

Prevalencia de hemoparásitos en aves silvestres, en zona oriental del estado Falcón, Venezuela 2013-2015

Prevalence of hemoparasites in wild birds, in the eastern zone of the Falcon state, Venezuela 2013-2015

Carmen J. Silva-Sánchez^{1*}, Carmen Arévalo¹, Nurialby Viloría¹ & José Romero Palmera^{1,2}

RESUMEN

Los parásitos sanguíneos son transmitidos por vectores hematófagos y pueden ocasionar impactos negativos en los hábitos del hospedador y como consecuencia, desbalances en la diversidad biológica de las especies de vida silvestre. El objetivo de este estudio fue estimar la prevalencia de hemoparásitos en aves silvestres de la zona oriental del estado Falcón, Venezuela entre 2013-2015. Para ello, se seleccionaron siete localidades, con características de pasos migratorios que presentaban vegetación fragmentada, considerando los dos períodos climáticos. Para la captura de las aves se emplearon redes de neblinas y su clasificación taxonómica se basó en los caracteres físicos en campo y en los registros fotográficos en el laboratorio. La población estudiada consistió de 797 individuos de 85 especies y 25 familias. Se tomaron muestras sanguíneas de la vena ulnar, para la posterior realización de extendidos que fueron coloreados con la solución de Giemsa. El diagnóstico parasitológico se realizó por microscopía de luz (1000x), identificándose 144 individuos positivos con una prevalencia general del 18,07%; para el género *Plasmodium* 9,66 %, *Haemoproteus* 8,66%, *Trypanosoma* 0,75% y microfilarias 1,00%; siendo la familia más afectada *Columbidae* y los individuos susceptibles fueron *Thryothorus rutilus* y *Nemosia pileata*. En esta encuesta se incluyeron 8 nuevos registros de hospedador-hemoparásito, se evidenció la periodicidad estacional, además de infecciones en aves residentes y juveniles, cuyo rango de vuelo son cortos por lo que se infiere que en las localidades en estudio están presentes los elementos de la triada epidemiología, hospedador, vectores y parásitos.

Palabras claves: Aves, *Plasmodium*, *Haemoproteus*, *Trypanosoma*, microfilaria, prevalencia.

SUMMARY

Blood parasites are transmitted by hematophagous vectors and can cause negative impacts on host habits and as a consequence, imbalances in the biological diversity of wildlife species. The objective of this study was to estimate the prevalence of hemoparasites in wild birds of eastern Falcon state, Venezuela between 2013-2015. For this, seven localities were selected, with characteristics of migratory steps that presented fragmented vegetation, considering the two climatic periods. For the capture of the birds, mist networks were used and their taxonomic classification was based on the physical characters in the field and the photographic records in the laboratory. The study population consisted of 797 individuals from 85 species and 25 families. Blood samples were taken from the ulnar vein, for the later realization of stretches that were colored with the solution of Giemsa. The parasitological diagnosis was performed by light microscopy (1000x), identifying 144 positive individuals with a general prevalence of 18.07%; for the genus *Plasmodium* 9.66%, *Haemoproteus* 8.66%, *Trypanosoma* 0.75% and microfilariae 1.00%; Being the family most affected *Columbidae* and the susceptible individuals were *Thryothorus rutilus* and *Nemosia pileata*. In this survey, 8 new host-hemoparasite registers were included, seasonal periodicity was evidenced, as well as infections in resident and juvenile birds, whose ranges of flights are short so it is inferred that in the study sites are present the elements of The triad epidemiology, host, vectors and parasites.

Key words: Birds, *Plasmodium*, *Haemoproteus*, *Trypanosoma*, microfilaria, Prevalence.

¹ Laboratorio de Biología de Vectores y Reservorios (LBVR) -Centro de Estudios de Enfermedades Endémicas y de Salud Ambiental (CEEESA), Servicio Autónomo Instituto de Altos Estudios "Dr. Arnoldo Gabaldon" (IAE).

² Cátedras Trabajo de Investigación y Proyecto de Investigación, Escuela de Bioanálisis Lcda. Omaira Figueroa, Facultad de Ciencias de la Salud (FCS) - Universidad de Carabobo (UC).

*Autor de Correspondencia: cjsilvasanchez@gmail.com

INTRODUCCIÓN

El parasitismo representa una de las formas de vida más exitosa sobre el planeta (Matta & Rodríguez, 2001), siendo objeto de numerosos estudios para identificar agentes etiológicos, interacciones y afectación con la calidad de vida del hospedador. Debido a su biodiversidad, se han clasificado según el tejido que afectan; así, los hemoparásitos son un grupo de helmintos y protozoarios que usan la sangre para su reproducción y crecimiento (Costamagna, 2008). En las aves, se han reportado microfilarias, *Trypanosoma* y esporozoarios intracelulares (Filo: Apicomplexa, Clase: Haemosporida), siendo *Plasmodium*, *Haemoproteus* y *Leucocytozoon* los principales géneros descritos, en casi todas las regiones geográficas (Fecchio, 2011, Matta & Rodríguez, 2001 Valkiūnas, 2003 y Londoño *et al.*, 2007).

Las Haemosporidas, integran el orden de parásitos protistas heteroxenos (Valkiūnas *et al.*, 2005). Desarrollándose en el vertebrado una fase asexual o esquizogónica y en el hospedador invertebrado el ciclo sexual esporogónico (Botero & Restrepo, 2012). En el caso de las filarias, la etapa sexual ocurre en el ave hospedadora. A pesar de las similitudes en cuanto al ciclo biológico que puedan tener los hemoparásitos aviarios, se señalan diferencias muy importantes como es la especificidad de los vectores, de esta manera para *Haemoproteus* se han incriminado a los culicoides e hypoboscidos, este último también ha sido señalado como responsable de la transferencia de *Trypanosoma*, conjuntamente con los simúlidos y para microfilarias, se han inculcado principalmente a ceratopogónidos y simúlidos (Campbell & Ellis, 2007; Martínez, 2010).

A su vez, la patología producida varía según la especie de parásito y de hospedador (Romero, 2011), asociándose a *Plasmodium*, *Haemoproteus* y *Leucocytozoon* diversas alteraciones como la deformación de los hepatocitos, produciendo hepatoesplenomegalia. Además, en los eritrocitos causa distorsión morfológica, disminuyendo su vida media, trayendo como consecuencia hemólisis intravascular, hemoglobinuria y finalmente una anemia severa (Fox *et al.*, 1996; Valkiūnas, 2005). Mientras, las infecciones causadas por filarias y *Trypanosoma*, son consideradas no patógenas (Gabaldon, 1998); pero, pueden causar inflamación de las venas y arterias.

Por tanto, los hemoparásitos, ocasionan impactos negativos en los hábitos del hospedador (Londoño *et al.*, 2007) y como consecuencia, decrecimiento o desbalance en la diversidad biológica de las especies de vida silvestre (Molyneux *et al.*, 1983; Apanius, 1991).

En la región neotropical, se han realizado investigaciones sobre las interacciones hemoparásito-ave, dando indicios epidemiológicos de la infección (White *et al.*, 1978, Young *et al.*, 1993; Valkiūnas, 2003; Matta *et al.*, 2004; Londoño *et al.*, 2007). Sin embargo, en Venezuela a pesar del potencial avifaunístico, son pocos los reportes acerca de la prevalencia, la distribución de estos parásitos y las aves afectadas (Gabaldon, 1998; Mijares *et al.*, 2012; Belo *et al.*, 2012; Silva *et al.*, 2015, Praderes, 2016).

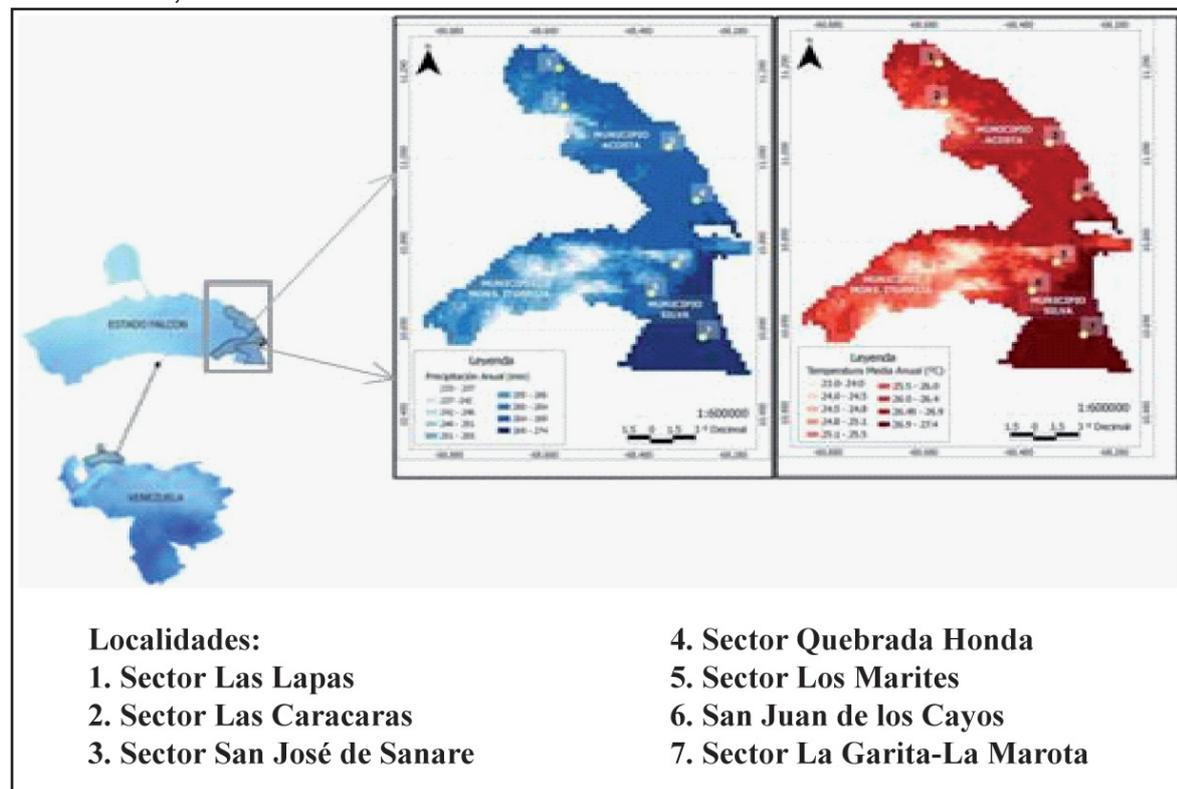
En concordancia a lo antes expuesto se planteó la estimación de la prevalencia a hemoparásitos en aves silvestres en siete localidades de la zona oriental del estado Falcón, igualmente se evaluaron las relaciones del parasitismo con el período climático, la distribución por especie y susceptibilidad de la infección con respecto algunas condiciones ambientales.

MATERIALES Y MÉTODOS

El muestreo de aves silvestres se realizó en siete localidades de la zona oriental del estado Falcón, entre 2013 y 2015. Las localidades seleccionadas presentan altitud de 16 msnm, con rasgos ambientales similares (Fig. 1), consistentes con características ecológicas propias de pasos migratorios. En cuanto a la vegetación presentan características de áreas cultivadas-chaparral y matorral desértico, sin embargo se observaron en los bosques naturales, espacios creados por la agricultura y el desarrollo urbano, originando paisajes fragmentados, como resultado de acción antrópica por expansión poblacional, con disminución de la abundancia de la flora natural, pero conserva el comportamiento fenológico acorde a la época del año.

En este estudio se consideró la variación climática anual en Venezuela, caracterizada por dos períodos: uno seco, que va desde noviembre hasta abril, y otro de lluvia, a partir de mayo hasta octubre (INAMEH, 2011), muestreándose en tres meses de cada período. La población estuvo conformada por

Fig. 1. Prevalencia de hemoparásitos en aves silvestres, en siete localidades de la zona oriental del estado Falcón, Venezuela 2013-2015.



797 individuos capturados (537 Passeriformes y 260 No Passeriformes), pertenecientes a 85 especies de aves.

Para la captura, se emplearon mallas de neblina con orificios de diferentes tamaños (1,5; 2,5 y 3,5 cm), de nylon N° 1 y 2, colocadas en zigzag y horizontales, adecuadas a las condiciones ecológicas del sitio de muestreo, lo que permitió capturar el mayor número de aves, con un esfuerzo de muestreo de 2.054 h/red. Una vez capturada el ave, fue retirada de la malla y colocada en bolsas de tela fresca con microporo, acorde a la talla del individuo (Ralph, *et al.*, 1996), para su traslado a la estación de trabajo de campo; donde se realizó lo siguiente: 1) Registro fotográfico cámara digital marca Sony de 16.1 megapíxeles, de 5 o más caracteres taxonómicos; 2) Sexaje y estimación de edad; y 3) Clasificación taxonómica.

La categorización en machos y hembras se pudo realizar en aquellas especies en las cuales se constató el dimorfismo sexual de caracteres

morfológicos. Mientras que en las especies sin características físicas diferenciales evidentes, las aves se clasificaron como monomórficas (Hilty, 2003). Para determinar la edad de las aves, se emplearon como criterios las características del plumaje y la comisura del pico considerándose como jóvenes, aquellas que presentaron tanto plumas de textura más suelta y débil, esto es, con menos barbas, bárbulas y conexiones; y con una comisura del pico hinchada y más brillantemente coloreada. En caso contrario a lo mencionado, se consideró el ave como adulta (Ralph *et al.*, 1996; Hilty, 2003).

Mientras que la identificación taxonómica, en las áreas de estudio, se tomó en atención las características corporales externas (plumaje, pico, patas y tamaño), mientras que el material fotográfico obtenido, se empleó para constatar con la bibliografía, la especie del ave (Ralph *et al.*, 1996; Hilty, 2003).

La toma de muestra de sangre periférica, se realizó inicialmente inmovilizando el cuello, extendiendo una de las alas, eliminando parte del

plumaje y aplicando asepsia con alcohol, se visualizó y se palpó la vena ulnar (Rose *et al.*, 2007). Con un estilete estéril, se le realizó una punción, la primera gota sanguínea se descartó, las sucesivas, se colocaron sobre una lámina portaobjeto, previamente rotulada e identificada, se realizaron tres (03) extendidos finos por ave (Brown & Neva, 1991; Wide *et al.*, 2011). Posteriormente, se realizó compresión en el sitio de venopunción del individuo, con el objeto de detener el sangrado del ave capturada, para su posterior liberación (Ralph *et al.*, 1996).

Los extendidos se dejaron secar a temperatura ambiente, aproximadamente 5 minutos, luego se fijaron con metanol durante 3 minutos y una vez secos, se almacenaron en caja porta láminas. Los mismos fueron trasladados al Laboratorio de Biología de Vectores y Reservorios (LBVR) en el Centro de Estudios de Enfermedades Endémicas y Salud Ambiental (CEEESA), perteneciente al Instituto de Altos Estudios “Dr. Arnoldo Gabaldon” (IAE), ubicado en la ciudad de Maracay, estado Aragua, Venezuela.

La coloración de los extendidos sanguíneos fue realizada con una dilución 1:20 de solución de Giemsa (Sigma), en agua destilada (pH 6,8) a razón de 3 mL/lámina (Silva *et al.*, 2015). La sistemática empleada consistió en realizar la dilución, colocando sobre un soporte de vidrio las láminas portaobjetos invertidas y levemente inclinadas, para proveer un ligero espacio entre el soporte y las mismas. Por capilaridad se agregó la preparación del colorante evitando formar burbujas; se dejó actuar durante 30 minutos; posteriormente, se lavó con agua, dejándose secar a temperatura ambiente (Flores & Cabello, 2004).

La evaluación parasitológica, se realizó empleando un microscopio marca Óptima, modelo XSZ-207 con aumento de 1000x, recorriendo de izquierda a derecha todos los campos del extendido. Al visualizar el hemoparásito, se consideraron aspectos anatómicos particulares de los diferentes géneros, cuya identificación de especies generalmente se basa en las características morfológicas del mismo (Gabaldon, 1998). En el caso de *Plasmodium*, la clasificación se realizó hasta subgénero. Para ello se precisaron al menos tres (03) formas parasitarias y una de ellas debía ser esquizonte. Posteriormente, se procedió a fotografiar empleando una cámara digital marca SONY de 16.1 megapíxeles.

Para la recolección de los datos, en campo se emplearon planillas del censo de avifaunas, en la cual se registraba el código, fecha, coordenadas geográficas, posible taxonomía de la especie aviar, número de extendidos realizado, códigos del registro fotográfico y observaciones de interés. La serie de datos se digitalizó en una planilla de cálculos, empleando el programa Microsoft Office Excel®, asignando a cada columna los datos mencionados, además de las variables intrínsecas del ave: edad, sexo, residentes/migratorias y las ambientales: tipo de vegetación, período climático (seco y lluvioso). Mientras que las filas, se le ingresó la información obtenida de cualquier naturaleza, esta última va a corresponder al número de registros obtenidos, de esta manera se construye una matriz de datos, que fue analizada mediante estadística descriptiva, empleando el paquete estadístico Epi Info 3.5.4; para la estimación de las prevalencias. Para la asociación entre las variables consideradas en este estudio, versus la infección parasitaria, se usó el estadístico Chi cuadrado (χ^2) (Morales & Pino, 1987).

RESULTADOS

Los 797 individuos fueron clasificados taxonómicamente en el orden Passeriformes (14 familia; 66 especies) y no Passeriformes (11 familias; 19 especies) (Tabla I), siendo *Sporophila intermedia* seguida de *Columbina talpacoti* las aves capturadas en mayor abundancia. Del examen microscópico se obtuvo prevalencia global de 18,07% (IC: 15,33-20,80) afectando 25 especies de aves. Entre los passerinos las familias más prevalentes fueron Parulidae 27,27% e Icteridae 20,00%; y en los no Passeriformes, la familia Columbidae 44,79%. Mientras los individuos susceptibles fueron *Thryothorus rutilus* y *Nemosia pileata* (100%). Así mismo se evidenció 12,4% (18/144) infección mixta siendo la combinación de los géneros de *Plasmodium* y *Haemoproteus*, los más frecuentes (Tabla I).

Además se calculó la prevalencia específica por hemoparásito, para *Trypanosoma* sp. 0,75% (6/797), microfilaria 1,00% (8/797), *Plasmodium* sp. 9,66% (77/797) y *Haemoproteus* sp. 8,66% (69/797). Para *Plasmodium*, se clasificó en subgénero en *P. (Novyella)* 45,45%; *P. (Giovannolaia)* 9,09%, y *P. (Haemamoeba)* 1,30%. En cuanto *Haemoproteus*, se identificaron en 44,93% de los casos para *H. columbae* (Fig. 2).

Tabla I. Prevalencia de hemoparásitos por familia y especie de ave silvestre muestreada en siete localidades de la zona oriental del estado Falcón 2013-2015.

Aves		Aves		Prevalencia %	IC	hemoparásitos			
Familia y Especie	Examinadas	Infectadas				P	H	T	M
Passeriformes	(55/537)								
Emberizidae	(17/263)								
<i>Coryphospingus pileatus</i>		9	2	22,22	2,84-60,00	1	0	1	0
<i>Sporophila intermedia</i>		112	7	6,25	1,32-11,18	6	0	0	1
<i>Tiaris bicolor</i>		24	6	25,00	9,77-46,71	5(3*)	0	1*	3(2*)
<i>Volatinia jacarina</i>		25	2	8,00	0,98-26,03	2	0	0	0
Icteridae	(7/20)								
<i>Molothrus bonariensis</i>		6	3	50,00	11,81-88,19	3	0	0	0
<i>Quiscalus lugubris</i>		9	4	44,40	13,70-78,80	4	0	0	0
Parulidae	(3/11)								
<i>Geothlypis aequinoctialis</i>		5	2	40,00	5,27-85,33	2	0	0	0
<i>Parkesia noveboracensis</i>		4	1	25,00	0,63-80,59	1	0	0	0
Thraupidae	(16/67)								
<i>Coereba flaveola</i>		16	7	43,75	19,75-70,12	7	0	0	0
<i>Nemosia pileata</i>		2	2	100,00	----	2	0	0	0
<i>Tachyphonus rufus</i>		13	3	23,08	5,04-53,81	3(1*)	0	0	1*
<i>Thraupis episcopus</i>		24	4	16,67	4,73-37,38	3	0	1*	0
Troglodytidae	(1/9)								
<i>Thryothorus rutilus</i>		1	1	100,00	----	1	0	0	0
Tyrannidae	(11/120)								
<i>Elaenia cristata</i>		6	1	16,67	042-64,12	1	0	0	0
<i>Machetornis rixosa</i>		1	1	100,00	----	0	0	0	1
<i>Myiozetetes similis</i>		21	2	9,52	1,16-30,38	0	1	0	1
<i>Pitangus sulphuratus</i>		20	4	20,00	5,73-43,66	3	0	0	1
<i>Tyrannus melancholicus</i>		5	3	60,00	14,66-94,73	3	0	0	0

continúa en la pág. 177...

...viene de la pág. 176

No Passeriformes	(89/260)								
Columbidae	(86/196)								
<i>Columbina minuta</i>		34	14	41,18	23,16-59,19	4(1*)	11(1*)	0	0
<i>Columbina passerina</i>		52	26	50,00	35,45-64,55	7	19	0	0
<i>Columbina squammata</i>		34	24	70,59	53,80-87,37	6(3*)	21(3*)	0	0
<i>Columbina talpacoti</i>		62	20	32,26	19,82-44,70	9(6*)	17(7*)	1*	0
<i>Leptotila verreauxi</i>		10	2	20,00	2,52-55,61	2	0	1*	0
Cuculidae	(1/11)								
<i>Crotophaga ani</i>		11	1	9,09	0,23-41,28	1	0	0	0
Psittacidae	(2/10)								
<i>Forpus passerinus</i>		10	2	20,00	2,52-55,61	1	0	1	0
Totales	144/797	516	144	27,91	9,50-16,57	77	69	6	8
% Infectados						9,66	8,66	0,75	1

IC: Intervalo de Confianza; P: *Plasmodium*; H: *Haemoproteus*; T: *Trypanosoma*; M: microfilaria;(casos). *Infección mixta

Aves negativas (número de examinadas en parentesis): *Amazilia fimbriata* (1); *Anthracothorax nigricollis* (1); *Burhinus bistrriatus*; *Calidris fuscicollis* (23); *Calidris minutilla* (2); *Camptostoma obsoletum* (8); *Elaenia flavogaster* (15); *Euphonia laniirostris* (1); *Euphonia* sp. (1); *Euscarthes meloryphus* (1); *Fluvicola pica* (6); *Formicivora intermedia* (3); *Furnarius longirostris* (3); *Galbula ruficauda* (1); *Gymnomystax mexicanus* (2); *Hylophilus aurantiifrons* (1); *Hylophilus flavipes* (3); *Hypnelus ruficollis* (1); *Icterus icterus* (2); *Icterus nigrogularis* (1); *Inezia caudata* (1); *Inezia tenuirostris* (2); *Jacana jacana* (11); *Limnodromus griseus* (1); *Melanerpes rubricapillus* (1); *Mimus gilvus* (2); *Myiarchus* sp. (2); *Myiarchus tyrannulus* (5); *Myiophobus fasciatus* (2); *Myiozetetes cayanensis* (11); *Pachyrhamphus polychopterus* (1); *Pelecanus occidentalis* (2); *Phacellodomus inornatus* (9); *Phaeomyias murina* (1); *Phyllomyias zeledoni* (1); *Picumnus squamulatus* (2); *Polioptila plumbea* (2); *Progne tapera* (1); *Protonotaria citrea* (1); *Pyrocephalus rubinus* (3); *Ramphocelus carbo* (6); *Saltator coerulescens* (7); *Saltator striatipectus* (5); *Setophaga ruticilla* (1); *Sicalis flaveola* (35); *Sicalis luteola* (7); *Sporophila bouvronides* (2); *Sporophila lineola* (2); *Sporophila minuta* (43); *Sporophila* sp. (3); *Synallaxis albescens* (4); *Tangara cayana* (4); *Thamnophilus doliatus* (2); *Todirostrum cinereum* (2); *Tolmomyias flaviventris* (2); *Troglodytes aedon* (8); *Tyrannus dominicensis* (1); *Tyrannus savana* (2); *Xiphorhynchus picus* (5).

Por primera vez se incriminaron cinco (5) especies de hospedadores, *Nemosia pileata* (2/2); *Thraupis episcopus* (3/4); *Thryothorus rutilus* (1/1); *Crotophaga ani* (1/11) y *Forpus passerinus* (1/10) a *Plasmodium*. Asimismo a *Trypanosoma* las especies *Coryphospingus pileatus* (1/9); *Leptotila verreauxi* (1/10); *Forpus passerinus* (1/10) y *Tiaris bicolor* (1/24) (Tabla II).

Por otra parte, se consideraron factores intrínsecos de las aves para estratificar la prevalencia; el sexaje, en la muestra estudiada se precisó que el 47,18% fueron individuos monomórficos, (376/797) sin embargo, la mayor prevalencia se obtuvo en hembras 23,08% (42/144); Asimismo, en cuanto a la edad, el 82,56% (688/797) de las aves capturadas

fueron adultas, arrojando una prevalencia 19,33% (133/144). Además, en cuanto al estatus, lógicamente el 95,48% (761/797) fueron aves residentes a quienes se les precisó una prevalencia de 18,66% (142/797) (Tabla III).

Según la procedencia de las aves, se hallaron casos en las siete localidades de la zona oriental del estado Falcón estudiadas, observándose una prevalencia mayor en el sector Las Lapas 30,77%; mientras que la más baja fue en la localidad de Caracaras 7,69%, en el sector San José de Sanaré fue la localidad con mayor abundancia de aves con prevalencia de 12,38%. Al constatar, la distribución de la prevalencia por localidades, se determinó el número de casos considerando la vegetación de las

Fig. 2. Micrografía de hemoparásitos, encontradas en el examen microscópico de extendidos de sangre periférica de aves pertenecientes a la zona oriental del estado Falcón, Venezuela 2013-2015, donde se observa diferencias estructurales que permitieron su clasificación: a. y b. *Plasmodium (Novyella)* sp., en *Coereba flaveola* c. y d *P. (Haemamoeba)* sp. en *Thraupis episcopus*, e. y f. *P. (Giovannolaia)* sp. en *Nemosia pileata*, g. y h. *Haemoproteus columbae* en *Columbina passerina* g. *Trypanosoma* sp. en *Coryphospingus pileatus* y h. *Microfilaria* en *Tiaris bicolor* Tinción Giemsa, a-i 1000X y j. 400X.

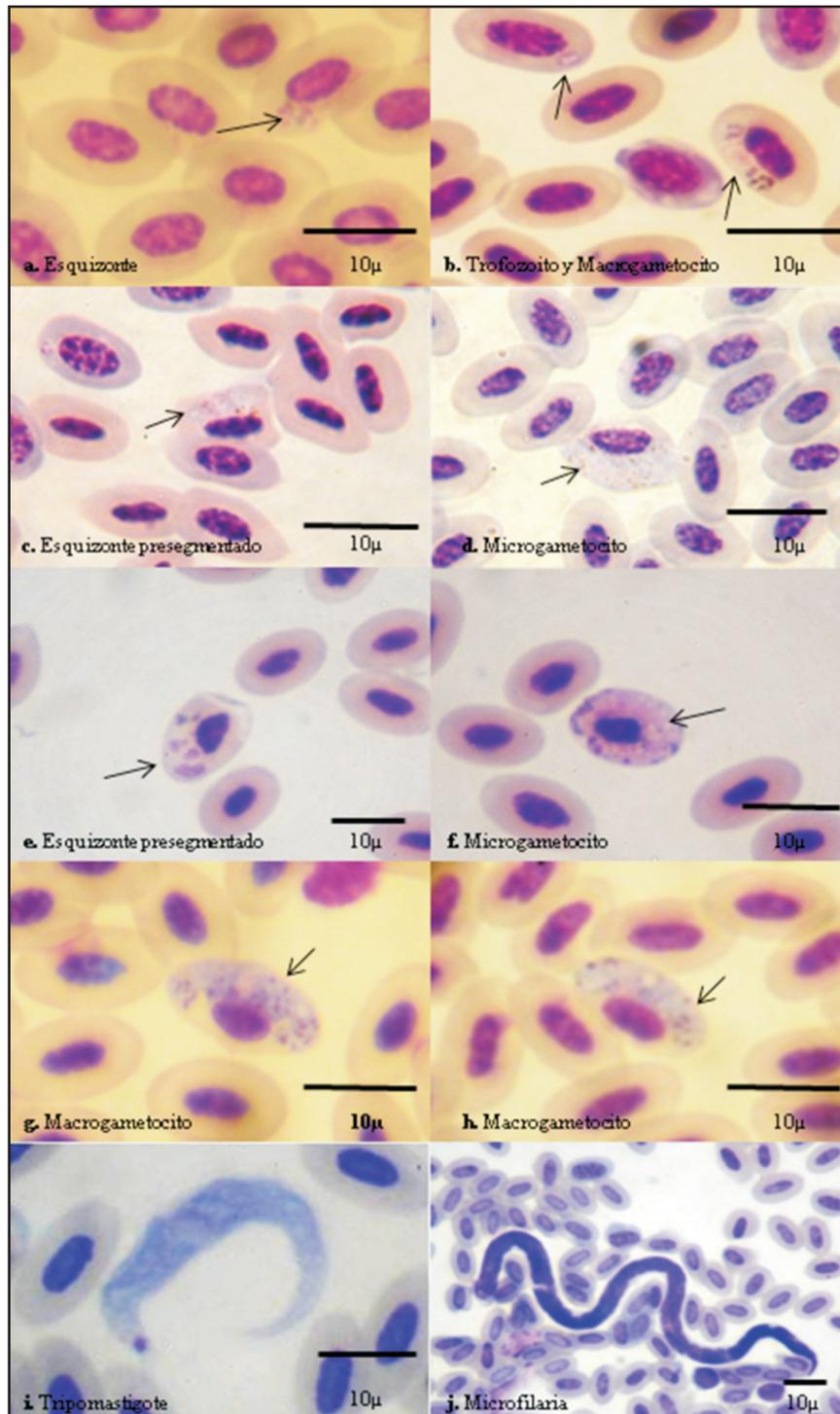


Tabla II. Registros de nuevos hospedadores de hemoparásitos.

Aves Especie	hemoparásitos				Referencias
	P	H	T	M	
<i>Coryphospingus pileatus</i>	†	-		-	MalAvi; White <i>et al.</i> , 1978; Gabaldon 1990. Nuevo Hallazgo
<i>Tiaris bicolor</i>	†				Praderes, 2016, MalAvi Nuevo Hallazgo
		-		†	Praderes, 2016
<i>Nemosia pileata</i>	†	-	-	-	Nuevo Hallazgo
<i>Thraupis episcopus</i>	†				Nuevo Hallazgo
<i>Thryothorus rutilus</i>		-	†	-	White <i>et al.</i> , 1978
	†	-	-	-	Nuevo Hallazgo
<i>Leptotila verreauxi</i>	†				White <i>et al.</i> , 1978; Gabaldon 1990.
<i>Crotophaga ani</i>		-	†	-	Nuevo Hallazgo
	†	-	-	-	Nuevo Hallazgo
<i>Forpus passerinus</i>	†				Nuevo Hallazgo
		-	†	-	Nuevo Hallazgo

Tabla III. Factores asociados a la prevalencia de hemoparásitos en aves silvestres de la zona oriental del estado Falcón 2013-2015.

Factores Asociados	Diagnóstico		Total	Prevalencia (%)	IC	χ^2	p
	Negativo	Positivo					
Sexo							
Hembra	140	42	182	23,08	16,68-29,47		
Macho	199	40	239	16,74	11,79-21,68	N/A	N/A
Monomórfica	314	62	376	16,49	12,74-20,59		
Edad							
Juveniles	98	11	109	10,09	3,98-16,21		
Adultas	555	133	688	19,33	16,31-22,35	N/A	N/A
Comportamiento							
Residentes	619	142	761	18,66	15,83-21,49	3,15	0,08
Migratorias	34	2	36	5,56	0,68-18,66		
Vegetación							
Área cultivada-chaparral	564	125	689	18,14	15,19-21,09	0,001	0,997
Matorral desértico	89	19	108	17,59	9,95-25,24		
Período							
Seco	308	47	355	13,24	9,57-16,91	9,5	0,002
Lluvia	345	97	442	21,95	17,97-25,92		

*IC: Intervalo de confianza al 95%; χ^2 : Chi Cuadrado; p: probabilidad $p < 0,05$; N/A: No Aplica, no se estimó asociación entre los individuos por la diversidad de especies positivas.

mismas, observándose que en los cuatro sectores que presentan características de áreas cultivadas-matorral (Tabla III) la prevalencia fue de 18,14%, mientras que en los lugares con particularidades de matorral desértico 17,59%, sin embargo, no hubo asociación estadísticamente significativa.

Respecto a la época climática, se observó prevalencia de 13,24% para el época de sequía y 21,95% para el período lluvioso, con relación estadísticamente significativa (χ^2 : 9,5; p : 0,002) (Tabla III).

DISCUSIÓN

La prevalencia global para este estudio 18,07%, es consistente con investigaciones realizadas en Colombia (15,9 a 24,0%) (Rodríguez & Matta, 2001; Bastos *et al.*, 2006), Brasil (10,7-35,3%) (Fecchio *et al.*, 2011, La Corte *et al.*, 2013) y Venezuela (16,6 a 41,0%) (Gabaldon, 1998, Belo *et al.*, 2012; Praderes, 2016). Demostrando la circulación de los patógenos hemáticos en las localidades de estudio; aunado a que el 98,61% de los casos se da en hospedadores residentes, hace inferir que los casos son autóctonos, generando alarma epidemiológica, por estar presentes los elementos de la triada de la infección, hospedador, vectores y parásitos.

Se evidenció diversidad parasitaria principalmente *Plasmodium*, *Haemoproteus*, *Trypanosoma* y microfilarias. Resultados comparables con investigaciones realizadas en reportados por Valkiuna *et al.*, (2003); Londoño *et al.* (2007); Basto *et al.* (2006) y Praderes (2016), estableciendo a los mencionados géneros como los más frecuentes en la zona neotropical.

Es importante señalar, que de las 25 especies hospedadoras halladas positivas en este estudio se evidenció presencia de *Plasmodium* en el 92% de los casos, siendo mayor en aves Passeriformes, familia Emberezidae, evidenciándose de esta manera que este hematozoario es francamente eurixeno, el cual se ha incriminado afectando a 97 familias de aves hospedadoras (Bishop & Bennett, 1992; Bennett *et al.*, 1994; Valkiūnas, 2005). Mientras que la mayor prevalencia a *Haemoproteus* se precisó en Columbidae, hallazgos similares a los descritos por Merino *et al.*, (2012), quienes señalan que las especies

del género *Haemoproteus* se encuentran típicamente en estas aves (Columbiformes).

En cuanto a las variables intrínsecas de los hospedadores, se observó mayor prevalencia en aves hembras, sin embargo debido a la diversidad de especies positivas, no se establecieron asociaciones estadísticas entre el sexaje y la infección, ya que varios factores intervienen en la susceptibilidad de un hospedador, como por ejemplo, aspectos de su fisiología o de su sistema inmunitario, pueden ocasionar que la prevalencia del parasitismo varíe de una especie a otra (Rodríguez *et al.*, 2009 y Rodríguez, 2013), e incluso condiciones alométricas diferentes (Hamilton & Zuk, 1982); y, a consecuencia de sus vectores que son atraídos de manera distinta (Fecchio *et al.*, 2011).

En este mismo orden de ideas, se observó mayor prevalencia en las aves adultas y residentes que, estará influenciada por la desproporción poblacional, sin embargo, es un dato atrayente considerando que las aves presentan un sistema inmunológico muy competente, que pueden desarrollar períodos de latencia o infección crónica (Gabaldon, 1998), manteniendo parasitemias bajas por el resto de su vida, y considerando que en la etapa reproductiva aumenta la intensidad parasitaria, por tanto, la probabilidad de infección para el vector y por ende un riesgo de transferencia a los pichones (Valkiūnas, 2005). Aunado a esto, debido al compromiso metabólico que implica en el hospedador, sustentado en estudios previos donde señalan que la infección por hemoparásitos pueden acortar la esperanza de vida, provocar la disminución del número de descendientes hasta esterilidad, impactos en la dinámica de la población, abundancia relativa, dispersión y diversidad (Hamilton & Zuk, 1982; Young *et al.*, 1993; Atkinson & Van Riper, 1991; Merino, 2002; Hamer & Muzzall, 2013).

Considerando las variables ambientales, en este estudio, el tipo de vegetación no demostró ser un factor influyente en la transmisión de hemoparásitos aviares. No obstante, el periodo climático estadísticamente se obtuvo asociación entre la infección aviaria y la época lluviosa. Al respecto, el clima, sus componentes (Temperatura, Precipitación y Humedad) y su variabilidad (Frecuencia, Duración, Intensidad y Estacionalidad) tienen una relación directa sobre los vectores y por ende sobre la dinámica de las enfermedades metaxénicas como la malaria.

En las infecciones por *Plasmodium*, Gabaldon (1990), realizó un estudio en *Gallus gallus*, durante el periodo seco, reportó menor incidencia en pollos (6,4%) (Infección aguda), mientras en adulto la prevalencia fue 43,5%, lo que consideró una infección residual, es decir que fue adquirida en época de lluvia, este comportamiento de la infección fue denominado periodicidad estacional, caracterizada por reportes de prevalencias mayores en época de lluvia, originada por el incremento de la población de Culicidos (Gabaldon, 1990; Campbell & Ellis, 2007). Es importante señalar que, en la zona paraecuatorial la humedad relativa media no desciende de 60%, ni la temperatura alcanza límites nocivos para los esporozoitos durante todo el año (Gabaldon, 1990), por tanto se confirma que la pluviosidad influye en la transmisión de enfermedades metaxénicas a consecuencia de la abundancia de los vectores (Gullan *et al.*, 2005). Asimismo, se infiere que mencionados factores (Precipitación, humedad relativa y temperatura) favorecen la proliferación de vectores involucrados en la transferencia de parásitos sanguíneos aviares (culicoides e hypoboscidos, ceratopogónidos y simúlidos) (Campbell & Ellis, 2007; Martínez, 2010).

En este contexto, en las localidades en estudio, se evidenció la circulación de variedad de vectores para hemoparásitos aviares, considerando que cada parásito se asocia con un número restringido de hematófagos (Lehane, 2005; Hellgren *et al.*, 2008) y que éstos presentan una especificidad diferencial en cuanto a sus hospedadoras (Malmqvist *et al.*, 2004). No obstante, también existe la posibilidad de que los vectores sean capaces de consumir sangre de diferentes hospedadores, infectándose con diversas líneas de parásitos (Gager *et al.*, 2008), lo que podría facilitar, al menos en parte, el salto de líneas parásitas, siendo evidente en este estudio con la incriminación de nuevas especies hospedadoras y la presencia de infección mixta.

Del mismo modo, en el marco de cambio global, resulta importante monitorizar la ecología del parasitismo, así los cambios ambientales, tal como el uso del terreno por la intervención antrópica. En este sentido, Gimenes & Anjos (2003) señalan que el cambio climático, la urbanización, las prácticas agrícolas están implicadas en el aumento de la propagación de los agentes infecciosos. Al respecto Vittor *et al.* (2006), señalaron que en

zonas deforestadas o degradadas aumenta la tasa de picaduras y por ende un aumento de la incidencia de enfermedades metaxénicas. En relación a lo mencionado, Marzal *et al.* (2013) demostraron mayor diversidad y prevalencia de haemosporidios en áreas deforestadas; pero Belo *et al.* (2012), señalaron que la prevalencia a *Plasmodium* y *Haemoproteus* en aves es independiente a la conservación del ambiente.

CONCLUSIONES

La prevalencia global de hemoparásitos obtenida en aves silvestres de la zona oriental del estado Falcón, fue de 18,07%, identificándose como la familia de aves más afectada Columbidae mientras que los individuos más susceptibles fueron *Thryothorus rutilus* y *Nemosia pileata*, por tanto las diferencias interespecíficas en prevalencia de infección (es decir, proporción de individuos infectados) puede estar influenciada por variables ecológicas y conductuales de las aves.

Se evidenció mayor prevalencia en el periodo lluvioso, indicando que la pluviosidad proporciona condiciones idóneas para la abundancia vectorial, demostrándose la periodicidad estacional descrita principalmente para *Plasmodium*.

Las aves residentes infectadas, son catalogadas como reservorios, sin embargo las acciones de intervención epidemiológica, para reducir la infección estarían limitadas, por las características de la fauna silvestre.

En base a los resultados, se sugiere realizar otras investigaciones en visión de establecer modelos epidemiológicos de la infección, que tomen en consideración la biología de los vectores y poblaciones específicas de aves.

Conflictos de Intereses

Los autores mencionan no tener conflictos de intereses.

AGRADECIMIENTOS

Agradecen al Servicio Autónomo Instituto de Altos Estudios “Dr. Arnoldo Gabaldon” (IAE), por el apoyo financiero y técnico en la realización

del proyecto de investigación titulado: “Estudio Ecoepidemiológico de Parásitos Malaricos Otros Haemosporidios en Aves de Venezuela”. Además al personal del Laboratorio de Biología Vectores y Reservorios: Glennys Praderes, Julio González y Williams Amaya por su valioso desempeño en la obtención de las muestras.

Es importante señalar, que el presente estudio está financiado por la Dirección de Investigación del IAE, cumpliendo con los lineamientos de bioética del Ministerio del Poder Popular para la Salud (MPPS) y el Ministerio Popular para la de Educación Superior, Ciencia, y Tecnología (MPPEST).

REFERENCIAS

- Acevedo M. & Camacaro M. (2015). *Prevalencia y caracterización morfológica de parásitos maláricos y otros Haemosporidios en aves silvestres del sector Puerta Negra, Lago de Valencia Edo. Aragua*. Trabajo de Grado, Universidad de Carabobo, Maracay.
- Apanius V. (1991). Avian trypanosomes as models of hemoflagellate evolution. *Parasitol Today*. **7**: 87-90.
- Atkinson C. & Van Ripper III C. (1991). *Bird-Parasite Interactions: Ecology, Evolution, and Behavior*. En: Loye J. E. y Zuk M. Oxford Univ. Press, New York.
- Atkinson C. (1988). Epizootiology of *Haemoproteus meleagridis* (Protozoa: Haemosporina) in Florida: potential vectors and prevalence in naturally infected Culicoides (Diptera: Ceratopogonidae). *J Med Entomol*. **25**: 39-44.
- Basto N., Rodríguez O., Marinkelle C., Gutiérrez H. & Matta, N. (2006). Haematozoa in birds from La Macarena National Natural Park (Colombia). *Caldasia*. **28(Supl.2)**: 371-377.
- Belo N., Rodríguez A., Braga E. & Ricklefs R. (2012). Diversity of avian haemosporidians in arid zones of northern Venezuela. *Parasitol*. **10**: 1.
- Bennett G., Aguirre A. & Cook R. (1991). Blood Parasites of Some Birds from Northern Mexico. *J. Parasitol*. **77**: 38.
- Bishop M. A. & Bennett G. F. (1992). *Host-parasite catalogue of the avian Haematozoa*. Memorial University of Newfoundland. Occasional papers in biology Memorial University of Newfoundland, Newfoundland.
- Botero D. & Restrepo M. (2012) *Parasitosis humana 5ta edición*. Ed. Corporación para investigadores biológicos, Medellín, Colombia.
- Campbell T. W. & Ellis C. K. (2007). *Avian and exotic animal hematology and cytology, 3rd ed*. Blackwell Publishing, Ames, Iowa, USA.
- Costamagna S. R. (2008). *Parasitosis Regionales*. 2da edición. Ed. Red de Editoriales Universitarias Nacionales. Bahía Blanca, Argentina.
- Fecchio A. (2011). *Prevalencia, diversidade e estrutura da comunidade de hemoparasitos (Haemoproteus e Plasmodium) em aves do Cerrado do Brasil Central*. Tesis doctoral, Universidad de Brasilia. Brasil.
- Flores B. & Cabello R. (2004). *Parasitología Médica de las moléculas a la enfermedad*. 1a ed., McGraw-Hill Interamericana, México. 57 p.
- Fox J. H., Greiner Bain P. & Jones R. (1996). Malaria in a captive Emu (*Dromaius novaehollandiae*) from Florida. *Avian Dis*. **40**: 477-479.
- Gabaldon A. (1998). *Malaria Aviaria: Un país de la Región Neotropical*. Ed. Interfundaciones. Caracas, Venezuela.
- Geupel J., Pyle G., Martin P., DeSante T. & Milá B. D. (1996). *Manual de métodos de campo para el monitoreo de aves terrestres*. California: Albany, CA: Pacific Southwest Research Station, Forest Service, U.S. Department of Agriculture.
- Gimenes M. & Anjos L. (2003). Efeitos da fragmentação florestal sobre as comunidades de aves. *Acta Sci. Biol Sci*. **25(Supl.2)**: 391-402.
- Gullan P. J. & Cranston P. S. (2005). *The insects: An outline of entomology*. 3ra edición Blackwell, Malden, Massachusetts.
- Hamer G. & Muzzall P. (2013). Helminths of American Robins, *Turdus migratorius*, and House Sparrows, *Passer domesticus* (Order:

- Passeriformes), from suburban Chicago, Illinois, U.S.A. *Comp. Parasitol.* **80**: 287-291.
- Hamilton W. D. & Zuk M. (1982). Heritable true fitness and bright birds. A role for parasites? *Sci Transl Med.* **218**: 384-387.
- Hilty S. (2003). *Birds of Venezuela*. 2 edición, Ed. Princeton, New Jersey.
- INAMEH (2016). *El clima en Venezuela se normalizará en tres meses*. Documento en línea. <http://canaldenoticia.com/inameh-el-clima-de-venezuela-se-normalizara-entres-meses/> (Consultado Enero de 2017).
- La Corte A., Félix G., Pinheir R., Chaves, A., Almemeida-Neto G., Neves F. *et al.* (2013). Exploring the Diversity and Distribution of Neotropical Avian Malaria Parasites – A Molecular Survey from Southeast Brazil *Plos One.* **8**: 1-9.
- Londoño A. P., Pulgarin R. C. & Blair S. (2007). Blood parasites from the lowlands of northern Colombia. *Caribb. J. Sci.* **53**: 87-93.
- Marzal A., Cárdenas J. M., Callirgos & Sehgal R. N. M. (2013). *Prevalence, genetic diversity, deforestation and invasive avian malaria in Peru International Conference on Malaria and Related Haemosporidian Parasites of Wildlife*. Vilnius, Lithuania.
- Matta N., Basto N., Gutiérrez R., Rodríguez O. & Greiner E. (2004). Prevalence of blood parasites in Tyrannidae (Flycatchers) in the Eastern Plains of Colombia. *Mem. Inst. Oswaldo Cruz.* **9**: 271-274.
- Matta N. & Rodríguez O. (2001). Hemoparasitos aviarios. *Acta Biol. Colomb.* **6(Supl. 1)**: 27-34.
- Martínez J. (2010). *Interrelaciones entre hospedadores, vectores y parásitos sanguíneos en poblaciones de aves silvestres*. [Tesis de doctorado]. Madrid, Departamento de Microbiología, Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Complutense de Madrid.
- Merino S., Hennicke J., Martínez K., Ludynia R., Torres T., Work S. *et al.* (2012). Infection by *Haemoproteus* Parasites in Four Species of Frigatebirds and The Description of a New Species of *Haemoproteus* (Haemosporida: Haemoproteidae). *J. Parasitol.* **98**: 388-397.
- Mijares A., Rosales R. & Silva-Iturriza A. (2012). Hemosporidian Parasites in Forest Birds from Venezuela: Genetic Lineage. *Avian Diseases*, **56(Supl. 3)**: 583-588.
- Molyneux D., Cooper J. & Smith W. (1983). Studies on the pathology of an avian trypanosome (*T. bouffardi*) infection in experimentally infected canaries. *Parasitol.* **87**: 49-54.
- Morales G. & Pinos de Morales L. (1987). *Parasitología Cuantitativa*. 1 ed., Fondo Editorial Acta Científica Venezolana, Caracas.
- Olson S. H., Gangnon R., Silveira G. A. & Patz J. A. (2010). Deforestation and Malaria in Mâncio Lima County, Brazil. *Emerg Infect Dis.* **16(Supl. 7)**: 1108-1115.
- Praderes G. (2016). *Prevalencia de parásitos maláricos y otros Haemosporidios en aves silvestres en la estación del Planetario Simón Bolívar, Maracaibo, estado Zulia*. Tesis de Maestría. Universidad central de Venezuela, Venezuela Maracay.
- Ralph J., Geupel G., Pyle P., Martin T., DeSante D. & Milá B. (1996). *Manual de métodos de campo para el monitoreo de aves terrestres*. California: Albany, CA, Pacific Southwest Research Station, Forest Service, U.S. Department of Agriculture. p. 46.
- Rodríguez Bustamente A. (2013). *Efectos del Parasitismo en Aves Tropicales: Aspectos Ecológicos y Evolutivos*. Tesis de Maestría. Universidad Autónoma de Madrid, Madrid, España.
- Rodríguez O. A., Moya H. & Matta N. (2009). Avian blood parasites in the National Natural Park Chingaza: high Andes of Colombia. *Hornero.* **24 (Supl. 1)**: 001-006.
- Silva C. J., Medina D., Vilorio N., Praderes G., Arevalo C., Amaya W., *et al.* (2015). Prevalencia

- de microfilaria en aves silvestres de Venezuela. *Rev. Fac. Cs. Vets.* **56 (Supl 2):** 87-95.
- Valkiūnas G. (2005). *Avian malaria parasites and other haemosporidia*. CRC Press. Boca Ratón, Florida. 946.
- Valkiūnas G., Salaman P. & Lezhova T. (2003). Paucity of haematozoa in Colombian birds. *J. Wildl. Dis.* **39:** 445-448.
- Vittor A. Y., Gilman R. H., Tielsch J., Glass G., Shields T., Sánchez-Lozano W., *et al.* (2006). The Effect of Deforestation on the human-biting rate of *Anopheles darlingi*, the primary vector of *Falciparum Malaria* in the Peruvian Amazon. *Am. J. Trop. Med. Hyg.* **74(Supl 1):** 3-11.
- White E. M., Greiner E. C., Bennett G. F. & Herman C. M. (1978). Distribution of the haematozoa of Neotropical birds. *Rev Biol Trop.* **26:** 43-102.
- Wong S. & Desser S. (1978). Ultrastructural observations on renal schizogony of *Leucocytozoon dubreuilii* in the american robin. *J Protozool.* **25:** 302-314.
- Young B., Garvin M. & McDonald D. (1993). Blood Parasites in Birds from Monteverde, Costa Rica. *J. Wildl. Dis.* **29:** 555-560.

Recibido el 05/09/2016
Aceptado el 28/12/2016