



UNIVERSIDAD DEL MAR
CAMPUS PUERTO ESCONDIDO

DETERMINACIÓN Y CONTROL PARASITARIO EN IGUANA VERDE
(*Iguana iguana*) MANTENIDA EN CAUTIVERIO

T E S I S

QUE COMO PARTE DE LOS REQUISITOS
PARA OBTENER EL GRADO DE:

MAESTRO EN CIENCIAS: MANEJO DE FAUNA SILVESTRE

P R E S E N T A
BIOL. MARYCRUZ MARTÍNEZ SALAZAR

DIRECTOR DR. JOSÉ LUIS ARCOS GARCÍA
CODIRECTOR MC. LEÓN VÉLEZ HERNÁNDEZ
ASESOR DR. ROBERTO LÓPEZ POZOS

PUERTO ESCONDIDO, OAXACA, DICIEMBRE 2014

Puerto Escondido, Oaxaca, diciembre de 2014

JUAN FRANCISCO MERAZ HERNANDO
JEFE DE LA DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSTGRADO
DE LA UNIVERSIDAD DEL MAR
PRESENTE

ASUNTO: VOTO APROBATORIO

Después de haber analizado y evaluado la tesis “**DETERMINACIÓN Y CONTROL PARASITARIO EN IGUANA VERDE (*Iguana iguana*) MANTENIDA EN CAUTIVERIO**” presentada por la **Bióloga Marycruz Martínez Salazar** alumna de la Maestría en Ciencias Manejo de Fauna Silvestre con matrícula 10220002.

Le comunicamos que la tesis **SI** cumple con los requisitos académicos y calidad científica para que la citada tesista presente el correspondiente examen de Grado.

Sin más por el momento quedamos de Usted.

ATENTAMENTE



Dr. Serafín Jacobo López Garrido
Prof. Inv. Universidad del Mar
Revisor

MC. Helisama Colín Martínez
Prof. Inv. Universidad del Mar
Revisor



Dr. Roberto López Pozos
Prof. Inv. Universidad del Mar
Asesor



MC. León Vélez Hernández
Prof. Inv. Universidad del Mar
Codirector



Dr. José Luis Areos García
Prof. Inv. Universidad del Mar
Director de Tesis

DEDICATORIA

A MI FAMILIA:

POR LOS VALORES QUE ME INCULCARON Y HABERME DADO UNA
EXCELENTE EDUCACIÓN EN EL TRANSCURSO DE MI VIDA.

POR MOTIVARME Y DARME FORTALEZA A SEGUIR
ADELANTE EN LOS MOMENTOS DE DESESPERACIÓN,
ALENTÁNDOME PARA ALCANZAR UN SUEÑO MÁS.

A PESAR DE LA DISTANCIA SIEMPRE VELARON POR MI BIENESTAR Y
ESTUVIERON ATENTOS AL DESARROLLO DE ESTE PROYECTO.

CON MUCHO AMOR Y CARIÑO
LES DEDICO TODO MI ESFUERZO Y TRABAJO,
DETRÁS DE ESTE LOGRO ESTAN USTEDES:

MIS PADRES GUDELIA Y PANTALEÓN,
MIS HERMANOS ELY Y CHUY,
CUÑADOS ROSI Y MARTÍN,
MIS SOBRINOS VALE, SICARÚ, EMILIANO Y EL QUE VIENE EN CAMINO.

GRACIAS POR SER PILARES EN MI VIDA, POR CONFIAR Y CREER EN MÍ...

MAY

AGRADECIMIENTOS

El apoyo financiero fue por medio del proyecto Estudios Genéticos, Nutricionales y Aprovechamiento de las Iguanas (*Iguana iguana* y *Ctenosaura pectinata*) en la Costa de Oaxaca, Clave PROMEP IDCA 2366 y Clave UMAR-CA-8 y el proyecto Control de parásitos internos en iguanas mantenidas en cautiverio, con Clave de Unidad Programática: 2IE1005.

Al CONACyT por el apoyo para la impresión de tesis mediante el "Programa de Fortalecimiento Académico del Posgrado de Alta Calidad Subprograma Compensatorio" 2013.

Al Dr. José Luis Arcos García, por dirigir este trabajo, aportar sus conocimientos y la paciencia dedicada a mi formación académica.

Al MC. León Vélez Hernández y al Dr. Roberto López Pozos por el apoyo y dedicación en la corrección del documento.

A la MC. Helisama Colín Martínez y Dr. Serafín Jacobo López Garrido por los comentarios y el asesoramiento durante la realización de este trabajo.

A la MC. Beatriz Salas García por la colaboración en la tesis.

A los profesores de postgrado quienes jamás desistieron al enseñarme.

Al equipo de campo Eloy, Betza y René, amigos, compañeros y técnicos quienes contribuyeron en la realización de este proyecto.

Le doy gracias a Lorenzo por su amor incondicional y a Corne por su amistad; ustedes me han apoyado en todo momento; han llenado mi vida de alegrías e hicieron de esta etapa un trayecto de vivencias que nunca olvidaré, mis logros también son suyos.

*Le agradezco a Dios por haberme guiado, ser mi fortaleza y mi luz
a lo largo de mi formación profesional...*

ÍNDICE

ÍNDICE DE CUADROS.....	i
ÍNDICE DE FIGURAS.....	iii
RESUMEN.....	vi
ABSTRACT.....	viii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. ANTECEDENTES.....	2
2.1 Clasificación taxonómica de iguana verde.....	2
2.2 Características generales y biología de iguánidos.....	2
2.3 Distribución geográfica.....	4
2.4 Aprovechamiento de iguana verde.....	4
2.5 Importancia ecológica.....	4
2.6 Categoría de riesgo.....	5
2.7 Parasitismo.....	5
2.7.1 Clasificación de los parásitos por la localización.....	8
2.7.2 Parásitos de importancia médica y veterinaria.....	8
2.7.2.1 Phylum Nematoda (Nematodos).....	8
2.7.2.2 Orden Acarina (Ácaros).....	10
2.7.3 Control químico (Ivermectina).....	12
2.7.3.1 Dosificación.....	13
III. JUSTIFICACIÓN.....	14
IV. HIPÓTESIS.....	15
V. OBJETIVOS.....	16
5.1 General.....	16
5.2 Particulares.....	16
VI. MATERIAL Y MÉTODOS.....	17
6.1 Área de estudio.....	17
6.2 Identificación de parásitos.....	17
6.2.1 Parásitos internos.....	17

6.2.2 Parásitos externos.....	19
6.3 Determinación del ciclo biológico.....	20
6.4 Control parasitario internos.....	20
6.4.1 Selección de iguanas experimentales.....	20
6.4.2 Periodo de adecuación y alojamiento.....	20
6.4.3 Desparasitación.....	21
6.5 Parásitos con influencia en la salud pública con base en la literatura	22
6.6 Diseño experimental.....	22
VII. RESULTADOS.....	23
7.1 Identificación de parásitos.....	23
7.1.1 Parásitos internos.....	23
7.1.1.1 Primera especie localizada.....	23
7.1.1.2 Segunda especie localizada.....	27
7.1.2 Parásitos externos.....	28
7.1.2.1 Primera especie localizada.....	28
7.1.2.2 Segunda especie localizada.....	34
7.1.2.3 Tercera especie localizada.....	34
7.2 Ciclo biológico de las especies identificadas en <i>Iguana iguana</i> mantenidas en manejo intensivo.....	39
7.2.1 Parásitos internos.....	39
7.2.1.1 Nematodos del género <i>Trichostrongylus</i> sp. y <i>Oxyuris</i> sp.....	39
7.2.2 Parásitos externos.....	41
7.2.2.1 Garrapata <i>Amblyomma dissimile</i>	41
7.2.2.2 Ácaro <i>Ophionyssus natricis</i>	43
7.2.2.3 Ácaro del género <i>Hirstiella</i> sp.....	45
7.3 Control parasitario de parásitos internos.....	45
7.4 Géneros y especies identificadas de parásitos como causa de enfermedad en humanos.....	46
7.4.1 Nematodos.....	46

7.4.2. Artrópodos.....	46
VIII. DISCUSIÓN.....	55
8.1 Presencia de parásitos internos.....	55
8.1.1 Nematodos.....	55
8.2 Presencia de parásitos externos.....	56
8.2.1 Ácaros.....	56
8.3 Ciclo biológico de las especies identificadas en <i>Iguana iguana</i> mantenida en manejo intensivo.....	59
8.3.1 Parásitos internos.....	59
8.3.1.1. Nematodos.....	59
8.3.2 Parásitos externos.....	60
8.3.2.1 Garrapata <i>Amblyomma dissimile</i>	60
8.3.2.2 Ácaro <i>Ophionyssus natricis</i>	60
8.3.2.3 Ácaro <i>Hirstiella</i> sp.....	61
8.4 Control parasitario.....	61
8.4.1 Parásitos internos.....	61
8.4.2 Parásitos externos.....	64
8.5 Géneros y especies identificadas de parásitos como causa de enfermedad en humanos.....	64
8.5.1 Nematodos.....	65
8.5.2 Artrópodos.....	65
8.6 Implicaciones de manejo de fauna silvestre.....	67
IX. CONCLUSIÓN.....	70
X. RECOMENDACIONES.....	71
XI. LITERATURA CITADA.....	72

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Longitud (mm) de garrapatas adultas (<i>Amblyomma dissimile</i>) recolectadas en iguana verde (<i>Iguana iguana</i>) en condiciones de cautiverio (CECOREI-UMAR).....	33
Cuadro 2. Localización de garrapatas adultas (<i>Amblyomma dissimile</i>) encontradas en hembras y machos adultos de iguana verde (<i>Iguana iguana</i>) mantenida en condiciones de cautiverio (CECOREI-UMAR).....	33
Cuadro 3. Presencia de ácaros <i>Hirstiella</i> sp. y <i>Ophionyssus natricis</i> en iguana verde (<i>Iguana iguana</i>) en condiciones de cautiverio (CECOREI-UMAR).....	38
Cuadro 4. Concentración de huevos de <i>Oxyuris</i> sp. en disolución salina saturada por la aplicación de ivermectina por diferentes vías en iguana verde (<i>Iguana iguana</i>) (CECOREI-UMAR).....	49
Cuadro 5. Concentración de huevos de <i>Oxyuris</i> sp. en disolución de azúcar saturada por la aplicación de ivermectina por diferentes vías en iguana verde (<i>Iguana iguana</i>) (CECOREI-UMAR).....	50
Cuadro 6. Concentración de huevos de <i>Trichostrongylus</i> sp. en disolución salina saturada por la aplicación de ivermectina por diferentes vías en iguana verde (<i>Iguana iguana</i>) (CECOREI-UMAR).....	51
Cuadro 7. Concentración de huevos de <i>Trichostrongylus</i> sp. en disolución de azúcar saturada por la aplicación de ivermectina por diferentes vías en iguana verde (<i>Iguana iguana</i>) (CECOREI-UMAR).....	52
Cuadro 8. Prueba de esfericidad para componentes ortogonales en el análisis y medidas repetidas de nematodos <i>Oxyuris</i> sp. y <i>Trichostrongylus</i> sp. con datos transformados por logaritmo para el número de huevos de parásitos por gramos de excreta en iguana verde (<i>Iguana iguana</i>) (CECOREI-UMAR).....	53

Cuadro 9. Análisis de medias repetidas para el conteo de huevos de *Oxyuris* sp. y *Trichostrongylus* sp. de diferente aplicación de desparasitante en iguana verde (*Iguana iguana*) (CECOREI-UMAR)..... 54

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Vista ventral de un macho (a) y hembra (b) y vista lateral de un macho (c) de iguana verde (<i>Iguana iguana</i>) mantenida en cautiverio (CECOREI-UMAR).....	3
Figura 2. Morfología general de nematodo hipotético (Tomado y modificado de Zaman, 2004).....	10
Figura 3. Regiones del cuerpo de ácaros (Tomado y modificado de Krantz, 1978).	11
Figura 4. Morfología de nematodo <i>Trichostrongylus</i> sp. recolectado en el intestino delgado de iguana verde (<i>Iguana iguana</i>) sometida a manejo intensivo (CECOREI-UMAR).....	24
Figura 5. Morfología del nematodo macho <i>Trichostrongylus</i> sp. recolectado en el intestino delgado de iguana verde (<i>Iguana guana</i>) sometida a manejo intensivo (CECOREI-UMAR).....	24
Figura 6. Morfología de nematodo hembra <i>Trichostrongylus</i> sp. recolectado en el intestino delgado de iguana verde (<i>Iguana guana</i>) sometida a manejo intensivo (CECOREI-UMAR).....	25
Figura 7. Huevos de nematodo <i>Trichostrongylus</i> sp. (T) y <i>Oxyuris</i> sp. (O), recolectados en excretas de iguana verde (<i>Iguana iguana</i>) en cautiverio (CECOREI-UMAR).....	26
Figura 8. Parásito gastroentérico de cuerpo rugoso <i>Trichostrongylus</i> sp. recolectado en el intestino delgado de iguana verde (<i>Iguana iguana</i>) sometida a manejo intensivo (CECOREI-UMAR); a) macho y b) hembra.....	26
Figura 9. Morfología de un nematodo macho de <i>Oxyuris</i> sp. recolectado en excretas de iguana verde (<i>Iguana iguana</i>) en cautiverio (CECOREI-UMAR).....	27
Figura 10. Morfología de un nematodo hembra de <i>Oxyuris</i> sp. recolectado en excretas de iguana verde (<i>Iguana iguana</i>) en cautiverio (CECOREI-UMAR).....	28

Figura 11. Forma del escudo en ejemplares hembra y macho de la garrapata <i>Amblyomma dissimile</i> recolectada en iguana verde (<i>Iguana iguana</i>) criada en cautiverio (CECOREI-UMAR).....	29
Figura 12. Izquierda surco anal (vista ventral) y derecha orificio genital (vista ventral), de la garrapata <i>Amblyomma dissimile</i> recolectada en iguana verde (<i>Iguana iguana</i>) criada en cautiverio (CECOREI-UMAR).....	30
Figura 13. Izquierda segundo segmento del palpo (vista ventral) y derecha piezas bucales (vista ventral) de la garrapata <i>Amblyomma dissimile</i> recolectada en iguana verde (<i>Iguana iguana</i>) criada en cautiverio (CECOREI-UMAR).....	31
Figura 14. Izquierda escudo con ojos (vista dorsal) y derecha festones del cuerpo de la garrapata <i>Amblyomma dissimile</i> recolectada en iguana verde (<i>Iguana iguana</i>) criada en condiciones de cautiverio (CECOREI-UMAR).....	31
Figura 15. Zonas de preferencia de las garrapatas adultas <i>Amblyomma dissimile</i> sobre el cuerpo de las iguanas verdes (<i>Iguana iguana</i>) sometidas a manejo intensivo del CECOREI-UMAR, a) papada, b) cloaca c) cuello.....	32
Figura 16. Ácaro de la especie <i>Ophionyssus natricis</i> recolectado en iguana verde (<i>Iguana iguana</i>) criadas en cautiverio (CECOREI-UMAR) (vista ventral).....	35
Figura 17. Ácaro del género <i>Hirstiella</i> sp. recolectado en iguana verde (<i>Iguana iguana</i>) criada en cautiverio (CECOREI-UMAR).....	36
Figura 18. Zonas de preferencia del ácaro <i>Ophionyssus natricis</i> e <i>Hirstiella</i> sp. en iguana verde (<i>Iguana iguana</i>) criada en cautiverio (CECOREI-UMAR), a) papada, b) alrededor del oído, c) cabeza, d) alrededor del ojo, e) espina dorsal, f) cuello y g) pata.....	37
Figura 19. Ciclo de vida de nematodos del género <i>Trichostrongylus</i> y <i>Oxyuris</i> (Barriga, 2002; Stromberg, 1997; Sievers <i>et al.</i> , 1998), recolectados en iguana verde (<i>Iguana iguana</i>) sometida a manejo intensivo en el CECOREI-UMAR.....	40

Figura 20. Ciclo de vida de la garrapata <i>Amblyomma dissimile</i> (tomado y editado de Boch y Supperer, 1982) recolectada en iguana verde (<i>Iguana iguana</i>) sometida a manejo intensivo en el CECOREI-UMAR.....	42
Figura 21. Ciclo de vida del ácaro <i>Ophionyssus natricis</i> (Wozniak y De Nardo 2000, Fitzgerald y Vera 2006; Schultz, 2006) recolectado en iguana verde (<i>Iguana iguana</i>) sometida a manejo intensivo en el CECOREI-UMAR.....	44
Figura 22. Ciclo de vida del ácaro <i>Hirstiella</i> sp. (Montgomery, 1996; Bochkov y Connor, 2006) recolectado en iguana verde (<i>Iguana iguana</i>) sometida a manejo intensivo en el CECOREI-UMAR.....	45

RESUMEN

La presente investigación se llevó a cabo, con el objetivo de identificar y conocer el ciclo biológico de parásitos gastroentéricos y ectoparásitos en iguana verde (*Iguana iguana*) criadas en condiciones de cautiverio; además, conocer los posibles problemas que causan en humanos con base en la literatura; así como evaluar un método de control de parásitos internos. Para la identificación de los parásitos gastroentéricos se recolectaron excretas y se realizaron necropsias de iguanas crías, jóvenes y adultas; mediante la obtención de ejemplares de ácaros se determinó a los ectoparásitos. Para el control parasitario se aplicó ivermectina (200 µg/kg de peso vivo). El análisis de los resultados fue por medio de estadística descriptiva para las medidas de los parásitos internos y externos; se utilizaron pruebas de Ji cuadrada y Kruskal-Wallis para evaluar la localización y número de garrapatas y ácaros en el cuerpo de las iguanas. Para evaluar el efecto de la desparasitación se utilizó un diseño de bloques completos aleatorizados, con cuatro tratamientos (SAS, 2010). Se identificaron géneros de nematodos *Trichostrongylus* sp. y *Oxyuris* sp.; las especies de artrópodos *Amblyomma dissimile*, *Ophionyssus natricis* y el género *Hirstiella* sp. En cuanto a ectoparásitos se encontró que las hembras adultas fueron más grandes ($P < 0.01$) que los machos. Existió diferencia ($P < 0.01$) entre las zonas de localización de las garrapatas adultas, encontrando que la papada (82.1%) fue la zona preferida en relación con la cloaca (8.9%) y el cuello (8.9%). Las zonas de mayor preferencia para los ácaros fueron la papada (29.1%), oído (20%) y cabeza (16.3%) en relación con ojos (12.7%), espina dorsal (10.9%), cuello (9.1%) y las patas (1.8%). Con base en la literatura se describió el ciclo de vida de los nematodos *Trichostrongylus* sp. y *Oxyuris* sp. que comprenden desde el huevo, larva I, II, III y IV, hasta el individuo adulto; los ectoparásitos de cuatro estadios *A. dissimile* y *O. natricis* que implica huevo, larva, protoninfa, deutoninfa y adulto y de los ácaros *Hirstiella* sp. que presentan: huevo, larva, ninfa y adulto. Los géneros de nematodos causan enfermedades gastrointestinales en humanos y son utilizados como hospederos intermediarios; mientras que para el caso de *A. dissimile* se carece de información que demuestre que es transmisora de enfermedad en

humanos; es inexistente el riesgo de salud pública por el manejo de las iguanas mantenidas en cautiverio. No hubo efecto ($P>0.05$) del tratamiento de desparasitación; por lo que es probable que, los parásitos internos han adquirido resistencia a la utilización de ivermectina.

Palabras clave: *Iguana iguana*, parásitos gastroentéricos, ectoparásitos, control parasitario.

ABSTRACT

This research was conducted with the aim of identifying and understanding the life cycle of gastroenteric parasites and ectoparasites in green iguana (*Iguana iguana*) bred in captivity and knowing aware of potential issues that can cause in humans based in the literature, as well as evaluate a method to control the internal parasite. To determine the gastroenteric parasites, excreta were collected and necropsied were made to young and adult iguanas by obtaining copies of mites was determined ectoparasites. For parasite control was applied ivermectin (200 µg/kg body weight). The analysis of the results was used descriptive statistics for measures of internal and external parasites; Chi square test and Kruskal-Wallis test were used to assess the location on the iguana body the number of ticks and small red ticks. To evaluate the effect of deworming was used a randomized complete block design with four treatments (SAS, 2010). We identified nematode gender *Trichostrongylus* sp. and *Oxyuris* sp.; arthropod species *Amblyomma dissimile*, *Ophionyssus natricis* and gender *Hirstiella* sp. Regarding external parasites were found that adult females were larger ($P < 0.01$) than males. There is a difference ($P < 0.01$) between the areas of adult ticks location, finding that dewlap (82.1%) was the preferred area in relation to the sewer and neck (8.9 %). The most preferred areas for mites were dewlap (29.1%), hearing (20%) and head (16.3%) compared with eyes (12.7%), spine (10.9%), neck (9.1%) and paw (1.8%). On the basis of literature have a life cycle of the nematode *Trichostrongylus* sp. and *Oxyuris* sp. comprising from egg, larva, I, II, III and IV, to the adult individual; the ectoparasites of four stages: described *A. dissimile* and *O. natricis* involving egg, larvae, nymphs and adults, mites *Hirstiella* sp. states having: egg, larva, nymph and adult. The female mites of the genus *Hirstiella* sp., presents the stages of egg, larva, nymph and adult. The nematodes cause diseases in humans and are used as intermediate hosts; *A. dissimile* is not transmitting human disease, the risk is non-existent public health management held captive iguanas. There was deworming treatment ($P > 0.05$), so it is likely that internal parasites have developed resistance to the use of ivermectina.

Key words: *Iguana iguana*, gastroenteric parasites, ectoparasites, parasite control

I. INTRODUCCIÓN

En México las iguanas son afectadas por la cacería furtiva, depredación, utilización de la piel y la deforestación, (Harris, 1982; Ramírez, 2004; Salud, 2007), motivo por el cual la iguana verde (*Iguana iguana*) se encuentra en la categoría de riesgo: Sujeta a Protección Especial de la NOM-059-SEMARNAT-2010 (DOF, 2010) y en el Apéndice II (CITES, 2009) de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES). Por ello, se crearon las Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre (UMA) de iguanas (SEMARNAT, 2003), ya que el manejo en cautiverio, semi-cautiverio y vida libre es primordial desde el punto de vista biológico, para recuperar las poblaciones en lugares donde están en alguna categoría de riesgo (DOF, 2010); esto se logra mediante repoblamiento o la reintroducción; además, de diversificar la producción en el sector rural y con ello mantener el equilibrio ecológico (SEMARNAT, 2003); asimismo, las iguanas en criaderos se utilizan para el aprovechamiento de la carne, huevo, piel (Salud, 2007), para venta como mascota (Vélez, 2001) a zoológicos y herpetarios (Garza-Castro, 1998). Sin embargo, la utilización de los animales silvestres locales o exóticos tiene importancia en la salud pública por la transmisión de enfermedades zoonóticas (Chomel, 2002; Barragán, 2002) entre ellas destacan las parasitarias por su posible contagio (Cortés-Hernández, 1993; Vélez, 2001). En México, los parásitos de los reptiles han sido poco estudiados (Pérez-Ponce de León y García-Prieto, 2001), a pesar de que tienen una función importante en la diversidad biológica, porque revelan la historia natural de los hospederos y del hábitat (Hoberg, 1997; Marcogliese y Cone, 1997; Pérez-Ponce de León y García-Prieto, 2001). En décadas pasadas se consideraba que los parásitos tenían escasa influencia en la ecología conductual de sus hospederos (Schall y Houle, 1992); sin embargo, en años recientes el interés y conocimiento acerca de las enfermedades causadas por los parásitos en algunas especies de reptiles ha incrementado (Bernard y Behnke, 1990). Por lo anterior, es elemental conocer el ciclo biológico de los parásitos en iguana verde para diseñar estrategias de control en los reptiles y evitar problemas de salud pública (García-De la Peña *et al.*, 2004).

II. ANTECEDENTES

2.1 Clasificación taxonómica de iguana verde

Con base en la lista de anfibios y reptiles para México de Linner (2007), esta especie se clasifica en la Clase Reptilia, Orden Squamata, Suborden Sauria, Familia Iguanidae, Subfamilia: Iguaninae, Género *Iguana*, Especie *I. iguana* (Linnaeus, 1758). El nombre común de ésta especie es panze, teyú o gallina de palo, garrobo elequemeño o garrobo de palo e iguana verde (Alvarado y Suazo, 1996; SEMARNAT, 2003).

2.2 Características generales y biología de iguánidos

Las iguanas verdes son saurios que en estado adulto alcanzan 2 m de longitud total (Valenzuela, 1981). La cabeza es ancha, hocico redondeado, con dientes sin alvéolos (pleurodontos), lengua móvil y protuible (Barragán, 2002); una cresta dorsal que se extiende desde la cabeza hasta la cola, en los machos mide 3 cm de altura, en las hembras es de menor tamaño, el número de escamas de la cresta dorsal es variable y se inserta hasta el músculo; tienen un pliegue angular en el cuello (también llamado abanico); presentan una escama circular separada por 4 a 12 escamas de la orilla inferior del tímpano, cuyo diámetro mide más del 80% del diámetro del tímpano (Figura 1a) (Valenzuela, 1981).

Presentan coloración variable que va desde el verde olivo a verde brillante y rojizo, con bandas transversas negras en el dorso hasta el vientre separadas por rayas blanquecinas y en la cola anillos negros (Figura 1b y 1c) (Valenzuela, 1981; Esquivel, 1999; Ramírez-Carroz, 2006).

Esta especie se reproduce una vez al año (FAO/PNUMA, 1985 Frías y Barragán, 2007) y comprende las etapas: territorialidad, apareamiento, gravidez, anidación, postura, incubación y eclosión (Arcos-García *et al.*, 2005; Pinacho-Santana *et al.*, 2006). La dieta varía según su edad (Ramírez-Carroz, 2006); los jóvenes consumen brotes de hojas tiernas, semillas y flores (Frías y Barragán, 2007) insectos, capullos y frutos (Frye, 1991b; Henderson, 1974). Los adultos son herbívoros incluso considerados folívoros (Esquivel, 1999).

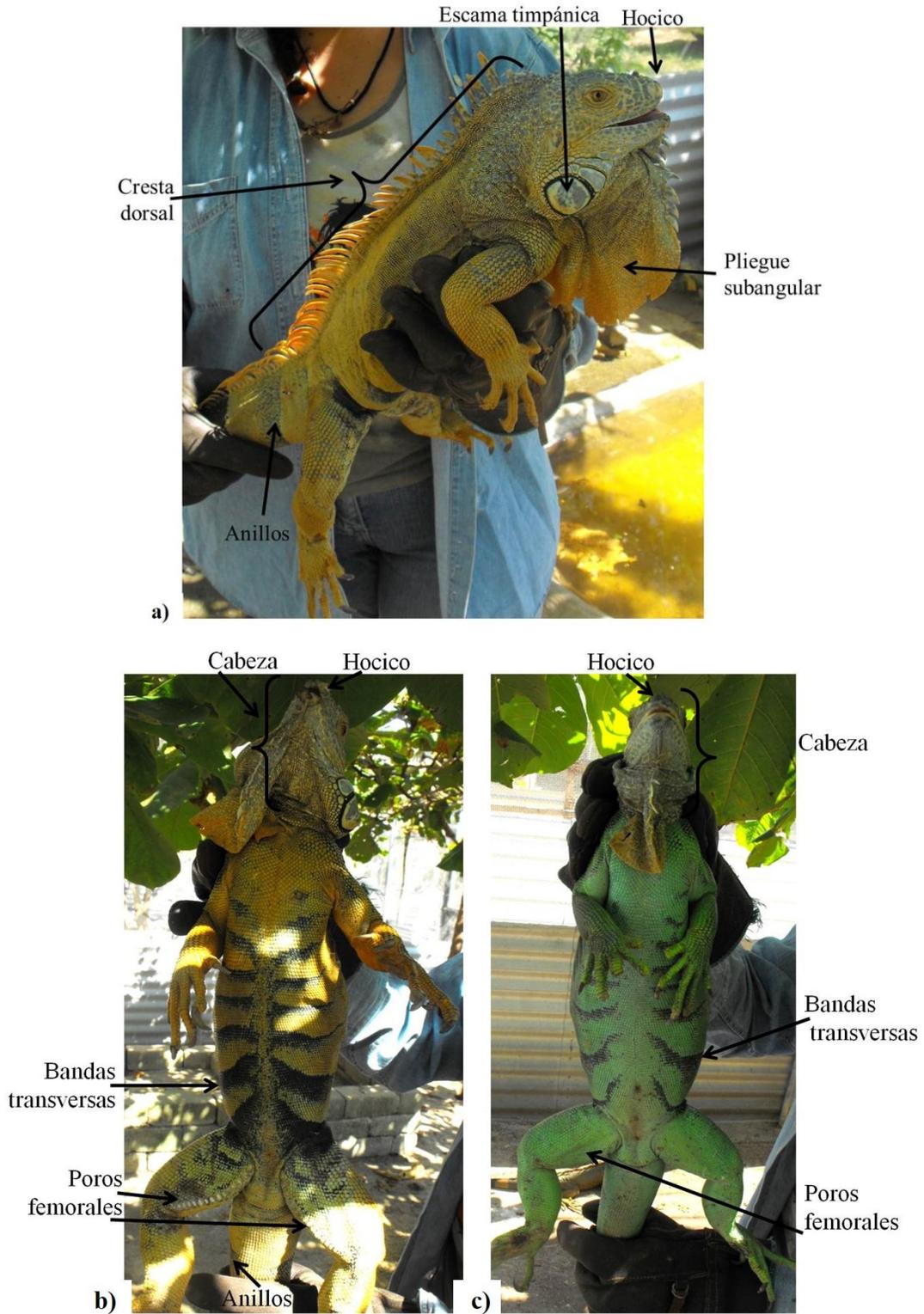


Figura 1. Vista ventral de un macho (a) y hembra (b); vista lateral de un macho (c) de iguana verde (*Iguana iguana*) mantenida en cautiverio (CECOREI-UMAR).

2.3 Distribución geográfica

La iguana verde (*I. iguana*) se localiza desde México hasta América del Sur (Garza-Castro, 1998), en Paraguay (Etheridge, 1982) y el sureste de Brasil (Hyatt, 2003) e Islas Caribeñas del Pacífico y Antillas (Alvarado y Suazo, 1996). En México se distribuye en Sinaloa, Zacatecas, Nayarit, Colima, Jalisco, Michoacán, Guerrero, Oaxaca, Chiapas, hacia la depresión del balsas en Morelos y Puebla, en el Golfo de México en Veracruz, Tabasco y Campeche (Ochoa-Ochoa *et al.*, 2006; Alvarado y Suazo, 1996).

El hábitat que la iguana prefiere está constituido por zonas de altitud entre 500 y 1000 msnm (Werner y Rey, 1988); sin embargo, se han detectado animales desde 0 a 1200 msnm (López-Briones, 1992).

2.4 Aprovechamiento de iguana verde

Las iguanas forman parte en la cultura y desarrollo de la sociedad mexicana, se han convertido en una fuente de alimento para las poblaciones humanas, debido al sabor, delicadeza y color de la carne; también, se le atribuyen propiedades curativas como la utilización de la sangre para el asma (Ramírez-Carroz, 2006; Salud, 2007); la cacería para la obtención de ingresos adicionales (Salud, 2007) y el uso de la piel en la peletería artesanal para la fabricación de artículos (Flores-Villela, 1980); por lo tanto, el aprovechamiento de la fauna silvestre requiere de programas de conservación y manejo sustentable (Mendoza-Martínez, 2001).

2.5 Importancia ecológica

En la actualidad se conocen 22 especies de la familia Iguanidae, distribuidas en cuatro géneros (*Ctenosaura* spp., *Dipsosaurus* spp., *Iguana* spp. y *Sauromalus* spp.) (Linner, 2007; Salud, 2007). En México la especie de mayor importancia económica dentro de esta familia es la iguana verde (Salud, 2007), debido a su coloración vistosa, que la hace más susceptible a ser comercializada (Valls, 2002); este reptil tiene valor ecológico, porque constituye una fuente de proteína mediante su carne y huevos para algunos mamíferos, aves y reptiles; por

la dispersión de semillas (Frías y Barragán, 2007) y el aporte de abono en forma de excretas (Cortez, 1993; Álvarez-Torres, 2007).

Además, tienen importancia científica, ya que son herbívoras y presentan características similares en ecología y organización social a los mamíferos herbívoros (Alvarado y Suazo, 1996).

2.6 Categoría de riesgo

La *I. iguana* se encuentra en la categoría Sujeta a Protección Especial de la NOM-059-SEMARNAT-2010, especie que puede encontrarse amenazada por factores que afectan de forma negativa en su viabilidad, por lo que surge la necesidad de su pronta recuperación y conservación (DOF, 2010); además, está considerada en el Apéndice II de la CITES, que aunque no se encuentra en peligro de extinción, puede llegar a esta condición, a menos que se controle su comercio ilegal (CITES, 2009).

2.7 Parasitismo

El parasitismo es el tipo de simbiosis más común en la naturaleza (Brooks *et al.*, 2001) en la cual un organismo funciona como hospedador u hospedero, sin recibir beneficio metabólico o ecológico (Cruz-Reyes y Camargo-Camargo, 2001), y el otro se comporta como parásito (simbionte) (Ruppert y Barnes, 1996), el cual obtiene alimento, alojamiento y produce algún tipo de daño durante toda o parte de su vida (Cruz-Reyes y Camargo-Camargo, 2001; Gutiérrez-Quiroz y García-Yáñez, 2005).

Los parásitos, del griego *parasito*= el que vive a expensas de otro (Cruz-Reyes y Camargo-Camargo, 2001) son un grupo de invertebrados que se alojan en otro ser vivo, con el fin de alimentarse, reproducirse o completar su ciclo de vida, sin que esta relación implique la destrucción del hospedero como lo hacen los depredadores (Quiroz, 2002); se albergan dentro o fuera del hospedador y provocan alteraciones en la salud, de acuerdo con la cantidad de especímenes presentes; además, causan pérdidas en la productividad de los animales con fines

de aprovechamiento comercial y el desvío de energía afecta al humano como consumidor secundario (Cortés-Hernández, 1993).

Los parásitos ocasionan daño a su hospedero mediante diferentes mecanismos de acción, actúan de manera individual o en combinación con otros, provocan lesiones o alteración de los tejidos donde viven (Gutiérrez-Quiroz y García-Yáñez, 2005). El simbiote se nutre de tejidos, de los fluidos corporales, o utiliza el alimento ingerido por el hospedador; cuando el parásito se aloja en un órgano del cuerpo del hospedero adquiere otras ventajas adicionales, como la protección (Ruppert y Barnes, 1996).

Actualmente existe poca información sobre los parásitos que afectan a los reptiles y es muy escasa para iguana verde; en México existen contadas publicaciones recientes que detallen y clasifiquen los parásitos que infectan a esta especie (Pérez-Ponce de León *et al.*, 2002). Los reptiles poseen amplia gama de parásitos, destacando la ocurrencia de Oxiúridos (Muñoz-Atonal *et al.*, 2011); también, se han reportado como hospederos de cestodos, pero han sido los menos estudiados (Diez-Téllez *et al.*, 2011); Vélez-Hernández *et al.*, (2012) realizaron un estudio del contenido de alimento y metabolismo ceco-cólico en el tubo digestivo de iguana negra (*Ctenosaura pectinata*), donde determinaron la presencia de Oxiúridos.

Para el caso de iguana verde se han reportado nematodos de la familia Pharyngodonidae como *Ozolaimus megatyphlon* y *O. cirratus* en el ciego intestinal (Yamaguti, 1961; Arrojo, 2002); los géneros de *Alaeuris* y *Ozolaimus* en el tubo digestivo (Yamaguti, 1961) y *Alaeuris mexicana* en el intestino delgado y estómago (Flores-Aguilar *et al.*, 2007) donde se estimó un promedio de 2,200 nematodos por iguana.

En algunas regiones de Perú se han identificado especies de parásitos gastroentéricos de la iguana verde, como *A. caudatus* asociadas al humano sobre todo en recto (Loo, 1980; Tantalean, 1994); *O. cirratus* (Loo, 1980; Arrojo, 2002) y *O. megatyphlon* (Tantalean, 1976; Arrojo, 2002) en el intestino grueso; Thapar (1925) incluye especies del género *Aleuris sp.* que parasitan a tortugas, lagartijas, e iguana verde. Moravec *et al.* (1996) reportó la presencia de *A. mexicana* en la

Iguana mexicana de cola espinosa (*C. pectinata*); *A. vogelsangi* se ha registrado para *I. iguana* en Venezuela y Brasil (Lent y Freitas, 1948). También se han hallado otros géneros en el tubo digestivo de la iguana, como *Pseudalaeuris* spp. de la familia Protostrongylidae y *Tachygonetria* de la familia Oxyuridae (Yamaguti, 1961).

Al respecto, se han registrado especies de Plelmintos del género *Oochoristica* spp. de la familia Cyclophyllidae, en iguánidos como han sido los casos de *Oochoristica* sp. (Arizmendi-Espinosa, *et al.*, 2005), *O. whitentoni*, *O. eumecis*, *O. osheroffi*, *O. Gracewileyae*, *O. acapulcoensis* en iguana negra (Brooks *et al.*, 1999); *Oochoristica* sp. y *O. guanacastensis* en *C. similis* (Brooks *et al.*, 1999); *O. iguanae* en *I. iguana* (Brooks *et al.*, 1999); *O. whitfieldi* en *C. oaxacana* (Guillén-Hernández, *et al.*, 2007).

En general, el estudio de los ectoparásitos en reptiles de México, solo cuenta con registros esporádicos (Paredes-León, 2003); como el trabajo realizado por Pérez *et al.*, (2009) de garrapatas en iguana verde y negra; Jacobson (2007) y Dunn (1918) menciona que las garrapatas de la familia Ixodidae y Argasidae parasitan a reptiles, como lagartijas y serpientes y se encuentran en diferente estadio de su ciclo biológico (larvas, ninfas y adultos). También, se han determinado ectoparásitos de reptiles que pertenecen a las familias Ixodidae, Argasidae, Trombiculidae, Leeuwenhoekiidae y Pterygosomatidae (Frías y Barragán, 2007).

La mayoría de las especies de saurios presentan algún grado de ectoparasitismo (García de la Peña *et al.*, 2004); el ácaro de patas negras (*Ixodes pacificus*) que se hospeda sobre las lagartijas *Sceloporus occidentalis* y *Elgaria multicarinata*, ha sido estudiada debido a su importancia médica como vector de la espiroqueta *Borrelia burgdorferi*, causante de la enfermedad de Lyme en humanos (Lane y Loye, 1989; Lane y Quistad, 1998; Wright *et al.*, 1998). Otro ectoparásito de importancia herpetológica es el ácaro *Geckobiella texana*, vector del protozooario *Schellackia occidentalis* que habita en el intestino y en la sangre de los saurios (Bonorris y Ball, 1955).

Las garrapatas son otro grupo de parásitos externos que afecta a los vertebrados terrestres, estos parásitos, chupadores de sangre transmiten un gran número de enfermedades infecciosas (Frías y Barragán, 2007) como el virus de la fiebre amarilla, el agente etiológico del paludismo, pediculosis, tungiasis y la sarna (Tay y Castillo 2005).

2.7.1 Clasificación de los parásitos por la localización

De acuerdo a la ubicación del parásito en el hospedero, estos se clasifican en: 1) Endoparásitos, que viven dentro del cuerpo de otro ser vivo (Cortéz-Hernández, 1993) y se alojan en los aparatos y sistemas (digestivo, reproductivo y circulatorio) u órganos internos (intestinos), así como entre las células o dentro de ellas (Borcherf, 1975; Gutiérrez-Quiroz y García-Yáñez, 2005) y 2) Ectoparásitos, que viven en la superficie de otro organismo (Cortéz- Hernández, 1993; Gutiérrez-Quiroz y García-Yáñez, 2005), se implantan sobre la piel del cuerpo, incluyendo las aberturas y cavidades naturales de fácil acceso, como las fosas nasales, oídos, boca, ano y ojos (Borcherf, 1975).

2.7.2 Parásitos de importancia médica y veterinaria

2.7.2.1 Phylum *Nematoda* (Nematodos)

De manera general, a los nematodos se les ubica como Filum (Ruppert y Barnes, 1996), sin embargo, aún existen autores que los consideran como clase dentro del Filum Asquelmiothes (Cortés-Hernández, 1993).

Son organismos vermiformes de simetría bilateral, en forma de gusanos redondos con extremos que se adelgazan (en corte transversal son circulares), son incoloros, blanquecinos o rosados, dependiendo de la alimentación o del órgano en que se encuentren (Campillo, 2002) y su crecimiento consta de cuatro mudas (Ruppert y Barnes, 1996).

Estos endoparásitos son dioicos (sexos separados), los machos son más pequeños que las hembras, presentan en el poro cloacal un par de espículas que son utilizadas para la cópula; su aparato reproductor está formado por uno o dos testículos, un conducto espermático, una vesícula seminal o espermática y la

cloaca, este aparato desemboca junto al sistema digestivo; las hembras son más robustas y carecen de cloaca, el aparato reproductor abre independiente al tubo digestivo y está formado de uno o dos ovarios, de cada uno emerge un oviducto que se transforma en útero, estos se unen y forman la vagina que desemboca hacia la pared a través de una abertura llamada vulva; el sistema nervioso se encuentra formado por un anillo peri-esofágico y cordones nerviosos longitudinales que salen del anillo; poseen un aparato excretor glandular y tubular; carecen de aparato circulatorio y respiratorio; el tubo digestivo comprende tres regiones: 1) el estomodeo o intestino anterior, formado por el estoma o cavidad bucal, 2) el esófago (también llamado faringe) y 3) la vulva esofágicointestinal (Cortés-Hernández, 1993; Ruppert y Barnes, 1996; Bowman *et al.*, 2004) (Figura 2).

El tamaño corporal de algunos *Oxiuros* varía desde milímetros, hasta más de un metro de longitud (Campillo, 2002); sin embargo, la mayoría de las especies oscila entre 500 micras y unos cuantos centímetros (Cortés-Hernández, 1993). Tienen ganchos orales, dientes, o placas en la cápsula bucal, que les sirven para adherirse a los tejidos (Livaitis, 1980); también, poseen cerdas o papilas de naturaleza sensitiva; su metabolismo es anaeróbico y su longevidad va desde un mes hasta más de 10 años (Urribarren, 2006).

La mayoría de los órganos de los vertebrados son susceptibles a ser penetrados por nematodos (Storer *et al.*, 1986), que se nutren del animal y evitan alimentarse del contenido digestivo (Lee y Atkinson, 1976; Livaitis, 1980); provocando debilidad, enfermedad o la muerte; estos efectos dependen de la especie de parásito, del número de individuos presentes, la localización y otros factores como las condiciones de vida del hospedador (Arrojo, 2002).

En reptiles, Iverson (1982) registró densidades de 15,000 nematodos por gramo de contenido colónico en un adulto de *Cyclura carinata*; Valenzuela (1981) documentó la presencia de nematodos, sin realizar cuentas parasitarias, ni su identificación; Vélez-Hernández *et al.* (2012) observaron en iguana negra la presencia de parásitos adultos oxiúridos y cuantificaron $6,300 \pm 329$ adultos y 655 ± 265 huevos por iguana.

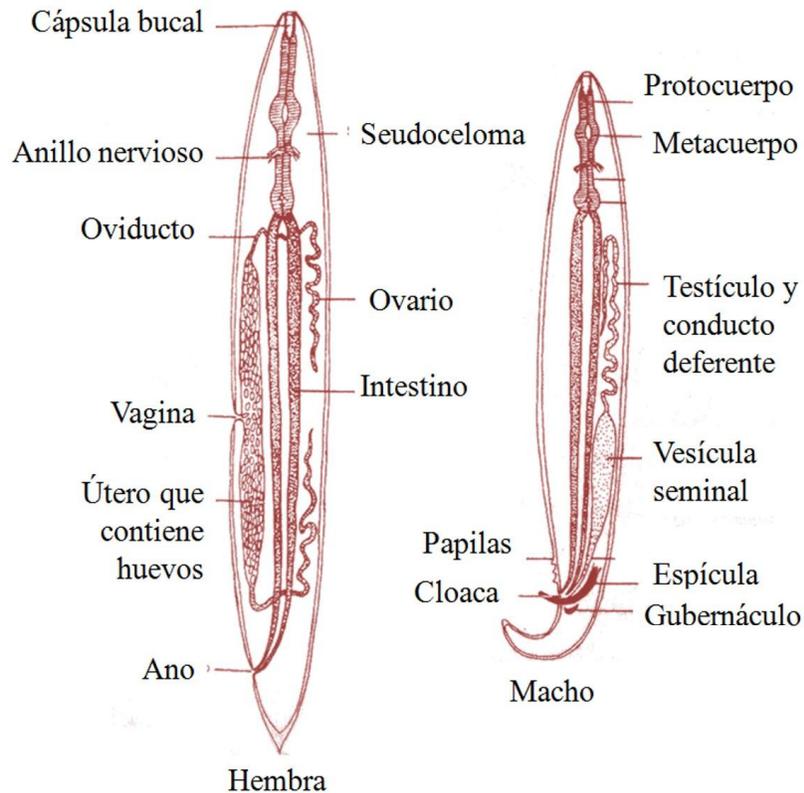


Figura 2. Morfología general de nematodo hipotético (Tomado y modificado de Zaman, 2004).

2.7.2.2 Orden Acarina (Ácaros)

En los ácaros las regiones del cuerpo están fusionadas (Bowman *et al.*, 2004) e insegmentadas (Storer *et al.*, 1986); el cuerpo recibe el nombre de idiosoma; presentan cuatro pares de apéndices en la etapa adulta y tres en estadio de larva; carecen de antenas y mandíbulas; las piezas bucales están constituidas por los palpos, quelíceros, epistoma (hipostoma) y junto con la base del capítulo forman el gnatostoma (Ruppert y Barnes, 1996; Bowman *et al.*, 2004) (Figura 3).

El epistoma está armado con dientes retráctiles, mientras los quelíceros son el primer par de apéndices bucales (se localizan en el gnatostoma), dispuestos con dentículos móviles (Bowman *et al.*, 2004), estos actúan de manera independiente y son empleados para la alimentación, en muchas especies los quelíceros

terminan en una quela o uña punzante (semejante a garras); en otro grupo de ácaros (sobre todo parásitos) los quelíceros se vuelven filiformes, a manera de estilete; junto a estas estructuras están los pedipalpos o palpos, que son apéndices sensoriales dotados de sedas tigmotáctidas o quimiorreceptoras que ayudan a la localización de alimento (Cortés-Hernández, 1993; Storer *et al.*, 1986).

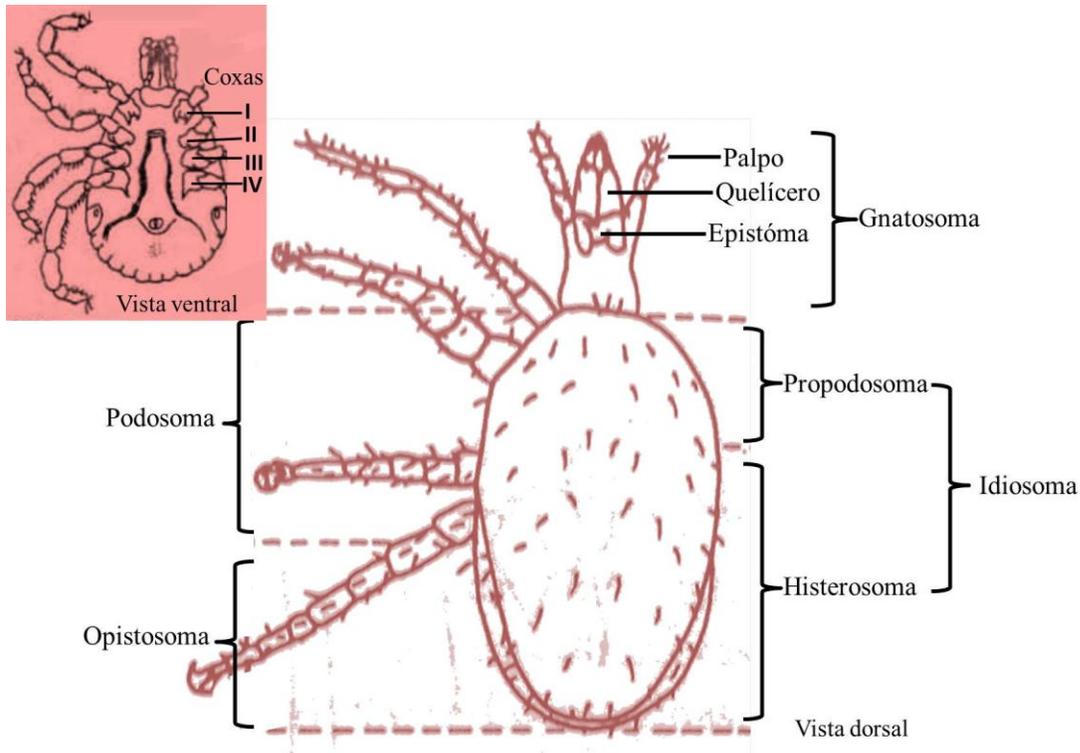


Figura 3. Regiones del cuerpo de ácaros (Tomado y modificado de Krantz, 1978).

Presentan órganos sensoriales propodosomales, un par de canales podeocefálicos; coxas fusionadas a la pared ventral del cuerpo; forman regiones delimitadas por epímeros (Cortés-Hernández, 1993); respiran por tráqueas o por la superficie del cuerpo; pasan por fases larvales y ninfales; son de vida libre y parásitos (Storer *et al.*, 1986).

El tamaño de los ácaros en general es microscópico, va desde 80 a 1000 micras; sin embargo, hay especies más grandes, como las garrapatas, que alcanzan hasta 2 cm (Cortés-Hernández, 1993); se alimentan de sustancias de

animales o vegetales en descomposición, algunos succionan los jugos de las plantas o viven de la piel, sangre u otros tejidos de vertebrados terrestres (Storer *et al.*, 1986).

De acuerdo con Bowman *et al.* (2004), existen dos familias principales de garrapatas, la Argasidae (garrapatas blandas) y la Ixodidae (garrapatas duras); se alimentan de reptiles, aves y mamíferos; cuando encuentran un hospedero, las piezas bucales perforan la piel y por medio de la faringe (órgano succionador), engullen sangre que se conserva líquida por la acción de un anticoagulante salival, acción que provoca que el estómago se dilate y el cuerpo llegue a agrandarse (Storer *et al.*, 1986).

2.7.3 Control químico (Ivermectina)

La ivermectina es la mezcla de dos avermectinas: 22, 23 dihydroavermectina B_{1a} y la 22, 23 dihydroavermectina B_{1b}, en proporciones de 80 y 20%; para su venta se presenta en forma inyectable, con solventes orgánicos en virtud de su reducida hidrosolubilidad, es un compuesto fotosensible que debe almacenarse en frascos de color ámbar, en un lugar fresco y seco (Sumano y Ocampo, 1989). Merck (1993) y Camero (2004) aducen que, la ivermectina es una Lactona macro cíclica derivado semi-sintético de una Avermectina y producida por la bacteria *Streptomyces avermitilis* o sus derivados químicos.

Este antihelmíntico impide la transmisión de impulsos motores estimulando la liberación del GABA (ácido γ -amino butírico) agente inhibidor de la neurotransmisión; incrementa la permeabilidad de la membrana celular del tubo neural del parásito a los iones cloruro, provoca parálisis flácida o tónica de la musculatura, por ello, quedan inmovilizados y mueren; la ivermectina actúa sobre los artrópodos que sufren el bloqueo nervioso en las placas neuro-musculares (Escalante y Valdivia, 2003).

Tiene eficacia contra parásitos internos y externos y por su acción sistémica de efecto prolongado (Aparicio-Medina *et al.*, 2011); es efectivo contra parásitos gastroentéricos (Lynn, 2004) de los géneros *Oxyuris* spp. (Klei *et al.*, 2001), *Trichostrongylus* spp. (Bowman *et al.*, 2004), *Ostertagia* spp., *Haemonchus* spp.,

Micistocirrus spp., *Cooperia* spp., *Nematodirus* spp., *Strongyloides* spp., *Toxocara* spp., *Bunostomum* spp., *Oesophagostomum* spp.; parásitos pulmonares del género *Dictiocaulus* spp.; ectoparásitos como *Dermatobia* spp., *Sarcoptes* spp., *Haemotobia* spp.; garrapatas *Boophilus* spp. y *Amblyomma* spp. (Gil, 2004; Bowman *et al.* 2004).

En un estudio sobre control parasitario en iguana negra se utilizó ivermectina a una dosis de 200 µg por kg de peso vivo, en el cual se observó que el efecto de la aplicación del desparasitante fue similar ($P>0.05$) en machos y hembras de diferente edad, sobre la ganancia diaria de peso, consumo de materia seca y la cantidad de huevos de cestodos en los periodos estudiados (Arcos-García *et al.*, 2011).

2.7.3.1 Dosificación

En el control de la parasitosis con nematodos, las endoectocidas (ivermectinas, doramectinas, moxidectin) son de primera elección a dosis de 200 µg por kg de peso vivo, con una segunda aplicación a las dos semanas (Villegas-Zurita y Bustos-Crispín, 2001).

Las iguanas en periodo reproductivo deben ser desparasitadas 60 días antes del período de inicio de cortejo y 15 días después de la oviposición; con una segunda dosis del desparasitante, 15 días posteriores a la primera dosis en ambos casos; lo anterior tiene como fundamento, un estudio realizado en 32 ejemplares de *C. pectinata* (Arcos *et al.*, 2011) donde a los 60 días de la primera aplicación de desparasitante, las iguanas quedaron libres de huevos de parásitos; se utilizó ivermectina a dosis de 200 µg/kg de peso vivo por vía oral, intramuscular o subcutánea, cualquiera de las tres vías produce el mismo resultado en la desparasitación en iguanas (edad de tres a nueve años) y el efecto positivo es similar ambos sexos.

III. JUSTIFICACIÓN

La vida parasitaria implica una serie de adaptaciones que tiene gran interés, tanto teórico como práctico, debido a las implicaciones evolutivas e importancia sanitaria (Díaz y Santos, 1998). Cuando la fauna silvestre se mantiene en condiciones de cautiverio, conserva parásitos que por algunos factores se vuelven patógenos y ocasionan la muerte del hospedero; así como infectar al humano, de manera específica a los operarios que manipulan los animales o que se encuentran alrededor de ellos (Arrojo, 2002; Jacobson, 2007). Aunque, es común que los animales en vida silvestre se encuentren parasitados, sin manifestar efecto aparente, esto no implica que sea un estado de salud óptimo (Vélez-Hernández, *et al.*, 2012). De manera particular las iguanas son afectadas por parásitos que tienen algún efecto detrimental en su salud (Bernard y Behnke, 1990).

El conocimiento de la dinámica del parasitismo es fundamental para proponer estrategias de control, para esto, se debe determinar por la presencia, abundancia, distribución espacial (regional o dentro de un determinado nicho) y temporal (estacionalidad) de los animales en vida libre y los que están sometidos a manejo intensivo (en cautiverio) (Fermín y Olaechea, 2005).

Por lo tanto, es necesario determinar los parásitos en iguana verde, para diseñar estrategias de control parasitario y proponer alternativas de manejo sanitario de este reptil, estos serán avance importante para la ciencia; además, de que el aumento en el conocimiento de la biología, fisiología y ecología en la iguana contribuirá con la mejora del mantenimiento de la especie en cautiverio y establecer medidas de protección y control de enfermedades para el humano y de ser el caso, evitar contraerlas (Tantalean, 1998).

IV. HIPÓTESIS

La identificación y conocimiento del ciclo biológico de los parásitos internos y externos que infestan a la *I. iguana*, mantenida en condiciones de cautiverio, permite establecer un método adecuado de control parasitario en esta especie; además, evitar problemas de zoonosis por el manejo directo que realiza el personal en las unidades de manejo para conservar la especie, considerada como alternativa para la productividad.

Las diferentes vías de aplicación de ivermectina en iguana verde mantenida en cautiverio para el control de parásitos gastrointestinales reduce la incidencia de adultos y huevos. Los parásitos internos y externos localizados en iguanas verdes cautivas tienen efecto nulo en la salud pública.

V. OBJETIVOS

5.1 General

Determinar los parásitos internos y externos en los diferentes estadios de la iguana verde (*Iguana iguana*) criada en condiciones de cautiverio, para cotejar con la literatura si las especies parasitarias encontradas causan problemas en humanos y evaluar un método de control parasitario.

5.2 Particulares

Identificar parásitos internos y externos que habitan en las crías, jóvenes y adultos de iguana verde (*I. iguana*) mantenida en condiciones de cautiverio.

Con base en la literatura conocer el ciclo biológico de los parásitos internos y externos identificados en iguana verde (*I. iguana*) criada en una unidad de manejo de la vida silvestre.

Evaluar un método de control parasitario en la iguana verde (*I. iguana*) en cautiverio.

Con base en la literatura determinar si las especies identificadas de parásitos son causa de enfermedad en humanos.

VI. MATERIAL Y MÉTODOS

6.1 Área de estudio

El presente estudio se realizó en las instalaciones de la Universidad del Mar (UMAR) Campus Puerto Escondido Oaxaca, ubicada en Ciudad Universitaria, Carretera Vía Sola de Vega, Puerto Escondido, San Pedro Mixtepec, Juquila, Oaxaca y en el Laboratorio de nutrición y bioquímica del Laboratorio de usos múltiples de Zootecnia del Campo Experimental de la Universidad del Mar, localizado en el kilómetro 128.1 de la Carretera Federal Pinotepa Nacional–Puerto Escondido, delimitado a 15° 55' 23.1" de latitud norte y 97° 09' 05" de longitud oeste con altitud de 12 msnm (García, 1989).

Las muestras de parásitos internos y externos, así como la recolecta de heces y el control parasitario se realizó en ejemplares de iguana verde (*I. iguana*) en cautiverio del Centro de Conservación y Reproducción de Iguanas de la Universidad del MAR (CECOREI-UMAR), ubicado en el Campo Experimental de esta misma institución. La determinación de ectoparásitos y endoparásitos se realizó en el Laboratorio de Parasitología, Unidad de Servicios Auxiliares para el Diagnóstico de la Facultad de Medicina, Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Michoacana San Nicolás de Hidalgo ubicada en la carretera Morelia-Zinapécuaro km 95 Municipio de Tarímbaro, Michoacán y en el Laboratorio de nutrición y bioquímica del Laboratorio de usos múltiples de Zootecnia del Campo Experimental de la Universidad del Mar.

6.2 Identificación de parásitos

6.2.1 Parásitos internos

La identificación de los parásitos internos en las crías, jóvenes y adultos de *I. iguana* se llevó a cabo en dos etapas: 1) Recolección de excretas y 2) Práctica de necropsias (Medina-Reynés, *et al.*, 1994).

Se realizó la recolecta de excretas de cinco machos y cinco hembras de iguana verde con edad de uno, cinco y siete años, que fueron colocadas en jaulas individuales con medidas de 1.89 m de largo, 1.89 m de ancho y 2.00 m de altura, en un periodo de cinco días, durante los cuales se ofreció agua y alimento para

obtener las excretas. Las muestras de heces frescas se recolectaron a las 10 am (Medina-Reynés, *et al.*, 1994) y se depositaron en frascos de vidrio rotulados a los cuales se les adicionó unas gotas de formol al 10% para su conservación (Bowman *et al.*, 2004), se almacenaron a una temperatura de 4 °C para evitar la desecación (Borcherf, 1975; Mehlhorn y Raether, 1993) y mantener las condiciones adecuadas hasta su observación y análisis posterior.

Para determinar el grupo al que pertenecen los huevos observados en las muestras de excreta, se utilizó la técnica de flotación de solución salina saturada (Tarazona, 1973), en donde los huevos de endoparásitos que tienen menor peso flotan por efecto de la gravedad específica, los cuáles fueron recolectados con un asa parasitológica y observados en el microscopio compuesto (CARL ZEISS, AXIOSTAR PLUS, 3108011353) (Salas-García, 2010). Para apoyar la identificación de las especies parasitarias se consideró el tamaño y las características anatómicas de los huevos con base en Tarazona, 1973; Borcherf, 1975; Mille-Pegaza, 1993; Bowman *et al.*, 2004; Vignau *et al.*, 2005 y Tay *et al.*, 1995.

Se realizaron necropsias con métodos conocidos (Aluja y Casas, 2002; Bowman *et al.*, 2004) diez en crías, dos en jóvenes y 25 en adultos, de iguanas fallecidas en el mismo periodo de recolección de excretas, para que coincidieran los parásitos adultos y huevos encontrados. Posterior a la extracción de los tubos digestivos, éstos se fijaron en formol al 10% y se almacenaron a 4°C en frascos de vidrio rotulados hasta su análisis (Bowman *et al.*, 2004).

Los parásitos adultos recolectados fueron separados en hembras grávidas, hembras jóvenes y machos. los cuales se observaron en fresco puestos entre cubre y portaobjetos (Tarazona, 1973), a los microscopios óptico (CARL ZEISS, AXIOSTAR PLUS, 3108011353), estereoscópicos (ZEISS, STEMI DV4 y ROSSBACH, 820847) y de contraste de fases (MOTIC, BA300); del material biológico extraído se determinó el género, con base en las características morfológicas y la comparación con las guías de identificación, trabajos y publicaciones de Tarazona, 1973; Borcherf, 1975; Mille-Pegaza, 1993; Mehlhorn y

Piekarski, 1993; Cortés-Hernández, 1993; Tay *et al.*, 1995; Campillo, 2002; Bowman *et al.*, 2004; Zaman, 2004; Vignau *et al.*, 2005.

6.2.2 Parásitos externos

Para obtener garrapatas adultas, se revisó la totalidad de iguanas (850 individuos), del CECOREI-UMAR, durante un año y medio de 2011 a mediados de 2012. Las muestras se tomaron de forma manual, colocando el dedo índice en la parte ventral del ácaro y el pulgar en la zona dorsal, mediante un movimiento firme y rápido (hacia el dorso de la garrapata) se desprendieron del hospedador (Tarazona, 1973; Rodríguez y Cob, 1994). Se cuidó que la porción bucal del ectoparásito se despegara de la superficie cutánea del hospedero (DOF, 1999). Una vez recolectado el espécimen, se colocó en un frasco con etanol al 70% glicerinado para evitar la retracción de la cutícula (Manzanilla *et al.*, 2002).

Para recolectar ácaros se eligieron cinco ejemplares hembras y cinco machos de iguana verde por cada edad: cría, joven y adulto (Alvarado y Suazo, 1996; Henderson, 1974). En la obtención de los parásitos, se revisó en su totalidad el cuerpo de las iguanas, poniendo mayor atención a los lados de la nuca, las axilas, bolsas post-femorales y el pabellón auricular (García-De la Peña *et al.* 2004), esta actividad se realizó con apoyo de lupas 3X (BALLOON BRAND); y se utilizaron hisopos humedecidos con agua para capturarlos con movimientos circulares.

El material biológico obtenido se conservó hasta el momento de su identificación en frascos con etanol al 70% glicerinado (Manzanilla *et al.*, 2002). Las iguanas utilizadas se devolvieron a las jaulas después de la exploración. Para ambos casos (garrapatas adultas y ácaros) se realizó un registro indicando la parte del cuerpo de la iguana donde se recolectó la muestra, para determinar la zona de preferencia de los ectoparásitos.

La determinación taxonómica de las garrapatas adultas y ácaros se realizó a través de la observación de características morfológicas en los microscopios óptico, de contraste de fases (MOTIC, BA300) y estereoscópico (ZEISS, STEMI DV4 y ROSSBACH, 820847), mediante la comparación en claves de identificación,

publicaciones y trabajos realizados por Borchert (1975); Quiroz-Romero (1990), Mille-Pegaza (1993), Rodríguez y Cob (1994), Baker (1998), Bowman *et al.* (2004), Zaman (2004), Walter y Shaw (2002), Paredes-León y Morales-Malacara (2009) y Salas-García (2010).

6.3 Determinación del ciclo biológico

Para conocer el ciclo biológico de los parásitos internos y externos localizados en *I. iguana*, se consideraron los ciclos de vida de las especies parasitarias de acuerdo con la literatura existente, se tomó en cuenta los trabajos de Borchert (1975), Thomas (1982), Weisz (1987), Tay (1991), Ruppert y Barnes (1996), Stromberg (1997), Sievers *et al.* (1998), Hickman *et al.* (1998), Bannert *et al.* (2000), Zaman (2004), Martínez-Barbosa (2005), Tay y Castillo (2005) y Tato y Molinari (2008).

6.4 Control de parásitos internos

6.4.1 Selección de iguanas experimentales

Para estudiar el control del parasitismo se utilizó la experiencia de otros estudios realizados en iguana negra (Arcos-García *et al.*, 2011); en el presente trabajo se eligieron 16 ejemplares machos de *I. iguana*, con edad variable de 1, 5 y 6 años considerados como crías y adultos. Con peso vivo promedio de 11.37 ± 52.3 g y longitud hocico-cloaca de 12 ± 0.71 cm para crías y de 715.41 ± 243.69 g y longitud hocico-cloaca de 29.04 ± 5.39 cm para adultos los cuales fueron arreglados en bloques por peso.

6.4.2 Periodo de adecuación y alojamiento

Todos los ejemplares se sometieron a un periodo de adecuación durante 45 días anteriores al inicio del experimento, en jaulas individuales de madera con piso y techo de malla de criba; los adultos estuvieron en jaulas con medidas de 58 cm de largo, 49 de ancho y 30 de altura y las crías en jaulas de 47 cm de largo, 45 cm de ancho y 48 cm de altura; el techo estaba tapado a la mitad, lo que permitió que las iguanas se asolearan a libertad y pudieran regular su temperatura corporal.

El aseo de las jaulas, el agua y alimento ofrecidos se revisaron de manera periódica cada tercer día; se ofreció a los animales alimento concentrado para conejo, el cual contenía 15.5% de proteína cruda y 93.5% de materia seca (AOAC, 2000).

6.4.3 Desparasitación

Se verificó que todos los ejemplares en estudio estuvieran parasitados por medio de exámenes coproparasitoscópicos, previo a la aplicación de los tratamientos de desparasitación (Arcos-García *et al.*, 2011); el conteo de huevos se realizó de abril al mes de agosto de 2011, mediante la recolecta y análisis de excretas, las cuales se analizaron con las técnicas de flotación (Salas-García, 2010) y sedimentación (Ueno y Goncalves, 1994; Salas-García, 2010).

Para la desparasitación se empleó ivermectina a una dosis de 200 µg por kg de peso vivo (Jacobson, 2007; Barten, 1993), el tratamiento consistió en aplicar dos veces el desparasitante (Arcos-García *et al.*, 2011), la primera aplicación se realizó posterior al periodo de adecuación y se consideró como día cero, la segunda aplicación se llevó a cabo 15 días después de la primera aplicación; las vías de administración en ambos casos fueron intramuscular, subcutáneo, oral y sin aplicación.

En la observación y conteo de huevos se tomaron muestras de excretas de cada una de las iguanas a distintos tiempos; a los 0, 15, 30, 45, 60, 90 y 120 días posteriores a la primera aplicación de desparasitante; las recolectas se mantuvieron en frascos de vidrio con adición de unas gotas de formol al 10%, después se analizaron mediante las técnicas de flotación (Bowman *et al.*, 2004; Salas-García, 2010) y sedimentación (Ueno y Goncalves 1994; Salas-García, 2010) con soluciones saturadas de azúcar y cloruro de sodio; el conteo de huevos se efectuó por medio de la Técnica microscópica cuantitativa de McMaster; para la determinación del número de huevos por gramo (NHG) de materia fecal (Whitlock, 1941; Kauzal y Gordon, 1941; Thienpont *et al.*, 1986) se utilizó la siguiente fórmula:

$$\text{NHG} = \frac{(A+B) \times 100}{2}$$

Donde:

A = Número de huevos contados en la primera cámara

B = Número de huevos contados en la segunda cámara

El efecto de la desparasitación en garrapatas y ácaros no se evaluó, porque en el Centro de Conservación y Reproducción de Iguanas, fue inexistente la presencia de esos parásitos durante el periodo de evaluación del desparasitante.

6.5 Parásitos con influencia en la salud pública con base en la literatura

Considerando los ectoparásitos y endoparásitos identificados en las iguanas verdes, se investigó en la literatura si estos parásitos tienen algún efecto detrimental en la salud pública (Barragán, 2002; Chomel, 2002; Salud, 2007).

6.6 Diseño experimental

Los resultados se analizaron con el paquete estadístico SAS (2010), donde se utilizó estadística descriptiva para las medidas de los parásitos internos y externos; se aplicó una prueba de Ji cuadrada y la prueba de Kruskal-Wallis para evaluar la localización y número de garrapatas adultas y ácaros en el cuerpo de las iguanas.

Para calcular el efecto de la desparasitación se utilizó un diseño de bloques completos aleatorizados, con cuatro tratamientos; el criterio para establecer las unidades en bloques consistió en colocar rangos de pesos de las iguanas; los tratamientos consistieron en las vías de administración del desparasitante: intramuscular (IM), subcutánea (SC), oral (OR) y sin aplicación (SA) (Arcos-García *et al.*, 2011). Al respecto, en el caso de los huevos, se utilizó la transformación logarítmica para homogeneizar los datos y se analizó por medio de mediciones repetidas (SAS, 2010).

VII. RESULTADOS

7.1 Identificación de parásitos

7.1.1 Parásitos internos

7.1.1.1 Primera especie localizada

Con base en las estructuras observadas se estableció que el parásito interno identificado en *I. iguana* es *Trichostrongylus* sp. La clasificación taxonómica es: Phylum: Nematoda (nematodos); Orden: Rhabditida (Estrongilinos); Familia: Trichostrongyloidea y Género: *Trichostrongylus*.

Es un gusano verdadero filiforme y fusiforme considerado cilíndrico, con tubo digestivo que se inicia en boca y termina con el ano (tubo digestivo completo); en el cual la parte más visible es la faringe, presenta una cavidad corporal sin mesotelio llamada seudocele; tiene dimorfismo sexual, son incoloros e insegmentados; se caracterizan por ser vermes finos como pelos, con cutícula estriada transversal, sin dilataciones cefálicas, cavidad bucal lisa; carecen de papilas cervicales, poseen glándulas excretoras y anillos nerviosos; los adultos midieron una longitud de 5 ± 0.5 mm y se localizaron en el intestino delgado de iguana verde en la región ceco-cólica (Figura 4).

Los machos poseen una bolsa copuladora, conducto eyaculador, espículas largas y filiformes, en algunos ejemplares fueron anchas, cortas y de color parduzco, el gubernáculo es fusiforme, los machos son de menor tamaño que las hembras; la bolsa de los machos tiene grandes lóbulos laterales y un lóbulo dorsal, de las costillas que sostienen la bolsa las ventroventrales son más pequeñas y finas que las lateroventrales, ambas costillas separadas entre si, la dorsal es estrecha y en su extremo se ramifica, cada una de estas ramas termina en dos puntas (Figuras 5).

Las hembra tienen la vulva que se abre en el tercio posterior y los úteros son opuestos; el extremo posterior de la hembra se afina por detrás del ano, haciéndose cónico o terminando en una punta corta; se aprecia la vagina, los ovarios y los oviductos con la presencia de huevos (Figura 6).

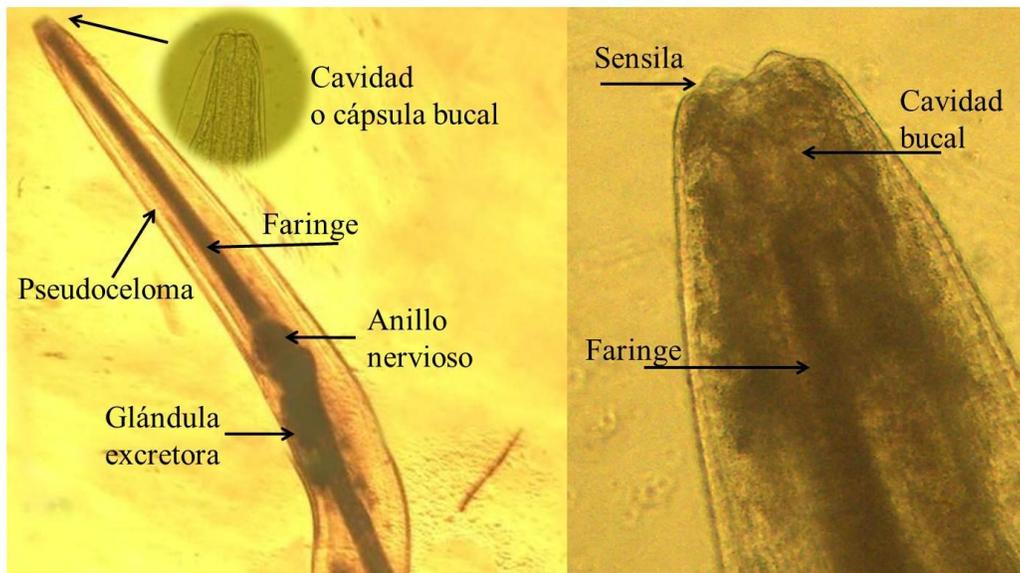


Figura 4. Morfología de nematodo *Trichostrongylus* sp. recolectado en el intestino delgado de iguana verde (*Iguana iguana*) sometida a manejo intensivo (CECOREI-UMAR).

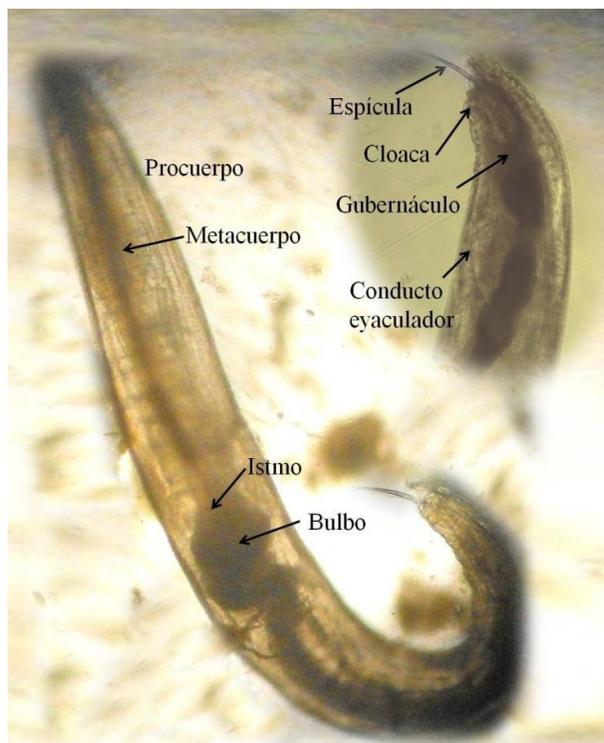


Figura 5. Morfología de nematodo macho *Trichostrongylus* sp. recolectado en el intestino delgado de iguana verde (*Iguana iguana*) sometida a manejo intensivo (CECOREI-UMAR).

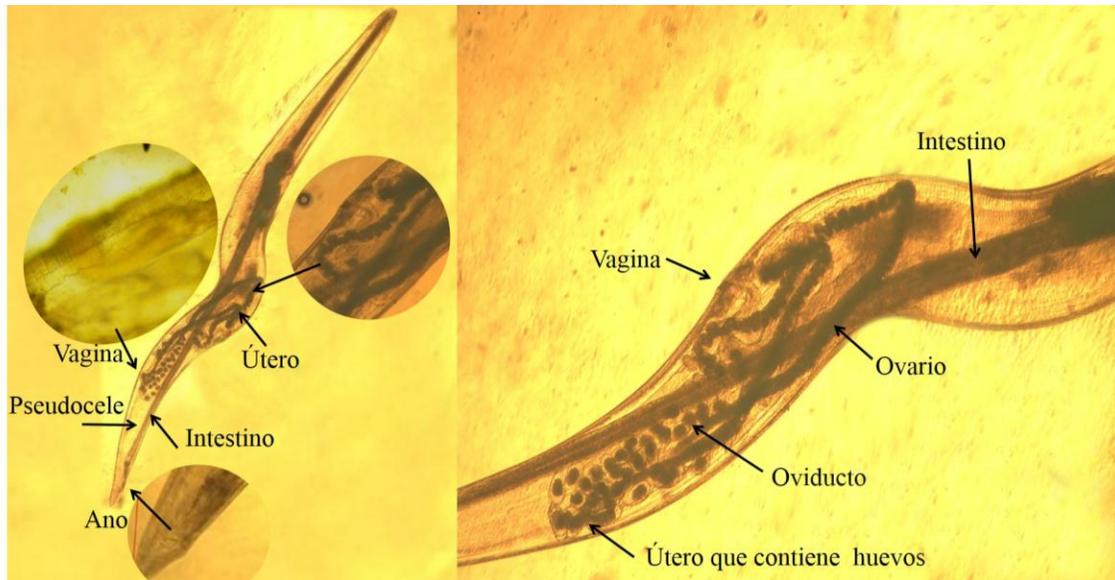


Figura 6. Morfología de nematodo hembra *Trichostrongylus* sp. recolectado en el intestino delgado de iguana verde (*Iguana iguana*) sometida a manejo intensivo (CECOREI-UMAR).

Los huevos con numerosos blastómeros son ovales, alargados y los extremos ligeramente picudos o afilados, de cáscara muy delgada y contienen un embrión en fase de mórula, este es el mismo estadio biológico que se encuentra en las heces del hospedador (Figura 7). Los huevos y adultos de *Trichostrongylus* sp. se encontraron en iguanas verdes adultas y jóvenes, tanto en machos como en hembras; las crías estuvieron carentes de parásitos adultos, pero se observaron huevos en las excretas.

En los parásitos gastroentéricos se observó una variación en la morfología de los adultos del género *Trichostrongylus* sp.; la diferencia fue en el tubo digestivo y en la apariencia del cuerpo, unos con aspecto liso y otros rugoso (Figura 8). Los nematodos con cuerpo liso midieron 6.7 ± 0.7 y 5.1 ± 0.5 mm para hembras y machos respectivamente, mientras que los nematodos rugosos midieron 5.4 ± 0.5 y 4.3 ± 0.8 mm para hembras y machos.

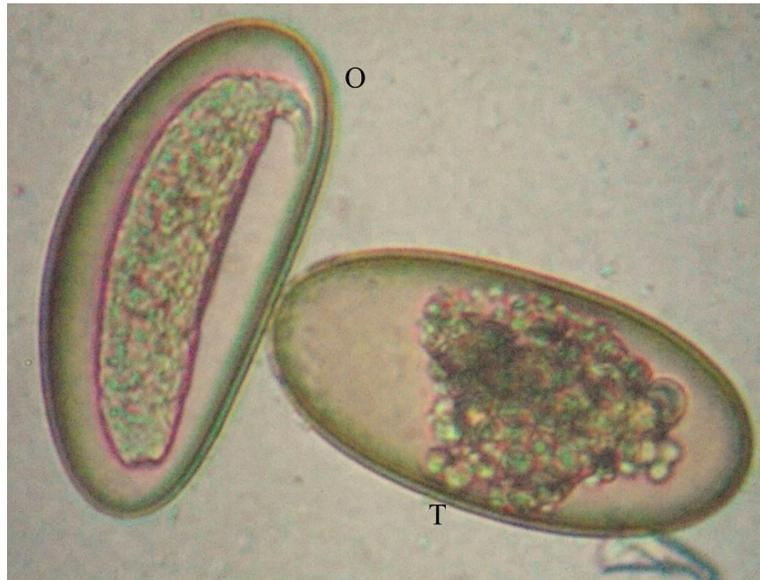


Figura 7. Huevos de nematodo *Trichostrongylus* sp. (T) y *Oxyuris* sp. (O), recolectados en excretas de iguana verde (*Iguana iguana*) en cautiverio (CECOREI-UMAR).

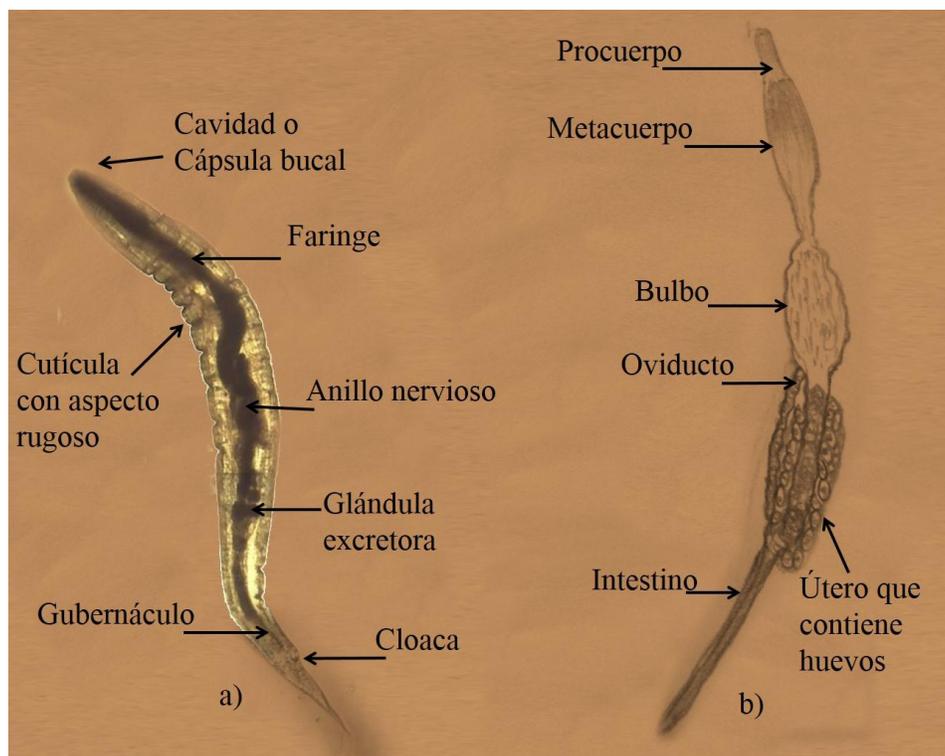


Figura 8. Parásito gastroentérico de cuerpo rugoso *Trichostrongylus* sp. recolectado en el intestino delgado de iguana verde (*Iguana iguana*) sometida a manejo intensivo (CECOREI-UMAR); a) macho y b) hembra.

7.1.1.2 Segunda especie localizada

La clasificación taxonómica es: Phylum: Nematoda (nematodos); Orden: Rhabditida (Estrongilinos); Familia: Trichostrongyloidea y Género: *Oxyuris*.

Este tipo de parásito es redondo con los extremos puntiagudos, el cual presenta un esófago dilatado en la parte posterior, forma un bulbo más o menos esférico antes de su conexión con el intestino, pocas papilas caudales, en ambos sexos tiene una cola larga y afilada (vermes de aguja); los individuos se encontraron en el intestino grueso de las iguanas. Los machos tienen una espícula, glándula excretora única y ventral (Figura 9); se identificaron hembras grávidas y jóvenes; además, se observaron huevos que se embrionan en el útero y plano convexos (Figura 10).

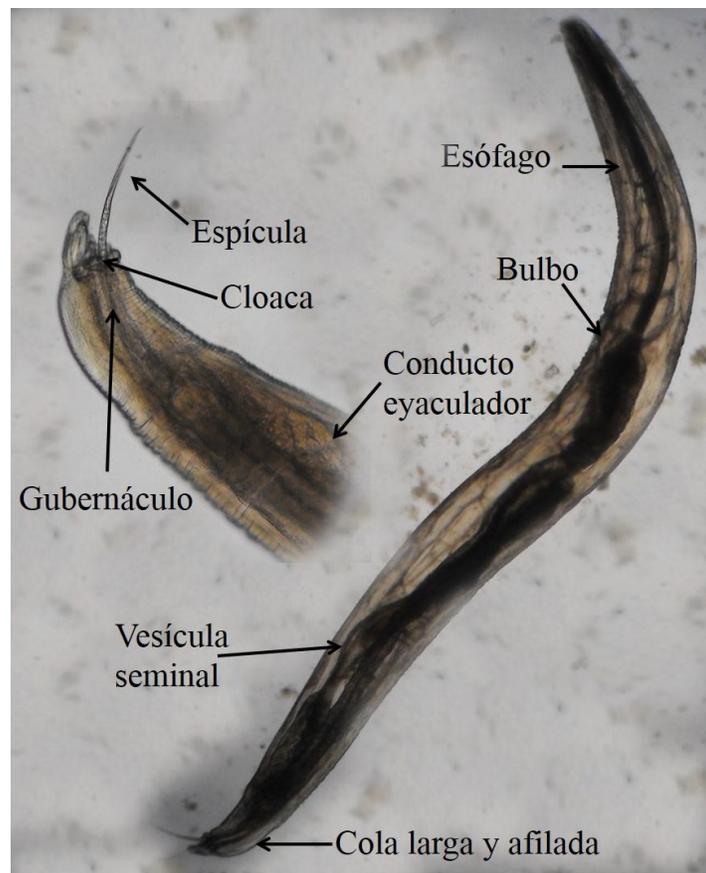


Figura 9. Morfología de un nematodo macho de *Oxyuris* sp. recolectado en excretas de iguana verde (*Iguana iguana*) en cautiverio (CECOREI-UMAR).



Figura 10. Morfología de un nematodo hembra de *Oxyuris* sp. recolectado en excretas de iguana verde (*Iguana iguana*) en cautiverio (CECOREI-UMAR).

Los huevos tienen una cápsula gruesa e incolora, contienen una larva, están aplanados por un lado y tienen un opérculo en el extremo (Figura 7). Los huevos y adultos de *Oxyuris* sp. se encontraron en iguanas verdes adultas y jóvenes, tanto en machos (1.1 ± 0.3 mm de largo) como en hembras (1.8 ± 0.4 mm de largo); las crías carecieron de parásitos adultos y huevos en las excretas. Con base en las estructuras observadas se estableció que el tercer parásito interno localizado en la región ceco-cólica del tubo digestivo de iguana verde pertenece al género *Oxyuris*.

7.1.2 Parásitos externos

7.1.2.1 Primera especie localizada

La clasificación taxonómica es: Phylum: Arthropoda (artrópodos); Clase: Arachnida; Subclase: Acari; Superorden: Parasitiforme; Orden: Ixodida (ixodidos); Familia: Ixodidae; Subfamilia: Amblyomminae; Género: *Amblyomma* y Especie: *A. dissimile*.

El ectoparásito encontrado en la iguana verde fue un artrópodo hematófago que pertenece a la familia Ixodidae debido a la consistencia dura del cuerpo, con

gnatosoma anterior visible dorsal y ventralmente; tegumento duro y quitinizado, hiposoma y palpos bien manifestados y anteriores, el escudo presente de forma acorazonada casi tan largo como ancho (Figura 11). Con base en el tamaño del escudo, se determinó el sexo de los ejemplares de garrapatas.

La hembra sin alimentar es de cuerpo redondeado, presenta la base del gnatosoma rectangular con áreas porosas pequeñas casi circulares. Tiene el escudo en un tercio anterior del dorso; además, posee un patrón ornamental en un color blanquecino o dorado amarillento abundante y extendido por toda la superficie, este patrón se condensa más hacia el centro que en la periferia donde está formado por franjas regulares gruesas; el cuerpo del macho es muy semejante con la hembra, al igual que el gnatosoma, con excepción de que carece de áreas porosas (Figura 11).

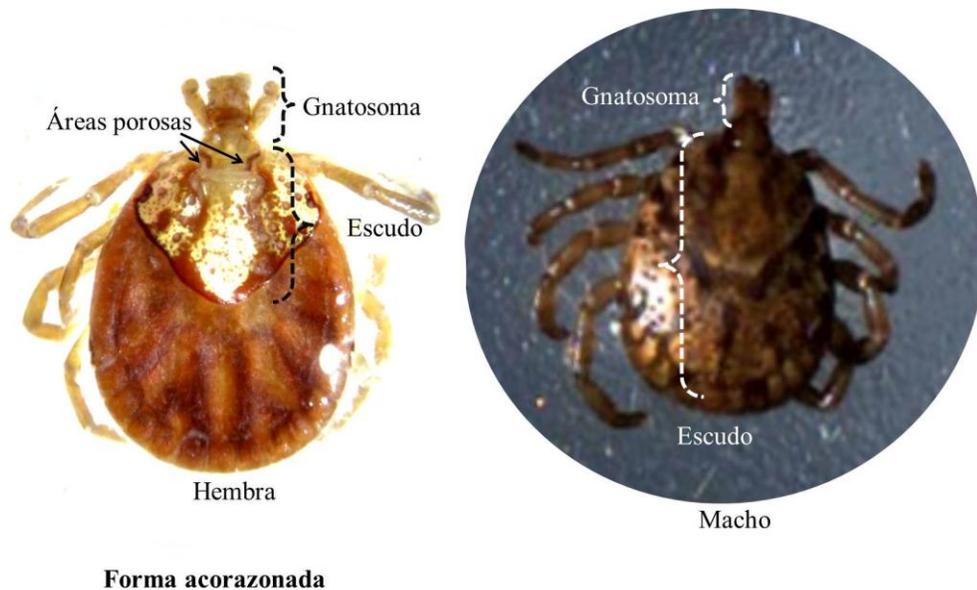


Figura 11. Forma del escudo en ejemplares hembra y macho de la garrapata *Amblyomma dissimile* recolectada en iguana verde (*Iguana iguana*) criada en cautiverio (CECOREI-UMAR).

Se observó en hembras y machos un surco detrás del ano y el orificio genital situado a la altura de las coxas II y III (Figura 12); el segundo segmento de

los palpos es por lo menos el doble de largo que el tercero, sin proyección lateral y las piezas bucales más largas que la base del capítulo (Figura 13); tiene ojos en la parte más ancha del escudo que son grandes y convexos, presenta once festones con tubérculos situado en el ángulo interno de estos, visibles tanto dorsal como ventralmente (Figura 14).

Se encontró diferencia significativa ($P < 0.01$, $F = 12.46$ y $gl = 36$) en cuanto al sexo de las garrapatas, por el tamaño del cuerpo. Se registraron 37 garrapatas hembras con un promedio de largo del cuerpo de 10.3 ± 0.4 mm y de ancho 6.6 ± 0.27 mm, mientras que en 19 machos se registró de largo 4.25 ± 0.16 mm y de ancho 3.2 ± 0.9 mm (Cuadro 1).

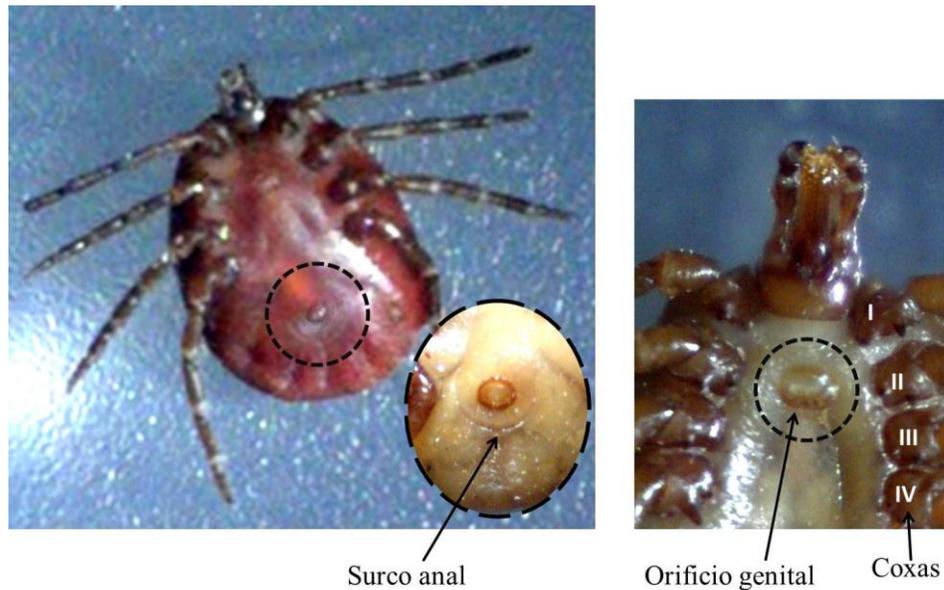


Figura 12. Izquierda surco anal (vista ventral) y derecha orificio genital (vista ventral), de la garrapata *Amblyomma dissimile* recolectada en iguana verde (*Iguana iguana*) criada en cautiverio (CECOREI-UMAR).

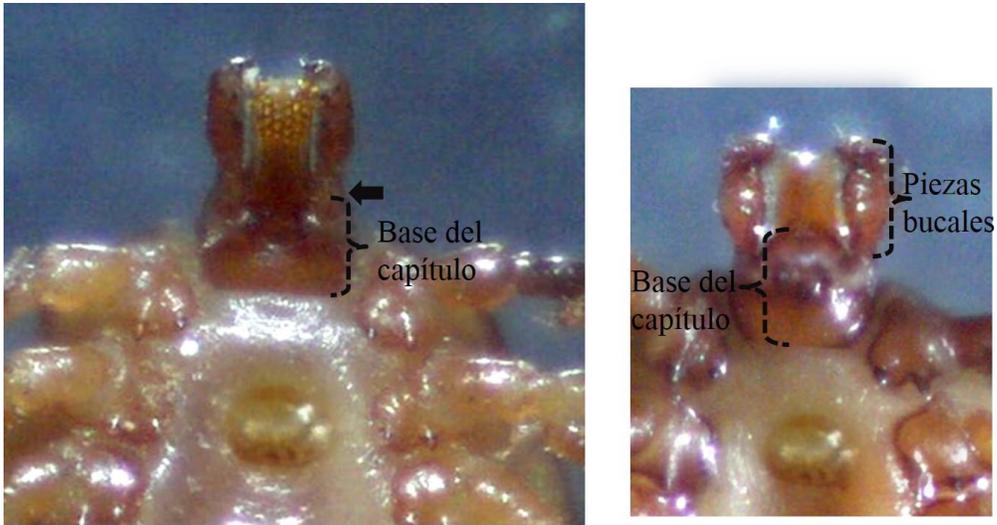


Figura 13. Izquierda segundo segmento del palpo (vista ventral) y derecha piezas bucales (vista ventral) de la garrapata *Amblyomma dissimile* recolectada en iguana verde (*Iguana iguana*) criada en cautiverio (CECOREI-UMAR).

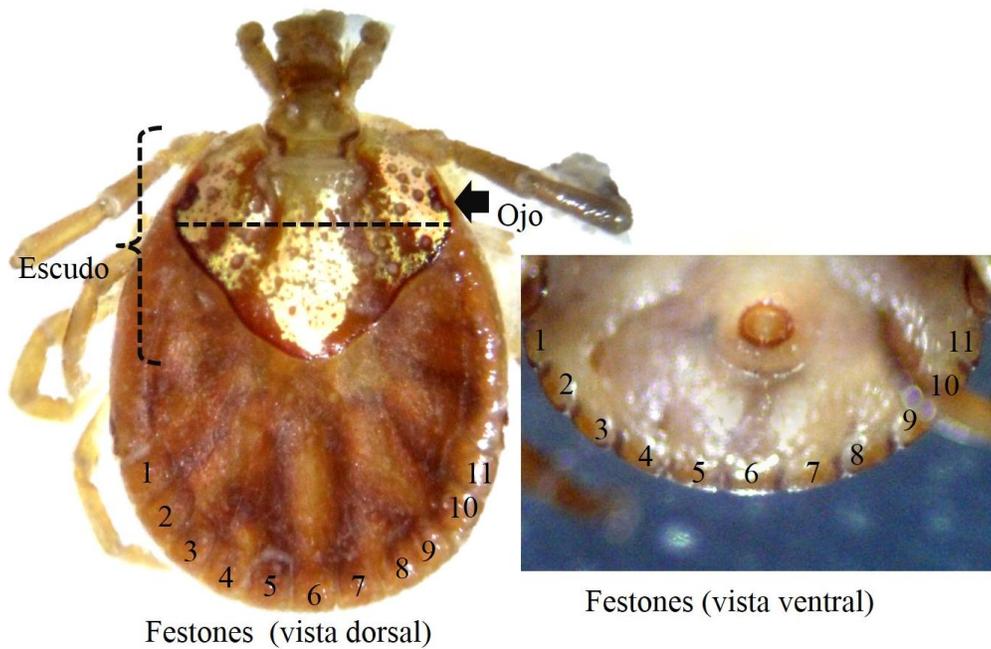


Figura 14. Izquierda escudo con ojos (vista dorsal) y derecha festones del cuerpo de la garrapata *Amblyomma dissimile* recolectada en iguana verde (*Iguana iguana*) criada en condiciones de cautiverio (CECOREI-UMAR).

En las iguanas verdes jóvenes y adultas se encontraron garrapatas adultas; en iguanas crías, faltó la presencia de estos ectoparásitos. La localización de las garrapatas adultas en iguanas (ambos sexos) sometidas a manejo intensivo indica que existe diferencia ($P < 0.001$, $\chi^2 = 14$, $g = 2$) entre las zonas de preferencia; el porcentaje más alto fue la papada (82.1%), la cloaca y el cuello tuvieron el 8.9% de las observaciones (Cuadro 2) (Figura 15). Se presentó mayor incidencia ($P < 0.007$, $\chi^2 = 11.61$, $g = 1$) de garrapatas adultas en iguanas machos (69.6%) que en hembras (30.3%) (Cuadro 2).



Foto 15. Zonas de preferencia de las garrapatas adultas *Amblyomma dissimile* sobre el cuerpo de las iguanas verdes (*Iguana iguana*) sometidas a manejo intensivo del CECOREI-UMAR, a) papada, b) cloaca c) cuello.

Cuadro 1. Longitud (mm) de garrapatas adultas (*Amblyomma dissimile*) recolectadas en iguana verde (*Iguana iguana*) en condiciones de cautiverio (CECOREI-UMAR).

	Hembras ^a		Machos ^b	
	Largo	Ancho	Largo	Ancho
Media	10.3	6.63	4.25	3.2
EM	0.42	0.27	0.16	0.9

^{a b} Indican diferencia ($P < 0.01$), $F = 12.96$, 36 *gl*; EM Error de la media

Cuadro 2. Localización de garrapatas adultas (*Amblyomma dissimile*) encontradas en hembras y machos adultos de iguana verde (*Iguana iguana*) mantenida en condiciones de cautiverio (CECOREI-UMAR).

Localización	Frecuencia	Porcentaje
Cloaca	5 ^b	8.9
Papada	46 ^a	82.1
Cuello	5 ^b	8.9
χ^2		14
Grados de libertad		2
Probabilidad		$P < 0.001$
Sexo iguana		
Hembra	17 ^b	30.3
Macho	39 ^a	69.6
χ^2		11.61
Grados de libertad		1
Probabilidad		$P < 0.007$

^{a b} Indican diferencia

7.1.2.2 Segunda especie localizada

Su clasificación taxonómica es: Phylum: Arthropoda (artrópodos); Clase: Arachnida; Subclase: Acari; Superorden: Parasitiforme; Orden: Mesostigmata; Familia: Macronyssidae; Género: *Ophionyssus* y Especie: *Ophionyssus natricis*.

El ácaro presente en iguana verde del CECOREI-UMAR fue *Ophionyssus natricis*; es un ectoparásito hematófago de color rojo oscuro a negro, muy activo, caminan con rapidez sobre el cuerpo de las iguanas; se observó en costras situadas en diferentes partes del cuerpo de su hospedero, como fueron oídos, papada, y escamas dorsales; *O. natricis* posee estigmas (poros respiratorios) en medio del cuerpo; tiene un estigma entre la III y IV coxa a cada lado del cuerpo conectados por un peritremo sinuoso, rodeados por un placa estigmática; su abdomen está protegido con placas esclerotizadas.

Las piezas bucales consisten en un par de quelíceros con quelas muy pronunciadas sostenidos por un epistoma central; los extremos distales de los quelíceros son tipo cuchilla y su función es adherirse en el tejido de las iguanas; los tres pares posteriores de patas los utilizan para la locomoción, las patas anteriores tienen receptores sensoriales (pelos o setas) en los segmentos del tarso (garras tarsianas) que les permitan diferenciar los olores en el medio donde se desarrolla; el primero y último par de patas (Pares I y IV) son más largos que los dos pares centrales (pares II y III); la parte dorsal y ventral del cuerpo están cubiertas con una serie de placas esclerotizadas (esternal, genitoventral, dorsal y anal) y tienen un aspecto peludo atribuible a las numerosas setas; el cuerpo de las garrapatas hembras después de alimentarse tiene forma globular (Figura 16).

7.1.2.3 Tercera especie localizada

Clasificación taxonómica: Phylum: Arthropoda (artrópodos); Clase: Arachnida (arácnidos); Orden: Actinedida; Suborden Prostigmata; Familia: Pterygosomatidae; Género: *Hirstiella*.

Se observó que las iguanas presentaban costras blancas en el cuello, la papada, oído y espina dorsal, dentro de estas costras se encontraron ácaros de color rojo brillante del género *Hirstiella* sp., con movimientos muy rápidos; los

estigmas se encuentran en la posición anterior y se abren a la base de los quelíceros; su aparato bucal está formado por quelas salientes de los quelíceros en forma de estilos y dos palpos; la parte ventral de su cuerpo esta provista de placas (esternal, genitoventral, dorsal y anal); en hembras las aberturas genital y anal están situados cerca una de la otra y están cubiertas por un par de pliegues, en machos estas aberturas son fusionadas; tiene patas largas; poseen pelos o setas plumosas y anchas en el extremo anterior del su cuerpo alargado (Figura 17).

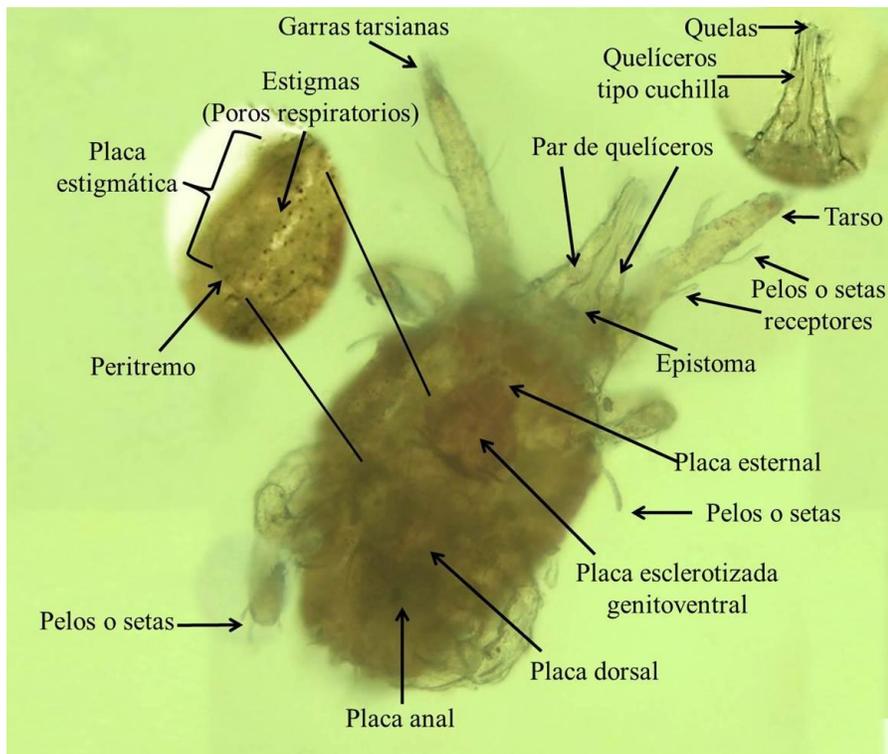


Figura 16. Ácaro de la especie *Ophionyssus natricis* recolectado en iguana verde (*Iguana iguana*) criada en cautiverio (CECOREI-UMAR) (vista ventral).

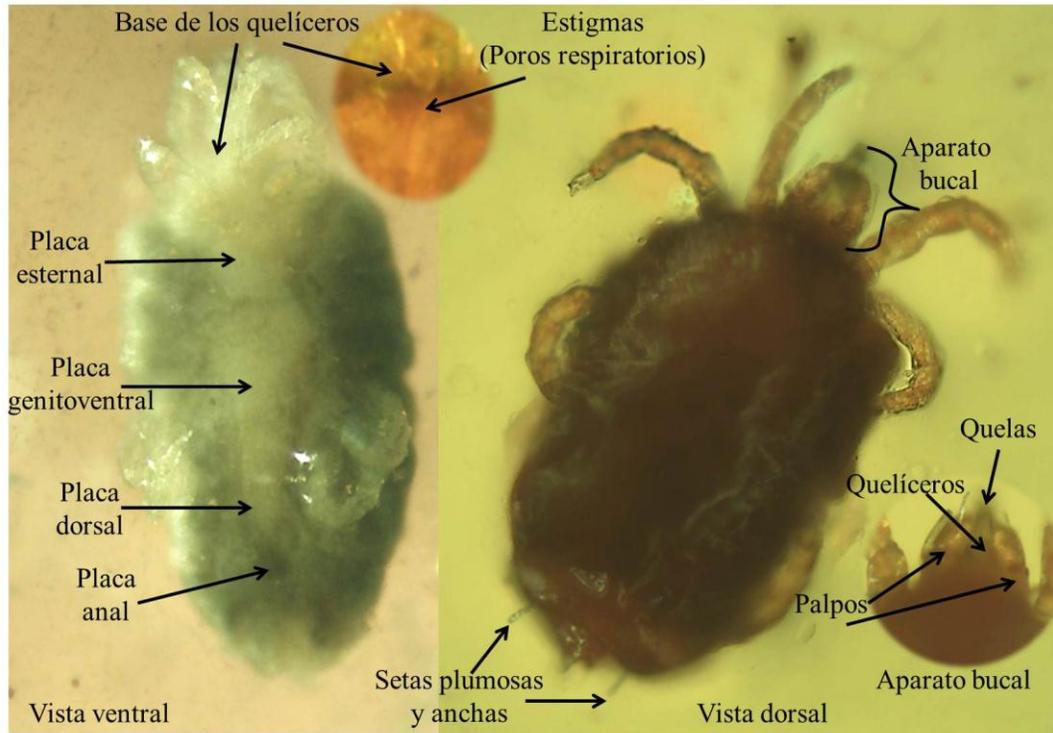


Figura 17. Ácaro del género *Hirstiella* sp. recolectado en iguana verde (*Iguana iguana*) criada en cautiverio (CECOREI-UMAR).

Las zona de preferencia ($P < 0.01$, $\chi^2 = 23.6$, $gl=66$) para los ácaros *Hirstiella* sp. y *O. natricis* son las siguientes: la de mayor preferencia fue la papada (29.1%), oído (20%) y cabeza (16.3%) y las menos predilectas fueron los ojos (12.7%), espina dorsal (10.9%), cuello (9.1%) y las patas (1.8%) (Figura 18). No hubo diferencia ($P > 0.05$, $\chi^2 = 0.2206$, $gl=1$) en la presencia de ácaros para las iguanas machos y hembras (Cuadro 3).

Se encontrón diferencia ($P < 0.0001$, $\chi^2 = 40.06$, $gl=2$) en el número ácaros del género *Hirstiella* sp. registrados en la iguanas por edad, de tal manera que en las crías el conteo de estos ácaros fue nulo (Cuadro 3).



Figura 18. Zonas de preferencia del ácaro *Ophionyssus natricis* e *Hirstiella* sp. en iguana verde (*Iguana iguana*) criada en cautiverio (CECOREI-UMAR), a) papada, b) alrededor del oído, c) cabeza, d) alrededor del ojo, e) espina dorsal, f) cuello y g) pata.

Cuadro 3. Presencia de ácaros *Hirstiella* sp. y *Ophionyssus natricis* en iguana verde (*Iguana iguana*) en condiciones de cautiverio (CECOREI-UMAR).

Localización	Frecuencia	Porcentaje
Cabeza	9 ^a	16.36
Oído	11 ^a	20
Ojo	7 ^b	12.73
Papada	16 ^a	29.09
Espina dorsal	6 ^b	10.91
Cuello	5 ^b	9.09
Pata	1 ^b	1.82
χ^2	23.6	
grados de libertad	66	
Probabilidad	P<0.001	
Sexo de la iguana		
Machos	29	52.73
Hembras	26	47.27
χ^2	0.2206	
grados de libertad	1	
Probabilidad	P>0.05	
Edad		
Adulto	32 ^a	58.18
Joven	23 ^a	41.82
Cría	0 ^b	
χ^2	40.06	
grados de libertad	2	
Probabilidad	P<0.0001	

^{a,b} Indican diferencia

7.2 Ciclo biológico de las especies identificadas en *Iguana iguana* mantenida en manejo intensivo

7.2.1 Parásitos internos

7.2.1.1 Nematodos del género *Trichostrongylus* sp. y *Oxyuris* sp.

Los animales parasitados con nematodos, cuando realizan la excreción fecal, liberan huevos que se encuentran en la fase de mórula, con lo que inicia la fase no parasítica o fase de vida libre (Stromberg, 1997; Borchert, 1975). Los huevos eliminados en esta fase son más sensibles que los huevos que contienen larvas, ante la acción de la luz solar, la desecación, el frío y el calor (Borchert, 1975).

Las mórulas al encontrar condiciones favorables de oxigenación, temperatura y humedad, en uno o dos días se transforman en larva I, las cuales rompen la cáscara del huevo y se alimentan de materia fecal; al transcurrir uno o dos días más muda para pasar a larva II, también es de vida libre; de cuatro a seis días posteriores se transforma en la larva III que es la etapa infestante y conserva la cutícula de la larva II (Borchert, 1975; Stromberg, 1997; Sievers *et al.*, 1998).

La larva III abandona las excretas, se arrastran por el suelo hacia las hierbas, esta emigración durante el día es mínima y se efectúa con mayor intensidad durante la noche (Borchert, 1975). La humedad es un factor que influye en el traslado de las larvas a las pasturas, la precipitación pluvial produce un efecto decisivo en la dispersión; se considera que una gota de agua de lluvia puede transportar larvas III hasta 90 cm de distancia de la porción de materia fecal (Stromberg, 1997). Las larvas en el pasto mueren en el otoño, cuando han agotado sus reservas nutritivas; duran de 9-12 meses, hibernan con una temperatura mínima de -28°C (Borchert, 1975).

La larva III al ser ingerida, entran en los vasos sanguíneos, van por la circulación hasta el corazón y los pulmones; rompen los capilares y los alveolos (Barriga, 2002). Al entrar en el hospedador definitivo, las larvas del tercer estadio prosiguen su desarrollo (Wilford, 1997).

La primera fase del parasitismo se desarrolla en los hospederos a partir de la ingestión de larvas infectivas (III), las cuales se despojan de su vaina gracias a

la acción de una sustancia dializadora segregada en su intestino y mediante mudas sucesivas se convierten en larvas IV o estadio adulto donde las hembras tienen la capacidad de oviposición (Borcherf, 1975) (Figura 19).

Los nematodos evitan ser digeridos por las enzimas del tubo digestivo, este hecho es un mecanismo activo de la cutícula porque tan pronto como se daña la cutícula o los nematodos mueren, son digeridos por el hospedador, la mayoría de los nematodos necesita 80 o 90% de humedad relativa para desarrollarse, mueren muy rápido por debajo de 60% (Barriga, 2002).

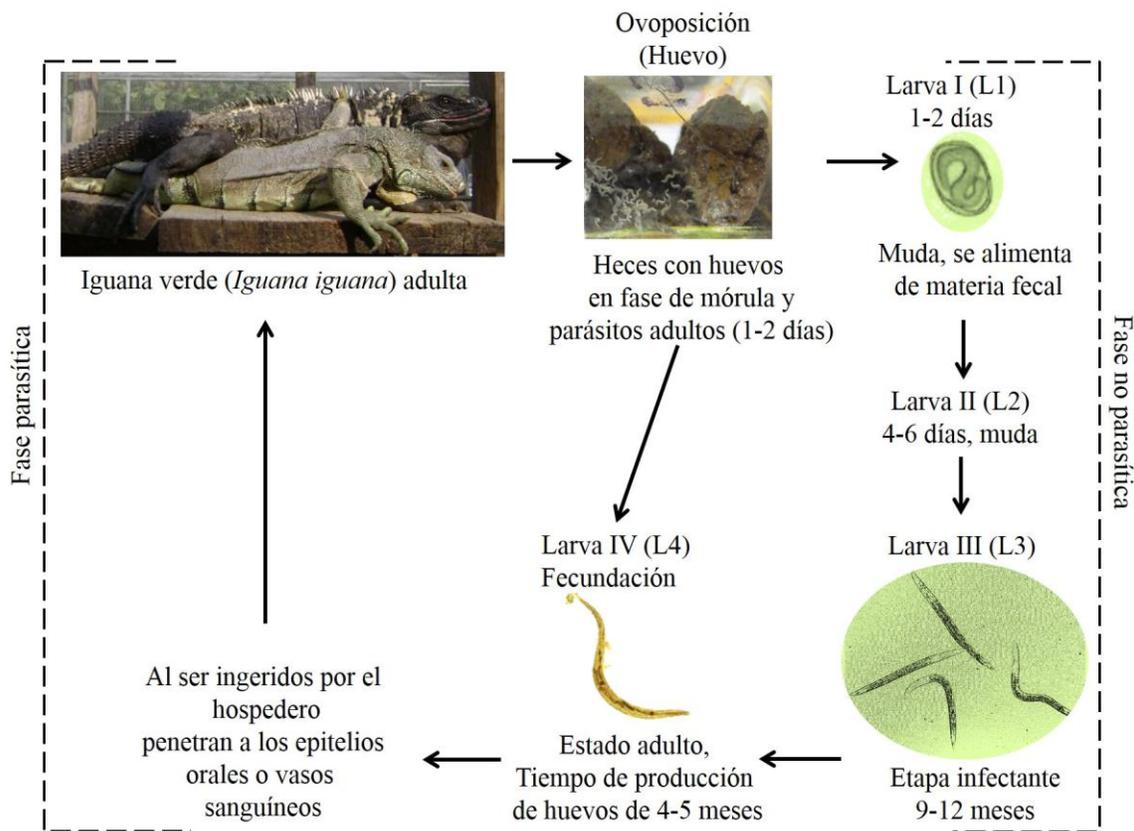


Figura 19. Ciclo de vida de nematodos del género *Trichostrongylus* sp. y *Oxyuris* sp. (Barriga, 2002; Stromberg, 1997; Sievers *et al.*, 1998), recolectados en iguana verde (*Iguana iguana*) sometida a manejo intensivo en el CECOREI-UMAR.

7.2.2 Parásitos externos

7.2.2.1 Garrapata *Amblyomma dissimile*

Los ixódidos tienen un ciclo de vida de cuatro estadios: huevo, larva, ninfa y adulto (Barriga, 2002), el primer estadio es considerado no parasítico y los tres restantes parasíticos que se alimentan en hospedadores individuales diferentes (Salomón, 2005); en la mayor parte de las especies al eclosionar del huevo como larva, presentan seis patas, después de alimentarse muda y se transforma en una ninfa de ocho patas que carece de abertura genital (Ruppert y Barnes, 1996); experimentan dos mudas: la primera de larva a ninfa y la segunda de ninfa a estadio adulto (Bowman *et al.*, 2004).

La supervivencia de las garrapatas se determina por los factores climáticos, como la temperatura (26 a 27°C) y humedad relativa (80%); durante la estación húmeda se desarrollan y transmiten enfermedades (Quiroz-Romero, 1990).

Parasitan a su hospedero (aves, reptiles y mamíferos) como larvas, en cuyo caso se adhieren durante días o semanas; cuando alcanzan el estadio adulto, las hembras son fecundadas por los machos; en primavera, éstas ponen millares de huevos (alrededor de 3.000 a 4.000) en áreas de vegetación abundante como suelo de las praderas, bosques o malezas, terminada la oviposición la hembra muere; los huevos eclosionan aproximadamente en una semana y de estos emergen larvas con seis patas (hexápodas) (Barriga, 2002), dichas larvas se agrupan en conjunto y se suben en la parte superior de algunas herbáceas, ahí permanecen hasta que pasa un hospedero (considerado intermediario) que es su primera comida, al cual se fijan mediante sus piezas bucales para alimentarse hasta la saciedad por 5 o 10 días (Storer *et al.*, 1986; Tay, 1991).

Una vez alimentadas abandona al hospedador como larvas ingurgitadas para efectuar la primera ecdisis (muda), después de la cual se transformarán en ninfas octápodas (cuatro pares de patas) hematófagas y empieza a buscar su próximo hospedero; las cuáles se suben de nuevo al hospedero para alimentarse de cinco a 12 días y repetir la operación de abandonarlo como ninfa ingurgitada y sufrir mudas (Storer *et al.*, 1986; Salomón, 2005).

Por último, se transforman en adulto macho o hembra, se fecundan y se completa el ciclo biológico; los adultos copulan, generalmente, sobre el hospedador, la hembra se mantiene sobre el hospedero de 8 a 20 días para desprenderse cuando se ingurgitó con sangre y busca un refugio para colocar sus huevos; las mudas las realiza sobre uno, dos o más hospederos diferentes, (Tay y Castillo, 2005; Salomón, 2005) (Figura 20).

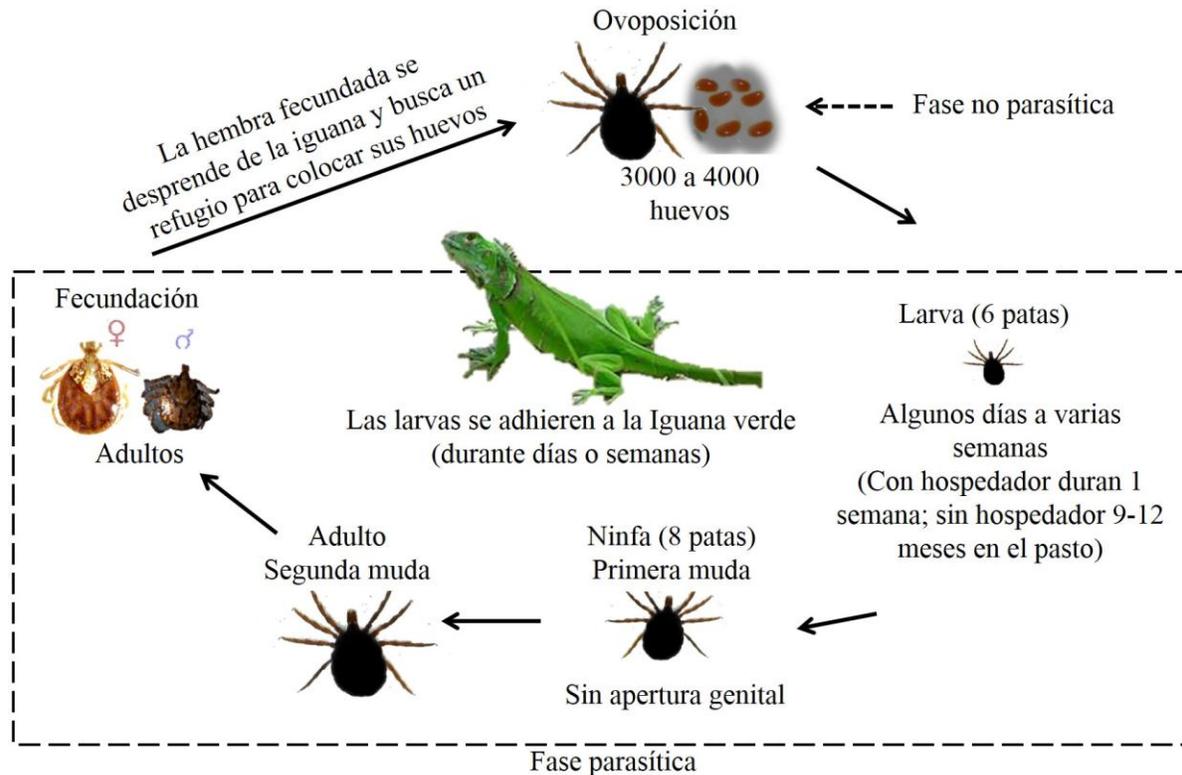


Figura 20. Ciclo de vida de la garrapata *Amblyomma dissimile* (tomado y editado de Boch y Supperer, 1982) recolectada en iguana verde (*Iguana iguana*) sometida a manejo intensivo en el CECOREI-UMAR.

Los ixódidos acostumbran a vivir al aire libre y se adhieren a los hospederos al pasar (Bowman *et al.*, 2004). Las larvas y ninfas que están en el suelo esperando mudar y encontrar una nueva forma de alimento, están expuestas a las variaciones de temperatura, humedad y disponibilidad de hospederos; por tal motivo, experimentan cambios en sus ciclos de vida y permanecen por meses

esperando la llegada de un nuevo hospedador (Barriga, 2002) por lo tanto, llegan a vivir largos periodos sin comer (Storer *et al.*, 1986).

7.2.2.2 Ácaro *Ophionyssus natricis*

El ciclo de vida de *O. natricis* implica huevo, larva, protoninfa, deutoninfa y adulto, con una muda entre cada etapa inmadura; los ácaros prefieren una temperatura de 20-23 °C y mueren a temperaturas superiores de 50 °C (Schultz, 2006); un macho puede copular con varias hembras; las hembras vírgenes producen descendencia masculina, mientras que las hembras inseminadas procrean individuos de uno u otro sexo (Bannert *et al.*, 2000).

Las hembras adultas de *O. natricis* repletas de sangre, sin importar si son o no fecundadas buscan lugares ocultos en el cuerpo de las iguanas verdes para dar paso a la oviposición de aproximadamente 20 huevos en un período de cinco a 20 días (Wozniak y De Nardo 2000).

Dependiendo de la temperatura ambiental tienen una longevidad de hasta 40 días bajo condiciones favorables, por tanto, una hembra es capaz de producir un total de 80 huevos en toda su vida; los huevos de *O. natricis*, eclosionan entre 40 y 56 horas después de ser ovopositados y necesitan por lo menos 85% de humedad para eclosionar, son de color blanquecino, con estructuras ovoides bronceado que se oscurecen en un polo, y miden alrededor de 300 a 400 micras de longitud y de 200 a 300 micras de ancho (Wozniak y De Nardo 2000; De Nardo y Wozniak, 1997).

La etapa larval se caracteriza por ser un pequeño ácaro de seis patas, blanco, frágil, que evita alimentarse, a su tegumento le falta estar esclerotizado y posee numerosas setas, necesita por lo menos 75% de humedad para completar su muda de 18 a 24 horas, al convertirse en una protoninfa requiere sangre para la muda; durante la maduración, al encontrar un hospedero introduce su aparato bucal y permanece adherida hasta que esté llena de sangre, requiere de tres a siete días para su alimentación, su cuerpo cuando está lleno de sangre es ovoide (Fitzgerald y Vera 2006; Bannert *et al.*, 2000).

Posterior a otra muda se convierte en deutoninfa en esta etapa el ácaro inmaduro evade su alimentación y tienen poca actividad, después de 24 a 26 horas muda a la siguiente etapa; en su estadio adulto el cuerpo tiene forma cónica con cuatro pares de patas, quelíceros bien desarrollados y las superficies (dorsal y ventral) son parcialmente cubiertas con placas esclerotizadas y numerosas setas; el par de patas II y III son más cortas que las patas I y IV; las hembras adultas se alimentan dos o tres veces para la producción de huevos durante un período prolongado de tres a ocho días y atacan a los tejidos blandos (Schultz, 1975; Camin, 1953; De Nardo y Wozniak, 1997) (Figura 21).

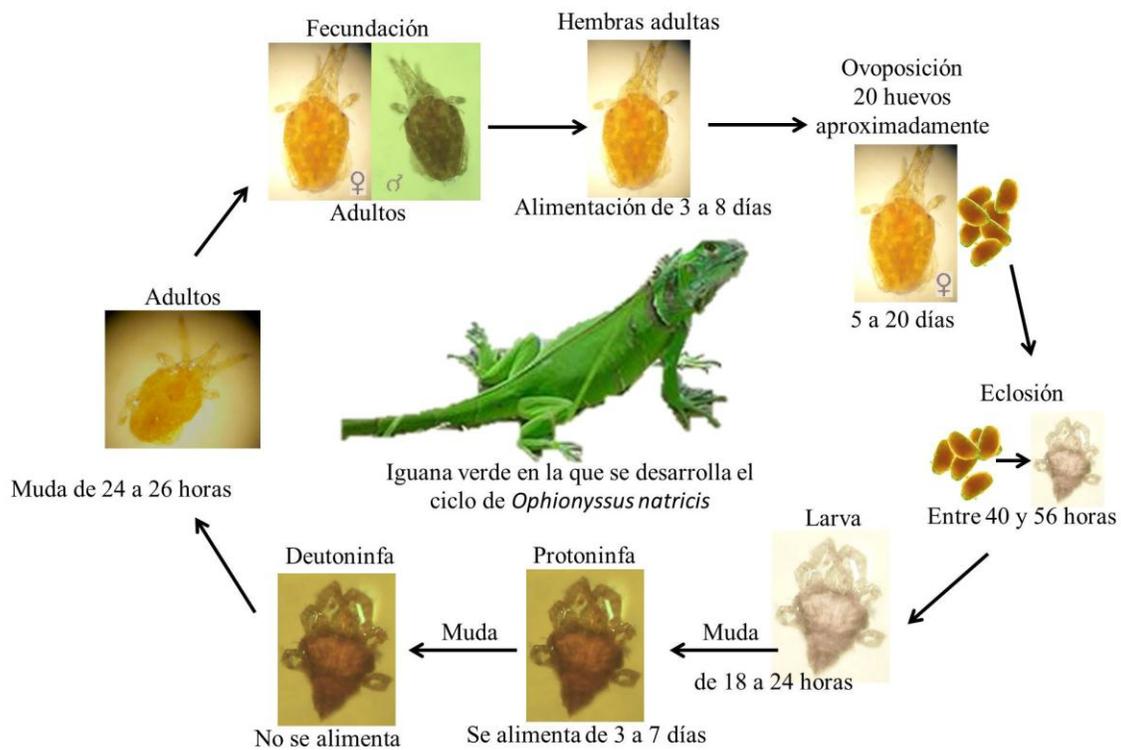


Figura 21. Ciclo de vida del ácaro *Ophionyssus natricis* (Fitzgerald y Vera 2006; Bannert *et al.*, 2000; Schultz, 2006) recolectado en iguana verde (*Iguana iguana*) sometida a manejo intensivo en el CECOREI-UMAR.

7.2.2.3 Ácaro del género *Hirstiella* sp.

Las larvas de seis patas eclosionan de los huevos y se suben a las plantas para esperar un hospedero y poder alimentarse, se adhiere a la piel aplicando su saliva; la larva se alimenta durante 3 días, regresa al suelo donde descansa antes de cambiar a la siguiente etapa que son las ninfas; estas últimas tienen 8 patas y son muy similares a los adultos, las ninfas comen y crecen hasta que están listos para cambiar y convertirse en adultos.

Por lo general, los huevos se depositan sobre la superficie del suelo, en las grietas, o en algunos casos, bajo la piel del hospedero que infectan (Montgomery, 1996; Bochkov y Connor, 2006) (Figura 22).

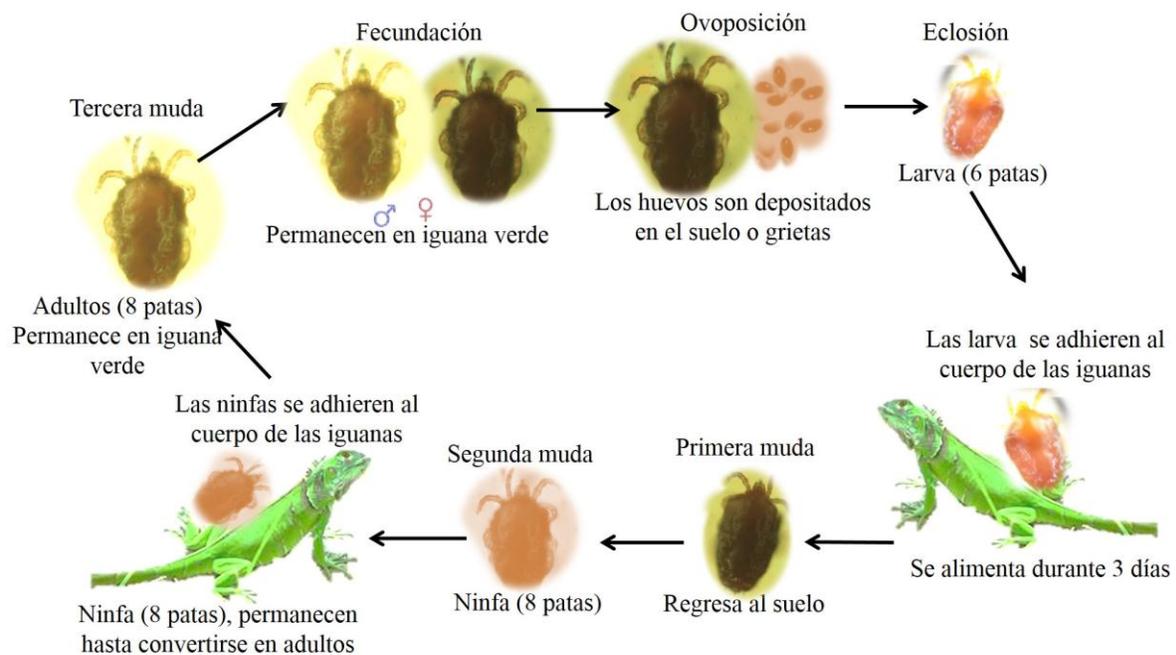


Figura 22. Ciclo de vida del ácaro *Hirstiella* sp. (Montgomery, 1996; Bochkov y Connor, 2006) recolectado en iguana verde (*Iguana iguana*) sometida a manejo intensivo en el CECOREI-UMAR

7.3 Control de parásitos internos

La concentración de huevos de *Oxyuris* sp. en *I. iguana* en condiciones de cautiverio, examinado por medio de solución salina saturada o en concentración

saturada de azúcar fue similar ($P>0.05$) en los tratamientos de aplicación de la ivermectina, estudiados a través de 120 días (Cuadros 4 y 5).

No hubo diferencia ($P>0.05$) en el número de huevos de *Oxyuris* sp. registrados por medio de solución salina saturada o en concentración saturada de azúcar, en los tratamientos aplicados intramuscular, subcutánea, oral o sin aplicación, para los periodos de 0, 15, 30, 45, 60, 90 y 120 días posteriores a la aplicación de ivermectina (Cuadros 6 y 7).

El análisis de esfericidad para componentes ortogonales (Cuadro 8) indica que las pruebas son válidas ($P>0.05$) y el análisis de medidas repetidas en el tiempo para los nematodos evaluados indica que existió ($P>0.05$) efecto de la aplicación de desparasitante solo para los huevos de *Oxyuris* sp. contados con solución salina saturada; sin embargo, para los otras determinaciones no existe efecto ($P>0.05$) de la aplicación de ivermectina por diferente vía de aplicación en iguana verde mantenida en cautiverio; tampoco existió ($P>0.05$) interacción tiempo*tratamiento (Cuadro 9).

7.4 Géneros y especies identificadas de parásitos como causa de enfermedad en humanos

7.4.1 Nematodos

Con base en la literatura consultada, se encontró que *Oxyuris* sp. y *Trichostrongylus* sp. causan enfermedades gastrointestinales en humanos y son utilizados como hospederos intermediarios (Medina-Reynés *et al.*, 1994; Lee y Atkinson, 1976; Livaitis, 1980).

7.4.2 Artrópodos

Más de 20 especies de garrapatas ixódidas están en contacto con los humanos expuestos a la vegetación infestada: cuatro de ellas son del género *Amblyomma* spp., siete *Dermacentor* spp., tres *Haemaphysalis* spp., dos *Hyalomma* spp. y seis especies de *Ixodes* spp., algunas especies son *Amblyomma americana*, *A. hebreo*, *Dermacentor Anderson*, *D. variables*, *Hyalomma anatolicum scapularis*, *H. marginatum*, *Haemaphysalis spinigera*, *Ixodes ricinus*, *I.*

persulcatus e *I. holocyclus* (Estrada Peña y Jongejan, 1999); otro ejemplo es *A. americanus* garrapata de las Montañas Rocosas y *A. cajennense* con características similares desde el punto de vista sanitario (Guerra y Sánchez-Tellez, 1990).

En Estados Unidos las especies del género *Amblyomma* spp. que atacan a las personas, ganado, perros y gatos (*A. americanum*, *A. maculatum*, *A. cajennense* y *A. imitator*) están distribuidas en los estados de la costa sudeste, Missouri, Oklahoma, Texas y al norte como Ithaca y Nueva York; estas especies se han implicado en la transmisión de la fiebre de las Montañas Rocosas *Ehrlichia chaffeensis*, *E. ewingi*, de la tularemia, y la causa de la parálisis de las garrapatas; las especies africanas de *Amblyomma* spp. transmiten la hidropericarditis (*Cowdria ruminantium*) del vacuno, ovejas y cabras, así como el virus de la enfermedad de la oveja de Nairobi (Bowman *et al.*, 2004).

En el noroeste de Argentina, se ha encontrado *Rhipicephalus sanguineus*, *Boophilus microplus*, *Amblyomma* spp., *A. parvum*, *A. cajennense*, *A. neumanni* parasitando humanos, a pesar de que estas especies son reconocidas como parásitos del ganado; las garrapatas de *Amblyomma* spp. se alimentan de cualquier vertebrado disponible; el clima influye en la distribución geográfica, la mayoría abunda durante el verano en ambientes templados, pero también se reproducen todo el año en los climas tropicales (Barriga, 2002).

La especie *A. dissimile* determinada en *I. verde* bajo manejo intensivo en el CECOREI-IMAR, no es transmisora de enfermedad en humanos; los mecanismos de acción patógena son de tipo mecánico producido por la acción de las piezas bucales en la piel del hospedador cuando se alimentan y utilizan al humano como hospedero temporal, causando irritación o dolor en la zona de la picadura (Lorenzana, 2005).

La especie *O. natrix* provoca acariasis que afectan al humano, produce lesiones papulares, pruriginosas y ampollas (Jofré *et al.*, 2009; Schultz 1975); en los reptiles le ocasiona incomodidad, deshidratación, anemia, anorexia, depresión y dificultad en la muda (De Nardo y Wozniak, 1997; Jacobson 2007); se ha relacionado en la transmisión de *Aeromonas* spp. (Jacobson 2007) y es

considerado vector de patógenos de transmisión sanguínea (Berck y Pfister, 2006).

Los ácaros *Hirstiella* sp. son causa de problemas dermatológicos en reptiles, provoca pérdida de sangre en mínimas cantidades; en el humano causan irritación, una respuesta pruriginosa y provocan dermatitis (Hoppmann y Barron, 2007; Stahl, 2003).

Cuadro 4. Concentración de huevos de *Oxyuris* sp. en disolución salina saturada por la aplicación de ivermectina por diferentes vías en iguana verde (*Iguana iguana*) (CECOREI-UMAR).

Aplicación**	Días post-aplicación de desparasitante						
	0	15	30	45	60	90	120
IN	200.0	237.5	112.5	225.0	550.0	37.5	112.5
SB	116.7	316.7	450.0	66.7	150.0	16.7	100.0
OR	275.0	1825.0	412.5	812.5	625.0	37.5	37.5
SA	75.2	462.0	687.5	637.5	1187.5	2775.0	1562.5
—							
X	170.10	736.70	413.30	460.00	660.00	97.3	476.70
*Valor F	6.41	6.67	1.79	3.97	3.44	1.87	1.44
*g/ error	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00
R ²	0.83	0.83	0.57	0.75	0.72	0.58	0.52

*Valores tomados de la transformación logarítmica del número de huevos por gramos de excreta

** IN=Intramuscular, SB= Subcutáneo, OR= Oral, SA= Sin aplicación

Cuadro 5. Concentración de huevos de *Oxyuris* sp. en disolución de azúcar saturada por la aplicación de ivermectina por diferentes vías en iguana verde (*Iguana iguana*) (CECOREI-UMAR).

Aplicación**	Días post-aplicación de desparasitante						
	0	15	30	45	60	90	120
IN	312.5	87.5	87.5	262.5	450.0	112.5	200.0
SB	0	766.7	200	133.3	183.3	50.0	66.7
OR	37.5	975	225	325	662.5	25.0	125.0
SA	12.5	1012	275	662.5	1062.5	187.5	1487.5
—							
X	96.7	706.7	196.7	360.0	616.7	96.7	466.7
*Valor F	3.7	2.12	1.03	1.31	0.43	2.8	0.38
*g/ error	8	8	8	8	8	8	8
R ²	0.73	0.84	0.44	0.50	0.24	0.68	0.22

*Valores tomados de la transformación logarítmica del número de huevos por gramos de excreta

** IN=Intramuscular, SB= Subcutáneo, OR= Oral, SA= Sin aplicación

Cuadro 6. Concentración de huevos de *Trichostrongylus* sp. en disolución salina saturada por la aplicación de ivermectina por diferentes vías en iguana verde (*Iguana iguana*) (CECOREI-UMAR).

Aplicación**	Días post-aplicación de desparasitante						
	0	15	30	45	60	90	120
IN	312.5	87.5	87.5	262.5	450.0	112.5	200.0
SB	0	766.7	200.0	133.3	183.3	50.0	66.7
OR	37.5	975.0	225.0	325.0	662.5	25.0	125.0
SA	12.5	1012.5	275.0	662.5	1062.5	187.5	1487.5
—							
X	96.7	706.7	196.7	360.0	616.7	96.7	466.7
*Valor F	0.94	3.7	2.95	3.78	3.32	3.01	0.75
*g/ error	8	8	8	8	8	8	8
R ²	0.41	0.73	0.68	0.74	0.71	0.69	0.36

*Valores tomados de la transformación logarítmica del número de huevos por gramos de excerta

** IN=Intramuscular, SB= Subcutáneo, OR= Oral, SA= Sin aplicación

Cuadro 7. Concentración de huevos de *Trichostrongylus* sp. en disolución de azúcar saturada por la aplicación de ivermectina por diferentes vías en iguana verde (*Iguana iguana*) (CECOREI-UMAR).

Aplicación**	Días post-aplicación de desparasitante						
	0	15	30	45	60	90	120
IN	687.5	12.5	0	0	162.5	250.0	12.5
SB	16.7	216.7	416.7	0	66.7	100.0	16.7
OR	25.0	625.0	12.5	12.5	200.0	100.0	112.5
SA	125.0	212.5	125.0	37.5	200.0	362.5	37.5
—							
X	226.7	270.0	120.0	13.3	163.3	210.0	46.7
*Valor F	3.07	1.76	1.69	1.32	0.34	6.75	0.57
*g/ error	8	8	8	8	8	8	8
R ²	0.70	0.57	0.56	0.50	0.20	0.83	0.30

*Valores tomados de la transformación logarítmica del número de huevos por gramos de excreta

** IN=Intramuscular, SB= Subcutáneo, OR= Oral, SA= Sin aplicación

Cuadro 8. Prueba de esfericidad para componentes ortogonales en el análisis y medidas repetidas de nematodos *Oxyuris* sp. y *Trichostrongylus* sp. con datos transformados por logaritmo para el número de huevos de parásitos por gramos de excreta en iguana verde (*Iguana iguana*) (CECOREI-UMAR).

Criterio de Mauchly	gl	Ji ²	Probabilidad
<i>Oxyuris</i> sp. en solución salina saturada			
0.0049	20	30.68	0.06
<i>Trichostrongylus</i> sp. en solución salina saturada			
0.055	20	16.76	0.67
<i>Oxyuris</i> sp. en solución de azúcar saturada			
0.0041	20	31.81	0.05
<i>Trichostrongylus</i> sp. en solución de azúcar saturada			
0.0739	20	15.05	0.77

Cuadro 9. Análisis de medias repetidas para el conteo de huevos de *Oxyuris* sp. y *Trichostrongylus* sp. de diferente aplicación de desparasitante en iguana verde (*Iguana iguana*) (CECOREI-UMAR).

Fuente	gl	SC	CM	Valor F	P
<i>Oxyuris</i> sp. en solución salina saturada					
Tratamiento	3	63.0528	21.0176	4.29	0.04
Bloque	3	307.4082	102.4694	20.93	
Error	8	39.1595	4.8949		
<i>Trichostrongylus</i> sp. en solución salina saturada					
Tratamiento	3	15.8643	5.2881	0.62	0.61
Bloque	3	106.9407	35.6469	4.21	
Error	8	67.7093	8.4637		
<i>Oxyuris</i> sp. en solución de azúcar saturada					
Tratamiento	3	51.0817	17.0272	2.83	0.10
Bloque	3	258.7570	86.2523	14.32	
Error	8	48.1854	6.0231		
<i>Trichostrongylus</i> sp. en solución de azúcar saturada					
Tratamiento	3	24.3770	8.1256	0.92	0.47
Bloque	3	96.5138	32.1713	3.65	
Error	8	70.5365	8.8171		
No hubo interacción tiempo por tratamiento (P> 0.05)					

VIII. DISCUSIÓN

Con respecto a endoparásitos, la investigación se centró en nematodos, debido a que no se encontró evidencia de ningún otro grupo parasitario de importancia médica o veterinaria en los músculos u órganos de los ejemplares de iguana verde; como cisticercos, tetratiridios, pentastómidos enquistados, ninfas acantocéfalas en el peritoneo, tampoco se encontró rastro de migración de larvas de ascáridos, tenias y fasciolas en la superficie del hígado y se comprobó la ausencia de larvas enquistadas en los riñones.

En *I. iguana* sometida a manejo intensivo se observaron huevos, inmaduros y adultos de ectoparásitos en el cuerpo de las iguanas, por lo tanto, se determinó la presencia de ácaros y garrapatas.

8.1 Presencia de parásitos internos

8.1.1 Nematodos

Las características de la primera especie de nematodo encontrado en la región ceco-cólica de las iguanas del CECOREI-UMAR corresponde a *Trichostrongylus* sp. (Campillo, 2002; Vignau *et al.*, 2005; Zaman, 2004).

Varias especies de la subfamilia Trichostrongylidae han sido identificadas en algunas regiones del Perú como parásitos del ganado y del humano: *Trichostrongylus axei* y *T. colubriformis* encontradas en el abomaso e intestino delgado de toros salvajes, cabras, llamas, ovejas, roedores y cerdos domésticos (Casas y Leguía, 1993; Van Waerebeek, 1993; Zaldivar, 1991); *T. longispicularis* en el intestino delgado de toros salvajes y llamas (Zaldivar, 1991); *T. probolurus* en el intestino delgado de roedores domésticos y ganado ovino (Casas y Leguía, 1993; Zaldivar, 1991); *T. vitrinus* en el abomaso, intestino delgado y duodeno de ganado caprino, ovino y llamas (Acosta, 1972; Ibañez, 1967; Zaldivar, 1991).

El Campo Experimental cuenta con áreas destinadas al manejo intensivo de ganado ovino y bovino, que podrían estar infestados con *Trichostrongylus* sp.; por lo tanto, se considera que los huevos y estadios larvarios de estos nematodos se encuentran en su fase no parasítica, esperando continuar con su ciclo biológico en algún hospedador idóneo como las iguanas verdes.

Mientras que la segunda especie corresponde a *Oxyuris* sp. (Campillo, 2002; Vignau *et al.*, 2005; Zaman, 2004), este género fue descrito por Vélez-Hernández *et al.*, (2012) en iguana negra, se considera que debido a las condiciones de cautiverio, el ciclo biológico de los endoparásitos y las características biológicas similares entre las dos especies de iguana, se produce una infestación por medio del agua y comida ingerida entre ambos reptiles; aunado a ello, se atribuye el estrés como factor adicional que disminuye las defensas del animal y favorece la colonización parasitaria (Frías y Barragán, 2007).

8.2 Presencia de parásitos externos

8.2.1 Ácaros

La primera especie de ectoparásitos descrita en iguanas verdes del CECOREI-UMAR corresponden a garrapatas machos y hembras de la especie *Amblyomma dissimile*, (Bowman *et al.*, 2004; Vignau *et al.*, 2005; Barriga, 2002 Pérez *et al.*, 2009).

Algunos autores han encontrado que las infestaciones más comunes en reptiles pertenecen a las garrapatas *Amblyomma* spp., *Aponomma* spp., *Bothriocroton* spp., *Haemophysalis* spp., *Hyalomma* spp. e *Ixodes* spp. (Valencia-García, 2003; Greiner y Mader, 2006); sin embargo, el presente trabajo coincide con Bowman *et al.* (2004) quienes describen al género *Amblyomma* como la garrapata de la iguana; al respecto, las especies *A. dissimile* y *A. scutatum* son comunes en iguana verde y tortugas *Kinosternon* spp., *Podocnemis* spp. y *Rhinoclemmys* spp. (Burrige y Simmons, 2003)

Valencia-García (2003) reporta que las características observadas en iguana verde por la presencia de parasitosis son: depresión, desnutrición, lesiones en la piel (úlceras) donde se encuentran adheridas las garrapatas y en infestaciones mayores ocasiona anemia. Lo anterior son características que se registraron en iguanas presentes en el Campo Experimental, los individuos presentaron pérdida o mantenimiento de peso lo cual se debió al escaso consumo

de alimento; no obstante, se registraron iguanas muertas y al realizar las necropsias se encontró con una alta cantidad de nematodos.

Aunado a lo anterior, existen otros factores en el CECOREI que influyen en el estado de salud de las iguanas como la sobrepoblación o el estrés producido por el encierro.

Las garrapatas adultas se fijan bajo las escamas, con preferencia de las áreas suaves de la piel, papada, dedos, extremidades y pliegue anal (Villegas-Zurita y Bustos-Crispín, 2001). Paredes-León (2003) reporta que las partes del cuerpo más parasitadas por garrapatas maduras en *C. pectinata* fueron la base de la cola, las axilas, las ingles y la región ótica. De las áreas registradas, en este estudio, se coincidió con lo que observaron Villegas-Zurita y Bustos-Crispín (2001) en iguanas en cautiverio, en una zona de preferencia que fue la papada, la cual tuvo mayor frecuencia en las iguanas machos; esto se explica, porque la papada está expuesta al contacto con el suelo y es un medio directo para que las garrapatas maduras se adhieran y parasiten a las iguanas verdes.

El trabajo de Paredes-León (2003) se realizó en una población silvestre de *C. pectinata* y en el presente trabajo las condiciones fueron de manejo intensivo, cabe mencionar que ambas especies comparten características biológicas similares.

La segunda especie localizada *O. natricis* ha sido descrita en reptiles (Rimbaud, 2002; Fain y Bannert, 2000; Fain y Bannert, 2002); parasita a serpientes en cautiverio (Iglesias-Mendoza y Quintero-Martínez, 2009; Fain y Bannert, 2000; Fain y Bannert, 2002); también, se ha observado en lagartos (*Elgaria multicarinatus*) sometidos a manejo intensivo y en boa común (*Boa constrictor*) (De Nardo y Wozniak, datos sin publicar). Sin embargo, este ácaro fue determinado en iguana verde, debido a que los reptiles en cautiverio están en constante contacto con los restos de comida, sus propios residuos (mudas de piel, excretas, fluidos corporales, etc.), espacio pequeño y sobrepoblación; estos factores favorecen el desarrollo, la multiplicación y la propagación de parásitos (Rataj *et al.*, 2011).

Las iguanas verdes del CECOREI-UMAR se encuentran bajo las condiciones descritas, conviven con iguanas negras, comparten el mismo alimento, están expuestas a excretas y existe sobrepoblación en las jaulas, estos factores son idóneos para el desarrollo de ectoparásitos; además, de considerar que *O. natricis* es un parásito característico en reptiles.

Con frecuencia *O. natricis* se encuentra en las zonas protegidas bajo las escamas, en los tejidos blandos como alrededor de los ojos, en los oídos (membrana timpánica), comisuras labiales o pliegues cutáneos alrededor de la cloaca de sus anfitriones; estos ácaros una vez alimentados de sangre, tienden a caminar sobre la superficie del cuerpo en la parte dorso lateral de los reptiles (Bannert *et al.*, 2000); esta característica se observó en las iguanas verdes del CECOREI-UMAR.

La tercera especie localizada en el presente estudio fue *Hirstiella* sp., son ácaros rojos que viven en la piel de los lagartos (Peterson, 2006; Hoppmann y Barron, 2007; Paredes-León y Morales-Malacara 2009) de México (Cunliffe, 1949), Estados Unidos (Newel y Ryckman, 1964) y Australia (Walter y Shaw, 2002) y son considerados específicos de lagartijas (saurios) (Bertrand *et al.*, 2000; Bochkov y Connor 2006). Este género se ha descrito en iguanas (Iglesias-Mendoza y Quintero Martínez, 2009), de manera específica en *I. iguana* (Stahl, 1998; Raiti, 2000; Serkal *et al.*, 2011). En *I. delicatissima* especie similar a iguana verde (características fisiológicas y morfológicas) se encontró a *H. stamii* (Cunliffe, 1949; Lanschi y Barbosa Ferreira, 2012).

Con respecto a los procesos parasitarios hay que indicar que en la naturaleza la mayoría de los reptiles están parasitados, pero las infecciones por ectoparásitos son poco severas; por lo tanto, no se compromete su sobrevivencia; esto se debe a que los animales en libertad están confinados en espacios amplios y la concentración ambiental de parásitos es baja; sin embargo, en cautiverio donde las condiciones higiénico-sanitarias son inadecuadas, es probable el parasitismo; además, en cautividad se considera el estrés como factor adicional que disminuye las defensas del animal y favorece la colonización parasitaria (Frías

y Barragán, 2007); como es el caso de iguana verde sometida a condiciones de cautiverio en el Campo Experimental de la UMAR.

Los ácaros *Hirstiella* spp. por lo regular se encuentran en el cuello, parte superior de la cabeza, cloaca, cola, papada, cuello, en los pliegues de las patas, ingles, en el área de los ojos, contorno labial, debajo de extremidades, se adhieren alrededor de escamas, debajo de ellas (Valencia-García, 2003; Bertrand 2000; Stahl, 2003) y en sitios expuestos del hospedero (Bertrand y Modry 2004); a esta lista se añaden dos zonas de localización de los ácaros el oído y la espina dorsal, que fueron áreas registradas en iguanas del CECOREI-UMAR, siendo las únicas zonas que no coinciden con lo reportado por Mendoza-Millan (1999) y Valencia-García (2003). Sin embargo, Peterson, (2006) indica que los ácaros viven en cualquier parte del cuerpo de los hospederos, siempre y cuando este le brinde protección, comida y hábitat temporal.

8.3 Ciclo biológico de las especies identificadas en *Iguana iguana* mantenida en manejo intensivo

8.3.1 Parásitos internos

8.3.1.1 Nematodos

El ciclo vital de los nematodos relacionados con las iguanas es de dos formas: 1) directo, sin necesidad de un hospedero intermediario, lo cual se lleva a cabo en la ingesta de los huevos y parásitos adultos por medio de las excretas, como fue el caso de las iguanas en el CECOREI-UMAR y 2) indirecto, donde es preciso un hospedador intermediario para el desarrollo de las lavas hasta el estado infestante, ya que se liberan huevos en fase de mórula, lo que inicia la fase no parasítica o fase de vida libre (Borcherf, 1975; Ruppert y Barnes, 1996).

El ciclo se relaciona con la resistencia de los huevos, los estados larvarios y factores ambientales como la temperatura, luz solar, falta de aire en la masa fecal, humedad del suelo y del aire; también, deben adaptarse a las condiciones fisiológicas del hospedador y del estado de nutrición (Fermín y Olaechea, 2005).

En el Campo Experimental de la UMAR, cuando las excretas de las iguanas permanecen en las jaulas, los huevos de los parásitos encuentran los factores

ambientales favorables de oxigenación, temperatura y humedad, de tal manera que entre seis a 10 días posteriores se transforma en la larva III, que es la etapa infestante, la cual, en general penetra por los epitelios orales o esofágicos cuando son ingeridos, además, entran en los vasos sanguíneos.

Los Oxiuros son muy comunes en lagartos y tortugas (Yamaguti, 1961), estos parásitos tienen un ciclo de vida directo en iguánidos (Ramírez-Suárez y Puerta-Vasquez, 2010) y son adquiridos por exposición a materia fecal, alimento o agua contaminada; esta es la vía por la cual las iguanas verdes del CECOREI-UMAR se infestan con este género de endoparásitos; los *Oxyuris* sp. se depositan en la parte baja del tubo digestivo causando daño como obstrucción, padecimiento que ha sido reportado en iguanas y tortugas (Mendoza-Millan, 1999).

Sus fases larvianas se desarrollan en el intestino delgado, después migran y se establecen en el intestino grueso y el colon, en el caso de infestaciones severas causan impactación y anorexia, incluso previenen la constipación intestinal, ya que rompen y desmenuzan la materia fecal (Ramírez-Suarez y Puerta-Vásquez, 2010). Sin embargo, las iguanas utilizadas en este trabajo carecieron de cuadros clínicos o alguna enfermedad asociada a los nematodos identificados; debido, a la tolerancia de albergar parásitos sin sufrir efectos aparentes en su salud (Fermín y Olaechea, 2005).

8.3.2 Parásitos externos

8.3.2.1 Garrapata *Amblyomma dissimile*

La garrapata *A. dissimile* tienen un ciclo de vida de cuatro estadios: huevo, larva, ninfa y adulto; de los cuales se observaron adultos en iguanas del CECOREI-UMAR, lo que significa que *I. iguana* no es hospedero intermediario, por carecer de garrapatas inmaduras, que prefieren aves y mamíferos pequeños; esto se debe a que el hectoparásito tiene dos o tres hospedadores (Barriga, 2002)

8.3.2.2 Ácaro *Ophionyssus natricis*

El ácaro *O. natricis* se alimenta de sangre de las serpientes, de iguanas y de los humanos; completa su ciclo de vida en los hospederos alternativos; en

condiciones favorables, la duración de la vida del adulto macho es similar a la hembra adulta (hasta 40 días) (Camin, 1953).

Debido a que *O. natricis* desarrolla su ciclo de vida en la *I. iguana*; en el Campo Experimental se observó la presencia de huevos en el cuerpo de las iguanas durante todo el tiempo de muestreo; sin embargo, la mayor infestación de adultos y huevos fue en la temporada de lluvia. Por lo tanto, se consideran parásitos de ciclo directo, los cuales han encontrado condiciones favorables, tanto en el medio externo donde desarrollan las formas infectivas, expuestas a condiciones climáticas variables y un medio interno, dado por el hospedador como lo son las iguanas verdes.

8.3.2.3 Ácaro *Hirstiella* sp.

Los ácaros hembras *Hirstiella* sp. ovipositan a principios de la primavera y ponen hasta 400 huevos, buscan el suelo húmedo y tienen dos o tres generaciones al año, mueren después del apareamiento o la puesta de huevos; presentan los estadios: huevo, larva, ninfa y adulto, cada uno con su respectiva muda (Bochkov y Connor, 2006).

En el presente estudio durante la temporada de lluvia se observó la presencia de adultos de *Hirstiella* sp.; por lo tanto, su ciclo de vida es indirecto (Borcherf, 1975); el ectoparásito es considerado intermediario porque necesita de dos hospedadores para completar su ciclo de vida (Ruppert y Barnes; 1996) y la iguana verde hospedador definitivo, donde los ácaros inmaduros permanecen hasta llegar a la madurez sexual, mientras se alimentan de sangre.

8.4 Control parasitario

8.4.1 Parásitos internos

En un estudio realizado por Vélez-Hernández *et al.* (2012) con iguana negra *C. pectinata* en vida silvestre, encontraron en el ciego nematodos de la superfamilia Oxyuroidea, donde cuantificaron $6,300 \pm 329$ oxiúridos adultos y 655 ± 265 huevos de oxiúridos/iguana; la cantidad de huevos de nematodos registrados en el presente estudio fue equivalente.

El método de aplicación utilizado en este trabajo fue similar al de Arcos *et al.* (2011); en el cual realizaron una desparasitación con ivermectina en iguana negra (*C. pectinata*) del CECOREI-UMAR, identificaron platelmintos y la presencia de nematodos fue nula; este hecho se considera que influye en la presencia de endoparásitos en iguana verde, debido a que ambas especies se encuentran bajo las mismas condiciones de manejo intensivo.

Mendoza-Millan (1999) menciona sin indicar números, que los reptiles, toleran pequeñas cantidades de parásitos, que se mantienen pasivos dentro del tubo gastro-intestinal y el efecto secundario es la desnutrición, ya que se absorbe más del 40% de los nutrientes disponibles del hospedero; en un animal estresado, donde su alimentación es inadecuada, está pérdida de nutrientes es significativa; lo cual se relaciona con lo observado en la iguanas verdes sometidas al tratamiento de desparasitación que fue la pérdida de peso. Al respecto, solo se atribuye importancia etiológica a *Trichostrongylus* sp. si el animal ha padecido diarrea grave prolongada o la presencia de 10000 vermes de este género en su cadáver (Bowman *et al.*, 2004) características ausentes en iguanas verdes del CECOREI-UMAR.

El impacto en el tubo digestivo, ductos biliares y pancreáticos, ocurre cuando hay una cantidad considerable de estos parásitos (carga parasitaria alta); una larva de gusano redondo migra a varios órganos durante su etapa de maduración; en ocasiones provoca inflamaciones y úlceras en el pulmón, tráquea y otras zonas, dando oportunidad para infecciones bacteriales (Mendoza-Millan, 1999); al realizar necropsias en las iguanas fallecidas en el Campo Experimental, se observó que, a pesar de estar parasitadas por nematodos estos padecimientos fueron nulos.

De acuerdo con los resultados encontrados en la presente investigación, se considera que los parásitos han adquirido resistencia a la utilización de ivermectina; Gruner *et al.* (1986) y Edwards *et al.* (1986) sostiene que la elevada frecuencia de los tratamientos utilizados con el mismo principio activo y las fallas en la dosificación favorece la aparición de cepas de parásitos resistentes; además, de impedir el desarrollo de una buena defensa inmunitaria; en el CECOREI-UMAR

la cantidad administrada o la distribución del fármaco fue inadecuada; aunado a ello, influyó el estrés de las iguanas; alrededor de las jaulas de *I. iguana* había vacas, ovinos, gente portadora de parásitos en sus vestimentas, se utiliza alimento del mismo lote que se destina tanto para iguanas como para las demás especies; también, se debe considerar que en varias ocasiones se ha utilizado ivermectina en el Campo Experimental, en dosis elevadas; además, se desparasitaba un lote de animales y al finalizar el experimento se regresaba a las jaulas, junto con el resto de las iguanas sin ser controladas ni darle secuencia al tratamiento.

La prueba más común para detectar resistencia antihelmíntica en nematodos ha sido la prueba del conteo de huevos (Waller, 1997); Kelly y Hall (1976) reportan que una carga parasitaria mayor de 500 huevos por gramos de heces se deben de desparasitar. Por lo tanto, en este estudio, se considera que la carga parasitaria fue menor al considerado para *Trichostrongylus* sp. durante los 120 días de muestreo, esto nos indican que las iguanas están infectadas con gran cantidad de parásitos que se reproducen de manera activa; sin embargo, los recuentos elevados no indican que el hospedador este padeciendo una enfermedad parasitaria clínica (Bowman *et al.*, 2004), como fue el caso de las iguanas verdes del CECOREI-UMAR.

Kaplan y Vidyashankar (2012) en Nueva Zelanda, observaron resistencia de nematodos a la ivermectina en caballos y ganado vacuno, por lo que proponen una rotación de antihelmínticos para evitar que los parásitos adquieran resistencia; Papadopoulos (2008) menciona que es importante detectar esta resistencia en el ganado para establecer estrategias de desparasitación y Montalvo-Aguilar *et al.* (2006) publican que el diagnóstico de la misma es una herramienta de apoyo para la aplicación de tratamientos en regiones de alto riesgo a nematodos gastrointestinales en rumiantes

El parasitismo por helmintos gastroentéricos en iguanas verdes del CECOREI-UMAR es y seguirá siendo uno de los factores limitantes para la producción de reptiles; sin embargo, el impacto negativo puede ser reducido con un control parasitario adecuado, con efectos favorables que se traducen en una reducción de las poblaciones parasitarias (Morales, 1988).

Lo anterior sugiere que el control parasitario debe enfocarse desde una perspectiva ambiental, haciendo uso de criterios técnicos, explorando alternativas que involucren prácticas y técnicas que conduzcan a procesos de tipo sostenible, enmarcados en estrategias de Manejo Integrado de Plagas (Waller, 1993); García *et al.* (1982) propone una serie de prácticas que ayudan en el control de las parasitosis, tales como evitar la sobrepoblación de ejemplares, garantizar un buen nivel alimenticio de los animales, un adecuado estado higiénico de las instalaciones y agruparlos por edades, alternativas que son aplicables en el CECOREI-UMAR.

8.4.2 Parásitos externos

Durante el tiempo que duró el control parasitario, las iguanas verdes carecieron de garrapatas adultas y la infestación de ácaros *O. natricis* e *Hirstiella* sp. fue mínima. En las diferentes áreas del Campo Experimental de la Universidad del Mar; se han aplicado tratamientos para ácaros en las orejas de los conejos, parásitos nasales en borregos, baños contra garrapatas y moscas en bovinos, a la par se realiza desparasitación de iguanas contra garrapatas utilizando ivermectina en diferentes dosis sin control ni registro; por lo que, se considera que el efecto de otros desparasitantes y acaricidas utilizados en el Campo Experimental influyó en la ausencia de garrapatas *A. dissimile*.

8.5 Géneros y especies identificadas de parásitos como causa de enfermedad en humanos

Las infecciones causadas por helmintos constituyen un problema médico y sanitario tanto en los humanos como en los animales domésticos (Márquez-Lara, 2003); en el primer caso habitan en el intestino, en vasos sanguíneos, órganos linfáticos u otras regiones internas; migran a través de tejidos hasta alcanzar el órgano definitivo en el que se alojan; sobreviven durante varios años en el hospedador infectado, al que evitan destruir, ya que han desarrollado estrategias de evasión ante la respuesta inmunitaria del hospedero (Caballero-Soto, 1998).

Las medidas higiénicas inadecuadas favorecen la parasitación intestinal, el hospedador llega a infectarse desde etapas tempranas de su vida, en ocasiones adquieren cierta resistencia, de manera que en la edad adulta están infectados pero son portadores asintomáticos, lo que conduce a un problema epidemiológico (Becerril-Flores y Becerril-Flores, 2008).

8.5.1 Nematodos

Es evidente que el número excesivo de nematodos dentro del intestino es peligroso para los hospedadores; los signos que se presentan con esta parasitosis son depresión, anorexia, debilidad, constipación, retardo o pérdida en la ganancia de peso (Becerril-Flores y Becerril-Flores, 2008); estos síntomas los presentaron algunos ejemplares de iguana verde del CECOREI-UMAR sometidos al tratamiento de la desparasitación; al respecto, se considera que los nematodos encontrados en estas iguanas podrían causar enfermedades gastrointestinales en humanos (Medina-Reynés *et al.*, 1994; Lee y Atkinson, 1976; Livaitis, 1980), debido a la manipulación física que realizan los trabajadores al revisar, alimentar a las iguanas, asear o dar mantenimiento a las jaulas, incluso por utilizar medidas higiénicas poco efectivas (Urribarren-Berrueta, 2005).

8.5.2 Artrópodos

Se ha discutido si las infecciones producidas por artrópodos ectoparásitos deberían considerarse como zoonosis, siempre y cuando estos provoquen heridas penetrantes en el hospedero (Cruz-Reyes, 2005). El daño directo que causan los artrópodos está relacionado con las garrapatas ya que insertan su hipostoma en los tejidos del hospedero y causan una herida en la dermis al succionar sangre; la picadura provoca dolor, inflamación y alergia (Barriga, 2002).

Desde el punto de vista médico la importancia de las garrapatas se debe a que son transmisoras de agentes etiológicos causantes de enfermedad (el virus de la fiebre amarilla y del paludismo); avivan molestias en la piel; son productoras de enfermedades (sensibilización e intoxicación como cimidiasis, pediculosis,

tungiasis y la sarna) y provocan pérdidas económicas (la presencia de Ixódidos y Argásidos) en el ganado de producción (Tay y Castillo 2005).

Estrada-Peña y Jongejan (1999) describen especies de garrapatas alimentándose de humanos como son: *A. americanum* vector de *Ehrlichia chaffeensis* distribuida al sur y centro América; *A. hebraeum* vector de *Rickettsia africae* en el sureste de África, *A. maculatum* vector de *R. conorii* encontrada en Uruguay y *A. variegatum* con el agente patógeno de la fiebre hemorrágica en Uganda, Senegal, Nigeria y el centro de África.

En Norteamérica, las especies involucradas en parálisis por garrapatas son *Dermacentor variabilis*, *A. americanum* y *A. maculatum* (Bowman *et al.*, 2004); estos estudios excluyen a la garrapata *A. dissimile* identificada en iguana verde del CECOREI-UMAR; tampoco, se ha documentado que sea portadora de alguna enfermedad a los humanos, el único efecto es la irritación (picor-rascado) en la zona de la picadura (Piesman y Gray, 1994) y cuando las heridas son profundas tienden a inflamarse o causan dolor e infecciones secundarias (Bowman *et al.*, 2004); estos son los padecimientos que las garrapatas encontradas en *I. iguana* del CECOREI-UMAR ocasionarían al personal que manipula los ejemplares o personas que tengan contacto con ellas.

Los ácaros, se alimentan de sangre y provocan debilidad general, comezón local, perforaciones de piel y problemas de muda en reptiles; en una infestación mayor aparecen abscesos (Villegas-Zurita y Bustos-Crispín, 2001), escamas dañadas y estructura ósea con predisposición a infecciones (Mendoza-Millan, 1999).

Jofré *et al.* (2009) mencionan a la especie *O. natricis* parasitando a reptiles y en ocasiones al humano; induce la acariasis así como enfermedades zoonóticas asociadas a la tenencia de reptiles como mascotas (Rimbaud *et al.*, 2006). Esta especie de ácaro está relacionada con la transmisión de bacterias y protozoos patógenos (Hull y Camin, 1960; Marcus, 1971; De Nardo y Wozniak, 1997); en caso específico la bacteria *Proteus hydrophilus* (Gammaproteobacteria: Aeromonadaceae) (Camin, 1953) y haemogregarine protozoo *Karyolysus* sp.

(Apicomplexa: Haemogregarinidae) presentes en los lacértidos (Bannert *et al.*, 2000).

Los ácaros al alimentarse de la sangre del hospedero laceran la piel debido a que los quelíceros de *O. natricis* se adhieren a ella; los signos clínicos en reptiles son anorexia, deshidratación, depresión, frotamiento frecuente en áreas afectadas, anemia, zonas rojas e hinchadas, dermatitis (Rimbaud *et al.*, 2006), inflamación y la impactación (Fitzgerald y Vera 2006).

En humanos se ha reportado severo prurito, erupción papular (Schultz, 1975) causada por infestación de *O. natricis*; por lo tanto, se considera que si el personal que labora en el Campo Experimental presenta alguno de estos signos asociados a los ácaros deben ser considerados un problema serio y encarar su rápido tratamiento (Rimbaud *et al.*, 2006).

Los efectos del parasitismo en reptiles para el caso de *Hirstiella* spp. son: disminución en la sobrevivencia debido a dermatitis (daños en la piel susceptible a infecciones), anemia (descenso del volumen de glóbulos rojos y hemoglobina), anorexia y la transmisión de microorganismos responsables de enfermedades como la malaria (Frye, 1991a; Sorci *et al.*, 1994; Bulté *et al.*, 2009). Aunque México posee un gran número de reptiles, los estudios ectoparasitológicos son escasos en este país (García-De la Peña *et al.*, 2004; Paredes-León *et al.*, 2006).

El personal que labora en CECOREI-UMAR debe ser meticuloso y observar alguno de los síntomas que causan los ectoparásitos en la piel, de esta manera atenderse de inmediato para evitar complicaciones a futuro; estos cuidados los deben de tener las personas que conviven con iguanas verdes o que las adquieren como mascotas.

8.6 Implicaciones de manejo de fauna silvestre

De acuerdo con el trabajo realizado, es importante que en el CECOREI-UMAR se lleve a cabo una investigación conjunta de las dos especies de iguanas que se manejan (*I. iguana* y *C. pectinata*); lo anterior, considerando que ambas especies albergan parásitos diferentes, o que presentan distinta respuesta a los antiparasitarios aplicados; de la misma manera, se carece de investigaciones

sobre tratamiento de desparasitación sincronizados y quizá sea una de las razones de la diferencia de resultados.

Es indispensable realizar otros estudios para identificar la totalidad de parásitos que albergan ambas especies de reptiles; también, es primordial, que se inicie con un programa de desparasitación de acuerdo con las especies encontradas a fin de mejorar las condiciones higiénicas del CECOREI-UMAR y generar un adecuado control de los parásitos existentes por medio de exámenes coproparásitoscópicos periódicos. Es necesario tomar en cuenta la longevidad de cada uno de los estadios del ciclo de vida, junto con la estacionalidad ambiental en los programas de control parasitario.

Al manejar las excretas de las iguanas, se debe considerar a estos desechos como un medio que alberga parásitos adultos, huevos o ambos; por lo tanto, se recomienda que las heces, se retiren de las jaulas cada tercer día y se sometan a un proceso de fermentación anaerobia y que en cada jaula se implemente el uso de tapetes sanitarios, porque los trabajadores en su vestimenta y zapatos transportan huevos de parásitos de una especie sometida a manejo intensivo a otra; en este caso, se recomienda un cambio de ropa antes de entrar a las diferentes secciones que comprenden el CECOREI-UMAR o la exclusividad de trabajadores para cada área.

Los tratamientos de desparasitación también deben de aplicarse a los trabajadores de las áreas que manejan animales, ya que los parásitos provocan síntomas de desnutrición y bajan las defensas en los humanos.

La resistencia a los desparasitantes se explica por la falta de coordinación entre las áreas con que se relaciona el CECOREI-UMAR; así como, por el manejo diferente que se ha realizado en las iguanas.

Con base en las observaciones realizadas por personal que labora en el CECOREI-UMAR, la parasitosis en las iguanas ha sido diferente en el transcurso de los años que ha funcionado el Campo Experimental; es decir, existen años donde se observa exceso de parásitos y otros donde están ausentes.

Las iguanas verdes son reptiles que se estresan con facilidad al ser manejadas, este factor es uno de los principales a considerar en el manejo en

cautiverio, ya que es difícil la adecuación a los espacios pequeños y requieren de un tiempo mayor para responder a los tratamientos a las que son sometidas.

IX. CONCLUSIÓN

Las iguanas sometidas a manejo intensivo en el Centro de Conservación y Reproducción de Iguanas de la Universidad del Mar, presentan parásitos internos y externos, los primeros fueron nematodos del género *Trichostrongylus* sp. y *Oxyuris* sp.; la especie de garrapata *Amblyomma dissimile*, el ácaro *Ophionyssus natricis*, *Hirstiella* sp.

Los reptiles en cautiverio están en constante contacto con los restos de alimento, sus propias excretas y la falta de uso de tapetes sanitarios; además, existen condiciones de hacinamiento para las iguanas, estos factores favorecen la diseminación y contagio de parásitos gastroentéricos y ectoparásitos.

La aplicación de ivermectina por vía oral, subcutánea e intramuscular fue insuficiente para disminuir los parásitos internos en la *I. iguana*; de acuerdo con los resultados de esta investigación, se considera que los parásitos han adquirido resistencia a la utilización de ivermectina.

Debido a que se han reportado otro tipo endoparásitos en las iguanas se recomienda continuar con los estudios para determinar a las especies que aún no han sido identificadas.

X. RECOMENDACIONES

Para el manejo de la resistencia a los desparasitantes que presentó *I. iguana* del CECOREI-UMAR, se propone lo siguiente:

Diseñar estrategias preventivas, como la reducción del número de generaciones de parásitos gastroentéricos y el uso de la máxima eficacia de drogas para disminuir los genes de resistencia recesiva; lo anterior debe estar sustentado en el conocimiento de la epidemiología de los parásitos.

Incrementar la limpieza de las jaulas para limitar el contacto hospedero-parásito: también, se deben utilizar métodos adecuados para la eliminación de heces.

Uso simultáneo de antihelmínticos con diferentes modos de acción.

Aplicación de vacunas contra los nematodos de mayor importancia veterinaria, que constituyen el medio más deseable para combatir las infecciones del ganado por helmintos.

Control biológico basado en hongos nematófagos.

Considerar otras alternativas, como el uso de plantas forrajeras para reducir la población de larvas infectivas y adultos, utilizar plantas medicinales con el objetivo de disminuir la fecundidad de los parásitos, eliminar a los adultos o alterar el desarrollo de los huevos de los nematodos.

Modificar la dieta, con algunos minerales (cobre, molibdeno y fósforo) que presentan efectos sobre la población de parásitos en el hospedador.

XI. LITERATURA CITADA

- Acosta M. Presencia de *Munsonella ozzardien* el Perú. Memorias del III Congreso Nacional de Biología y III Simposio Biológico Tropical; 1972; Amazónica: Iquitos 1972: 112.
- Aluja AD, Casas CF. Técnicas de necropsia en animales domésticos. México: El Manual Moderno, 2002.
- Alvarado DJ, Suazo OI. Las iguanas de México. Historia Natural y Conservación. México: Laboratorio Tortuga Marina y Biología de la Conservación. Facultad de Biología, 1996.
- Álvarez-Torres E. Factores de Amenaza para Iguana verde (*Iguana iguana*) y Garrobo (*Ctenosaura similis*) en Las Garzas, Municipio de Acapetahua, Chiapas. Memorias de X reunión Nacional sobre iguanas; 2007 mayo 23-25; Tuxtla Gutiérrez (Chiapas) México. Subcomité Técnico Consultivo para la Conservación, Manejo y Aprovechamiento Sustentable de las Iguanas en México 2007: 15-20.
- AOAC, Association of Official Analytical Chemist. Official Methods of Analysis, 17th ed. Association of official Analytical Chemist. Washington: DC; 2000.
- Aparicio-Medina JM, Paredes-Venegas V, Gonzáles-López O, Navarro-Reyes O. Impacto de la ivermectina sobre el ambiente. La Calera 2011; 11 (17): 64-66.
- Arcos-García JL, Hernández-Ortiz N, Martínez-Salazar M, López-Pozos R. Vélez-Hernández L, Mendoza-Martínez GD. Efecto de la desparasitación de iguana negra (*Ctenosaura pectinata*) en cautiverio sobre huevos de cestodos. Memorias del 6º Curso Internacional de Medicina Veterinaria aplicada a Reptiles y Anfibios 3º Congreso Internacional de Medicina Veterinaria de Reptiles y Anfibios; 2011 noviembre 15-19; Cuautitlán (México) México. Facultad de Estudios Superiores, UNAM, 2011.
- Arcos-García JL, Reynoso VH, Mendoza GD, Hernández D. Identificación de sexos y medición del crecimiento en iguana negra (*Ctenosaura pectinata*) en las etapas de cría y juvenil. Veterinaria 2005; 36 (1): 53-62.

- Arizmendi-Espinosa MA, García-Prieto L, Guillén-Hernández S. A new species of *Oochoristica* (Eucestoda: Cyclophyllidea) parasite of *Ctenosaura pectinata* (Reptilia: Iguanidae) from Oaxaca, Mexico. *J Parasitol.* 2005 Feb; 91(1):99-101.
- Arrojo L. Parásitos de animales silvestres en cautiverio en Lima, Perú. Nota científica. *Rev. Perú. Biol.* 2002. 9(2): 118 - 120. En prensa.
- Baker A. A new species of *Hirstiella* Berlese (Acari: Pterygosomatidae) from captive rhinoceros iguanas, *Cyclura cornuta* Bonnaterre (Reptilia: Iguanidae). *Systematic and Applied Acarology* 1998; 3: 183-192.
- Bannert, B., Karaca, H.Y. and Wolthmann, H. Life cycle and parasitic interaction of the lizard-parasitizing mite *Ophionyssus galloticolus* (Acari: Gamasida: Macronyssidae), with remarks about the evolutionary consequences of parasitism in mites. *Experimental and Applied Acarology* 2000; 24: 597–613.
- Barragán FKB. Enfermedades de anfibios y reptiles. *Boletín. GEAS* 2002; 3 (1). En prensa.
- Barriga OO. Las enfermedades parasitarias de los animales domésticos en la América Latina. Santiago de Chile: Germinal, 2002.
- Barten SL. The Medical Care of Iguanas and Other Common Pet Lizards. *Exotic Pet Medicine I. Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice* 1993; 23 (6).
- Becerril-Flores E, Becerril-Flores M A. Efectos de la desparasitación en el aparato digestivo. En: Becerril-Flores MA, editor. *Parasitología médica*. México: Mc Graw Hill Interamericana, 2008: 12-15.
- Berck W y Pfister K. Mites as a cause of zoonoses in human beings. *Wien Klin Wochensh* 2006; 118 (3): 27-32.
- Bernard CJ, Behnke JM. *Parasitism and host behavior*. London: Taylor and Francis, 1990.
- Bertrand M y Modry D. The role of mite pocket-like structures on *Agama caudospinosa* (Agamidae) infested by *Pterygosoma livingstonei* sp. n. (Acari: Prostigmata: Pterygosomatidae). *Folia Parasitologica* 2004; 51: 61–66.

- Bertrand M, Paperna I y Finkelman S. Pterygosomatidae: descriptions et observations sur les genres Pterygosoma, Geckobia, Zonurobia et *Hirstiella* (Acari: Actinedida). *Acarology* 2000; 40: 275–304.
- Boch J y Supperer R. *Parasitología en Medicina Veterinaria*. Argentina: Hemisferio Sur, 1982.
- Bochkov AV y Connor BM. A review of the external morphology of the family Pterygosomatidae and its systematic position within the Prostigmata (Acari: Acariformes) *Parazitologiya* 2006, 40(3):201-214.
- Bonorris JS, Ball GH. *Schellackia occidentalis* n. sp., a blood-inhabiting coccidian found in lizards in southern California. *J. Parasit* 1955; 2: 31-34.
- Borcherf A. *Parasitología Veterinaria*. 3ª ed. Zaragoza España: Acribia, 1975.
- Bowman DD, Lynn RC, Eberhard ML. *Parasitología para veterinarios*. 8 ed. Madrid España: Elsevier, 2004.
- Brooks D, León-Régagnon V, Pérez-Ponce de León G. Los parásitos y la biodiversidad. En: Hernández HM, García Alderete AN, Álvarez F, Ulloa M, editores. *Enfoques contemporáneos para el estudio de la biodiversidad*. México: Instituto de Biología, UNAM, 2001:245-289.
- Brooks, DR, Pérez-Ponce de León G, García-Prieto L. Two new species of *Oochoristica* Lühe, 1898 (Eucestoda: Cyclophyllidea: Anoplocephalidae: Linstowiinae) parasitic in *Ctenosaura* spp. (Iguanidae) from Costa Rica and México. *J. Parasitol* 1999; 85 (5): 893:897.
- Bulté G, Plummer AC, Thibaudeau A, Blouin-Demers G. Infection of Yar row's spiny lizards (*Sceloporus jarrovi*) by chiggers and malaria in the Chiricahua mountains, Arizona. *Southwest. Nat* 2009; 54: 204-207.
- Burridge MJ, Simmons SA. Exotic ticks introduced into the United States on imported reptiles from 1962 to 2001 and their potential roles in international dissemination of diseases. *Vet Parasitol*. 2003; 113:289–320.
- Caballero-Soto ML. *Inmunología de la infección por helmintos*. *Rev. Esp. Alergol Inmunol Clín*. 1998; 13 (6):297-313.
- Camero J. *Ivermectina*. (Tesis de licenciatura). San Cristóbal Venezuela: Universidad Nacional Experimental del Táchira, 2004.

- Camin JH. Observations on the life history and sensory behavior of the snake mite *Ophionyssus natricis* (Gervais) Chicago Academy of Science Special Publication 1953; 10: 1-75.
- Campillo V. Microbiología médica. 7ª ed. México: El manual moderno, 2002.
- Casas EC, Leguia G. Prevalencia de helmintos gastroentéricos en ganado caprino beneficiado en la provincia de Cañete. Memorias del XI Congreso Latinoamericano de Parasitología y I Congreso Peruano de Parasitología; 1993; Lima, 1993: 135.
- Chomel BB. Zoonosis bacterianas de aparición reciente. Rev Panam Salud Pública 2002; 11 (1): 50-55.
- CITES. Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. México (DF) 2009.
- Cortés-Hernández M. Manual de zoología. México: Departamento de Publicaciones de la Dirección de Difusión Cultural de la Universidad Autónoma Chapingo, 1993.
- Cortez E. *Iguana iguana*. Zoocría. 1993: 56-135.
- Cruz-Reyes A, Camargo-Camargo B. Glosario de Términos en Parasitología y Ciencias Afines. México: Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Biología, 2001.
- Cruz-Reyes A. Zoonosis parasitaria. En: Tay ZJ, editor. Microbiología y parasitología médica. México: Méndez editores, 2005: 452-456.
- Cunliffe F. *Hirstiella pelaezi*, a new lizard parasite from Mexico. PESWAB 1949; 51, 25-34.
- De Nardo D . Wozniak EJ. From the Proceedings of the Fourth Annual Conference of the Association of Reptilian and Amphibian Veterinarians. UNDERSTANDING THE SNAKE MITE AND CURRENT THERAPIES FOR ITS CONTROL. 1997.
- Díaz JA, Santos T. Zoología, aproximación a la diversidad y organización de los animales. España: Síntesis, Ciencias biológica, Serie Zoología 1998.

- Diez-Téllez IC, Merlo-Serna AI, García-Prieto L. Conocimiento actual de céstodos parásitos de vertebrados silvestres de México. Memorias del XXVIII Simposio sobre Fauna Silvestre "Gral. MV. Manuel Cabrera Valtierra". 1er Seminario del Conservación del cóndor de California en México. Cuarto curso patología en Fauna Silvestre; 2011 octubre 10-13; México (DF) México, FMVZ-UNAM: 285-291.
- DOF. "Norma Oficial Mexicana Protección Ambiental-Especies Nativas de México de flora y fauna silvestres- Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio- Lista de especies en riesgo", NOM-059-SEMARNAT-2010 (septiembre, 6, 2010).
- DOF. "Especificaciones técnicas para las pruebas diagnósticas que realicen los laboratorios de pruebas aprobados en materia zoonosanitaria", NOM-056-ZOO-1995 (febrero, 22, 1999).
- Dunn LH. Studies on the iguana tick, *Amblyomma dissimile*, in Panama. J Parasitol 1918; 5:1–10.
- Edwards JR, Wroth R, De Chaneet GC, Besier RB, Karlsson J, Morcombe PW, Dalton-Morgan G y Roberts D. Survey of anthelmintic resistance in Western Australian sheep flocks. 1. Prevalence. Aust. Vet. J. 1986; 63: 135-138.
- Escalante JE, Valdivia BL. Tratamiento de escabiosis humana con ivermectina vía oral dosis única. Dermatol 2003; 13 (1): 17-29.
- Esquivel F. Aspectos biológicos del manejo de la iguana en el Proyecto comunitario de la Cooperativa Omar Baca en la Península de Consiguina. San José, C. R. San José: IUCN-Mesoamérica área temática de vida silvestre, 1999.
- Estrada-Peña, A, Jongejan F. Ticks feeding on humans: a review of records on human-biting Ixodoidea with special reference to pathogen transmission. Experimental and Applied Acarology 1999; 23: 685–715.
- Etheridge RE. Checklist of the iguanide and Malagasy iguanid lizards. In: Burghardt G M, Rand AS editors. Iguanas of the world: Their behavior, ecology and conservation. New Jersey: Noyes, Park Ridge, 1982:7-37.

- Fain A y Bannert B. New observations on species of the genus *Ophionyssus* Megin (Acari: Macronyssidae) parasitic on lizards of the genus *Gallotia* Boulenger (Reptilia: Lacertidae) from the Canary Islands, Spain with description of a new species. *International Journal of Acarology* 2002; 28: 361–367.
- Fain A y Bannert B. Two new species of *Ophionyssus* Megin (Acari: Macronyssidae) parasitic on lizards of the genus *Gallotia* Boulenger (Reptilia: Lacertidae) from the Canary Islands. *International Journal of Acarology* 2000; 26: 41–50.
- Fermín V, Olaechea. Ecto y endoparásitos *Epidemiología y control*. Sitio Argentino de Producción Animal Seminario de Actualización en Ovinos - INTA Bariloche 2005; 11-19.
- Fitzgerald KT y Vera R. Acariasis. In: Mader DR, editor. *Reptile Medicine and Surgery*, 2 nd edn. Saunders, St. Louis, 2006:720-738.
- Flores-Aguilar F, Flores-Martínez C, Güiris- Andrade DM, Urbina-López WF, Ramos-Zamora MR, Ramos-Salas DF, *et al.* Primer reporte y nueva distribución geográfica de *Aleuris mexicana* en iguana verde (*Iguana iguana*) del estado de Chiapas. *Memorias del X Reunión Nacional sobre Iguanas*; 2007 mayo 23-25; Tuxtla Gutiérrez (Chiapas) México: Subcomité Técnico Consultivo para la Conservación, Manejo y Aprovechamiento Sustentable de las Iguanas en México, 2007:102-103.
- Flores-Villela O. Reptiles de importancia económica en México (tesis de Licenciatura). DF (México) México: Facultad de ciencias UNAM, 1980.
- Frías QCA, Barragan VMR. La agrolita como sustrato artificial en la incubación de huevos de iguana verde (*Iguana iguana*). *Memorias de X Reunión Nacional sobre Iguanas*. 2007 mayo 23-25; Tuxtla Gutiérrez (Chiapas) México: Subcomité Técnico Consultivo para la Conservación, Manejo y Aprovechamiento Sustentable de las Iguanas en México, 2007: 119-123.
- Frye F. *Practical guide for feeding captive reptiles*. Florida: Publishing Company; 1991a.
- Frye FL. *Biomedical and Surgical Aspects of Captive Reptile Husbandry*. Vol. 1. 2a ed. Krieger. Malabar, FL, EEUU. 1991b.

- García E. Capítulo V Apuntes de Climatología. En: Offset Larios, editor. Apuntes de Climatología. México: Offset Larios S.A, 1989.
- García-De la Peña C, Contreras-Balderas A, Castañeda GG, Lazcano D. Infestación y distribución corporal de la nigua *Eutrombicula alfreddugesi* (Acari: Trombiculidae) en el lacertilio de las rocas *Sceloporus couchii* (Sauria: Phrynosomatidae). Acta Zool. Mex. (Nva. Ser.) 2004; 20: 159-165.
- García-De la Peña C, Paredes-León R, O'Connor B, Gadsden-Esparza H, Barrows CW. *Acomatacarus arizonensis* (Acari: Leeuwenhoekiidae): new records from three species of lizards in the Mexican Chihuahua desert. *Southwest. Nat.* 2010; 55: 278-279.
- García O, Bravo J, Isakovich J, García E y Nieto S. Recomendaciones para la cría de ovinos y caprinos. FONAIAP. Venezuela 1982.
- Garza-Castro JM. Dieta en crías de *Iguana iguana* en cautiverio. Memorias del Primer taller nacional sobre manejo de iguanas en cautiverio; 1998 mayo; Pátzcuaro (Michoacán) México. México (DF): Delegación Federal de la SEMARNAT en Michoacán Dirección General de Vida Silvestre, 1998:16-18.
- Gil T. Sensibilidad a los azoles. *Quimioterapia* 2004; (5): 83-90.
- Goldberg SR, Holshuh HJ. Histopathology in a captive Yarrow's spiny lizard, *Sceloporus jarrovi* (Phrynosomatidae), attributed to the mite *Hirstiella* sp. (Pterygosomatidae). *Trans. Am. Microsc. Soc.* 1993; 112: 234-237.
- Greiner EC, Mader DR. Parasitology. In: Mader, DR, editor. Reptile medicine and surgery - 2nd edition. Saint Louis USA: Saunders Elsevier, 2006: 343- 364.
- Gruner L, Kerboeuf D, Beaumont C y Huber J. Resistance to benzimidazole of *Haemonchus contortus utkalensis* in sheep on Martinique. *Vet. Rec.* 1986: 118.
- Guerra F, Sánchez-Tellez MC. Las enfermedades del humano americano. Madrid: Univ. Complutense, 1990.
- Guillén-Hernández S, García-Prieto L, Arizmendi-Espinosa MA. A new species of *Oochoristica* (Eucestoda: Cyclophyllidea) parasite of *Ctenosaura Oaxacana*

- (Reptilia: Iguanidae) from México. *Journal of Parasitology* 2007; 93 (5): 1136-1139.
- Gutiérrez-Quiroz M, García-Yañez Y. Relaciones Huésped-Parásito. En: Tay, Z. J. editor. *Microbiología y parasitología médica*. México: Méndez editores; 2005: 448-451.
- Harris DM. The phenology, growth, and survival of the green iguana, *Iguana iguana*, in Northern Colombia. In: Burghardt GM, Rand AS, editors. *Iguanas of the world, their behavior, ecology, and conservation*. New Jersey: Section III: demography and life history strategies Noyes, Park Ridge, 1982:150-161.
- Henderson RW. Aspects of the ecology of the juvenile common iguana (*Iguana iguana*). *Herpetológica* 1974; 30: 327-332.
- Hickman CP, Roberts LS, Parson A. *Principios integrales de zoología*. 10 ed. España: Mc Graw Hill Interamericana, 1998.
- Hoberg E. Parasite biodiversity and emerging pathogens: a role for systematics in limiting impacts on genetic resources. In: Hoagland KH, Rossman AY, editors. *Global Genetic Resources: Access, Ownership, and Intellectual Property Rights*. Washington: Association for Systematic Collections, 1997: 71–83.
- Hoppmann E, Barron H W. Dermatology in reptiles. *JEPM* 2007; 16, 210-224.
- Hull RW y Camin JH. Hemogregarines in snakes: The incidence and identity of erythrocytic stages. *J. Parasitol.* 1960; 46: 515-523.
- Hyatt J. La iguana. *Tesoro nacional en peligro de extinción*. México desconocido 2003; 318: 1-3.
- Ibañez N. Fauna helmintológica del Perú. *Paraspidodera uncinata* (Rudolphi, 1819), parásito intestinal de los cobayos (Nematoda: Subuluroidea). *Boletín Chileno de Parasitología* 1967; 22: 15-20.
- Iglesias-Mendoza G y Quintero Martínez M.T. Determinación de géneros y especies de ácaros aislados en reptiles (Orden: Ofidia, Squamata). *Memorias del VIII Congreso Nacional de Parasitología Veterinaria* 26-28 de Octubre de 2009. Mérida, Yucatán, México.

- Iverson BJ. Adaptations to herbivory in iguanine lizards. In: Burghardt MG, Rand SA, editors. *Iguanas of the World*. USA: Noyes Publications, 1982: 60-76.
- Jacobson ER. Parasites and parasitic diseases of reptiles. In: Jacobson ER, editor. *Infectious Diseases and Pathology of Reptiles*. CRC Press, Boca Raton, 2007: 571-665.
- Jofré LM, Neira PO, Saavedra OU, Díaz CL. Acarosis y zoonosis relacionadas. *Infectología al Día. Rev Chil Infect* 2009; 26 (3): 248-257
- Kaplan R, Vidyashankarb AN. An inconvenient truth: Global worming and anthelmintic resistance. *Veterinary Parasitology* 2012; 186: 70– 78.
- Kauzal GP, Gordon HMc.L. A. Useful mixing apparatus for the preparation of suspensions of faeces for helminthological examinations. *J Counc Sci Industr Res* 1941; 14:304-305.
- Kelly JD, Hall CA. Anthelmintic resistance in nematodes: I History present status in Australia, genetic back ground and methods for field diagnosis. *N.S.W. Proc* 1976; 15:19-32.
- Klei TR, Rehbein S, Visser M. Reevaluation of ivermectina efficacy against equine gastrointestinal parasites, *Vet Parasitol* 2001; 98:315-320.
- Krantz GW. *A Manual of Acarology*. 2da ed. Oregon: Oregon State Univ. and Book Stores Inc. Corvallis, 1978.
- Lane RS, Loye JE. Lyme disease in California: interrelationship of *Ixodes pacificus* (Acari: Ixodidae), the western fence lizard (*Sceloporus occidentalis*), and *Borrelia burgdorferi*. *Journal. Mededic. Entomology* 1989; 26: 272-278.
- Lane RS, Quistad GB. Borreliacidal factor in the blood of the western fence lizard (*Sceloporus occidentalis*). *Journal Parasitol* 1998; 84: 29-34.
- Lanschi FA, Barbosa-Ferreira R. *Hemidactylus mabouia* (Tropical House Gecko): Predation. *Herpetological Review* 2012; 43(1): 133-134.
- Lee DL and Atkinson HJ. *Physiology of nematodes*. 2nd ed. London: The Macmillan Press, 1976.
- Lent H, Freitas JET. Una colecta de nematodos parásitos de vertebrados, del Museo de Historia Natural de Montevideo. *Memoria del Instituto Oswaldo Cruz* 1948; 46:1-7.

- Linnaeus C. Systema Nature per Regna Tria Naturae. 10 th. Holmiae, 1758.
- Linner E A. A checklist of the amphibians and reptiles of México. Occasional papers of the Museum of Natural Science 2007; (80): 1-60.
- Livaitis AJ, Shaw HJ. Coyote movements, habitat use, and food habits in south western Oklahoma. J. Wild. Manage 1980; 44 (1): 62-68.
- Loo AP. Estudio de los nemátodos de *Iguana iguana* (L.) de la zona norte del Perú (Tesis de licenciatura). Lima: Universidad Particular Ciencias Biológicas Ricardo Palma, 1980.
- López-Briones F. Iguana verde (*Iguana iguana*) (tesis de licenciatura). México (DF) México: Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, UNAM, México, 1992.
- Lorenzana CC. Infestación por garrapatas en el perro. Vir-bac Al Día, Animales de compañía 2005; 4: 1-2.
- Lynn RC. Fármacos antiparasitarios. En: Bowman DD, Lynn RC, Eberhard ML, editores. Parasitología para veterinarios. Madrid España: Elsevier, 2004: 255-299.
- Manzanilla J, García ME, Moissant E, García de RFA. Dos especies de garrapatas del género *Amblyomma* (Acari: Ixodidae) en perros del estado Aragua, Venezuela. Boletín de Entomología Venezolana. Sociedad Venezolana de Entomología 2002.
- Marcogliese D, Cone D. Food webs: a plea for parasites. Trends in Ecology and Evolution 1997; 12, 320–325.
- Marcus LC. Infectious diseases of reptiles. J. Amer. Vet. Med. Assoc. 1971; 159: 1626-1631.
- Márquez-Lara D. Resistencia a los antihelmínticos: origen, desarrollo y control. Revista Corpoica 2003; 4(1): 54-71.
- Martínez-Barbosa I. Taeniosis. En: Tay Z, editor. Microbiología y parasitología médicas. México DF: Méndez editores, 2005: 536-542.
- Medina-Reynés U, Loaiza-Reyes R, Velueta VL, Días-Romero J. Manual de técnicas de diagnóstico en parasitología veterinaria. México: Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. Villahermosa, Tabasco, México, 1994.

- Mehlhorn HD y Piekarski G. Fundamentos de parasitología, parásitos de hombre y de los animales domésticos. Zaragoza España: Acribia, 1993.
- Mehlhorn HD, Raether WS. Manual de Parasitología Veterinaria. Colombia: Grass-latros, 1993.
- Mendoza-Martínez GD. Alimentación de fauna en vida silvestre. En: Jaramillo MT, Olivera JI, Velázquez J, editores. Reproducción y Manejo de Fauna Silvestre México: Universidad Autónoma Metropolitana, 2001: 80-101.
- Mendoza-Millan KA. Understanding reptile parasites: A basic manual for Herpetoculturist and veterinarian. Madrid, Marbella 1999. 1-20.
- Merck. Manual Merck Manual de Producción bovina, Epidemiología Veterinaria y Salud animal. 9 na ed. España: OCEANO/CENTRUM, 1993.
- Mille-Pegaza SR. Guía para la identificación de invertebrados. México: Trillas, 1993.
- Montalvo-Aguilar X, López-Arellano E, Vázquez-Prats, Lipebano-Hernández E, Mendoza de Gives P. Resistencia antihelmíntica de nematodos gastroentéricos en ovinos a febendazol e ivermectina en la región noroeste del estado de Tlaxcala. Téc Pecu Méx 2006; 44 (1): 81-90.
- Montgomery DF. A Taxonomic Study of the Lizard Mites (Pterygosomidae) Occurring in the Gulf of California Area. 1-32, Master Thesis, Texas Technological Collage, Lubbock, Texas, USA 1996.
- Morales G. Epidemiología y sinecología de los helmintos parásitos de ovinos y caprinos de zonas áridas del Estado Lara (Venezuela). Trabajo de Ascenso a la categoría de Profesor Titular en el Núcleo Universitario "Rafael Rangel", Universidad de los Andes, Trujillo, Venezuela 1988.
- Moravec F, Salgado-Maldonado G, Mayen-Pefía E. Two Pharyngodonid nematodes, *Alaeuris mexicana* n. sp. And *Ozolaimus ctenosauri*, from the iguanid lizard *Ctenosaura pectinata* from Nayarit, Mexico. J. Parasitol 1996; 82 (6): 1011-1016.
- Muñoz-Atonal LE, Romero-Callejas E, Muñoz-García CI, Osorio-Sarabia D. Identificación y redescrición de parásitos de la familia Pharyngodonidae (nematoda: Oxyuridae) que ocurren en *Gopherus berlandieri* (Reptilia:

- Testudinidae) del norte de México. Memorias del XXVIII Simposio sobre Fauna Silvestre "Gral. MV. Manuel Cabrera Valtierra", 1er Seminario del Conservación del cóndor de California en México, Cuarto curso patología en Fauna Silvestre; 2011 octubre 10-13. México (DF): FMVZ-UNAM, 2011: 232-235.
- Newell I, Ryckman R. *Hirstiella pyriformis* sp. N. (Acari, Pterygosomidae), a new parasite of lizards from Baja California. J. Parasitol. 1964; 50, 163-171.
- Ochoa-Ochoa L, Flores-Villela O, García-Vazquez U, Correa-Cano M, Canseco-Márquez. Áreas potenciales de distribución de la herpetofauna de México. Especie: *Iguana iguana* (recortes). Extraído del proyecto DS 009 "Áreas potenciales de distribución y GAP análisis de la herpetofauna de México". Museo de Zoología 'Alfonso L. Herrera' Facultad de Ciencias. UNAM. México: Financiado por la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), 2006.
- FAO/PNUMA. Organización de las Naciones Unidas para la alimentación y la Agricultura, Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente. Manejo de fauna silvestre y desarrollo rural. Información sobre siete especies de América Latina, 1985.
- Papadopoulos E. Anthelmintic resistance in sheep nematodes. Small Ruminant Research 2008; 76: 99–103.
- Paredes-León R y Morales-Malacara JB. A new species of the genus *Hirstiella* (Acari: Prostigmata: Pterygosomatidae) parasitic on *Phyllodactylus bordai* (Reptilia: Squamata: Gekkonidae) in Mexico. Journal of Medical Entomology 2009; 46(3):442-50.
- Paredes-León R, Montiel-Parra G, Morales-Malacara JB, Pérez TM. Infestación de *Eutrombicula alfreddugesi* (Acari: Trombiculidae) sobre lagartijas *Anolis* (Reptilia: Polychrotidae) en los alrededores de Frontera Corozal, Chiapas, México. En Estrada-Venegas E, Romero- Nápoles J, Equihua-Martínez A, Luna-León C, Rosas-Acevedo JL Entomología Mexicana. Vol. 5. Tomo 1. Sociedad Mexicana de Entomología, Colegio de Posgraduados, Texcoco, México. 2006; 150-155.

- Paredes-León R. Análisis preliminar de los ácaros ectoparásito de la iguana negra (*Ctenosaura pectinata*) en una población silvestre del estado de Oaxaca. Memorias del VI Taller Nacional Sobre Manejo de Iguanas; 2003 mayo 14-16; Boca del Río (Veracruz) México: Subcomité Técnico Consultivo para el Manejo y Aprovechamiento Sustentable de las iguanas en México, 2003: 76-85.
- Pérez LE, Huerta-Ruíz SE, Arcos-García JL, López-Pozos R. Caracterización preliminar de garrapatas en iguana negra (*Ctenosaura pectinata*) e iguana verde (Iguana iguana) criadas en cautiverio. Memorias de la XII Reunión Nacional sobre iguanas; 2009; Comalcalco (Tabasco) México: Subcomité Técnico Consultivo para la Conservación, Manejo y Aprovechamiento Sustentable de las Iguanas de México, 2009: 66-71.
- Pérez-Ponce de León G, García-Prieto L, Razo-Mendivil U. Species richness of helminth parasites in Mexican amphibians and reptiles. Diversity and Distributions 2002; 8: 211–218.
- Pérez-Ponce de León G, García-Prieto L. Diversidad de helmintos parásitos de vertebrados silvestres de México. Biodiversitas 2001; 37: 7–11.
- Peterson S. Skin Diseases of Exotic Pets. Blackwell Science UK. 2006; 121.
- Piesman J, Gray JS. Lyme disease/Lyme borreliosis. In: Sonenshine y Mather, editors. Ecological dynamic of tick-borne zoonoses. Oxford: University Press, Oxford, 1994: 327–350.
- Pinacho-Santana B, Arcos GJL, López-Pozos R. Consideraciones en el manejo reproductivo en iguánidos para aumentar la productividad. Memorias del IX Taller Nacional Sobre Manejo de Iguanas en cautiverio; 2006 mayo 18-20; Ixtapa-Zihuatanejo (Guerrero) México: Subcomité Dirección General de Vida Silvestre y Delegación Federal de la SEMARNAP, 2006: 65-72.
- Quiróz, R. H. Parasitología y enfermedades parasitarias de los animales domésticos. México, D.F: UTEHA, 2002.
- Quiroz-Romero H. Parasitología y Enfermedades Parasitológicas de los Animales. México: Limusa; 1990.
- Raiti P. A review of diseases of the green iguana. Exotic DVM 2000; 2, 25-33.

- Ramírez JL. Comercialización de especies no tradicionales: El caso de la Iguana Verde (*Iguana-Iguana*). México: Inst. de Investigaciones y Estudios Superiores de las Ciencias Administrativas de la Universidad Veracruzana; 2004.
- Ramírez-Carroz S. La iguana verde como especie promisoría. INIA Divulga Recursos Naturales 2006; 11-13.
- Ramírez-Suarez S, Puerta-Vásquez MC. Parásitos intestinales en iguanas del parque Zoo Santa Fe. 2010 (citado 22 de febrero 2013) de: URL: <http://www.slideshare.net/cibertav10/parsitos-intestinales-en-las-iguanas-del-parque-zoo-santa-fe-correcciones-finales-6-de-octubre-de-2010-8178840>.
- Rataj AV, Lindtner-Knific R, Vlahović K, Mavri U, Dovč AR. Parasites in pet reptiles. Acta Veterinaria Scandinavica 2011; 53:33
- Rimbaud E. Resistencia a antihelmínticos en ovinos: estrategias de control. Memorias del XIV Congreso Panamericano de Ciencias Veterinarias; 2002; La Habana (Cuba). 2002.
- Rimbaud E., Pineda N., Luna L., Zepeda N., Rivera G. Primer reporte de *Ophionyssus natricis* (Arthropoda, Acarina, Macronyssidae, Gervais 1953) parasitando *Boa constrictor constrictor* en Nicaragua. Boletín de parasitología. Ministerio de agricultura y ganadería investigaciones parasitológicas 2006; 2 (7): 1.
- Rodríguez VRI, Cob GLA. Técnicas diagnósticas en parasitología veterinaria. 2da ed. México: Ediciones de la Universidad Autónoma de Yucatán, 1994.
- Ruppert E, Barnes, RD. Zoología de los invertebrados. México: Mc Graw-Hill. Interamericana, 1996.
- Salas-García B. Manual de Técnicas: Laboratorio de Parasitología USAD-FMVZ-UMSNH. Michoacán: Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo y Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, 2010.
- Salomón OD. Artrópodos de Interés Médico en Argentina. Buenos Aires: Fundación Mundo Sano, Centro Nacional de Diagnóstico e Investigación en

- Endemoepidemias - CeNDIE, ANLIS, Ministerio de Salud y Ambiente de la Nación, 2005.
- Salud TM. Importancia de la reproducción de iguanas. Memorias de la X reunión Nacional sobre iguanas; 2007; Tuxtla Gutiérrez (Chiapas) México. México (DF): Subcomité Técnico Consultivo para la Conservación, Manejo y Aprovechamiento Sustentable de las Iguanas en México, 2007: 73-78.
- Schall JJ, Houle PR. Malarial parasitism and home range and social status of male western fence lizards, *Sceloporus occidentalis*. J. Herpet. 1992; 26: 74-76.
- Schultz H. Human infestation by *Ophionyssus natricis* snake mite. British Journal of Dermatology 1975; 93: 695-697.
- Schultz H. Human infestation by *Ophionyssus natricis* snake mite. British Journal of Dermatology 2006.
- SEMARNAT. Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales. Manual de manejo en cautiverio de iguana verde (*Iguana iguana*). México DF, 2003.
- Serkal G, Mustafa S, Aktas, Barış S. The first record of the mite (*Hirstiella* sp.) on a green iguana from Turkey and its therapy with fipronil- a case report. Veterinarski Arhiv 2011; 81 (6): 793-797.
- Sievers G, Quintana I, Cortese F, Ernst F. Variación anual de la ubicación de las larvas infectantes de tricostrongilidos del bovino sobre el pasto de un potrero en Valdivia, Chile. Arch. Med. Vet. 1998; 30 (1): 47-54.
- Sorci G, Massot M, Clobert J. Maternal parasite load increases sprint speed and philopatry in female offspring of the common lizard. Am. Nat 1994; 144: 153-164.
- Stahl SJ. Common diseases of the green iguana. Proceedings of the North American Veterinary Conference, Orlando, FL. 1998: 806-809.
- Stahl SJ. Pet lizard conditions and syndromes. SAEPM 2003; 12, 162-182.
- SAS. STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM INSTITUTE. 2010. Education Analytical Suite for Windows Release 9.2. 2010.
- Storer TI, Usinger RL, Stebbins RC, Nybakken JW. Zoología general. 6° edición. Barcelona, España: Ediciones Omega, 1986.

- Stromberg B. Environmental factors influencing transmission. *Veterinary Parasitology* 1997; 72 (3-4): 247-264.
- Sumano LH, Ocampo LC. *Farmacología veterinaria*. México: Mc Graw-Hill 1989: 633.
- Tantalean M. Contribución al conocimiento de los helmintos de vertebrados del Perú. *Biota* 1976; 10: 437-443.
- Tantalean M. Nuevos helmintos de importancia médica en el Perú. *Revista Peruana de Medicina Tropical UNMSM* 1994; 4 (8): 87-91.
- Tantalean M. Nuevos Registros de Nemátodos Parásitos de Animales de Vida Silvestre en el Perú. *Rev. Peru. Biol.* 1998; 5 (2): 103 –104.
- Tarazona VJM. *Manual de técnicas de parasitología veterinaria*. España: Editorial Acribia, 1973.
- Tato ZP, Molinari SJL. Taeniosis y cisticercosis. En: Becerril MA, editor. *Parasitología médica*, 2da edición. México DF: Mc Graw Hill Interamericana, 2008 200: 308.
- Tay Z, Castillo L. Artrópodos de importancia médica. En: Tay ZJ, editor. *Microbiología y parasitología médicas*, 3 ed. México: Méndez editores, 2005: 656-661.
- Tay ZJ, Ruiz A. Sánchezc VJT, Romero CR, Robert GL, Becerril M. Las helmintiasis intestinales en la República Mexicana. *Bol. Chil Parasitol* 1995; 50: 10-16.
- Tay ZJ. *Parasitología médica*. 5 ed. México: Méndez Cervantes, 1991.
- Thapar GS. Studies on the oxyurid parasites of reptiles. *J. Helminthol* 1925; 3: 83-150.
- Thienpont D, Rochette F, Vanparijs OFJ. *Diagnostic de las hemlntiasis por medio del examen coprológico*. 2da edición. Beerse, Bélgica: Janssen Pharmaceutica. Janssen Research Foundation, 1986.
- Thomas B. The ecological basis of parasite control: nematodes. *Veterinary Parasitology* 1982; 11: 9-24.
- Ueno HP, Goncalves SP. *Manual para diagnóstico de Helmintos de rumiantes*. 3ª ed. Japan: International Cooperation Agency, 1994.

- Urribarren PL. Nematodos. 4ta ed. Uruguay: Editorial Panamericana, 2006.
- Urribarren-Berrueta T. Historia e importancia de las enfermedades parasitarias. En Tay ZJ, editor. Microbiología y parasitología médica. 3ra edición. México DF: Mendez Editores, 2005.
- Valencia-García C. Experiencias en el tratamiento de las patologías y aspectos sanitarios presentados en la UMA "Cementos APASCO". Memorias del VI Taller Nacional Sobre Manejo de Iguanas. 2003 mayo 14-16; Boca del Río (Veracruz) México. Subcomité Técnico Consultivo para el Manejo y Aprovechamiento Sustentable de las iguanas en México, 2003: 27-36.
- Valenzuela LG. Contribución al conocimiento de la biología y ecología de *Ctenosaura pectinata* e *Iguana iguana* (Reptilia: Iguanidae) en la costa de Jalisco (tesis de Maestría). México: Facultad de Ciencias, UNAM, 1981.
- Valls BJ. Manejo y patologías de la iguana. La clínica del día 2002; (454): 1-5.
- Van Waerebeek K, Reyes JC, Alfaro J. Helminth parasites and phoronts of *Dusky dolphins Lagenorhynchus obscurus* (Gray, 1828) from Perú. Aquatic Mammals 1993; 9: 159-169.
- Vélez HL. Nutrición y alimentación de iguanas. En Jaramillo-Jaimes MT, Olivera-López JI, Velázquez-Moctezuma J editores. Reproducción y manejo de fauna silvestre. México D.F: Universidad Autónoma Metropolitana, 2001: 250-281.
- Vélez-Hernández L, Cobos-Peralta MA, Arcos-García JL. Contenido de alimento y metabolismo ceco-cólico en el tracto digestivo de poblaciones silvestres de iguana negra (*Ctenosaura pectinata*) en Morelos, México. Archivos de medicina veterinaria 2012; 44 (3). En prensa.
- Vignau ML, Venturini LM, Romero JR, Eiras DF, Basso WU. Parasitología práctica y modelos de enfermedades parasitarias en los animales domésticos. Argentina: Editorial Facultad de Ciencias Veterinarias Universidad Nacional de La Plata, 2005.
- Villegas-Zurita F, Bustos-Crispin E. Enfermedades comunes de iguanas en cautiverio, tratamientos y prevención. Memorias del IV Taller Nacional Sobre Iguanas. 2001. Boca del Río (Veracruz) México. México: Subcomité

- Técnico Consultivo para el Manejo y Aprovechamiento Sustentable de las iguanas en México, 2001: 39-41 pp.
- Waller P. Anthelmintic resistance. *Veterinary Parasitology* 1997; 72: 391- 412.
- Waller P. Towards sustainable nematode parasite control of livestock. *Veterinary Parasitology* 1993; 48: 295-309.
- Walter DE, Shaw M. First record of the Mite *Hirstiella diolii* Baker (Prostigmata: Pterygosomatidae) from Australia, with a review of mites found on Australian lizards. *Australian Journal of Entomology* 2002; 41: 30-34.
- Weisz PB. La ciencia de la zoología. 6ta edición. Barcelona, España: Ediciones Omega, 1987.
- Werner D, Rey D. El manejo de la iguana verde. Tomo I Biología. Panamá: Instituto de Investigaciones tropicales Smithsonian, 1988.
- Whitlock JH. A practical dilution egg procedure. *J. Am Vet Med Assoc.* 1941; 98:466-469.
- Wilford O. Parasitología animal. España: Editorial AEDOS, 1997.
- Wozniak EJ y De Nardo DF. The biology, clinical significance and control of the common snake mite, *Ophionyssus natricis*, in captive reptiles. *Journal of Herpetological Medicine and Surgery* 2000; 10: 4-10.
- Wright SA, Lane RS, Clover JR. Infestation of the southern alligator lizard (Squamata: Anguillidae) by *Ixodes pacificus* (Acari: Ixodidae) and its susceptibility to *Borrelia burgdorferi*. *Journal Medic. Entomology* 1998; 35: 1044-1049.
- Yamaguti S. Systema helminthum III. In: Interscience Publishers Inc editor. The nematodes of Vertebrates, Part. I. New York USA: Interscience Publishers Inc, 1961: 679.
- Zaldivar R. Zooparásitos de interés veterinario en el Perú. Lima. Perú: Maijosa S.A., 1991.
- Zaman V. Atlas color de parasitología clínica: un atlas de protozoarios, helmintos y artrópodos. 2da ed. Buenos Aires: Panamericana, 2004.