	1308,6
T° m ver + EVI	1301,0
<i>Blastocystis</i> sp.	
bio3	683,2*
EVI	1277,0
bio3 + EVI	1255,0
<i>Giardia lamblia</i>	
T° m ver	413,2*
EVI	776,5
T° m ver + EVI	774,9
Geohelminthos	
bio3	198,4*
NDVI	288,2
bio3 + NDVI	285,2
<i>Ascaris lumbricoides</i>	
bio8	66,6*
NDVI	150,3
bio8 + NDVI	149,1
Ancylostomideos	
NDVI	146,5*

Referencias: bio3, isothermalidad; bio8, temperatura media del trimestre más húmedo; T° m ver, temperatura media de verano; NDVI, índice de vegetación de diferencia normalizada; EVI, índice de vegetación mejorado. * Variables con menor AIC y que representan los modelos finales.

La Figura 14 resume los diagramas de dispersión de las variables seleccionadas en los modelos de regresión logística finales. Estas variables fueron: la temperatura media de verano para la infección por protozoos y por *G. lamblia*; la isothermalidad ($\text{bio3} - \text{definida como } (\text{bio2}/\text{bio7}) * 100$; siendo bio2 la amplitud térmica diaria promedio y bio7, la amplitud térmica anual-) para la infección por *Blastocystis* sp. y por geohelminths; el índice de vegetación de diferencia normalizada (NDVI) para la infección por ancylostomídeos; y, por último, la temperatura media del trimestre más húmedo (bio8) para la infección por *A. lumbricoides*.

Figura 14. Diagramas de dispersión de las variables frente al *logit* de infección por protozoos (a), *Blastocystis* sp. (b), *Giardia lamblia* (c), geohelminthos (d), *Ascaris lumbricoides* (e) y ancylostomideos (f). Se resume las variables incluidas en los modelos finales



Los parámetros de los modelos finales se resumen en la Tabla 9. La infección por protozoos y en particular por *G. lamblia*, fue mayor ante un incremento de la temperatura media de verano. Al respecto, por cada grado que aumentó la temperatura, hubo un incremento del 22% de riesgo de infección por protozoos y del 16% por *G. lamblia* (OR = 1,22 y OR = 1,16, respectivamente). Por otra parte, se observó que por cada aumento de la isothermalidad (bio3), el riesgo de infección por *Blastocystis* sp. se incrementó en un 10% (OR = 1,10) y por geohelminthos, un 17%

(OR = 1,17). El riesgo de infección por *A. lumbricoides* estuvo asociado a un incremento de la temperatura media del trimestre más húmedo (bio8) y por cada grado que aumentó la temperatura se observó un riesgo 1,16 veces mayor. Por otra parte, la infección por ancylostomideos fue la única parasitosis vinculada a las variables relacionadas al terreno y estuvo asociada con un incremento del índice de vegetación de diferencia normalizada (NDVI) (OR = 32,52).

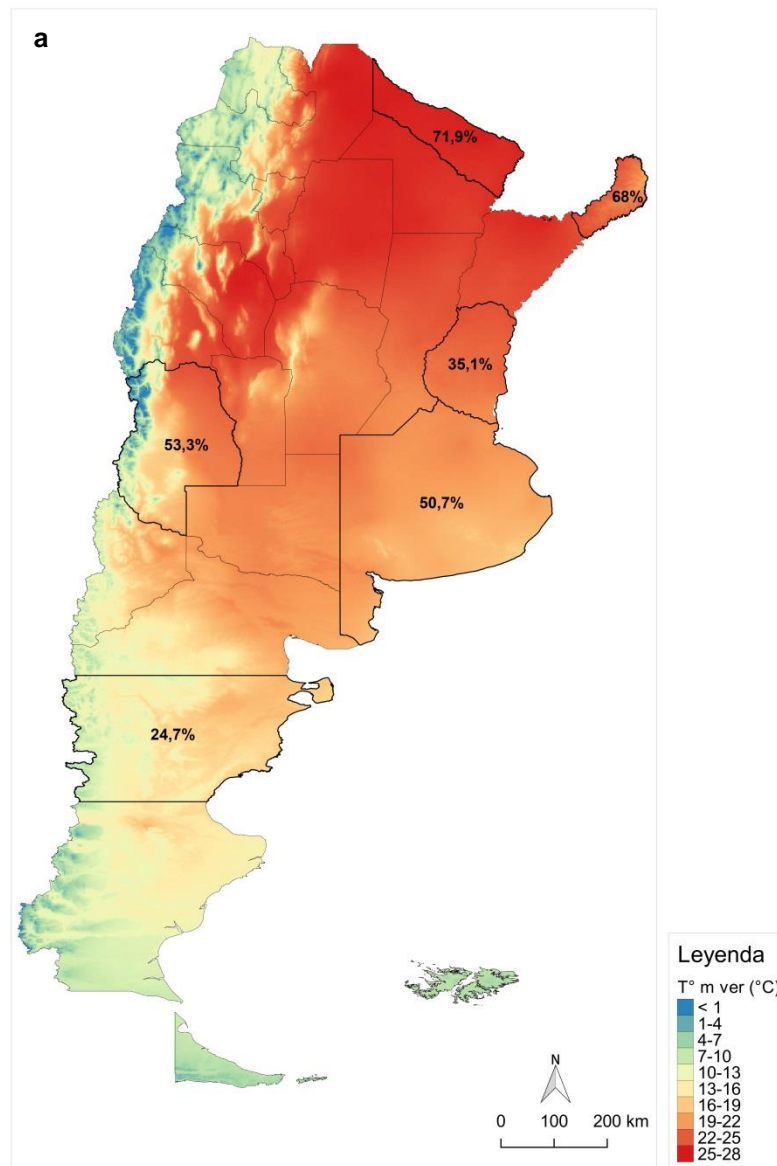
Tabla 9. Parámetros estimados de los modelos finales mediante el análisis de regresión logística

Variables	β	DE	OR (95% IC)	p valor	p (H-L)
Protozoos					
T° m ver	0,2	0,02	1,2 (1,1-1,3)	< 0,001	0,9
<i>Blastocystis</i> sp.					
bio3	0,1	0,01	1,1 (1,1-1,12)	< 0,001	0,8
<i>Giardia lamblia</i>					
T° m ver	0,2	0,03	1,2 (1,1-1,2)	< 0,001	0,9
Geohelminthos					
bio3	0,2	0,02	1,2 (1,1-1,2)	< 0,001	0,9
<i>Ascaris lumbricoides</i>					
bio8	0,2	0,1	1,2 (1,1-1,3)	0,003	1,0
Ancylostomideos					
NDVI	3,5	0,9	32,5 (5,4-196,5)	< 0,001	0,6

Referencias: β , coeficiente de regresión; DE, desvío estándar; OR: odds ratio; IC: intervalo de confianza; p (H-L), p valor de Hosmer-Lemeshow; bio3, isothermalidad; bio8, temperatura media del trimestre más húmedo; T° m ver, temperatura media de verano; NDVI, índice de vegetación de diferencia normalizada.

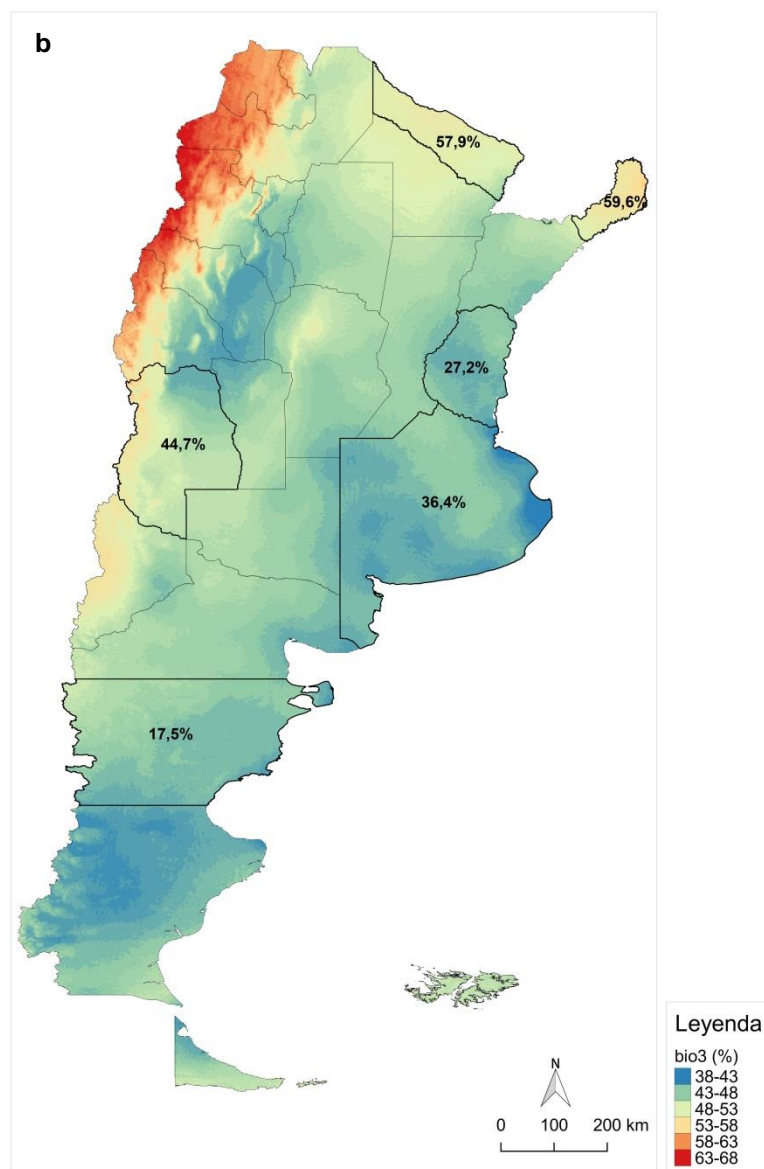
Los siguientes mapas muestran la prevalencia de las parasitosis en relación con los mejores predictores ambientales obtenidos del análisis estadístico. En la Figura 15 se puede observar que las mayores prevalencias de infección por protozoos se observó en Formosa (71,9%) seguida de Misiones (68%), provincias que presentan mayores temperaturas medias de verano (entre 24 y 27 °C) respecto de las demás provincias analizadas. Por el contrario, la menor prevalencia se halló en Chubut (24,7%), en correspondencia con temperaturas más bajas, generalmente menores a 19 °C. Sin embargo, Entre Ríos que presenta temperaturas de aproximadamente 24 °C, obtuvo uno de los valores más bajos de prevalencia de infección por protozoos (35,1%).

Figura 15. Prevalencia de infección por protozoos en relación con la temperatura media de verano (T° m ver)



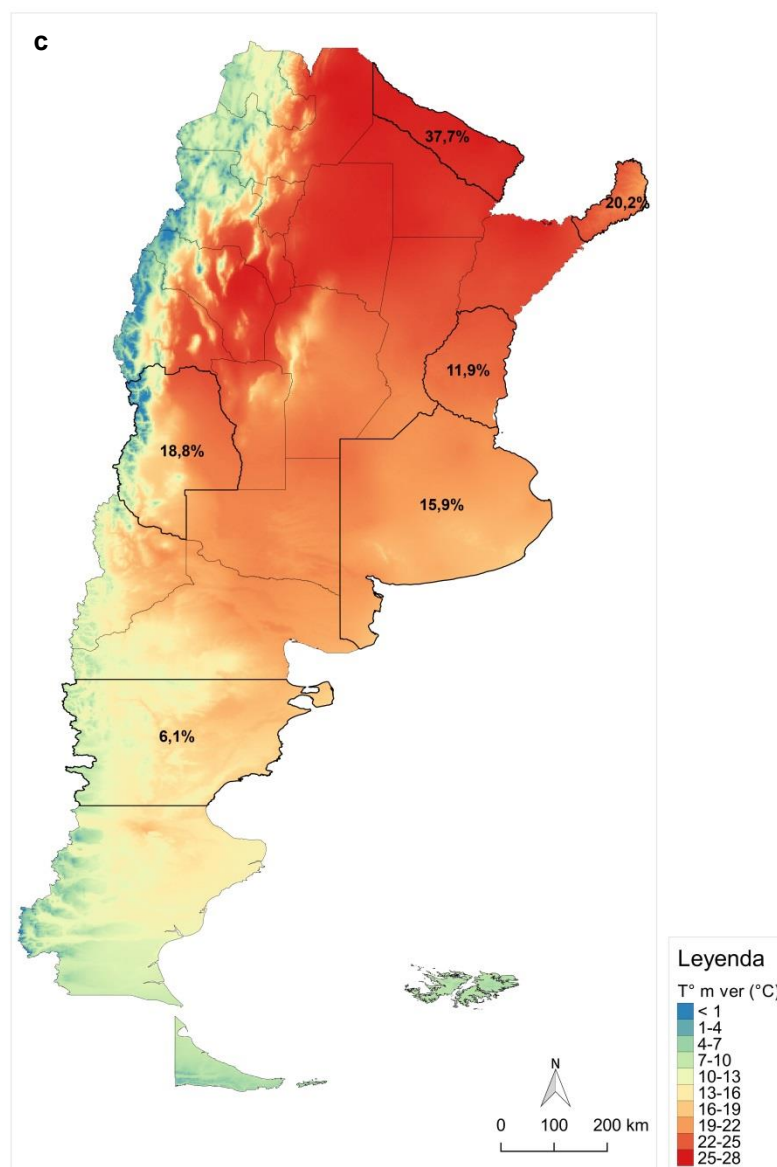
En la Figura 16 se muestra que la infección por *Blastocystis* sp. fue más prevalente en Misiones (59,6%) y Formosa (57,9%), provincias en las cuales los valores de isothermalidad (bio3) oscilan entre 50% y 54%, siendo mayores que en las restantes provincias analizadas. Asimismo, se observó una prevalencia de infección menor en Mendoza (44,7%), la cual presenta un valor de bio3 inferior respecto de las provincias analizadas del noreste. Las provincias restantes tuvieron una menor prevalencia de infección por *Blastocystis* sp. en correspondencia con valores más bajos de bio3 (38-48%). La bio3 indica cuán grande es la oscilación de la temperatura diaria respecto de la oscilación de la temperatura anual.

Figura 16. Prevalencia de infección por *Blastocystis* sp. en relación con la isothermalidad (bio3)



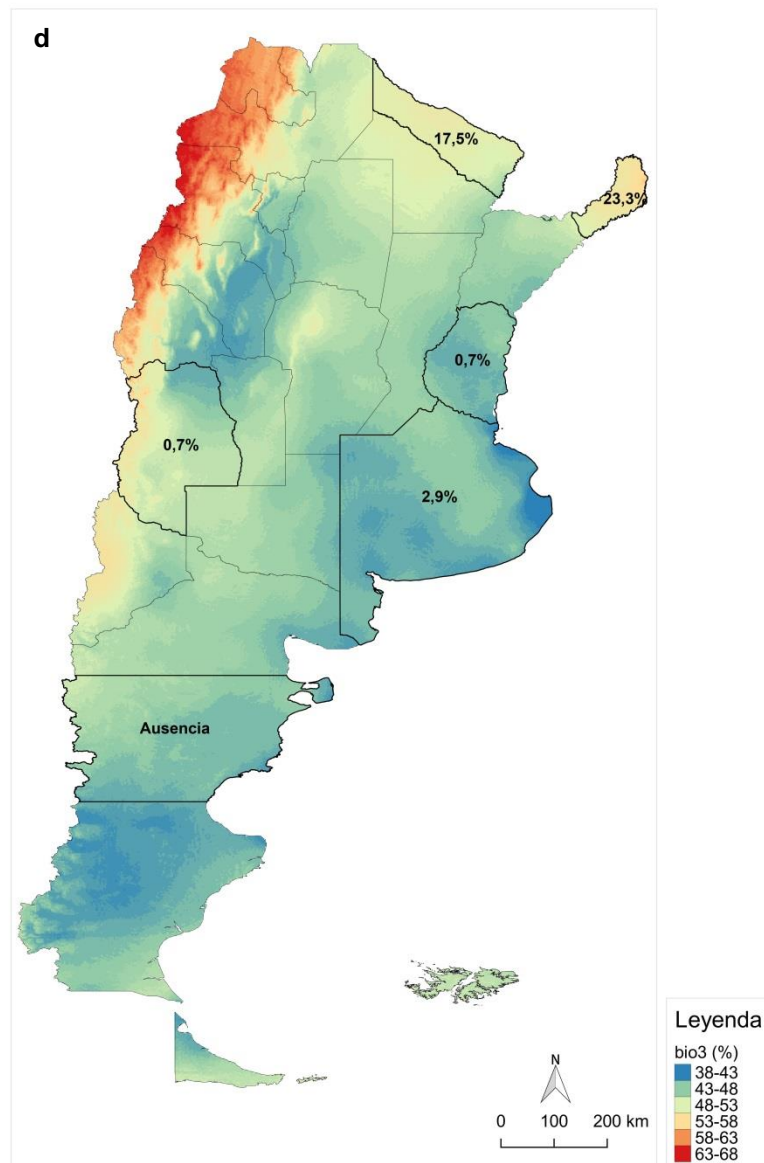
Las mayores prevalencias de infección por *G. lamblia* se observó en Formosa (37,7%) y Misiones (20,2%), provincias en las cuales, como se mencionó anteriormente, poseen altas temperaturas medias de verano. Por el contrario, la menor prevalencia de esta especie se halló en Chubut (6,1%) en correspondencia con las temperaturas más bajas, principalmente hacia el oeste de la provincia. Al igual que la infección por protozoos en general, Entre Ríos mostró una baja prevalencia de infección por esta especie parásita (11,9%) (Figura 17).

Figura 17. Prevalencia de infección por *Giardia lamblia* en relación con la temperatura media del verano (T° m ver)



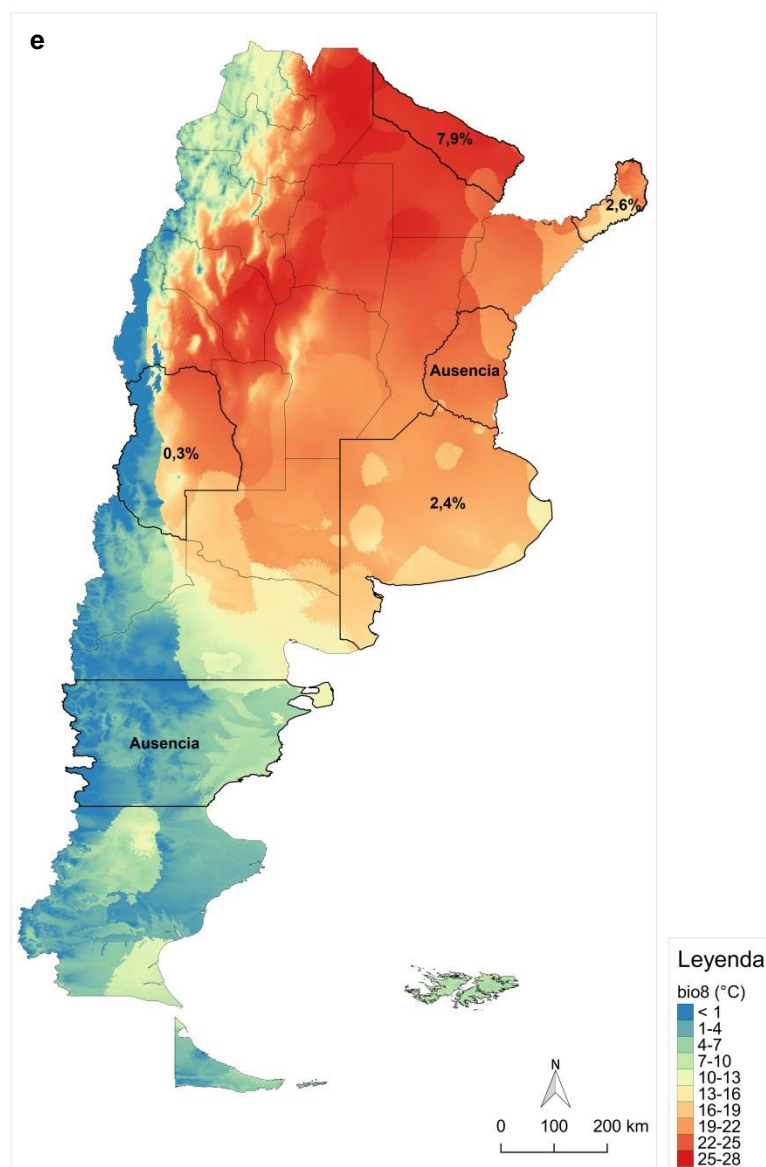
Por otra parte, la infección por geohelminthos fue más prevalente en Misiones (23,3%) y Formosa (17,5%), provincias que presentan una mayor isothermalidad que las restantes analizadas. Por el contrario, la geohelminthiasis fue menos prevalente en Buenos Aires (2,9%), Entre Ríos y Mendoza (0,7%) y estuvo ausente en Chubut (Figura 18).

Figura 18. Prevalencia de infección por geohelminthos en relación con la isothermalidad (bio3)



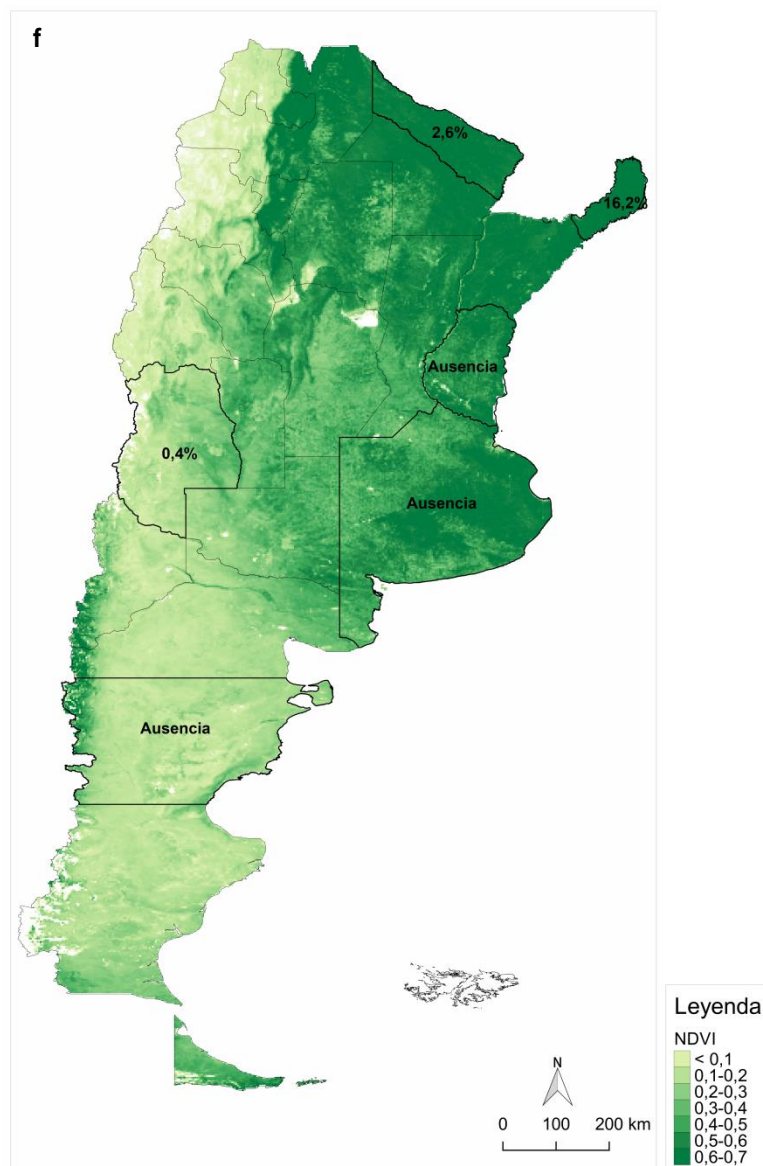
Entre las especies de geohelminths, *A. lumbricoides* fue más prevalente en Formosa (7,9%) de acuerdo con los valores altos de temperatura del trimestre más húmedo (bio8), generalmente superiores a 25 °C. Por el contrario, Chubut que posee temperaturas generalmente menores a 13 °C, no presentó casos positivos para esta especie. Asimismo, no se hallaron individuos infectados con este parásito en la provincia de Entre Ríos, la cual tiene temperaturas de aproximadamente 23 °C (Figura 19).

Figura 19. Prevalencia de infección por *Ascaris lumbricoides* en relación con la temperatura media del trimestre más húmedo (bio8)



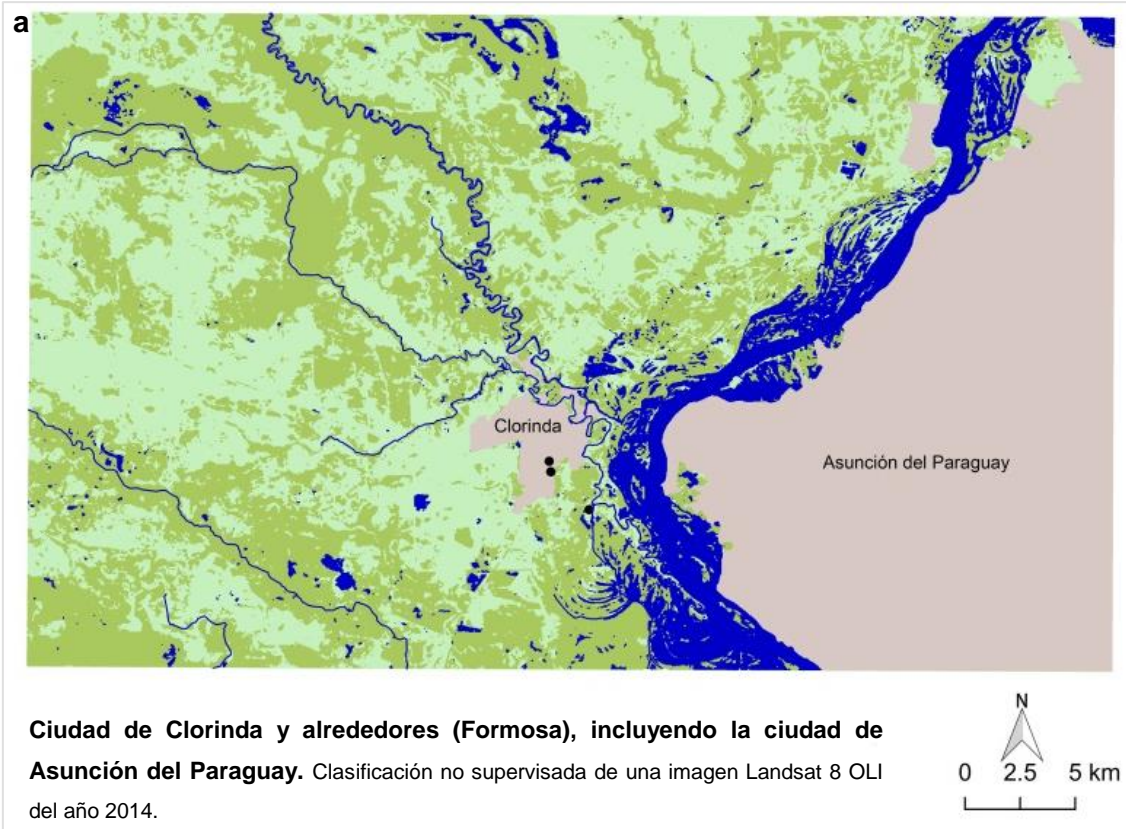
Por último, la mayor prevalencia de ancylostomideos hallada en Misiones (16,2%) y Formosa (2,6%), concuerda con los valores relativamente altos (mayores a 0,6) observados en el índice de vegetación de diferencia normalizada (NDVI) a una escala regional en el siguiente mapa. La infección fue menos prevalente en Mendoza (0,4%) y estuvo ausente en Chubut, provincias en las cuales se hallaron valores de NDVI generalmente bajos. Por otra parte, las provincias de Buenos Aires y Entre Ríos, con valores intermedios-altos de NDVI, tampoco presentaron casos positivos de ancylostomideos (Figura 20).

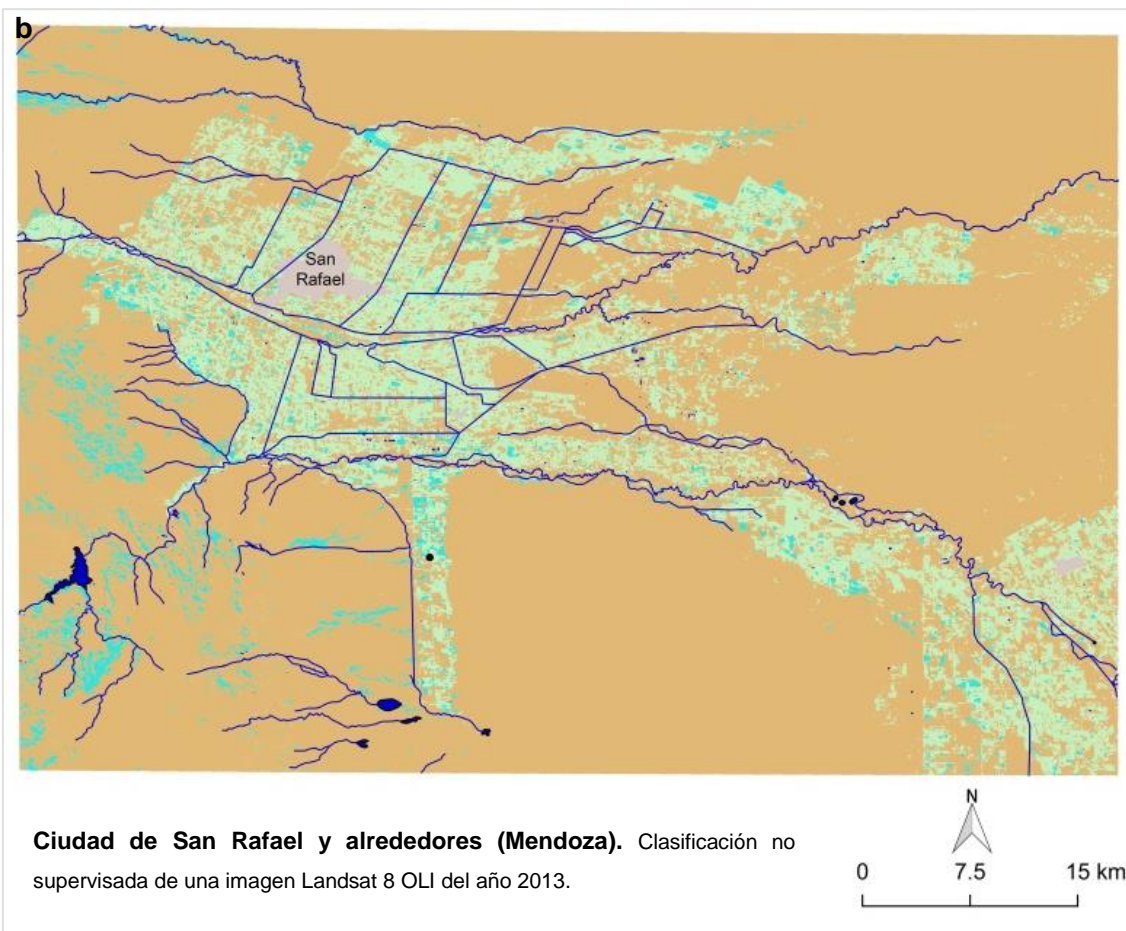
Figura 20. Prevalencia de infección por ancylostomideos en relación con el índice de vegetación de diferencia normalizada (NDVI)



Al analizar la distribución de los ancylostomideos en relación a las clases de uso/cobertura del suelo obtenidas de la clasificación de las imágenes satelitales a una escala local, se pudo observar que en Formosa, el área que rodeaba los casos positivos (0,09 km²), estaba constituida por las clases construcciones urbanas y vegetación baja utilizada para la agricultura y pastoreo (agropastoril). En cambio, en Mendoza, el área que rodeaba a los participantes infectados (0,78 km²), estaba formada mayoritariamente por la clase agropastoril seguida de la vegetación de monte. Por último, en Misiones, el área que rodeaba a los participantes parasitados (1,1 km²), presentaba una mayor proporción de vegetación alta vigorosa (arbórea-arbustiva) y agropastoril (Figura 21 y Tabla 10).

Figura 21. Distribución de ancylostomideos en relación con las clases de uso/cobertura del suelo del área de estudio de Formosa (a), Mendoza (b) y Misiones (c). Las clases de uso/cobertura del suelo fueron: agua (azul), vegetación alta arbórea-arbustiva (verde oscuro), vegetación baja agropastoril (verde claro), vegetación de monte (naranja), suelo desnudo (cian) y construcciones urbanas (gris claro). Las clases obtenidas se explican en el texto. Nótese la presencia de ancylostomideos (puntos negros) en las imágenes clasificadas.





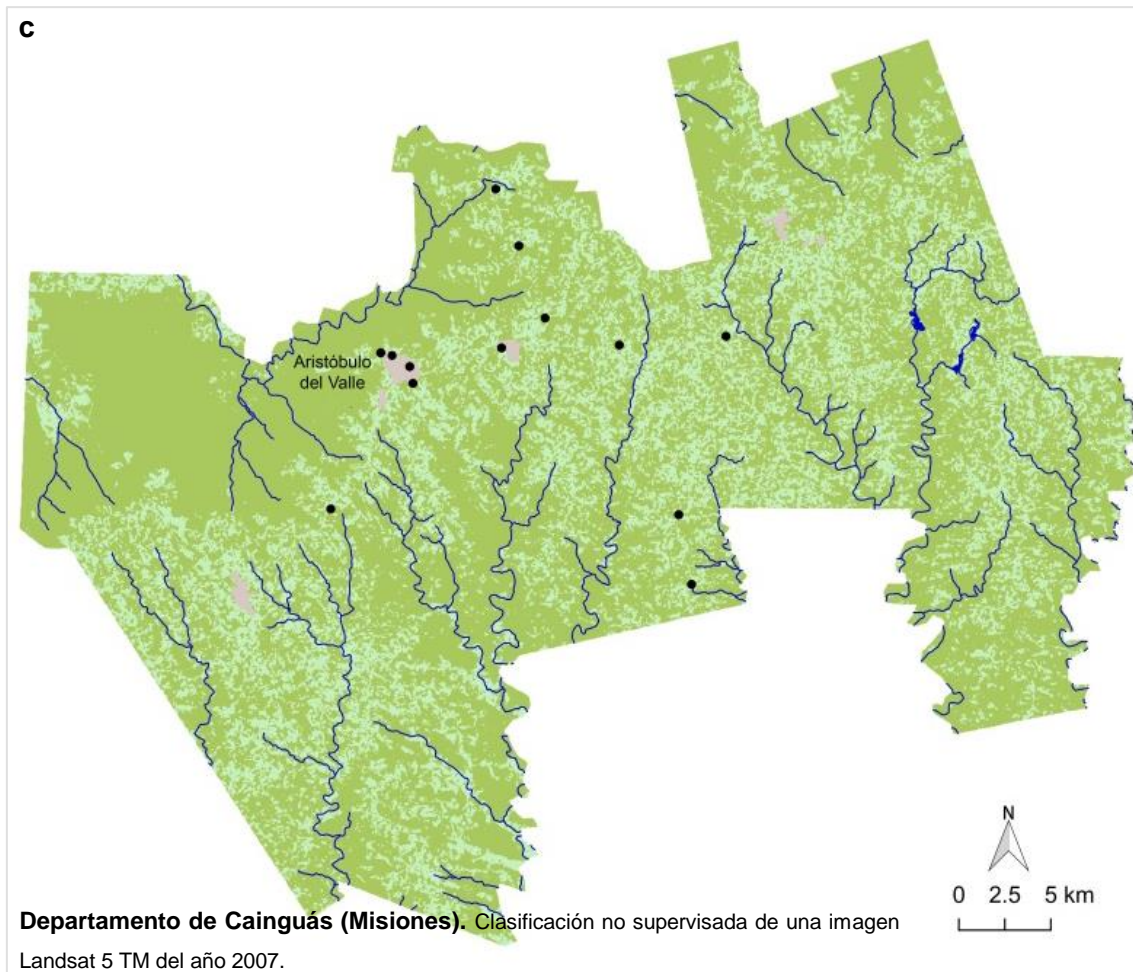


Tabla 10. Porcentajes de uso/cobertura de las clases de uso/cobertura del suelo que rodean a los participantes parasitados con ancylostomídeos

Clase de uso/cobertura del suelo	% ^a
Formosa	
Construcciones urbanas	66,7
Vegetación agropastoril	33,3
Mendoza	
Vegetación agropastoril	64,1
Vegetación de monte	19,2
Suelo desnudo	16,7
Misiones	
Vegetación arbórea-arbustiva	45,5
Vegetación agropastoril	36,4
Construcciones urbanas	18,2

^a Porcentaje total de cada clase incluido en un buffer de radio de 100 o 500 m alrededor de una vivienda o institución, respectivamente.

Discusión

Los resultados muestran que las parasitosis intestinales halladas en las poblaciones analizadas están asociadas a factores ambientales relacionados a la temperatura y a las características del terreno presentes en el área de estudio.

El riesgo de infección por protozoos y en particular por *G. lamblia*, estuvo asociado con la temperatura media de los meses de verano, mostrando prevalencias mayores en Formosa y Misiones. Resultados similares fueron reportados por Lal et al. (2013), quienes, mediante una revisión bibliográfica, observaron una asociación positiva entre la temperatura y la giardiasis. Asimismo, un estudio realizado en Nueva Zelanda, mostró que el riesgo de giardiasis fue ligeramente mayor ante un incremento de la temperatura (Britton et al., 2010). En este contexto, las temperaturas cálidas pueden prolongar el periodo infectivo de los quistes y facilitar la transmisión a través de reservorios y vectores o mediante una mayor interacción patógeno-hospedador. Asimismo, se predice que el aumento global esperado de la temperatura y de las precipitaciones para los próximos años, favorecerá la infección parasitaria debido a un mayor contacto del parásito con la población y una rápida dispersión hacia poblaciones no expuestas previamente. Este aumento de la temperatura podrá favorecer también la infección por otros patógenos que presentan el mismo modo de transmisión y que usualmente se diagnostican junto con la giardiasis, como es el caso de *Cryptosporidium* spp. que ha sido asociado positivamente a la temperatura (Lal et al., 2013).

El riesgo de infección por *Blastocystis* sp. y geohelmintos estuvo asociado positivamente con la bio3 o isothermalidad, con prevalencias de infección mayores en Misiones y Formosa. Es sabido que las condiciones extremas de temperatura podrían afectar adversamente la supervivencia de las formas parásitas presentes en el ambiente (agua, suelo). De hecho, la forma quística de *Blastocystis* sp. puede sobrevivir durante un mes a temperatura ambiente (25 °C) y dos meses a 4 °C. A pesar de que ésta es la forma más resistente de *Blastocystis*, este parásito es afectado por las temperaturas extremas. En contraste, la forma vacuolar del parásito –que se halla frecuentemente en las heces– es altamente sensible a los cambios de temperatura (Tan, 2008; Kozubsky y Archelli, 2010). En el caso de los geohelmintos, el desarrollo embrionario ocurre dentro de límites de temperatura definidos entre 28-32 °C, sugiriendo que las temperaturas extremas podrían detener el desarrollo y por lo tanto, la infectividad de estas especies (Brooker et al., 2004). En un estudio realizado en Brasil, se halló que el riesgo de infección por *T. trichiura* ha sido mayor al

incrementarse la isothermalidad, con valores semejantes a los hallados en la presente tesis (OR = 1,3) (Chammartin et al., 2014).

Por otra parte, se ha observado que a medida que aumenta la bio8 o temperatura media del trimestre más húmedo, se incrementa el riesgo de infección por *A. lumbricoides*, alcanzando una prevalencia superior en Formosa, la cual presenta un valor de bio8 mayor respecto de los demás sitios de muestreo. Del mismo modo, Chammartin et al. (2014) observaron que el riesgo de infección fue más alto ante un aumento en la temperatura media del trimestre más cálido. Resultados similares fueron hallados en un estudio realizado en Malasia, donde la temperatura media de la superficie del suelo estaba asociada positivamente con la infección; sin embargo, en el mismo estudio, las temperaturas mínimas y máximas estuvieron asociadas negativamente (Nguí et al., 2014). Este resultado fue atribuido a los efectos del calor extremo y a la insuficiente humedad sobre el desarrollo embrionario y la supervivencia de los huevos. Por otro lado, Brooker et al. (2004) evaluaron la influencia de la temperatura de la superficie del suelo en la infección parasitaria y observaron una prevalencia mayor en poblaciones de Uganda que habitaban zonas con temperaturas de aproximadamente 30 °C y una prevalencia considerablemente inferior cuando las temperaturas superaban los 38 °C.

El riesgo de infección por ancylostomideos fue mayor a medida que aumentó el NDVI o índice de vegetación de diferencia normalizada. La prevalencia de infección por ancylostomideos fue mayor en Misiones y Formosa, en correspondencia con los altos valores de NDVI observados en estas provincias a una escala regional. Por el contrario, se hallaron casos positivos aislados en Mendoza y estuvieron ausentes en las demás provincias. Este resultado también se vio reflejado a una escala local mediante el análisis de imágenes satelitales, en el cual los sitios de muestreo de Misiones y Formosa estuvieron constituidos principalmente por vegetación alta arbustiva-arbórea y vegetación baja de uso agropastoril. Del mismo modo, otros estudios mostraron que el NDVI se asoció positivamente con la infección por ancylostomideos en poblaciones de Brasil y Sudáfrica (Saathoff et al., 2005; Scholte et al., 2013). Por el contrario, en una investigación llevada a cabo en China, se observó una asociación negativa entre el NDVI y la infección por ancylostomideos y, en cambio, una asociación positiva con la infección por *A. lumbricoides* y *T. trichiura* (Lai et al., 2013). Resultados similares fueron hallados en otros trabajos que reportan que las geohelmintiasis en general, se han visto favorecidas por una cobertura vegetal boscosa, abundantes precipitaciones y condiciones adecuadas de temperatura y humedad (Nguí et al., 2014; Karshima, 2018). A pesar de las excepciones observadas en la bibliografía citada, en general, una cobertura vegetal y una humedad adecuada

del suelo representan factores esenciales para el desarrollo y supervivencia de los geohelminths, en especial de las larvas de los ancylostomideos (Saathoff et al., 2005; Scholte et al., 2013). En este sentido, la cobertura vegetal provee sombra, evitando la desecación de la superficie del suelo y protegiendo así, a las larvas de la radiación solar. Esto, junto a la capacidad de las larvas de migrar hacia abajo cuando las temperaturas son muy altas, permite que puedan resistir en zonas con elevadas temperaturas (Brooker et al., 2004). En un estudio realizado por Pullan y Brooker (2012) utilizando datos globales de infección por geohelminths, mostraron que los ambientes áridos limitan la transmisión de estos parásitos. En particular, reportaron que en Argentina los ambientes estables para la infección por ancylostomideos se encuentran en el este del país, desde el centro hacia el norte, respondiendo a una menor aridez y excluyendo de esa clasificación, a las provincias del oeste y todo el sur del país, definiéndolas como ambientes menos estables o fuera de los límites de la transmisión. Por último, en Misiones los casos positivos de ancylostomideos se localizaron principalmente en zonas con vegetación alta arbórea-arbustiva y vegetación baja agropastoril. En Mendoza, los casos positivos de ancylostomideos también fueron hallados en zonas con vegetación agropastoril, y en menor medida, con vegetación de monte; sin estar involucrada las construcciones urbanas. Por el contrario, en Formosa los individuos parasitados con ancylostomideos vivían en áreas con construcciones urbanas y vegetación agropastoril. Sin embargo, ellos habitaban zonas periféricas de la ciudad de Clorinda. Al respecto, en el estudio anteriormente mencionado, se halló que la infección por estos parásitos fue mayor en áreas rurales respecto de las áreas periurbanas y urbanas (Pullan y Brooker, 2012).

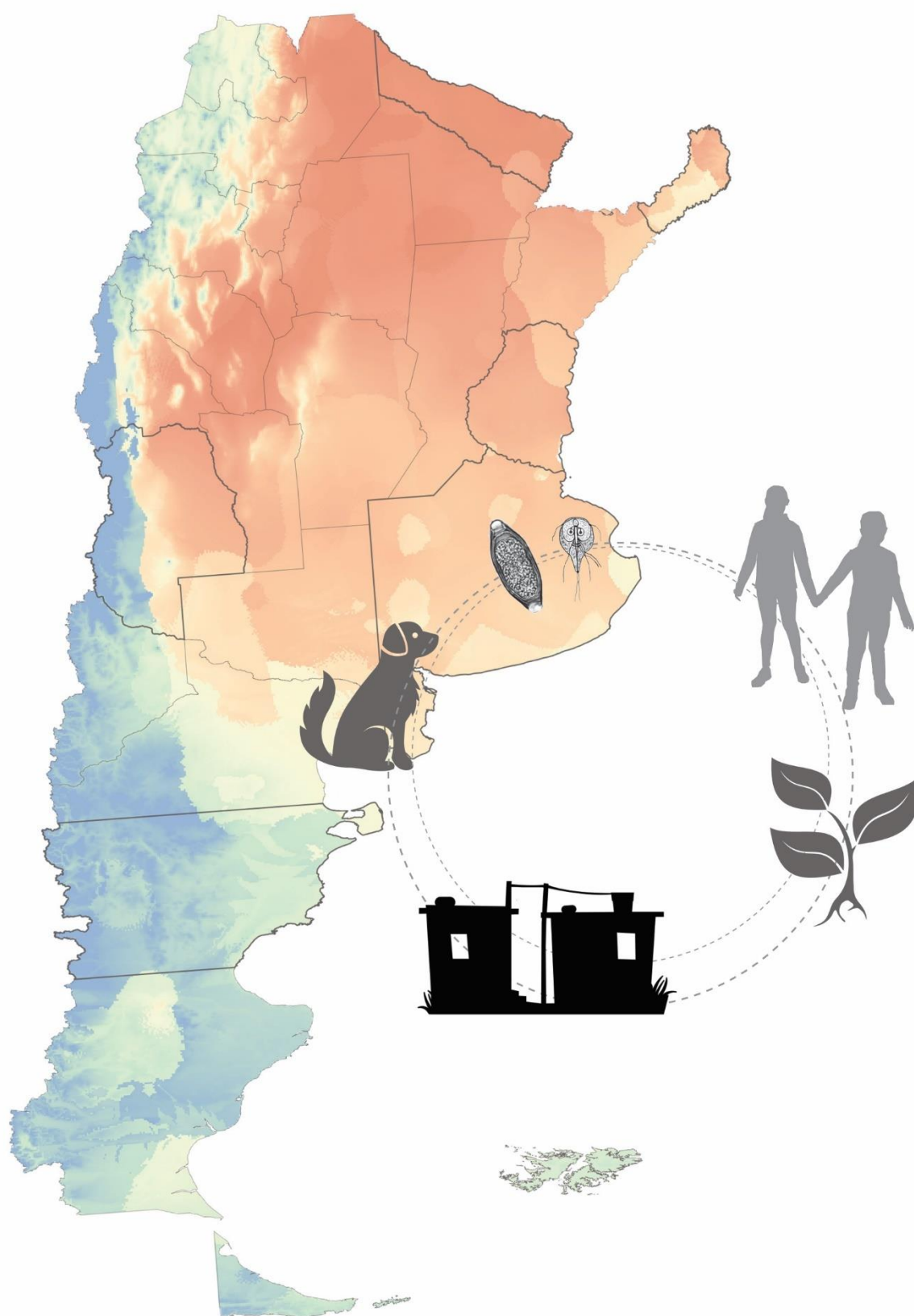
De este modo, el presente capítulo mostró que la heterogeneidad observada de las parasitosis intestinales halladas en las poblaciones examinadas concuerda con la variabilidad ambiental presente en Argentina. En este sentido, se puede inferir que ante condiciones socio-económicas semejantes, los factores ambientales influyen en la distribución de las parasitosis intestinales. En conclusión, las condiciones más favorables para la transmisión parasitaria se hallaron en los sitios relevados en el norte del país y, por el contrario, las menos favorables en los sitios del sur. Asimismo, en las provincias analizadas en el centro, se han observado generalmente las prevalencias intermedias de parasitosis, sin presentar predictores ambientales que destaquen una tendencia tan clara como en el norte y sur, debido a que estos factores también presentan valores intermedios en esos sitios. Por otra parte, en el Capítulo I se había observado una tendencia de infección parasitaria creciente de oeste-este sobre la transecta delimitada en Chubut. Considerando a los protozoos como los parásitos más frecuentes en esta provincia, la temperatura media de verano podría ser un

determinante ambiental. Sin embargo, la exploración previa de las temperaturas en los diferentes sitios analizados ha mostrado que las diferencias entre ellas eran muy pequeñas a lo largo de la transecta. Además, se pudo observar que la infección por *T. trichiura* y *S. stercoralis* no se asoció estadísticamente a ninguna de las 27 variables ambientales examinadas. En estos casos, en los cuales la prevalencia de parasitosis muestra valores intermedios en concordancia con factores ambientales no tan intensos o determinantes como los observados en el norte y en el sur, la presencia de estas infecciones podría responder en gran parte a los factores ambientales locales y socio-económicos.

Los factores de riesgo ambientales obtenidos para las provincias examinadas junto con los conocimientos acerca de la biología y ecología parasitaria, permiten justificar la implementación de las variables ambientales obtenidas a gran escala en los análisis epidemiológicos. Sin embargo, como estas infecciones están también relacionadas a la sanidad ambiental y a las prácticas de higiene de la población, en los siguientes capítulos (III y IV), se muestran los resultados de los factores de riesgo socio-económicos que pueden actuar sinérgicamente con los factores ambientales, favoreciendo la infección parasitaria en la población.

Capítulo III

PARASITOSIS INTESTINALES Y VARIABLES SOCIO-ECONÓMICAS



3. Capítulo III: Parasitosis intestinales y variables socio-económicas

El objetivo del presente capítulo fue evaluar las parasitosis intestinales en relación con los factores socio-económicos presentes en cada población.

Introducción

Como se observó en el Capítulo II, la distribución de las parasitosis intestinales halladas en las poblaciones estudiadas puede responder a diversos factores ambientales, como la temperatura media de verano y del trimestre más húmedo, la isothermalidad o el índice de vegetación. Sin embargo, el estudio de las variables ambientales solamente, no es suficiente al considerar que estas infecciones también se encuentran estrechamente relacionadas a los factores socio-económicos de la población (Freeman et al., 2013). Por este motivo, el impacto de las enteroparasitosis en la población humana es relativamente alto en países en vías de desarrollo debido a que en general, presentan condiciones sanitarias inadecuadas y acceso limitado a la salud y educación (Dantas-Torres y Otranto, 2014). Esta situación es evidente en Argentina, donde solo un 48,8% de la población presentaba red cloacal y casi un 20% no tenía acceso al agua de red en 2010 (INDEC, 2018). Además, Argentina es uno de los países más urbanizados de América Latina, en el cual el rápido crecimiento poblacional de los últimos años, sin planeamiento o intervención gubernamental, agravó los problemas socio-económicos preexistentes (Oyhenart et al., 2013).

En el Capítulo I se mostraron los parásitos intestinales hallados en las poblaciones infanto-juveniles analizadas, siendo los más frecuentes aquellos que se transmiten principalmente por contaminación fecal del agua, suelo y alimentos (e.g. *Blastocystis* sp., *G. lamblia*). En relación con estos hallazgos, en el presente capítulo se evalúan las variables socio-económicas como factores de riesgo de infección parasitaria en cada población examinada y se determina la distribución geográfica de las enteroparasitosis en relación con los factores de riesgo y al uso/cobertura del suelo.

Metodología

Relevamiento de variables socio-económicas

En el marco de los encuentros informativos se relevaron las variables socio-económicas de cada individuo analizado parasitológicamente mediante encuestas semiestructuradas. Las encuestas fueron completadas por los padres o tutores de los niños y jóvenes, con ayuda del equipo de investigación cuando fue necesario.

Las encuestas, elaboradas por el equipo de investigación, relevaron información acerca del sexo, edad, características de las viviendas y entorno inmediato de los individuos y del grupo familiar, de acuerdo con el siguiente esquema:

- Variables relacionadas a la vivienda y su entorno inmediato

Material de construcción de la vivienda

Chapa y madera

Mampostería de ladrillos

Prefabricada

Otro

Piso de la vivienda

Cemento

Tierra

Otro

Disposición de excretas

Cielo abierto

Letrina

Pozo ciego

Red cloacal

Fuentes de abastecimiento de agua de consumo

Agua de red

Aljibe

Bomba

Canilla pública

Vertiente

Eliminación de residuos domésticos

Cielo abierto

Enterramiento no sanitario

Quema

Recolección pública

Anegamiento

Nunca

Ocasionalmente

Siempre

Calle

Mejorada

Pavimento

Tierra

Combustible para cocinar y calefaccionar

Conexión a la red de gas natural

Gas envasado

Leña

Conexión a la red de energía eléctrica

- Variables relacionadas a la familia

Régimen de tenencia de la vivienda

Alquilada

Propia

Otro

Hacinamiento (determinado por la presencia de tres o más personas en un dormitorio)

Compartir cama simple

Ayuda monetaria

Ayuda alimentaria

Cría de animales para consumo propio

Huerta para consumo propio

Contacto con perros

Contacto con gatos

Acceso a Internet

Televisión por cable

Tenencia de computadora

- Tenencia de aire acondicionado
- Tenencia de automóvil
- Cobertura de salud
- Nivel de educación formal de la madre y del padre
 - Sin estudios
 - Primario: incompleto/completo
 - Secundario: incompleto/completo
 - Terciario: incompleto/completo
 - Universitario: incompleto/completo
- Ocupación de la madre
 - Desempleada
 - Con empleo informal
 - Obrera
 - Autónoma
 - Empleada
 - Jubilada/Pensionada
 - Ama de casa
- Ocupación del padre
 - Desempleado
 - Con empleo informal
 - Obrero
 - Autónomo
 - Empleado
 - Jubilado/Pensionado

Análisis de datos

Siguiendo criterios de clasificación y organización de datos parasitológicos, se calculó el porcentaje de individuos parasitados por sexo y edad, definidos en tres grupos: ≤ 4 años, 5-9 años y ≥ 10 años.

Para cada provincia, la independencia entre la presencia de parasitosis y las variables socio-económicas se realizó mediante las pruebas de Chi al cuadrado (χ^2) o Fisher Exacto (en caso de valores esperados menores de 5). Las variables que presentaron una asociación estadísticamente significativa ($p < 0,05$) fueron evaluadas mediante modelos de regresión logística utilizando la selección *stepwise forward*. El modelo seleccionado fue el que presentó una menor devianza residual (DR) y, en el caso de hallar varios modelos competitivos, se seleccionó el más parsimonioso

comparando el criterio de información de Akaike (AIC) y el p valor. La fuerza de asociación se estimó por los valores de odds ratio (OR) y sus respectivos intervalos de confianza al 95% (95% IC).

En los análisis estadísticos realizados para las provincias de Buenos Aires, Chubut, Mendoza y Misiones fue necesario realizar un análisis de componentes principales categóricos (ACPCat) (Greenacre, 2008). El ACPCat reduce la dimensionalidad de los datos, representa la información con un número menor de variables y permite el agrupamiento de individuos según las variables evaluadas. La fiabilidad de esta prueba se determinó mediante el coeficiente de alfa de Cronbach.

En particular, en la provincia de Buenos Aires en la cual se contó con el mayor número de muestras parasitológicas y de datos socio-económicos, las variables relacionadas a las condiciones de la vivienda y su entorno inmediato fueron agrupadas en indicadores de vulnerabilidad con el fin de favorecer a la interpretación de los resultados (Gamboa et al., 2014). Los indicadores fueron contruidos tomando como referencia las variables utilizadas por el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INDEC) para la creación del índice de necesidades básicas insatisfechas (INDEC, 2018). De este modo, los tres indicadores de vulnerabilidad fueron definidos como:

- Indicador 1: viviendas construidas con materiales precarios –chapa, madera y otros como nylon y cartón– y/o pisos de tierra;
- Indicador 2: viviendas sin agua de red, red cloacal y/o recolección pública de residuos domésticos;
- Indicador 3: viviendas en las cuales existe hacinamiento y/o se comparte cama simple.

Para el análisis de distribución geográfica, las variables socio-económicas que se utilizaron para crear los indicadores de vulnerabilidad fueron evaluadas mediante el ACPCat. Previamente a este análisis, se aplicó un procedimiento de imputación determinística para diez observaciones que no presentaban los datos del agua de consumo, disposición de excretas y eliminación de residuos domésticos.

Las viviendas georreferenciadas fueron superpuestas en los mapas de clases de uso/cobertura del suelo obtenidos de la clasificación de imágenes satelitales, de acuerdo con la metodología detallada en el Capítulo II. Es importante recordar del capítulo anterior que debido al cambio considerable del uso/cobertura del suelo de la ciudad de La Plata, alrededores y Parque Pereyra Iraola, se analizó la distribución geográfica de las enteroparasitosis para la población relevada en el periodo 2005-2008 y en el periodo 2010-2016 utilizando imágenes clasificadas de 2005 y 2010, respectivamente. Posteriormente, se generaron mapas utilizando el método de

estimación de kernel que considera la intensidad de eventos en una superficie calculando el número total de casos situados dentro de un radio de búsqueda desde un punto determinado. Asimismo, se calculó la distancia a un curso o cuerpo de agua.

En el caso de las provincias de Mendoza y Misiones, los análisis y los resultados fueron extraídos de las tesis vinculadas a estos relevamientos (Zonta, 2010; Garraza, 2013).

Los análisis estadísticos se realizaron utilizando el software R (R Core Team, 2015) y SPSS (versión 20 para los análisis de Buenos Aires y Chubut, versión 12 para los de Mendoza y versión 15 para los de Misiones). Los análisis de distribución geográfica se realizaron mediante el software QGIS 2.14.15 (Quantum GIS Development Team, 2016) utilizando un sistema de proyección Gauss-Krüger faja 6 en el marco de referencia Posgar 94 que emplea el elipsoide WGS84.

Resultados

Parasitosis en relación con el sexo y edad de los individuos

En general, los varones estuvieron ligeramente más parasitados que las mujeres, excepto en Mendoza y Misiones. Respecto de la edad de los individuos, la parasitosis fue mayor en los niños entre 5-9 años en todas las provincias, excepto en Chubut, donde fue superior en los niños de 4 años o menos (Tabla 11).

Tabla 11. Parasitados según sexo y grupo etario de los participantes por provincia analizada

Variables	Frecuencia	
	No.	% ^a
Buenos Aires		
Varones	487	51,6
Mujeres	456	48,4
≤ 4 años	347	36,8
5-9 años	453	48,0
≥ 10 años	143	15,2
Chubut		
Varones	74	50,7
Mujeres	72	49,3
≤ 4 años	74	50,7
5-9 años	64	43,8
≥ 10 años	8	5,5
Entre Ríos		
Varones	82	52,2
Mujeres	75	47,8
≤ 4 años	63	40,1
5-9 años	91	58,0
≥ 10 años	3	1,9
Formosa		
Varones	46	51,7
Mujeres	43	48,3
≤ 4 años	10	11,2
5-9 años	58	65,2
≥ 10 años	21	23,6
Mendoza		
Varones	231	49,7
Mujeres	234	50,3
≤ 4 años	72	15,5
5-9 años	267	57,4
≥ 10 años	126	27,1
Misiones		
Varones	396	47,5
Mujeres	437	52,5
≤ 4 años	97	11,6
5-9 años	444	53,3
≥ 10 años	292	35,1

^a Porcentaje calculado según el número de individuos parasitados en cada provincia: Buenos Aires (n = 943), Chubut (n = 146), Entre Ríos (n = 157), Formosa (n = 89), Mendoza (n = 465) y Misiones (n = 833).

Parasitosis y factores de riesgo socio-económicos

- **Buenos Aires**

Un total de 1302 individuos completaron las encuestas socio-económicas (Tabla 1 del Anexo). El 35,1% de las familias presentaban el indicador de vulnerabilidad 1

(viviendas construidas con materiales precarios y/o piso de tierra), el 80,7% el indicador de vulnerabilidad 2 (viviendas sin agua de red, red cloacal y/o recolección pública de residuos domésticos) y el 30,6% el indicador de vulnerabilidad 3 (hacinamiento y/o compartir cama simple). El riesgo de infección fue mayor a medida que se incrementó el número de indicadores de vulnerabilidad, siendo 5,3 veces mayor cuando los participantes presentaban los tres indicadores de vulnerabilidad (Tabla 12).

Tabla 12. Riesgo de infección parasitaria de acuerdo con el número de indicadores de vulnerabilidad en la población analizada de Buenos Aires

No. de indicadores de vulnerabilidad	β	DE	OR (95% IC)	p valor
Sin ningún indicador			Referencia	
1 indicador	0,7	0,2	2,0 (1,4-2,8)	< 0,01
2 indicadores	0,9	0,2	2,6 (1,8-3,7)	< 0,01
3 indicadores	1,7	0,3	5,3 (3,1-9,0)	< 0,01

Referencias: β , coeficiente de regresión; DE, desvío estándar; OR: odds ratio; IC: intervalo de confianza.

Además, el análisis de regresión logística mostró que el riesgo de parasitosis fue mayor en los individuos que tenían padres con estudios primarios (OR = 1,6) y en los que habitaban viviendas con el indicador de vulnerabilidad 1 (OR = 2,2) y el indicador 2 (OR = 1,6) (Tabla 13).

El análisis por especie parásita mostró que la infección por *E. vermicularis* fue mayor en los individuos que compartían cama simple (OR = 2,1), que no recibían ayuda alimentaria (OR = 2,2) y que tenían perros como mascotas (OR = 2,1). Por otra parte, el riesgo de infección por *Blastocystis* sp. fue mayor en los participantes de 10-14 años (OR = 1,9) y en los que vivían en casas con el indicador de vulnerabilidad 1 (OR = 2,3) y el indicador 3 (OR = 1,6). El modelo también arrojó que el riesgo de infección por *G. lamblia* fue mayor en los participantes con madres que solo completaron la educación primaria (OR = 2,6) y en los que presentaban el indicador de vulnerabilidad 1 (OR = 1,5). La infección por *E. coli* fue mayor en niños y jóvenes que tenían madres con estudios primarios (OR = 2,2), que vivían en casas con el indicador de vulnerabilidad 1 (OR = 2,6) y que tenían huertas para consumo propio (OR = 2,2). Finalmente, la infección por *H. nana* fue mayor en el grupo etario de 10-14 años (OR = 0,2 para el grupo etario de 1-4 y OR = 0,4 para el grupo etario de 5-9). Además, la infección por *H. nana* estuvo asociada con madres que alcanzaron una educación primaria (OR = 10,2) y con padres que poseían trabajos temporarios (OR = 3,1) (Tabla 13).

Tabla 13. Factores de riesgo de infección parasitaria en la población analizada de Buenos Aires

Variables	β	DE	OR (95% IC)	p valor
Parasitosis^a				
Padre con educación primaria	0,5	0,2	1,6 (1,1-2,4)	0,01
Indicador de vulnerabilidad 1	0,8	0,2	2,2 (1,5-3,1)	< 0,01
Indicador de vulnerabilidad 2	0,4	0,2	1,6 (1,0-2,5)	0,04
<i>Enterobius vermicularis</i>^b				
Compartir cama	0,7	0,2	2,1 (1,4-3,2)	< 0,01
Sin ayuda alimentaria	0,8	0,3	2,2 (1,2-3,8)	< 0,01
Con perros	0,7	0,4	2,1 (1,0-4,5)	0,05
<i>Blastocystis sp.</i>^c				
Edad entre 10-14	0,7	0,3	1,9 (1,2-3,2)	< 0,01
Indicador de vulnerabilidad 1	0,8	0,2	2,3 (1,6-3,2)	< 0,01
Indicador de vulnerabilidad 3	0,5	0,2	1,6 (1,1-2,4)	0,01
<i>Giardia lamblia</i>^d				
Madre con educación primaria	0,9	0,2	2,6 (1,7-4,1)	< 0,01
Indicador de vulnerabilidad 1	0,4	0,2	1,5 (1,1-2,2)	0,01
<i>Entamoeba coli</i>^e				
Madre con educación primaria	0,8	0,3	2,2 (1,1-4,3)	0,02
Indicador de vulnerabilidad 1	1,0	0,3	2,6 (1,5-4,6)	< 0,01
Huerta	0,8	0,3	2,2 (1,2-4,2)	0,01
<i>Hymenolepis nana</i>^f				
Edad entre 1-4	-1,7	0,6	0,2 (0,1-0,6)	< 0,01
Edad entre 5-9	-0,9	0,4	0,4 (0,2-0,9)	0,03
Madre con educación primaria	2,3	1,0	10,2 (1,4-76,5)	0,02
Padre con trabajo temporario	1,1	0,5	3,1 (1,3-7,9)	0,01

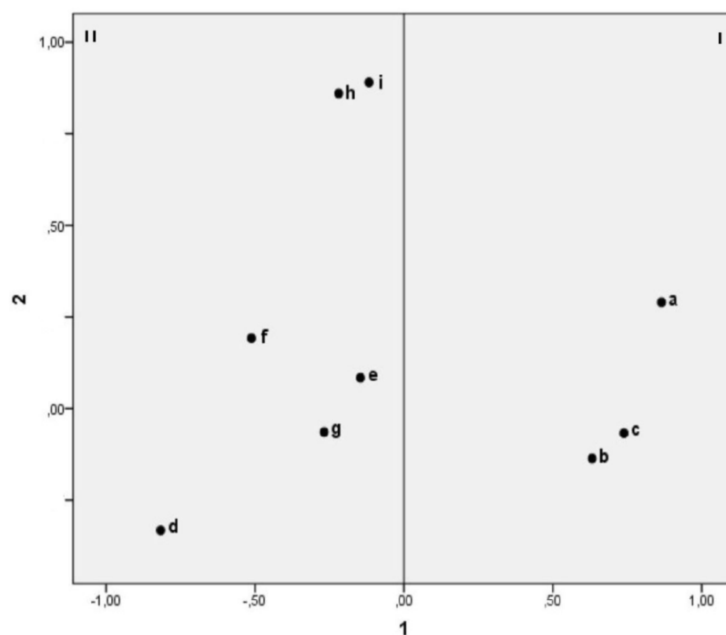
Referencias: β , coeficiente de regresión; DE, desvío estándar; OR: odds ratio; IC: intervalo de confianza;

RD: devianza residual; AIC: criterio de información de Akaike.

^a Modelo seleccionado: Indicador de vulnerabilidad 1 + Indicador de vulnerabilidad 2 + Educación del padre. RD = 3,6; AIC = 43,9; p = 0,5. ^b Modelo seleccionado: Compartir cama + Ayuda alimentaria + Tenencia de perros. RD = 1,9; AIC = 35,6; p = 0,6. ^c Modelo seleccionado: Grupo etario + Indicador de vulnerabilidad 1 + Indicador de vulnerabilidad 3. RD = 7,2; AIC = 64,8; p = 0,4. ^d Modelo seleccionado: Educación de la madre + Indicador de vulnerabilidad 1. RD = 2,1; AIC = 28,2; p = 0,2. ^e Modelo seleccionado: Indicador de vulnerabilidad 1 + Educación de la madre + Huerta. RD = 30; AIC = 85,4; p = 0,1. ^f Modelo seleccionado: Grupo etario + Educación de la madre + Ocupación del padre. RD = 4,7; AIC = 35,2; p = 0,7.

El ACPCat permitió definir dos grupos de individuos según las variables socio-económicas: el grupo I estuvo constituido por participantes con agua de red, cloacas y recolección pública de residuos domésticos; y el grupo II, por participantes con los indicadores de vulnerabilidad 1 (viviendas construidas con materiales precarios y/o piso de tierra), el indicador de vulnerabilidad 2 (viviendas sin agua de red, red cloacal y/o recolección pública de residuos domésticos) y el indicador de vulnerabilidad 3 (hacinamiento y/o compartir cama simple) (Figura 22). Las primeras dos dimensiones del ACPCat representaron el 50,9% del total de la varianza con valores de alfa de Cronbach de 0,7 y 0,5, respectivamente.

Figura 22. Análisis de componentes principales categóricos que describen los grupos I y II de la población analizada de Buenos Aires



Referencias: a: agua de red; b: red cloacal; c: recolección pública de residuos domésticos; d: bomba; e: canilla pública; f: viviendas construidas con materiales precarios; g: piso de tierra; h: hacinamiento; i: compartir cama simple.

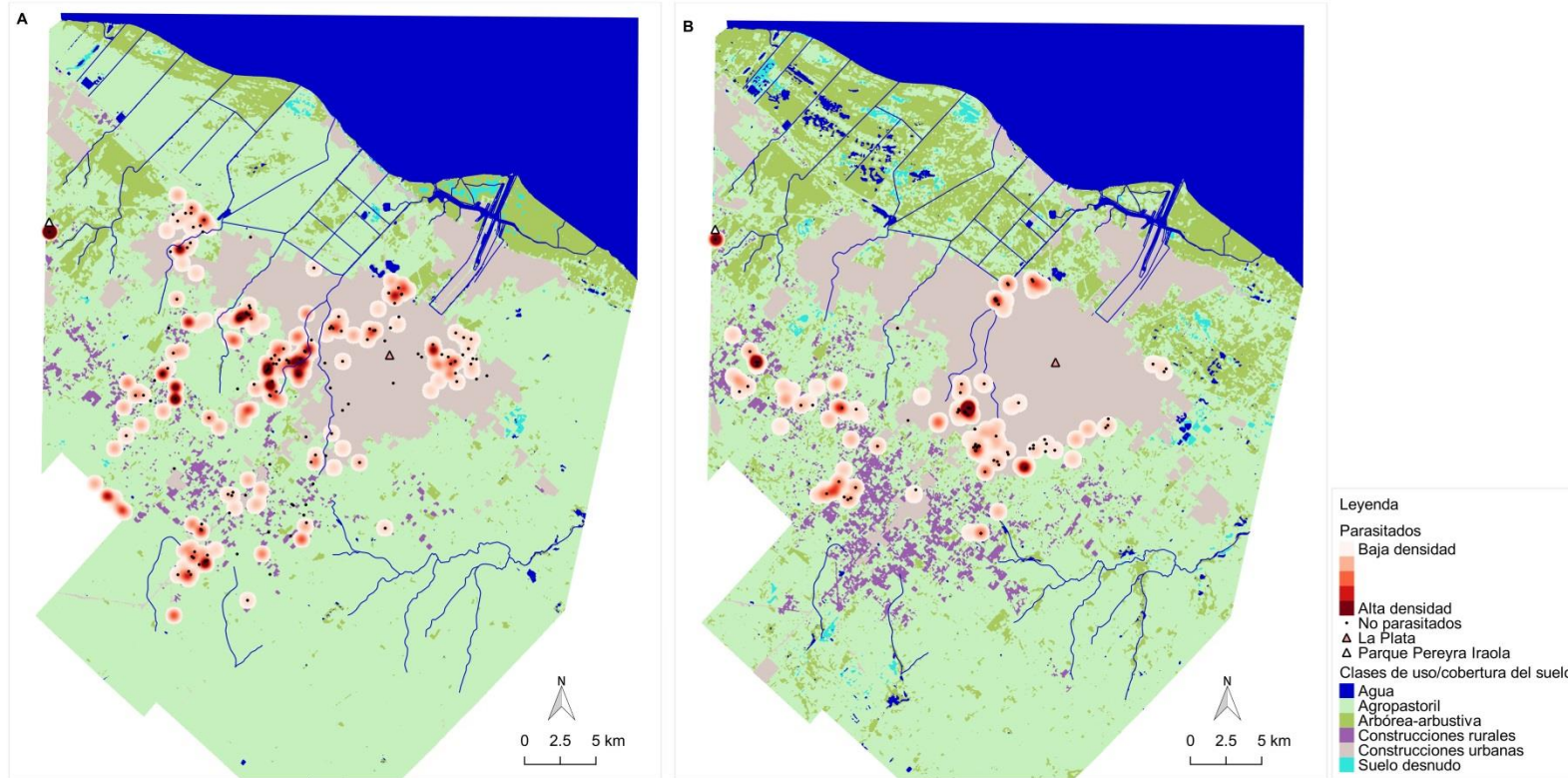
Los individuos incluidos en el grupo I habitaban principalmente en el área clasificada como urbana (80,5% en el periodo 2005-2008 y 74,6% en el periodo 2010-2016). Por el contrario, los individuos del grupo II habitan generalmente áreas clasificadas como no urbanas (clases agropastoril, arbórea-arbustiva y construcciones rurales) (85,4% en el periodo 2005-2008 y 96,3% en el periodo 2010-2016). El análisis de regresión logística permitió observar que los participantes que vivían en áreas no urbanas tenían un mayor riesgo de parasitosis respecto de los que vivían en áreas urbanas (OR = 1,5 en el periodo 2005-2008 y OR = 1,7 en el periodo 2010-2016) (Tabla 14). La Figura 23 muestra la distribución de las parasitosis en relación con las clases de uso/cobertura del suelo. Por otra parte, se observó que el 5,2% (32/615) y el 7,5% (35/469) de los participantes analizados en los periodos 2005-2008 y 2010-2016, respectivamente, vivían dentro de un radio de 150 m respecto de un curso o cuerpo de agua. La mayoría de ellos estuvieron parasitados: 78,1% en el primer periodo y el 71,4% en el segundo ($p > 0,05$).

Tabla 14. Riesgo de infección parasitaria en relación con las clases de uso/cobertura del suelo en la población analizada de Buenos Aires

Clase de uso/cobertura del suelo		β	DE	OR (95% IC)	p valor
Periodo 2005-2008					
Construcciones urbanas				Referencia	
Agropastoril, arbórea-arbustiva	y	0,4	0,2	1,5 (1,1-2,2)	0,02
construcciones rurales					
Periodo 2010-2016					
Construcciones urbanas				Referencia	
Agropastoril, arbórea-arbustiva	y	0,5	0,2	1,7 (1,1-2,7)	0,02
construcciones rurales					

Referencias: β , coeficiente de regresión; DE, desvío estándar; OR: odds ratio; IC: intervalo de confianza.

Figura 23. Distribución de las parasitosis intestinales en La Plata, alrededores y Parque Pereyra Iraola. (A) Periodo 2005-2008. (B) Periodo 2010-2016. Ambas se muestran superpuestas con los mapas de uso/cobertura del suelo de 2005 y 2015, respectivamente

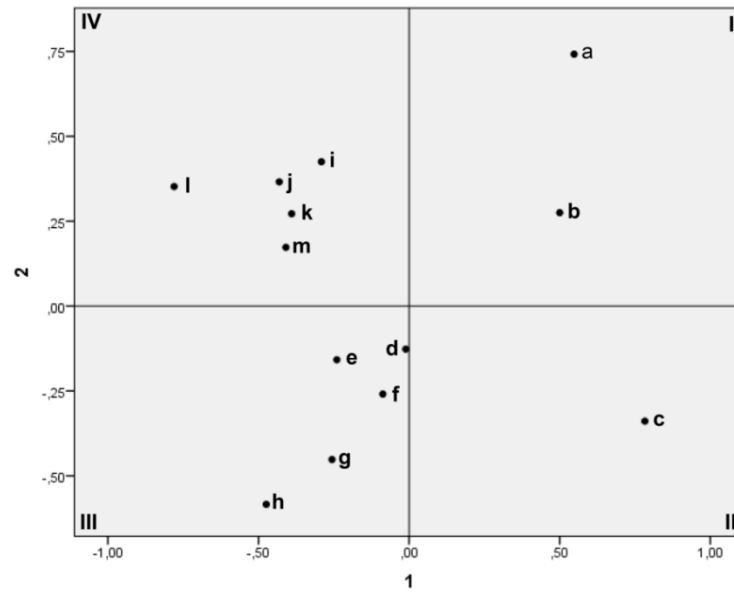


- **Chubut**

Un total de 302 individuos completaron la encuesta socio-económica (Tabla 2 del Anexo). El ACPCat permitió definir cuatro grupos: el grupo I incluyó individuos que habitaban viviendas con agua de red y recolección pública de residuos domésticos; el grupo II a los que vivían en casas con red cloacal; el grupo III a los individuos con viviendas construidas de chapa y madera, con canilla pública o bomba, con letrinas y con padres que poseían trabajos temporarios; y el grupo IV, a los que habitaban viviendas construidas sobre calles de tierra y con pozo ciego, con padres y madres que tenían solo educación primaria y con madres que poseían trabajos temporarios (Figura 24). Las primeras dos dimensiones del análisis representaron el 35,8% del total de la varianza con valores de alfa de Cronbach de 0,7 y 0,5, respectivamente.

La parasitosis fue mayor en el grupo III (55,6%), seguido de los grupos IV (37,4%), II (34,8%) y I (33,3%) (Tabla 15). Asimismo, los niños y jóvenes que pertenecían al grupo III tenían un mayor riesgo de parasitosis (OR = 2,5) e infección por *Blastocystis* sp. (OR = 3,4) respecto de los que pertenecían al grupo I. Del mismo modo, la parasitosis fue mayor en los individuos que tenían madres con educación primaria respecto de los que poseían madres con una educación formal superior (OR = 2,2) (Tabla 16).

Figura 24. Análisis de componentes principales categóricos que describen los grupos I-IV de la población analizada de Chubut



Referencias: a, agua de red; b, recolección pública de residuos domésticos; c, red cloacal; d, letrina; e, viviendas construidas de chapa y madera; f, padre con trabajo temporario; g, bomba; h, canilla pública; i, madre con trabajo temporario; j, madre con educación primaria; k, padre con educación primaria; l, pozo ciego; m, calle de tierra

Tabla 15. Individuos parasitados y analizados por grupo definido del análisis de componentes principales categóricos de la provincia de Chubut

Grupo	No. Individuos positivos (%)	No. individuos analizados
I	16 (33,3)	48
II	39 (34,8)	112
III	30 (55,6)	54
IV	61 (37,4)	163

Tabla 16. Factores de riesgo de infección parasitaria en la población analizada de Chubut

Variables	β	DE	OR (95% IC)	p valor
Parasitosis				
Grupo III ^a	0,9	0,4	2,5 (1,1-5,6)	0,03
Madre con educación primaria ^b	0,8	0,3	2,2 (1,3-3,7)	0,003
<i>Blastocystis</i> sp.^c				
Grupo III	1,2	0,5	3,4 (1,3-9,1)	0,01

Referencias: β , coeficiente de regresión; DE, desvío estándar; OR: odds ratio; IC: intervalo de confianza.; RD, devianza residual; AIC, criterio de información de Akaike.

^a Modelo seleccionado: Grupos obtenidos en el análisis de componentes principales categóricos. RD = 495,2; AIC = 503,6. ^b Modelo seleccionado: Nivel de educación de la madre. RD = 341,2; AIC = 345,2. ^c Modelo seleccionado: Grupos obtenidos en el análisis de componentes principales categóricos. RD = 335,5; AIC = 343,5.

- **Entre Ríos**

Se recogieron datos de 207 encuestas socio-económicas (Tabla 3 del Anexo). El análisis de regresión logística arrojó que los niños y jóvenes con madres con un empleo temporario tenían un mayor riesgo de parasitosis (OR = 2,4) y de infección por *E. vermicularis* (OR = 2,7) respecto de las que poseían trabajos estables (Tabla 17).

Tabla 17. Factores de riesgo de infección parasitaria en la población analizada de Entre Ríos

Variables	β	DE	OR (95% IC)	p valor
Parasitosis^a				
Madre con trabajo temporario	0,9	0,4	2,4 (1,2-4,8)	0,01
<i>Enterobius vermicularis</i>^b				
Madre con trabajo temporario	0,7	0,2	2,1 (1,4-3,2)	0,01

Referencias: β , coeficiente de regresión; DE, desvío estándar; OR: odds ratio; IC: intervalo de confianza; RD: devianza residual; AIC: criterio de información de Akaike.

^a Modelo seleccionado: Trabajo del padre. RD = 268; AIC = 272. ^b Modelo seleccionado: Trabajo del padre. RD = 261; AIC = 265.

- **Formosa**

Se recogieron datos de 113 encuestas socio-económicas (Tabla 4 del Anexo). El análisis de regresión logística arrojó que el riesgo de parasitosis fue mayor en individuos que tiraban, enterraban o quemaban los residuos domésticos (OR = 4,4). Tener padres desempleados o con empleos temporarios significó un mayor riesgo de infección por *Blastocystis* sp. (OR = 3,8) y por *G. lamblia* (OR = 15,4). Además, la infección por *G. lamblia* fue mayor en los individuos que no recibían ayuda monetaria (OR = 4,7) (Tabla 18).

Tabla 18. Factores de riesgo de infección parasitaria en la población analizada de Formosa

Variables	β	DE	OR (95% IC)	p valor
Parasitosis^a				
Eliminación inadecuada de residuos domésticos	1,5	0,5	4,4 (1,4-13,7)	0,01
<i>Blastocystis</i> sp.^b				
Padre con trabajo temporario	1,3	0,6	3,8 (1,04-13,9)	0,04
<i>Giardia lamblia</i>^c				
Padre con trabajo temporario	2,7	1,1	15,4 (1,6-154,4)	0,02
Sin ayuda monetaria	1,5	0,7	4,7 (1,2-18,3)	0,03

Referencias: β , coeficiente de regresión; DE, desvío estándar; OR: odds ratio; IC: intervalo de confianza; RD: devianza residual; AIC: criterio de información de Akaike.

^a Modelo seleccionado: Eliminación de residuos domésticos. RD = 100,7; AIC = 104,7. ^b Modelo seleccionado: Trabajo del padre. RD = 70,7; AIC = 74,7. ^c Modelo seleccionado: Trabajo del padre + Ayuda monetaria. RD = 3,2; AIC = 19,4; p = 0,05.

- **Mendoza**

Un total de 683 individuos completaron las encuestas socio-económicas (Tabla 5 del Anexo). El ACPCat permitió definir cuatro grupos: el grupo I incluyó individuos con padres que poseían estudios terciarios o universitarios, empleos formales y que eran propietarios de las viviendas. La mayoría tenía cobertura de salud, habitaban viviendas construidas con mampostería de ladrillos y con electricidad, televisión, internet, computadora, automóvil y aire acondicionado. El grupo II estuvo constituido por individuos que habitaban barrios con gas natural y con acceso a los servicios públicos. La mayoría de los padres alcanzaron una educación secundaria, eran empleados y tenían cobertura de salud. Generalmente, las viviendas estaban construidas con mampostería de ladrillo. El grupo III incluyó a participantes que presentaban hacinamiento, poseían ayuda monetaria y alimentaria, tenían padres que solo alcanzaron una educación primaria, que eran desempleados o poseían empleos temporarios. Algunas familias habitaban viviendas sin agua de red y cloacas. El grupo IV estuvo formado por familias que criaban animales, tenían huerta, consumían agua de bomba y empleaban gas envasado y leña para calefaccionar o cocinar. La mayoría de los padres habían alcanzado solo un nivel de educación primaria, tenían empleos temporarios o eran amas de casa. Las primeras dos dimensiones del análisis representaron el 26,1% del total de la varianza con valores del alfa de Cronbach de 0,8 y 0,6, respectivamente.

Los individuos pertenecientes al grupo III estuvieron más parasitados que los individuos del grupo I (67% y 48,5%, respectivamente; $p < 0,01$). Las prevalencias de infección por *Blastocystis* sp., *G. lamblia*, *E. coli* e *H. nana* fueron mayores en el grupo III y en el grupo IV ($p < 0,01$). Los ancylostomideos se hallaron solo en el grupo III y *A. lumbricoides*, solo en el grupo IV. La Tabla 19 muestra los resultados más importantes obtenidos de la asociación entre parasitosis y factores socio-económicos de la población analizada de Mendoza.

Tabla 19. Prevalencias de parasitosis por grupo en la población analizada de Mendoza

Parásitos	Grupo			
	I	II	III	IV
Parasitosis	48,5	59,7	67,0	65,3
<i>Blastocystis</i> sp.	30,1	15,3	20,6	18,8
<i>E. histolytica/dispar</i>	--	--	--	1,0
<i>G. lamblia</i>	6,8	15,3	20,6	18,8
<i>C. mesnili</i>	--	1,4	0,9	--
<i>E. nana</i>	1,0	4,2	2,8	2,7
<i>E. coli</i>	5,8	12,5	17,0	14,4
<i>I. bütschlii</i>	--	--	0,5	1,4
<i>E. vermicularis</i>	20,4	27,8	24,8	25,7
<i>H. nana</i>	--	--	2,9	1,8
Ancylostomideos	--	--	0,9	--
<i>A. lumbricoides</i>	--	--	--	0,9

Extraído de la tesis doctoral de Garraza (2013).

• Misiones

Un total de 974 individuos completaron las encuestas socio-económicas (Tabla 6 del Anexo). El ACPCat permitió definir cuatro grupos: el grupo I vivían en casas construidas con mampostería de ladrillo y con acceso a los servicios públicos. La mayoría de los padres completaron los estudios secundarios, eran empleados y contaban con cobertura de salud. El grupo II incluyó familias que habitaban viviendas de chapa y madera y con acceso a los servicios públicos. La mayoría de los padres alcanzaron una educación primaria, eran empleados o amas de casa. El grupo III estuvo constituido por familias que habitaban viviendas de chapa y madera, con piso de tierra en algún ambiente y sin acceso a los servicios públicos. Generalmente, presentaban hacinamiento y los padres no habían completado la educación primaria y tenían trabajos temporarios o eran amas de casa. El grupo IV incluyó a individuos que vivían en casas de chapa y madera y sin acceso a los servicios públicos. Los padres habían alcanzado un nivel de educación primaria y generalmente tenían trabajos temporarios o eran amas de casa, poseían huerta y criaban animales. Las primeras dos dimensiones del análisis representaron el 30,2% del total de la varianza con valores del alfa de Cronbach de 0,8 y 0,7, respectivamente.

El grupo III presentó la mayor prevalencia de parasitosis (94,4%) seguido de los grupos IV (86,5%), II (83,5%) y I (48,1%), con diferencias estadísticamente significativas entre el grupo I y los restantes, y entre el grupo III y el IV ($p < 0,01$). Asimismo, la infección por *Blastocystis* sp., *G. lamblia*, *H. nana*, ancylostomideos, *A. lumbricoides* y *S. stercoralis* fue mayor en el grupo III ($p < 0,05$). La Tabla 20 muestra

los resultados más importantes obtenidos de la asociación entre parasitosis y factores socio-económicos de la población analizada de Misiones.

Tabla 20. Prevalencias de parasitosis por grupo en la población analizada de Misiones

Parásitos	Grupo			
	I	II	III	IV
Parasitosis	48,1	83,5	94,4	86,5
<i>Blastocystis</i> sp.	34,6	62,6	69,3	63,7
<i>G. lamblia</i>	8,7	22,3	25,1	15,0
<i>H. nana</i>	--	4,3	10,8	1,9
Ancylostomideos	1,9	8,6	26,4	18,4
<i>A. lumbricoides</i>	1,0	0,7	7,8	0,7
<i>S. stercoralis</i>	--	10,8	26,8	3,0

Extraído de la tesis doctoral de Zonta (2010).

Discusión

Los resultados del presente capítulo muestran que los parásitos intestinales hallados en cada población analizada estuvieron estrechamente asociados con los factores de riesgo socio-económicos relacionados a la vivienda y su entorno inmediato y al grupo familiar.

En general, se observó que la parasitosis fue ligeramente mayor en los varones, con excepción de las poblaciones analizadas en Mendoza y Misiones, en las cuales las mujeres presentaron una prevalencia ligeramente mayor. Del mismo modo, otros autores no han establecido una clara asociación entre la infección parasitaria y el sexo de los individuos analizados (Pezzani et al., 2009; Alelign et al., 2015). Asimismo, la parasitosis fue mayor en los niños de 5 a 9 años, con excepción de Chubut, donde fue superior en los de 4 años o menos. Por el contrario, en la población analizada de Buenos Aires, la edad comprendida entre 10 y 14 años presentó un mayor riesgo de infección por *Blastocystis* sp. e *H. nana*. Al respecto, diversos estudios también mostraron resultados disímiles en relación con la edad de los individuos, reportando una mayor prevalencia en los preescolares y escolares con edades comprendidas entre 1 y 10 (Devera et al., 2014), y entre 5 y 14 años (Agudelo-López et al., 2008) así como también en escolares con edades entre 6 y 8 (Pezzani et al., 2009), y 10 y 14 años (Alelign et al., 2015).

Las viviendas construidas con materiales precarios, pisos de tierra y sin agua de red, cloacas y recolección pública de residuos domésticos representaron los factores de riesgo más importantes entre las variables relacionadas a la vivienda y su

entorno inmediato. De este modo, estos factores estuvieron asociados con la parasitosis (en todas las provincias excepto en Entre Ríos) y con la infección por *Blastocystis* sp. (en Buenos Aires, Chubut, Mendoza, Misiones), *G. lamblia* (en Buenos Aires, Mendoza y Misiones), *E. coli* (en Buenos Aires y Mendoza), *H. nana*, ancylostomideos y *A. lumbricoides* (en Mendoza y Misiones), y *S. stercoralis* (en Misiones). En concordancia con otros autores, la falta de saneamiento ambiental facilita la transmisión de protozoos y helmintos a través del consumo de agua y alimentos y de la manipulación de objetos contaminados con materia fecal (Espinosa Morales et al., 2011; Cañete et al., 2012; Osman et al., 2016; Samuel et al., 2017). En el caso de la población analizada de Misiones, la transmisión de geohelmintos pudo estar vinculada a que los participantes realizaban habitualmente distintas actividades sin usar calzado y en contacto directo con la vegetación y el suelo contaminado durante la recolección y cosecha de yerba mate (Zonta, 2010). En los últimos años, el término WASH ha sido implementado para referir al conjunto de agua, saneamiento e higiene (WASH por Water, Sanitation and Hygiene). En este contexto, UNICEF destaca que cada uno de estos tres componentes depende de la presencia del otro. Es decir, sin una eliminación adecuada de excretas, las fuentes de agua se contaminan; y sin agua potable, las prácticas de higiene básicas son imposibles (UNICEF, 2018). En una revisión y meta-análisis realizado por Strunz et al. (2014) se mostró que a través de intervenciones en WASH (e.g. uso de agua potable, red cloacal, lavado de vegetales) es posible la reducción del riesgo de infección parasitaria causada por geohelmintos.

El hacinamiento y compartir cama fueron factores de riesgo de parasitosis (en todas las provincias excepto en Entre Ríos), y de infección por *E. vermicularis* y *Blastocystis* sp. en Buenos Aires. Además, la infección por *G. lamblia*, *E. coli*, *H. nana*, ancylostomideos y *A. lumbricoides* fueron más frecuentes en el grupo III de las poblaciones de Mendoza y Misiones, las cuales presentaban hacinamiento. Estos resultados no sorprenden debido a que la parasitosis se ve favorecida por el hacinamiento y las prácticas de higiene inadecuadas que caracteriza a las personas parasitadas. En particular, *E. vermicularis* se transmite a través del ciclo ano-mano-boca, el cual está relacionado al hábito de compartir cama y ropa. Asimismo, en la población analizada de Buenos Aires se ha observado que los individuos que tenían perros como mascotas presentaban un mayor riesgo de infección por *E. vermicularis*. Esto podría deberse a que los huevos de esta especie parásita se dispersan fácilmente sobre múltiples superficies, como por ejemplo, sobre el cuerpo de las mascotas (Cazorla et al., 2006; Chai et al., 2015).

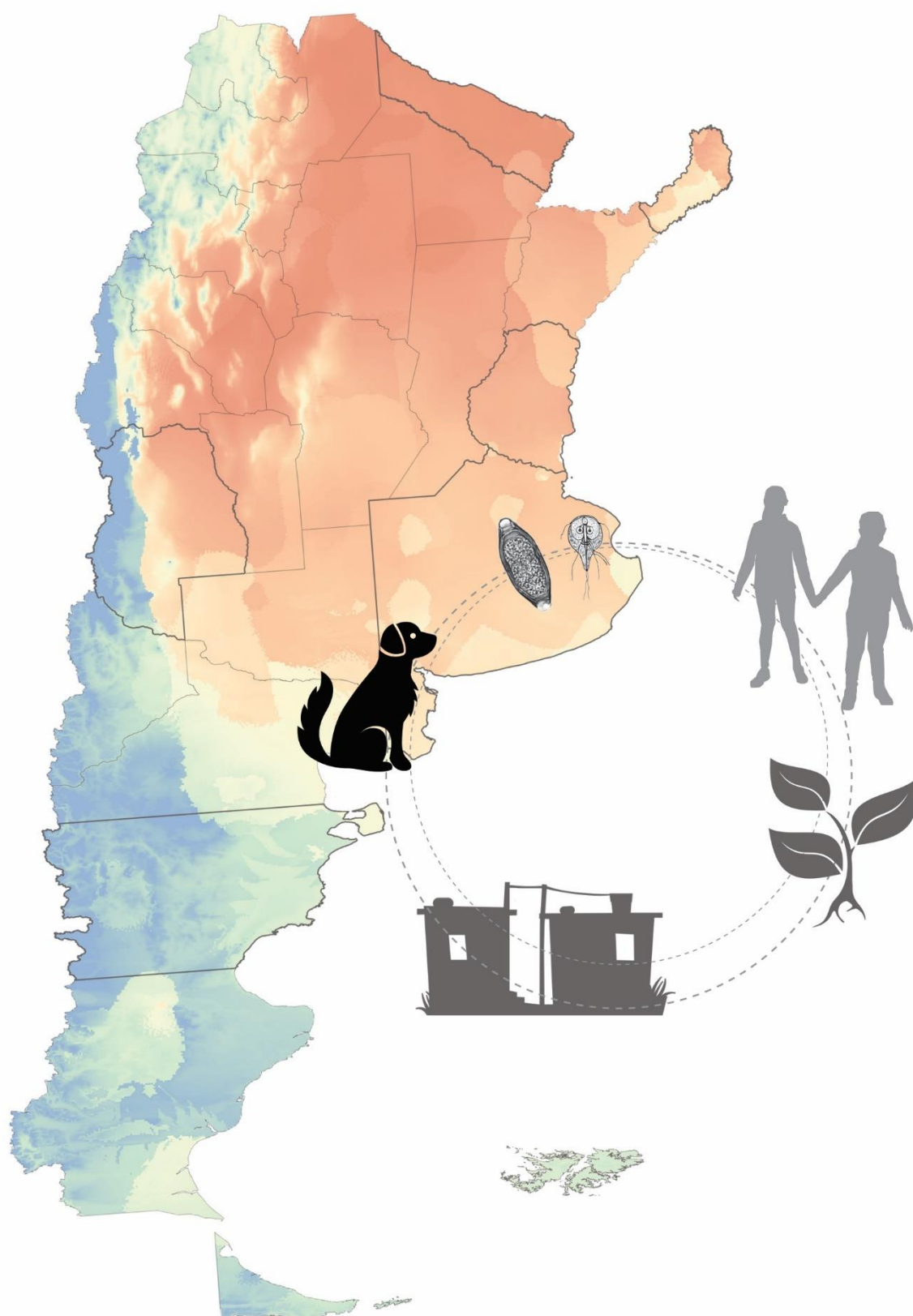
La relación existente entre las parasitosis y las deficientes condiciones sanitarias ha sido evidente a través del análisis de distribución geográfica. Este análisis permitió observar que las parasitosis fueron más frecuentes en áreas no urbanas (clases agropastoril, arbórea-arbustiva y construcciones rurales), donde generalmente las viviendas estaban construidas con materiales precarios y sin acceso a los servicios públicos, y las familias vivían hacinadas y compartían cama simple. Este análisis también arrojó que los participantes que vivían a menos de 150 m de un curso o cuerpo de agua estaban más parasitados respecto de los que vivían más alejados. En este contexto, la cercanía a una fuente de infección como el agua, favorece las enteroparasitosis, especialmente ante posibles inundaciones que puede contaminar el ambiente con formas parasitarias (Juárez y Rajal, 2013). Sin dudas, las consecuencias de las inundaciones son más severas en poblaciones que se encuentran social, económica y geográficamente marginadas (Lal et al., 2013).

Por otra parte, el nivel educativo básico y la falta de un trabajo estable fueron los factores de riesgo de parasitosis presentes en todas las provincias y en el caso de Entre Ríos, la inestabilidad laboral de la madre representó el único factor de riesgo socio-económico. En concordancia con otros estudios, el nivel de educación básico, la falta de un trabajo estable y de información acerca de los modos de transmisión de los parásitos incrementan el riesgo de infección (Zonta et al., 2013; Garraza et al., 2014; Rivero et al., 2017). Por ejemplo, en un estudio realizado en México, se halló que las parasitosis fueron superiores en niños con padres desempleados y con estudios primarios incompletos (Quihui et al., 2006). Del mismo modo, Steinmann et al. (2007) mostraron que el riesgo de infección por *A. lumbricoides* y *Taenia* spp. en adultos residentes en China fue mayor cuando no poseían estudios o solo habían alcanzado estudios básicos. En este contexto, el conocimiento de la población acerca de la biología y modos de transmisión de las enteroparasitosis contribuye al cambio de los hábitos poco saludables en prácticas sólidas para el control de las parasitosis y simultáneamente, de otras infecciones con un modo de transmisión similar. Por otra parte, que en el caso de la población analizada de Entre Ríos, la falta de un trabajo estable haya sido el único factor de riesgo hallado, no sorprende al considerar que más del 50% de los individuos analizados tenían padres con un nivel de educación básico y aproximadamente el 60% tenían madres con trabajos temporarios. Estos resultados concuerdan con un estudio realizado sobre 1435 individuos del departamento de Villaguay, en el cual se observó que la mayoría de las familias vivían en casas construidas con ladrillos, de pisos de cemento y con acceso al agua de red, cloacas y recolección de residuos, y por el contrario, presentaban un bajo nivel educativo e inestabilidad laboral (Bergel Sanchís et al., 2017).

En conclusión, los resultados del presente capítulo sugieren que existen factores socio-económicos estrechamente asociados a la infección parasitaria en las diferentes poblaciones analizadas. El estudio de las variables relacionadas a la vivienda y su entorno inmediato, así como también al grupo familiar de cada población analizada, contribuye a la comprensión de las necesidades para el control y prevención de las parasitosis en cada una. Una intervención en WASH que sea sostenible en el tiempo acompañada con programas educativos consistentes contribuirían al mejoramiento de la calidad de vida de la población.

Capítulo IV

PARASITOSIS INTESITNALES EN PERROS: IMPORTANCIA EN LA SALUD HUMANA



4. Capítulo IV: Parasitosis intestinales en perros: importancia en la salud humana

El objetivo del presente capítulo fue diagnosticar los parásitos intestinales en perros y evaluar su importancia zoonótica.

Introducción

Los perros juegan un rol muy importante como hospedadores y reservorios de numerosos parásitos intestinales (e.g. *Toxocara canis*, *A. caninum*, *Uncinaria stenocephala*) (Traversa, 2012). La infección de estos parásitos ocurre generalmente por el contacto directo o indirecto con las secreciones y deposiciones de perros infectados o por la ingestión de un hospedador intermediario (Gamboa et al., 2009; Bwalya et al., 2011; Traversa et al., 2011, 2014). Algunas de estas parasitosis son de importancia zoonótica, es decir, que pueden afectar la salud humana, especialmente la de los niños, debido a la estrecha relación que establecen con las mascotas y las prácticas de higiene aún no consolidadas (Soriano et al., 2010; Dantas-Torres y Otranto, 2014; Amissah-Reynolds et al., 2016).

Diversas investigaciones mostraron una prevalencia de enteroparasitosis heterogénea en perros de Argentina con valores que oscilaron entre 36-70% (Soriano et al., 2010; Dopchiz et al., 2013; Semenas et al., 2014; La Sala et al., 2015; Flores et al., 2017). Asimismo, algunos estudios han contemplado la relación de las parasitosis intestinales halladas en perros con el estado parasitológico y las características socio-económicas de la población (Dantas-Torres y Otranto, 2014; La Sala et al., 2015; Amissah-Reynolds et al., 2016). Desde este enfoque integrador bajo el concepto de One Health, se considera que la salud humana y la sanidad animal son interdependientes y se vinculan estrechamente al ambiente en el cual coexisten. En este contexto, en virtud de las observaciones realizadas por el equipo de investigación en las visitas a los barrios del Gran La Plata, se ha percibido que en general, los perros presentan un rol fundamental en las familias como animales de compañía o de guardia, no concurren regularmente al veterinario, habitan dentro de las casas y pasean libremente por el barrio (Figura 25). Así, se planteó la necesidad de realizar un estudio observacional sobre las parasitosis halladas en estas mascotas, principalmente aquellas de importancia zoonótica, teniendo en cuenta los factores de riesgo de infección parasitaria presentes en la población.

Figura 25 Perros de los barrios analizados del Gran La Plata

Metodología

Análisis parasitológico

Se llevó a cabo un estudio transversal durante los años lectivos 2014 y 2015 en diferentes barrios periurbanos del Gran La Plata. Durante los encuentros informativos, se ofreció realizar un análisis coproparasitológico a los perros de los asistentes. Las muestras fecales de los perros ($n = 78$) fueron colectadas durante 5-7 días por los dueños luego de la deposición o desde el recto por un médico veterinario, quien colaboró en la toma de muestras. Por otra parte, se colectaron muestras de materia fecal y de escobillado anal de 211 niños y jóvenes convivientes con las mascotas siguiendo la metodología establecida en el presente trabajo de tesis.

Las muestras de heces fueron conservadas en formol 10% y procesadas mediante la técnica de Ritchie. Además, en el 20% de las muestras se empleó una técnica de flotación (Willis o Sheather) como técnica complementaria de diagnóstico. Las muestras fueron examinadas bajo microscopio óptico a 100x, 400x y 1000x, y la identificación de los huevos, quistes y larvas se realizó según las características morfológicas (Thienpont et al., 1979; Mehlhorn et al., 1992; OMS, 1994; Ash y Orihel, 2013).

Análisis socio-económico y de prácticas de higiene

A partir del cuestionario detallado en el Capítulo III, elaborado para indagar acerca de los factores socio-económicos de la población relacionados a las viviendas, su entorno inmediato y al grupo familiar, se recogió información sobre las prácticas de higiene de los participantes. Se preguntó si los niños y jóvenes se lavaban las manos antes de comer, luego de ir al baño y de jugar con las mascotas, si andaban descalzos, si

jugaban en el suelo y si presentaban onicofagia. También se indagó si los adultos lavaban las frutas y verduras y si potabilizan el agua mediante agregado de lavandina o ebullición.

Análisis de datos

Respecto de los perros, se calculó la prevalencia de parasitosis, y el porcentaje de monoparasitismo y de parasitismo múltiple. La asociación estadística entre pares de especies con un modo de transmisión similar se realizó mediante las pruebas de Chi al cuadrado (χ^2) o Fisher Exacto con un p valor < 0,05.

La independencia entre las parasitosis halladas en la población y las variables socio-económicas se evaluó mediante χ^2 o la prueba exacta de Fisher. Las variables que presentaron una asociación estadísticamente significativa ($p < 0,05$) fueron evaluadas mediante modelos de regresión logística utilizando la selección stepwise forward. El modelo seleccionado fue el que presentó una menor devianza residual (DR) y, en el caso de hallar varios modelos competitivos, se seleccionó el más parsimonioso comparando el criterio de información de Akaike (AIC) y el p valor. La fuerza de asociación se estimó por los valores de odds ratio (OR) y sus respectivos intervalos de confianza al 95% (95% IC).

La edad de los individuos fue definida en dos grupos etarios según la escolaridad: ≤ 5 años o preescolares y 6-15 años o escolares.

Los análisis estadísticos se realizaron utilizando el software R (R Core Team, 2015).

Resultados

Análisis parasitológico

Del total de perros analizados, el 82,1% (64/78) estuvo parasitado por al menos una especie. Se hallaron 11 especies parásitas, siendo las más prevalentes *A. caninum* (69,2%), *U. stenocephala* (41%), *T. vulpis* (28,2%) y *T. canis* (21,8%) (Tabla 21). Además, el 2,6% de las heces presentaron huevos de *Ascaris* spp. y el 1,3%, huevos atribuibles a *T. trichiura*.

Tabla 21. Prevalencia de especies parásitas en los perros analizados

Parásitos	Frecuencia	
	No.	%
Protozoos		
<i>Giardia lamblia</i>	8	10,3
<i>Entamoeba</i> spp.	8	10,3
Helmintos		
<i>Ancylostoma caninum</i>	54	69,2
<i>Uncinaria stenocephala</i>	32	41,0
<i>Trichuris vulpis</i>	22	28,2
<i>Toxocara canis</i>	17	21,8
<i>Ascaris</i> spp.	2	2,6
<i>Eucoleus aerophilus</i>	1	1,3
<i>Toxascaris leonina</i>	1	1,3
<i>Dipylidium caninum</i>	1	1,3
<i>Trichuris trichiura</i>	1	1,3

El parasitismo múltiple fue mayor respecto del monoparasitismo (67,2% y 32,8%, respectivamente) y se halló un máximo de seis especies parásitas en una misma mascota. Las especies que mostraron una asociación estadísticamente significativa fueron *A. caninum/U. stenocephala* y *A. caninum/T. vulpis* ($p < 0,01$).

Del total de niños y jóvenes analizados, el 67,8% (143/211) estuvo parasitado por al menos una especie. Se hallaron 11 especies parásitas, siendo las más prevalentes *Blastocystis* sp. (36%), *E. vermicularis* (27,5%) y *G. lamblia* (21,3%). Entre los geohelminos se hallaron *A. lumbricoides* (4,7%), *T. trichiura* (1,4%) y *S. stercoralis* (1,4%). Entre los cestodos se observó a *H. nana* (4,3%). También se diagnosticaron protozoos no patógenos como *E. coli* (11,4%), *E. nana* (9,5%), *E. hominis* (1%) e *I. bütschlii* (0,5%).

Factores de riesgo de infección parasitaria

Un total de 205 participantes completaron la encuesta socio-económica (Tabla 7 del Anexo). Respecto de las prácticas de higiene, la mayoría de los niños lavaban siempre sus manos antes de comer (64,4%) y luego de ir al baño (58%); sin embargo, no lo hacían después de tocar a las mascotas (36,1%). Generalmente, tenían el hábito de andar descalzos (55,6%), jugar en el suelo (74,1%) y de onicofagia (54,6%). Todos los adultos manifestaron lavar las frutas y verduras antes de consumirlas.

Los resultados de los análisis de regresión logística se muestran en la Tabla 22. El riesgo de parasitosis fue mayor en los escolares (OR = 1,9) y en los que no lavaban sus manos después de tocar a las mascotas (OR = 2,8). Respecto del análisis por especie parásita, el riesgo de infección por *Blastocystis* sp. fue mayor en los

individuos con padres que solo alcanzaron estudios primarios (OR = 3,4). El riesgo de infección por *E. coli* fue mayor en los individuos que tenían madres sin estudios o con estudios primarios (OR = 3,6) y en aquellos que habitaban viviendas que se inundaban frecuentemente (OR = 4,4). Por otra parte, la infección por *E. vermicularis* fue mayor en individuos con onicofagia (OR = 1,6) y en los escolares que tenían padres con estudios primarios (OR = 3,6).

Tabla 22. Factores de riesgo de parasitosis hallados en la población conviviente con las mascotas analizadas

Variables	β	DE	OR (95% IC)	p valor
Parasitosis^a				
Edad entre 6-15	0,6	0,4	1,9 (1,0-3,7)	0,07
No lavarse las manos luego de tocar a las mascotas	1,0	0,4	2,8 (1,4-5,5)	< 0,01
<i>Blastocystis</i> sp.^b				
Padre con educación primaria	1,2	0,5	3,4 (1,3-8,7)	0,01
<i>Enterobius vermicularis</i>^c				
Edad entre 6-15 y padre con educación primaria	1,3	0,5	3,6 (1,4-9,1)	< 0,01
Onicofagia	0,5	0,4	1,6 (0,7-3,7)	0,3
<i>Entamoeba coli</i>^d				
Madre con educación primaria	1,3	0,8	3,6 (0,8-15,9)	0,09
Anegamiento de la vivienda	1,5	0,8	4,4 (0,9-16,6)	0,05

Referencias: β , coeficiente de regresión; DE, desvío estándar; OR: odds ratio; IC: intervalo de confianza; RD: devianza residual; AIC: criterio de información de Akaike.

^a Modelo seleccionado: Grupo etario + Lavado de manos luego de tocar a las mascotas. RD = 0,2; AIC = 21,9; p = 0,7. ^b Modelo seleccionado: Trabajo del padre. RD = 1,2; AIC = 19,4; p = 0,5. ^c Modelo seleccionado: Grupo etario * Educación del padre + Onicofagia. RD = 0,9; AIC = 30,6; p = 0,8; ^d Modelo seleccionado: Educación de la madre + Anegamiento. RD = 0,5; AIC = 16,2; p = 0,5.

Discusión

Las parasitosis intestinales diagnosticadas en perros y en los niños que conviven con ellos estuvieron relacionadas con las características socio-económicas y las prácticas de higiene analizadas como factores de riesgo de infección parasitaria.

La presencia de enteroparásitos hallados en perros da cuenta de la contaminación fecal del ambiente y del deficiente cuidado que presentan las mascotas. La prevalencia de infección fue alta (82,1%) respecto de numerosos estudios llevados a cabo en diferentes países de América, África y Europa, en los cuales se hallaron valores de prevalencia entre 20-73% (Dopchiz et al., 2013; Vélez-Hernández et al., 2014; Zanzani et al., 2014; Alarcón et al., 2015; Jerez Puebla et al., 2015; Amissah-Reynolds et al., 2016; Flores et al., 2017).

Un total de 11 especies parásitas fueron diagnosticadas, en coincidencia con el rango de 6-12 especies documentadas en perros (Fontanarrosa et al., 2006; Semenas et al., 2014; Zanzani et al., 2014). Las especies más prevalentes fueron *A. caninum*, *U. stenocephala*, *T. vulpis* y *T. canis*. Al respecto, estas especies parásitas fueron halladas en otras investigaciones llevadas a cabo en Bahía Blanca y Bariloche, entre las localidades argentinas (Semenas et al., 2014; La Sala et al., 2015; Flores et al., 2017) así como también en diferentes países del mundo, dando cuenta de su amplia distribución cosmopolita. Se observaron por ejemplo, en Colombia y Cuba (Alarcón et al., 2015; Jerez Puebla et al., 2015), en Portugal e Italia (Letra Mateus et al., 2014; Zanzani et al., 2014), y en Ghana y Zambia (Bwalya et al., 2011; Amissah-Reynolds et al., 2016). Estas especies son reconocidas por su importancia zoonótica. Al respecto, las larvas de *A. caninum* sobreviven en el ambiente por varios meses y pueden penetrar en la epidermis de las personas por contacto directo (principalmente a través de la piel de los pies descalzos) y causar el síndrome de larva migrans cutánea. Este síndrome también ha sido asociado a la infección por *U. stenocephala*, la segunda especie más prevalente hallada en este estudio (Bowman et al., 2010; Feldmeier y Schuster, 2012). Por otra parte, los huevos de *T. vulpis* pueden sobrevivir en el suelo durante años y las personas pueden infectarse al ingerirlos accidentalmente, mediante el contacto estrecho con los perros o el suelo contaminado. La infección por esta especie puede ser asintomática y en algunos casos, se ha visto asociada al síndrome de larva migrans visceral (Dunn et al., 2002; Traversa et al., 2011). *Toxocara canis* es uno de los parásitos más frecuentes hallados en perros y pueden transmitirse por la ingestión de los huevos presentes en el suelo o en las manos y vegetales contaminados así como también por la ingestión de larvas presentes en carnes crudas o mal cocidas de hospedadores paraténicos (e.g. pollos, cerdos, rumiantes) (Overgaauw y van Knapen, 2013). Este parásito puede causar el síndrome de larva migrans visceral, pulmonar, ocular y neural (Lee et al., 2010). Estas especies afectan principalmente a niños debido al estrecho contacto que establecen con las mascotas y a las prácticas de higiene insuficientes, como aquellas observadas en la población estudiada (la mayoría de los niños no lavaban sus manos luego de tocar a las mascotas, se comían las uñas, andaban descalzos y jugaban en el suelo).

Las especies menos prevalentes fueron *D. caninum*, *E. aerophilus* y *T. leonina*. Estos resultados concuerdan con otros estudios realizados sobre heces caninas, en los cuales la prevalencia de estas especies no alcanzaron el 4% (Traversa et al., 2011; Dado et al., 2012; Letra Mateus et al., 2014; Zanzani et al., 2014; Amissah-Reynolds et al., 2016; Curi et al., 2016). Por otra parte, entre estos autores, Dado et al. (2012) y Zanzani et al. (2014) hallaron una prevalencia de *G. lamblia* del orden del 20%, valor

superior al observado en el presente estudio (10,3%). Al respecto, los bajos valores de prevalencia observados en los perros examinados no deben ser subestimados dado que estas especies representan un problema en la sanidad humana.

Por otra parte, en la materia fecal de perros se hallaron huevos de *Ascaris* spp. y otros atribuibles a *T. trichiura*. *Ascaris* spp. puede infectar a numerosos vertebrados, entre ellos, a los cerdos y a las personas –dependiendo de la especie parásita– y *T. trichiura* infecta a las personas. En concordancia con lo observado por Gamboa et al. (2009), este hallazgo podría relacionarse al comportamiento de coprofagia que presentan algunas mascotas favorecido por el uso de letrinas, defecación a cielo abierto, presencia de basurales en los barrios y anegamiento de la vivienda.

El 67,8% de los niños y jóvenes analizados estuvieron parasitados por al menos una especie parásita, especialmente por patógenas como *Blastocystis* sp., *G. lamblia*, *E. vermicularis*, *H. nana*, y los geohelminthos *A. lumbricoides*, *T. trichiura* y *S. stercoralis*. El riesgo de infección parasitaria fue mayor en los que no lavaban sus manos luego de tocar a las mascotas y los participantes que se comían las uñas mostraron mayor riesgo de infección por *E. vermicularis*. Este hábito favorece la transmisión de esta especie que ocurre a través de la vía ano-mano-boca y es facilitada por la dispersión de los huevos sobre diferentes superficies, incluido el cuerpo de las mascotas que conviven con ellos (Cazorla et al., 2006; Chai et al., 2015). Como fue observado en el estudio de las parasitosis en relación con los factores socio-económicos (Capítulo III), el nivel educativo de los padres fue un factor determinante en la distribución parasitaria. Esta observación podría indicar que la población analizada no ha recibido la información adecuada acerca de los parásitos y las zoonosis como herramienta que pudiese limitar la adquisición de alguna infección parasitaria.

Los resultados obtenidos muestran la existencia de un escenario epidemiológico preocupante en el cual las parasitosis de importancia zoonótica pueden establecerse y afectar la salud de la población, y que sugiere la necesidad de implementar programas regionales y nacionales, sostenibles en el tiempo, de educación para la salud y de tenencia responsable de mascotas (Cociancic et al., 2018b). Asimismo, Letra Mateus et al. (2014) enfatizaron sobre la importancia de realizar estudios epidemiológicos con un enfoque multidisciplinario. De este modo, se ha demostrado que la integración de diferentes disciplinas es fundamental para el conocimiento parasitológico y el control de parásitos de importancia zoonótica (Schurer et al., 2014; Ryan et al., 2016). El concepto de One Health promueve la unificación de los esfuerzos de la comunidad científica relacionada a la salud y al ambiente, para generar conocimientos que contribuyan a la toma de decisiones que

mitiguen los efectos negativos de estas zoonosis y mejoren la calidad de vida de la población y sus mascotas.

Conclusiones

En la presente tesis doctoral se evaluaron las parasitosis intestinales halladas en niños y jóvenes de diferentes provincias de Argentina y su relación con las variables ambientales y socio-económicas. Asimismo, se evaluó la implementación de técnicas que incrementen la sensibilidad del diagnóstico parasitológico. Por otra parte, se analizaron las enteroparasitosis en perros, especialmente aquellas de importancia zoonótica, teniendo en cuenta la situación parasitológica y los factores de riesgo de infección presentes en la población conviviente. De este modo, los resultados obtenidos de esta investigación permiten alcanzar las siguientes conclusiones:

En relación con las parasitosis intestinales de las poblaciones infanto-juveniles:

- * El 67% del total de individuos analizados estuvo parasitado por al menos una especie parásita.
- * La prevalencia de parasitosis fue mayor en Misiones y Formosa, y menor en Chubut. Respecto a este resultado, tanto la infección causada por protozoos como por helmintos fueron más prevalentes en las provincias del noreste.
- * Chubut presentó un menor valor de odds ratio respecto de las demás provincias. En este sentido, en Chubut el riesgo de parasitosis fue menor, principalmente respecto del observado en Misiones y Formosa.
- * Se halló un total de 17 especies parásitas. Las más frecuentes fueron patógenas como *Blastocystis* sp., *E. vermicularis* y *G. lamblia*. Sin embargo, se detectaron otras especies consideradas como no patógenas que son indicadoras de contaminación fecal (e.g. *E. coli*, *E. nana*). Se hallaron las cuatro especies de geohelmintos de interés médico-sanitario considerados importantes entre las enfermedades infecciosas desatendidas (*A. lumbricoides*, *T. trichiura*, ancylostomideos y *S. stercoralis*).
- * El parasitismo múltiple fue mayor respecto del monoparasitismo y un máximo de ocho especies fueron encontradas en un mismo individuo. El parasitismo múltiple fue mayor en Formosa y Misiones, y menor en Chubut.
- * Algunos parásitos como *Blastocystis* sp., *G. lamblia*, *E. vermicularis* e *H. nana* estuvieron presentes en las seis provincias examinadas, mostrando una amplia distribución geográfica.

- * Los geohelminintos presentaron una mayor prevalencia en Misiones y Formosa, y por el contrario, estuvieron ausentes en las poblaciones analizadas de Chubut, reflejando una distribución geográfica específica.

En relación con las técnicas de diagnóstico parasitológico:

- * La concordancia considerable observada entre las técnicas Ritchie y FLOTAC Pellet sugieren que ambos métodos pueden ser utilizados como complementarios para el diagnóstico parasitológico.
- * La técnica Ritchie mostró una mayor sensibilidad para el diagnóstico de protozoos como *Blastocystis* sp., *G. lamblia* y *E. coli*. Solo mediante esta técnica se hallaron quistes de *E. nana*.
- * La técnica FLOTAC Pellet mostró una mayor sensibilidad para el diagnóstico de helmintos como *H. nana*. También, mediante este método se hallaron muestras fecales positivas para *E. vermicularis*.
- * El presente estudio representa la primera experiencia con FLOTAC Pellet en Parasitología Humana. Los resultados permitieron considerar positivamente su implementación en el Laboratorio.
- * Los escobillados anales resultaron ser eficaces para la detección de *E. vermicularis*. La ausencia o el escaso hallazgo de huevos en materia fecal confirma que las técnicas coproparasitológicas no son las indicadas para el diagnóstico de esta especie y, por lo tanto, es necesario emplear un método específico para su detección como el escobillado anal o la técnica de Graham (no aplicada en el presente trabajo).

En relación con las variables ambientales:

- * La alta prevalencia de parasitosis halladas en las poblaciones analizadas del noreste se corresponde con las condiciones ambientales que resultaron ser más favorables para la transmisión parasitaria.
- * El riesgo de infección por protozoos y en particular, por *G. lamblia*, estuvo asociado con la temperatura media de los meses de verano. Las temperaturas cálidas pueden prolongar el periodo infectivo de los quistes y facilitar la transmisión a través de vectores o por una mayor interacción parásito-hospedador.

- ✱ El riesgo de infección por *Blastocystis* sp. y por geohelminthos estuvo asociado positivamente con la isothermalidad (bio3). Las condiciones extremas de temperatura podrían afectar adversamente la supervivencia de las formas parasitarias presentes en el agua o suelo.
- ✱ A medida que aumentó la temperatura media del trimestre más húmedo (bio8), se incrementó el riesgo de infección por *A. lumbricoides*. El desarrollo embrionario y la supervivencia de los huevos se ven influenciados por la temperatura y la humedad del suelo.
- ✱ El riesgo de infección por ancylostomideos fue superior en áreas con un mayor índice de vegetación de diferencia normalizada (NDVI). La cobertura vegetal provee sombra, evitando la desecación de la superficie del suelo y protegiendo así, a las larvas de la radiación solar.
- ✱ Los suelos de las provincias de Misiones y Formosa, constituidos principalmente por vegetación alta vigorosa, así como también por vegetación baja agropastoril, reflejan un ambiente adecuado para la transmisión de ancylostomideos. Este ambiente fue diferente al hallado en las demás provincias en correspondencia con los menores valores de prevalencia de estas parasitosis. Al respecto, los sitios analizados en Buenos Aires y Entre Ríos estuvieron rodeados principalmente por vegetación baja y los de Mendoza y Chubut, por vegetación baja y esparcida sobre un suelo pobre en materia orgánica. Asimismo, los casos positivos con ancylostomideos se ubicaron en el área rural (en Misiones y Mendoza – pertenecientes a una sola familia–) y en el área periurbana (principalmente en Formosa).

En relación con las variables socio-económicas:

- ✱ Los niños de ambos sexos que tenían entre 5-9 años y los varones de todos los grupos etarios estuvieron más parasitados. Sin embargo, las excepciones halladas en algunas provincias analizadas, así como también en la bibliografía consultada, sugieren que las parasitosis infectan principalmente a los niños y jóvenes de cualquier sexo y edad.
- ✱ Las parasitosis intestinales estuvieron asociadas a viviendas construidas con materiales precarios y pisos de tierra y a la falta de agua de red, cloacas y recolección pública de residuos. La falta de saneamiento ambiental facilita la transmisión de protozoos y helmintos a través del consumo de agua y alimentos, y por la manipulación de objetos contaminados con materia fecal.

- ✱ Las parasitosis intestinales estuvieron asociadas al hacinamiento y compartir cama simple. La transmisión de estas infecciones y en especial de *E. vermicularis*, se ve favorecida por el contacto estrecho entre las personas infectadas y al hábito de compartir cama y ropa.
- ✱ La relación existente entre las parasitosis y las deficientes condiciones sanitarias ha sido evidente a través del análisis de distribución geográfica. En este análisis se observó que las parasitosis fueron más frecuentes en áreas no urbanas (áreas clasificadas como agropastoril, arbórea-arbustiva y construcciones rurales), donde las familias habitaban viviendas que generalmente estaban construidas con materiales precarios, sin acceso a los servicios públicos y con hacinamiento.
- ✱ Los participantes que vivían a menos de 150 m de un curso o cuerpo de agua estaban más parasitados. En este contexto, la cercanía a una fuente de infección como el agua, favorece las infecciones parasitarias, especialmente ante las posibles inundaciones que pueden dispersar las formas resistentes e infectivas.
- ✱ El nivel educativo básico y la falta de un trabajo estable representaron factores de riesgo de parasitosis. En este contexto, adquirir el conocimiento acerca de la biología y modos de transmisión de los enteroparásitos contribuye a la consolidación de prácticas sostenibles en el tiempo para la prevención de las infecciones parasitarias.

En relación con las parasitosis intestinales de perros:

- ✱ El 82,1% de los perros analizados estuvo parasitado por al menos una especie parásita.
- ✱ Se halló un total de 11 especies parásitas, siendo las más prevalentes aquellas con impacto en la salud animal y humana (*A. caninum*, *U. stenocephala*, *T. vulpis* y *T. canis*).
- ✱ El 67,8% de los niños y jóvenes analizados convivientes con las mascotas, estuvo parasitado por al menos una especie parásita.
- ✱ Se observaron 11 especies parásitas, siendo las más prevalentes *Blastocystis* sp., *E. vermicularis* y *G. lamblia*. Además, se hallaron otros parásitos de importancia en la salud humana como *H. nana*, *A. lumbricoides*, *T. trichiura* y *S. stercoralis*.
- ✱ Las parasitosis intestinales presentes en las mascotas y en la población infanto-juvenil conviviente, sumado a las condiciones socio-económicas y prácticas de higiene inadecuadas, podrían favorecer el riesgo de infección por parásitos de importancia zoonótica.

Consideraciones finales

Los resultados alcanzados en el presente trabajo de tesis dan cuenta de la heterogeneidad en la distribución de las parasitosis intestinales en concordancia con la variabilidad ambiental y socio-económica característica de Argentina. En general, la mayor frecuencia de parasitosis se observó en las poblaciones del noreste (Misiones y Formosa). Las altas temperaturas, la isothermalidad y el mayor índice de vegetación observados en estas provincias constituyen factores que favorecen la infección parasitaria en aquellas poblaciones que simultáneamente están sometidas a condiciones socio-económicas de vulnerabilidad. Este conjunto de variables provee un escenario epidemiológico que contribuye a la transmisión de protozoos y al desarrollo de huevos y larvas de helmintos en estos ambientes. En contraste, los factores ambientales observados en Chubut, principalmente bajas temperaturas y suelos áridos, limitarían la transmisión de las parasitosis intestinales aun en poblaciones que presentan características socio-económicas de vulnerabilidad.

A pesar de los altos valores de prevalencia y la diversidad de especies parásitas halladas, estas infecciones se pueden prevenir y controlar, siempre que se consoliden acciones sostenibles en el tiempo. En este sentido, las intervenciones en las mejoras de los servicios sanitarios, en el diagnóstico certero y la educación para la salud, constituyen importantes pilares para la prevención de las enfermedades infecciosas. Es por ello, que el presente trabajo comenzó con jornadas intensas de intercambio de saberes con la población, continuó con el diagnóstico coparazitológico y se extendió con la entrega de informes hacia las autoridades gubernamentales y de las instituciones capaces de resolver esta problemática. En este sentido, nuestros mayores esfuerzos se han dirigido a proporcionar las herramientas necesarias para la prevención de las parasitosis intestinales que puedan ser aplicadas en la cotidianeidad de la población.

En este trabajo de tesis se debe tener en cuenta algunas limitaciones para una correcta interpretación de los resultados. En primer lugar, el estudio incluyó individuos que aceptaron participar voluntariamente. Esto podría implicar la presencia de posibles sesgos como, por ejemplo, la obtención de un tamaño de muestra diferente en cada provincia analizada. En segundo lugar, los relevamientos se llevaron a cabo en diferentes años. No obstante, por tratarse de un estudio transversal, esas diferencias temporales no deberían interferir de manera significativa en los resultados, ya que en general, las variables ambientales y socio-económicas no se han visto modificadas

sustancialmente en los últimos años. Por otro lado, las muestras fecales y de escobillado anal fueron colectadas por los padres y tutores. Sin embargo, se les ha proporcionado información verbal y escrita sobre la toma de muestras y los datos de contacto del Laboratorio por cualquier consulta. Por otra parte, el hecho de haber recopilado los datos socio-económicos a partir de encuestas, implica que el cuestionario completado por los padres y tutores debió ser claro y de fácil lectura y comprensión. Cada modificación realizada en la encuesta durante el periodo de estudio ha previsto mejorar la comprensión de esta y la obtención de la mayor información posible. Por este motivo, un grupo de antropólogos biológicos de la UNLP ha contribuido notablemente al desarrollo y a la implementación del cuestionario.

Aun teniendo en cuenta las limitaciones mencionadas, del presente estudio pueden reconocerse los siguientes aportes:

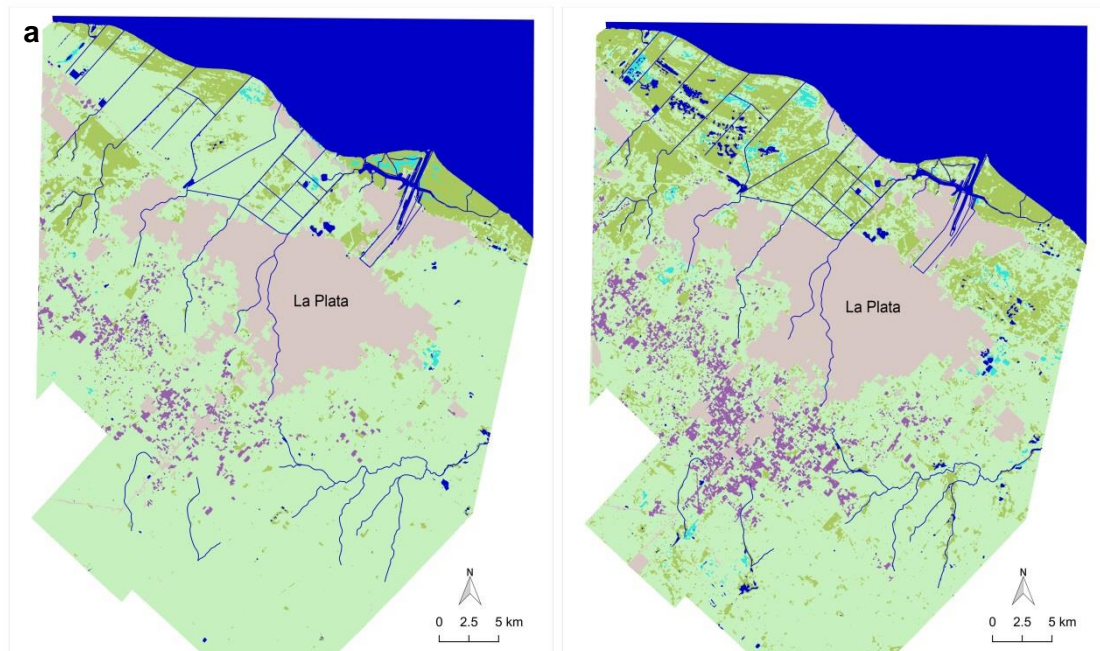
- ✱ *Contribuye al conocimiento parasitológico en poblaciones humanas de Argentina.* La presente tesis doctoral contribuye al conocimiento regional de las parasitosis. Como se había previsto en el plan de investigación, principalmente se incrementó el número de individuos analizados en Buenos Aires y se incluyó a la población de Formosa. Por otra parte, se avanzó en la caracterización parasitológica del este de la provincia de Chubut. Este es un punto importante en la investigación, debido a que existe una tendencia de la comunidad científica a realizar estudios epidemiológicos en las poblaciones del norte del país, que son consideradas entre las más vulnerables, desatendiendo a las poblaciones de la Patagonia, al sur de Argentina.
- ✱ *Incorpora la técnica FLOTAC como técnica de diagnóstico coproparasitológico.* En particular, a partir de este estudio se ha utilizado por primera vez, la técnica de FLOTAC Pellet para el diagnóstico de parásitos intestinales en materia fecal humana. Debido a las principales características que posee esta técnica (alta sensibilidad, cuantificación de formas parasitarias, bajo costo y empleo en materia fecal fijada) representa un método factible de ser utilizada en futuros estudios.
- ✱ *Aporta al conocimiento epidemiológico sobre los factores de riesgo de infección parasitaria.* En primer lugar, contribuye al estudio de las parasitosis en relación con los factores ambientales asociados a la temperatura, precipitación y características del terreno, debido a que prácticamente no existen trabajos relacionados en Argentina. Los SIG y sensores remotos representan herramientas innovadoras que brindan información acerca de las variables ambientales y al mismo tiempo, permite integrarlas en una misma base junto con el resto de la información obtenida del estudio. El uso de mapas contribuye al análisis en los

estudios epidemiológicos debido a que facilita la comprensión de los resultados y la visualización de las modificaciones del ambiente que tienen implicancia en la salud pública. Asimismo, el uso de estas herramientas permite almacenar, manipular y actualizar la información obtenida de las diferentes fuentes que pueden ser utilizadas en otros estudios. Por otra parte, se avanzó en el análisis de factores socio-económicos como factores de riesgo de infección parasitaria en las poblaciones de Buenos Aires, Chubut, Entre Ríos y Formosa. La importancia de estos análisis consiste en determinar los factores de vulnerabilidad de infección parasitaria presentes en cada población que favorecen conjuntamente a la transmisión de enteroparásitos.

- ✱ *Evalúa la importancia zoonótica de las parasitosis intestinales halladas en perros.* Se destacan los factores de riesgo y la situación parasitológica observada en la población humana que convive con las mascotas, como variables que pueden favorecer la transmisión de parásitos zoonóticos.
- ✱ *Integra en una misma base de datos, resultados provenientes de otras investigaciones realizadas en la Facultad de Ciencias Naturales y Museo de la UNLP.* El presente estudio da continuidad a los resultados obtenidos de dos tesis doctorales, así como también a los relevamientos y/o análisis de las muestras de las poblaciones analizadas desde el 2010 por la Lic. Cociancic, en el marco de los programas de entrenamiento y apoyo a la investigación de la Facultad.
- ✱ *Brinda información para futuros estudios.* La información volcada en la presente tesis doctoral queda disponible para ser utilizada por las autoridades y referentes de salud, educación, economía e investigación, con el fin de contribuir a la prevención y control de las parasitosis intestinales en las poblaciones analizadas de Argentina. Asimismo, estos resultados podrían complementar otras investigaciones que modelen la distribución de especies parásitas, por ejemplo, estudios que identifiquen grandes áreas de vulnerabilidad entre Argentina y los países limítrofes o que impliquen los efectos del cambio climático sobre la distribución de las enfermedades infecciosas.

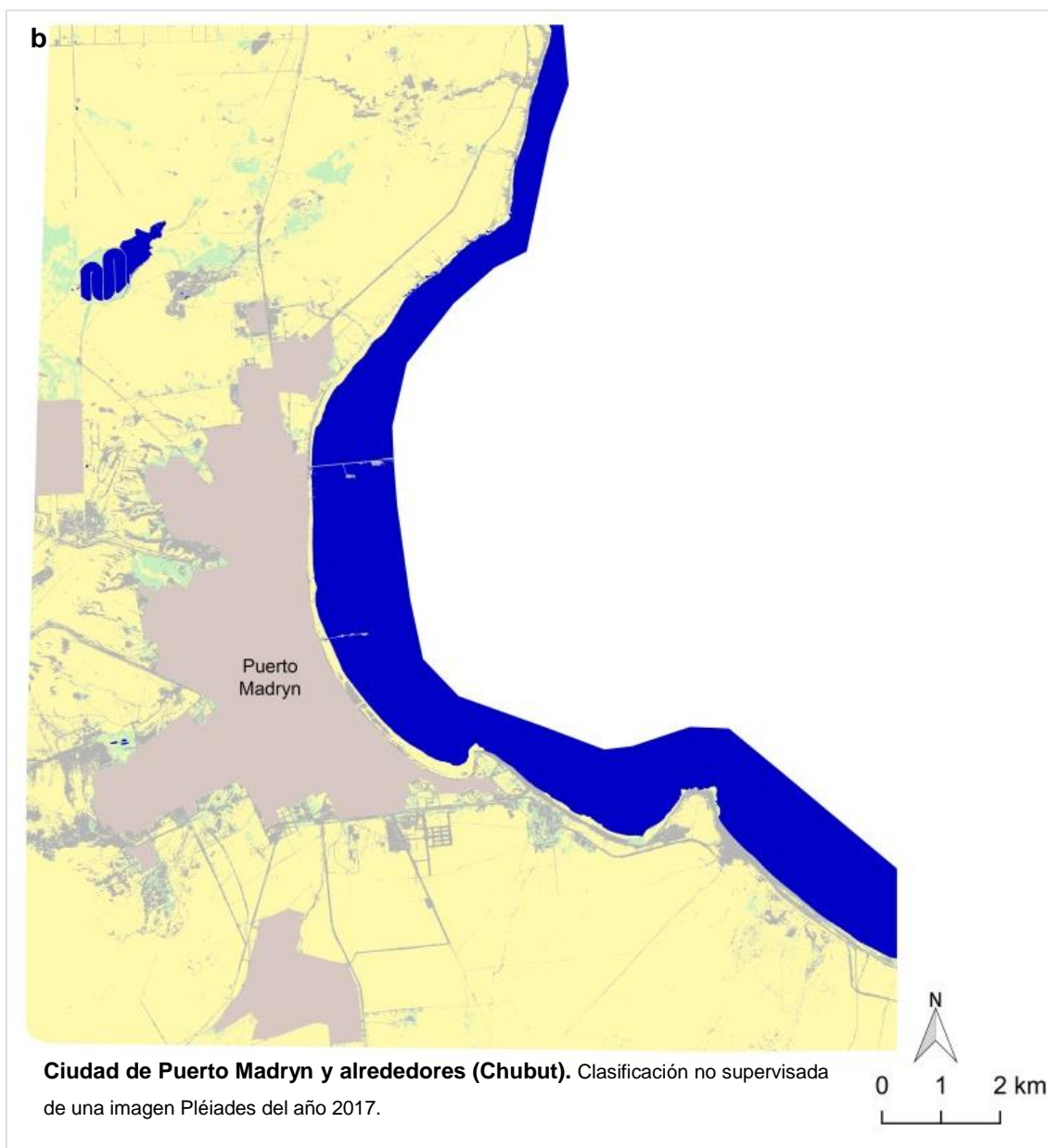
Anexo

Figura 1. Clases de uso/cobertura del suelo del área de estudio de Buenos Aires (a), Chubut (b) y Entre Ríos (c)

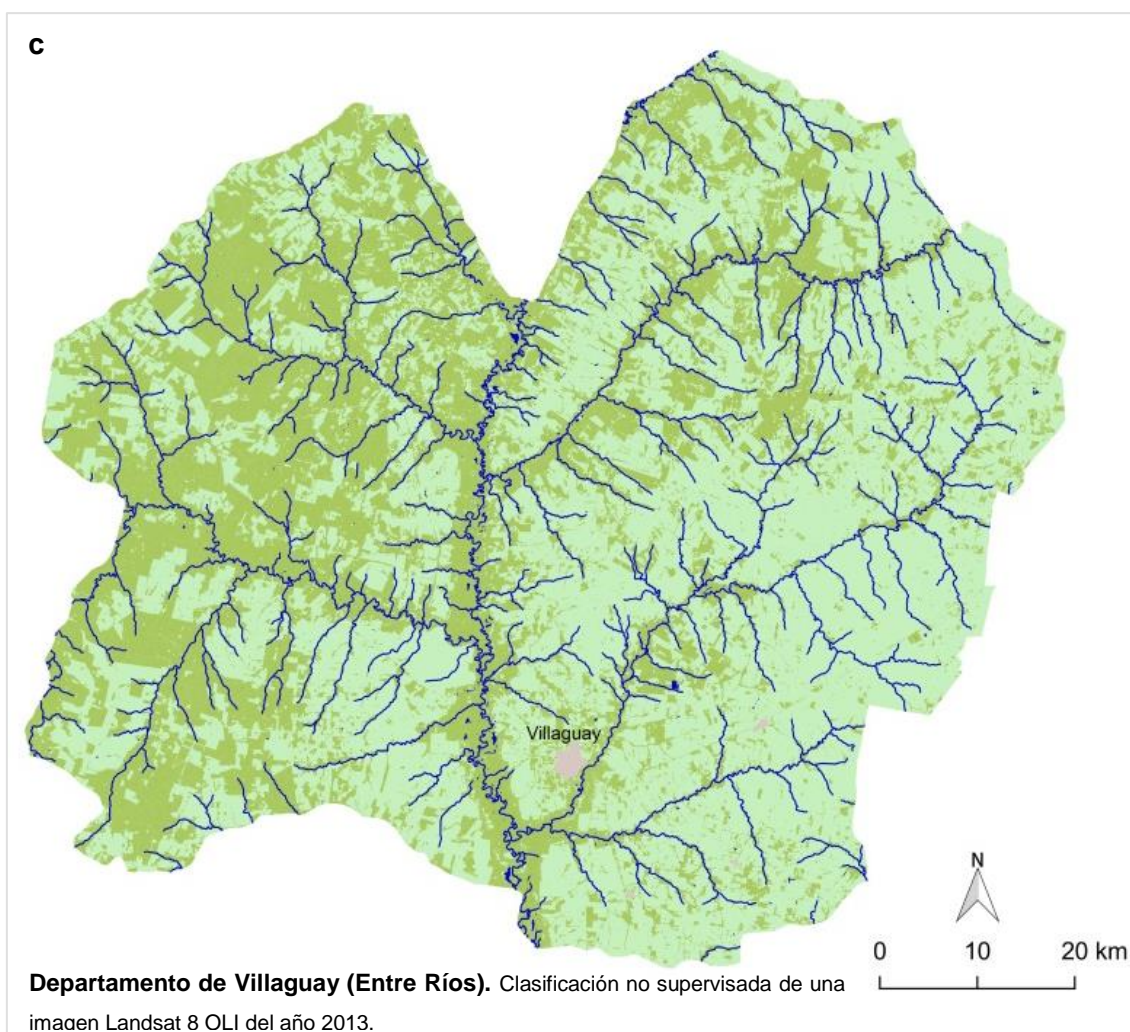


Partido de La Plata y alrededores (Buenos Aires). Clasificación no supervisada de una imagen Landsat 5 TM del año 2005 (izquierda) y una Landsat 8 OLI del año 2015 (derecha).

Clases de uso/cobertura del suelo: agua (azul), vegetación alta arbórea-arbustiva (verde oscuro), vegetación baja agropastoril (verde claro), suelo desnudo (cian), construcciones rurales (violeta) y construcciones urbanas (gris claro).



Clases de uso/cobertura del suelo: agua (azul), vegetación baja agropastoril (verde claro), vegetación esteparia (amarillo), construcciones urbanas (gris claro) y vías de transporte-suelo desnudo (gris oscuro).



Clases de uso/cobertura del suelo: agua (azul), vegetación alta arbórea-arbustiva (verde oscuro), vegetación baja agropastoril (verde claro) y construcciones urbanas (gris claro).

Tabla 1. Variables socio-económicas de la población analizada de Buenos Aires (n = 1302)

Variables	Frecuencia	
	No.	%
<i>Relacionadas a la vivienda y su entorno inmediato</i>		
Materiales de construcción de la vivienda		
Mampostería de ladrillos/prefabricada	877	67,4
Chapa y madera	382	29,3
Piso de la vivienda		
Cemento	1006	77,3
Tierra	183	14,1
Disposición de excretas		
Red cloacal	242	18,6
Pozo ciego	741	56,9
Letrina	264	20,3
Cielo abierto	30	2,3
Fuente de agua de consumo		
Agua de red	714	54,8
Bomba	499	38,3
Canilla pública	60	4,6
Eliminación de residuos domésticos		
Recolección pública	885	68,0
Cielo abierto, quema, enterramiento no sanitario	372	28,6
Anegamiento		
Nunca	239	18,4
Ocasionalmente	194	14,9
Siempre	46	3,5
Calle		
Pavimento	211	16,2
Tierra	294	22,6
<i>Relacionadas a la familia</i>		
Régimen de tenencia de la vivienda		
Propia	286	22,0
Alquilada	110	8,4
Otra (e.g. cedida)	93	7,1
Hacinamiento	361	27,7
Comparten cama	240	18,4
Educación de la madre		
Sin estudios	24	1,8
Primario	597	45,9
Secundario	228	17,5
Terciario/Universitario	65	5,0
Educación del padre		
Sin estudios	10	0,8
Primario	612	47,0
Secundario	179	13,7
Terciario/Universitario	29	2,2
Ocupación de la madre		
Ama de casa	460	35,3
Desempleada	50	3,8
Autónoma	50	4,6
Hace changas	175	13,4

Empleada	132	10,1
Con oficio independiente	10	0,8
Jubilada/Pensionada	2	0,2
Ocupación del padre		
Desempleado	18	1,4
Autónomo	125	9,6
Hace changas	299	23,0
Empleado	301	23,1
Con oficio independiente	105	8,1
Jubilado/Pensionado	5	0,4
Con ayuda monetaria	247	19,0
Con ayuda alimentaria	88	6,8
Cría animales para consumo propio	48	3,7
Con huerta para consumo propio	94	7,2
Con perros	1004	77,1
Con gatos	472	36,3
Cobertura de salud	160	12,3

Tabla 2. Variables socio-económicas de la población analizada de Chubut (n = 302)

Variables	Frecuencia	
	No.	%
<i>Relacionadas a la vivienda y su entorno inmediato</i>		
Materiales de construcción de la vivienda		
Mampostería de ladrillos/prefabricada	209	69,2
Chapa y madera	75	24,8
Disposición de excretas		
Red cloacal	129	42,7
Pozo ciego	159	52,6
Letrina	1	0,3
Cielo abierto	--	--
Fuente de agua de consumo		
Agua de red	261	86,4
Bomba	8	2,6
Canilla pública	29	9,6
Eliminación de residuos domésticos		
Recolección pública	243	80,5
Cielo abierto, quema, enterramiento no sanitario	49	16,2
Calle		
Pavimento	50	16,6
Tierra/Mejorada	217	71,9
<i>Relacionadas a la familia</i>		
Régimen de tenencia de la vivienda		
Propia	174	57,6
Alquilada	36	11,9
Otra (e.g. cedida)	57	18,9
Hacinamiento	121	40,1
Educación de la madre		
Sin estudios	27	8,9
Primario	146	48,3
Secundario	84	27,8
Terciario/Universitario	43	14,2
Educación del padre		
Sin estudios	28	9,3
Primario	154	51,0
Secundario	58	19,2
Terciario/Universitario	21	7,0
Ocupación de la madre		
Ama de casa	149	49,3
Desempleada	25	8,3
Autónoma	13	4,3
Hace changas	27	8,9
Empleada	88	29,1
Con oficio independiente	--	--
Jubilada/Pensionada	2	0,7

Ocupación del padre		
Desempleado	14	4,6
Autónomo	29	12,9
Hace changas	66	21,9
Empleado	144	47,7
Con oficio independiente	--	--
Jubilado/Pensionado	4	1,3
Cobertura social	158	52,3

Tabla 3. Variables socio-económicas de la población analizada de Entre Ríos (n = 207)

Variables	Frecuencia	
	No.	%
<i>Relacionadas a la vivienda y su entorno inmediato</i>		
Materiales de construcción de la vivienda		
Mampostería de ladrillos/prefabricada	174	84,1
Chapa y madera	14	6,8
Piso de la vivienda		
Cemento	155	74,9
Tierra	25	12,1
Disposición de excretas		
Red cloacal	139	67,1
Pozo ciego	53	25,6
Letrina	--	--
Cielo abierto	--	--
Fuente de agua de consumo		
Agua de red	195	94,2
Bomba	2	1,0
Aljibe	9	4,3
Eliminación de residuos domésticos		
Recolección pública	178	85,9
Cielo abierto, quema, enterramiento no sanitario	29	14,0
Gas		
Envasado	191	92,3
Natural	9	4,3
Kerosene	6	2,9
Leña	35	16,9
<i>Relacionadas a la familia</i>		
Régimen de tenencia de la vivienda		
Propia	144	69,6
Alquilada	23	11,1
Otra (e.g. cedida)	30	14,5
Hacinamiento	26	12,6
Educación de la madre		
Sin estudios	9	4,3
Primario	112	54,1
Secundario	64	30,9
Terciario/Universitario	13	6,3
Educación del padre		
Sin estudios	9	4,3
Primario	111	53,6
Secundario	58	28,0
Terciario/Universitario	7	3,4
Ocupación de la madre		
Ama de casa	131	63,3
Desempleada	15	7,2
Autónoma	6	2,9
Hace changas	11	5,3
Empleada	31	14,9
Con oficio independiente	3	1,4
Jubilada/Pensionada	6	2,9

Ocupación del padre		
Desempleado	7	3,4
Autónomo	21	10,1
Hace changas	50	24,1
Empleado	91	43,9
Con oficio independiente	12	5,8
Jubilado/Pensionado	5	2,4
Con ayuda monetaria	47	22,7
Con ayuda alimentaria	24	11,6
Cría animales para consumo propio	28	13,5
Con huerta para consumo propio	23	11,1
Electricidad	198	95,7
Televisión	177	85,5
Aire acondicionado	30	14,5
Automóvil	66	31,9
Cobertura de salud	78	37,7

Tabla 4. Variables socio-económicas de la población analizada de Formosa (n = 113)

Variables	Frecuencia	
	No.	%
<i>Relacionadas a la vivienda y su entorno inmediato</i>		
Materiales de construcción de la vivienda		
Mampostería de ladrillos/prefabricada	79	69,9
Chapa y madera	8	7,1
Piso de la vivienda		
Cemento	73	64,9
Tierra	14	12,4
Disposición de excretas		
Red cloacal	--	--
Pozo ciego	86	76,1
Letrina	21	18,6
Cielo abierto	5	4,4
Fuente de agua de consumo		
Agua de red	94	83,2
Bomba	1	0,9
Canilla pública	17	15,0
Eliminación de residuos domésticos		
Recolección pública	16	14,2
Cielo abierto, quema, enterramiento no sanitario	93	82,3
Anegamiento		
Nunca	42	37,2
Ocasionalmente	48	42,5
Siempre	21	18,6
Calle		
Pavimento	5	4,4
Tierra	107	94,7
<i>Relacionadas a la familia</i>		
Régimen de tenencia de la vivienda		
Propia	61	54,0
Alquilada	6	5,3
Otra (e.g. cedida)	20	17,7
Hacinamiento	61	54,0
Comparten cama	65	57,5
Educación de la madre		
Sin estudios	4	3,5
Primario	68	60,2
Secundario	13	11,5
Terciario/Universitario	3	2,7
Educación del padre		
Sin estudios	1	0,9
Primario	42	35,7
Secundario	10	8,8
Terciario/Universitario	5	4,4

Ocupación de la madre		
Ama de casa	50	44,2
Desempleada	--	--
Autónoma	--	--
Hace changas	8	7,1
Empleada	3	2,7
Con oficio independiente	--	--
Jubilada/Pensionada	23	20,4
Ocupación del padre		
Desempleado	1	0,9
Autónomo	2	1,8
Hace changas	43	38,1
Empleado	8	7,1
Con oficio independiente	--	--
Jubilado/Pensionado	3	2,7
Con ayuda monetaria	56	49,6
Con ayuda alimentaria	12	10,6
Cría animales para consumo propio	22	19,5
Con huerta para consumo propio	3	2,7
Con perros	89	78,8
Con gatos	36	31,8
Cobertura de salud	7	6,2

Tabla 5. Variables socio-económicas de la población analizada de Mendoza (n = 683)

Variables	%
<i>Relacionadas a la vivienda y su entorno inmediato</i>	
Materiales de construcción de la vivienda	
Mampostería de ladrillos	80,9
Prefabricada	3,4
Chapa y madera	2,1
Otros (Adobe)	10,8
Disposición de excretas	
Red cloacal	17,7
Pozo ciego	68,8
Letrina	--
Cielo abierto	--
Fuente de agua de consumo	
Agua de red	81,4
Bomba	6,6
Canilla pública	--
Eliminación de residuos domésticos	
Recolección pública	66,3
Pavimento	37,4
Acceso a internet	7,4
Televisión por cable	42,8
Tenencia de computadora	18,3
Tenencia de aire acondicionado	8,9
Tenencia de automóvil	44,1
Combustible para calefaccionar/cocinar	
Gas natural	27,2
Gas envasado	69,4
Leña	41,9
<i>Relacionadas a la familia</i>	
Régimen de tenencia de la vivienda	
Propia	56,6
Alquilada	17,7
Otra (e.g. cedida)	23,8
Hacinamiento	27,6
Educación de la madre	
Sin estudios	--
Primario	58,6
Secundario	21,4
Terciario/Universitario	9,2
Educación del padre	
Sin estudios	--
Primario	55,3
Secundario	22,1
Terciario/Universitario	5,1

Ocupación de la madre	
Ama de casa	31,1
Desempleada	19,7
Autónoma	5,2
Hace changas	7,3
Empleada	23,7
Con oficio independiente	1,6
Jubilada/Pensionada	3,8
Ocupación del padre	
Desempleado	3,6
Autónomo	10,3
Hace changas	23,7
Empleado	41,4
Con oficio independiente	10,9
Jubilado/Pensionado	1,5
Con ayuda monetaria	23,8
Con ayuda alimentaria	7,1
Cría animales para consumo propio	14,2
Con huerta para consumo propio	8,6
Cobertura de salud	45,2

Extraído de la tesis doctoral de Garraza (2013)

Tabla 6. Variables socio-económicas de la población analizada de Misiones (n = 974)

Variables	Frecuencia	
	No.	%
<i>Relacionadas a la vivienda y su entorno inmediato</i>		
Materiales de construcción de la vivienda		
Mampostería de ladrillos/prefabricada	272	27,9
Chapa y madera	681	69,9
Otros	7	0,7
Piso de la vivienda		
Cemento	953	97,8
Tierra	21	2,2
Disposición de excretas		
Red cloacal	--	--
Pozo ciego	292	30,0
Letrina	615	63,1
Cielo abierto	27	2,8
Fuente de agua de consumo		
Agua de red	346	35,5
Bomba	253	26,0
Canilla pública	151	15,5
Vertiente	153	15,7
Eliminación de residuos domésticos		
Recolección pública	320	32,9
Cielo abierto, quema, enterramiento no sanitario	633	65,0
<i>Relacionadas a la familia</i>		
Régimen de tenencia de la vivienda		
Propia	626	64,3
Alquilada	36	3,7
Otra (e.g. cedida)	111	11,4
Hacinamiento	418	42,9
Educación de la madre		
Sin estudios	50	5,1
Primario	708	72,7
Secundario	38	3,9
Terciario/Universitario	65	6,7
Educación del padre		
Sin estudios	57	5,9
Primario	693	71,1
Secundario	48	4,9
Terciario/Universitario	33	3,4
Ocupación de la madre		
Ama de casa	457	46,9
Desempleada	--	--
Autónoma	80	8,2
Hace changas	117	12,0
Empleada	114	11,7
Con oficio independiente	31	3,2
Jubilada/Pensionada	--	--

Ocupación del padre		
Desempleado	13	1,3
Autónomo	167	17,1
Hace changas	341	35,0
Empleado	187	19,2
Con oficio independiente	122	12,5
Jubilado/Pensionado	--	--
Con ayuda monetaria	236	24,2
Con ayuda alimentaria	72	7,4
Cría animales para consumo propio	316	32,4
Con huerta para consumo propio	337	34,6
Con perros	826	84,8
Con gatos	534	54,8
Cobertura de salud	328	33,7

Tabla 7. Variables socio-económicas de la población analizada de los barrios periurbanos de La Plata conviviente con las mascotas analizadas (n = 205)

Variables	Frecuencia	
	No.	%
<i>Relacionadas a la vivienda y su entorno inmediato</i>		
Materiales de construcción de la vivienda		
Mampostería de ladrillos/prefabricada	136	66,3
Chapa y madera	68	33,2
Piso de la vivienda		
Cemento	179	87,5
Tierra	25	12,2
Disposición de excretas		
Red cloacal	27	13,2
Pozo ciego	82	40,0
Letrina	77	37,6
Cielo abierto	18	8,8
Fuente de agua de consumo		
Agua de red	170	82,9
Bomba	23	11,2
Canilla pública	12	5,9
Eliminación de residuos domésticos		
Recolección pública	162	79,0
Cielo abierto, quema, enterramiento no sanitario	43	21,0
Anegamiento		
Nunca	61	29,8
Ocasionalmente	115	56,1
Siempre	22	10,7
Calle		
Pavimento	85	41,5
Tierra	120	58,7
<i>Relacionadas a la familia</i>		
Régimen de tenencia de la vivienda		
Propia	154	75,1
Alquilada	20	9,8
Otra (e.g. cedida)	23	11,2
Hacinamiento	138	67,3
Educación de la madre		
Sin estudios	8	3,9
Primario	139	67,8
Secundario	45	21,9
Terciario/Universitario	4	2,0
Educación del padre		
Primario	132	64,4
Secundario	32	15,6
Terciario/Universitario	3	1,5
Ocupación de la madre		
Ama de casa/ Desempleada	138	67,3
Empleada/Autónoma	41	20,0
Hace changas	19	9,3

Ocupación del padre		
Desempleado	6	2,9
Empleado/Autónomo	105	51,2
Hace changas	68	33,2
Con ayuda monetaria	115	56,1
Con ayuda alimentaria	54	26,3
Cría animales para consumo propio	20	9,8
Con huerta para consumo propio	16	7,8
Con mascotas	180	87,8
Cobertura de salud	28	13,7

Referencias

- Agudelo-López S, Gómez-Rodríguez L, Coronado X, Orozco A, Valencia-Gutierrez CA, Restrepo-Betancur LF, Galvis-Gómez LA, Botero-Palacio LE. 2008. Prevalencia de parasitosis intestinales y factores asociados en un corregimiento de la costa atlántica colombiana. *Revista de Salud Pública*; 10(4):633-642.
- Agresti A, Coull BA. 1998. Approximate is better than “Exact” for interval estimation of binomial proportions. *The American Statistician*; 52(2):119-126.
- Alarcón ZK, Juyo V, Larrota JA. 2015. Caracterización epidemiológica de parásitos gastrointestinales zoonóticos en caninos con dueño del área urbana del municipio de La Mesa, Cundinamarca. *Revista da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo*; 62(1):20-36. doi:10.15446/rfmvz.
- Alelign T, Degarege A, Erko B. 2015. Soil-transmitted helminth infections and associated risk factors among schoolchildren in Durbete Town, Northwestern Ethiopia. *Journal of Parasitology Research*; 2015:1-5. doi:10.1155/2015/641602.
- Amissah-Reynolds PK, Monney I, Adowah LM, Agyemang SO. 2016. Prevalence of helminths in dogs and owners' awareness of zoonotic diseases in Mampong, Ashanti, Ghana. *Journal of Parasitology Research*; 2016:1-6. doi:10.1155/2016/1715924.
- Anécimo RS, Tonani KAA, Fregonesi BM, Mariano AP, Ferrassino MDB, Trevilato TMB, Braga Rodrigues R, et al. 2012. Adaptation of Ritchie's method for parasites diagnosing with minimization of chemical products. *Interdisciplinary Perspectives on Infectious Diseases*; 2012:1-5. doi:10.1155/2012/409757.
- Ash LR, Orihel TC. 2013. *Atlas de Parasitología Humana*. 5ta ed. Editorial Médica Panamericana, Argentina.
- Ashraf A, Darzi MM, Wani BM, Shah SA, Shabir M, Shafi M. 2017. Climate change and infectious diseases of animals: A review. *Journal of Entomology and Zoology Studies*; 5(5):1470-1477.
- Barda BD, Rinaldi L, Ianniello D, Zepherine H, Salvo F, Sadutshang T, Cringoli G, 2013. Mini-FLOTAC, an innovative direct diagnostic technique for intestinal parasitic infections: Experience from the field. *PLoS Neglected Tropical Diseases*; 7(8):e2344. doi:10.1371/journal.pntd.0002344.

- Barda B, Cajal P, Villagran E, Cimino R, Juarez M, Krolewiecki A, Rinaldi L, et al. 2014. Mini-FLOTAC, Kato-Katz and McMaster: three methods, one goal; highlights from north Argentina. *Parasites & Vectors*; 7:271. doi:10.1186/1756-3305-7-271.
- Basualdo JA, Córdoba MA, de Luca MM, Ciarmela ML, Pezzani BC, Grenovero MS, Minvielle MC. 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. doi:10.1590/S0036-46652007000400011.
- Becker SL, Lohourignon LK, Speich B, Rinaldi L, Knopp S, N'Goran EK, Cringoli G, et al. 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. doi:10.1128/JCM.01035-10.
- Belleza MLB, Cadacio JLC, Borja MP, Solon JAA, Padilla MA, Tongol-Rivera PN, Rivera WL. 2015. Epidemiologic study of *Blastocystis* infection in an urban community in the Philippines. *Journal of Environmental and Public Health*; 2015:1-7. doi:10.1155/2015/894297.
- Bergel Sanchís ML, Cesani MF, Oyhenart EE. 2017. Contexts of occurrence of child malnutrition in the district of Villaguay, Entre Ríos, Argentina. A multivariate analysis. *PLoS ONE*; 12(4):e0176346. doi:10.1371/journal.pone.0176346.
- Bethony J, Brooker S, Albonico M, Geiger SM, Loukas A, Diemert D, Hotez PJ. 2006. Soil-transmitted helminth infections: Ascariasis, trichuriasis, and hookworm. *Lancet*; 367:1521-1532. doi:10.1016/S0140-6736(06)68653-4.
- Bowman DD, Montgomery SP, Zajac AM, Eberhard ML, Kazacos KR. 2010. Hookworms of dogs and cats as agents of cutaneous larva migrans. *Trends in Parasitology*; 26(4):162-167. doi:10.1016/j.pt.2010.01.005.
- Britton E, Hales S, Venugopal K, Baker MG. 2010. The impact of climate variability and change on cryptosporidiosis and giardiasis rates in New Zealand. *Journal of Water Health*; 8(3):561-571. doi:10.2166/wh.2010.049.
- Brooker S, Singhasivanon P, Waikagul J, Supavej S, Kojima S, Takeuchi T, Luong TV, et al. 2003. Mapping soil-transmitted helminths in Southeast Asia and implications for parasite control. *Southeast Asian Journal of Tropical Medicine and Public Health*; 34(1):24-36.
- Brooker S, Kabatereine NB, Tukahebwa EM, Kazibwe F. 2004. Spatial analysis of the distribution of intestinal nematode infections in Uganda. *Epidemiology & Infection*; 132:1065-1071. doi:10.1017/S0950268804003024.

- Brooker S, Clements ACA, Bundy DAP. 2006. Global epidemiology, ecology and control of soil-transmitted helminth infections. *Advances in Parasitology*; 62:221-261. doi:10.1016/S0065-308X(05)62007-6.
- Burkart R, Bárbaro NO, Sánchez RO, Gómez DA. 1999. Eco-regiones de la Argentina. Argentina: Programa de Desarrollo Institucional, Administración de Parques Nacionales.
- Bwalya EC, Nalubamba KS, Hankanga C, Namangala B. 2011. Prevalence of canine gastrointestinal helminths in urban Lusaka and rural Katete Districts of Zambia. *Preventive Veterinary Medicine*; 100:252-255. doi:10.1016/j.prevetmed.2011.04.015.
- Cabada MM, Morales ML, Lopez M, Reynolds ST, Vilchez EC, Lescano AG, Gotuzzo E, et al. 2016. *Hymenolepis nana* impact among children in the highlands of Cusco, Peru: An emerging neglected parasite infection. *American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*; 95:1031-1036. doi:10.4269/ajtmh.16-0237.
- Cañete R, Morales Díaz M, Avalos García R, Laúd Martínez PM, Manuel Ponce F. 2012. Intestinal parasites in children from a day care centre in Matanzas City, Cuba. *PLoS ONE*; 7(12):e51394. doi:10.1371/journal.pone.0051394.
- Cazorla DJ, Acosta ME, Zárraga A, Morales P. 2006. Estudio clínico-epidemiológico de enterobiasis en preescolares y escolares de Taratara, Estado Falcón, Venezuela. *Parasitología Latinoamericana*; 61:43-53. doi:10.4067/S0717-77122006000100007.
- Cazorla-Perfetti D. 2014. Aspectos relevantes de la enterobiosis humana. *Revisión crítica. Saber*; 26:221-242.
- CDC. Centros para el Control y Prevención de Enfermedades. 2015. Disponible en: <https://www.cdc.gov/media/releases/2015/p1104-parasite-tumors.html>.
- CDC. Centros para el Control y Prevención de Enfermedades. 2018. Disponible en: <https://www.cdc.gov/dpdx/diagnosticprocedures/stool/specimenproc.html>.
- Chadeka EA, Nagi S, Sunahara T, Cheruiyot NB, Bahati F, Ozeki Y, Inoue M, et al. 2017. Spatial distribution and risk factors of *Schistosoma haematobium* and hookworm infections among schoolchildren in Kwale, Kenya. *PLoS Neglected Tropical Diseases*; 11(9):e0005872. doi:10.1371/journal.pntd.0005872.
- Chai JY, Yang SK, Kim JW, Choi SL, Song GY, Jung BK, Kim MJ, et al. 2015. High prevalence of *Enterobius vermicularis* infection among schoolchildren in three townships around Yangon, Myanmar. *Korean Journal of Parasitology*; 53(6):771-775. doi:10.3347/kjp.2015.53.6.771.
- Chammartin F, Scholte RGC, Guimarães LH, Tanner M, Utzinger J, Vounatsou P. 2013a. Soil-transmitted helminth infection in South America: A systematic

- review and geostatistical meta-analysis. *Lancet Infectious Diseases*; 13:507-518. doi:10.1016/S1473-3099(13)70071-9.
- Chammartin F, Scholte RGC, Malone JB, Bavia ME, Nieto P, Utzinger J, Vounatsou P. 2013b. Modelling the geographical distribution of soil-transmitted helminth infections in Bolivia. *Parasites & Vectors*; 6:152. doi:10.1186/1756-3305-6-152.
- Chammartin F, Guimarães LH, Scholte RGC, Bavia ME, Utzinger J, Vounatsou P. 2014. Spatio-temporal distribution of soil-transmitted helminth infections in Brazil. *Parasites & Vectors*; 7:440. doi:10.1186/1756-3305-7-440.
- Chander G, Markham BL, Helder DL. 2009. Summary of current radiometric calibration coefficients for Landsat MSS, TM, ETM+, and EO-1 ALI sensors. *Remote Sensing of Environment*; 113:893-903. doi:10.1016/j.rse.2009.01.007.
- Chang TK, Liao CW, Huang YC, Chang CC, Chou CM, Tsay HC, Huang A, et al. 2009. Prevalence of *Enterobius vermicularis* infection among preschool children in kindergartens of Taipei City, Taiwan in 2008. *Korean Journal of Parasitology*; 47(2):185-187. doi:10.3347/kjp.2009.47.2.185.
- Clements ACA, Deville MA, Ndayishimiye O, Brooker S, Fenwick A. 2010. Spatial co-distribution of neglected tropical diseases in the East African Great Lakes region: Revisiting the justification for integrated control. *Tropical Medicine & International Health*; 15(2):198-207. doi:10.1111/j.1365-3156.2009.02440.x.
- Cociancic P, Rinaldi L, Zonta ML, Navone GT. 2018a. Formalin-ethyl acetate concentration, FLOTAC Pellet and anal swab techniques for the diagnosis of intestinal parasites. *Parasitology Research*; 117(11):3567-3573. doi:10.1007/s00436-018-6054-9.
- Cociancic P, Zonta ML, Navone GT. 2018a. 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):e44-e53. doi:10.1111/zph.12408.
- Comisión Nacional de Actividades Espaciales (CONAE). 2018. Disponible en: <https://2mp.conae.gov.ar>.
- Coronato Nunes B, Pavan MG, Jaeger LH, Monteiro KJL, Xavier SCC, Monteiro FA, Bóia MN, et al. 2016. Spatial and molecular epidemiology of *Giardia intestinalis* Deep in the Amazon, Brazil. *PLoS ONE*; 11(7):e0158805. doi:10.1371/journal.pone.0158805.
- Cringoli G, Rinaldi L, Maurelli MP, 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. doi:10.1038/nprot.2009.235.
- Cringoli G, Rinaldi L, Albonico M, Bergquist R, Utzinger J. 2013. Geospatial (s)tools: Integration of advanced epidemiological sampling and novel diagnostics. *Geospatial Health*; 7(2):399-404. doi:10.4081/gh.2013.97.
- Cringoli G, Maurelli MP, Levecke B, Bosco A, Vercruysse J, Utzinger J, Rinaldi L. 2017. The Mini-FLOTAC technique for the diagnosis of helminth and protozoan infections in humans and animals. *Nature Protocols*; 12(9):1723-1732. doi:10.1038/nprot.2017.067.
- Curi NHA, Paschoal AMO, Massara RL, Santos HA, Guimarães MP, Passamani M, Chiarello AG. 2016. Risk factors for gastrointestinal parasite infections of dogs living around protected areas of the Atlantic Forest: Implications for human and wildlife health. *Brazilian Journal of Biology*; 77(2):388-395. doi:10.1590/1519-6984.19515.
- Dado D, Izquierdo F, Vera O, Montoya A, Mateo M, Fenoy S, Galván AL, et al. 2012. Detection of zoonotic intestinal parasites in public parks of Spain. Potential epidemiological role of Microsporidia. *Zoonoses and Public Health*; 59:23-28. doi:10.1111/j.1863-2378.2011.01411.x.
- Dantas-Torres F, Otranto D. 2014. Dogs, cats, parasites, and humans in Brazil: Opening the black box. *Parasites & Vectors*; 7:22. doi:10.1186/1756-3305-7-22.
- del Coco VF, Molina NB, Basualdo JA, Córdoba MA. 2017. *Blastocystis* spp.: Avances, controversias y desafíos futuros. *Revista Argentina de Microbiología*; 49(1):110-118. doi:10.1016/j.ram.2016.08.004.
- Devera R, Blanco Y, Amaya I, Nastasi MJ, Rojas G, Vargas B. 2014. Parásitos intestinales en habitantes de la comunidad rural “La Canoa”, estado Anzoátegui, Venezuela. *Revista Venezolana de Salud Pública*; 2(1):15-21.
- Dib J, Oquilla J, Lazarte SG, Gonzalez SN. 2012. Parasitic prevalence in a suburban school of Famaillá, Tucumán, Argentina. *ISRN Microbiology*; 2012:1-4. doi:10.5402/2012/560376.
- Dopchiz MC, Lavallén CM, Bongiovanni R, Gonzalez PV, Elissondo C, Yannarella F, Denegri G. 2013. Endoparasitic infections in dogs from rural areas in the Lobos District, Buenos Aires province, Argentina. *Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária*; 22(1):92-97. doi:10.1590/S1984-29612013005000008.
- Dunn JJ, Columbus ST, Aldeen WE, Davis M, Carroll KC. 2002. *Trichuris vulpis* recovered from a patient with chronic diarrhea and five dogs. *Journal of*

- Clinical Microbiology; 40(7):2703-2704. doi:10.1128/JCM.40.7.2703-2704.2002.
- Eisenberg JNS, Desai MA, Levy K, Bates SJ, Liang S, Naumoff, Scott JC. 2007. Environmental determinants of infectious disease: A framework for tracking causal links and guiding public health research. *Environmental Health Perspectives*; 115(8):1216-1223. doi:10.1289/ehp.9806.
- Espinosa Morales M, Alazales Javiqué M, García Socarrás AM. 2011. Parasitosis intestinal, su relación con factores ambientales en niños del sector “Altos de Milagro”, Maracaibo. *Revista Cubana de Medicina General Integral*; 27(3):396-405.
- Faraway JJ. 2016. Entending the linear model with R. Generalized linear, mixed effects and nonparametric regression models. 2da ed. Estados Unidos: CRC Press.
- Faria CP, Zanini GM, Dias GS, da Silva S, de Freitas MB, Almendra R, Santana P, et al. 2017. Geospatial distribution of intestinal parasitic infections in Rio de Janeiro (Brazil) and its association with social determinants. *PLoS Neglected Tropical Diseases*; 11(3):e0005445. doi:10.1371/journal.pntd.0005445.
- Feldmeier H, Schuster A. 2012. Mini review: Hookworm-related cutaneous larva migrans. *European Journal of Clinical Microbiology & Infectious Diseases*; 31:915-918. doi:10.1007/s10096-011-1404-x.
- Fernández-Niño JA, Astudillo-García CI, Segura LM, Gómez N, Salazar ÁS, Tabares JH, Restrepo CA, et al. 2017. Perfiles de poliparasitismo intestinal en una comunidad de la Amazonia colombiana. *Biomédica*; 37:368-377. doi:10.7705/biomedica.v37i3.3395.
- Fletcher S, Caprarelli G, Merif J, Andresen D, Van Hal S, Stark D, Ellis J. 2014. Epidemiology and geographical distribution of enteric protozoan infections in Sydney, Australia. *Journal of Public Health Research*; 3:298. doi:10.4081/jphr.2014.298.
- Flores V, Viozzi G, Garibotti G, Zacharias D, Debiaggi MF, Kabaradjian S. 2017. Echinococcosis and other parasitic infections in domestic dogs from urban areas of an Argentinean Patagonian City. *Medicina (Buenos Aires)*; 77(6):469-474.
- Fontanarrosa MF, Vezzani D, Basabe J, Eiras DF. 2006. An epidemiological study of gastrointestinal parasites of dogs from Southern Greater Buenos Aires (Argentina): Age, gender, breed, mixed infections, and seasonal and spatial patterns. *Veterinary Parasitology*; 136:283-295. doi:10.1016/j.vetpar.2005.11.012.

- Forson AO, Arthur I, Ayeh-Kumi PF. 2018. The role of family size, employment and education of parents in the prevalence of intestinal parasitic infections in school children in Accra. *PLoS ONE*; 13(2):e0192303. doi:10.1371/journal.pone.0192303.
- Freeman MC, Ogden S, Jacobson J, Abbott D, Addiss DG, Amnie AG, Beckwith C, et al. 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. doi:10.1371/journal.pntd.0002439.
- Garbossa G, Buyayisqui MP, Geffner L, López Arias L, de la Fournière S, Haedo AS, Marconi AE, et al. 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. doi:10.1179/2047773213Y.0000000087.
- Gamboa MI, Kozubsky LE, Costas ME, Garraza M, Cardozo MI, Susevich ML, Magistrello PN, et al. 2009. Asociación entre geohelminthos y condiciones socioambientales en diferentes poblaciones humanas de Argentina. *Revista Panamericana de Salud Pública*; 26(1):1-8. doi:10.1590/S1020-49892009000700001.
- Gamboa MI, Navone GT, Orden AB, Torres MF, Castro LE, Oyhenart EE. 2011. Socio-environmental conditions, intestinal parasitic infections and nutritional status in children from a suburban neighborhood of La Plata, Argentina. *Acta Tropica*; 118:184-189. doi:10.1016/j.actatropica.2009.06.015.
- Gamboa, MI, Giambelluca LA, Navone GT. 2014. Distribución espacial de las parasitosis intestinales en la ciudad de La Plata, Argentina. *Medicina (Buenos Aires)*; 74:363-370.
- Garraza M. 2013. Crecimiento, estado nutricional y enteroparasitosis en niños urbanos y rurales del Departamento de San Rafael, Mendoza. Facultad de Ciencias Naturales y Museo, Universidad Nacional de La Plata (Tesis doctoral). Disponible en: <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/31085>.
- Garraza M, Zonta ML, Oyhenart EE, Navone GT. 2014. Estado nutricional, composición corporal y enteroparasitosis en escolares del departamento de San Rafael, Mendoza, Argentina. *Nutrición Clínica y Dietética Hospitalaria*; 34(1):31-40. doi:10.12873/341garraza.
- Gerardi F, Santaniello A, Del Prete L, Maurelli MP, Menna LF, Rinaldi L. 2018. Parasitic infections in dogs involved in animal-assisted interventions. *Italian*

- Journal of Animal Science; 17(1):269-272. doi:10.1080/1828051X.2017.1344937.
- Greenacre M. 2008. La práctica del análisis de correspondencias. 1ra ed. Fundación BBVA. España.
- Gualdieri L, Rinaldi L, Petruccio L, Morgoglione ME, Maurelli MP, Musella V, Piemonte M, Caravano L, Coppola MG, Cringoli G. 2011. Intestinal parasites in immigrants in the city of Naples (southern Italy). *Acta Tropica*; 117(3):196-201. doi:10.1016/j.actatropica.2010.12.003.
- Gulis G, Fujino Y. 2015. Epidemiology, population health, and health impact assessment. *Journal of Epidemiology*; 25(3):179-180. doi:10.2188/jea.JE20140212.
- Huete A, Didan K, Miura T, Rodriguez E, Gao X, Ferreira L. 2002. Overview of the radiometric and biophysical performance of the MODIS vegetation indices. *Remote Sensing of Environment*; 83:195-213. doi:10.1016/S0034-4257(02)00096-2.
- IGN, CONAE. Argentina 500K. 2010. Cartografía Topográfica y de Imagen en escala 1:500000. Argentina.
- INDEC. Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. 2018. Disponible en: <https://www.indec.gob.ar/index.asp>.
- Jeandron A, Abdylidaeva G, Usubalieva J, Ensink JHJ, Cox J, Matthys B, Rinaldi L, Cringoli G, Utzinger J. 2010. Accuracy of the Kato-Katz, adhesive tape and FLOTAC techniques for helminth diagnosis among children in Kyrgyzstan. *Acta Tropica*; 116(3):185-192. doi:10.1016/j.actatropica.2010.08.010.
- Jerez Puebla LE, Nunez FA, Rivero LR, Hernández YR, Suarez Garcia I, Millan IA. 2015. Prevalence of intestinal parasites in dogs from Municipality La Lisa, Havana, Cuba. *Journal of Veterinary Science and Technology*; 6(5):250-252. doi:10.4172/2157-7579.1000250.
- Juárez MM, Rajal VB. 2013. Parasitosis intestinales en Argentina: Principales agentes causales encontrados en la población y en el ambiente. *Revista Argentina de Microbiología*; 45(3):191-204. doi:10.1016/S0325-7541(13)70024-5.
- Kaminsky RG. 2014. Manual de parasitología: Técnicas para laboratorio de atención primaria de salud y para el diagnóstico de las enfermedades infecciosas desatendidas. 3ra ed. Tegucigalpa, Honduras.
- Karshima SN. 2018. Prevalence and distribution of soil-transmitted helminth infections in Nigerian children: A systematic review and meta-analysis. *Infectious Diseases of Poverty*; 7:69. doi:10.1186/s40249-018-0451-2.

- Knopp S, Mohammed KA, Khamis IS, Mgeni AF, Stothard JR, Rollinson D, Marti H, et al. 2008. Spatial distribution of soil-transmitted helminths, including *Strongyloides stercoralis*, among children in Zanzibar. *Geospatial Health*; 3(1):47-56. doi:10.4081/gh.2008.231.
- Knopp S, Speich B, Hattendorf J, Rinaldi L, Mohammed KA, Khamis IS, Mohammed AS, et al. 2011. Diagnostic accuracy of Kato-Katz and FLOTAC for assessing anthelmintic drug efficacy. *PLoS Neglected Tropical Diseases*; 5(4):e1036. doi:10.1371/journal.pntd.0001036.
- Kozubsky LE, Archelli S. 2010. Algunas consideraciones acerca de *Blastocystis* sp., un parásito controversial. *Acta Bioquímica Clínica Latinoamericana*; 44(3):371-376.
- Lacoste Laugart E, Rosado García FM, Núñez FÁ, Rodríguez Peña MS, Medina Fundora IC, 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.
- Lai YS, Zhou XN, Utzinger J, Vounatsou P. 2013. Bayesian geostatistical modelling of soil-transmitted helminth survey data in the people's Republic of China. *Parasites & Vectors*; 6:359. doi:10.1186/1756-3305-6-359.
- Lal A, Baker MG, Hales S, French NP. 2013. Potential effects of global environmental changes on cryptosporidiosis and giardiasis transmission. *Trends in Parasitology*; 29(2):83-90. doi:10.1016/j.pt.2012.10.005.
- La Sala LF, Leiboff A, Burgos JM, Costamagna SR. 2015. Spatial distribution of canine zoonotic enteroparasites in Bahía Blanca, Argentina. *Revista Argentina de Microbiología*; 47(1):17-24. doi:10.1016/j.ram.2014.12.006.
- Lee ACY, Schantz PM, Kazacos KR, Montgomery SP, Bowman DD. 2010. Epidemiologic and zoonotic aspects of ascarid infections in dogs and cats. *Trends in Parasitology*; 26(4):155-161. doi:10.1016/j.pt.2010.01.002.
- Letra Mateus T, Castro A, Ribeiro JN, Vieira-Pinto M. 2014. Multiple zoonotic parasites identified in dog feces collected in Ponte de Lima, Portugal—A potential threat to Human Health. *International Journal of Environmental Research and Public Health*; 11:9050-9067. doi:10.3390/ijerph110909050.
- Lustigman S, Prichard RK, Gazzinelli A, Grant WN, Boatín BA, McCarthy JS, Basáñez MG. 2012. A research agenda for helminth diseases of humans: The problem of helminthiasis. *PLoS Neglected Tropical Diseases*; 6(4):e1582. doi:10.1371/journal.pntd.0001582.
- Macchioni F, Segundo H, Gabrielli S, Totino V, Rojas Gonzales P, Salazar E, Bozo R, et al. 2015. Dramatic decrease in prevalence of soil-transmitted helminths and

- new insights into intestinal protozoa in children living in the Chaco Region, Bolivia. *American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*; 92(4):794-796. doi:10.4269/ajtmh.14-0039.
- Machado ER, De Souza TS, Da Costa JM, Costa-Cruz JM. 2008. Enteroparasites and commensals among individuals living in rural and urban areas in Abadia dos Dourados, Minas Gerais state, Brazil. *Parasitología Latinoamericana*; 63:34-39. doi:10.4067/S0717-77122008000100006.
- Macedo-Cruz M, Pajares-Martinsanz G, Santos-Peñas M. 2010. Clasificación no supervisada con imágenes a color de cobertura terrestre. *Agrociencia*; 44:711-722.
- Maurelli MP, Rinaldi L, Alfano S, Pepe P, Coles GC, Cringoli G. 2014. Mini-FLOTAC, a new tool for copromicroscopic diagnosis of common intestinal nematodes in dogs. *Parasites & Vectors*; 7:356. doi:10.1186/1756-3305-7-356.
- Mehlhorn H, Düwel D, Raether W. 1992. *Atlas de Parasitología Veterinaria*. Barcelona: Grass Ediciones.
- Menghi CI, Iuvaro FR, Dellacasa MA, Gatta CL. 2007. Investigación de parásitos intestinales en una comunidad aborigen de la provincia de Salta. *Medicina (Buenos Aires)*; 67:705-708.
- Milano AMF, Oscherov EB, Palladino AC, Bar AR. 2007. Enteroparasitosis infantil en un área urbana del Nordeste Argentino. *Medicina (Buenos Aires)*; 67:238-242.
- Molina N, Pezzani B, Ciarmela M, Orden A, Rosa D, Apezteguía M, Basualdo J, Minvielle M. 2011. Intestinal parasites and genotypes of *Giardia intestinalis* in school children from Berisso, Argentina. *Journal of Infection in Developing Countries*; 5(7):527-534. doi:10.3855/jidc.1660.
- Navone GT, Gamboa MI, Kozubsky LE, Costas ME, Cardozo MS, Sisliauskas MN, González M. 2005. Estudio comparativo de recuperación de formas parasitarias por tres diferentes métodos de enriquecimiento coproparasitológico. *Parasitología Latinoamericana*; 60:178-181. doi:10.4067/S0717-77122005000200014.
- Navone GT, Gamboa MI, Oyhenart EE, Orden AB. 2006. Parasitosis intestinales en poblaciones Mbyá-Guaraní de la provincia de Misiones, Argentina: Aspectos epidemiológicos y nutricionales. *Cadernos de Saúde Pública*; 22(5):1089-1100. doi:10.1590/S0102-311X2006000500022.
- Ngui R, Shafie A, Chua KH, Mistam MS, Al-Mekhlafi HM, Sulaiman WWW, Mahmud R, et al. 2014. Mapping and modelling the geographical distribution of soil-transmitted helminthiasis in Peninsular Malaysia: Implications for control approaches. *Geospatial Health*; 8(2):365-376. doi:10.4081/gh.2014.26.

- Ojha SC, Jaide C, Jinawath N, Rotjanapan P, Baral P. 2014. Geohelminths: Public health significance. *Journal of Infection in Developing Countries*; 8(1):5-16. doi:10.3855/jidc.3183.
- Olaya V. 2011. *Sistemas de Información Geográfica*. CreateSpace Independent Publishing Platform, España.
- OMS. Organización Mundial de la Salud. 1991. *Basic laboratory methods in medical parasitology*. Geneva OMS, Ginebra.
- OMS. Organización Mundial de la Salud. 1994. *Medios auxiliares para el diagnóstico de las parasitosis intestinales*. OMS, Ginebra.
- OPS. Organización Panamericana de la Salud. 2016. *Neglected infectious diseases in the Americas. Success stories and innovation to reach the neediest*. Disponible en: <http://www.paho.org/neglected-infectious-diseases-stories>.
- Osman M, El Safadi D, Cian A, Benamrouz S, Nourrisson C, Poirier P, Pereira B, et al. 2016. Prevalence and risk factors for intestinal protozoan infections with *Cryptosporidium*, *Giardia*, *Blastocystis* and *Dientamoeba* among schoolchildren in Tripoli, Lebanon. *PLoS Neglected Tropical Diseases*; 10(3):e0004496. doi:10.1371/journal.pntd.0004496.
- Ott RL, Longnecker M. 2010. *An introduction to statistical methods and data analysis*. Brooks/Cole, Cengage Learning, Canadá.
- Ouattara M, N'Guéssan NA, Yapi A, N'Goran EK. 2010. Prevalence and spatial distribution of *Entamoeba histolytica/dispar* and *Giardia lamblia* among schoolchildren in Agboville Area (Côte d'Ivoire). *PLoS Neglected Tropical Diseases*; 4(1):e574. doi:10.1371/journal.pntd.0000574.
- Overgaauw PAM, van Knapen F. 2013. Veterinary and public health aspects of *Toxocara* spp. *Veterinary Parasitology*; 193:398-403. doi:10.1016/j.vetpar.2012.12.035.
- Oyhenart EE, Garraza M, Bergel ML, Torres MF, Castro LE, Luis A, Forte LM, et al. 2013. Caracterización del estado nutricional, enteroparasitosis y condiciones socio-ambientales de la población infanto-juvenil del partido de La Plata. *Revista Argentina de Antropología Biológica*; 15(1):47-60.
- Pezzani BC, Minvielle MC, de Luca MM, Córdoba MA, Apezteguía MC, Basualdo JA. 2004. *Enterobius vermicularis* infection among population of General Mansilla, Argentina. *World Journal of Gastroenterology*; 10(17):2535-2539. doi:10.3748/wjg.v10.i17.2535.
- Pezzani BC, Minvielle MC, Ciarmela ML, Apezteguía MC, Basualdo JA. 2009. Participación comunitaria en el control de las parasitosis intestinales en una

- localidad rural de Argentina. *Revista Panamericana de Salud Pública*; 26(6):471-477. doi:10.1590/S1020-49892009001200001.
- 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. doi:10.1016/j.eimc.2016.02.002.
- Pullan RL, Brooker SJ. 2012. The global limits and population at risk of soil-transmitted helminth infections in 2010. *Parasites & Vectors*; 5:81. doi:10.1186/1756-3305-5-81.
- Pullan RL, Smith JL, Jasrasaria R, Brooker SJ. 2014. Global numbers of infection and disease burden of soil transmitted helminth infections in 2010. *Parasites & Vectors*; 7:37. doi:10.1186/1756-3305-7-37.
- Quantum GIS, Development Team. 2016. Quantum Geographic Information System. Disponible en: <https://www.qgis.org>.
- Quihui L, Valencia ME, Crompton DW, Phillips S, Hagan P, Morales G, Díaz-Camacho SP. 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. doi:10.1186/1471-2458-6-225.
- R Core Team. 2015. R: A language and environment for statistical computing. Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing. Disponible en: <http://www.R-project.org/>
- Rinaldi L, Mihalca AD, Cirillo R, Maurelli MP, Montesano M, Capasso M, Cringoli G. 2012. FLOTAC can detect parasitic and pseudoparasitic elements in reptiles. *Experimental Parasitology*; 130:282-284. doi:10.1016/j.exppara.2012.01.011.
- Rivero MR, De Angelo C, Nuñez P, Salas M, Motta CE, Chiaretta A, Salomón OD, et al. 2017. Environmental and socio-demographic individual, family and neighborhood factors associated with children intestinal parasitoses at Iguazú, in the subtropical northern border of Argentina. *PLoS Neglected Tropical Diseases*; 11(11):e0006098. doi:10.1371/journal.pntd.0006098.
- 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(2).
- Rotela C, De Elia E, Elorza C, Horlent N, Lamaro A, Lanfri M, Otero J, et al. 2014. *Epidemiología Panorámica: Introducción al uso de herramientas geoespaciales aplicadas a la salud pública (1ra ed.)*. Comisión Nacional de Actividades Espaciales, Ministerio de Planificación Federal Inversión Pública y Servicios Ministerio de Salud de la Nación, Dirección de Epidemiología, Buenos Aires.

- Ryan U, Zahedi A, Paparini A. 2016. *Cryptosporidium* in humans and animals- a one health approach to prophylaxis. *Parasite Immunology*; 38:535-547. doi:10.1111/pim.12350.
- Saathoff E, Olsen A, Sharp B, Kvalsvig JD, Appleton CC, Kleinschmidt I. 2005. Ecologic covariates of hookworm infection and reinfection in rural Kwazulu-Natal/South Africa: A geographic information system-based study. *American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*; 72(4):384-391.
- Samuel F, Demsew A, Alem Y, Hailesilassie Y. 2017. Soil transmitted helminthiasis and associated risk factors among elementary school children in ambo town, western Ethiopia. *BMC Public Health*; 17:791. doi:10.1186/s12889-017-4809-3.
- Santos AA, Gurgel-Gonçalves R, Rodrigues Machado E. 2014. Factors associated with the occurrence of intestinal parasites in children living in the Federal District of Brazil. *Revista de Patologia Tropical*; 43:89-97. doi:10.5216/rpt.v43i1.29374.
- Scholte RGC, Schur N, Bavia ME, Carvalho EM, Chammartin F, Utzinger J, Vounatsou P. 2013. Spatial analysis and risk mapping of soil-transmitted helminth infections in Brazil, using Bayesian geostatistical models. *Geospatial Health*; 8(1):97-110. doi:10.4081/gh.2013.58.
- Schurer JM, Ndao M, Quewezance H, Elmore SA, Jenkins EJ. 2014. People, pets, and parasites: One Health surveillance in Southeastern Saskatchewan. *American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*; 90(6):1184-1190. doi:10.4269/ajtmh.13-0749.
- Semenas L, Flores V, Viozzi G, Vázquez G, Pérez A, Ritossa L. 2014. Helmintos zoonóticos en heces caninas de barrios de Bariloche (Río Negro, Patagonia, Argentina). *Revista Argentina de Parasitología*; 2(2):22-27.
- Sim J, Wright CC. 2005. The Kappa statistic in reliability studies: Use, interpretation, and sample size requirements. *Physical Therapy*; 85(3):257-268.
- Socias ME, Fernández A, Gil JF, Krolewiecki AJ. 2014. Geohelmintiasis en la Argentina una revisión sistemática. *Medicina (Buenos Aires)*; 74:29-36.
- SOPi. Software de Procesamiento de Imágenes. 2016. Disponible en: <https://sopi.conae.gov.ar>.
- Soriano SV, Manacorda AM, Pierangeli NB, Navarro MC, Giayetto AL, Barbieri LM, Lazzarini LE, et al. 2005. Parasitosis intestinales y su relación con factores socioeconómicos y condiciones de hábitat en niños de Neuquén, Patagonia, Argentina. *Parasitología Latinoamericana*; 60:154-161. doi:10.4067/S0717-77122005000200009.

- Soriano SV, Pierangeli NB, Roccia I, Bergagna HFJ, Lazzarini LE, Celescinco A, Saiz MS, et al. 2010. A wide diversity of zoonotic intestinal parasites infects urban and rural dogs in Neuquén, Patagonia, Argentina. *Veterinary Parasitology*; 167:81-85. doi:10.1016/j.vetpar.2009.09.048.
- Steinmann P, Zhou XN, Li YL, Li HJ, Chen SR, Yang Z, Fan W, et al. 2007. Helminth infections and risk factor analysis among residents in Eryuan county, Yunnan province, China. *Acta Tropica*; 104:38-51. doi:10.1016/j.actatropica.2007.07.003.
- Steinmann P, Cringoli G, Bruschi F, Matthys B, Lohourignon LK, Castagna B, Maurelli MP. 2012. FLOTAC for the diagnosis of *Hymenolepis* spp. infection: proof-of-concept and comparing diagnostic accuracy with other methods. *Parasitology Research*; 111:749-754. doi:10.1007/s00436-012-2895-9.
- Strunz EC, Addiss DG, Stocks ME, Ogden S, Utzinger J, Freeman MC. 2014. Water, sanitation, hygiene, and soil-transmitted helminth infection: A systematic review and meta-analysis. *PLoS Medicine*; 11(3):e1001620. doi:10.1371/journal.pmed.1001620.
- Tan KSW. 2008. New Insights on classification, identification, and clinical relevance of *Blastocystis* spp. *Clinical Microbiology Reviews*; 21(4):639-665. doi:10.1128/CMR.00022-08.
- Thienpont D, Rochette F, Vanparijs OFJ. 1979. Diagnóstico de las helmintiasis por medio de examen coprológico. Buenos Aires: Johnson & Johnson de Argentina S.A. Comercial e Industrial. Div. Veterinaria.
- Traub RJ, Robertson ID, Irwin P, Mencke N, Thompson RCA. 2004. The prevalence, intensities and risk factors associated with geohelminth infection in tea-growing communities of Assam, India. *Tropical Medicine and International Health*; 9(6):688-701. doi:10.1111/j.1365-3156.2004.01252.x.
- Traversa D, Di Cesare A, Lia RP, Castagna G, Meloni S, Heine J, Strube K, et al. 2011. New insights into morphological and biological features of *Capillaria aerophila* (Trichocephalida, Trichuridae). *Parasitology Research*; 109:S97-S104. doi:10.1007/s00436-011-2406-4.
- Traversa D. 2012. Pet roundworms and hookworms: A continuing need for global worming. *Parasites & Vectors*; 5:91. doi:10.1186/1756-3305-5-91.
- Traversa D, Frangipane di Regalbono A, Di Cesare A, La Torre F, Drake J, Pietrobelli M. 2014. Environmental contamination by canine geohelminths. *Parasites & Vectors*; 7:67. doi:10.1186/1756-3305-7-67.
- UNICEF. 2018. Water, Sanitation and Hygiene. Disponible en: https://www.unicef.org/wash/3942_3952.html.

- Utzinger J, Rinaldi L, Lohourignon LK, Rohner F, Zimmermann MB, Tschannen AB, NGoran EK, et al. 2008. FLOTAC: A new sensitive technique for the diagnosis of hookworm infections in humans. *Transactions of the Royal Society Medicine and Hygiene*; 102:84-90. doi:10.1016/j.trstmh.2007.09.009.
- Utzinger J, Botero-Kleiven S, Castelli F, Chiodini PL, Edwards H, Köhler N, Gulletta M, et al. 2010. Microscopic diagnosis of sodium acetate-acetic acid-formalin-fixed stool samples for helminths and intestinal protozoa: a comparison among European reference laboratories. *Clinical Microbiology and Infection*; 16(3):267-273. doi:10.1111/j.1469-0691.2009.02782.x.
- Utzinger J, Becker S, Knopp S, Blum J, Neumayr A, Keiser J, Hatz CF. 2012. Neglected tropical diseases: Diagnosis, clinical management, treatment and control. *Swiss Medical Weekly*; 142:w13727. doi:10.4414/smw.2012.13727.
- Valencia CA, Fernández JA, Cucunubá ZM, Reyes P, López MC, Duque S. 2010. Correlation between malaria incidence and prevalence of soil-transmitted helminths in Colombia: An ecologic evaluation. *Biomédica*; 30:501-508.
- Vélez-Hernández L, Reyes-Barrera KL, Rojas-Almaráz D, Calderón-Oropeza MA, Cruz-Vázquez JK, Arcos-García JL. 2014. Riesgo potencial de parásitos zoonóticos presentes en heces caninas en Puerto Escondido, Oaxaca. *Salud Pública de México*; 56(6):625-630. doi:10.21149/spm.v56i6.7389.
- Wardell R, Clements ACA, Lal A, Summers D, Llewellyn S, Campbell SJ, McCarthy J. 2017. An environmental assessment and risk map of *Ascaris lumbricoides* and *Necator americanus* distributions in Manufahi District, Timor-Leste. *PLoS Neglected Tropical Diseases*; 11(5):e0005565. doi:10.1371/journal.pntd.0005565.
- Zanzani SA, Gazzonis AL, Scarpa P, Berrilli F, Manfredi MT. 2014. Intestinal parasites of owned dogs and cats from metropolitan and micropolitan areas: Prevalence, zoonotic risks, and pet owner awareness in northern Italy. *BioMed Research International*; 2014:1-10. doi:10.1155/2014/696508.
- Zonta ML. 2010. Crecimiento, estado nutricional y enteroparasitosis en poblaciones aborígenes y cosmopolitas: los Mbya-Guaraní en el Valle del Arroyo Cuña Pirú y poblaciones aledañas (Misiones). Facultad de Ciencias Naturales y Museo, Universidad Nacional de La Plata (Tesis doctoral). Disponible en: <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/4294>.
- Zonta ML, Bergel L, Cociancic P, Gamboa MI, Garraza M, Cesani MF, Oyhenart EE, et al. 2013. Enteroparasitosis en niños de Villaguay, Entre Ríos: Un estudio integrado al estado nutricional y al ambiente. *Revista Argentina de Parasitología*; 1(2):86-109.

- Zonta ML, Oyhenart EE, Navone GT. 2014. Socio-environmental variables associated with malnutrition and intestinal parasitoses in the child population of Misiones, Argentina. *American Journal of Human Biology*; 26:609-616. doi:10.1002/ajhb.22570.
- Zonta ML, Susevich ML, Gamboa MI, Navone GT. 2016. Parasitosis intestinales y factores socioambientales: Estudio preliminar en una población de horticultores. *Salud(i)Ciencia*; 21:814-823. doi:10.21840/siic/147782.