

Protozoos.

9

JOSÉ V. SCORZA

*Facultad
de Ciencias*

UNIVERSIDAD
DE LOS ANDES

LUCILA ARCAÿ

*Facultad
de Ciencias*

UNIVERSIDAD
CENTRAL
DE VENEZUELA

- ¹ Los conceptos sobre diversidad en el mundo animal han sido elaborados a partir de estudios de macrobiota donde la permanente presencia de organismos en el hábitat, con sus visibles caracteres anatómicos y funcionales, conduce al reconocimiento de su variabilidad. En el caso de la microbiota, la variabilidad y diversidad, aunque esencialmente morfológica, exige el cultivo aislado de los organismos para precisar sus funciones en el ecosistema acuático. Los protozoos, aunque definidos como eucarióticos unicelulares heterótrofos, exhiben caracteres ambiguos; algunas taxa se consideran algas en tanto que otras se clasifican como «protozoos». Con estas reservas *in mente*, abordamos el tema de la diversidad en los protozoos. Tal vez la designación de protistas, usada por los primeros y clásicos protozoólogos, evada el problema taxonómico de los organismos mixotrofos. Como protistas, Sogin y Siberman (1998) los relacionan filogenéticamente con las bacterias, con los estramenópilos (feofitas, crisofitas y hongos labirintúlidos), y con los Alveolata incluyendo a los ciliados, dinoflagelados y todo esto, como consecuencia de recientes comparaciones entre la secuencia de ácidos ribonucleicos de 16s que han abierto nuevos caminos para la filogenia de grupos que hasta ahora se habían relacionado fenotípicamente.
- ² Finley (1998) recientemente revisó, cuantitativamente, la extraordinaria diversidad en los protozoos, con énfasis especial en los ciliados, analizando críticamente el concepto de especie y su desarrollo en los últimos doscientos años. Destaca para la taxonomía de los Ciliata en particular, dos tendencias prevaletentes, la de los protozoólogos que tienden a hacer revisiones críticas de las especies hasta ahora descritas, reduciendo su número y la de aquellos que con nuevos instrumentos de trabajo, lo incrementan.
- ³ Un problema central en el discurso protozoológico es el de la ausencia de material de tipos para la especie. Sobre todo el de los descritos antes del desarrollo de técnicas de fijación y de coloración permanente. Disponemos tan solo de dibujos –desde los trabajos de Ehrenberg y Dujardin– incluyendo las excelentes placas o láminas de Stein (1859).
- ⁴ No obstante la ausencia de tipos, la inmensa mayoría de las especies se ha logrado identificar mediante el uso de la microscopía. Chistiann Ehrenberg (citado por STEIN 1859), hacia 1831 ya había descrito y dibujado 412 especies. Más recientemente, la microscopía electrónica ha contribuido a la proposición de otras líneas o Phyla, elevando hasta nueve las de los protozoos. A partir de la década de los setenta, los estudios comparativos entre ribosomas, en especial el r-RNA de densidad al 16s, no solamente ha permitido reorganizar nuevos complejos en los protistas eucarióticos, sino elaborar un árbol filogenético de mayor racionalidad, recordando el propuesto por Haeckel en 1866, que colocaba a los protistas al mismo nivel de evolución de las plantas y animales (SOGIN y SILBERMAN 1998).
- ⁵ A despecho de todo ello, los protozoos continúan siendo organismos eucarióticos microscópicos, unicelulares y acuáticos (DOBELL 1911) y siguen integrando el subreino Protozoa, contrapuesto a los otros subreinos del Reino Animalia: los Mesozoa, los Parazoa o los Metazoa, considerándose a los protozoos como organismos fisiológicamente equivalentes y no homólogos a los Metazoa (MINCHIN 1916).

- ⁶ Este universo científico de los protozoos incluye organismos de vida libre, marinos o dulceacuícolas y parásitos o endocomensales. Se estima en cerca de 3.700 las morfoespecies de ciliados de vida libre; de éstas, 800 se asocian a sedimentos marinos y 1.370 a sedimentos de agua dulce. El número de las especies de flagelados es menor y más reducido aún, el de los rizopodos o amibas. Con relación a los protozoos parásitos, Hegner (1924) sostuvo que cada especie de hospedador animal estaría parasitado por sus propias especies de parásitos. Para aquel entonces, no se consideraron los flagelados parásitos de plantas, cuyo conocimiento e importancia aumenta de manera progresiva (SOLARTE *et al.* 1996).
- ⁷ Los protozoos son organismos ubicuos con numerosas especies marinas que pueden habitar indistintamente zonas pelágicas y lacustres continentales. Urdaneta (1962) estudió ciliados endocomensales de erizos de mar e identificó especies en equinodermos de las costas marinas del centro-norte de Venezuela, que ya habían sido descritas, de erizos de las islas Bermudas y La Tortuga, en El Caribe, y también de erizos de las costas de Japón. No obstante, existen especies de protozoos parásitos de reptiles o de mamíferos, exclusivamente neotropicales, que seguramente evolucionaron con sus hospedadores a partir del Cretáceo.

PROTOZOOS DE VIDA LIBRE

- ⁸ La omnipresencia o carácter cosmopolita de los protozoos de vida libre y su relación con determinados hábitats hace suponer que no estén regulados biogeográficamente. Scorza y Núñez-Montiel (1954) identificaron 70 especies, entre amibas, flagelados y ciliados, en 52 cultivos de musgos de la selva nublada de El Junquito, en el tramo central de la Cordillera de la Costa y, más recientemente, Scorza (1997) ha añadido otras especies de vida libre que se desarrollan en cultivos de tierra de jardín de la ciudad de Trujillo, en Venezuela. De estas especies de musgos o de suelos, *Colpoda cucullus* y *C. inflata*, abundan idénticamente en musgos y suelos de Alemania (FOISSNER 1987).
- ⁹ La riqueza de especies de Protozoa en hábitats o nichos es también comparable. En condiciones naturales, Bamforth (1997) estudió la secuencia y riqueza de especies de protozoos que aparecen sucesivamente en suelos yermos, confirmando que después de las bacterias, hacen su aparición protozoos principalmente del tipo microflagelados, seguidos por amibas desnudas y ciliados. En suelos basálticos, con o sin musgos, es siempre mayor la riqueza de los ciliados (51 por ciento) seguida por flagelados (4 por ciento) y finalmente amibas (5 por ciento). Scorza y Nuñez-Montiel (1954) observaron, en los cultivos de protozoos de musgos, una riqueza similar en especies con mayor diversidad de ciliados (64 por ciento), menor número de flagelados (27 por ciento) y escasez de amibas (9 por ciento).
- ¹⁰ Desde el punto de vista ecológico la diversidad, sucesión y riqueza de especies de protozoos de vida libre, constituye un controvertido campo de discusión para el análisis de su cadena o trama alimenticia. Graham (1991) propuso un encadenamiento alimenticio rastreando las rutas de la fijación de carbono en materia orgánica disuelta o en partículas. La cadena se iniciaría, en el escaño más bajo, como picoplancton de bacterias y algas que son consumidas por flagelados y éstos, a su vez, por ciliados. Las piezas de estas cadenas, con sus especies protozoicas más frecuentes y abundantes, contribuyen a la comprensión y diferenciación de comunidades indicadoras de la calidad de las aguas. Foissner y Burger (1996) han distinguido comunidades en aguas y pantanos anaerobios, con la presencia de característicos géneros de ciliados, *Metopus* spp., *Loxodes* spp.,

Cænomorpha spp. y *Lagynus elegans*, entre otros. Comunidades típicas de aguas en autopurificación, contendrían *Stentor roeselii*, *Euplotes affinis*, *Coleps* spp. y *Frontonia* spp. En aguas moderadamente contaminadas o en lodos activados por aireamiento son comunes los ciliados Hypotrichida (*Vorticella convallaria* y *Euplotes* spp.). Casi todos estos géneros o especies existen en el país y se incluyen en la clave analítica propuesta por Scorza (1997), para la identificación de algunos protozoos ciliados de Venezuela.

- ¹¹ El interés sanitario de este último conocimiento, como parte esencial del proceso biológico de la potabilización de aguas, es de extremada importancia social. La situación de grave pobreza económica en el medio rural y en los suburbios de las principales ciudades o conglomerados habitacionales de Venezuela se expresa, entre otras necesidades básicas insatisfechas, por la ausencia de agua potable. (ver CAJA 1, PÁG. 206)
- ¹² Siguiendo la clasificación de Protozoa propuesta por el Comité sobre Sistemática y Evolución de la Sociedad de Protozoólogos (LEVINE *et al.* 1980), se tienen ciento tres (cuatro endocomensales) especies de Ciliata de vida libre y reconocemos nueve órdenes de los veintidós endocomensales (TABLA 1, PÁG. 198). Es importante señalar la absoluta ausencia de conocimientos de los ciliados Entodiniomorphida, que son especies comensales de mamíferos herbívoros y la de fauna ciliada Astomatida que tiene numerosos representantes en lombrices de tierra, gusanos que van adquiriendo gradual importancia como agentes recicladores de desechos domésticos orgánicos, o como fuente de proteínas sustituyentes de las harinas de origen animal en alimentos concentrados.
- ¹³ Contrasta el escaso conocimiento nacional de los protozoos de vida libre con relación a los endocomensales o parásitos. Ha habido poco o ningún interés por la vida microscópica animal de aguas dulces o saladas, a pesar de que se ha explorado, por ejemplo, el conocimiento de las algas que las acompañan. Presumimos que la mayor dificultad para estudiar vida animal microscópica se debe a la falta de fijadores adecuados que los preserven desde su colección hasta su estudio taxonómico ulterior.
- ¹⁴ Aparte de los trabajos citados anteriormente sobre protozoos de cultivos de musgos o de tierra, se incluyen 52 taxa de flagelados hallados en criaderos de caracoles (*Biomphalaria glabrata*) y de *Anopheles* spp., los primeros del centro del país y los segundos del occidente de Venezuela (TORREALBA *et al.* 1956, SCORZA *et al.* 1977).
- ¹⁵ La TABLA 2 (PÁG. 199), presenta 52 especies pertenecientes a siete de los trece órdenes de Mastigophorea Diesing, 1866 que contienen flagelados de vida libre hallados en Venezuela.

PROTOZOOS ENDOCOMENSALES O PARÁSITOS

- ¹⁶ La primera contribución, como una reseña histórica de los protozoos de Venezuela, fue elaborada por Gabaldón (1930) con una lista por orden taxonómico de 97 especies de amibas, flagelados, coccidios y ciliados, acompañada de otras listas para las especies por orden alfabético y para los hospedadores respectivos. La última lista destaca los autores que han señalado especies y donde sobresalen, por el mayor número de especies detectadas o descritas, el propio Arnaldo Gabaldón —con 16 especies entre 1928 y 1930, los coautores, Juan Iturbe y Eudoro González, con 7 especies entre 1916 y 1921 y Enrique Tejera con 22 especies, entre 1918 y 1924. Rafael Rangel figura como pionero, en 1905, con cuatro especies.

TABLA 1. Ciliata identificados en Venezuela (* = endocomensales).

<i>grupo</i>	<i>familia</i>	<i>género</i>	<i>especies</i>
Protomatida	Holophrydæ	<i>Holophrya</i>	4
		<i>Lagynophrya</i>	1
		<i>Urotricha</i>	1
		<i>Platyophrya</i>	1
		<i>Placus</i>	1
		<i>Pseudoprotodon</i>	2
		<i>Propodon</i>	3
		<i>Lacrymaria</i>	1
	Colepidæ	<i>Coleps</i>	5
	Spathidiidæ	<i>Spathidium</i>	3
		<i>Cranotheridium</i>	1
Pleurostomatida	Amphileptidæ	<i>Amphileptus</i>	1
		<i>Litonothus</i>	3
		<i>Loxophyllum</i>	2
	Tracheliidæ	<i>Dileptus</i>	5
		<i>Trachelius</i>	1
Karyorelictida	Loxodidæ	<i>Loxodes</i>	2
Trichostomatida	Colpodidæ	<i>Colpoda</i>	7
	Coelosomidæ	<i>Bryophrya</i>	1
	Balantidiidæ	<i>Balantidium</i>	2 *
Nassulida	Nassulidæ	<i>Nassula</i>	1
Cyrtophorida	Chilodonellidæ	<i>Chilodonella</i>	2
Hymenomastida	Parameciidæ	<i>Paramecium</i>	5
		<i>Microthrax</i>	1
	Frotoniidæ	<i>Frotonia</i>	3
		<i>Glaucoma</i>	3
		<i>Colpidium</i>	4
		<i>Urocentrum</i>	1
		<i>Pleuronema</i>	1
	Tetrahymenidæ	<i>Tetrahymena</i>	1
Heterotrichida	Metopidæ	<i>Metopus</i>	2
	Spirostomidæ	<i>Spirotomon</i>	2
	Stentoridæ	<i>Stentor</i>	4
	Halteriidæ	<i>Halteria</i>	1
	Plagiotomidæ	<i>Nyctotherus</i>	2 *
Hypotrichida	Oxytrichidæ	<i>Urostyla</i>	3
		<i>Oxytricha</i>	4
		<i>Stylonichia</i>	4
	Euplotidæ	<i>Euplotes</i>	4
	Epistylidæ	<i>Rhabdostyla</i>	2
		<i>Opisthostyla</i>	1
		<i>Epistylis</i>	1
	Vorticellidæ	<i>Vorticella</i>	4
TOTAL	23	43	103

En esta primera muestra de protozoos de Venezuela destacan las formas parásitas, apenas cuatro especies de agua dulce: *Colpoda* sp. y *Carchesium* sp., *Euglena* sp. y *Vahlkämpfia* sp., dos ciliados, un flagelado y una amiba. Interés particular hubo por las tricomonas, las amibas intestinales, los tripanosomas y los plasmodios. El *Trypanosoma cruzi* aparece como *Schizotrypanum cruzi*, entre los flagelados, y *Trypanosoma rangeli* (TEJERA 1920) como *Herpetomonas rangeli*. Es importante señalar que el *T. rangeli* fue descrito como *Crithidia* o *Trypanosoma rangeli*.

TABLE 2. Mastigophorea de vida libre halladas en aguas dulces de Venezuela.

grupo	familia	género	especies
Cryptomonadida	Cryptomonadidæ	<i>Cryptomonas</i>	1
		<i>Chilomonas</i>	1
Phytomonadida	Chlamydomonadidæ	<i>Chlamydomonas</i>	2
		<i>Gigantochloris</i>	1
	Carteridæ	<i>Polytomella</i>	2
		Volvocidæ	<i>Volvox</i>
			<i>Gonium</i>
		<i>Pandorina</i>	1
Euglenida	Euglenidæ	<i>Euglena</i>	5
		<i>Phacus</i>	9
		<i>Lepocinclis</i>	2
		<i>Trachelomonas</i>	13
	Astasiidæ	<i>Astasia</i>	1
	Anisonemidæ	<i>Anisonema</i>	1
		<i>Peranema</i>	1
Dinoflagellida	Peridiniidæ	<i>Peridinium</i>	2
	Cystodiniidæ	<i>Glenodinium</i>	1
	Gymnodiniidæ	<i>Gymnodinium</i>	1
Choanoflagellida	Codosigidæ	<i>Codosiga</i>	1
Kinetoplastida	Bodonidæ	<i>Bodo</i>	1
Diplomonadida	Hexamitidæ	<i>Trepomonas</i>	1
		<i>Hexamita</i>	1
TOTAL	13	22	52

- ¹⁸ Una segunda lista de 135 protozoos observados en Venezuela apareció cincuenta años más tarde y fue recopilada por Díaz-Ungria (1981). Esta lista contiene únicamente protozoos parásitos o endocomensales. De la familia Trypanosomatidæ no menciona al género *Phytomonas*, para entonces conocido. En cincuenta años transcurridos desde la publicación de Gabaldón (1930) el número de especies localizadas en Venezuela se había duplicado. El aumento de este número obedece al hallazgo de 26 géneros, es decir, aumento en diversidad genérica e incremento de diversidad específica. En algunos casos como los tripanosomas, las *Eimeria* y los plasmodios, el número de sus especies respectivas se duplica, octuplica o triplica respectivamente (TABLA 3).
- ¹⁹ En principio, aparte del hallazgo de nuevos géneros de Protozoa parásitos, el énfasis de su estudio se ha puesto en los coccidios, *Trypanosoma* y *Plasmodium*, motivo por lo cual los analizaremos como casos especiales. En la TABLA 4 señalamos los veintitrés géneros de protozoos parásitos hallados en Venezuela (1905–1994) con indicación del número de especies nuevas descritas en cada uno para un total de sesenta. Una lista detallada de las nuevas especies descritas para Venezuela se presenta en la TABLA 5.

TABLA 3. Comparación de los números de especies en los géneros de protozoos con mayor riqueza específica en Venezuela (1905-1930, 1931-1981).

GRUPO TAXONÓMICO	REVISIÓN	
	GABALDÓN (1930)	DÍAZ-UNGRIA (1981)
<i>Entamoeba</i>	6	10
<i>Blastocrithidia</i>	—	7
<i>Leishmania</i>	1	5
<i>Trypanosoma</i>	8	19
<i>Trichomonas</i>	13	10
<i>Giardia</i>	4	6
<i>Hæmogregarina</i>	2	4
<i>Eimeria</i>	3	25
<i>Isospora</i>	—	5
<i>Hæmoproteus</i>	3	5
<i>Plasmodium</i>	7	24
<i>Babesia</i>	1	8
<i>Zelleriella</i>	5	7
TOTAL	53	135

TABLA 4. Géneros de protozoos con especies nuevas de Venezuela (1905-1994).

<i>Amoebida</i>	<i>Kinetoplastida</i>	<i>Adeleina y Eimeriina</i>	<i>Hemosporina</i>
<i>Entamoeba</i> 1	<i>Blastocrithidia</i> 3	<i>Cariospora</i> 1	<i>Hæmoproteus</i> 4
	<i>Herpetomonas</i> 1	<i>Cryptosporidium</i> 1	<i>Paraleucocytozoon</i> 1
	<i>Leishmania</i> 2	<i>Cyclospora</i> 1	<i>Plasmodium</i> 12
	<i>Leptomona</i> 2	<i>Cystoisospora</i> 1	
	<i>Trypanosoma</i> 6	<i>Hæmogregarina</i> 1	
		<i>Eimeria</i> 12	
		<i>Fusiona</i> 1	
		<i>Hoarella</i> 1	
		<i>Isospora</i> 1	
		<i>Klosiella</i> 1	
		<i>Sarcocystis</i> 2	
		<i>Toxoplasma</i> 1	
		<i>Wenyonella</i> 3	
		<i>Fallisia</i> 1	
TOTAL 1	14	28	17

TABLA 5. Especies de protozoos nuevos descritos de Venezuela (1905-1994).

grupo	autor
<i>Entamoeba cnemidophori</i>	ARCAY 1958
<i>Blastocrithidia lituri</i>	TEJERA 1919
<i>Blastocrithidia nalipi</i>	TEJERA 1919
<i>Blastocrithidia torrealbai</i>	HUBSCH <i>et al.</i> 1977
<i>Herpetomonas floresi</i>	SCORZA y DAGERT 1954
<i>Leishmania garnhami</i>	SCORZA <i>et al.</i> 1979
<i>Leishmania pifanoi</i>	MEDINA y ROMERO 1959
<i>Leptomona blaberæ</i>	TEJERA 1926
<i>Leptomona foveati</i>	TEJERA 1919
<i>Trypanosoma advieri</i>	SCORZA y ÁLVAREZ 1979
<i>Trypanosoma barnolai</i>	TORREALBA <i>et al.</i> 1954
<i>Trypanosoma itriagoi</i>	TORREALBA <i>et al.</i> 1954
<i>Trypanosoma lineatus</i>	ITURBE y GONZÁLEZ 1916
<i>Trypanosoma ocumarensis</i>	SCORZA y DAGERT 1955
<i>Trypanosoma rangeli</i>	TEJERA 1920
<i>Fusiona geusi</i>	STEISKAL 1965
<i>Cariospora arcayæ</i>	VOLCAN y MEDRANO 1984
<i>Cryptosporidium ameivæ</i>	ARCAY y BASTARDO 1969
<i>Cyclospora cayetanensis</i>	ORTEGA 1993
<i>Cystoisospora frenkeli</i>	ARCAY 1981
<i>Eimeria boliviensis</i>	CASAS <i>et al.</i> 1995
<i>Eimeria akodoni</i>	ARCAY 1970
<i>Eimeria caripensis</i>	ARCAY 1964
<i>Eimeria flaviviridis</i>	ARCAY 1970
<i>Eimeria genitali</i>	ARCAY 1994

(cont...)

<i>Eimeria guerlingueti</i>	ARCAY 1970
<i>Eimeria hispidi</i>	BASTARDO 1974
<i>Eimeria ichiloensis</i>	CASAS <i>et al.</i> 1995
<i>Eimeria ojasii</i>	ARCAY 1964
<i>Eimeria proechimy</i>	ARCAY 1964
<i>Eimeria subcylindrica</i>	ARCAY & BASTARDO 1970
<i>Eimeria trinidadensis</i>	CASAS <i>et al.</i> 1995
<i>Fallisia neotropicalis</i>	GABALDÓN <i>et al.</i> 1985
<i>Isospora scorzai</i>	ARCAY 1967
<i>Klosiella tejerai</i>	SCORZA <i>et al.</i> 1957
<i>Sarcocystis iturbei</i>	VOGELSANG 1938
<i>Sarcocystis didelphidis</i>	SCORZA <i>et al.</i> 1957
<i>Toxoplasma serpai</i>	SCORZA <i>et al.</i> 1956
<i>Wenyonella ameivai</i>	ARCAY & BASTARDO 1970
<i>Wenyonella arcayæ</i>	BASTARDO 1974
<i>Wenyonella maligna</i>	ARCAY 1970
<i>Hæmogregarina legeri</i>	Scorza <i>et al.</i> 1956
<i>Paraleucozytozoon lainsoni</i>	ARCAY 1968
<i>Plasmodium attenuatum</i>	TELFORD 1973
<i>Plasmodium aurulentum</i>	TELFORD 1971
<i>Plasmodium berti</i>	GABALDÓN y ULLOA 1981
<i>Plasmodium beebei</i>	TELFORD 1978
<i>Plasmodium gabaldoni</i>	GARNHAM 1977
<i>Plasmodium iguanæ</i>	TELFORD 1980
<i>Plasmodium lainsoni</i>	TELFORD 1978
<i>Plasmodium scorzai</i>	TELFORD 1978
<i>Plasmodium pifanoi</i>	SCORZA y DAGERT 1956
<i>Plasmodium tejerai</i>	GABALDÓN y ULLOA 1977
<i>Plasmodium torrealbæ</i>	SCORZA y DAGERT 1957
<i>Plasmodium telfordi</i>	LAINSON, LANDAU y SHAW 1971
<i>Hæmoproteus gonzalezi</i>	ITURBE y GONZÁLEZ 1921
<i>Hæmoproteus rotundus</i>	GABALDÓN y ULLOA 1928
<i>Hæmoproteus ortalidum</i>	GABALDÓN y ULLOA 1978
<i>Hæmoproteus cracidarum</i>	BENNETT <i>et al.</i> 1982
<i>Hoarella garnhami</i>	ARCAY 1963

²⁰ Los Coccidea Leuckart 1879, constituyen el grueso de las especies estudiadas en Venezuela. De 109 especies de coccidios (TABLA 6), 41 (38 por ciento) han sido encontradas en el tubo digestivo de mamíferos domésticos y 17 (16 por ciento) en aves de corral. De reptiles y batracios apenas conocemos diez especies (9 por ciento) y en otros animales silvestres un 18 por ciento del total identificados. La inmensa riqueza específica de mamíferos en Venezuela, con 327 especies en 153 géneros (LINARES 1998), revela el poco conocimiento que se tiene de este y otros grupos de protozoos endocómensales o parásitos.

TABLA 6. Especies de Eucoccidiida de vertebrados de Venezuela.
(*) Incluye a los seres humanos, (+) presentes, (-) ausentes.

<i>hospedadores</i>	<i>número de especies</i>	<i>Eimeriidæ</i>	<i>Sarcocystidæ</i>	<i>Cryptosporidiidæ</i>
Primates *	6	+	+	+
Marsupialia y Edentata	3	+	+	-
Gato	6	+	+	+
Perro	5	+	+	+
Equidos	5	+	+	+
Caprinos	10	+	+	-
Ovinos	4	+	+	-
Bovinos	17	+	+	-
Porcinos	5	+	+	+
Conejos	6	+	-	-
Roedores domésticos	4	+	+	-
Roedores silvestres	11	+	-	-
Aves domésticas	17	+	+	+
Lagartos	8	+	-	-
Sapo (<i>Bufo marinus</i>)	2	-	-	+
TOTAL	109			

- ²¹ Consideraciones similares podrían hacerse también para el estudio de las cuatro familias de Hæmosporidiida, incluida la familia Garniidæ propuesta por Lainson *et al.* (1971), y los Plasmodiidæ, donde tres de las cuatro especies del género *Plasmodium* también típicas por su morfología, y patógenas específicas para el hombre, constituyen en la historia sanitaria de Venezuela páginas de una epopeya inigualable: el del control del paludismo, único en un extenso territorio continental. Fue obra sanitaria concebida, planificada, ejecutada y evaluada por venezolanos.
- ²² Los parásitos maláricos y sus afines de las familias Leucocytozoidæ, Hæmoproteidæ y Garniidæ, pueden reconocerse en simples extendidos de sangre coloreados con los derivados de Romanovsky. En el caso de los coccidios, aunque con mayor gama de caracteres a analizar, también pueden ser identificados con un buen microscopio.
- ²³ Las especies de *Plasmodium* de lagartos, aves y mamíferos en Venezuela, suman treinta, incluidas en dos subgéneros en mamíferos, tres en aves y cinco en lagartos.
- ²⁴ Como en toda la región neotropical, las especies del género *Plasmodium* de primates se encuentran parasitando exclusivamente al hombre y son transmitidas por mosquitos del género *Anopheles*. El *Plasmodium* que parasita al hombre es un género origina-

rio del Viejo Mundo, con distribución en los subcontinentes orientales de Gondwana, desde África ecuatorial, el archipiélago Indo-Malayo (Sumatra, Java, Borneo) hasta la India y Formosa, donde las especies parasitan primates Catarrinos: gibones, macacos, chimpancés, gorilas, orangutanes y desde luego, al hombre mismo.

- ²⁵ En América del Sur dos especies de *Plasmodium* del hombre infectan Platirrinos: *Saimiri*, *Cebus*, *Alouatta*, *Ateles*, *Leontocebus* y *Aotus*. Aceptamos que *P. malariae* ha infectado secundariamente algunos Cebidae para dar origen a cepas silvícolas identificables como *P. brasilianum* Gonder y Baremburg-Gossler. En Barinas, Serrano (1967) encontró, en *Alouatta seniculus* a *P. brasilianum* y *P. simium*, la otra especie amazónica, mientras que en *A. fusca* encontró a *P. vivax* como una infección natural de *P. vivax*. Es importante señalar que otras especies de *Plasmodium* también infectan en el Viejo Mundo a búfalos, así como a puercoespines (*Athenurus* sp.) y murciélagos de África, Borneo y Malaya.
- ²⁶ Con excepción de *Plasmodium (Huffia) elongatum* Huff, 1930 que en Venezuela parasita 8 órdenes y 15 familias de aves (GABALDÓN 1998), las otras once especies halladas en Venezuela de los subgéneros *Giovannolaia*, *Novyella*, *Hæmamoeba* y *Huffia* parasitan una o dos familias de aves de un mismo orden.
- ²⁷ Similar diversidad específica de *Plasmodium* en Venezuela se detecta en los lagartos. Cuando Garnham (1966) hizo una revisión de estos parásitos, propuso para ellos los subgéneros *Carinamoeba* y *Sauramoeba*. Entonces se conocían veintitrés especies de *Plasmodium* de lagartos en el mundo, de las cuales seis se hallaban en Venezuela. Desde entonces, este número se ha elevado hasta quince en lagartos de las familias Teiidae, Iguanidae, Gekkonidae y Sphærodactylidae, muy especialmente gracias al trabajo de Sam R. Telford en el estado Cojedes, localidad-tipo de siete nuevas especies. La riqueza y diversidad de especies de parásitos maláricos de lagartos en Venezuela puede apreciarse por los resultados del estudio de una muestra de 370 lagartos pertenecientes a las mismas familias mencionadas (SCORZA 1970). Se detectaron 140 infecciones maláricas y se identificaron cuatro especies: *P. rhadinurum* en el 82 por ciento de los ejemplares de *Iguana iguana*, *P. tropiduri* en 28 por ciento de *Tropidurus torquatus*, *P. basilisci* en 31 por ciento de *T. torquatus* y también en 44 por ciento de *Ameiva ameiva*, y además, *P. cnemidophori* en 23 por ciento de *A. ameiva*.
- ²⁸ En la TABLA 7 se presenta la diversidad de especies de *Plasmodium* en aves de Venezuela.
- ²⁹ Entre los protozoos parásitos, por su extremada importancia en salud pública, se destacan en Venezuela en primer lugar, *Plasmodium falciparum*, *P. vivax* y *P. malariae* como agentes etiológicos de la malaria; cuatro especies o complejos de especies del género *Leishmania*: complejos *L. mexicana*, *L. braziliensis* y *L. guyanensis*, además de *L. chagasi*, como agentes productores de la leishmaniasis tegumentaria los tres primeros y de la leishmaniasis visceral, la cuarta. El *Trypanosoma cruzi*, productor de la tripanosomiasis americana surge nuevamente en los llanos occidentales, como causa primaria de la Enfermedad de Chagas aguda.
- ³⁰ Sobre la situación actual de la malaria en Venezuela, podemos referir que de 22.311.000 habitantes, 496.000 (2,2 por ciento) viven en áreas de mediano riesgo que originalmente fueron maláricas y hoy se encuentran en fase de mantenimiento, esto es, en vigilancia y control para evitar su reinfección. Otros 191.000 habitantes (0,8 por ciento) viven en localidades de alto riesgo (OPS-OMS, Informe XLV; 1997). Esta última situación se tradujo por la producción de 22.232 casos de malaria en 1996 y de 28.056 casos

en 1997. De estos casos, 81,1 por ciento fueron producidos por *P. vivax* y 18,4 por ciento por *P. falciparum*. En el presente, los estados Táchira, Monagas, Guárico, Anzoátegui y Aragua, en fase de mantenimiento, registran transmisión malárica local. De las veintidós entidades federales, once se hallan infectadas con malaria reintroducida (*Semana Epidemiológica* núm. 53, Endemias Rurales, MSAS, Maracay-Venezuela, 1998).

- ³¹ En cuanto a leishmaniasis se refiere, la situación no es menos halagadora. En la ciudad de Trujillo, con 36.429 habitantes, la casuística por la forma cutánea de la enfermedad sobrepasa los 120 casos por año, con muy serias dificultades económicas para la aplicación de tratamientos específicos y efectivos. En fármaco solamente, el tratamiento cuesta más de Bs. 80.000 por paciente (SCORZA *et al.* 1995). Se estiman en más de 2.000 los casos anuales para todo el país.
- ³² La enfermedad aguda de Chagas, que creímos controlada después de 1965 por la aplicación intramural de dieldrina y el reforzamiento de la campaña de saneamiento ambiental junto con el desarrollo de los programas de vivienda rural, ha hecho reaparición en Barinas con casos que, en un 30–80 por ciento, exhiben el signo de Romana o complejo oftalmoganglionar, con severos daños miocárdicos detectados mediante estudios en biopsia del corazón, particularmente en menores de 10 años y con mayor severidad en lactantes (CARRASCO y CARRASCO 1997).
- ³³ Parece evidente, dentro del paréntesis sesgado de nuestro interés por la salud pública, que en el ámbito de la biodiversidad de los protozoos de Venezuela, éstos constituyen hoy por hoy una amenaza cierta y muy especial para el sector joven de nuestra población y reclaman, con alta prioridad, estudios y programas de investigación, sean fundamentales o aplicados, cuyo desarrollo constituirá un importante incentivo para la solución de problemas que solamente a nosotros incumben por razones zoológicas, demográficas, históricas, económicas y sociales.

TABLE 7. Subgéneros de *Plasmodium* parásitos de aves hallados en Venezuela. Entre paréntesis se indica la familia de aves hospedadora.

<i>Haemamoeba</i>	<i>Giovannolaia</i>	<i>Huffia</i>	<i>Novyella</i>
<i>P. (H.) relictum</i> (Tringillidæ)	<i>P. (G.) circumflexum</i> (Thraupidæ)	<i>P. (H.) elongatum</i> (Columbidæ y otras diversas familias)	<i>P. (N.) vaughani</i> (Icteridæ-Turdidæ)
<i>P. (H.) cathemerium</i> (Turdidæ)	<i>P. (H.) gabaldoni</i> (Anatidæ)		<i>P. (N.) yuxtannucleare</i> (Icteridæ y Phasianidæ)
<i>P. (H.) lutzi</i> (Rallidæ)			<i>P. (N.) columbæ</i> (Columbidæ)
<i>P. (H.) tejerai</i> (Meleagridæ)			<i>P. (N.) bertii</i> (Rallidæ)

Potabilización del agua de consumo humano mediante filtros de arena

Las enfermedades diarreicas infantiles, desde hace más de medio siglo, continúan siendo la primera causa de mortalidad, a pesar de los gastos en unidades y recursos para programas de rehidratación oral. En la tramosa quimera de dotar a cada poblado con un acueducto suficiente, se han gastado, para no decir invertido, grandes presupuestos en plantas de tratamiento que terminan saturadas o tapiadas por sedimentos o se convierten en inservibles por la falta de adecuadas prácticas de operación y mantenimiento. Al lado de ello, nos hemos olvidado de un recurso centenario como la tecnología simple para la construcción de filtros lentos de agua por arena, como solución práctica y económica para potabilizar el agua de consumo familiar o de pequeñas comunidades. En esencia, se trata de armar o construir un cilindro de cemento o de polivinilo de una altura de dos metros, con un fondo perforado para la salida de agua «tratada». Este cilindro estaría lleno, hasta 15 cm de altura con grava fina y encima, hasta 60 o 120 cm de altura con arena muy fina de 0,15–0,35 mm, que va a soportar una columna de agua a filtrar de 80 cm. Este filtro permite, a partir del momento de su construcción y de su llenado con agua, en los próximos diez días y hasta los siguientes sesenta días, reducir en un 95 por ciento la cantidad de *Escherichia coli* contaminante y en un 98 por ciento la de poliovirus del agua afluyente, con un rendimiento de 30–100 litros de agua filtrada por hora para un cilindro de 80 cm de diámetro, con eliminación de turbiedad, de mal olor, con recuperación de buen sabor y sobre todo, con la casi total reducción de las cargas de partículas de virus, bacterias intestinales y protozoos coprozóicos patógenos. El trasfondo científico de esta purificación de agua por filtros lentos de arena se explica fundamentalmente por la cadena biológica de consumo de bacterias y de materia orgánica disuelta por los microflagelados y nemátodos, regulados a su vez por actividad saprofítica u holozóica de los ciliados y metazoos microscópicos que habitan los intersticios de las partículas de arena en los primeros diez centímetros de la superficie del filtro, en la llamada «capa-sucia» (LLOYD 1974). Dos unidades de un filtro tal, de 50 cm de diámetro pueden, alternativamente, filtrar y sanear agua suficiente para cinco familias. El trabajo de Madoni (1981) aunque publicado como un *Manuali dei utilizzazione degli indicatori biologici di qualità delle acqua*, (Consiglio Nazionale delle Ricerche, Roma), es simplemente un tratado práctico de taxonomía para la comprensión del mecanismo de depuración de los filtros construidos con arena.

REFERENCIAS

- BAMFORTH, S. 1997.
Evolutinary implications of soil protozoan succession. *Revista Sociedad Mexicana Historia Natural* 47:93-97.
- DÍAZ-UNGRÍA, C. 1981.
Protozoos de Venezuela. *Kasmera* 9:147-215.
- DOBELL, C. 1911.
The principles of protistology. *Archiv fur Protistenkunde* 23:269-310.
- FINLEY, B. J. 1998.
The global diversity of protozoa and other small species. *International Journal for Parasitology* 28:29-48.
- FOISSNER, W. 1987.
Soil protozoa: fundamental problems, ecological significance, adaptations in ciliates and testaceans, bioindicators, and guide to the literature. *Progress in Protistology* 2:69-212.
- FOISSNER, W. y BURGER, H. 1996.
A user-friendly guide to the ciliates (Protozoa, Ciliophora) commonly used by hydrobiologists as bioindicators in rivers, lakes and waste waters, with notes on their ecology. *Freshwater Biology* 35:375-482.
- GABALDÓN, A. 1930.
Nota histórica sobre los protozoos señalados en Venezuela. *Gaceta Médica de Caracas* 37:131-140.
- GABALDÓN, A. 1998.
Malaria aviaria en un país de la región neotropical: Venezuela. Fondo Editorial Interfundaciones. Caracas.
- GARNHAM, P. C. 1966.
Malaria parasites and other Haemosporidia. Blackwell Sci. Publ., Oxford.
- GRAHAM, J. M. 1991.
Symposium. Introductory remarks: a brief history for aquatic microbial ecology. *Journal of Protozoology* 38:66-69.
- HEGNER, R. W. 1924.
Parasitism among the protozoa. *Scientific Monthly* 19:140-155.
- LAINSON, R., LANDAU, I. y SHAW, J. J. 1971.
On a new family of non-pigmented parasites in the blood of reptiles: Garniidae Fam. Nov. (Coccidiida: Haemosporidea). Some species of the new genus. *Garnia. Intern. J. Parasitol.* 1:241-250.
- LEVINE, N., CORLISS, J. O., COX, F. E., DROUX, G., GRAIN, J., HONIGBER, B. M., LEEDALE, G. F., LUEBLICH, A. R., LON, J., LYNN, D., MERINFELD, E. G., PAGL, F. C., POIJANSKY, G., SPRAGUE, V., VAVRA, J. y WALLACE, F. 1980.
A newly revised classification of the Protozoa. *Journal of Protozoology* 27:37-58.
- LINARES, O. 1998.
Mamíferos de Venezuela. Sociedad Conservacionista Audubon de Venezuela.
- LLOYD, B. 1974.
The functional microbial ecology of slow sand filters. PhD. Tesis, Universidad de Surrey. Mimeogr.
- MADONI, P. 1981.
I protozoi deli impianti biologici di depurazione. Consiglio Nazionale Delle Ricerca Roma, 7-134 pp.
- MINCHIN, E. A. 1916.
The evolution of the cell. *American Naturalist* 50:5-38.
- SCORZA, J. V. 1970.
Lizard Malaria. Trabajo de Grado de la Universidad de Londres. Imperial College of Science and Technology.
- SCORZA, J. V. 1997.
Introducción al conocimiento microscópico de ambientes astáticos. 1. Protozoos-Humedales de Venezuela. *Talleres Núm.* 5:13-62.
- SCORZA, J. V. y NUÑEZ-MONTIEL, O. 1954.
Estudio experimental sobre la sucesión de protozoarios que se desarrolla en las infusiones de musgo y de las variaciones de pH que la acompañan. *Acta Biológica Venezolana* 1:213-230.
- SCORZA, J. V., AÑEZ, N., SEGNINI, S. y RAMÍREZ, P. 1977.
Ecología de las larvas de *Anopheles nuneztovari* Gabaldón, 1940 en el Vigía, Mérida, Venezuela. *Boletín de la Dirección de Malaria y Saneamiento Ambiental* 17:20-52.
- SERRANO, J. A. 1967.
Plasmodium (Plasmodium) brasilianum Gonder y Barenberg-Gossler, 1908 en *Alouatta seniculus* de Venezuela. *Acta Científica Venezolana* 18:13-15.

- SOGIN, M.L. y SILBERMAN J.D. 1998. Evolution of the protists and protistan parasites from the perspective of molecular systematics. *International Journal for Parasitology* 28:11-20.
- SOLARTE, Y., MORENO, E. y SCORZA, J.V. 1996. Flageliasis de plantas: comentarios sobre una revisión bibliográfica. *Revista de Ecología Latinoamericana* 3:57-67.
- STEIN, F. 1859. *Der Organism der Infusionstiere*. I. Abteilung. Verl. von Wilhelm Engelmann, Leipzig.
- TEJERA, E. 1920. Un nuvean flagellé du *Rhodnius prolixus*, *Trypanosoma* (ou *Criithidia*) *rangeli* n.sp. *Bull. soc. Path. Exot.* 13:527-529.
- TORREALBA, J.F., SCORZA, J.V., SERPA, M., DÍAZ, A., RICCARDI, B. y JORDAN, L.S. 1956. Nota preliminar sobre la acción malaquicida del fruto del paraparo (*Sapindus saponaria*). *Gaceta Médica de Caracas*.
- URDANETA, S. 1962. *Estudio preliminar sobre los ciliados endocomensales de algunos erizos de mar del litoral del Distrito Federal (Venezuela)*. Trabajo de Grado, Lic. Biología. Universidad Central de Venezuela. Caracas.

