

REVISTA PARASITOLOGÍA LATINOAMERICANA

Vol. 65/ Nº 1 - MAYO 2016

Versión: On-Line: 0719-6326

Artículos originales

- Distribuição geográfica da Esquistosomose mansônica em Minas Gerais e correlação com o Índice de Desenvolvimento Humano.

- Efecto antiparasitario contra *Trypanosoma Cruzi* (Kinetoplastida *Trypanosomatidae*) de plantas de una Reserva Biológica de Costa Rica.

- Actividad antiparasitaria contra *Toxoplasma gondii* (Coccidia *Toxoplasmatidae*) de plantas de la Reserva Biológica Alberto Manuel Brenes (ReBAMB) de Costa Rica.

- Prevalencia de larvas de Anisakidae Nematoda: *Ascaridoidae Merlucius* en musculatura de merluza chilena, *merluccius* sp. Comercializada en Concepción, Chile, en distintos períodos.

Occurrence of Anisakidae larvae (Nematoda: *Ascaridoidae*) in the chilean hake, *Merluccius* sp. Commercialized in concepción, chile.

- Presencia de estrongilidos en capibaras (*Hydrochoerus hydrochaeris*) y artiodáctilos alojados en un mismo exhibidor zoológico.

- *Rhopalias coronatus* (rudolphi, 1819) Stiles and Hassall, 1898 en *Didelphis albiventris* del estado de Santa Catarina, sur del Brazil.

- Zoonosis emergentes transmitidas por vectores artrópodos en un mundo marcado por el cambio global.

Obituario

- Antonio D'Alessandro MD, MPHTM, PhD.



Órgano Oficial de la Federación
Latinoamericana de Parasitólogos

REVISTA

PARASITOLOGÍA LATINOAMERICANA

Volumen 65 N° 4-2016

ISSN: 0719-6326



REVISTA

PARASITOLOGÍA LATINOAMERICANA

Editor

Mauricio Canals (Chile)

Editores Asociados

Héctor Alcaíno (Chile)
Werner Apt (Chile)
Pedro E. Cattán (Chile)
Fernando Fredes (Chile)
Catalina Muñoz (Chile)
Marisa Torres (Chile)
Inés Zulantay (Chile)
Mario George-Nascimento (Chile)

Editores Adjuntos

Guillermo Denegri (Argentina)	Arturo Ferreira (Chile)
Benjamín Cimerman (Brasil)	Ana Fliser (México)
David Botero (Colombia)	Luis Gil (Chile)
Rodrigo Zeledón (Costa Rica)	David Gorla (Argentina)
Jorge Sapunar (Chile)	Alejandro Llanos-Cueto (Perú)
Ramón Lazo (Ecuador)	Santiago Mas-Coma (España)
Raúl Romero (México)	Patricia Muñoz (Chile)
César Náquira (Perú)	Isabel Noemí (Chile)
Osvaldo Ceruzzi (Uruguay)	Chris Schofield (Inglaterra)
George Hillyer (Puerto Rico)	Aldo Solari (Chile)
Alejandro Schijman (Argentina)	Patricio Torres (Chile)
Anne Petavy (Francia)	Daniel González (Chile)
Michel Tivarenck (Francia)	Thomas Weitzel (Alemania)
Naftale Kats (Brasil)	Michael Miles (Alemania)
Ives Carlier (Bélgica)	Claudio Lazzari (Argentina)
Paulo Coelho (Brasil)	Felipe Guhl (Colombia)
Telmo Fernández (Ecuador)	Liliana Semenas (Argentina)

Secretarias

Rosa Ávila
Lucía Canals

Editorial

La revolución de la estadística espacial

Estimados lectores, hoy la investigación en la eco-epidemiología de las enfermedades parasitarias se ha fortalecido por el explosivo desarrollo de la estadística espacial. La epidemiología espacial puede ser definida como el estudio de la variación espacial del riesgo o de la incidencia de una enfermedad. La transmisión de una enfermedad parasitaria es un proceso inherentemente espacial y requiere modelos matemáticos para modelarla o para obtener representaciones espaciales explícitas (mapas). Los mapas han sido usado en epidemiología con dos objetivos principales: i) mapas retrospectivos espacio-temporales de la dinámica epidemiológica para comprender los factores que gobiernan los patrones espaciales y la tasa de ataque de las enfermedades infecciosas o para describir las características de los desplazamientos de las epidemias como se ha realizado en Dengue y Sarampión, e ii) mapeo del riesgo estático para caracterizar la variación espacial en el riesgo actual. El procedimiento más común es: i) construir un mapa de distribución de un vector, un parásito o de su población reservorio, ii) usar datos remotos y sistemas de información geográfica para caracterizar la distribución de factores abióticos y otros asociados a la huella humana, iii) seleccionar las variables más fuertemente asociadas a la distribución, iv) proyectar la distribución de las variables identificadas a otras áreas o proyectarlas en el tiempo para hacer predicciones de riesgo y v) proponer guías para las intervenciones como aplicación de pesticidas o campañas de vacunación (Ostfield 2005, Elliot et al., 2005). Hoy se está aplicando esta metodología en enfermedades parasitarias, zoonosis y transmitidas por artrópodos como en el síndrome pulmonar por virus Hanta, Leishmaniasis, Encefalitis, Oncocercosis, Esquistosomiasis, Malaria, Dengue y enfermedad de Chagas. Así, cada día mas la información epidemiológica se nutre de mapas de riesgo que aportan al conocimiento de las parasitosis, zoonosis y enfermedades transmitidas por artrópodos que conceptualmente se pueden clasificar en tres categorías: i) mapas ecológicos basados en la distribución de parásitos, vectores o población reservorio, ii) mapas eco-epidemiológicos basados en la variación geográfica de la transmisión (como los mapas-R0) y iii) mapas epidemiológicos basados en la incidencia. Esta tendencia ya es perceptible en los trabajos de investigación de Parasitología Latinoamericana.

Les saluda cordialmente,

Mauricio Canals Lambarri

M.D., PhD

Editor

Parasitología Latinoamericana.

Distribuição geográfica da Esquistosomose mansônica em Minas Gerais e correlação com o Índice de Desenvolvimento Humano.

Geographic distribution of Schistosomiasis mansoni in Minas Gerais and a correlation with Human Development Index

JOSE de PAULA SILVA.¹, JOSE E ZAIA ¹

¹ Programa de pós-graduação em Promoção de Saúde Universidade de Franca,
Universidade do Estado de Minas Gerais – Unidade Passos;

Correspondencia:

José de Paula Silva - Programa de pós-graduação em Promoção de Saúde

Universidade de Franca - Avenida Doutor Armando de Sales Oliveira, 201 - Parque Universitário, Franca - SP, 14404-600

Universidade do Estado de Minas Gerais – Unidade Passos - Av Juca Stockler 1130- Tel (35)3529 - 6055

José Eduardo Zaia - Universidade do Estado de Minas Gerais – Campus Passos - Av Juca Stockler 1130 - Tel (35)3529-6055

Summary

Schistosomiasis mansoni is a historical occurrence of parasitosis in Brazil, especially in the state of Minas Gerais. It occurs in poor and rural areas, are common in the eastern and northern regions of the state. The incidence has been observed over the last few years, in the same regions. Currently, the mapping of the notifications shows that the northern and eastern regions have average incidence above the state average, the South and Triangle regions have an incidence below average. This incidence correlated this to the Human Development Index. Cities with the highest incidence of average have lower Human Development Index which significant correlation between these variables is negative..

Introdução

A esquistossomose mansônica é uma parasitose de destaque no Brasil e acredita-se que foi introduzida no continente no período escravagista, após o século XVI (Morgan et al. 2005). Na América o parasita é endêmico em alguns países, a partir da América Central, chegando a América do Sul, em especial o Brasil (Noya et al. 2015).

Entre o século XVI e XIX, estima-se que quatro milhões de africanos chegaram ao Brasil, provenientes da África central. Boa parte destes escravos estava parasitada pelo *Schistosoma mansoni*, ao chegar no Brasil, encontraram três espécies de caramujos de gênero *Biomphalaria* como hospedeiros intermediários: *B. glabrata*, *B. straminea* e *B. tenaghiophila*. Introduzidos no Nordeste do País e posteriormente no estado de Minas Gerais, devido as migrações, foram criados focos de esquistossomose, podendo acreditar que a disseminação da doença esteve ligada à desenvolvimento econômico brasileiro (Lambertucci et al. 1987).

No Estado de Minas Gerais alguns estudos epidemiológicos realizados a partir dos anos 50, tem demonstrado a dispersão da doença no estado. Um destes trabalhos, neste período, identificou 279 localidades, com percentual positivo aproximado de 4,9%. No estudo, os maiores índices de infecção foram encontrados na região do vale do Mucuri.

Outros grandes focos foram encontrados na região Norte, em especial as localidades banhadas por afluentes do rio São Francisco. Também foram detectados núcleos, com menores percentuais, na região da Zona da Mata, Alto Paranaíba, Oeste e Metalúrgica (Pellon & Texeira 1950).

Em levantamentos posteriores, a distribuição geográfica da esquistossomose em Minas Gerais pouco alterou. Na década de 80 poucas regiões como a Sul e Triângulo aparentemente estavam sem a parasitose, porém casos autóctones haviam ocorrido no Sul do estado (Lambertucci et al. 1987).

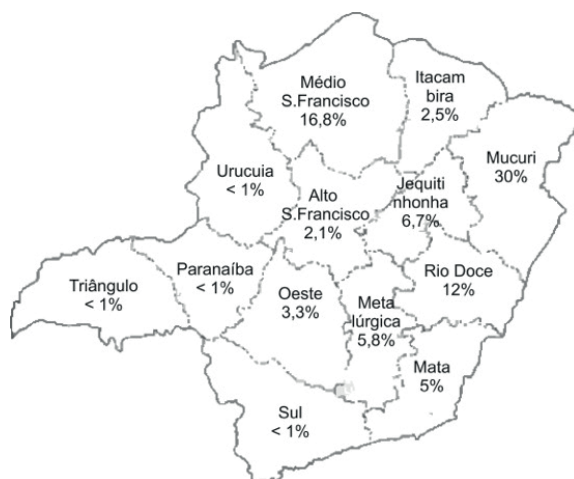


Figura 1. Prevalência da esquistossomose no estado de Minas Gerais em 1950.

Materiais e métodos

Os dados utilizados foram obtidos a partir de três bases. Os dados referentes a contagem populacional bem como as malhas digitais foram obtidos a partir das bases disponíveis pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE 2015).

Os dados referentes ao Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) foram obtidos nas bases de dados do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), uma fundação pública federal vinculada à Secretaria de Assuntos Estratégicos da Presidência da República. A vantagem do uso dos dados disponibilizados pelo IPEA é a sua organização e multiplicidade de informações disponíveis. Com relação à consulta dos dados foi utilizado o software IPEAGEO 2015.

Com relação aos agravos foi utilizada a base de dados disponível no Sistema Nacional de Agravos de Notificação (SINAN) cujo objetivo é o registro e processamento dos dados sobre agravos, sendo que os mesmos coletados a partir da ficha Individual de Notificação (MSB 2004).

Para a análise espacial e estatística foi utilizado o software GeoDa[®], um software gratuito para análise espacial que inclui funcionalidades como mapeamento simples, bem como análise exploratória de dados (Anselin et al. 2006).

A partir da análise dos dados coletados, foi determinado o número de notificações de esquistossomose em Minas Gerais, entre os anos de 2007 a 2014. Foi calculada a incidência de esquistossomose (novos casos), as médias anuais considerando a estimativa anual da população e o número de notificações por 100 mil habitantes.

Foi construído um mapa coroplético, considerando as classes em percentis, sendo divididas em seis classes, as três primeiras abaixo da média e três subsequentes acima da média.

Resultados

Na figura 2 pode-se observar os municípios em cores azuis cujas notificações foram abaixo da média e os municípios em tons de vermelho, acima da média. Duas regiões em Minas Gerais estão em destaque, as regiões leste (Mucuri e Vale do Rio Doce) e norte (Médio São Francisco). Observa-se mesmo após um longo período do levantamento realizado em 1950 (Pellon & Texeira 1950), as regiões de maior incidência continuam coincidentes.

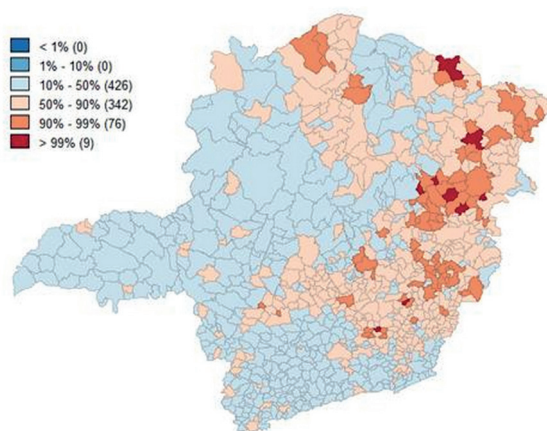


Figura 2. Mapa em percentis das notificações de esquistossomose em Minas Gerais entre os anos de 2007 a 2014

A correlação entre o Índice de Desenvolvimento Humano e a média de incidência de esquistossomose por 100 mil habitantes, pode ser observada na figura 3.

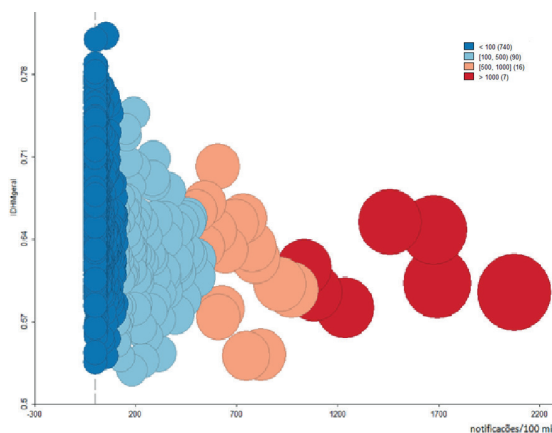


Figura 3. Relação entre IDH e a média de notificações de esquistossomose mansônica entre os anos de 2007 a 2014 por 100 mil habitantes

O *Bubble Chart* representa no eixo da abcissa, as médias de notificações/100 mil habitantes entre os anos de 2007 a 2014, as bolhas representam os diferentes municípios de Minas Gerais cujo tamanho é proporcional ao número de notificações, sendo representado no eixo da ordenada o IDH. A tabela 1 apresenta os municípios com maior incidência no estado e respectivo IDH.

Município	Classificação		Média de notificações/100 mil habitantes (2007 a 2014)
	do IDH	IDH	
Ouro Verde de Minas	Baixo	0,595	2074,17
Franciscópolis	Médio	0,603	1691,77
São João do Oriente	Médio	0,648	1674,43
Lamim	Médio	0,655	1458,72
Aricanduva	Baixo	0,582	1235,66
Ponto dos Volantes	Baixo	0,595	1083,01
Campanário	Médio	0,616	1033,13

Tabela 1 Municípios de Minas Gerais com média de notificações superior a 1000 por 100 mil habitantes (2007 a 2014) e respectivo IDH.

Visando ainda determinar uma correlação entre o IDH e a incidência de esquistossomose mansônica foi realizado o teste de correlação de Pearson entre a média de incidência e o respectivo IDH, também utilizando o software GeoDa, cuja projeção gráfica pode ser vista na figura 4. O teste de correlação determinou o valor de $R = -0,2787$ ($p = 0,05$), ou seja, uma correlação negativa entre a média de notificações e o IDH.

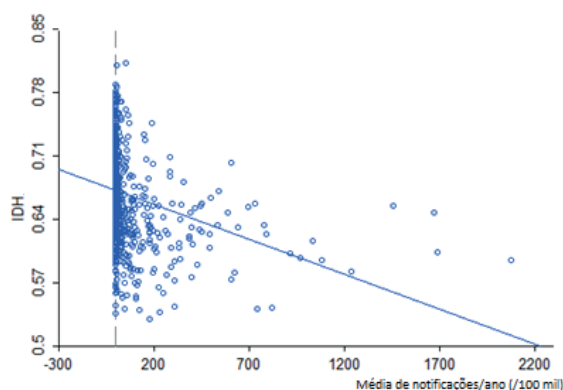


Figura 4. Correlação entre a média de notificações /ano por 100 mil habitantes e o IDH dos municípios do estado de Minas Gerais.

Discussão

O mapa apresentado, permite a divisão do estado de Minas Gerais em duas partes, uma região localizada a leste e sul cuja prevalência de esquistossomose é baixa, menor que a média do estado. Este dado é relevante e retrata uma realidade já presente no ano de 1950. Pode-se observar que nada ou pouca coisa modificou, podendo supor um fator geográfico como causa de persistência da prevalência.

Outro ponto de destaque é observado na correlação linear, que mostrou ser significativa entre o IDH e o número de notificações. Este tipo de correlação, entre condições sócio-econômicas a geo helmintoses, já foi observada em outras parasitoses (Fonseca et al. 2010).

O valor negativo observado na correlação demonstra a relação inversa entre o número de notificações e o IDH.

No Brasil e nos principais países de baixo IDH, concentram as principais doenças consideradas negligenciadas cuja relação com a pobreza é direta (Lindoso & Lindoso 2009), o que pode ser evidenciado com a esquistossomose em Minas Gerais.

Apesar dos esforços no controle da esquistossomose, a mesma ainda é considerada uma doença negligenciada pela OMS, onde prevalecem as condições de pobreza e desigualdade. Dois fatores importantes são observados: mesmo após 50 anos, as regiões de maior incidência continuam presentes e não se modificaram, além disto existe uma correlação entre o Índice de Desenvolvimento Humano e a incidência da parasitose. Assim os esforços para erradicação da parasitose passam necessariamente pela mudança do ambiente em que os indivíduos estão inseridos, cuja transformação é dependente das mudanças das condições que possam melhorar significativamente o desenvolvimento humano.

Referencias

Anselin L, Syabri I, Kho Y. GeoDa: an introduction to spatial data analysis. *Geographical analysis*. 2006;38(1):5-22.

BRASIL. Sistema Nacional de Agravos de Notificação Brasília: Ministério da Saúde; 2015. Available from: <http://dtr2004.saude.gov.br/sinanweb/>.

BRASIL. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada - IPEAGEO Brasília: Secretaria de Assuntos Estratégicos; 2015 Available from: <http://www.ipea.gov.br/ipeageo/>.

BRASIL. Portal IBGE Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística; 2015 [Available from: <http://downloads.ibge.gov.br/index.htm>].

Lambertucci JR, Rocha RS, Carvalho OdS, Katz N. A esquistossomose mansoni em Minas Gerais. *Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical*. 1987;20:47-52

Morgan JA, Dejong RJ, Adeoye GO, Ansa ED, Barbosa CS, Bremond P, et al. Origin and diversification of the human parasite *Schistosoma mansoni*. *Mol Ecol*. 2005;14(12):3889-902.

Noya O, Katz N, Pointier J, Theron A, de Noya B. Schistosomiasis in America. In: Franco-Paredes C, Santos-Preciado JI, editors. *Neglected Tropical Diseases - Latin America and the Caribbean*. *Neglected Tropical Diseases*: Springer Vienna; 2015. p. 11-43.

Pellon B, Teixeira I. Distribuição geográfica da esquistossomose mansônica no Brasil: Ministério da Educação e Saúde; 1950.

Efecto antiparasitario contra *Trypanosoma Cruzi* (Kinetoplastida Trypanosomatidae) de plantas de una Reserva Biológica de Costa Rica.

Antiparasitic effect of plants againsts *Trypanosoma Cruzi* (Kinetoplastida Trypanosomatidae) in a Biological Reserve from Costa Rica.

MISAEEL CHINCHILLA-CARMONA.¹, IDALIA VALERIO-CAMPOS¹, RONALD SÁNCHEZ-PORRAS.²
VANESSA BAGNARELLO-MADRIGAL.¹, JAVIER ALPIZAR-CORDERO¹, MARIBEL CORDERO-
VILLALOBOS¹, & DANIELA RODRÍGUEZ-CHAVES¹

¹ Departamento de Investigación, Universidad de Ciencias Médicas (UCIMED), San José, Costa Rica; chinchillacm@ucimed.com; valeriaci@ucimed.com; danirodrigu@gmail.com, bagnarellomv@ucimed.com, alpizarcj@ucimed.com, corderomv@ucimed.com

² Sección de Biología, Sede Occidente, Universidad de Costa Rica (UCR), San Ramón, Alajuela, Costa Rica; rsanchez@cariari.ucr.ac.cr

Summary

Different parts of 67 plants from the Biological Reserve Alberto Manuel Brenes (REBAMB) of Costa Rica, were studied for the presence of active components against *Trypanosoma Cruzi*. The hydroalcoholic extracts of fresh or dried materials, were analyzed, in principle, with pilot presumptive tests, and then more specific, for their potential activity against the parasite; the Silvio (ATCC-50799) strain was used in all analyzes. Plants with at least one of its parts with a $IC_{50} < 100 \text{ ug / mL}$ were: *Beilschmedia pendula*, *Bocconia frutescens*, *Guarea rhopalocarpa*, *Hydrocotyle mexicana*, *Povedadaphne quadriporata*, *Piper auritum*, *Ruagea glabra* and *Xanthosoma undipes*. Most of the fresh extracts showed activity against *T. cruzi*. The species *B. frutescens* had the major number of active parts and only 3 of all the extracts studied showed some degree of toxicity. The impact of these findings, represent alternatives in terms of treatment of Chagas disease.

Introducción

La Enfermedad de Chagas es una parasitosis ampliamente conocida, localizada fundamentalmente en Latinoamérica, con mayor presencia en los países del Cono Sur. Es causada por *Trypanosoma cruzi* y la patología más característica en el ser humano se ubica en el corazón y en órganos del sistema digestivo como el esófago y el intestino grueso del ser humano. Otros órganos pueden verse afectados, especialmente aquellos que albergan células del sistema retículo endotelial. El proceso agudo de la enfermedad involucra el miocardio, desarrollándose patología cardíaca que puede llevar a la muerte del paciente. Sin embargo, usualmente tiende a evolucionar hacia una condición crónica o latente. Bajo esta condición y de acuerdo con eventos inmunes ampliamente conocidos, se producen los llamados megas en los órganos intestinales, sintomatología típica de la fase crónica de esta entidad nosológica (Boletín ISP 2014).

En Costa Rica varios trabajos realizados demuestran la presencia de transmisores del parásito, tanto domiciliarios (Chinchilla & Montero-Gei 1967, Zeledón et al. 2005, Calderón et al. 2010) como silvestres (Valerio et al. 2009) y también serológicamente se han detectado varios casos humanos (Chinchilla et al. 2006). Sin embargo, los casos agudos de esta enfermedad son relativamente pocos, el último de ellos informado por Moreno & Valerio (2007). El tratamiento actual para la fase aguda

de esta parasitosis está circunscrito al Nifurtimox y al Benznidazol, medicamentos que presentan varios inconvenientes como lo son el tiempo prolongado del tratamiento, efectividad relativa, desarrollo de resistencia y toxicidad tisular y genética (Lopera et al. 2013). Con el fin de aminorar este tipo de reacciones a algunos fármacos preparados artificialmente, desde hace varios años se busca en las plantas componentes químicos con actividad antimicrobiana (Wink 2012, Bero et al. 2011, Gurib-Fakin et al. 2014, Valencia et al. 2011). Específicamente, se conocen varios estudios con plantas en busca de metabolitos activos contra parásitos de la Familia Trypanosomatidae tales como *T. cruzi* (Soeiro et al. 2009, Apt & Zulantay 2011). De acuerdo con esos trabajos, se ha informado de componentes químicos con actividad contra esta parasitosis en plantas de los géneros *Cinamomun* (Azeredo et al. 2014); *Carica* (Jiménez-Coello 2014); *Piper* (Lopes et al. 2008, Regasini et al. 2009); *Conchocarpus* y *Trichilia* (Ambrozín et al. 2004); *Cymbopogum* (Rojas et al. 2005, 2010); *Aloysia* (Rojas et al. 2012); *Eugenia* (Santos et al. 2012); *Aristeguietia* (Varela et al. 2014) y *Bocconia* (Ibañez et al. 2008, Yu et al. 2014). En Costa Rica, aunque se han hecho estudios sobre plantas con actividad contra otras parasitosis tales como malaria (Castro et al. 1996, Chinchilla et al. 1998, Chinchilla et al. 2001, Calderón et al. 2010, Chinchilla et al. 2011, 2012) toxoplasmosis (Chinchilla et al. 1990) y leishmaniosis (Chinchilla et al. 2014), no existen trabajos sistemáticos en el caso de la Enfermedad de

Chagas; solo existe una mención de algunas plantas usadas en la cura de enfermedad de Chagas (Sánchez 2007). Este trabajo tiene como objetivo fundamental el informar, por primera vez, de la presencia de algunas plantas en una Reserva Biológica, cuyos componentes químicos son activos contra *T. cruzi*.

Material Y Métodos

Plantas: De acuerdo con una selección previa, se colectaron varias partes de 67 especies de plantas presentes en la Reserva Biológica Alberto Manuel Brenes (REBAMB) (Cuadro 1), para ser estudiadas por su posible actividad antiparasitaria contra *T. cruzi*. Esta Reserva se encuentra en una zona ubicada entre los 600 y 1 640 m de altura, con una temperatura promedio de 21°C y una humedad relativa del 98%, lo que establece la presencia de variados climas y nichos ecológicos (Sánchez 2000). El material fue seleccionado y colectado de acuerdo con las publicaciones de Barrantes (2004) y de Gomez-Laurito y Ortiz (2004) empleando los métodos previamente descritos (Chinchilla et al. 2011, 2012).

Tabla 1. Plantas de la REBAMB estudiadas por su actividad contra *Trypanosoma cruzi*.

Familia	Especie	Actividad	Partes activas
Acantaceae	<i>Aphelandra aurantiaca</i>	Negativa	Ninguna
Acantaceae	<i>Aphelandra tridentata</i>	Negativa	Ninguna
Lauraceae	<i>Beilschmieda pendula</i>	Promisoria	HM
Papaveraceae	<i>Bocconia frutescens</i>	Promisoria	C-F-FI-FM-HM-HT-R
Cecropiaceae	<i>Cecropia obtusifolia</i>	Negativa	Ninguna
Cecropiaceae	<i>Cecropia peltata</i>	Promisoria	HM
Meliaceae	<i>Cedrela odorata</i>	Negativa	Ninguna
Lauraceae	<i>Cinnamomum chavarranum</i>	Negativa	Ninguna
Ranunculaceae	<i>Clematis dioica</i>	Promisoria	HT
Boraginaceae	<i>Cordia cymosa</i>	Negativa	Ninguna
Boraginaceae	<i>Cordia megalantha</i>	Negativa	Ninguna
Euphorbiaceae	<i>Croton megistocarpus</i>	Ninguna	Ninguna
Euphorbiaceae	<i>Croton schiedeanus</i>	Negativa	Ninguna
Sapindaceae	<i>Cupania macrophylla</i>	Promisoria	F-HT
Myrtaceae	<i>Eugenia austini-smithii</i>	Promisoria	HT
Myrtaceae	<i>Eugenia sp</i>	Negativa	Ninguna
Arecaceae	<i>Euterpe precatoria</i>	Negativa	Ninguna
Meliaceae	<i>Guarea bullata</i>	Negativa	Ninguna
Meliaceae	<i>Guarea glabra</i>	Promisoria	FI-HM
Meliaceae	<i>Guarea kunthiana</i>	Promisoria	HM

Annonaceae	<i>Guatteria tonduzii</i>	Negativa	Ninguna
Malvaceae	<i>Hampea appendiculata</i>	Negativa	Ninguna
Tiliaceae	<i>Heliocarpus appendiculatus</i>	Negativa	Ninguna
Hernandiaceae	<i>Hernandia stenura</i>	Negativa	Ninguna
Campanulaceae	<i>Hippobroma longiflora</i>	Negativa	Ninguna
Apiaceae	<i>Hydrocotyle mexicana</i>	Promisoria	HM
Arecaceae	<i>Iriartea deltoidea</i>	Negativa	Ninguna
Caricaceae	<i>Jacaranda spinosa</i>	Negativa	Ninguna
Asteraceae	<i>Liabum bourgeauii</i>	Negativa	Ninguna
Fabaceae	<i>Lonchocarpus pentaphyllus</i>	Negativa	Ninguna
Fabaceae	<i>Machaerium sp</i>	Negativa	Ninguna
Asteraceae	<i>Mikania holwayana</i>	Promisoria	F-HM
Urticaceae	<i>Myriocarpa longipes</i>	Negativa	Ninguna
Lauraceae	<i>Nectandra membranacea</i>	Promisoria	F-HM-HT
Asteraceae	<i>Neurolaena lobata</i>	Promisoria	C-FI-HT
Lauraceae	<i>Ocotea dentata</i>	Negativa	Ninguna
Lauraceae	<i>Persea povedae</i>	Promisoria	FM
Piperaceae	<i>Piper auritum</i>	Promisoria	F-HM
Piperaceae	<i>Piper friedrichsthalii</i>	Negativa	Ninguna
Sapotaceae	<i>Pouteria congestifolia</i>	Negativa	Ninguna
Lauraceae	<i>Povedadaphne quadripurata</i>	Promisoria	R
Rosaceae	<i>Prunus annularis</i>	Negativa	Ninguna
Mirtaceae	<i>Psidium guajava</i>	Promisoria	HM
Rubiaceae	<i>Psychotria elata</i>	Negativa	Ninguna
Rubiaceae	<i>Psychotria sp</i>	Negativa	Ninguna
Fabaceae	<i>Pterocarpus hayesii</i>	Negativa	Ninguna
Fagaceae	<i>Quercus cortesii</i>	Negativa	Ninguna
Fagaceae	<i>Quercus insignis</i>	Negativa	Ninguna
Annonaceae	<i>Rollinia pittier</i>	Negativa	Ninguna
Meliaceae	<i>Ruarea glabra</i>	Promisoria	FI-FM
Anathaceae	<i>Ruellia tubiflora</i>	Negativa	Ninguna
Caprifoliaceae	<i>Sambucus canadensis</i>	Negativa	Ninguna
Caesalpinaceae	<i>Senna papillosa</i>	Negativa	Ninguna
Siparunaceae	<i>Siparuna thecaphora</i>	Negativa	Ninguna
Solanaceae	<i>Solanum arboreum</i>	Negativa	Ninguna
Solanaceae	<i>Solanum quitoense</i>	Negativa	Ninguna
Bignoniaceae	<i>Tabebuia chrysantha</i>	Negativa	Ninguna
Apocynaceae	<i>Tabernaemontana longipes</i>	Negativa	Ninguna
Ticodendraceae	<i>Ticodendron incognitum</i>	Negativa	Ninguna
Urticaceae	<i>Urera baccifera</i>	Promisoria	F
Asteraceae	<i>Vernonia patens</i>	Promisoria	HT
Clusiaceae	<i>Vismia baccifera</i>	Promisoria	C-FI
Solanaceae	<i>Witheringia solanacea</i>	Negativa	Ninguna
Araceae	<i>Xanthosoma undipes</i>	Promisoria	HM-HT
Rutaceae	<i>Zanthoxylum juniperinum</i>	Negativa	Ninguna

C: corteza F: flor FI: fruto inmaduro FM: fruto maduro HM: hojas maduras

HT: hojas tiernas R: raíz

Resumiendo, las diferentes partes de la planta tales como corteza, flores, hojas maduras y tiernas, así como frutos maduros e inmaduros y raíz, fueron empacadas en bolsas plásticas. Estas se depositaron en un recipiente con hielo y se transportaron al Laboratorio de Investigación de la Universidad de Ciencias Médicas (UCIMED) para su respectivo procesamiento.

Preparación de los extractos: Después de lavar y triturar todas las partes de las plantas, una porción fue enviada inmediatamente para ser sometida al proceso de extracción constituyendo el material fresco de estudio. Otra porción fue secada y finamente triturada; este material fue denominado como extracto seco en este estudio; ambas porciones fueron procesadas como se ha descrito previamente (Chinchilla et al. 2013). Brevemente, 15 g del material fresco o seco fueron sometidos a un proceso de extracción con etanol al 70% por una semana, a temperatura ambiente y con agitación ocasional. Los extractos hidroalcohólicos fueron filtrados y concentrados a 40°C usando un rotavapor (Buchi R-114) para eliminar el alcohol.

Parásitos: Epimastigotos de la cepa Silvio (ATCC-50799) fueron mantenidos en medio de Rugai para su correspondiente uso; el medio RPMI suplementado con suero fetal bovino al 10%, fue usado específicamente para los experimentos correspondientes.

Ensayos in vitro: Se realizaron experimentos previos para seleccionar las plantas promisorias con actividad contra *T. cruzi*. Para ello se estudiaron extractos frescos y secos de diferentes partes de la planta diluidos 1:20 en solución salina bufferizada (PBS) agregando, algunas veces, DMSO para facilitar la disolución de los extractos. A estas diluciones se agregaron 10^5 a 10^6 epimastigotos y estas mezclas junto con los respectivos controles, fueron incubadas a 4° C por 24 horas (Vieira et al. 2001) determinando luego la viabilidad de los parásitos por medio de la conocida técnica del azul tripano. Aquella preparación que presentó más del 50% de parásitos teñidos, fue considerada como promisorio en cuanto a su actividad contra *T. cruzi*. Para una segunda prueba confirmatoria de la potencia de la actividad encontrada, diluciones dobles de 1:20 a 1:160 fueron preparadas para cada uno de los extractos positivos; estas diluciones fueron procesadas como fue descrito

para las pruebas preliminares.

Extractos en que los parásitos presentaron una viabilidad menor del 50% en diluciones de 1:80 en adelante, se consideraron positivos y fueron seleccionados para los siguientes procesos. El paso a seguir fue la determinación de la concentración mínima inhibitoria en µg/mL (CI₅₀) que consiste en establecer la cantidad del producto activo necesario para disminuir el movimiento o causar de muerte del 50% de los organismos. Con este objetivo se repitieron las pruebas anteriores pero usando esta vez, los extractos positivos con peso seco previamente conocido.

Pruebas de toxicidad: El efecto de los extractos en cuanto a su actividad lítica y aglutinante sobre glóbulos rojos fue medido en estas pruebas. Para ello seguimos los procedimientos descritos por (Luize et al. 2005) con ligeras modificaciones, métodos que han sido descritos en detalle previamente (Chinchilla et al. 2014). En resumen, glóbulos rojos de ratones blancos fueron sometidos al tratamiento con diferentes diluciones de los extractos por 24 h a 4 °C. El efecto lítico o aglutinante de los extractos fue analizado considerando tóxicos aquellos que presentaran el efecto en diluciones iguales o mayores de 1:80.

Análisis estadísticos: Los resultados finales en el cálculo de CI₅₀ son obtenidos de acuerdo con el método de Probit (Díaz et al. 2004).

Resultados

De las 67 plantas estudiadas, 23 fueron consideradas promisorias en la primera prueba presuntiva (Tabla 1), positividad que se confirmó en una segunda prueba usando diluciones de 1:80 y 1:160; los resultados fueron positivos para extractos frescos o secos de ciertas partes de cada planta (Tabla 2). Todas las plantas no promisorias fueron descartadas y no se les siguió ningún proceso posterior. Dado que en el cuadro 2 se nota que varias partes de las plantas son positivas en los extractos frescos o en los secos, se procedió a realizarles CI₅₀ a todos ellos para así determinar la verdadera potencia del efecto contra *T. cruzi*. En la tabla 3 se presentan las 8 plantas cuyo CI₅₀ fue menor a 100 µg/mL, índice máximo aceptado por varios autores (Kakar et al. 2013) como indicador de actividad antiparasitaria importante. Se nota que *B. frutescens* fue la planta

que presentó mayor cantidad de partes positivas en algunas de las cuales se encontraron los valores más bajos (mejor actividad) del CI₅₀; el extracto de raíz fresco presentó la actividad antiparasitaria inducida por la menor cantidad del componente (CI₅₀. 4.4 µg/ml). El número de extractos con alguna actividad demostrada bajo este parámetro fue de 14, de los cuales 8 eran frescos y 6 eran secos. En la mayoría de los extractos la toxicidad estuvo ausente o fue muy ligera, con excepción de las hojas tiernas de *X. undipes* que si mostraron ser muy tóxicas (Tabla 4).

Tabla 2. Actividad de varias partes de plantas de la REBAMB sobre epimastigotos de *Trypanosoma cruzi*.

Familia	Género	Actividad antiparasitaria (Dilución positiva 1/—)															
		C		F		FI		FM		HM		HT		R			
		f	s	f	s	f	s	f	s	f	s	f	s	f	s	f	s
Lauraceae	<i>B. pendula</i>									160							
Papaveraceae	<i>B. frutescens</i>	160	160	160		160	160	160	160	160	160	160	160	160	160	160	160
Cecropiaceae	<i>C. peltata</i>									160							
Ranunculaceae	<i>C. dioica</i>											160					
Sapindaceae	<i>C. macrophylla</i>			160									80				
Myrtaceae	<i>E. austin-smithii</i>												160				
Meliaceae	<i>G. glabra</i>							80									
Meliaceae	<i>G. kunthiana</i>									160							
Meliaceae	<i>G. rhopalocarpa</i>	80															
Apiaceae	<i>H. mexicana</i>							80	80								
Asteraceae	<i>M. holwayana</i>					160			160								
Lauraceae	<i>N. membranacea</i>					80			160			160					
Asteraceae	<i>N. lobata</i>			160								160		160			
Lauraceae	<i>P. povedae</i>							160									
Piperaceae	<i>P. auritum</i>					160			160								
Lauraceae	<i>P. quadripurata</i>													160			
Mirtaceae	<i>P. guajava</i>								160								
Meliaceae	<i>R. glabra</i>							160	80								
Anacardiaceae	<i>T. mexicana</i>									80							
Urticaceae	<i>U. baccifera</i>			160													
Asteraceae	<i>V. patens</i>											80					
Clusiaceae	<i>V. baccifera</i>	160				80	160										
Araceae	<i>X. undipes</i>							80				80					

C: corteza F: flor FI: fruto inmaduro FM: fruto maduro HM: hojas maduras
HT: hojas tiernas R: raíz f: extracto fresco s: extracto seco

Tabla 3. Concentración mínima inhibitoria anti-*Trypanosoma cruzi* (CI₅₀, mg/mL) de los extractos frescos (F) y secos (S) de las partes positivas de plantas de la REBAMB.

Especie	Parte de la planta															
	C		F		FI		FM		HM		HT		R			
	f	s	f	s	f	s	f	s	f	s	f	s	f	s	f	s
<i>B. pendula</i>									70.0							
<i>B. frutescens</i>	19.4	14.2	56.9				14.1				50.6		4.4			
<i>G. rhopalocarpa</i>	88.8															
<i>H. mexicana</i>									81.3	83.8						
<i>P. quadripurata</i>													91.9			
<i>P. auritum</i>											60*					
<i>R. glabra</i>							48.6									
<i>X. undipes</i>											75.0					

C: corteza F: flor FI: fruto inmaduro FM: fruto maduro HM: hojas maduras HT: hojas tiernas R: raíz
f: extracto fresco s: extracto seco
Categorización de actividad de CI₅₀
De 1 a 10: muy activo; >10 a 50: activo; >50 a 100: sospechoso * Las hojas tenían agallas

Tabla 4. Relación entre la toxicidad máxima *in vitro* (diluciones 1:80, 1:160) y la actividad contra *Trypanosoma cruzi* de las partes positivas de plantas de la REBAMB.

Especie	Actividad lítica o aglutinante				Ausente
	Ligera		Intensa		
	1:80	1:160	1:80	1:160	
<i>B. pendula</i>		HM			
<i>B. frutescens</i>					C,F, HT, R, Cs
<i>G. rhopalocarpa</i>	C				
<i>H. mexicana</i>					HM, HMs
<i>P. auritum</i>					HMs
<i>P. quadripurata</i>					R
<i>R. glabra</i>		Fls			
<i>X. undipes</i>				HT	

C: corteza F: flor FI: fruto inmaduro FM: fruto maduro HM: hojas maduras

HT: hojas tiernas R: raíz s: extracto seco

Discusión

El tratamiento de la Enfermedad de Chagas puede ser logrado con cierto éxito durante su fase aguda, ya que en el estado crónico en que intervienen una serie de factores ajenos a la acción del parásito per se, los fármacos conocidos no tienen buen efecto (Apt & Zulantay 2011; Lopera et al. 2013). El Nifurtimox y el Benznidazol son difíciles de encontrar en Costa Rica y otros países. Además estos medicamentos presentan una toxicidad importante para el ser humano (Kakar et al. 2013) por lo que el tratamiento de la Enfermedad de Chagas debe darse bajo vigilancia médica. Por estas razones existe un interés mundial en encontrar otras alternativas tales como el uso de ciertos bloqueadores o inhibidores de enzimas fundamentales en el proceso bioquímico de la reproducción de *T. cruzi*. (Da Silva et al. 2014). El hecho de que investigadores de todos los continentes han vuelto la vista también hacia los productos naturales como otra posibilidad para el tratamiento de esta y otras enfermedades, (Goel & Sharma 2014, Gurib-Fakim 2014, Gohari et al. 2008), impulsa a que se realicen estudios similares en un país que como el nuestro, posee una importante biodiversidad

botánica. Dentro de los países epidemiológicamente, relacionados con esta enfermedad, tenemos estudios en América del Sur (Azeredo et al. 2014, Calderón et al. 2002, Cardoso & Soares 2010, Lopera et al. 2013, Cozzari et al. 2010, Satalaya et al. 2009, Santos et al. 2012), en el Caribe y en Norte y Centro América (Gupta 2013, Cabrera 2013, Molina-Garza 2014, Jiménez-Coello et al. 2014). Aunque en Costa Rica se han hecho algunos estudios sobre el efecto de componentes de plantas contra parásitos tales como especies del género *Plasmodium* (Castro et al. 1996, Chinchilla et al. 2011, 2012), *Toxoplasma gondii* (Chinchilla et al. 1990) y *Leishmania* (Chinchilla et al. 2014), no existe ninguna información sobre plantas cuyos componentes químicos actúen contra *T. cruzi*.

Dado que en nuestro país se ha informado de casos humanos de la Enfermedad de Chagas, el más reciente descrito por (Moreno & Valerio 2007), la búsqueda de una alternativa natural para posibles componentes activos contra *T. cruzi* en plantas costarricenses se hace imperativo. Los datos que se observan en los respectivos cuadros nos muestran que, aunque 22 de las 67 plantas estudiadas presentaron una actividad antiparasitaria considerada como promisoría, cuando se hicieron análisis más específicos, especialmente al realizar el cálculo del CI₅₀, este número se redujo a 8 especies con CI₅₀ menor a 100 µg/mL; límite establecido por Kakar et al. 2013, entre otros autores, para que una planta se considere al menos, levemente activa contra el parásito. Un porcentaje mayor de extractos, 8 de los 14 extractos activos (57%), eran frescos, hecho muy similar a lo informado previamente en un estudio con *Leishmania* sp. (Chinchilla et al. 2014). Este aspecto refleja, en parte, la importancia del análisis de material fresco en este tipo de estudios. Además representa cierta congruencia con lo que sucede en los tratamientos populares donde usualmente se utiliza el material sin secar (Idowu et al. 2010). El número de plantas con componentes activos contra *T. cruzi*, cuyo CI₅₀ fue menor de 100 µg/mL, resultó ser más bajo que las halladas en un estudio similar del efecto anti-*Leishmania* realizado con las mismas plantas (Chinchilla et al. 2014). Este hecho correlaciona con lo que se conoce en la literatura, ya que existen muchos estudios con *Leishmania* pero no es igual para *T. cruzi*. Para este parásito, las plantas que han presentado actividad pertenecen a las familias Anonaceae, (Laundry de

Mesquita et al. 2005, Ocampo & Ocampo 2006), (Papaveraceae et al. 1994, Yu et al. 2014), Piperaceae (Lopes et al. 2008, Regasini et al. 2009) Lauraceae (Stokes et al. 2007) de las cuales nosotros estudiamos algunas especies con resultado negativo en la mayoría de ellas. Dentro de la familia Lauraceae, una de cuyas especies, *Nectandra membranacea*, fue encontrada muy activa contra *Plasmodium berghei* en estudios anteriores (Chinchilla et al. 2011, 2012), encontramos la especie *Bleishmedia pendula* cuyas hojas maduras también presentaron alguna actividad contra *T. cruzi*. Lo mismo sucede con *Ruagea glabra* de la familia Meliaceae, con plantas que contienen componentes activos contra agentes etiológicos de la malaria y cuyo fruto maduro tiene también efecto anti-trippanocida. La planta que presentó una mayor actividad en la mayoría de sus partes fue *Bocconia frutescens* de la familia Papaveraceae. En algunos informes se mencionan especies de esta familia, *B. intergrifolia* y *B. pearcei* por ejemplo (Fournet et al. 1994), y en el caso de *B. frutescens* (Yu et al. 2014) menciona el hallazgo de varios componentes tanto en esta especie como en otras del género. En relación con las otras especies de otras familias que se mencionan en este estudio con alguna actividad contra *T. cruzi*, no se encontraron reportes previos.

Con excepción de *X. undipes* cuyo extracto positivo fue muy tóxico para eritrocitos de ratón, en las otras plantas los extractos fueron ligeramente tóxicos o no lo fueron del todo; esto es importante para la ejecución de las pruebas siguientes con células cultivadas in vitro o en animales de laboratorio. Otro aspecto a considerar es la ventaja que significa el que estas plantas se encuentren protegidas en una Reserva Biológica, lo cual las resguarda del peligro de su extinción como ha sido mencionado por (Dharani et al. 2010), entre otros autores. El aporte de este estudio que es de tipo científico y cultural, también contribuye, desde el punto de vista médico, en la exploración de las posibilidades terapéuticas de plantas tropicales con poder antiparasitario. Tarde o temprano estos estudios podrían repercutir positivamente en la salud de los seres humanos. Análisis específicos para identificar los componentes responsables de la actividad encontrada en las plantas respectivas, se encuentran en proceso en nuestros laboratorios.

Agradecimientos:

Los autores agradecen el patrocinio de este estudio, al Ministerio de Ciencia y Tecnología (MICIT) y al Consejo Nacional para Investigaciones Científicas y Tecnológicas (CONICIT) por medio de los proyectos FI-291-09 y FI-490-11, al Departamento de Investigación de la Universidad de Ciencias Médicas (UCIMED) y al Centro Regional de Occidente, Universidad de Costa Rica. Agradecimiento especial para el señor Víctor Mora por la identificación de las plantas, a Juan Carlos Vanegas por los análisis estadísticos y a Laura Valerio encargada de la logística del desarrollo de los proyectos. Reconocemos también la colaboración de los señores José Bolaños, Luis León y Hugo Pérez por su labor asistencial y manejo de animales de laboratorio. También a un grupo de estudiantes de la UCIMED que colaboraron en el proyecto.

Referencias

- Ambrozin PAR, Vieira PC, Batista Fernandez J, Fernandes Da Silva MFG, Alburquerque S. Trypanocidal activity of Meliaceae and Rutaceae plant extract. *Mem Inst Oswaldo Cruz*. 2004; 99: 227-231.
- Anselin L, Syabri I, Kho Y. GeoDa: an introduction to spatial data analysis. *Geographical analysis*. 2006; 38: 5-22.
- Apt W, Zulantay A I. Estado actual en el tratamiento de la enfermedad de Chagas. *Rev Med Chile*. 2011;139: 247-257.
- Azeredo C, Santos T, Lameiro De Noronha B & Soares M. *In vitro* biological evaluation of eight different essential oils against *Trypanosoma cruzi*, with emphasis on *Cinnamomum verum* essential oil. *BMC Compl Alt Med*. 2014 ; 14: 309-316.
- Barrantes L T. Flora del sotobosque de la Reserva Biológica Alberto Manuel Brenes, San Ramón, Alajuela, Universidad de Costa Rica: Coordinación de Investigación, Sede de Occidente.(Consultado: 03 Enero 2015. Disponible de <http://www.kerwa.ucr.ac.cr/bitstream/handle/10669/8982/>). 2004.
- Bero J, Hannaert V, Chataigné G, Herent MF, Quetin-Leclercq J. In vitro anti-trypanosomal and anti-leishmanial activity of plants used in Benin in traditional medicine and bio-guided fractionation of the most active extract. *J Ethnopharmacol* . 2011 ;137: 998-1002.
- Boletín Instituto De Salud Pública De Chile, Junio 2014. 4.
- (Consultado: 12 enero 2015). Disponible en http://www.ispch.cl/sites/default/files/Chagas%2023-06-2014_0.pdf. 2014.
- Cabrera M. Búsqueda de productos naturales con actividad anti-*Trypanosoma cruzi*: nuestra experiencia, Primer Congreso Nacional de Prevención y Control de la Enfermedad de Chagas: "Dr. Rafael A. Cedillos", El Salvador. 2013.
- Calderón AI, Romero LI, et al. Screening of Latin American plants for antiparasitic activities against malaria, Chagas disease, and leishmaniasis. *Pharm Biol*. 2010 ;48: 545-53.
- Calderón-Arguedas O, Troyo A, Castro A, Guerrero O & Chinchilla M. Infestación por vectores de la enfermedad de Chagas en cuatro zonas endémicas de la meseta central de Costa Rica. *Parasitol Latinoam*. 2002; 57: 88-95.
- Cardoso J, Soares MJ. In vitro effects of Citral on *Trypanosoma cruzi* metacyclogenesis. *Mem Inst Oswaldo Cruz* ; 2010;105: 1026-1032.
- Castro O, Barrios M. & Guerrero O.M. Evaluación química y biológica del efecto de extractos de plantas contra *Plasmodium berghei*. *Rev Biol Trop*.1996; 44: 361-367.
- Chinchilla-Carmona M, Valerio-Campos I, et al. Actividad contra *Leishmania* sp. (Kinetoplastida: *Trypanosomatidae*) de plantas en una Reserva Biológica de Costa Rica. *Rev Biol Trop*. 2014; 62: 1229-1240.
- Chinchilla M, Montero-Gei F. Observaciones sobre las condiciones de la vivienda en relación con la presencia de los transmisores de la enfermedad de Chagas en el cantón de Santa Ana. *Acta Med Cost*. 1967; 10: 19-30.
- Chinchilla M, Castro A, Reyes L, Guerrero O, Calderón-Arguedas O & Troyo A. Enfermedad de Chagas en Costa Rica. Estudio comparativo en dos épocas diferentes. *Parasitol Latinoam*. 2006; 61: 138-145.
- Chinchilla M, Guerrero OM, Tamayo G. Sittenfeld A. Empleo de técnicas y materiales biológicos en la búsqueda de productos activos contra la malaria. *Información Tecnológica* .2001;12: 187-192.
- Chinchilla M, Valerio I, Sánchez R, Mora V, Bagnarello V, Martínez L, González A, Vanegas JC, Apéstegui A. In vitro antimalarial activity of extracts of some plants from a biological reserve in Costa Rica. *Rev Biol Trop*. 2012; 60: 881-891.
- Chinchilla M, Valerio I, Sánchez R, Mora V, Bagnarello V, Martínez L, González A., Vanegas JC. Evaluación in vivo de la actividad anti-malárica de 25 plantas provenientes de una

- reserva de Conservación Biológica de Costa Rica. *Rev Chil Hist Nat.* 2011; 84: 115-123.
- Chinchilla M, Guerrero OM, Abarca G, Barrios M & Castro O. An in vivo model to study the anti-malaric capacity of plants extracts. *Rev Biol Trop.* 1998; 46: 35-39.
- Chinchilla M, Marín R & Catarinella G. Increase of sulfadiazine effect against *Toxoplasma gondii* by using watermelon or cantaloupe seeds. *Rev Biol Trop.* 1990; 38: 235-241.
- Cozzari J, Feresin G, Tapia A & Barrera PA. Acción de compuestos naturales obtenidos de plantas de la zona Cuyo sobre *Trypanosoma cruzi* (Consultado: 12 Enero 2015). Disponible en <http://www.fem.uncu.edu.ar/jornadas2010/index.php/articulos/view/67>) 2010.
- Da Silva Junior E.N, Jardim G.A.M, Menna-Barreto R.F.S & De Castro S. Anti-*Trypanosoma cruzi* compounds: our contribution for the evaluation and insights on the mode of action of Naphthoquinones and derivatives. *J Braz Chem Soc.* 2014; 25: 1780-1798.
- Dharani N , Rukunga G , Yenesew A , Mbori A , Mwaura L & Dawson I J. Common Antimalarial Trees and Shrubs of East Africa: a description of species and guide to cultivation and conservation through use: The World Agroforestry Centre (ICRAF) (Consultado: 20 Enero 2015) Disponible en: http://www.ku.ac.ke/schools/environmental/images/stories/research/anti_malarial_shrubs.pdf). 2010.
- Díaz Báez M.C, Bulus Rossine G.D, Pica Granados Y & In G. Castillo-Morales (Ed.) Ensayos toxicológicos y métodos de evaluación de calidad de aguas. México: IMTA. Métodos estadísticos para el análisis de resultados de toxicidad. 2004; 99-124.
- Fournet A, Barrios AA & Muñoz V. Ethnopharmacology. leishmaniacidal and trypanocidal activities of bolivian medicinal plants. *Ethnopharmacol.* 1994; 41: 19-37.
- Gohari AR, Saeidnia S, Hadjiakhoondi A, Naghinejad A & Yagura T. *Trypanocidal* activity of some medicinal plants against the epimastigotes of *Trypanosoma cruzi*. *J Med Plants.* 2008 ; 7: 44-48.
- Goel A & Sharma K. Plant Extracts and Phytochemicals as Herbal Medicines and Antimicrobials. *Int J Biol Med Res.* 2014; 5: 3940-3946.
- Gomez-Laurito J & Ortiz R. Lista con anotaciones de las angiospermas de los ríos San Lorenzo y San Lorencito, Costa Rica. *Lankesteriana.* 2004; 4: 113-142.
- Gupta M.P. Cuatro décadas de investigaciones farmacognosias sobre la flora panameña. *Tecnociencia.* 2013; 15.
- Gurib-Fakim A, Bero J, Kpoviessi S & Quetin-Leclercq J, 2014. Anti-Parasitic activity of essential oils and their active constituents against *Plasmodium*, *Trypanosoma* and *Leishmania*. (Consultado: 12 Febrero 2015) Disponible en <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/9781118460566.ch33/summary>)
- Ibañez-Calero S.L, Ruiz G, Michel R & Sauvain M. Evaluación de la flora en el valle de Zongo contra *Leishmania* y Chagas. *Rev. Bol. Quim.* 25. (Consultado: 30 enero 2015) disponible en: <http://revistasbolivianas.org.bo/scielo.php?pid=S0250-5460200>) 2008.
- Idowu O.A, Sonirai O.T, Ajana O & Aworinde D.O. Ethnobotanical Survey of antimalarial plants used in Ogun State, Southwest Nigeria. *Afr J Pharm Pharmacol.* 2010; 4: 55-60.
- Jiménez-Coello M, Acosta-Viana KY, Ortega-Pacheco A & Perez-Gutierrez S, Guzman-Marin E. In vivo antiprotozoal activity of chloroform extract from *Carica papaya* seeds against amastigote stage of *Trypanosoma cruzi* during indeterminate and chronic phase of infection. 2014: 458263 (Consultado: 05 Febrero 2015) disponible en <http://dx.doi.org/10.1155/2014/458263>). 2014.
- Kakar A.M, Khan A.A, Nabi S, Kakar M.A, Yasinzaï M & Al-Kahraman M.S.A. *In vitro* antileishmanial, cytotoxic activity and phytochemical analysis of *Thunbergia bauhinioides* leaves extract and its fractions. *Int J Pharma Bio Sci.* 2013;2: 520-528.
- Laundry De Mesquita M, Desrivotti J, Bories C, Fournet A, Elias De Paula J, Grellier P & Salmen Espindolai L. Antileishmanial and trypanocidal activity of Brazilian Cerrado plants. *Mem Inst Oswaldo Cruz.* 2005; 100: 783-787.
- Luiz Shima P, Tatiana Shioji Tiúman, et al. Effects of medicinal plant extracts on growth of *Leishmania (L.) amazonensis* and *Trypanosoma cruzi*. *Rev Bras Ciências Farmacêuticas.* 41. (http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1516-93322005000100010&script=sci_arttext) 2005.
- Lopes AA, Lopez SN, Regasini LO, Junior JM, et al. In vitro activity of compounds isolated from *Piper crassinervium* against *Trypanosoma cruzi*. *Nat Prod. Res.* 2008; 22: 1040-1046.
- Lopera Valle J S1, Rojas Jiménez S1, Mejía Ochoa M1, Pamplona Sierra AP1, Marín Castro AE. Actividad

- tripanocida de plantas latinoamericanas, una futura alternativa terapéutica para la Enfermedad de Chagas. Rev Ibero-Latinoam Parasitol. 2013; 72: 22-30.
- Luize Shima P, Tatiana Shioji Tiunan, Luis Gustavo Morello, Paloma Korehiza Maza Tânia Ueda-Nakamura, Benedito Prado Dias Filho, Diógenes Aparício Garcia Cortez, João Carlos Palazzo De Mello, Celso Vataru Nakamura. Effects of medicinal plant extracts on growth of *Leishmania* (L.) *amazonensis* and *Trypanosoma cruzi*. Rev Bras Ciências Farmacêuticas, 41. (http://www.scielo.br/scielo.php?pid=s1516-93322005000100010&script=sci_arttext) 2005..
- Molina-Garza ZJ, Bazaldúa-Rodriguez AF, Quintanilla-Licea R, Galaviz-Silva L. Anti-*Trypanosoma cruzi* activity of 10 medicinal plants used in Northeast Mexico. Acta Trop. 2014; 136: 14-18.
- Moreno-Medina E, Valerio-Campos I, Goyenaga-Castro P. Miocarditis y miocardiopatía dilatada por *Trypanosoma cruzi*: Reporte de un caso. Parasitol Latinoam. 2007;62: 148-153.
- Ocampo S DM, Ocampo C R Bioactividad de la Familia Annonaceae. Revista Universidad de Caldas. 2006; 135-155.
- Regasini LO, Cotinguiba F, Passerini GD, Da Silva Bolzani V, Barretto RM, Kato MJ Furlan M. *Trypanocidal* activity of *Piper arboreum* and *Piper tuberculatum* (Piperaceae). Rev Bras Farmacogn, 19 (Consultado: 10 Febrero 2015) disponible en :<http://dx.doi.org/10.1590/S0120-65X2009000200003>) 2009.
- Rojas J, Ronceros S, Palacios O, Sevilla C. Efecto anti-*Trypanosoma cruzi* del aceite esencial *Cymbopogon citratus* (DC) Stapf (hierba luisa) en ratones Balb/c. An fac med. 2012;73: 7-12.
- Rojas J , Palacios O, Ronceros S. Efecto del aceite esencial de *Aloysia triphylla britton* (cedrón) sobre el *Trypanosoma cruzi* en ratones, Rev Peru Med Exp Salud Pública 29: 61-68. (Consultado: 05 Febrero 2015) disponible en: <http://dx.doi.org/10.1590/S1726-46342012000100009>). 2012.
- Rojas J, Solis H, Palacios O. Evaluación in vitro de la actividad anti *Trypasonoma cruzi* de aceites esenciales de diez plantas medicinales. An Fac Med., 71: 161-5.
- Sánchez R. 2000. Reserva Biológica Alberto Manuel Brenes. Costa Rica: Edit. Tomás Saravil San Jose; 2010.
- Sánchez Z. Golpe de gato. Plantas que curan mal de Chagas. (Consultado: 27 Febrero 2015) disponible en:<http://golpedegato.blogspot.com/2007/03/plantas-que-curan-el-mal-de-chagas>). 2007.
- Santos Kka, Matias Eff, et al. Anti-*Trypanosoma cruzi* and cytotoxic activities of *Eugenia uniflora* L. Exp Parasitol. 2012; 131: 130-132.
- Satalaya R J, Rojas U J, Ríos B, Grandez Rengifo M, Ruiz G, Gutierrez D, Gimenez A & Flores N. Antiparasitic activity of medicinal plants from Peruvian Amazon BIOFARBO.2009; 17: 23-31.
- Soeiro Mn, Dantas Ap, et al. Experimental chemotherapy for Chagas disease: 15 years of research contributions from in vivo and in vitro studies. Mem Inst Oswaldo Cruz. 2009; 104: 301-310.
- Stokes SI, Takaku S, Penton Af & Setzer Wf. et al. Cruzain inhibitory activity of leaf essential oils from neotropical Lauraceae. Actividad inhibidora de la cruzain de los aceites esenciales de la hoja de lauráceas neotropicales. Annual Meeting of the Society for Economic Botany, 48th Chicago US June 4-7. 2007. (Consultado: 15 Marzo 2015) disponible en: <http://cro.ots.ac.cr/rdmncfs/datasets/biblioteca/pdfs/nbina-9738>.)
- Valencia L, Muñoz DI, Robledo Sm, Echeverri F, Arango GJ, Vélez ID, Triana O. Actividad tripanocida y citotóxica de extractos de plantas colombianas. Biomédica. 31. (Consultado: 16 Marzo 2015) disponible en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-41572011000400010&lng=en&nrm=iso) 2011.
- Valerio I, Chinchilla M, Sanchez R. *Triatoma dispar* nuevo transmisor silvestre de *Trypanosoma cruzi* en Costa Rica: su implicación en la epidemiología de la Enfermedad de Chagas. Rev Ibero-Latinoam Parasitol. 2009; 68: 137-141.
- Varela J, Serna E, Torres S, Yaluff G, Vera De Bilbao Ni, Miño P, Chiriboga X, Cerecetto H & Gonzalez M. In Vivo Anti-*Trypanosoma cruzi* activity of Hydro-ethanolic Extract and Isolated Active Principles from *Aristeguietia glutinosa* and Mechanism of Actions Studies. Molecules. 2014; 19: 8488-8502.
- Wink M. Medicinal Plants: A Source of Anti- Parasitic Secondary Metabolites. Molecules.2012; 17: 12771-12791.
- Yu X, Gao X, Zhu Z, Cao Y, Zhang Q, Tu P, & Chai X. Alkaloids from the Tribe Bocconieae (Papaveraceae): A Chem Biol R. Molecules. 2014; 19: 13042-13060.
- Zeledón R, Calvo N, Montenegro V.M, Lorosa S. E & Arévalo C. A survey on *Triatoma dimidiata* in an urban area of the province of Heredia, Costa Rica. Mem. Inst. Oswaldo Cruz, Rio. 2005; 100: 507-512.

Actividad antiparasitaria contra *Toxoplasma gondii* (Coccidia Toxoplasmatidae) de plantas de la Reserva Biológica Alberto Manuel Brenes (ReBAMB) de Costa Rica.

Antiparasitic effect of plants against *Toxoplasma gondii* (Coccidia Toxoplasmatidae) in the Biological Reserve Alberto Manuel Brenes (ReBAMB) from Costa Rica.

CHINCHILLA-CARMONA M.¹, VALERIO-CAMPOS I.¹, SÁNCHEZ-PORRAS R.², BAGNARELLO-MADRIGAL V.¹, ALPIZAR-CORDERO J.¹, CORDERO-VILLALOBOS M.¹, & RODRÍGUEZ-CHAVES D.¹

- ¹ Departamento de Investigación, Universidad de Ciencias Médicas (UCIMED), San José, Costa Rica; chinchillacm@ucimed.com; valeriaci@ucimed.com; bagnarellomv@ucimed.com; alpizarcj@ucimed.com; corderomv@ucimed.com, danirodrigu@gmail.com
- ² Sección de Biología, Sede Occidente, Universidad de Costa Rica (UCR), San Ramón, Alajuela, Costa Rica; rsanchez@cariari.ucr.ac.cr

Correspondencia:
Misael Chinchilla-Carmona. Departamento de Investigación,
Universidad de Ciencias Médicas (UCIMED), San José, Costa Rica.
chinchillacm@ucimed.com

Summary

As part of an integral study, we analyzed several parts of 67 plants looking for antiparasitic chemical components against *Toxoplasma gondii*, in plants of the Reserva Biológica Alberto Manuel Brenes (REBAMB), Costa Rica. Fresh and dry hidroalcoholic extracts were tested by their anti-*Toxoplasma* activity. Preliminary and confirmatory experiments using the *T. gondii* RH strain (ATCC 50174D) were performed in order to determine the active secondary metabolites in each plant. The positive plants, according to the CI_{50} were: *Bocconia frutescens*, *Clematis dioica*, *Guatteria tonduzii*, *Povedadaphne quadriporata*, *Sambucus canadiensis*, *Tetrorchidium euryphyllum* and *Xanthosoma undipes*. *Bocconia frutescens* had a major number of positive parts and the root of *P. quadriporata* was the only toxic extract, of the 13 studied. Since this study is done in a biological reserve, the permanency of the positive plants is a guaranty, which is important for the eventual use in future treatments on human beings.

Keywords: : Plants, *Toxoplasma gondii*, toxoplasmosis, antiparasitic components, Costa Rica

Resumen

Como parte de un estudio integral que se lleva a cabo en la Reserva Biológica Alberto Manuel Brenes (REBAMB) de Costa Rica, se analizaron 67 plantas en búsqueda de metabolitos secundarios activos contra el *Toxoplasma gondii* (cepa RH ATCC 50174D). Extractos hidroalcohólicos frescos y secos de varias partes de las plantas fueron sometidos a pruebas presuntivas y confirmatorias por su efecto lesivo contra el parásito. Las plantas con alguna actividad determinada por un CI_{50} menor de 100 $\mu\text{g/mL}$ fueron las siguientes: *Bocconia frutescens*, *Clematis dioica*, *Guatteria tonduzii*, *Povedadaphne quadriporata*, *Sambucus canadiensis*, *Tetrorchidium euryphyllum* y *Xanthosoma undipes*. *B. frutescens* fue la planta con mayor número de partes activas y de los 13 extractos positivos solo el de la raíz de *P. quadriporata* resultó con algún grado de toxicidad importante. Se comenta el hecho de que al realizar este trabajo en una reserva biológica, se garantiza la permanencia de aquellas plantas que eventualmente sean en el futuro, fuente de fármacos importantes para la salud humana.

Palabras clave: Plantas, *Toxoplasma gondii*, toxoplasmosis, componentes antiparasitarios, Costa Rica.

Introducción

La toxoplasmosis es una enfermedad que dadas sus características epidemiológicas está distribuida por todo el mundo (Weiss & Dubey 2009). Aunque normalmente evoluciona hacia un estado crónico sin mayores consecuencias, la forma aguda en adultos, usualmente causada por procesos de inmunosupresión naturales o inducidos (Martín-Hernández & García-Izquierdo 2003), se manifiesta causando aborto en las mujeres y lesiones oculares que con frecuencia son objeto de atención médica (Martín-Hernández 2004). También la trasmisión intrauterina produce, en los neonatos, problemas que van desde lesiones poco notables, hasta procesos patológicos graves, usualmente asociados con disfunción cerebral u ocular (Martín-Hernández 2004). También últimamente se han reportado casos de infecciones latentes que han originado procesos neuropsiquiátricos importantes (Hinze-Selch 2015). La prevalencia de esta parasitosis en el mundo oscila entre 6.7% y 47 % siendo más alta en algunos lugares de Sur América (Furtado et al. 2011). En Costa Rica, de acuerdo con los estudios de (Frenkel & Ruiz 1973, Arias et al 1996, Zapata et al.2005), esa prevalencia está entre 42% y 86 %. El tratamiento tradicional contra el *Toxoplasma gondii* son los medicamentos a base de sulfas y la pirimetamina (Villena et al. 1998), componentes químicos que eliminan el parásito al interferir en la cadena bioquímica del ácido fólico, vía síntesis de las bases púricas y pirimídicas,

importantes en la formación de los ácidos nucleicos. Este mismo efecto lo ejercen sobre células del ser humano que están en constante multiplicación, como son las sanguíneas y las epiteliales; por esta razón no es conveniente usar esos fármacos en mujeres embarazadas y en el resto de la población, se deben administrar en conjunto con suplementos de ácido fólico y ácido folínico (Frenkel & Ruiz 1973).

Esta circunstancia ha hecho que al igual que para otros organismos infecciosos, se haya empezado a buscar en las plantas superiores, algas, invertebrados marinos y hongos, componentes químicos que por su carácter natural, sean más inocuos en su administración al ser humano (Kayser et al. 2003 ; Rodríguez & Szajnman 2012, García & Monzote 2014). Específicamente para *T. gondii* existe una cantidad importante de referencias al respecto (Sepulveda-Arias et al. 2014) y en Costa Rica solo se han publicado dos estudios con plantas costarricenses (Chinchilla et al. 1990, Darjani et al. 2014). Esta publicación es entonces, una contribución a un mayor conocimiento del valor potencial de algunas plantas de la biodiversidad de este país, en su efecto contra el agente etiológico de la toxoplasmosis.

Material y métodos

Los métodos de recolección de muestras, procesamiento de la mismas y análisis del efecto antiparasitario han sido descritos en trabajos previos (Chinchilla et al. 2012, Chinchilla et al. 2014) ya que este estudio es parte integral de un gran proyecto de bioprospección realizado en una Reserva Biológica claramente definida. Sin embargo el siguiente es un resumen de los procesos más relevantes.

Plantas: El sitio de colecta de las 67 especies estudiadas provenía de la Reserva Biológica Alberto Manuel Brenes (REBAMB) cuyas características son las siguientes. Está ubicada en San Ramón Alajuela, Costa Rica, entre los 600 y 1 640 m de altura, con una temperatura de 21°C como promedio y una humedad relativa del 98%; estos aspectos dan origen a diferentes climas y nichos ecológicos (Sánchez, 2000). La selección y colecta de las muestras fue realizada con ayuda de las publicaciones de (Barrantes 2004) y de (Gomez-Laurito & Ortiz 2004) y empleando la metodología previamente descrita (Chinchilla et al. 2011, 2012), necesaria para el estudio de los componentes químicos activos contra

T. gondii presentes en las plantas que se indican en el Cuadro 1.

Las partes colectadas de cada planta fueron: corteza, flores, hojas maduras y tiernas, frutos maduros e inmaduros y raíz, todas las cuales se empacaron por separado y se transportaron, en un recipiente con hielo al Laboratorio de Investigación de la Universidad de Ciencias Médicas (UCIMED) para su procesamiento.

Preparación de los extractos: Por medio de los métodos previamente descritos se prepararon extractos frescos y secos de todas las partes de cada planta. Todos esos extractos fueron procesados de acuerdo con lo descrito previamente (Chinchilla et al. 2014) para usarlos en las correspondientes pruebas de actividad antiparasitaria.

Parásitos: Taquizoitos de la cepa RH (ATCC 50174 D) fueron obtenidos de ratones blancos de la cepa CD-1 por medio de la extracción del exudado peritoneal usando medio RPMI suplementado con suero fetal bovino al 10%; estos parásitos fueron usados para los correspondientes análisis de actividad antiparasitaria.

Ensayos *in vitro*: Al igual que para los estudios realizados con los otros parásitos en este trabajo integral, se siguió un modelo experimental en que primero se hizo un análisis presuntivo, para seleccionar las plantas prometedoras en cuanto a su actividad contra el *T. gondii*. En este análisis se procedió a estudiar los extractos frescos y secos de todas las partes de cada planta, diluidos 1:20 como fue descrito previamente. La actividad antiparasitaria de esos extractos se demostró por su efecto contra 10⁵ taquizoitos de *T. gondii*, después de permanecer en contacto por 24 h a 4° C (Vieira et al. 2001); la viabilidad de los parásitos fue determinada por medio de la técnica del azul tripano, estableciendo como extractos con actividad promisoriosa aquellos en que la mezcla presentó 50% o más parásitos teñidos. En una segunda prueba presuntiva para determinar la potencia de la actividad antiparasitaria, se preparó un mayor número de diluciones dobles, hasta 1:160, de los extractos positivos, constatando igualmente la viabilidad, después del respectivo tiempo de incubación.

Extractos capaces de disminuir la viabilidad de los parásitos en más del 50 % en una dilución

de 1:80 en adelante, fueron considerados positivos y seleccionados para estudios posteriores. Para determinar la verdadera potencia de tales extractos, se procedió a calcular la concentración mínima inhibitoria en $\mu\text{g/mL}$ (CI_{50}), tal como fue escrito previamente (Kakar et al. 2013, Chinchilla et al. 2014). Solo aquellos extractos que presentaban un CI_{50} menor de 100 $\mu\text{g/mL}$, fueron considerados positivos, o al menos sospechosos, en cuanto a su actividad antiparasitaria.

Pruebas de toxicidad: Para determinar la toxicidad de los extractos se estudió su actividad lítica y aglutinante sobre glóbulos rojos, siguiendo los métodos descritos previamente (Luize et al. 2005, Chinchilla et al. 2014). Fueron considerados tóxicos aquellos extractos que mostraron un efecto lítico o aglutinante en diluciones iguales o mayores de 1:80. Los resultados finales en el cálculo de CI_{50} son obtenidos de acuerdo con el método de Probit (Díaz et al. 2004).

Resultados

En el estudio presuntivo inicial, 41 de las 67 plantas analizadas resultaron promisorias en al menos una de las partes (Tabla 1). Sin embargo cuando se realizó una segunda prueba usando diluciones de 1:80 y 1:160, este número se redujo a 17 plantas potencialmente activas (Tabla 2). Una vez que se les practicó la prueba de CI_{50} a todos los extractos frescos o secos de las partes positivas de estas plantas, se encontró que solamente 7 de ellas cumplían con el requisito de actividad establecido según este parámetro, menos de 100 $\mu\text{g/mL}$ (Kakar et al. 2013), por lo menos en una de sus partes (Tabla 3). Como se puede ver, *B. frutescens* fue la planta con mayor número de partes positivas y además con las concentraciones inhibitorias más bajas lo que representa una mayor actividad. Los extractos positivos fueron 12, 7 frescos y 5 secos y solamente el extracto fresco de la raíz de *P. quadriporata* presentó una ligera toxicidad en la dilución 1:160 (Tabla 4).

Tabla 1. Plantas de la REBAMB estudiadas por su actividad contra *Toxoplasma gondii*

Familia	Especie	Actividad	Partes activas
Acantaceae	<i>Aphelandra aurantiaca</i>	Negativa	Ninguna
Acantaceae	<i>Aphelandra tridentata</i>	Negativa	Ninguna
Lauraceae	<i>Beilschmieda pendula</i>	Negativa	Ninguna
Papaveraceae	<i>Bocconia frutescens</i>	Promisoria	Todas las partes fresco y seco
Cecropiaceae	<i>Cecropia obtusifolia</i>	Negativa	Ninguna
Cecropiaceae	<i>Cecropia peltata</i>	Promisoria	HTs-Fs
Meliaceae	<i>Cedrela odorata</i>	Negativa	Ninguna
Lauraceae	<i>Cinnamomum chavarrianum</i>	Promisoria	F-FMs-HTs
Ranunculaceae	<i>Clematis dioica</i>	Promisoria	C-F-Cs-HTs-Rs
Boraginaceae	<i>Cordia cymosa</i>	Negativa	Ninguna
Boraginaceae	<i>Cordia megalantha</i>	Negativa	Ninguna
Euphorbiaceae	<i>Croton megistocarpus</i>	Promisoria	HM-HT
Euphorbiaceae	<i>Croton schiedeianus</i>	Promisoria	Ag-R-HMs
Sapindaceae	<i>Cupania macrophylla</i>	Promisoria	C-F-HM-FMs-HMs-HCAs
Myrtaceae	<i>Eugenia austin-smithii</i>	Negativa	Ninguna
Myrtaceae	<i>Eugenia sp</i>	Negativa	Ninguna
Arecaceae	<i>Euterpe precatoria</i>	Negativa	Ninguna
Meliaceae	<i>Guarea bullata</i>	Negativa	Ninguna
Meliaceae	<i>Guarea glabra</i>	Promisoria	R-FI-FM-HM-HT-FIs-HMs
Meliaceae	<i>Guarea kunthiana</i>	Negativa	Ninguna
Meliaceae	<i>Guarea rhopalocarpa</i>	Promisoria	C-FI-FM-HM-FIs
Annonaceae	<i>Guatteria tonduzii</i>	Promisoria	Rs
Malvaceae	<i>Hampea appendiculata</i>	Promisoria	F-Hcon Ag-FM-HCAs
Tiliaceae	<i>Heliocarpus appendiculatus</i>	Promisoria	R-Fs
Hernandiaceae	<i>Hernandia stenura</i>	Negativa	Ninguna
Campanulaceae	<i>Hippobroma longiflora</i>	Promisoria	R-Fs-HMs-HTs-Rs
Apiaceae	<i>Hydrocotyle mexicana</i>	Promisoria	FI-FM-HM-HT-R-HMs-Rs-Ts
Arecaceae	<i>Iriartea deltoidea</i>	Promisoria	FI-HMs-HTs
Caricaceae	<i>Jacarata spinosa</i>	Negativa	Ninguna
Asteraceae	<i>Liabum bourgeau</i>	Promisoria	C-HM-Cs
Fabaceae	<i>Lonchocarpus pentaphyllus</i>	Negativa	Ninguna
Fabaceae	<i>Machaerium sp</i>	Negativa	Ninguna
Asteraceae	<i>Mikania holwayana</i>	Promisoria	C-HM-HT-R-Fs-FIs
Urticaceae	<i>Myriocarpa longipes</i>	Promisoria	C-F-HT
Lauraceae	<i>Nectandra membranacea</i>	Negativa	Ninguna
Asteraceae	<i>Neurolaena lobata</i>	Promisoria	FMs-HMs
Lauraceae	<i>Ocotea dentata</i>	Promisoria	FM-HM-HT-FIs
Lauraceae	<i>Persea povedae</i>	Promisoria	HT-HM
Piperaceae	<i>Piper auritum</i>	Promisoria	Ag-HM-HT-
Piperaceae	<i>Piper friedrichthalii</i>	Promisoria	C-F-FI-Fs
Sapotaceae	<i>Pouteria congestifolia</i>	Promisoria	R-FIs-HMs
Lauraceae	<i>Povedadaphne quadriporata</i>	Promisoria	C-FI-HM-HT-R
Rosaceae	<i>Prunus annularis</i>	Promisoria	C-HM-R-HTs
Mirtaceae	<i>Psidium guajava</i>	Negativa	Ninguna
Rubiaceae	<i>Psychotria elata</i>	Promisoria	Cs-HTs
Rubiaceae	<i>Psychotria sp</i>	Negativa	Ninguna
Fabaceae	<i>Pterocarpus hayesii</i>	Promisoria	C-HTs

Fagaceae	<i>Quercus cortesii</i>	Negativa	Ninguna
Fagaceae	<i>Quercus insignis</i>	Negativa	Ninguna
Annonaceae	<i>Rollinia pittier</i>	Negativa	Ninguna
Meliaceae	<i>Ruagea glabra</i>	Promisoria	FI-FM
Anathaceae	<i>Ruellia tubiflora</i>	Promisoria	HM-HMs-HTs-Rs
Caprifoliaceae	<i>Sambucus canadensis</i>	Promisoria	HT-Cs
Caesalpinaceae	<i>Senna papillosa</i>	Promisoria	HM-FMs
Siparunaceae	<i>Siparuna thecaphora</i>	Negativa	Ninguna
Solanaceae	<i>Solanum arboreum</i>	Promisoria	F-FM-HT-FIs-FMs-HMs-HT
Solanaceae	<i>Solanum quitense</i>	Promisoria	HM-HT-R-Fs-FMs-HMs
Euphorbiaceae	<i>Tetrorchidium euryphyllum</i>	Promisoria	FI-HM-HT-Cs-Fs-HMs-Rs
Bignoniaceae	<i>Tabebuia chrysantha</i>	Negativa	Ninguna
Apocynaceae	<i>Tabernaemontana longipes</i>	Negativa	Ninguna
Ticodendraceae	<i>Ticodendron incognitum</i>	Promisoria	C-HT
Urticaceae	<i>Urera baccifera</i>	Promisoria	R-Fs-FIs
Asteraceae	<i>Vernonia patens</i>	Promisoria	C-R
Clusiaceae	<i>Vismia baccifera</i>	Promisoria	C-Cs-Fis-FMs
Solanaceae	<i>Witheringia solanacea</i>	Promisoria	Fs-HTs
Araceae	<i>Xanthosoma undipes</i>	Promisoria	HM-HT-Ped-Cs-HMs-Pecs
Rutaceae	<i>Zanthoxylum juniperinum</i>	Negativa	Ninguna

C: corteza F: flor FI: fruto inmaduro FM: fruto maduro HM: hojas maduras
HT: hojas tiernas R: raíz S: extracto seco

Tabla 3. Concentración mínima inhibitoria anti-*Toxoplasma gondii* (CI₅₀, mg/mL) de los extractos frescos (F) y secos (S) de las partes positivas de plantas de la REBAMB.

Especie	Parte de la planta													
	C		F		FI		FM		HM		HT		R	
	F	S	F	S	F	S	F	S	F	S	F	S	F	S
<i>B. frutescens</i>	43.1	90.6			26.6		31.3						27.1	23.8
<i>C. dioica</i>	60.0													
<i>G. tonduzii</i>														44.4
<i>P. quadriporata</i>													91.9	
<i>S. canadiensis</i>											66.9			
<i>T. euryphyllum</i>														40.6
<i>X. undipes</i>					31.9									

C: corteza F: flor FI: fruto inmaduro FM: fruto maduro HM: hojas maduras
HT: hojas tiernas R: raíz S: extracto seco
Categorización de actividad de CI₅₀
De 1 a 10: muy activo; >10 a 50: activo; >50 a 100: sospechoso

Tabla 4. Relación entre la toxicidad máxima *in vitro* (diluciones 1:80, 1:160) y la actividad contra *Toxoplasma gondii* de las partes positivas de plantas de la REBAMB.

Tabla 2. Actividad de varias partes de plantas de la REBAMB sobre taquizoitos de *Toxoplasma gondii*

Familia	Género	Actividad antiparasitaria (Dilución positiva 1/—)															
		C		F		FI		FM		HM		HT		R			
		F	S	F	S	F	S	F	S	F	S	F	S	F	S	F	S
Papaveraceae	<i>B. frutescens</i>	160	160			160	160	160				160	160	160	160		
Cecropiaceae	<i>C. obtusifolia</i>					160											
Cecropiaceae	<i>C. peltata</i>				160									160			
Lauraceae	<i>C. chavarriamum</i>					80		80									
Ranunculaceae	<i>C. dioica</i>	160										160	160		80		
Sapindaceae	<i>C. macrophylla</i>							80	80	160							
Meliaceae	<i>G. glabra</i>	160															
Meliaceae	<i>G. rhopalocarpa</i>	80								160							
Meliaceae	<i>G. tonduzii</i>														160		
Malvaceae	<i>H. appendiculata</i>													160			
Asteraceae	<i>M. holwayana</i>				160	160											
Piperaceae	<i>P. aurium</i>				160								80				
Lauraceae	<i>P. quadriporata</i>													160			
Caprifoliaceae	<i>S. candiensis</i>		160										160				
Solanaceae	<i>S. arboreum</i>					160											
Euphorbiaceae	<i>T. euryphyllum</i>				160					160				160			
Araceae	<i>X. undipes</i>				160												

C: corteza F: flor FI: fruto inmaduro FM: fruto maduro HM: hojas maduras
HT: hojas tiernas R: raíz S: extracto seco

	Actividad lítica o aglutinante				
	Ligera		Intensa		Ausente
Especie	1:80	1:160	1:80	1:160	
<i>B. frutescens</i>					C,FI,FM,R,Cs,HTs, Rs
<i>C. dioica</i>					C
<i>G. tonduzii</i>					Rs
<i>P. quadriporata</i>		R			
<i>S. canadiensis</i>					HT
<i>T. euryphyllum</i>					Rs
<i>X. undipes</i>					Fs

C: corteza F: flor FI: fruto inmaduro FM: fruto maduro HM: hojas maduras
HT: hojas tiernas R: raíz S: extracto seco

Discusión

En el tratamiento de la toxoplasmosis se siguen patrones diferentes de acuerdo con la manifestación clínica, así como del tipo y condición del paciente. Pero regularmente las drogas de elección son las sulfas combinadas con la pirimetamina y en el caso de las mujeres embarazadas se emplea básicamente la espiramicina. (Remesar & Danes 2009) Como el uso de las primeras conlleva el peligro de dañar células importantes del ser humano, como son las sanguíneas y las epiteliales que están en constante reproducción (Villena et al. 1998), se ha hecho necesario, para esta parasitosis como para otras, la búsqueda de alternativas de tratamiento con productos naturales obtenidos de plantas y otros organismos (Kayser et al. 2003, Rodríguez & Szajnman 2012, García & Monzote 2014). En el estudio integral que llevamos a cabo en la ReBAMB, a la par de los estudios sobre malaria (Chinchilla et al. 2012), leishmaniasis (Chinchilla et al. 2014) y Enfermedad de Chagas, también hemos incluido la toxoplasmosis. Cuando se realizó el estudio presuntivo se encontraron varias plantas con un aparente potencial de albergue de componentes químicos activos contra el *T. gondii*. Sin embargo en estudios posteriores y especialmente cuando se hizo la determinación de CI_{50} , el número se redujo a 7 plantas que pueden considerarse positivas. Llama la atención que plantas reportadas con actividad contra este parásito, tales como *Psidium guajava* (Lee et al. 2012, 2013), o especies de los géneros *Vernonia* (Benoit-Vical 2014), *Piper* y *Cinnamomum* (Al-Zanbagi 2009, El-Sayed & Safar 2014), no lo fueron igual en nuestro estudio. Dentro de los dos últimos géneros, las especies *P. auritum* y *C. chavarrianum* incluidas en este estudio presentaron actividad en las dos pruebas presuntivas pero al determinar el CI_{50} de los extractos positivos, este fue mayor a 100 $\mu\text{g/ml}$, límite mayor que se acepta para establecer alguna actividad antiparasitaria (Kakar et al. 2013); esto no sorprende porque la presencia de componentes químicos en las plantas puede ser bastante específico, sin descartar los efectos ambientales tales como clima, y composición de suelos, entre otros. La planta *V. patens* presentó alguna actividad promisorio únicamente en la primera prueba presuntiva, mientras que la especie *P. guajava* ni siquiera fue positiva en esta prueba; nuevamente, diferencias ecológicas y ambientales podrían ser la causa. *Sambucus nigra* es una especie de planta que

se ha mencionado con una actividad destructiva sobre taquizoitos de este parásito (Daryani et al. 2015) usando 5, 10, 25 y 50 mg/ml . En la especie de este género estudiada por nosotros, *S. canadensis*, el CI_{50} , parámetro recomendado para estas mediciones de actividad, es de 66.9 $\mu\text{g/ml}$ lo que indica una leve pero promisorio actividad. Sin embargo como las mediciones no son similares, los resultados no pueden compararse. Aunque existen gran cantidad de estudios en que se informa de plantas que presentan componentes con alguna actividad contra *T. gondii*, no encontramos referencia de ninguna especie de los géneros *Bocconia*, *Clematis*, *Guatteria*, *Povedadaphne*, *Tetrorchidium* y *Xanthosoma*, que sí son reportados en este trabajo. Un aspecto interesante es que con excepción del extracto seco de la raíz de *P. quadriporata* que mostró alguna toxicidad, ninguno de las otras plantas presentaron algún efecto tóxico. En la revisión de (Sepulveda-Arias et al. 2014) se informa de algunos géneros de otras plantas de las familias Fabaceae, Ranunculaceae, Apiaceae, Solanaceae y Meliaceae en que se han encontrado componentes químicos activos contra el parásito en cuestión. Sin embargo, aunque nosotros también hemos estudiado algunos géneros de esas familias, solamente en la corteza de *C. dioica* de la familia Ranunculaceae, encontramos alguna actividad anti-*Toxoplasma* importante. Como hemos indicado en otras publicaciones, una ventaja de este estudio es que fue realizado en una Reserva Biológica que las protege del peligro latente de su extinción como lo han indicado varios autores, (Dharani et al. 2010) entre otros. Este estudio pretende colaborar a nivel científico y médico para incrementar el conocimiento en cuanto a algunas fuentes de productos naturales que tengan un efecto antiparasitario, específicamente en este caso, contra *T. gondii*, presentes en la rica biodiversidad costarricense. En nuestros laboratorios se continúa en el proceso de caracterización química de los componentes encontrados en dichas plantas.

Agradecimientos

Este estudio fue realizado gracias al apoyo del Ministerio de Ciencia y Tecnología (MICIT), el Consejo Nacional para Investigaciones Científicas y Tecnológicas (CONICIT) por medio de los proyectos FI-291-90 y FI-490-11, el Departamento de Investigación de la Universidad de Ciencias Médicas (UCIMED) y el Centro Regional de

Occidente, Universidad de Costa Rica. Agradecemos en forma especial al Sr. Víctor Mora por su ayuda en la identificación de las plantas, a Juan Carlos Vanegas por su colaboración en los análisis estadísticos, a Laura Valerio encargada de la logística del proyecto y a los señores José Bolaños, Luis León y Hugo Pérez por su labor asistencial y manejo de animales de laboratorio. También a un grupo de estudiantes de la UCIMED que colaboraron en el proyecto.

Referencias

- Al-Zanbagi NA. In vivo effect of some home spices extracts on the *Toxoplasma gondii* tachyzoites. J Fam Commun Med. 2009; 16: 59-65.
- Arias ML, Chinchilla M, Reyes L, Linder E. Seroepidemiology of Toxoplasmosis in humans: possible transmission meat in Costa Rica. Rev Bio Trop. 1996; 44: 377-381.
- Aubert D, Leroux B, Dupouy D, Talmud M, Chemla C, Trenque T, et al. Pyrimethamine-sulfadoxine treatment of congenital toxoplasmosis: follow-up of 78 cases between 1980 and 1997. Reims Toxoplasmosis Group. Villena II. Scand J Infect Dis. 1998; 30: 295-300.
- Barrantes L T. Flora del sotobosque de la Reserva Biológica Alberto Manuel Brenes, San Ramón, Alajuela, Universidad de Costa Rica: Coordinación de Investigación, Sede de Occidente. (Consultado: 03 Enero 2015 en <http://www.kerwa.ucr.ac.cr/bitstream/handle/10669/8982/>). 2004.
- Chinchilla M, Marin R, Catarinella G. Increase of sulfadiazine effect against *Toxoplasma gondii* by using watermelon or cantaloupe seeds. Rev Biol Trop. 1990; 38: 235-241.
- Chinchilla M, Valerio I, Sánchez R, Mora V, Bagnarello V, Martínez L, et al. Evaluación in vivo de la actividad antimalarica de 25 plantas provenientes de una reserva de Conservación Biológica de Costa Rica. Rev Chil Hist Nat. 2011; 84: 115-123.
- Chinchilla M, Valerio I, Sánchez R, Mora V, Bagnarello V, Martínez L, et al. In vitro antimalarial activity of extracts of some plants from a biological reserve in Costa Rica. Rev Biol Trop 2012; 60: 881-891.
- Chinchilla-Carmona M, Valerio-Campos I, Sánchez R, Bagnarello V, Martínez L, González A, et al. Actividad contra *Leishmania* sp. (Kinetoplastida: Trypanosomatidae) de plantas en una Reserva Biológica de Costa Rica. Rev Biol Trop. 2014; 62:1229-1240.
- Dharani N, Rukunga G, et al.. Common Antimalarial Trees and Shrubs of East Africa: a Description of Species and Guide to Cultivation and Conservation Through Use: The World Agroforestry Centre (ICRAF) (Consultado: 20 Enero 2015) disponible en: http://www.ku.ac.ke/schools/environmental/images/stories/research/anti_malarial_shrubs.pdf) 2010.
- Daryani A, Ali Ebrahimzadeh M, Sharif M, Ahmadpour E, Edalatian S, Esboei BR& Shahabeddin SarvI. Anti-*Toxoplasma* activities of methanolic extract of *Sambucus nigra* (Caprifoliaceae) fruits and leaves Rev Biol Trop. 2015; 63: 7-12.
- Díaz Báez M.C, Bulus Rossine G.D, Pica Granados Y. In G. Castillo-Morales (Ed.) Ensayos toxicológicos y métodos de evaluación de calidad de aguas. México: IMTA. Métodos estadísticos para el análisis de resultados de toxicidad. 2004;99-124.
- El-Sayed NM, & Safar EH. A brief insight on anti-*Toxoplasma gondii* activity of some medicinal plants. Aperito Journal of Bacteriology, Virology and Parasitology 1. DOI: 10.14437/AJBVP-1-107. 2014.
- Frenkel JK & Ruiz A. Toxoplasmosis humana. Acta Med Costarr 16:5-73. Furtado M, Smith JR, Belfort R JR, Gattey D., Winthrop KL. 2011. Toxoplasmosis: A Global Threat. J Glob Infect Dis. 3:281-284. (doi: 10.4103/0974-777X.83536). 1973.
- García M & Monzote L. Marine products with anti-protozoal activity: a review. Curr Clin Pharmacol. 2014; 9:258-70.
- Gomez-Laurito J & Ortiz R. Lista con anotaciones de las angiospermas de los ríos San Lorenzo y San Lorencito, Costa Rica. Lankesteriana. 2004; 4: 113-142.
- Hinze-Selch D. *Toxoplasma gondii* infection and neuropsychiatric disease: current insight. Reports in Parasitol. 2015; 4: 43-51.
- Kakar A.M, Khan A.A, Nabi S, Kakar M.A, Yasinzai & Al-Kahraman M.S.A. In vitro antileishmanial, cytotoxic activity and phytochemical analysis of *Thuspeinanta brahuica* leaves extract and its fractions. Internat J Pharma Bio Sc. 2013; 2:20-528.
- Kayser O, Kiderlen AF, Croft SL. Natural products as antiparasitic drugs. Parasitol. Revist. 2003; 90: S55-62.
- Lee WC, Mahmud R, Noordin R, Piaru SP, Perumal SA, Ismail S. Alkaloids content, cytotoxicity and anti-*Toxoplasma gondii* activity of *Psidium guajava* L. and *Tinospora crispa*. Bangladesh J Pharmacol. 2012; 7: 4.

Lee WC, Mahmud R, Noordin R, Piaru SP, Perumal SA& Ismail S. Free Radicals Scavenging Activity, Cytotoxicity and Anti-parasitic Activity of Essential Oil of *Psidium guajava* L. Leaves against *Toxoplasma gondii*, Journal of Essential Oil Bearing Plants, 16: 32-38, DOI: 10.1080/0972060X.2013.764196. 2013.

Martín-Hernández I, García-Izquierdo SM. Toxoplasmosis: infección oportunista en pacientes con el síndrome de inmunodeficiencia adquirida. Rev Biomed. 2003; 14: 101-111.

Martín-Hernández I. Toxoplasmosis congénita: una mirada al problema. Rev. Biomed. 2004; 15: 181-190.

Remesar-Navarro G, Danes-Carreras I. Tratamiento de la toxoplasmosis durante el embarazo. Treatment of toxoplasmosis during pregnancy. Med Clin(Barc). 2009; 133: 763-765.

Rodriguez JB, Szajnman SH. New antibacterials for the treatment of toxoplasmosis; a patent review. Expert Opin Ther Pat. 2012; 22:311-33.

Sánchez R. Reserva Biológica Alberto Manuel Brenes. Costa rica: Edit. Tomás Saravil San Jose; 2000.

Sepulveda-Arias JC1, Veloza LA, Mantilla-Muriel LE. Anti-*Toxoplasma* activity of natural products: a review. Recent Pat Antiinfect Drug Discov. 2014; 9: 186-94.

Shima PL, Tiuman TS, Morello LG & Maza PK, Ueda-Nakamura T, Dias-Filho BP, Garcia-Cortez DA, Palazzo De Mello JC., Vataru-Nakamura C. Effects of medicinal plant extracts on growth of *Leishmania* (L.) *amazonensis* and *Trypanosoma cruzi*. Braz J Pharm Scis. 2005; 41: 85-94.

Weiss LM, Dubey JP. Toxoplasmosis: A history of clinical observations. Int J Parasitol. 2009; 39: 895-901.

Zapata M, Reyes L, Holst I. Disminución en la prevalencia de anticuerpos contra *Toxoplasma gondii* en adultos del valle central de Costa Rica. Decreased prevalence of *Toxoplasma gondii* antibodies in adults from the central valley of Costa Rica. Parasitol Latinoam.2005; 60: 32 – 37.

Prevalencia de larvas de anisakidae (nematoda: ascaridoidae) en musculatura de merluza chilena, *Merluccius* sp. Comercializada en concepción, chile, en distintos períodos.

Occurrence of anisakidae larvae (nematoda: ascaridoidae) in the chilean hake, *Merluccius* sp. Commercialized in concepción, chile.

MADRID V.¹, RIVERA A.², FERNANDEZ I.¹,

¹ Depto Microbiología.Laboratorio de Parasitología. Facultad de Ciencias Biológicas. Universidad de Concepción. vemadrid@udec.cl

² Facultad de Ciencias Naturales y Oceanográficas. Universidad de Concepción.

Correspondencia:

Verónica Madrid V. Depto Microbiología.Laboratorio de Parasitología.
Facultad de Ciencias Biológicas. Universidad de Concepción.
vemadrid@udec.cl

Summary

Marine fish for human consumption can carry larval forms of parasites that have a mainly marine life cycle. Some of these larval forms may infect humans without the development of parasite adult form, as is the case of the *Anisakidae* family. This infection, called *anisakidosis* is acquired by eating raw, smoked or insufficiently cooked fish, which contain the larvae of these nematodes. Since one decade ago *anisakidosis* appears as an emerging parasitosis in our country. In order to compare the prevalence figures we rely on previous work in our laboratory. The prevalence of infection was determined by *anisakid* larvae in the musculature of specimens of *Merluccius* sp., sold for human consumption in the city of Concepción (Region Biobío, Chile) in 2006 and 2012. An increase was observed in the *prevalences* and mean intensity of infection. The prevalence of these parasites in the hosts examined was significantly higher, representing a potential risk to consumers of ceviche and smoked fish.

Palabras claves: *Anisákidos*, merluza, prevalencia, Región del BíoBío

Introducción

Los peces pueden servir como hospederos para numerosos helmintos dentro de los cuales se encuentran los *Nematodes* de la Familia *Anisakidae*, destacándose los géneros *Anisakis*, *Pseudoterranova* (= *Phocanema* = *Terranova*), *Contracaecum* e *Hysterothylacium* (Smith & Wootten 1978). Acorde a varios autores, el ciclo de vida de los *Anisákidos*, al igual que la mayoría de los *nemátodos*, sigue un desarrollo caracterizado por cuatro mudas y requiere de varios hospederos. Actúan como hospederos definitivos mamíferos marinos (cetáceos y pinípedos) y aves piscívoras, los que albergan los estados adultos en su intestino, liberando los huevos a través de sus heces. En el sedimento marino el huevo madura en semanas o meses, dependiendo de la temperatura del agua, liberando larvas estadio L3, que emergen libres aún envueltas en la cutícula de L2. Así, es ingerida por invertebrados marinos, como eufausiáceos, anfípodos y decápodos, que actúan como hospederos intermediarios y por depredación pueden infectar a otros crustáceos, a diferentes especies de peces y a hospedadores definitivos. Además la depredación entre peces permite que muchos de ellos actúen como hospederos paraténicos (Koe & But, 1995: citado en Apt 2013). El hombre se infecta al consumir pescados infectados con la larva de 3° estadio, actuando como un hospedador accidental y terminal, ya que el

parásito no es capaz de alcanzar la madurez sexual (Apt 2013).

En el hombre la ingestión de estas larvas puede ocasionar diferentes presentaciones clínicas: gástrica, intestinal, extraintestinal y alergias (Apt 2013, Montoso et al. 1997, López-Serrano et al. 2000).

En Chile, esta entidad clínica se considera un problema emergente. Entre 1976 y 1990 se publicaron 3 casos y en los siguientes 15 años la cifra aumentó a 25 casos. Afecta a personas adultas, con distribución estacional otoño y primavera y el factor de riesgo es el consumo de merluza en ceviche o frita (Torres et al. 2007).

En base a estudios moleculares las especies detectadas en las aguas del Pacífico Sur son *Anisakis simplex* C, *Anisakis pegreffii* y *Pseudoterranova cattani* (Mattiucci. & Nascetti 2008). Mayoritariamente los datos de prevalencia e intensidad media de parasitación de órganos como el hígado. Dentro de estos estudios se ha registrado frecuencia de parasitación de 45% por larvas de *Anisakidae* en jureles *T. murphyi*, con una intensidad media de 1,7 larvas por pescado (George-Nascimento et al. 1983). En pescada, *Merluccius gayi*, se reporta 86,6% de infección con larvas de *Anisakis* y 42,5% con *Pseudoterranova* (Carvajal et al. 1979). En merluza de cola, *Macruronus magellanicus*, la prevalencia de parasitación fue del 100% (Riffo & George-Nascimento 1992).

En relación a la prevalencia (P) de infección a nivel de musculatura en pescados chilenos, encontramos información en: congrio dorado *Genypterus blacodes*

P= 20% (Torres et al. 1983), pescada *Merluccius gayi* P=42,3% (Carvajal et al. 1979), congrio negro *Genypterus maculatus* P= 20% (George-Nascimento & Carvajal 1980). Respecto a la información sobre intensidad media de infección (IMI), George-Nascimento et al. (1983), encontraron larvas de *Anisakis* sp con una P= 4,2%; e IMI=1,7, en musculatura de *Trachurus murphyi*.

Torres et al. (2014), en su trabajo informan una P= 14% para *Anisákidos*, con IMI=1,4 para larvas de *Pseudoterranova* sp., IMI=1,1 para larvas *Anisakis* sp. tipo I, en musculatura de *Merluccius australis*.

Son numerosos los estudios que demuestran la existencia de una relación entre tamaño del pescado e intensidad de parasitación (Carvajal et al. 1979), esto se debe principalmente al hecho que la relación existente entre el hospedador intermediario y el parásito posee bajas tasas de mortalidad, por ende, los parásitos tienen una marcada tendencia a la acumulación, preferentemente en la cavidad celómica (Riffo & George-Nascimento 1992, Rello et al. 2009).

Además, se cree que las larvas de *Anisákidos* tienden a migrar hacia la musculatura del hospedador luego de la captura y muerte de éste (Deardorff et al. 1984). Cattán y Carvajal (1984) demostraron que el porcentaje de larvas localizadas en la musculatura es independiente del tiempo transcurrido tras la captura, y del tiempo de exposición a temperaturas de congelación (-9°C), por lo que el proceso de migración parece no estar relacionado con la temperatura, ni con el tamaño o edad de los pescados.

Los altos grados de parasitación encontrados en la merluza y otros pescados de interés comercial, representan pérdidas para la industria pesquera, además del consecuente peligro para la población. La búsqueda de los parásitos en mesas iluminadas antes de su comercialización es una práctica tediosa, no realizada a todos los pescados que serán distribuidos para su consumo interno y mediante este método sólo es posible detectar el 7 a 10% de ellas, independiente del grosor del filete (Levsen et al. 2005)

El objetivo de este trabajo fue comparar la prevalencia de infección por larvas de *Anisákidos* en la musculatura de merluza chilena, *Merluccius* sp., comercializado para consumo humano en la ciudad de Concepción, en diferentes períodos (2006 y 2012).

Materiales y métodos

Se contemplaron 90 ejemplares de merluza, *Merluccius* sp. en el año 2006 y 40 en el año 2012. Los pescados fueron adquiridos en el Mercado Central y diversas pescaderías de la ciudad de Concepción, tal como son ofrecidos, es decir, eviscerados o enteros, y frescos. Las muestras de musculatura fueron separadas en musculatura ventral y dorsal. Se realizaron cortes de la musculatura de menos de 4 mm de grosor, los que se comprimieron entre dos portaobjetos para observarlos con lupa, aumento 16x. Las larvas encontradas fueron colocadas en agua a 60°C por unos segundos, posteriormente fijadas en alcohol 70%, para luego ser lavadas en agua destilada y diafanizadas en Lactofenol de Amman, para permitir la visualización de las estructuras internas. La identificación de género de las larvas se realizó mediante características morfológicas del aparato digestivo, visualizadas mediante microscopía óptica (Smith & Wootton 1978). Los descriptores de prevalencia e intensidad media de infección fueron calculados en base a las recomendaciones de Bush et al. (1997).

Resultados

Las características biométricas se resumen en Tabla 1. Los datos de prevalencia e intensidad media de infección se muestran en Tabla 2.

Las larvas fueron halladas libres dentro de la musculatura del pescado, generalmente vivas, en movimiento y en ambos muestreos la presencia fué mayoritariamente en musculatura hipoaxial (Tabla 2).

Año	N° ejemplares	Longitud Promedio (cm±DS) (Rango)	Peso Promedio (g±DS) (Rango)
2006	90	38,2±7,04 (27,5-49)	513,6±233,3 (202-1242)
2012	40	41,5±2,32 (38-43)	691,3±159,3 (500-1000)

Tabla 1. Características biométricas de ejemplares de *Merluccius* sp. comercializados en Concepción 2006 y 2012.

Parámetro	2006	2012
N° ejemplares examinados	90	40
N° ejemplares parasitados	29	29
Prevalencia (%)	32,20	72,5
N° total de larvas	46	91
Intensidad media de Infección	1,58	3,13
N° de larvas en musculatura epiaxial (Me)	17	28
Intensidad media de Infección (Me)	0,58	0,96
N° de larvas en musculatura hipoaxial (Mh)	29	63
Intensidad media de Infección (Mh)	1,0	2,17

Tabla 2. Prevalencia e Intensidad Media de infección en musculatura de *Merluccius* so. comercializados en Concepción, 2006 y 2012.

Para la muestra 2006, se observó una correlación lineal entre el tamaño del pescado y la intensidad de parasitación ($r = 0,33$, $t_{29}=1.88$, $p < 0.05$), (Gráfico 1). En las muestras 2012, las tallas fueron muy homogéneas, sin embargo, al agruparlas se observa que 11% de las larvas fueron pesquiasadas en ejemplares con talla igual o menor a 39 cm y 87,9% en tallas iguales ó superiores a 40 cm. El rango de longitud de las larvas de Anisakidae aisladas fue de 1.3 a 3.8 cm.

Discusión

Al comparar las cifras de prevalencia y de intensidad de parasitación por larvas de *Anisakidae* en la musculatura de *Merluccius* sp, encontramos una tendencia significativa al alza. Múltiples factores intervendrían en esta situación, por ejemplo:, el cambio de temperatura de las aguas que favorece la eclosión más rápida de los huevos y la alimentación de la merluza que es relativamente estable a lo largo de la vida y que incluye varias especies que actúan como hospederos intermediarios y paraténicos en este ciclo (Cubillos et al. 2007). Además, la merluza está dentro de las especies demersales que tienen un rol importante como hospederos intermediarios en el ciclo del complejo *Anisakis*, al ser presa de mamíferos marinos (Mattiucci & Nascetti 2008). Por otra parte, la evisceración inmediata después de la pesca, con devolución de las vísceras al mar, podría ser un factor de reinfección para los hospederos.

Se observa una correlación lineal entre el tamaño del pez y la intensidad de parasitación, lo que podría deberse al hecho de que los parásitos se van acumulando en la medida que el pez se alimenta de presas parasitadas (George-Nascimento & Arancibia 1992). La relación encontrada es baja (0,1086), pero se debe considerar que los *Anisákidos* son parásitos de vísceras, y es relativamente bajo el porcentaje de estos que migran hacia la musculatura del pescado luego de su captura (Deardorff et al. 1984, Cattán & Carvajal 1984). Por tanto, es interesante observar que la probabilidad de encontrar una larva de *Anisákido* en la musculatura aumenta en forma directamente proporcional al aumento de talla del hospedero.

Las intensidades medias de infección por *Anisákidos* en el tejido muscular de peces marinos según algunos trabajos precedentes en peces chilenos (George- Nascimento et al. 1983, Torres et al. 2000, 2007) sugieren variaciones considerables y los valores registrados para la Merluza chilena (*Merluccius* sp) en el presente trabajo, se encuentran entre las cifras registradas por dichos autores.

Tanto la prevalencia como la intensidad de infección por larvas de Anisakidae en la musculatura de *Merluccius* sp mostró tendencia al alza en un período de seis años. Pensamos que más importante que las cifras encontradas, es el hecho de que existe un riesgo latente para la población. Se observó una correlación lineal entre el tamaño del pescado y la intensidad de parasitación. Sería necesario entonces extremar las recomendaciones ya sea de cocción ó congelación (-)24°C, antes de las preparaciones culinarias. La musculatura hipoaxial es de mayor riesgo, este hecho también debería darse a conocer. Así como hay recomendaciones para distintas formas de preparar los diferentes cortes de las otras carnes, debería haber recomendaciones de preparación según especies de pescados y cortes de la musculatura. Los hábitos alimenticios de la población han cambiado, aumentando la preferencia por pescados y mariscos. El consumo de estos productos crudos o insuficientemente cocidos gana cada día más adeptos, por ello es necesario disponer de información para educar a la población.

Referencias

- Apt, W. Parasitología Humana. Mc Graw Hill, 2013
- Bush, A., Lafferty, K., Lotz, J., & Shostak A. Parasitology meets ecology on its own terms: Margolish et al. Revisited. *J. Parasitol.* 1997; 83(4):575-583
- Carvajal, J., Cattán, P., Castillo, C. & Schatte, P. Larval *anisakids* and other helminths in the hake, *Merluccius gayi* (Guichenot) from Chile. *Journal of Fish Biology.* 1979; 15:671- 677.
- Cattán, P., & Carvajal, J. A study of the migration of larval *Anisakis simplex* (Nematoda: Asceridida) in the Chilean hake, *Merluccius gayi* (Guichenot). *Journal of Fish Biology.* 1984; 24:649-654.
- Cubillos, L., Alarcón C., & Arancibia H. Selectividad por tamaño de las presas en merluza común (*Merluccius gayi*), zona centro-sur de Chile (1992-1997). *Investigaciones Marinas.* 2007; 35(1):55-69
- Deardorff, T., Raybourne, R., & Desowitz, R. Behavior and Viability of Third-Stage larvae of *Terranova* sp (Type HA) and *Anisakis simplex* (Type I) under coolant conditions. *Journal of Food Protection.* 1984; 47:49-52.
- George-Nascimento, M., & Carvajal, J.. Nuevos registros de nemátodos Anisákidos en la fauna marina chilena. *Boletín Chileno de Parasitología.* 1980; 35:15-18.
- George-Nascimento, M., Carvajal, J. & Alcaíno, H.. Occurrence of *Anisakis* sp. Larvae in the Chilean Jack Mackerel, *Trachurus murphyi* (Nichols, 1920). *Revista Chilena de Historia Natural.* 1983; 56:31-37.
- Levsen, A., Lunestad BT., Berland B. Low detection efficiency of candling as a commonly recommended inspection method for nematode larvae in the flesh of pelagic fish. *J Food Prot.* 2005;68(4):828-32.
- George-Nascimento, M., & Farias, H. Stocks ecológicos del jurel (*Trachurus symmetricus murphyi* Nichols) en tres zonas de pesca frente a Chile, detectados mediante comparación de su fauna parasitaria y morfometría. *Revista Chilena de Historia Natural.* 1992; 65:453-470
- López-Serrano, M., Alonso-Gómez, A., Moreno-Ancillo, A., & Suárez de Parga, J. Anisakiasis gastro-alérgica: Hipersensibilidad inmediata debida a parasitación por *Anisakis simplex*. *Alergol Inmunology Clinic.* 2000; 15:230-236.
- Mattiucci, S., Nascetti, G. Advances and trends in the molecular systematics of anisakid nematodes, with implications for their evolutionary ecology and hostparasite co-evolutionary processes. *Advances in Parasitology.* 2008;66, 47-148.
- Montoso, A., Pretejer, M., Chivato, T., Laguna, R. & Cuellar, C. Recidivous acute urticaria caused by *Anisakis simplex*. *Allergy.* 1997; 52:985-991.
- Riffo, R. & George-Nascimento, M. Variaciones de la abundancia de larvas de *Anisakis* sp. e *Hysterothylacium* sp. (Nematodo: Anisakidae) en la merluza de cola *Macruronus magellanicus* Lonnberg 1862: La importancia del sexo, tamaño corporal y dieta del hospedador. *Estudios Oceanológicos.* 1992; 11:79-84.
- Smith, J., & Wootten, R. *Anisakis* and Anisakiasis. *Advances in Parasitology.* 1978; 16:93-163.
- Torres, P., Hernandez E. & Sandoval, I. Anisakiasis and Phocanemiasis in marine fishes from the south of Chile. *International Journal of Zoonotic.* 1983; 10:146-150.
- Torres, P., Moya, R. & Lamilla, J. Nemátodos Anisákidos de interés en salud pública en peces comercializados en Valdivia, Chile. *Archivos de Medicina Veterinaria.* 2000; 31:107-113.
- Torres, P., Jercic, M., Weitz J., Dobrew E., Mercado, R. Human Pseudoterranova, an emerging infection in Chile. 2007; 93:440-443
- Torres, P., Puga, S., Castillo, L., Lamilla, J., Miranda JC. Helmintos, myxozoos y microsporidios en músculos de peces comercializados frescos y su importancia como riesgo potencial para la salud humana en la ciudad de Valdivia, Chile. *Arch Med Vet.* 2014;46:83-92

Presencia de strongilidos en capibaras (*Hydrochoerus hydrochaeris*) y artiodáctilos alojados en un mismo exhibidor zoológico.

Presence of strongyles in capybaras (*Hydrochoerus hydrochaeris*) and hoofed housed in the same exhibitor

J. LEAL¹, J. A. FIGUEROA², L. CARRILLO³, R. LÓPEZ³

- ¹ Residencia en Plan Integral de Especialización en Medicina y Cirugía Veterinarias: Fauna Silvestre, en Hospital Veterinario de Especialidades en Fauna Silvestre y Etología Clínica FMVZ-UNAM, Distrito Federal, México.
- ² Departamento de Parasitología de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Autónoma. Distrito Federal, México.
- ³ Zoológico Zoofari, Morelos, México.

Summary

Trichostrongylus axei is a parasite that it widely distributed in domestic and wild ungulates and rodents worldwide, as well as capybara (*Hydrochoerus hydrochaeris*) in Argentina and Brazil. In this research strongyles were found in the feces of capybaras and ungulates housed in Zoofari Zoo. McMaster, larviculture and Baerman tests were performed. We analyzed 54 samples from different species like capybara (*Hydrochaeris hydrochaeris*), blackbuck (*Antilope cervicapra*), mouflon (*Ovis musimon*), sika deer (*Cervus nippon*) and scimitar oryx (*Oryx dammah*). We obtained positive samples of strongyles in capybaras (n=1/15), blackbucks (n=8/15), mouflon (n=5/15) and scimitar oryx (n=2/4). Larviculture was only performed in, blackbuck and scimitar oryx due to their higher parasite loads. In these species we identified *Trichostrongylus axei* and *columbiformes*. The low presence of strongyles egg in capybaras may be due to several factors such as the season, only 1 sample collection, collection method. In future studies, sampling should be performed in spring or summer for the purpose of finding higher parasite burdens, so larviculture can be performed. More samples can also be taken to better evaluate the prevalence of the parasites.

Introducción

La parasitosis por el nemátodo *Trichostrongylus axei* se encuentra ampliamente distribuida en artiodáctilos domésticos, equinos y roedores. Este nematodo se encuentra desde el abomaso a la primera porción del intestino delgado (Anderson 2000, Hoberg et al. 2001), tiene un ciclo directo y su transmisión es por ingestión de pasto contaminado con larva de tercer estadio (L3). Este parásito rara vez es un patógeno primario, generalmente es un componente en las gastroenteritis parasitarias (Urquhart et al. 1996); en capibaras no se ha reportado ser patógeno la presencia de este parásito.

La presencia de estos parásitos en animales alojados en instituciones zoológicas es comúnmente de alta morbilidad y baja mortalidad. Esta alta morbilidad se debe a grandes densidades de animales, poca accesibilidad de limpieza del exhibidor; la mortalidad puede verse afectada por factores de estrés (inmunodepresión) principalmente (Samuel et al. 2008, Fagiolini et al. 2010, Darabug et al. 2014).

En capibaras (*Hydrochoeris hydrochaeris*) de vida libre ha sido reportada la presencia de *Trichostrongylus axei* en el suroeste de Brazil (Costa & Catto 1994) y de la superfamilia Trichostrongyloidea en Argentina (Corriale et al. 2011), pero en colecciones zoológicas nunca ha sido reportado la

presencia de este parásito. En rumiantes exóticos se ha reportado *Trichostrongylus* spp (Samuel et al. 2008), siendo la infección causada por este parásito patógena en animales inmunocomprometidos o con cargas parasitarias altas.

El enfoque de esta investigación es la identificación de nematodos strongilidos en capibaras y artiodáctilos que comparten el mismo exhibidor.

Material y métodos

Lugar de estudio

El estudio fue realizado en el Zoológico Zoofari ubicado en 18°36'54.9" N 99°26'25.6" O. El cual cuenta con un área multiespecies de aproximadamente 250 ejemplares, en el cual habitan venados sika (*Cervus nippon*), borregos muflón (*Ovis musimon*), antílopes negro (*Antilope cervicapra*), oryx cimitarra (*Oryx dammah*), antílopes acuático (*Kobus ellipsirymnus*), venados gamo (*Dama dama*), capibaras (*Hydrochoerus hydrochaeris*), jirafas (*Giraffa camelopardalis*), dromedarios (*Camelus dromedarius*), gallinas de guinea (*Numida meleagris*), cisnes (*Cygnus atratus*, *Cygnus*), gansos egipcios (*Alopochen aegyptiacus*), ñandús (*Rhea americana*), hipopótamos (*Hippopotamus amphibius*), monos arañas (*Ateles geoffroyi*), monos capuchinos (*Cebus*

capucinus), lémures (*Lemur catta*), chimpancés (*Pan troglodytes*), tortugas semiacuáticas (*Trachemys spp*), tilapias (*Oreochromis spp*) y un elefante (*Elephas maximus*). Además, como fauna silvestre nativa en este exhibidor existen roedores como ardillas (*Sciurus spp*), ratas (*Rattus spp*) y ratones (*Mus musculus*). Además hay chachalacas (*Ortalis spp*), chanates (*Quiscalus mexicanus*), zarigüeyas (*Didelphis virginianus*), zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*) y mapaches (*Procyon lotor*).

El área de exhibición consta de un pastizal y un cuerpo de agua artificial al cual se encuentran las islas de los primates anteriormente mencionados (excepto chimpancés) y algunas especies tienen acceso a él (capibaras, venado sika, antílope acuático, venado gamo, antílope negro, borrego muflón, oryx cimitarra, gansos). La extensión aproximada del exhibidor es 4 hectáreas, esta presenta pasto silvestre en toda su extensión, y diversos árboles, el cuerpo de agua tiene 100 x 20 metros aproximadamente.

El clima de la zona es templado húmedo, con una precipitación pluvial promedio de 400 mm anual y una humedad relativa del 30-70%, con una temperatura mínima de 10° C y máxima de 40° C. La recolección de las muestras se llevó a cabo en Enero 2015 (temporada de invierno) con temperaturas promedio de 15° C, una precipitación pluvial de 0.5mm y una humedad relativa del 30%, se considera época seca, sin embargo, puede haber lluvias ocasionales.

Sujetos de estudio

Los animales incluidos en el estudio fueron: capibara (*Hydrochaeris hydrochaeris*), antílope negro (*Antelope cervicapra*), borrego muflón (*Ovis musimon*), venado sika (*Cervus nippon*) y oryx cimitarra (*Oryx dammah*). De diferentes edades y ambos sexos. Éstos viven en las mismas condiciones ambientales (temperatura, humedad, acceso a diferentes partes del exhibidor) y reciben la misma dieta que consta de alimento concentrado, el cual es proporcionado dos veces al día al igual que alfalfa achicalada, esto se coloca en 5 comederos distribuidos en el exhibidor.

Muestreo

Se recolectaron muestras al azar de heces frescas de las especies ya mencionadas directamente del pasto del exhibidor (Enero 2015). Las heces fueron almacenadas en una bolsa de plástico

identificada con el nombre de la especie, el número de la muestra (ej. Capibara #1). Las muestras fueron mantenidas en refrigeración a aproximadamente a 5° C y posteriormente llevadas al Departamento de Parasitología de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Autónoma (FMVZ-UNAM) para su análisis.

En aquellas especies con menos de 5 ejemplares se recolectaron muestras de todos los ejemplares (venado sika), de las representadas por 5 a 10 ejemplares se recolectaron 4 muestras de 4 animales (oryx cimitarra), de las que hay más de 30 ejemplares en el exhibidor, se recolectaron muestras de 15 animales (capibaras, borrego muflón y antílope negro). Las muestras totales recolectadas por especie fueron de: capibara (15), antílope negro (15), borrego muflón (15), venado sika (5) y oryx cimitarra (4). En total, en los tres días de muestreos se colectaron un total de 54 muestras.

Pruebas coproparasitológicas realizadas

Todas las muestras se analizaron mediante la técnica de McMaster para cuantificar la eliminación de huevos en las heces. De cada grupo se realizó un cultivo larvario y se identificaron las larvas de tercer estadio (Besné et al. 2006).

Análisis de la información

Por grupo, se obtuvo la frecuencia de animales positivos a nematodos, así como el promedio de eliminación de huevos tipo strongilidos.

Resultados

Durante el muestreo se obtuvieron un total de 54 muestras de heces.

McMaster

Al realizar la prueba de McMaster en las 54 muestras de heces colectadas se observó que las 4 de las 5 especies en las que se realizó el estudio fueron positivas a la presencia de huevos de strongilidos.

El promedio de huevos por 1 g de heces en capibaras fue de 50 huevos/1 gr de heces, en antílope negro fue de 112.5 huevos/ 1 gr de heces, en borrego muflón 87.5 huevos/1 gr de heces, y en oryx cimitarra 150 huevos/ 1 gr de heces. En porcentajes la muestras positivas de capibara fue del 6.6% (n=1/15), en antílope negro 53.3% (n=8/15), en borrego muflón 33.3% (n=5/15) y en oryx cimitarra 50% (n=2/4) (Tabla 1).

Tabla 1. Número de muestras positivas a huevos de strongilidos y cantidad de huevos de strongilidos por 1 gramos de heces en las 5 especies incluidas de huevos de strongilidos por 1 gramos de heces en las 5 especies incluidas en el estudio.

Grupo animales	Número de muestras analizadas	Número de muestras positivas a strongilidos	Número de huevos en 1 gr de heces	Desviación estándar
Capibara	15	1	50	-
Antílope negro	15	4	50	102.12
	15	3	100	
	15	1	400	
Muflón	15	3	50	37.16
	15	2	100	
Oryx cimitarra	4	1	200	-
	4	1	400	-

Cultivo larvario por la técnica de Baerman

Se cultivaron muestras de antílope negro, borrego muflón y oryx cimitarra. Se obtuvieron como resultado en el muflón 1 larva positiva a *Trichostrongylus axei* en oryx cimitarra 2 larvas positivas a *Trichostrongylus axei*. En el antílope negro se identificaron 37 larvas positivas a *Trichostrongylus spp* (n=37/100), el 86.48% de las muestras positivas se identificaron como *Trichostrongylus axei* (n=32/37) y 13.51% (n=5/37) de *Trichostrongylus columbiformes*.

Discusión

En este trabajo se determinó que si existe la presencia de strongilidos en los capibaras y en diversas especies de los artiodáctilos con los que comparten el exhibidor del zoológico, sin embargo, no fue posible realizar el cultivo larvario necesario para poder identificar que los strongilidos encontrados en las heces de los capibaras fueran de la especie *Trichostrongylus axei*, que si fue identificados en los artiodáctilos.

La presencia de strongilidos en capibaras ha sido documentada en ejemplares de vida libre (Costa & Cotta 1994, Corriale et al. 2011), no existe ningún estudio en el cual se haya encontrado positivos a la presencia de estos parásitos en ejemplares mantenidos en cautiverio, por lo que este estudio si encontró la presencia de strongilidos.

El único trabajo previo que reporta presencia de estos parásitos a partir de muestras de heces en capibaras silvestres es el de (Corriale et al. 2011), en el cual obtuvo 200 muestras de heces y encontró una prevalencia del 70% de parasitosis en donde incluye la presencia de *Trichostrongylus axei*,

Existen 3 estudios más en los cuales se evaluó la presencia de estos parásitos en capibaras silvestres; pero no a partir de muestras de heces, si no a partir de necropsias en las que se realizó la observación directa del sistema digestivo. Solo en uno de los estudios (Costa & Cotta 1994) se reportaron animales positivas, con una prevaencia del 60.9% (n=14/23) de *Trichostrongylus axei*. En el estudio de Salas & Herrera (2004) se realizaron 40 necropsias y no encontraron la presencia de este parásito, sin embargo, en este último estudio no examinó el

estómago en donde principalmente se encuentra el parásito; en el primer estudio no especifican en qué porción del sistema digestivo se encuentra. En otro estudio realizado por (Sinkoc et al. 2009) tampoco encontraron la presencia de *Trichostrongylus* en las necropsias de los capibaras, pero no especifican si analizaron todo el sistema digestivo, lo cual podría ser una de las razones por las cuales no encontraron la presencia de este parásito.

Estos estudios analizan que estos ejemplares se encontraban consumiendo del pasto donde se alojaban bóvidos doméstico. Este es un punto muy importante para la presencia de este parásito en capibaras, ya que en los estudios realizados, estos ejemplares tuvieron el contacto con rumiantes domésticos, pero no se establece la carga parasitaria de ellos. Se sabe que por el ciclo del parásito y el modo de transmisión (Hoberg et al. 2001, Quiroz et al. 2011) estos ejemplares podrían ser la fuente de transmisión hacia los capibaras.

No existen reportes de que la presencia de *Trichostrongylus axei* sea patógeno para los capibaras como lo puede ser en rumiantes domésticos, sin embargo este parásito rara vez un patógeno primario, generalmente es un componente para gastroenteritis. Sin embargo en regiones subtropicales podrían llegar a ser los causantes de la gastroenteritis (Urquhart, et al. 1996).

En este estudio también se identificó la presencia de *Trichostrongylus sp* en algunos de los artiodáctilos con los que los capibaras comparten albergue, como antilope negro, borrego muflón, oryx cimitarra y venado sika. Estos parásitos también han sido documentados previamente en artiodáctilos silvestres como Oryx arábigo (*Oryx leucoryx*), Oryx cimitarra (*Oryx dammah*), Ibice (*Capra Ibex*) (Goossen et al. 2006), Wapiti (*Cervus elaphs*) (Young et al. 2000), Berrendo (*Antilocapra americana*), Bisonte (*Bison bison*), Cabra de la montaña (*Oreamnos americanus*), Borrego cimarrón (*Ovis canadensis*), Venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) (Hoberg, et al. 2001), Gamo común (Dama dama), Antilope cuello negro (*Antilope cervicapra*) (Fagiolini, Lia, Laricchiuta, Cavicchio, Mannella, Cafarchia, Otranto, Finotello & Perrucci, 2010), Corzo (*Capreolus capreolus*), Caribú (*Rangifer tarandus*), Cabra de Camerú (*Capra aegagrus hircus*), Yak (*Bos mutus grunniens*), Watusi (*Bos primigenius Taurus*) (Darabug et al. 2014)

El haber encontrado la presencia de este parásito nos indica que al estar en un contacto constante con

ejemplares que tiene esta infestación parasitaria, podrían estar presentando este parasitismo sin presentar el cuadro clínico.

La escasa presencia de huevos de estrongilidos encontradas en las muestras de heces puede deberse a la época en la que se realizó la recolección de las muestras. En *Trichostrongylus sp* se ha observado que realizan hipobiosis (Urquhart et al. 1996, Barriga 2002) durante la temporada de invierno que son las épocas de difícil sobrevivencia del parásito, después del tiempo de sequía aumenta la presencia de estos parásitos, por lo que sería necesario la realización un segundo muestreo en temporada antes de lluvia y después de lluvias para evaluar si continua la misma prevalencia de parásitos en capibaras. Sin embargo, no se descarta la posibilidad de que esa presencia se deba al método de recolección de la muestra ya que fue recolectada directamente del suelo, teniendo el cuidado de no obtener material del suelo (tierra y/o pasto), ya que con los artiodáctilos que conviven estos ejemplares tienen una mayor carga parasitaria de estrongilidos

En resumen, en este trabajo se determinó la presencia de estrongilidos en los capibaras y en diversas especies de los artiodáctilos con los que comparten el exhibidor del zoológico; sin embargo no fue posible realizar el cultivo larvario necesario para poder identificar que los estrongilidos encontrados en las heces de los capibaras fueron de la especie *Trichostrongylus axei*, que si fue identificada en los artiodáctilos. Con base a lo anterior no es posible establecer si los capibaras y los artiodáctilos comparten las mismas especies de estrongilidos o si esto se ve favorecido por su mantenimiento en el mismo albergue. Podría existir variabilidad estacional por lo que sería de utilidad considerar otras épocas del año, en futuros estudios.

Referencias

- Anderson R. Nematode Parasites of Vertebrates: Their development and transmission. EEUU: 2nd edition. Cabi Publishing; 2000.
- Barriga O. Las enfermedades parasitarias de los animales domésticos en América Latina. Chile: Editorial Germinal; 2002.
- Besné A, Figueroa J, Quiroz H, Ramírez A, Ramos E. Manual de Prácticas de laboratorio de Parasitología. México: D.F.: FMVZ. UNAM; 2006.
- Corriale M, Milano M, Gómez M, Herrera E. Prevalence of gastrointestinal parasites in a natural population of capibara, *Hydrochoerus hydrochaeris*, in Esteros del Iberá (Argentina). Rev Ibero-Latinoam Parasitol. 2011; 70(2):189-196.
- Costa C, Catto B. Helminth parasites of capibara (*Hydrochaeris hydrochaeris*) on subregión of Nhecolandia, Pantanal, Mato Grosso do Sul. Rev Bras Biol. 1994; 54(1):39-48.
- Darabug G, Afrenie M, Hotea I, Imre M, Morariu S. Endoparasites in mammals from seven zoological gardens in romania. J Zoo Wildl Med. 2014; 45(2):239-246.
- Fagiolini M, Lia R, Laricchiutia P, Cavicchio P, Mannella R, Cafarchia C, et al. Gastrointestinal parasites in mammals of two italian zoological gardens. J Zoo Wildl Med. 2010; 41(4):662-670.
- Goossens E, Vercruysse J, Vercammen F, Dorny P. Evaluation of three strategic parasite control programs in captive wild ruminants. J Zoo Wildl Med. 2006; 37(1):20-26.
- Hoberg E, Kocan A, Rickard L. Chapter 8: Gastrointestinal strongyles in wild ruminants. In: Samuel WM, Pybus MJ, Kocan AA. Parasitic Diseases of Wild Mammals. Iowa: 2nd Edition. Wiley-Blackwell; 2008.
- Quiroz H, Figueroa J, Ibarra F, López M. Epidemiología de enfermedades parasitarias en animales domésticos. Version Digital. 2011.
- Salas V, Herrera E. Intestinal helminths of Capybaras, *Hydrochoerus hydrochaeris*, from Venezuela. Mem Inst Oswaldo Cruz. 2004; 99(6):563-566.
- Samuel W, Pybus M, Kocan A. Parasitic Diseases of Wild Mammals. Iowa: 2nd Edition. Wiley-Blackwell; 2008.
- Sinkoc A, Werner J, Muller G. Gastrointestinal helminths of capibara (*Hydrochoerus hydrochaeris*, Linnaeus, 1766) in Cattle breeding farm in the area of the ecological reserve of Taim, Rio Grande. Braz Arch Biol Tech. 2009; 52(2):327-333.
- Urquhart G, Armour J, Duncan J, Dunn A, Jennings F. Veterinary Parasitology. 2nd edition. Blackwell; 1996.
- Young K, Jensen J, Craig T. Evaluation of anthelmintic activity in captive wild ruminants by fecal egg reduction test and a larval development assay. J Zoo Wildl Med. 2000; 31(3):348-352.

Parasitología médica y/o veterinaria: investigación original

***Rhopalias coronatus* (Rudolphi, 1819) Stiles and Hassall, 1898 en *Didelphis albiventris* del estado de Santa Catarina, sur del Brazil.**

***Rhopalias coronatus* (Rudolphi, 1819) Stiles and Hassall, 1898 in *Didelphis albiventris* from Santa Catarina, Brazil.**

ROSILÉIA MARINHO DE QUADROS ^{1*}, GERTRUD MULLER; ANDERSON BARBOSA DE MOURA ², RUAN BRUNO RODRÍGUEZ ³, KELLY HAAS MARTINS ³, DANIEL ANGELO FILIPPI ³, MARÍA HELENA MAZZONI BALDIN ⁴

- ¹ Laboratório de Parasitologia Y Zoologia – Universidade do Planalto Catarinense (UNIPLAC), Lages, Santa Catarina, Brazil;
- ² Laboratório de Parasitos de Animales Silvestres – Instituto de Biología de La Universidade Federal de Pelotas, Rio Grande do Sul, Brazil;
- ³ Estudiantes de Medicina Veterinária - Centro de Ciências Agroveterinárias de la Universidade do Estado de Santa Catarina (CAV-UDESC), Lages, Santa Catarina, Brazil;
- ⁴ Estudante de Pós-Grado en Ciencias Veterinárias - Centro de Ciências Agroveterinárias de la Universidade do Estado de Santa Catarina (CAV-UDESC), Lages, Santa Catarina, Brazil.

*Investigador responsable: rosileia18@hotmail.com

Correspondencia: Inés Zulantay Alfaro
izulanta@med.uchile.cl

Laboratorio Parasitología Básico Clínico. Programa Biología Molecular y Celular,
Facultad de Medicina, Universidad de Chile,
Independencia 1027, Casilla 9183 Santiago 1, Santiago, Chile.

Summary

Abstract

Marsupials are important mammals in the South American fauna; in Brazil they occupy several different biomes, having been found even in urban areas due to their omnivorous eating habits. The presence of trematoda in wild animals is very scarcely registered, increasing the importance of its documentation, for most of them still have unknown biology and transmission routes. This study had as its objective documenting the presence of *Rhopalias coronatus* in *Didelphis albiventris* in the state of Santa Catarina, South of Brazil.

Key words: Marsupial – White-eared opossum - Trematode - Parasite.

Resumen

Los marsupiales son importantes mamíferos de la fauna de sudamerica, en Brazil ocupan diversos biomas del ecosistema, siendo encontrado hasta en áreas urbanas debido su hábito alimentario omnívoro. La presencia de trematodos en animales salvajes tiene un registro muy escaso y por eso la importancia documental, una vez que muchos de ellos no si conocen su biología y su ruta de transmisión a los hospedadores. El trabajo tuvo por objetivo documentar la presencia de *Rhopalias coronatus* en *Didelphis albiventris* en el estado de Santa Catarina, sur de Brazil.

Palabras claves: Marsupial - Comadreja overa - Trematodo - Parásito.

Introducción

La distribución de los marsupiales sólo se produce en los continentes australiano y americano (Redford & Eisenberg 1992). Son un importante componente de la fauna de mamíferos de América del Sur. La adaptación a los diferentes hábitats les permitio ocupar distintos biomas en Brazil como Caatinga, Cerrado, Pantanal, Campos del sur y la Selva Amazónica, soportando hábitats hasta antrópico, donde tiene si aproximado de las áreas urbanas y apresentando hábitos sinantrópicos (Reis et al. 2009).

La familia Didelphidae es de la Orden Didelphimorphia y comprende la mayor parte de las especies de marsupiales que viven en las Américas. *Didelphis albiventris* (White-eared Opossum) conocida por comadreja overa o pica es uno de los mayores didelfídeos de Brasil, tiene el hábito solitario y en general se alimentan de plantas, invertebrados, huevos y pequeños vertebrados (Oliveira et al. 2010). Teniendo una dieta diversificada ejercen funciones importantes en el ecosistema como controlar poblaciones de vertebrados y invertebrados, y también dispersando semillas (Silva et al. 2014). Con

esta alimentación generalista son frecuentemente hallados en los peridomicilios y domicilios en la zona rural y urbana (Almeida et al. 2008).

El género *Rhopalias* pertenece a familia Rhopaliasidae. Este parásito tiene un cuerpo alargado y adelgazado posteriormente, puede ser expandido en la zona acetabular o pré-acetabular, la cutícula es espinosa, en las regiones laterales a la ventosa oral, faringe y esófago hay una proboscis retráctil con espinas. Tiene una ventosa anterior (oral) con localización en la región subterminal y una ventosa posterior (acetábulo) mayor que la ventosa oral y ubicada en la extremidad anterior del cuerpo (Travassos et al. 1969).

Los registros sobre tremátodos en animales salvajes son escasos sobre todo en el estado de Santa Catarina, sur del Brazil. El presente trabajo es el primer registro de *Rhopalias coronatus* en *Didelphis albiventris* para la región.

Material y métodos

Una hembra de *D. albiventris* (Figura 1), fue encontrada en febrero 2015 después de ser atropellada en una calle de los límites de la ciudad

de Lages, Santa Catarina, sur del Brazil. El animal fue trasladado per la Policía Ambiental de la ciudad de Lages el Hospital Clínico Veterinario de la Universidad del Estado de Santa Catarina (UDESC).

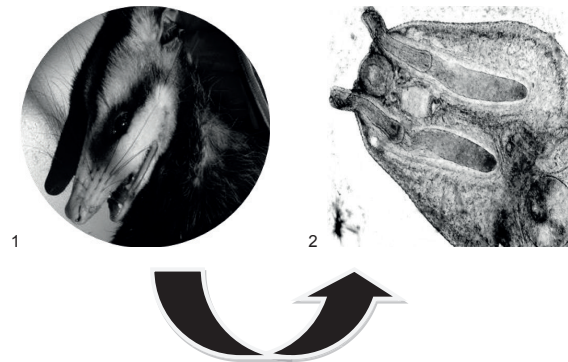


Figura 1. *Didelphis albiventris* (comadreja overa o comadreja picaa).

Figura 2. *Rhopalias coronatus* (extremidad anterior). Vis 40X.

El animal mostró apatía y dificultad para respirar y después de tres días de tratamiento con antiinflamatorio no esterooidal y analgésico el animal murió. La autopsia se realizó sólo para el registro de los parásitos gastrointestinales.

Se encontraron 12 especímenes de Trematodos en el intestino delgado, que después fueron fijados en etanol 70% y teñidos con hematoxilina de Delafield, montados en portaobjetos con bálsamo de Canadá según la descripción de Amato et al. (1991). Una vez preparados, la descripción se realizó empleando microscopia de luz con el aumento de 40X. Las estructuras anatómicas del parásito fueron observadas y comparadas con clave taxonómica según Haverkost & Gardner (2008). El análisis se hizo en el Laboratorio de Parasitología de Animales Silvestres de la Universidad Federal de Pelotas, Rio Grande do Sul, Brazil.

Resultados

Los tremátodos presentan cuerpo elongado foliáceo y plano midiendo cerca de 4,5 mm de largo y 0,89 mm de ancho. La extremidad anterior (cefálica) con presencia de espinas y probóscis (trompas) retráctiles con ocho espinas visibles. Acetábulo con

tamaño de 0,49 mm de largo y 0,37 mm de anchura. La porción posterior es mas delgada en comparación con la anterior.

Las características permitieron El diagnóstico de la especie *Rhopalias coronatus* (Figura 2) identificada por las descripciones de Haverkost & Gardner (2008).

Discusión

Las especies del género *Rhopalias* son tremátodos de la familia Rhopaliasidae que colonizan en el intestino delgado, siendo reconocidas seis especies válidas para el género: *R. coronatus*, *R. horridus*, *R. baculifer*, *R. caucensis*, *R. caballeroi* y *R. macracanthus*. La descripción de estas especies está basada en la presencia y el número de espinas en sus proboscis retráctiles (Haverkost & Gardner 2008).

Rhopalias coronatus tiene como característica principal una proboscis dentro de una bolsa grande que se extiende hasta al nivel de la bifurcación intestinal o acetábulo con espinas dispuestas en cola, mientras que en las otras especies como *R. baculifer*, *R. macracanthus* y *R. horridus* la bolsa es mas pequeña y no se alarga hasta la faringe (Premvati & Bair 1979).

En las Américas se citan *R. coronatus*, *R. baculifer* y *R. horridus* para Brazil y Norteamérica (Travassos et al., 1969; Thatcher, 1993); para Centro y Sudamérica fuera las tres especies anteriores se citan tambien *R. macracanthus* y *R. caballeroi* para el Perú. En relación a los hospederos de *R. coronatus* se han reportado en mamíferos, sobretudo marsupiales y menos ocasionalmente en murciélagos (Rivillas et al. 2004).

Marsupiales como *Philander* spp., *Monodelphis* spp., *Didelphis* spp., *Metachirus* spp. y *Metachirops* spp., tienen una gran distribución en Brasil, Uruguay, Paraguay, México, Trinidad, Guatemala y Costa Rica (Gomes & Vicente 1972). Del efecto del parásito en sus hospedadores no se tiene registro y tampoco de la ruta de transmisión ya que el ciclo biológico no es conocido (Acosta-Virgen et al. 2015).

La presencia de tremátodos en animales salvajes tiene un registro muy escaso y por eso tiene importancia documentar los hallazgos para que se pueda entender mas su biología y su efecto patogénico.

Referencias

- Acosta-Virgen K, López-Caballero J, García-Prieto L, Mata-López R. Helminths of three species of opossums (Mammalia, Didelphidae) from Mexico. *Zookeys*. 2015; 511: 131-152.
- Ameida AJ, Torquetti CG & Talamoni SA. Space use by Neotropical marsupial *Didelphis albiventris* (Didelphimorphia) in an urban forest fragment. *Rev. Bras. Zool.* 2008; 25(2): 214-219.
- Amato JFR, Boeger WA & Amato SB. Protocolos para laboratório coleta e processamento de parasitos do pescado. Seropédica: Imprensa Universitária, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro; 1991.
- Gomes DC & Vicente JJ. Estudo do gênero *Rhopalias* Stiles & Rassal, 1898 (Trematoda, Rhopaliasidae). *Mem. Inst. Oswaldo Cruz*. 1972; 70 (2): 115-133.
- Haverkost TR & Gardner SL. A Review of Species in the Genus *Rhopalias* (Rudolphi, 1819). *J. Parasitol.* 2008; 94 (3): 716-726.
- Oliveira ML, Ferreira RM, Gomes MP, Iha DS, Lorenzon CS & Duarte JMB. 2010. Estudo populacional de gambás, *Didelphis albiventris* (Mammalia, Didelphidae), em um pequeno fragmento florestal. *Mastozool Neotrop.* 2010; 17 (1): 161-165.
- Premvati KH & Bair TD. Trematode Parasites of the Opossum *Didelphis virginiana*, from Florida. *Proc Helminthol Soc Wash.* 1979; 46 (2): 207-212.
- Redford KH & Eisenberg JF. *Mammals of the Neotropics: the southern cone: Chile, Argentina, Uruguay, Paraguay.* Chicago/London: The University of Chicago Press; 1992.
- Reis NR, Peracchi AL, Fregonezi MN & Rossaneis BK. Guia ilustrado mamíferos do Paraná- Brasil. Pelotas: USEB; 2009.
- Rivillas C, Caro F, Carvajal H & Vélez I. Algunos tremátodos digéneos (Rhopaliasidae, Opistorchiidae) de *Phillander opossum* (Marsupialia: Mammalia) de la costa pacífica colombiana, incluyendo *Rhopalias caucensis* n. sp. *Rev. Acad. Colomb. Cienc.* 2004; 28 (109): 591-600.
- Silva AR, Forneck ED, Bordignon SAL & Cademartori CV. Diet of *Didelphis albiventris* Lund, 1840 (Didelphimorphia, Didelphidae) in two periurban areas in southern Brazil. *Acta Sci. Biol. Sci.* 2014; 36 (2): 241-247.
- Thatcher V. Trematódeos Neotropicais. Presidência da República, Ministerio de Ciência e Tecnologia, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia; Manaus, Amazonas; 1993.
- Travassos L, Freitas JFT & Kohn A. Trematódeos do Brasil. *Mem. Inst. Oswaldo Cruz*; 1969.

Zoonosis emergentes transmitidas por vectores artrópodos en un mundo marcado por el cambio global.

Vector borne emergent zoonoses in a world marked by a global change.

CANALS M.¹, CATTAN P.E.²

- ¹ Programa de Salud Ambiental, Instituto de Salud Poblacional ESP & Departamento de Medicina, Facultad de Medicina, Universidad de Chile.
- ² Departamento de Ciencia biológicas Animales, Facultad de Ciencias Veterinarias y Silvoagropecuarias, Universidad de Chile.

Correspondencia:
Mauricio Canals L. Programa de Salud Ambiental,
Instituto de Salud Poblacional ESP & Departamento de Medicina,
Facultad de Medicina, Universidad de Chile.
e-mail: mcanals@uchile.cl

Summary

One of the fundamental problems in a world marked by global change is the emergence and reemergence of infectious diseases, among which zoonoses including arthropod-borne have an important place. In this review we analyze the main factors behind the emergence of these diseases and we explain how zoonosis are able to move from animals to humans. Among these: i) alteration of the environment affecting the population size and distribution of vertebrate species, vectors and intermediate hosts; ii) increasing human populations by promoting contact with infected animals; iii) industrialization of food of animal origin and changes in nutritional habits; iv) increased movement of people between countries and continents as well as trade in animals and animal products. In the arthropod-borne diseases climate ("the weather school") addresses the changes that are living in many of these diseases. We show the situation in Chile, pointing out the dangers that our country face due to global change.

Introducción

En las últimas décadas ha cobrado importancia el tema de la emergencia de nuevas enfermedades transmisibles. El síndrome de inmunodeficiencia adquirida, la tuberculosis resistente a múltiples fármacos, las enfermedades transmitidas por garrapatas, el síndrome pulmonar por Hantavirus, los patógenos animales transmitidos al hombre por el consumo de alimentos de origen animal como salmonelosis diversas, cuadros debido a *Listeria monocytogenes* y a *Escherichia coli* O157:H7, la extensión del Dengue y de la encefalitis por el virus West Nile, son ejemplos recientes de los problemas que han surgido al fin del milenio y el inicio del nuevo siglo, donde la relación agente-hospedero-medio ambiente cobra particular importancia (Linthicum et al. 2010). Después de un período de complacencia en la segunda mitad del siglo 20, el desarrollo de tendencias globales ha contribuido a la re-emergencia de enfermedades transmitidas por artrópodos en los últimos 30 años. Además de la emergencia de nuevas enfermedades, se ha incrementado la expansión geográfica de enfermedades bien conocidas que alguna vez estuvieron controladas (Gubler 2010).

Daszak et al. (2000) realizaron una revisión sobre enfermedades infecciosas emergentes y fauna silvestre. En base a criterios epizootiológicos las enfermedades infecciosas emergentes pueden clasificarse en tres grupos: i) las asociadas a fenómenos de transmisión desde los animales

domésticos hacia las poblaciones de fauna silvestre; ii) las asociadas a intervención humana directa, como son la translocación de hospederos o parásitos y iii) aquéllas cuya expresión es independiente de las acciones humanas o de la cercanía de animales domésticos.

Existen varias causales comunes que explican, al menos parcialmente, la aparición de enfermedades nuevas, aumentos de la incidencia de otras aparentemente controladas o dispersión de otras que aumentan rápidamente su rango de dispersión. Como principio general, una enfermedad emergente resulta de cambios en la ecología del hospedero, del patógeno o de ambos. Un ejemplo de esto es la influencia que tiene el aumento de la densidad de poblaciones humanas en la aparición de patologías tanto a nivel urbano (dengue, cólera) como en áreas rurales, o en áreas de intrusión en hábitats silvestres. Este último factor es clave para explicar el surgimiento de patologías causadas por virus tales como el Ébola, el Marburg y el HIV en África. El movimiento de ganado entre países y continentes ha sido la causa más probable de la aparición de la peste bovina (rinderpest) en África y la encefalitis espongiforme bovina en Europa. El manejo de fauna *in situ*, tal como la mantención de estaciones de alimentación para aves en Inglaterra y Estados Unidos, donde concurren altas densidades y alta diversidad de especies, ha permitido la emergencia de patógenos tales como *Salmonella typhimurium* cepa DT40, *Escherichia coli* 086 - K61 y *Mycoplasma*

gallisepticum en estos lugares. La mantención de brotes de brucelosis en el visón americano se debe con seguridad al manejo de poblaciones de alces con la enfermedad, en los mismos parques nacionales. Cambios en la agricultura relacionados con programas de reforestación de grandes áreas, han sido la causa probable de la emergencia de la enfermedad de Lyme en el hemisferio norte. También se puede proponer como una causal común el cambio climático global en los cambios provocados en los rangos de distribución e incidencia de enfermedades transmitidas por artrópodos. La malaria ha aumentado en cinco veces su presentación en Brasil debido principalmente a deforestación, migración de habitantes hacia el interior y un cambio en la especie prevalente desde *Plasmodium vivax* hacia *P. Falciparum*. Brotes epidémicos de malaria en India se han relacionado con inundaciones y fuertes lluvias monzónicas como resultado de las oscilaciones del fenómeno El Niño. Con alguna seguridad, la expansión de los rangos geográficos de moscas y mosquitos vectores, explican la re-emergencia de malaria, dengue, mal de los caballos africanos (African Horse Sickness) y enfermedad de la lengua azul en diversos lugares del planeta (Lehane 2005).

Un fenómeno de importancia es el traspaso de enfermedades desde reservorios domésticos hacia poblaciones silvestres. Este hecho es especialmente importante como amenaza a la biodiversidad, pues puede provocar extinciones locales de especies consideradas en peligro. La extinción del perro salvaje africano (*Lycaon pictus*) en el Serengeti es un buen ejemplo de ello, pues ocurrió concomitante con una epizootia de Distemper en perros domésticos de localidades cercanas. También la rabia canina ha sido otro factor importante en la medida que aumenta la intrusión de perros portadores en el hábitat del licaón. El fenómeno contrario también es de importancia, esto es, el traspaso de patógenos desde la fauna silvestre hacia la doméstica. Es el caso de la circulación de la brucelosis en la población de bisonte americano en el parque de Yellowstone en Estados Unidos, donde existe la amenaza constante de infección para el ganado doméstico circundante. Los aspectos ecológicos de la introducción de la brucelosis en el bisonte han sido profusamente documentados (Meyer & Meagher 1995).

Otro fenómeno importante ha sido el traslado de fauna a nivel global, ya sea por introducciones involuntarias de fauna desde una región a otra,

translocaciones con fines de conservación, o de turismo, o comercio de especies como mascotas. Esto posibilita la generación de una nueva patología, por el transporte involuntario de patógenos o por el cambio provocado en un hábitat en particular al introducir fauna extraña. Se han documentado casos de epizootias virales en peces y anfibios en algunas localidades norteamericanas debido a introducciones de peces en esas áreas. De forma similar, el traslado de mapaches desde una zona de rabia enzootica hacia regiones libres del virus en sectores atlánticos de Norteamérica ha generado episodios epizooticos. Los traslados de fauna son especialmente preocupantes cuando ponen en contacto especies vulnerables o en peligro con potenciales patógenos. Daszak et al (2000) citan las epizootias de toxoplasmosis ocurridas en lemures en cautividad, primates del Nuevo Mundo y marsupiales australianos al ser expuestos al parásito por translocación de especímenes en programas de conservación. Un elemento agregado es la pérdida de parásitos específicos que ocurre cuando una especie en peligro se mantiene *ex situ* en programas de reproducción. En este caso se altera la estabilidad de la relación parásito - hospedero generando problemas a nivel de individuo, con pérdida de inmunidad y a nivel poblacional con pérdida de diversidad genética.

Zoonosis

Numerosas enfermedades infecciosas emergentes son zoonosis y la fauna silvestre puede operar como una fuente importante de patógenos emergentes previamente desconocidos. Análisis de secuencias de ácidos nucleicos han demostrado transmisión directa de influenza aviar a humanos y han permitido identificar varios primates como reservorios naturales para virus similares al HIV. Otros virus como el Ébola y el Marburg en Africa, Madagascar y Filipinas, el Hendra y el Menangle en Australia y el Nipah en Malasia y Singapur, parecen tener como reservorios principalmente a murciélagos frugívoros. En el caso del Ébola, los brotes epidémicos que han ocurrido en diferentes regiones geográficas, han estado relacionados con eventos emergentes (cambios en factores ecológicos por ejemplo) tanto para el reservorio primario como para los hospederos intermediarios.

Las zoonosis pueden ser consideradas como invasiones biológicas, cuyas fases son: i) desborde de una especie a otra, ii) cortas cadenas de transmisión en el hombre y iii) brotes epidémicos. Corresponden a:

i) la introducción, ii) establecimiento y iii) expansión de una población invasora respectivamente (Lloyd-Smith et al. 2009).

En términos evolutivos, sin embargo, el paso de un agente infeccioso de una especie a otra tiene ciertas etapas y barreras que dificultan el establecimiento y la expansión del agente, por ejemplo en el hombre. Así Wolfe et al (2007) reconoce 5 estados en el paso de un agente desde una especie al hombre: Estado I: Un agente presente en una especie y no detectado en el hombre, como algunos plamodios de la malaria en aves; Estado II: un agente que naturalmente ha sido transmitido al hombre (transmisión primaria) pero no existe transmisión de humano a humano (transmisión secundaria) como el ántrax, la tularemia y la rabia; Estado III: agentes con transmisión secundaria ocasional con pequeños brotes autolimitados, como el Marburg; Estado IV: un agente propio de los animales con ciclo silvestre de mantención e infección primaria natural y frecuentes ciclos de transmisión secundaria en el hombre. Este estado se puede dividir en IVa donde el ciclo silvestre es el dominante, por ejemplo la enfermedad de Chagas; IVb, donde ambos ciclos (silvestre y secundario) son iguales de importantes, como en el dengue y IVc donde el ciclo dominante es el secundario, como en el caso de la influenza. Finalmente el estado V corresponde al agente con una transmisión exclusiva en el hombre, como el Sarampión. Lloyd-Smith et al (2009) proponen que las diferencias entre los estados II al IV pueden ser caracterizados por el número reproductivo básico (R_0), diferenciando entre aquellos sin transmisión secundaria efectiva ($R_0 = 0$), con transmisión secundaria que se extingue rápidamente ($R_0 < 1$) y con transmisión secundaria permanente ($R_0 > 1$).

La dinámica de transmisión de una especie a otra implica la fase fundamental de superar la barrera de las especies, lo que depende principalmente de la prevalencia del agente en el hospedero original y de los dos factores fundamentales que afectan el coeficiente de transmisión: la tasa de contacto entre el nuevo hospedero y el agente y la probabilidad que dicho contacto resulte en infección (Lloyd-Smith et al. 2009, Canals & Cattán 2006, Canals et al. 1999). Para que este contacto sea efectivo y ocurra una transmisión, se deben conjugar adecuados factores climáticos y conductuales que favorezcan la reproducción y la sobrevivencia de las formas infectantes. En la actualidad, existen cada vez

más condiciones que hacen más frecuente el paso desde otros animales al hombre, probablemente a consecuencia de un conjunto de situaciones que se enmarcan en el llamado cambio global.

Uno de los principales problemas para la población humana es el origen animal de muchas de estas patologías. Muchas especies animales están involucradas, tanto silvestres, como de trabajo o de consumo. Muchos agentes son virus (hantavirus, lyssavirus, morbilivirus) bacterias (salmonelas) o parásitos (criptosporidios) de origen animal. Persiste el hecho que muchos de ellos aún no están evaluados desde el punto de vista de su impacto en salud pública. Se agrega a esto la incorporación cada vez más frecuente de trasplantes de órganos o tejidos de animales a seres humanos, lo que podría originar nuevas patologías, ya denominadas como xeno zoonosis.

Meslin (1997) de la Organización Mundial de la Salud, revisó algunos casos que vale destacar, donde se hace hincapié en el carácter emergente de estas patologías. Así en el caso de salmonelas, se ha reportado la emergencia de *Salmonella typhimurium* DT104 resistente en vacunos en Inglaterra, luego se aisló en aves, ovejas caballos y cerdos. En 1994 en Australia se aisló un Morbilivirus equino en un brote epidémico que afectó a humanos que estuvieron relacionados con los equinos enfermos. También en Australia en 1996 se aisló un Lyssavirus similar al virus rábico en animales silvestres. El virus rábico ha sido aislado en murciélagos insectívoros en Europa, Estados Unidos y también en Chile. Enfermedades reemergentes se han comunicado también en distintas regiones del planeta. Ejemplo de ellas son la encefalitis equina Venezolana en Venezuela y Colombia, que puede transmitirse al hombre por mosquitos, leptospirosis con compromiso respiratorio en Nicaragua y enterocolitis hemorrágica en Japón causada por *E. Coli* O157:H7 de posible origen alimentario. Hay otras patologías sobre las cuales existen muchas interrogantes, como son el Ébola y las nuevas variantes del mal de Creutzfeldt-Jakob (MCJ). El Ébola atrajo la atención mundial en 1976 con los brotes en Zaire (88% de mortalidad) y Sudán (53% de mortalidad). En 1995 se repitió en Zaire con 315 casos y 244 muertos. Hasta hoy no se encuentra completamente aclarado el ciclo natural del Ébola. El hallazgo de una variante del virus Ébola en chimpancés naturalmente infectados en 1994 ha permitido afinar los estudios para encontrar

el ciclo de este patógeno. La sorpresa ocurrió en 2014 cuando el mundo experimentó la epidemia de Ébola más feroz y prolongada de su historia con más de 13000 casos y cerca de 9000 muertos y aunque su R_0 se estima en alrededor de 1,5 surgen nuevas interrogantes en cuanto a su capacidad de expansión (Meltzer et al. 2014).

La emergencia de zoonosis tanto en países industrializados como en aquellos en vías de desarrollo, sea como nuevos patógenos o bien como agentes ya conocidos irrumpiendo en otros lugares se explica por algunas razones tales como: i) alteración del medio ambiente afectando el tamaño poblacional y la distribución de especies de vertebrados, vectores y hospederos intermediarios; ii) incremento de poblaciones humanas favoreciendo el contacto con animales infectados; iii) industrialización de alimento de origen animal y cambios en hábitos nutricionales; iv) incremento del movimiento de personas entre países y continentes tanto como del comercio de animales y de sus productos. Estas razones entre otras, parecen afirmar el hecho que tanto las zoonosis como las enfermedades de animales potencialmente transmisibles al hombre continuarán emergiendo y reemergiendo, por lo cual los programas de monitoreo deben ser reforzados y mantenidos tanto a nivel nacional como internacional. En estos aspectos, el papel de diversos agentes, públicos y privados, será cada día más importante.

Enfermedades emergentes transmitidas por artrópodos.

La expansión suburbana ha permitido la reaparición de enfermedades ya conocidas, cuya particularidad común es la transmisión por pulgas que son “recogidas” del medio externo por las diferentes mascotas, que se encargan de llevarlas al interior de las casas. En todos los casos la transmisión de los agentes patógenos depende de un ciclo zoonótico que comprende al vertebrado reservorio, pulgas y el ser humano. Los cambios ecológicos de estos ciclos han sido la causa de la re-emergencia de estas patologías, como lo comprueban estudios realizados en Texas y California para el tifus murino. Esta patología es causada por *Rickettsia typhi* y su ciclo clásico comprende las ratas (*Rattus rattus* y *R. norvegicus*) y su pulga específica, *Xenopsylla cheopis*. La enfermedad se transmite al ser humano por mordidas de la pulga infectada. El

problema es que el tifus murino ha aparecido en lugares donde las ratas y sus pulgas están ausentes. En California, la aparición de casos de tifus murino se ha asociado a gatos y zarigüeyas seropositivos. Las dos especies de vertebrados, además de perros, estaban fuertemente infectados con *Ctenocephalides felis* la pulga de los gatos. El estudio de esta pulga y de sus hospederos ha permitido encontrar una nueva rickettsia patógena, *R. felis*, agente causal de tifus murino en algunos estados de Norteamérica. Estudios de campo posteriores tanto en gatos domésticos como asilvestrados y en zarigüeyas, en regiones suburbanas en los Estados mencionados, utilizando técnicas inmunológicas eficientes para diferenciar reacciones cruzadas, han permitido verificar la presencia de seropositividad para ambos patógenos en estas especies. En particular, los datos recogidos desde los gatos permiten establecer que un 18% de los examinados eran seropositivos para alguna rickettsia. Extrapolaciones al total de gatos domésticos de EE.UU., considerando sólo un 5% de seropositividad, dan una cifra de 285.000 especímenes posiblemente infectados con una zoonosis grave. Si esto se une a los datos de seropositividad de los marsupiales es evidente la presencia de un emergente ciclo en la transmisión de los agentes del tifus murino. La destrucción y reducción de los hábitats naturales, desplaza a muchos vertebrados y estos se mueven hacia sectores suburbanos o cercanos a ciudades grandes, donde pueden encontrar alimento con mayor facilidad. El marsupial mencionado se encuentra en más de 40 estados de EE.UU., donde ha invadido lenta y progresivamente los suburbios de varias ciudades. Si se les agregan los gatos callejeros, los asilvestrados y las ratas, parece evidente el aumento de la potencial transmisibilidad del tifus murino en estas localidades. Una revisión de este problema emergente se encuentra en Azad y cols. (1997) cuyo grupo de la Universidad de Maryland se ha preocupado desde el inicio de esta re-emergencia.

Otra patología que despierta el mayor interés para su investigación es la enfermedad de Lyme, cuyo agente causal son varias genoespecies de espiroquetas (*Borrelia burgdorferi* sensu lato) que se perpetúan en ciclos que involucran roedores silvestres y que es transmitida por vectores que son garrapatas, particularmente del género *Ixodes*. Estos roedores sirven como reservorios naturales y parecen ser infecciosos para los vectores durante toda su vida, sin manifestar signos de enfermedad.

Otros vertebrados también pueden actuar como reservorios competentes tales como las ratas (*Rattus* sp) y roedores trepadores europeos (*Glis glis* y *Eliomys quercinus*). Se ha caracterizado también a la liebre como eventual reservorio para la espiroqueta, pero no así el conejo europeo. Sin embargo, conejos norteamericanos del género *Silvilagus* son portadores de un patógeno pariente, *Borrelia andersonii*. Aparentemente la espiroqueta de la enfermedad de Lyme puede infectar varios mamíferos, pero no todos sirven como reservorios, lo que depende de la persistencia del patógeno en el vertebrado y de si éste puede ser infectado por estados larvales de las garrapatas. Muchas aves también pueden contribuir en la transmisión de la enfermedad, tales como gaviotas en islas del Ártico y tordos en EE.UU. Estudios recientes de este complejo grupo de agentes han determinado que *B. afzelii* parece perpetuarse sólo en roedores y *B. garinii* en aves. Las transmisiones cruzadas de estos patógenos a hospederos no adecuados no sirven en la mantención de la enfermedad. Sin embargo, el vector clásico, *Ixodes ricinus* puede mantener y transmitir una gran diversidad de estos patógenos en un extenso grupo de hospederos. Estos hechos tienen una implicancia ecológica en la distribución de la enfermedad y su asociación con determinados sitios donde puedan estar presentes algunos de los reservorios y no otros. Un caso de mucho interés es el estudiado recientemente por Richter y cols.(2000), quienes determinaron en un estudio de laboratorio, que el tordo migratorio (*Turdus migratorius*) es un reservorio competente para las espiroquetas y por tanto puede contribuir a la emergencia de la enfermedad de Lyme en sitios no afectados, debido a que la extensión de su período migratorio se sobrepone con el período de actividad de las etapas subadultas del vector. Se agrega a esto que esta ave es naturalmente parasitada por garrapatas.

El clima y las enfermedades humanas transmitidas por artrópodos vectores

Los factores primarios que desencadenan un clima favorable para un aumento en la prevalencia de enfermedades infecciosas y la aparición de otras nuevas, son el incremento explosivo del tamaño de la población humana en los últimos decenios y la elevación de la temperatura en el planeta, sea ésta consecuencia o no de las actividades humanas a través de la intervención de los ciclos bio-geo-

químicos. El aumento de la población humana ha traído consigo un aumento en las actividades humanas y el desarrollo de productos, interviniendo la naturaleza. Pero las consecuencias más importantes de este aumento de la población son i) el hacinamiento, cuya consecuencia es el aumento de la probabilidad de contacto con el reservorio; ii) el aumento de las migraciones, que permite un nuevo e inusitado intercambio y globalización de agentes potencialmente patógenos; y iii) la ocupación de nuevos ambientes naturales permitiendo el contacto con agentes antes desconocidos, ya sea por invasión de animales reservorios a sitios de asentamiento o a zonas agrícolas (plagas) o bien por invasión humana a ambientes nuevos. Estos factores poblacionales inciden directamente en las tasas de contactos agente hospedero. Por otra parte, la elevación de la temperatura amenaza con convertirse en un factor muy importante por su aporte a un clima altamente favorable a la sobrevivencia, reproducción y extensión del territorio de los agentes infecciosos (Canals & Cattán, 2006).

Las enfermedades transmitidas por vectores provocan un gran impacto en la población humana. Así, se calculan en más de 300 millones los enfermos de Paludismo, alrededor de 20 millones los enfermos de Oncocercosis, 120 millones los enfermos de Filariasis, 300 a 500 mil los enfermos de Trypanosomiasis africana y 6 millones de enfermos de la enfermedad de Chagas (Lehane 2005). Muchas de estas enfermedades han extendido su distribución mundial como la encefalitis de West Nile y el Dengue, entre otras. Asimismo, otras han emergido o re-emergido, existiendo casos autóctonos donde antes era impensable (Gubler 2010).

Los artrópodos vectores de enfermedades son particularmente afectados por el cambio climático, ya que prácticamente toda su dinámica poblacional está relacionada con el clima ("the wheather school", sensu Andrewartha & Birch 1954). Hay varias razones para ello. Los artrópodos son animales ectotermos poikilotermos, es decir el calor corporal es adquirido del medio externo y la temperatura corporal es variable, siendo regulada conductualmente (Canals 1998, Angilleta et al. 2002). El metabolismo (MR) en estos animales sigue la relación de Van Hoft-Arrhenius $MR = c \cdot M_b^{3/4} e^{-K_i/kT}$ donde c es una constante arbitraria, M_b es la masa corporal, E_i es la energía promedio de activación enzimática de las reacciones bioquímicas del metabolismo, k la constante de

Boltzman y T la temperatura en grados Kelvin (Gillooly et al. 2001). Esta relación nos muestra que existe una extrema dependencia del metabolismo en función de la temperatura en los animales poiquiloterms, aumentando exponencialmente con ésta. Así, la mayoría de los artrópodos doblan o triplican su metabolismo por cada 10 °C de aumento de la temperatura. Por otra parte la superficie corporal por unidad de masa aumenta siguiendo una ley de poder con exponente -1/3 a medida que la masa corporal disminuye, lo que hace a estos animales muy lábiles a la pérdida de agua y a cambios de temperatura. Así, las variaciones en las precipitaciones, temperatura, y humedad relativa producen cambios en el crecimiento, reproducción y desarrollo mediados por cambios metabólicos, tasa de reproducción, número de generaciones por estación, patrones de actividad, elección de parejas y de hospedero, disponibilidad de sitios de apareamiento, supervivencia en eventos extremos, cambios en los límites de tolerancia a eventos extremos, entre otros (Gubler 2001). La variabilidad climática repercute entonces en las enfermedades producidas por estos vectores provocando cambios en zonas geográficas haciéndolas más o menos favorables para reproducción y supervivencia, como por ejemplo en la Fiebre del valle Rift (arbovirus) (Linthicum et al. 1999), Malaria, en enfermedades producidas por garrapatas (Lindgren et al. 2002, Talleklint & Jaenson 1998, Eisen et al. 2007) y en la Plaga (Kausrud et al. 2007).

La temperatura también afecta a los patógenos dentro del vector, siendo clásica la relación inversa entre la temperatura y el tiempo de desarrollo de los Plasmodium en los mosquitos del género *Anopheles* (Mac Donald 1957). La temperatura afecta el periodo extrínseco de incubación, la infectividad, la habilidad para desarrollarse en el vector y la tasa de transmisión (Reeves et al. 1994).

Las variables climáticas afectan la eficiencia vectorial (ie la probabilidad de transmitir un patógeno en una picadura), la capacidad vectorial (ie picadas potencialmente infectantes que puede distribuir la población de un vector, a partir de la picada sobre un caso índice) y el impacto vectorial (ie la importancia relativa de un vector en relación a otros), repercutiendo en definitiva sobre el número reproductivo de una enfermedad transmitida por vectores, y la densidad umbral necesaria para la propagación de una enfermedad. Por ejemplo, para

una enfermedad como el paludismo el número reproductivo se puede expresar como: $R_0 = \frac{\beta^2 (N_1/N_2)}{(\psi_1 + \gamma_1)(\psi_2 + \gamma_2)}$ donde N, β , ψ y γ representan el tamaño poblacional, la transmisibilidad, la mortalidad y la tasa de recuperación respectivamente, y los sub-índices 1 y 2 representan a la población humana y de vectores respectivamente. Si la tasa reproductiva básica es mayor que uno, entonces la enfermedad persiste en la población. Esto es equivalente a decir $D_v = N_1/N_2 > \frac{(\psi_1 + \gamma_1)(\psi_2 + \gamma_2)}{\beta^2}$, o sea la densidad de vectores (D_v) debe superar un valor umbral directamente relacionado con las tasas de mortalidad y recuperación, e inversamente relacionado con la transmisibilidad. Todos los parámetros de esta relación, en particular la transmisibilidad que involucra la tasa de contacto y la probabilidad que dicho contacto resulte en infección son afectadas por las variables climáticas (Canals 2013).

Ejemplos y situación en Chile

La población de vectores y la transmisión de enfermedades transmitidas por vectores se ven afectados por las variables climáticas. Por ejemplo, se ha reportado de que: las bajas temperaturas matan a las larvas y los huevos de *Aedes aegypti*, la temperatura afecta a la replicación del patógeno, la maduración y la esperanza de vida infectante de los vectores (Reiter 2008). Las epidemias de dengue se correlacionan con las precipitaciones (Chadee et al. 2006), temperaturas y humedad relativa (Wu 2007), el aumento de las temperaturas aumentan la estación de transmisión en las regiones templadas (Jetten & Focks 1997). En una revisión reciente Van Kleef et al. (2009) documentan el efecto del cambio climático en diferentes escalas temporales y espaciales proponiendo un aumento en el potencial de transmisión de la población en riesgo y una extensión de la zona geográfica del Dengue (Jetten & Focks 1997, Patz 1998, Hales 2002, Rogers 2006, Wu 2009, Russell 2009, Bhatt et al. 2013). Además, el efecto de las variables climáticas en la transmisión de la malaria está bien documentado. Por ejemplo su prevalencia se ha asociado con la precipitación (Lindsay & Martens, 1998), la temperatura (Craig et al. 2004, Ye et al. 2007), temperaturas de la superficie del mar, ciclos El Niño - La Niña (Thomson et al. 2006, Mabaso et al. 2007). En referencia al cambio climático, se ha propuesto que en África la incidencia puede disminuir en las zonas de alta temperatura y aumentar en otras (Small et al. 2003), que puede

haber una disminución de la prevalencia en las tierras altas y tropicales de África y Sudáfrica y puede ser aumento en el Sáhara y África Oriental (Parhan & Michael 2010, Emert et al. 2012). Otros autores proponen un aumento del 16-28% en la exposición de persona mes (Tanser et al. 2003). Sin embargo, otros informes en parte contradicen estas propuestas, porque los factores locales podrían confundirse con los efectos del clima (Reiter et al. 2004). En Leishmaniasis, como en malaria y dengue, se ha informado de una fuerte asociación entre el clima y la incidencia, en relación con los ciclos El Niño - La Niña en Colombia y Brasil (Franke et al. 2002, Cárdenas et al. 2006).

El Virus West Nile es transmitido por mosquitos del género *Culex*, y es hoy una de las principales amenazas por su rápida expansión global (Gubler 2010). Una vez más, las variables climáticas tienen gran relación con su prevalencia. Por ejemplo, el número de casos está más correlacionado con la temperatura extrema con alta humedad y la abundancia de vectores se correlaciona con la temperatura y las precipitaciones (Pecoraro et al. 2007, Deichmaister & Telang 2010). También hay muchos estudios que documentan el efecto de las variables climáticas en los vectores de la enfermedad de Chagas. Por ejemplo, se ha reportado que la distribución de los vectores de la enfermedad de Chagas se asocia con altas temperaturas, baja humedad relativa y asociaciones particulares de plantas (Carcavallo 1997, Lorenzo & Lazzari 1999, Dumonteil et al. 2002), la dispersión de los insectos adultos es mayor a temperaturas más altas y es estacional (Prokopec-Vasquez et al. 2006, Abraham et al. 2011, Schofield et al., 1992).

Hay una gran cantidad de literatura científica sobre el efecto del cambio climático en la incidencia de enfermedades transmitidas por vectores. Sin embargo, los estudios específicos que describen el impacto del cambio ambiental sobre estas enfermedades no son abundantes, sobre todo en el contexto de América del Sur y en particular en Chile (Pinto et al. 2008).

En Chile, la epidemiología de la enfermedad de Chagas y la distribución de sus vectores es tal vez lo más estudiado (Pino et al. 2015, Figueroa et al. 2015). Se ha establecido la relación entre la variabilidad climática y la población del vector. Por ejemplo, la distribución de los vectores está bien explicado por factores climáticos en macro-escala,

pero a micro-escala, la distribución responde a las variaciones microambientales y la disponibilidad de recursos (Hernández et al. 2013). Están bien documentados los efectos de las variables climáticas en la mortalidad, la fecundidad, los parámetros de población, la proporción de vectores infectados, amplitud del nicho trófico, amplitud y ámbito de hogar (Canals et al. 1991, Canals et al. 1992, Canals et al. 1994, Ordenes et al. 1996, Canals et al. 1997, Ehrenfeld et al. 1998, Canals et al. 1999, Canals et al. 2000, Acuña - Retamar et al. 2009, Canals et al. 2001, Cattán et al. 2002, Botto-Mahan et al. 2005). Se han propuesto modelos matemáticos de la dinámica de Chagas (Canals & Cattán 1992) y estimaciones de la capacidad vectorial, la eficiencia y el impacto vectorial (Canals et al. 1993). Recientemente se han detectado focos silvestres de *T. infestans* (Bacigalupo et al. 2006, Bacigalupo et al. 2010).

Las enfermedades transmitidas por mosquitos, como el dengue, la malaria, la leishmaniasis y la Encefalitis de West Nile no están presentes en Chile continental, pero los vectores muestran diferentes situaciones.

En Chile las poblaciones continentales del mosquito *Aedes aegypti*, vector del dengue, estuvieron presentes hasta un último reporte en 1961. La enfermedad probablemente existía en Iquique en 1889 (Laval 2003). Sin embargo, inesperadamente, en el año 2000 se detectaron poblaciones de *Aedes aegypti* en Isla de Pascua (Olea 2003). Y en 2002 se produjo un brote de dengue (DENV-1). Eso habría se habría originado a partir de viajeros infectados, en Tahití y Hawái debido a que el virus circuló en el año 2001 en esta área y la caracterización de nucleótidos está estrechamente relacionado con los virus polinésicos. El dengue reapareció en 2006, 2007, 2008, 2009, 2011 con 3, 27, 25, 25 y 1 casos, respectivamente y actualmente en 2016 se están detectando nuevos casos. Los modelos matemáticos predicen futuros brotes epidémicos de tamaño decreciente, pero se advierte que el principal peligro radica en las epidemias de dengue hemorrágico, como resultado de la introducción de nuevos serotipos (Canals et al. 2012). En Chile desde mediados del siglo XX, desde su erradicación, no se han reportado casos autóctonos de malaria. Sin embargo, hay zonas del norte en las que se ha detectado el vector. Por ejemplo, en los años 1984, 1985, 1998, 2001 y 2012 se detectaron poblaciones de *Anopheles pseudopunctipennis* en Lluta, Azapa,

Chaca, Camarones, Pachica, Tarapacá y Huarasiña. Recientemente, se ha informado de la presencia del vector de la leishmaniasis (*Lutzomyia* sp.) en Putre, un pequeño pueblo en el norte de Chile (*Lutzomyia* sp.) (González 2013). El virus de West Nile no se ha detectado, pero hay riqueza de especies de *Culex* spp. Así que es un peligro potencial.

De este breve análisis, es posible identificar que Chile tiene una situación privilegiada en América del Sur, con una baja cantidad de enfermedades transmitidas por vectores. Sin embargo, todas las condiciones especificadas están estrictamente relacionadas con la variabilidad del clima, lo que podría cambiar el escenario como consecuencia del cambio climático global. La principal área geográfica de preocupación potencial es el norte de Chile, ya que en esa zona se actualmente detectan poblaciones de vectores de la malaria y el reciente hallazgo de *Lutzomyia* sp., vector de la leishmaniasis. Pero también se debe estar preocupado por la posible emergencia del virus de West Nile ya que contamos con mosquitos *Culex* spp y la extensión del territorio de los vectores de la enfermedad de Chagas.

Las investigaciones futuras deberían centrarse en i) la relación entre las variables climáticas y parámetros poblacionales de vectores, ii) las relaciones de los parámetros de la población de los vectores con tasas de transmisión de patógenos (R_0), iii) temporal y espacialmente explícita de modelado matemático, iv) la simulación bajo diferentes escenarios de cambio global y v) las medidas de prevención y adaptación.

Referencias

- Acuña-Retamar M, Botto-Mahan C, Canals M, Correa P, Cattán PE. Comparative population dynamics of the bug *Mepraia spinolai*, a sylvatic vector of Chagas's disease, in different hosts. *Med Vet Entomol*. 2009; 23:106-110.
- Andrewartha HG, Birch LCh. The distribution and abundance of animals. Chicago:Chicago University Press; 1954.
- Angilletta MJ Jr, Niewiarowski PH, Navas CA. The evolution of thermal physiology in ectotherms. *J Therm Biol*. 2002; 27: 249-268
- Azad AF, Radulovic S, Higgins JA, Noden BH, Troyer JM. Flea-borne rickettsioses: ecologic considerations. *Emerg Infect Dis*. 1997; 3: 319 - 327.
- Bacigalupo A, Segura JA, García A, Hidalgo J, Galuppo S, Cattán PE. Primer hallazgo de vectores de la enfermedad de Chagas asociados a matorrales silvestres en la Región Metropolitana, Chile. *Rev Med Chile*. 2006; 134:1230-1236.
- Bacigalupo A, Torres-Pérez F, Segovia V, García A, Correa JP, Moreno L, et al. Sylvatic foci of the Chagas disease vector *Triatoma infestans* in Chile: description of a new focus and challenges for control programs. *Mem Inst Oswaldo Cruz* 2010; 105(5):633-641.
- Bhatt S, Gething PW, Brady OJ, Messina JP, Farlow AW, Moyes CL, et al. The global distribution and burden of dengue. *Nature*. 2013; doi:10.1038/nature12060. 2-5.
- Botto-Mahan C, Cattán PE, Canals M, Acuña M. Seasonal variation in the home range and host availability of the blood-sucking insect *Mepraia spinolai* in wild environment *Acta Tropica* 2005; 95: 160-163.
- Canals M. Thermal ecology of small mammals. *Biol Res*. 1998; 31: 367-374.
- Canals M. 2013. Modelos matemáticos y parasitosis. In Apt W (ed). *Parasitología Humana*. Mexico: Mc Graw-Hill ; 2013. Pp 675-775.
- Canals M, Cattán PE, Valderas J, Solís R. Biología de poblaciones de *Triatoma infestans*: Fluctuaciones de la mortalidad y fertilidad. *Rev Med Chile*. 1991; 119(9):979-983.
- Canals M, Cattán PE, Valderas J, Solís R. Efectos poblacionales de fluctuaciones de mortalidad y fecundidad en *Triatoma infestans*: Simulación mediante matrices de Leslie. *Rev Med Chile*. 1991; 119 (11):1239-1242.

- Canals M, Cattán PE. Dinámica de transmisión de la infección de la infección chagásica en Chile: Modelo y simulación. *Rev Med Chile*. 1992; 120 (12): 1359-1365.
- Canals M, Cattán PE, Ehrenfeld M. Algunas estimaciones numéricas de la importancia epidemiológica de los vectores de la enfermedad de Chagas en Chile. *Parasitol al Día*. 1993; 17: 79-86.
- Canals M, Cattán PE, Ehrenfeld M. Dinámica comparada de cohortes de *T. infestans* en ambiente habitacional. *Rev Med Chile*. 1994; 122(9):993-997.
- Canals M, Cattán PE, Ehrenfeld M. Sobrevivencia de *Triatoma spinolai* en ambiente habitacional. *Parasitol al Día*. 1994; 18(3):82-87.
- Canals M, Solís R, Valderas J, Ehrenfeld M, Cattán PE. Preliminary studies on temperature selection and activity cycle of Chilean vectors of the Chagas disease. *J Med Entomol*. 1997; 34(1):11-17.
- Canals M, Bustamante RO, Ehrenfeld M., & Cattán P.E. Assessing The impact of insect vectors on animal populations. *Acta Biotheor*. 1999; 46: 337-345.
- Canals M, Ehrenfeld M, Solís R, Cruzat L, Pinochet A, Tapia C, Cattán PE. Biología comparada de *Mepraia Spinolai* en condiciones de laboratorio y terreno: cinco años de estudio. *Parasitol al Día* 1998; 22: 72-78.
- Canals M, Solís R, Tapia C, Ehrenfeld M, Cattán PE. Comparison of some behavioural and physiological parameters of the feeding of *Triatoma infestans* KLUG, 1834 and *Mepraia spinolai* PORTER, 1934; vectors of the Chagas's disease in Chile. *Mem Inst Oswaldo Cruz* 1999; 94(5):687-692.
- Canals M, Ehrenfeld M, Cattán PE. Situación de *Mepraia Spinolai*, vector silvestre de la enfermedad de Chagas en Chile, en relación con otros vectores, desde la perspectiva de sus fuentes de alimentación. *Rev Med Chile* 2000; 128:1108-1112.
- Canals M, Cruzat L, Ehrenfeld M, Molina MC, Ferreira A, Cattán PE. Blood sources of *Mepraia spinolai* (Hemiptera Reduviidae), wild vector of Chagas's disease in Chile. *J MedEntomol*. 2001; 38(2): 303-307.
- Cattán PE, Pinochet C, Botto-Mahan C, Acuña MI & Canals M. Abundance of *Mepraia spinolai* in a periurban zone of Chile. *Mem Inst Oswaldo Cruz* 2002; 97(3): 285-287.
- Canals M, Bustamante RO, Ehrenfeld M, Cattán P.E. Assessing The impact of insect vectors on animal populations. *Acta Biotheoretica* 1999; 46: 337-345.
- Canals M, González CR, Canals A, Figueroa DP. Dinámica epidemiológica del dengue en Isla de Pascua. *Rev Chil de Infect* 2012; 29(4): 388-94.
- Carcavallo RU. Factores climáticos. Su modificación en el microhábitat y las posibilidades en relación con el cambio climático global. *Acta Toxicológica Argentina* 1997; 5: 15-21.
- Cardenas R, Sandoval CM, Rodríguez-Morales AJ, Franco-Paredes C. Impact of climate variability in the occurrence of leishmaniasis in northeastern Colombia. *American J Trop Med Hyg*. 2006; 75: 273-277.
- Chadee DD, Shrivnauth B, Rawlins SC, Chen AA. Climate, mosquito indices and the epidemiology of dengue fever in Trinidad (2002-2004). *Annal Trop Med Parasitology*. 2007; 101:1-9
- Craig MH, Kleinschmidt I, Nawn JB, le Sueur D, Sharp BL. Exploring 30 years of malaria case data in KwaZulu-Natal, South Africa: part I. The impact of climatic factors. *Trop Med Int Health* 2004; 9:1247-1257.
- Daszak P, Cunningham AA, Hyatt AD. Emerging infectious diseases of wildlife – Threats to biodiversity and human health. *Science* 2000; 287: 443 – 449.
- Daszak P, Berger L, Cunningham AA, Hyatt AD, Green DE, Speare R. Emerging infectious diseases and amphibian population declines. *Emerg Infect Dis*. 1999; 5: 735 – 748.
- Deichmeister JM, Telang A. Abundance of West Nile virus mosquito vectors in relation to climate and landscape variables. *J Vector Ecol*. 2010; 36(1): 75-85.
- Dumonteil E, Gourbiere S, Barrera-Perez M, Rodríguez-Felix E, Ruiz H, Ruiz-Piña H, et al. Geographic distribution of *Triatoma dimidiata* and transmission dynamics of *Trypanosoma cruzi* in the Yucatan peninsula of Mexico. *Am J Trop Med Hyg* 2002; 67, 176-183.
- Ehrenfeld M, Canals M, Cattán PE. Population parameters of *Triatoma spinolai* under different environmental conditions and densities. *J. Med. Entomol*. 1998; 35(5): 740-744.
- Emert V, Fink AH, Morse AP, Paeth H. The Impact of Regional Climate Change on Malaria Risk due to Greenhouse Forcing and Land-Use Changes in Tropical Africa. *Env Health Pers*. 2012; 120 (1): 77-84.
- Figueroa D, Scott, Hamilton-West C, González CR, & Canals M. 2015. Mosquitoes: Diseases vectors in context of climate change *Parasitol Latinoam*. 64(2):42-53.

- Franke CR, Ziller M, Staubach C, Latif M. Impact of the El Niño/Southern Oscillation on Visceral Leishmaniasis, Brazil. *Emerg Infect Dis.* 2002; 8(9): 914-917.
- Gilloly LF, Brown JH, Wets GB, Savage VM, Charnov EL. Effects of Size and Temperature on Metabolic Rate. *Science* 2001; 293:2248-2251.
- Gonzalez C. Reporte de Lutzomyia (Diptera; Sychodidae) en Chile. *Parasitol. al Día* 2013; 4: 4.
- Gorman T. La criptosporidiosis: una nueva entidad clínica. *Mon Med Vet.* 1987; 9: 52 – 60.
- Gubler DJ, Reiter P, Ebi KL, Yap W, Nasci R, Patz JA. Climate Variability and Change in the United States: Potential Impacts on Vector and Rodent-Borne Diseases. *Env Health Pers.* 2001; 109: 1223-233.
- Gubler DJ. The Global Threat of Emergent/Re-emergent Vector-Borne Diseases. Pp 39-62. In Atkinson W (ed.). *Vector biology, ecology and control.* London: Springer; 2010.
- Guerrant RL. Cryptosporidiosis: an emerging, highly infectious threat. *Emerg Infect. Dis.* 1997; 3: 51 – 57.
- Hales S, de Wet N, Maindonald J. Potential effect of population and climate changes on global distribution of dengue fever: an empirical model. *Lancet.* 2002; 360:830-834.
- Hernandez J, Núñez I, Bacigalupo A, Cattán PE. Modeling the spatial distribution of Chagas disease vectors using environmental variables and people's knowledge. *Int J Health Geogr.* 2013; 12:29
- Jetten TH, Focks DA. Potential changes in the distribution of dengue transmission under climate warming. *Amer J Trop Med Hyg.* 1997; 57: 285-297.
- Kausrud K, Okland B, Skarpaas O, Gregoire JC, Erbilgin N, Stenseth NChr. Population dynamics in changing environments: the case of an eruptive forest pest species. *Biol Rev.* 2011; 87(1):34-51.
- Laval E. ¿Hubo dengue autóctono en Chile?. *Rev Chil Infectol.* 2003; 98-9.
- Lehane M. *The biology of blood sucking insects.* New York: Cambridge University Press; 2005.
- Lilley B, Lammie P, Dikerson J, Eberhard M. An increase in hookworm infection temporally associated with ecologic change. *Emerg Inf Dis.* 1997; 3: 391 – 393.
- Lindgren E, Talleklint L, Polfeldt T. Impact of climatic change on the northern latitude limit and population density of the disease-transmitting European tick *Ixodes ricinus*. *Env Health Pers* 2000; 108:119–123
- Lindsay SW, Martens P. Malaria in the African high-lands: past, present and future. *Bull World Health Organ.* 1998; 76(1):33–45.
- Linthicum KJ, Anyamba A, Tucker CJ, Kelley PW, Myers MF, Peters CJ. Climate and satellite indicators to forecast Rift Valley fever epidemics in Kenya. *Science* 1999; 285:397–400.
- Lorenzo MG, Lazzari CR. Temperature and relative humidity affect the selection of shelters by *Triatoma infestans*, vector of Chagas disease. *Acta Trop.* 1999; 72, 241-249.
- Lloyd-Smith J, Dylan G, Pepin KM, Pitzer VE, Pullian JR, Dobson AP, et al. Epidemic Dynamics at the human-animal interface. *Science* 2009; 326: 1362-1367.
- Mabaso MLH, Craig M, Ross A, Smith T. Environmental predictors of the seasonality of malaria transmission in Africa: The challenge." *Amer J Trop Med Hyg* 2007a; 76(1): 33–38.
- Mabaso MLH, Kleinschmidt I, Sharp B, Smith T. "El Nino Southern Oscillation (ENSO) and annual malaria incidence in Southern Africa." *Trans Roy Soc Trop Med Hyg.* 2007b; 101(4): 326–330.
- MacDonald G. *The Epidemiology and Control of Malaria.* London: Oxford University Press; 1957.
- Meltzer MI, Atkins CI, Santibanez S, Knust B, Petersen BW, Ervin ED, et al. Estimating the future number of cases in the Ebola Epidemic Liberia and Sierra Leona, 2014-2015. Center for Disease Control and Prevention, Morbidity and Mortality Weekly Report. Early Release 2014; 63: 1-14.
- Meyer ME, Meagher M. Brucellosis in free – ranging Bison (Bison bison) in Yellowstone, Grand Teton and Wood Buffalo National Parks: a review. *J Wild Dis.* 1995; 31: 579 – 598.
- Mills JN, Childs JE. Ecologic studies of rodents reservoirs: their relevance for human health. *Emerg Inf Dis.* 1998; 4: 529 – 537.
- Olea P. Primer caso de dengue autóctono atendido en el hospital de enfermedades infecciosas Dr. Lucio Córdova. *Rev Chil Infectol.* 2003; 20: 129-32.
- Ordenes H, Ehrenfeld M, Cattán PE, Canals M. Infección tripano-triatomina de *Triatoma spinolai* en una zona de riesgo epidemiológico. *Rev. Med. Chile* 1996; 124:1053-1057.

- Parham PE, Michael E. Modeling the Effects of Weather and Climate Change on Malaria Transmission. *Env Health Pers.* 2010; 118(5): 620-626.
- Patz J, Martens W, Focks D et al. Dengue fever epidemic potential as projected by general circulation models of global climate change. *EnvHealth Pers.* 1998; 106:147-153.
- Pino P, Iglesias V, Garreaud R, Cortés, S, Canals M, Folch W, et al. Chile confronts its environmental health future after 25 years of accelerated growth. *Annals of Global Health.* <http://dx.doi.org/10.1016/j.aogh.2015.06.008>.
- Pinto J, Bonacic C, Hamilton-West C, Romero J, Lubroth J. Climate change and animal diseases in South America. *Rev Sci Tech Off Int Epiz.* 2008; 27, 599-613.
- Vazquez-Prokopec GM, Ceballos LA, Cecere MC, Gurtler RE. Seasonal variations of microclimatic conditions in domestic and peridomestic habitats of *Triatoma infestans* in rural northwest Argentina. *Acta Tropica* 2002; 84: 229-238
- Pecoraro HL, Day HL, Reineke R, Stevens N, Withey JC, Marzluff JM, et al. Climatic and landscape correlates for potential West Nile virus mosquito vectors in the Seattle region. *J Vector Ecol.* 2007; 32: 22-28.
- Talleklint L, Jaenson TG. Increasing geographical distribution and density of *Ixodes ricinus* (Acari: Ixodidae) in central and northern Sweden. *J Med Entomol.* 1998; 35(4):521-6.
- Reeves WC, Hardy JL, Reisen WK, Milby MM. Potential effects of global warming on mosquito borne arbo-viruses. *J Med Entomol.* 1994; 31: 323-332.
- Reiter P, Thomas CJ, Atkinson P, Randolph SE, Rogers DJ, Shanks GD, et al. Global warming and malaria: a call for accuracy. *Lancet Infect Dis* 2004; 4: 323.
- Reiter P. Climate change and mosquito-borne disease: knowing the horse before hitching the cart. *Rev Sci Tech.* 2008; 27(2):383-98.
- Rogers DJ, Wilson AJ, Hay SI et al. The global distribution of yellow fever and dengue. *Adv Parasitol.* 2006; 62:181-220.
- Russell R, Currie B, Lindsay M. Dengue and climate change in Australia: predictions for the future should incorporate knowledge from the past. *Med J Aust* 2009; 190:265- 268.
- Schofield CJ, Lehane MJ, McEwan P, Catalá SS, Gorla DE. Dispersive flight by *Triatoma infestans* under natural climatic conditions in Argentina. *Med Vet Entomol.* 1992; 6:313-317).
- Small J, Goetz SJ, Hay SI. Climatic suitability for malaria transmission in Africa, 1911-1995. *Proc Nat Ac SciUSA.* 2003; 100(26): 15341-15345.
- Tanser FC, Sharp B, le Sueur D. Potential effect of climate change on malaria transmission in Africa. *Lancet* 2003, 362: 1792-1798.
- Thomson MC, Doblas-Reyes FJ, Mason SJ, Hagedorn R, Connor SJ, Phindela T, et al. Malaria early warnings based on seasonal climate forecasts from multi-model ensembles. *Nature* 2006; 439: 576-579.
- Wu PC, Guo HR, Lung SC, Lin CY, Su HJ. Weather as an effective predictor for occurrence of dengue fever in Taiwan. *Acta Tropica.* 2007; 103 : 50-7.
- Van Kleef E, Bambrick H, Hales S. The geographic distribution of dengue fever and the potential influence of global climate change. *Tropika* 2013; 1-22. [TropIKA.net http://journal.tropika.net](http://journal.tropika.net)
- Wasson K, Peper KL. Mammalian microsporidiosis. *Vet Pathol.* 2000; 37: 113 - 128.
- Wolfe ND, Dunaban CP, Diamond J. Origins of mayor human infectious diseases. *Nature* 2007; 447: 279-283.
- Wu P, Lay J, Guo H. Higher temperature and urbanization affect the spatial patterns of dengue fever transmission in subtropical Taiwan. *Sci Total Environ.* 2009; 407:2224-2233.
- Ye Y, Kyobutungi, Louis VR, Sauerborn R. Micro-epidemiology of *Plasmodium falciparum* malaria: Is there any difference in transmission risk between neighbouring villages? *Malaria Journal.* 2000; 6:46.

Obituario

Antonio D'Alessandro MD, MPHTM, PhD.



El Dr. D'Alessandro nació en Buenos Aires en 1926 y falleció en la capital de Argentina en Febrero del 2016. Estudió Medicina en la Universidad de Buenos Aires, obteniendo su título de Doctor Cum Laude en 1952. Se dedicó a la Parasitología, por ser un admirador de su tío el Prof. Juan Bacigalupo, gran parasitólogo argentino. Desde 1945 a 1956 se desempeñó como asistente y posteriormente Jefe de la Clínica de Enfermedades Parasitarias, Instituto de Parasitología de la Facultad de Medicina de la Universidad de Buenos Aires, Argentina. En 1956 se radica en Nueva Orleans, USA. Obtiene el Master de Salud Pública y Medicina Tropical (MPHTM) en 1957.

En 1961 obtiene el Doctorado (PhD) en Parasitología y Medicina Tropical de la Universidad de Tulane. Durante su estada en USA siempre estuvo en contacto con sus mentores y maestros profesores Paul Beaver y Rodney Jung. En 1964 es enviado al Centro Internacional de Entrenamiento e Investigaciones Médicas (CIDEIM) de Cali, Colombia. Permaneció en Colombia por más de 23 años con un cambio completo de su vida. Fue el primer director del CIDEIM, desarrollando dos líneas troncales de investigación sobre Trypanosomas (especialmente *Trypanosoma rangeli*) y Echinococosis humana y animal. Fue profesor de Medicina de la Universidad del Valle y consultor médico del Hospital de la Universidad del Valle, Cali, Colombia. A su regreso a Tulane fue profesor responsable del Programa de Salud Pública y Medicina Tropical de esa Universidad. El Dr. D'Alessandro fue pionero de los estudios sobre *T.rangeli* y junto al Dr. Robert Raush investigaron y publicaron las especies silvestres de *Echinococcus vogeli* y *E.oligarthus*. En 2008 regresa a la Argentina y es nombrado Asesor del Departamento de Parasitología "Dr. Carlos Malbrán" del Ministerio de Salud de la Nación de Argentina.

El Dr. D'Alessandro no sólo era un gran científico, sino un extraordinario humanista con vastos conocimientos universales. Fue un coleccionista importante, su enorme afición por la cultura precolombina le permitió tener más de 400 piezas de arte del período precolombino. Esta colección la donó al Museo de Arte Latinoamericano de Buenos Aires (MALBA).

Sus publicaciones científicas en las áreas de Echinococosis, T.cruzi, T.rangeli, leishmaniasis, cestodes, filariasis, amebiasis, misceláneos y capítulos de libros, son más de un centenar.

Por sus méritos recibió numerosos premios y condecoraciones entre los cuales podemos mencionar: Premio a la mejor tesis doctoral Facultad de Medicina de Buenos Aires 1952, Profesor Emérito Departamento de Medicina Universidad del Valle, Cali, Colombia 1984, Maestro de la Parasitología Argentina 2000 y Diploma de Mérito como reconocimiento a la contribución del estudio de la Echinococosis por la Asociación Internacional de Hidatidología, XXVIth World Congress on Echinococosis celebrado en Bucarest, Rumania 2015.

El suscrito tuvo el honor de conocer y valorar al Dr. D'Alessandro como persona íntegra, gran investigador, humanista y coleccionista. El constituye un ejemplo de imitar para las generaciones futuras. Su deceso es una gran pérdida para la Parasitología Latinoamericana y Mundial .

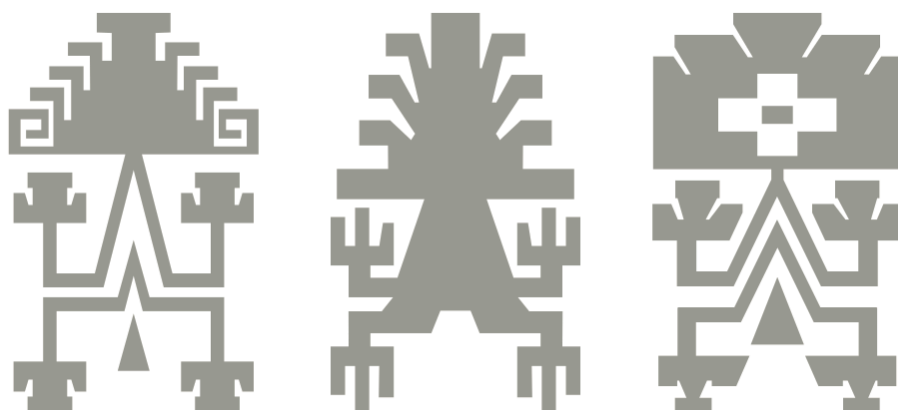
PROF. DR. WERNER APT B.
PRESIDENTE FLAP XXIV Y SOCIEDAD CHILENA DE PARASITOLOGIA

Santiago de Chile

Facultad de Medicina
Universidad de Chile

10-14 de Diciembre 2017

XXIV Congreso
Latinoamericano de Parasitología



FLAP 2017

www.sociedadchilenaparasitologia.cl
www.parasitologia.cl

REVISTA

PARASITOLOGÍA LATINOAMERICANA



Órgano Oficial de la Federación
Latinoamericana de Parasitólogos