



00381
lej. 2

Universidad Nacional
Autónoma de México

FACULTAD DE CIENCIAS

ASPECTOS ECOLOGICOS
DE LA RELACION ACAROS PLUMICOLAS-PSITTACIFORMES,
CON ESPECIAL REFERENCIA EN
Aratinga canicularis (L.)

TESIS

Que para obtener el Grado de
DOCTOR EN CIENCIAS
(BIOLOGIA)
Presenta:

TILA MARIA PEREZ ORTIZ

México, D. F.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

1984



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

CONTENIDO

RESUMEN.....	1
I. INTRODUCCION Y OBJETIVOS.....	5
II. PSITTACIFORMES Y SU PLUMAJE.....	16
A. <u>Generalidades de Psittaciformes</u>	16
B. <u>Plumaje</u>	22
C. <u>Aratinga canicularis</u> (Linneo).....	32
III. ACAROS DEL PLUMAJE DE PSITTACIFORMES.....	38
IV. MATERIALES Y METODOS.....	44
A. <u>Antecedentes de la metodología</u>	44
B. <u>Metodología desarrollada</u>	52
V. RESULTADOS: MICRODISTRIBUCION DE LAS ESPECIES EN EL PLUMAJE DEL HUESPED.....	71
A. <u>Acaros habitantes en el interior del cálamo</u>	72
B. <u>Acaros habitantes de la superficie externa de las plumas</u>	81
C. <u>Sitios de oviposición de los Mallophaga</u>	94
VI. DISCUSION Y CONCLUSIONES: MICRODISTRIBUCION DE LAS ESPECIES EN EL PLUMAJE DEL HUESPED.....	98
VII. RESULTADOS: ACAROS PLUMICOLAS, MALOFAGOS Y TANATOCRESIS.....	115
VIII. DISCUSION Y CONCLUSIONES: ACAROS PLUMICOLAS, MALOFAGOS Y TANATOCRESIS.....	126
IX. LITERATURA CITADA.....	133
APENDICE I. Datos de colecta de <u>A. canicularis</u>	143

RESUMEN

Los estudios taxonómicos sobre los ácaros plumícolas de las aves son numerosos. Sin embargo, la información disponible sobre las interacciones de estos simbioses con sus huéspedes está limitada a observaciones casuales. Solamente los soviéticos han estudiado la segregación de microhabitats en muy pocas especies de aves que albergaban de 1 - 4 especies de ácaros plumícolas. En la presente tesis se continúa esta línea de investigación estudiando aves que albergan cargas parasitarias mayores. Se eligieron a los Psittaciformes (pericos, loros, guacamayas) con base en el conocimiento previo del gran número y diversidad de ácaros que ocurren en estas aves y en el hecho de que varias especies de pericos pueden ser fácilmente obtenidas en México.

La acarofauna de ciertas especies de pericos colectadas en el campo fue estudiada a partir de 1980. Aunque las investigaciones principales se llevaron a cabo con Aratinga canicularis (L.) del Occidente de México, también se obtuvo información adicional de otras especies de Aratinga Spix, Amazona Lesson y Forpus Boie. A. canicularis alberga 18 especies de ácaros habitantes en el interior del cálamo (6 spp.) y en la superficie externa (12 spp.) de las plumas. Con una excepción, todos los taxa de ácaros encontrados representan especies nuevas. Se desarrolló una clave para la identificación de esta acarofauna a nivel genérico, así como criterios generales para

la identificación de sus huevos.

Tres de las especies encontradas en el interior del cá-
lamo no pertenecen a ninguno de los taxa que agrupan a los
llamados ácaros plumícolas. Estas tres especies corresponden
a los ácaros siringofílidos del orden Prostigmata, y se in-
cluyen en esta tesis porque cohabitan con los ácaros plumíco-
las. No obstante lo anterior, el número de ácaros plumícolas
encontrados en A. canicularis, representa una fauna mucho más
diversa de la que había sido reportada para cualquier ave.
Las 18 especies pertenecen a 13 géneros diferentes, lo que in-
dica que de algunos géneros se encontraron representantes de
más de una especie sobre el mismo huésped.

Se desarrolló un método que permite el registro de las
posiciones de los ácaros en las plumas individuales. Las ob-
servaciones obtenidas demuestran que las 18 especies de áca-
ros ocupan microhabitats definibles dentro o sobre las plumas
de cada huésped. Se encontró que las regiones topográficas
de las aves consideradas tradicionalmente en este tipo de es-
tudios, no tenían relación con los patrones de microdistribu-
ción de los ácaros. Cada especie de ácaro ocupa un microha-
bitat más reducido en el ave que puede ser relacionado con el
grado de protección o exposición de las plumas, así como con
diferentes estructuras de las mismas. La segregación de mi-
crohabitats es tal que el vaxilo y el cañón de ciertas plumas
individuales pueden albergar de 7 a 9 especies de ácaros que
ocupan por si solas o comparten con otra especie, una región

definida o microhabitat de la pluma. La extrapolación de los datos de campo con otras fuentes de información, permitió formular hipótesis acerca de las probables consecuencias de la segregación de microhabitats en la coevolución de los huéspedes y sus simbioses.

Por otro lado, la revisión detallada del plumaje de A. canicularis permitió descubrir algunos aspectos sobre la biología, mecanismos de dispersión y producción de daño al plumaje de varias especies de ácaros.

Durante el estudio de la microdistribución de la acarofauna de los pericos mexicanos, surgió el interés hacia los huevos de insectos del orden Mallophaga (piojos plumícolas) presentes en las plumas, debido a que fueron repetidamente observados en los mismos lugares que algunas especies de ácaros. Se encontró que cada una de las tres especies de malófagos de A. canicularis pone sus huevos en sitios específicos de las plumas. Al igual que la distribución de los ácaros, estas preferencias en los sitios de oviposición de los malófagos, parecen estar condicionadas más bien por la estructura de la pluma que por la región topográfica del ave. De este modo, el número total de especies (ácaros y piojos) que pueden estar explotando una pluma individual varía entre 10 y 12.

Se observó que algunas especies de ácaros plumícolas taxonómicamente no relacionadas, usan la exuvia de su propia especie o de otra cercanamente relacionada, para mudar,

Este fenómeno ocurre tanto en el interior del cañón como en la superficie externa de la pluma. Cuando los ácaros plumícolas y los huevos de malófago se encuentran en la misma región de la pluma, la ecdisis (de los ácaros que mudan dentro de la exuvia de otros ácaros) puede ocurrir dentro de los huevos vacíos de malófago. Los anteriores, son nuevos ejemplos de tanatocresis que permitieron modificar la definición actual del fenómeno en los siguientes términos: La tanatocresis consiste en la utilización de cadáveres, secreciones, piezas esqueléticas, excrementos y otros productos de una especie por individuos vivos de su misma especie o de una o varias especies diferentes, pero no como alimento. Observaciones adicionales indican que este fenómeno encontrado inicialmente en A. canicularis, ocurre no solo en varias especies de Psittaciformes sino también en muchos otros órdenes de aves (Tinamiformes, Ciconiiformes, Piciformes, Columbiformes).

I. INTRODUCCION Y OBJETIVOS

Los ácaros del orden Astigmata llamados ácaros plumícolas, son simbioses obligatorios de las aves, que viven durante todo su ciclo de vida (huevo, prelarva, larva, protoninfa, tritoinfa y adulto) sobre o dentro de las plumas. Aunque se desconocen sus preferencias alimenticias, se sabe que son transmitidos por contacto directo entre los huéspedes de la misma especie, generalmente de los progenitores a los polluelos. Se les ha encontrado en todos los órdenes de aves con excepción de los Sphenisciformes (pingüinos: 18 spp.), Rheiformes (reas: 5 spp.) y Casuariiformes (casuariinas y emús: 2 spp.) (Atyeo y Gaud, 1979a).

Los estudios de este grupo de ácaros han sido fundamentalmente de tipo taxonómico, siendo los principales investigadores: Trouessart, Mégnin, Berlese y Oudemans, en los finales del siglo XIX y principios del XX. Posteriormente gran número de los taxa plumícolas fueron redefinidos por Dubinin, quien llevó a cabo una extensa serie de estudios en Rusia publicados entre 1938 y 1956. Gaud (1948 - a la fecha) se ha especializado en los ácaros plumícolas de Africa y Gaud y/o Atyeo (1964 - a la fecha) se han concentrado en el estudio de las categorías superiores de ácaros plumícolas culminando con el establecimiento de tres superfamilias (Gaud y Atyeo, 1978).

Hasta 1963 se reconocían solamente 100 géneros de ácaros

plumícolas agrupados en nueve familias heterogéneas, todas ellas incluidas en la superfamilia Analgoidea (sensu lato) (Peterson, 1975). A partir de entonces, la adquisición de especímenes de huéspedes cuya acarofauna no había sido previamente estudiada y la revaluación de los grupos de ácaros existentes, llevados a cabo por Gaud y Atyeo, permitió la definición de los taxa actualmente reconocidos. De este modo, las 1,500 especies de ácaros plumícolas descritas hasta la fecha, han sido agrupadas en tres superfamilias (Analgoidea (sensu stricto), Pterolichoidea y Freyanoidea (sensu Gaud y Atyeo, 1978; non OConnor, 1982a) con 28 familias, 47 subfamilias y aproximadamente 400 géneros (Tabla I). A pesar de que alrededor de 60 géneros aún no han sido descritos (Tabla I), el número total de géneros y de categorías supragenéricas están razonablemente establecidas. Es claro que el trabajo taxonómico se ha concentrado en las categorías superiores y que falta mucho por hacer en la descripción de las especies.

Con respecto a la evolución de los ácaros plumícolas, es muy probable que hayan surgido a partir de acaroides nidícolas (Atyeyo y Gaud, 1979a; Radovsky, 1969). Puesto que las formas primitivas de ácaros ya estaban bien establecidas antes de la aparición de las aves en el Cretácico; durante y después de este período las aves seguramente proporcionaron muchos habitats nuevos para ser explotados por los ácaros, brindando grandes oportunidades de asociación ácaro-ave.

TABLA I. TAXA SUPRAGENERICOS DE ACAROS PLUMICOLAS (ACARIDA: ASTIGMATA)
De acuerdo a Atyeo y Gaud.

	Subfamilias		Géneros	
	nuevas	+ descritas	nuevos	+ descritos
ANALGOIDEA Trouessart & Mégnin, 1883				
Alloptidae Gaud, 1957	1	+ 4	2	+ 24
Analgidae Trouessart & Mégnin, 1883	1	+ 6	12	+ 24
Apionacaridae Gaud & Atyeo, 1977	-	-	0	+ 3
Avenzoariidae Oudemans, 1905	0	+ 5	2	+ 28
Dermationidae Fain, 1965	1	+ 1	0	+ 9
Dermoglyphidae Mégnin & Trouessart, 1883	-	-	0	+ 5
Epidermoptidae Trouessart, 1892	1	+ 1	2	+ 5
Gaudoglyphidae Bruce & Johnston, 1976	-	-	0	+ 1
Proctophylloidae Mégnin & Trouessart, 1883	0	+ 4	7	+ 35
Psoroptoididae Gaud, 1958	0	+ 2	0	+ 11
Ptyssalgidae Atyeo & Gaud, 1979	-	-	0	+ 1
*Pyroglyphidae Ounliffe, 1958 (solo de aves)	1	+ 2	2	+ 7
Trouessartiidae Gaud, 1957	-	-	1	+ 10
Xolalgidae Dubinin, 1953	0	+ 1	0	+ 23
FREYANOIDEA Gaud & Atyeo, 1978				
Caudiferidae Gaud & Atyeo, 1978	-	-	0	+ 2
Freyanidae Dubinin, 1951	0	+ 4	0	+ 16
Vexillariidae Gaud & Mouchet, 1959	0	+ 2	4	+ 7
PTEROLICHOIDEA Gaud & Atyeo, 1978				
Crypturoptidae Gaud, Atyeo & Berla, 1972	-	-	1	+ 9
Eustathiidae Oudemans, 1905	-	-	0	+ 18
Falculiferidae Oudemans, 1908	-	-	0	+ 17
Gabuciniidae Gaud & Atyeo, 1975	-	-	1	+ 7
Kramerellidae Gaud & Mouchet, 1961	-	-	1	+ 2
Ochrolichidae Gaud & Atyeo, 1978	-	-	22	+ 46
Pterolichidae Trouessart & Mégnin, 1883	2	+ 4	0	+ 4
Ptiloxenidae Gaud, 1982	-	-	0	+ 1
Rectijanuidae Gaud, 1966	-	-	1	+ 15
Syringobiidae Trouessart, 1896	0	+ 2	0	+ 1
Thoracosathesidae Gaud & Mouchet, 1959	-	-	0	+ 1

Los nuevos taxa aunque no descritos están representados por especies en las colecciones de Atyeo y/o Gaud (inf. no publ.)

* La posición taxonómica de los Pyroglyphidae es muy discutida. Tradicionalmente ha sido considerada parte de los Psoroptoidea, cuyos taxa son todos parásitos de mamíferos (Krantz, 1978). Recientemente OConnor (1982a) estableció la superfamilia Pyroglyphoidea que incluye a las familias Pyroglyphidae, Ptyssalgidae y Turbinoptidae. Atyeo y Gaud la consideran dentro de la superfamilia Analgoidea, criterio que seguimos en este trabajo. La relación cercana de los Pyroglyphidae con los Analgoidea ha sido claramente indicada por Atyeo (1979) y reconocida por OConnor (1982b).

Si esto es correcto, parece razonable suponer que muchas asociaciones fueron establecidas antes de la aparición de las aves Passeriformes. De ser así, el linaje ancestral de los ácaros plumícolas estaría asociado principalmente con las aves no-Passeriformes. Este parece ser el caso, ya que los Pterolichoidea-Freyanoidea, considerados el linaje más antiguo de los Astigmata asociados a vertebrados (=Psoroptidia de OConnor, 1982a, b), se encuentran casi completamente restringidos a las aves no-Passeriformes (Tabla II). Con el advenimiento de las Passeriformes durante el Eoceno, aparecieron numerosos nichos para los ácaros simbioses. Por alguna razón, los Pterolichoidea y Freyanoidea (con pocas excepciones) no llegaron a establecerse en estas aves. Los nuevos nichos fueron explotados por un segundo grupo derivado: los Analgoidea (s.s.), que aparentemente se asociaron en diferentes tiempos con las Passeriformes y con algunas aves no-Passeriformes. Aunque la secuencia evolutiva de los Analgoidea (s.s.) es incierta, se sabe que comparten muchos caracteres con los ácaros Astigmata parásitos de mamíferos: los Psoroptoidea (Atyco, 1979; OConnor, 1982a, b).

No se conocen fósiles de los ácaros plumícolas. Sin embargo, Gaud y Atyeo (1979) consideran que la coevolución ha sido el modus operandi debido al alto grado de congruencia de la filogenia entre los grupos de ácaros y aves. En general, cada orden de aves tiene una acarofauna característica compuesta por un número definido de taxa: cada

TABLA II. ASOCIACIONES ACAROS PLUMICOLAS-AVES

La numeración indica el número de géneros de ácaros que se asocia a cada orden de aves, los géneros comunes a dos órdenes están representados por letras.

A V E S

A C A R O S

	Sphenisciformes	Struthioniformes	Rheiformes	Casuariformes	Apterygiformes	Tinamiformes	Gaviiformes	Podicipediformes	Procellariiformes	Pelecaniformes	Ciconiiformes	Anseriformes	Falconiformes	Galliformes	Gruiformes	Charadriiformes	Columbiformes	Pelecaniformes	Musophagiformes	Culiciformes	Strigiformes	Caprimulgiformes	Apodiformes	Coliiformes	Trogoniformes	Cornaciformes	Piciformes	Passeriformes	
FREYANOIDEA																													
Caudiferidae											2																		
Freyanidae																													
Burhinacarinae						1										3													
Diomedacarinae								1																					
Freyaninae										1	7																		
Michaelinae										2																			
Vexillariidae																													
Calcobiinae																					1							7	
Vexillariinae																													3
PTEROLICHOIDEA																													
Crypturoptidae						10																							
Eustathidae																													10
Falculiferidae																	16	1											
Gabuciniidae													3a	-	a						b	b	-	1			1c	2d	2cd
Kramerellidae									1	4																			
Ochrolichidae																													3
Pterolichidae																													
Ardeacarinae											2																		
Ardelaginae											2																		
Cheylabidae												3																	
Magimelinae																6													
Pterolichinae	-	1							3	-	1	11	9	-	2	13	1	3	-	3	-	1	-	3					
Xoloptoidinae									4																				
Ptiloxenidae							2		1							1													
Rectifanulidae											1																		
Syringobidae																													
Ascourarinae												1					4											1	
Syringobinae																6													
Thoracosathidae																													1

género de los Pterolichoidea y de los Freyanoidea está restringido a un solo orden de aves. El que dos órdenes de aves compartan el mismo género de ácaros es más bien una excepción a esta regla (Tabla II).

En resumen, a partir de 1963 el avance en el conocimiento de los ácaros plumícolas ha sido notable. Se ha establecido su taxonomía por arriba del nivel de especie. Asimismo, sus asociaciones huésped-parásito* son bien conocidas a nivel supraespecífico. La especificidad de la asociación ácaro-ave tradicionalmente ha sido interpretada como sugerente de una evolución paralela del parásito con el huésped.

Sin embargo, para un profundo entendimiento de esta relación huésped-parásito y de sus mecanismos de evolución, se hace necesario completar los estudios taxonómicos a nivel específico, así como aumentar el conocimiento de la biología, ecología y zoogeografía de las especies. Por citar un ejemplo, conocer los factores que determinan la microdistribución de cada especie de ácaro en el plumaje de su huésped.

El número de estudios con un enfoque no taxonómico es muy limitado. Solamente Dubinin (1950_a, 1951, 1953, 1956)

* El tipo de relación que los ácaros plumícolas establecen con sus huéspedes parece ser de tipo comensal y se discute en la pág. 104 de este trabajo. Sin embargo, siguiendo la costumbre de esta área de investigación, la asociación de los ácaros con sus huéspedes será referida utilizando el término relación huésped-parásito.

ha reportado observaciones sobre la biología de los ácaros plumícolas que incluyen información sobre su microdistribución en el ave. Este autor, demostró que los ácaros plumícolas ocurrían en las principales regiones topográficas de las aves y fue el primero en observar que a su vez, ciertas plumas presentan distintas condiciones topográficas y ambientales para las cuales se pueden definir diferentes microhabitats. Desafortunadamente en sus estudios trabajó con pocas especies de aves, que a su vez albergaban pocas especies de ácaros plumícolas (1 - 4 especies), además de que sus observaciones estuvieron limitadas a los ácaros de las alas.

En esta tesis se continuó esta línea de investigación considerando que la microdistribución de los ácaros plumícolas en las aves sin duda ofrecía un panorama mucho más complejo al presentado por Dubinin. Esta consideración está basada en el hecho reconocido por varios autores (Wenzel y Tipton, 1966; Kethley y Johnston, 1975; Marshall, 1981), de que la diversidad topográfica del tegumento de las aves provee en teoría una gran diversidad de microhabitats para ectoparásitos.

La primera condición para la elección del grupo de huéspedes a estudiar fue por lo tanto, el que la información disponible acerca de un grupo de aves, fuera indicativa de una carga parasitaria mayor a las estudiadas por Dubinin. Adicionalmente, puesto que el registro de la

microdistribución de los ácaros plumícolas en el ave iba a requerir de la colecta de los ejemplares en el campo para su inmediata revisión, era necesario que ese grupo estuviera ampliamente representado en México. Con respecto a la primera condición, los estudios preliminares de Atyeo (com. pers.) a partir de la revisión de pieles de museo de Psittaciformes (pericos, loros, guacamayas) de todo el mundo, habían establecido que este orden de aves albergaba una abundante y diversa acarofauna (6 - 8 especies por huésped). Lo anterior, aunado al hecho de que en México ocurren 18 especies de Psittacidae (Blake, 1972; Peterson y Chalif, 1973; Forshaw, 1978), fue definitivo para la elección de este grupo.

Los objetivos de esta tesis fueron por lo tanto, establecer si las diferentes especies de ácaros ocupan microhabitats definibles en el plumaje de algunas especies de pericos mexicanos y si esto ocurre, con dicha información y la de estudios relacionados, formular hipótesis acerca de sus probables consecuencias en la coevolución de los huéspedes y simbioses.

Los estudios iniciales usando pericos colectados en el campo [Aratinga holochlora (Sclater), Aratinga nana (Vigors), Aratinga canicularis (L.), Amazona albifrons (Sparrman), Amazona finschi (Sclater) y Forpus cyanopygius (Souancé)], revelaron que la diversidad de su acarofauna era mayor de lo esperado. Adicionalmente, algunos resultados sugirieron la

existencia de patrones de segregación de microhabitats a un nivel más fino de lo previsto. Posteriormente utilizando técnicas refinadas para la colecta de datos y concentrando el esfuerzo en el estudio de una sola especie de ave (Ara-tinga canicularis), se definieron las microdistribuciones de 18 especies de ácaros.

Durante el desarrollo del proyecto, surgió el interés hacia los huevos de insectos del orden Mallophaga (piojos plumícolas) presentes en las plumas, debido a que eran repetidamente encontrados en los mismos lugares que algunas especies de ácaros. Una observación sorprendente fue que muchos de los "huevos vacíos" de malófagos (cuya ninfa ya había eclosionado) estaban ocupados por exuvias de ácaros. Lo anterior permitió concluir que los ácaros plumícolas utilizan los huevos de malófagos para mudar, lo que representa un nuevo ejemplo de tanatocresis*. A causa de estas observaciones casuales ampliamos la investigación hacia el estudio de ácaros plumícolas, malófagos y tanatocresis en A. canicularis, cuyos resultados y conclusiones se presentan en forma separada en los últimos capítulos de esta tesis.

A causa de la complejidad en la correlación de los resultados obtenidos acerca del huésped y su plumaje con las

* Tanatocresis del griego thanatos: muerte y cnesis: uso, de acuerdo a Margalef (1977): "consiste en la utilización de cadáveres, secreciones, piezas esqueléticas, excrementos y otras producciones de una especie por individuos vivos de una segunda especie y no precisamente como alimento".

microdistribuciones de los ácaros, la información de este trabajo se presentará en forma de capítulos separados con el siguiente orden:

En el capítulo II, se incluye la información referente a la clasificación, distribución y biología de los huéspedes estudiados. Asimismo se incluye una descripción detallada del plumaje del huésped, con el objeto de introducir la terminología que será usada en los capítulos de resultados. Finalmente se incluyen datos sobre el patrón de muda de los psitácidos y una sección dedicada a Aratinga canicularis.

En el capítulo III, se presenta el estado actual del conocimiento sobre los ácaros plumícolas de Psittaciformes. Esta información proviene de una revisión exhaustiva de la literatura y de observaciones no publicadas (Tabla V), resultado de investigaciones propias y de varios acarólogos (Atyeo, Faccini, Gaud).

El capítulo IV de materiales y métodos se ha subdividido en dos secciones. En la sección de antecedentes, se explica la metodología usada para las colectas de museos señalando los límites de la información obtenida de este modo. Además se describen las colectas preliminares de campo que permitieron la elección de A. canicularis como principal especie de huésped para el estudio. En la segunda parte se describe la colecta de los ejemplares de A. canicularis, así como los métodos de revisión, registro de datos y de preparación e identificación de las especies.

Los resultados sobre la microdistribución de las especies de ácaros y de malófagos en el plumaje del huésped, están presentados en el capítulo V. Este capítulo también incluye observaciones adicionales sobre aspectos biológicos de varias especies de ácaros (estadios de vida, alimentación, mecanismos de dispersión, daño al plumaje del huésped, etc.) que fue posible obtener durante el desarrollo de la investigación. Dichos resultados se discuten en el capítulo VI.

Por último, los hallazgos referentes a los ácaros plumícolas, malófagos y tanatocresis; se presentan y se discuten en los capítulos VII y VIII.

II. PSITTACIFORMES Y SU PLUMAJE

A. Generalidades de Psittaciformes.

El orden de los Psittaciformes constituye un gran grupo homogéneo de aves tropicales comunmente conocidas como pericos, loros, guacamayas y cacatúas. Sus rasgos más característicos son un pico robusto con la mandíbula superior curvada hacia abajo y la condición zigodáctila de sus fuertes patas prensiles. Otras características menos obvias incluyen una cabeza grande y ancha, un cuello corto, lengua gruesa y prensil, orificios nasales que se abren en las carnosidades de la mandíbula superior y la presencia de plumones de talco distribuidos a través de todo el plumaje (Austin y Singer, 1977). En general los Psittaciformes se alimentan de semillas y frutas, aunque existen excepciones como el caso del Nestorinae (Nestor notabilis Gould) de Nueva Zelanda que se alimenta con desperdicios humanos e incluso con cadáveres de ovejas. Los sitios de anidamiento de estas aves frecuentemente son agujeros en árboles o en termiteros arbóreos o terrestres.

A pesar de que el orden ha sido recientemente revisado por Forshaw (1978), la clasificación del grupo sigue siendo discutida. Existen tres clasificaciones principales (Peters, 1937; Wolters, 1975; Forshaw, 1978) que difieren substancialmente en los arreglos a nivel de familia y subfamilia (Tabla

TABLA III. CLASIFICACIONES DE LOS PSITTACIFORMES

WOLTERS (1975)

Micropsittidae
 Micropsittinae
 Psittacellinae
 Loriculinae

Psittacidae
 Forpinae
 Aratinginae
 Brotogeryinae
 Amazoninae
 Triclarinae
 Pionitinae
 Psittacinae
 Coracopinae

Psittaculidae

Polytelidae

Loriidae
 Loriinae
 Psittaculirostrinae
 Lathaminae

Platycercidae
 Platycercinae
 Neopheminae

Melopsittacidae

Pezoporidae

Strigopidae

Cacatuidae
 Cacatuinae
 Nymphicinae

Nestoridae

PETERS (1937)

Psittacidae
 Strigopinae
 Nestorinae
 Loriinae
 Micropsittinae
 Kakatoeinae
 Psittacinae

FORSHAW (1978)

Loriidae

Cacatuidae
 Cacatuinae
 Nymphicinae

Psittacidae
 Nestorinae
 Micropsittinae
 Psittacinae
 Strigopinae

III). De acuerdo a Forshaw, los Psittaciformes incluyen 332 especies vivientes, distribuidas en tres áreas geográficas principales: Pacífica, Afroasiática y Sudamericana; con taxa endémicos en cada área (Fig. 1).

La Distribución Pacífica con centro en la Región Papua-Australiana también incluye a Nueva Zelanda, algunas Islas en el Pacífico y la punta Este del Sureste Asiático. Es la fauna más variada con 150 especies vivientes y tres extintas. Presenta un amplio rango de tamaños que van desde los pequeños *Micropsittinae* (9 - 13 cm) hasta el *Strigopinae* no volador (*Strigops* Gray) de Nueva Zelanda que mide 50 cm de longitud.

Los pericos* de la región Afroasiática (44 especies vivientes y dos extintas) se distribuyen en casi toda África (18 especies) y en el Sur de Asia hasta la Isla de Java (26 especies). Existe una pequeña área común de estas aves con las del grupo Pacífico.

La Distribución Sudamericana (136 especies vivientes y dos extintas) tiene su centro en Sudamérica pero incluye una porción de México, las Islas del Caribe y toda Centroamérica. A pesar de su uniformidad, en este grupo han ocurrido múltiples radiaciones y una alta tasa de especiación. La uniformidad de la fauna Sudamericana se puede ilustrar con el hecho de que casi el 70% de las especies existentes pertenecen a solo seis géneros, de los cuales *Ara* Lacépède

* El término perico será usado en este trabajo indistintamente con el término Psittaciformes.

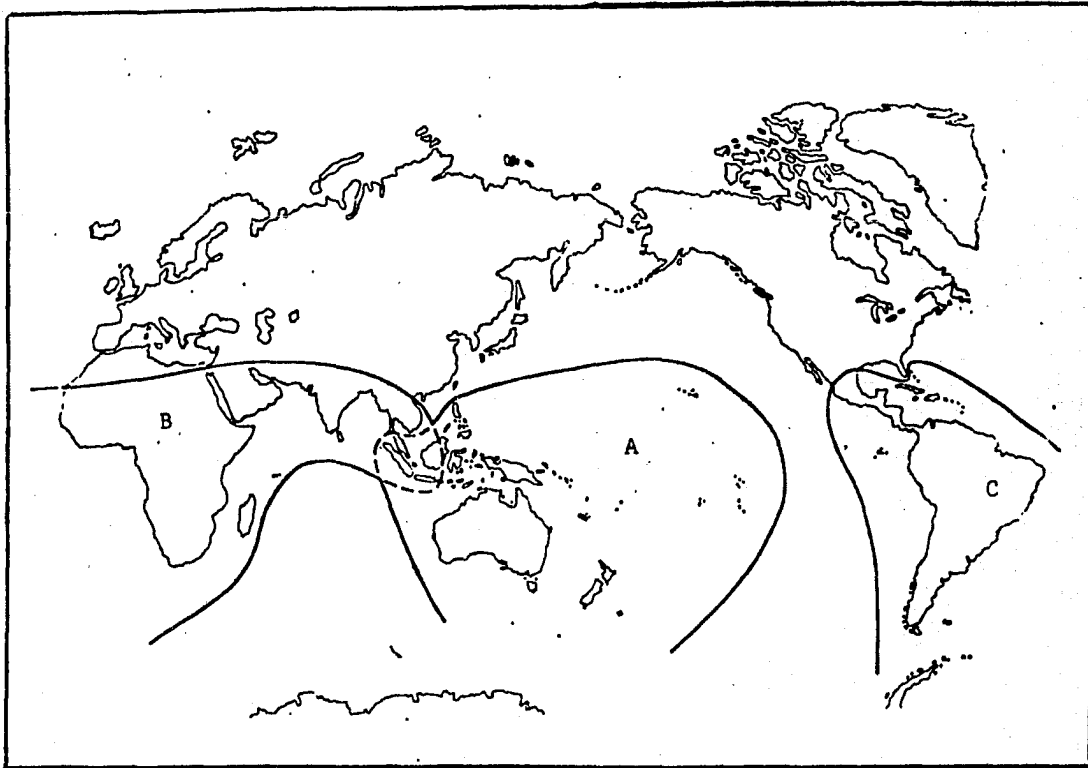


Fig. 1. Barreras geográficas de la Distribución Pacífica (A), Afro-Asiática (B) y Sudamericana (C) de los Psittaciformes, de acuerdo con Forshaw (1978).

y Aratinga Spix están cercanamente relacionados y aún los géneros monotípicos están pobremente diferenciados.

Las selvas húmedas tropicales son el habitat en el cual los pericos son particularmente abundantes. No obstante, los Psittacidae Sudamericanos están confinados a varios habitats que ampliamente se pueden dividir en: Habitats litorales incluyendo esteros, manglares, palmares y otros árboles a la orilla de la playa; áreas abiertas tanto en tierras bajas como en tierras altas que incluyen pastizales, tierras cultivadas, sabanas, matorrales áridos y semiáridos; áreas boscosas tanto en tierras altas como en tierras bajas comprenden a los bosques y a las selvas; y los habitats subalpinos que alcanzan el límite inferior del páramo donde las especies de Bolborhynchus Bonaparte son visitantes de verano (Ver Tabla IV).

Otro aspecto interesante de los pericos se refiere a su longevidad. Para algunas especies de tallas grandes (Caçatua Vieillot spp.) se tienen registros de sobrevivencia en cautividad de hasta 80 años. Existen pocos datos sobre su longevidad en estado silvestre, sin embargo, la escasa información a partir de aves marcadas en Australia sugiere que también en este estado tienen una vida larga. Se han llegado a registrar longevidades de hasta 11 años, período que representa un porcentaje desconocido de su potencial de vida.

La causa más importante de su muerte es sin duda el

TABLA IV. PSITTACIDAE DE DISTRIBUCION SUDAMERICANA. NUMERO DE ESPECIES EN LOS DIFERENTES PAISES Y HABITATS. (TOMADO DE FORSHAW, 1978).

PAIS	NUMERO DE ESPECIES	HABITATS LITORALES	TIERRAS BAJAS: AREAS ABIERTAS	TIERRAS BAJAS AREAS BOSCOSAS	TIERRAS ALTAS: AREAS ABIERTAS	TIERRAS ALTAS: AREAS BOSCOSAS	HABITATS SUBALPINOS
CUBA	2			2		2	
JAMAICA	4		2	2		3	
ESPAÑOLA	2		2	2	1	2	
PUERTO RICO	4		2	2		1	
TRINIDAD	8		1	7			
MEXICO	18	2	9	4	1	4	
GUATEMALA	12		7	7	1	1	
HONDURAS	13	2	6	7		1	
COSTA RICA	16	1	10	9		3	
PANAMA	20	2	9	15		3	
COLOMBIA	49		13	29	2	13	
VENEZUELA	48	1	12	29		12	
GUYANAS	29	2	9	23		2	
BRASIL	70	3	27	54		1	
ECUADOR	38		8	20	1	11	
PERU	41		11	22	4	9	1
BOLIVIA	38		15	21	5	8	1
PARAGUAY	17		12	11			
URUGUAY	6		4	3			
ARGENTINA	25		13	15	4	2	
CHILE	4		3	2	2	1	1

hombre y sus actividades: son cazados o envenenados por el daño que ocasionan a las cosechas, son intensamente capturados en trampas o directamente de los nidos para venderlos como mascotas; son atropellados por automóviles, son depredados por felinos ferales y otros depredadores introducidos y finalmente, han sido disminuidos por la destrucción de sus habitats naturales. Las causas naturales de muerte incluyen enfermedades, depredación por aves de presa y condiciones climáticas desfavorables como sequías (Forshaw, 1978).

B. Plumaje.

El entendimiento del plumaje del huésped fue esencial en la realización de este trabajo debido a que las plumas de contorno constituyen el habitat de los organismos estudiados. Las plumas de contorno componen el plumaje ordinariamente visible y son las que forman la silueta o contorno del ave. Incluyen a las plumas de vuelo de las alas (remeras: primarias y secundarias) y de la cola (rectrices) así como a las cobertoras del ala y de la cola y a las plumas de las diferentes partes del cuerpo. Estas plumas presentan una amplia variedad de formas, tamaños y texturas dependiendo de la región del ave en la que estén insertadas. Las Figs. 2 y 3 ilustran los diferentes tipos de plumas de contorno en Psittaciformes.

La estructura de una pluma de contorno típica consiste de un eje central al que se le pueden reconocer dos partes:

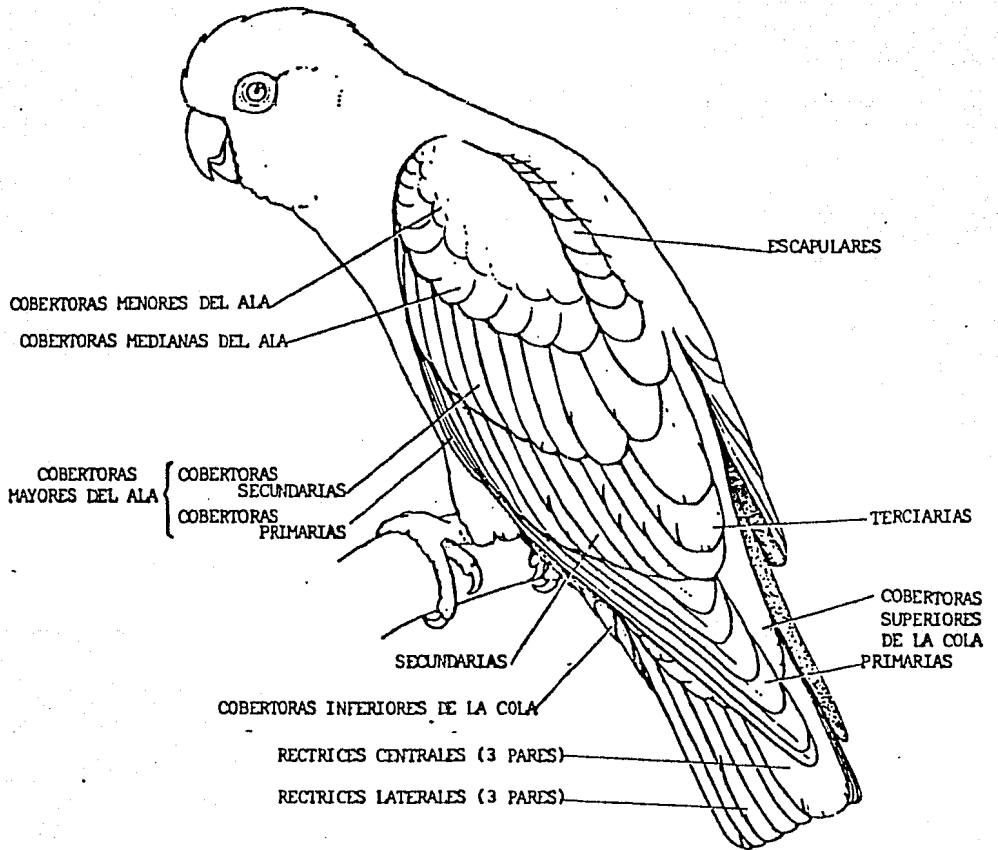
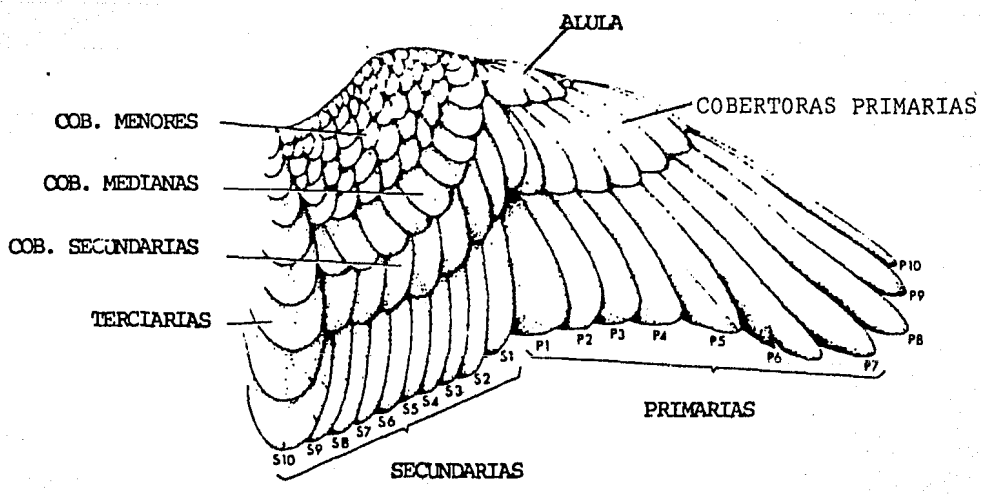


FIG. 2. PLUMAJE DE UN PERICO (MODIFICADA DE FORSHAW, 1978).

A



B

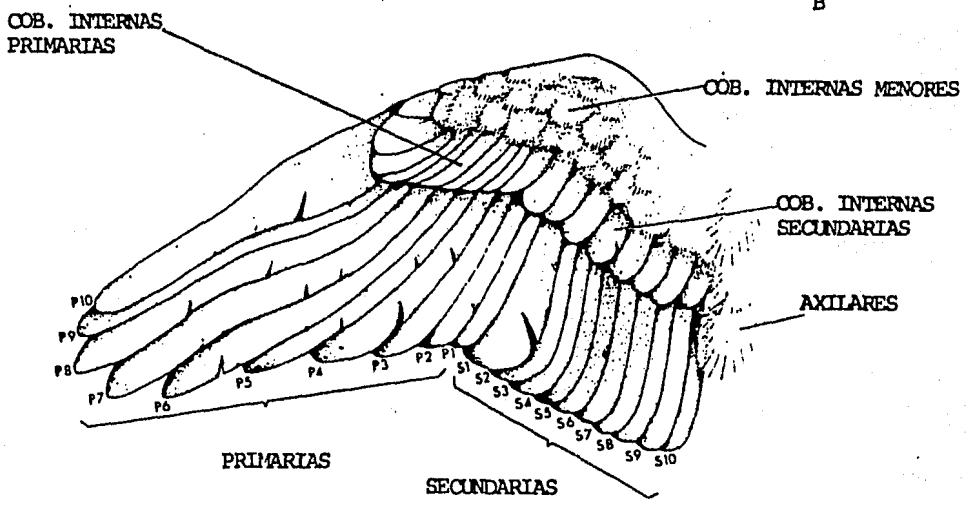


Fig. 3. Diferentes tipos de plumas de contorno en el ala de Psittaciformes. A: Superficie dorsal del ala. B: Superficie ventral. Tomado de Forshaw, 1978.

1) El cañón o cálamo que constituye la parte proximal del eje y que permanece casi enteramente insertado en el folículo de la piel a partir del cual la pluma completa se desarrolla. El cálamo se caracteriza por no presentar barbas y 2) La parte distal del eje que recibe el nombre de raquis es la continuación del cálamo y a diferencia de éste presenta barbas a sus lados (Fig. 4).

El cálamo es hueco, transparente, de forma cilíndrica con la base proximal en punta donde se localiza un orificio o muesca llamado ombligo inferior. En el lado ventral de la parte distal del cálamo existe otra pequeña abertura llamada ombligo superior. El interior del cálamo se encuentra dividido en compartimientos por medio de estructuras en forma de cúpulas formadas por cornificación de las capas de la epidermis que encerraban a la pulpa de la pluma. Estas cúpulas reciben el nombre de cubiertas internas de la pulpa y sus paredes se unen a los lados del cálamo. También se puede observar dentro del cálamo un filamento que corre a lo largo del centro de las cubiertas el cual constituye el residuo de una arteria axial cornificada (Fig. 5).

El raquis es sólido y en corte transversal tiene forma cuadrangular pudiéndose distinguir dos capas: 1) La corteza externa delgada y transparente y 2) La médula interna, firme y opaca. Externamente y sobre su lado ventral existen varias cubiertas externas de la pulpa, que se extienden a partir del ombligo superior y que en algunos casos se

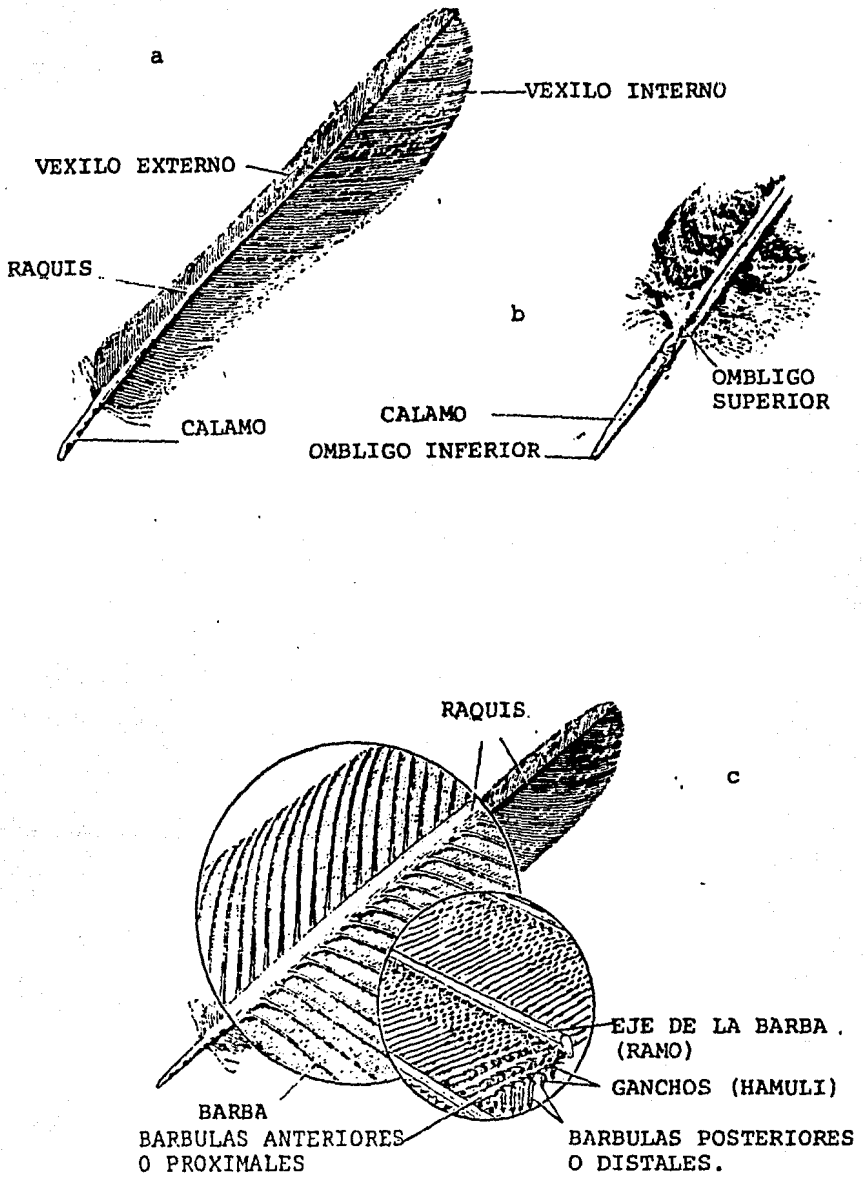


Fig. 4. Pluma de vuelo típica (vista ventral) con la nomenclatura de sus partes. (a) Vista general, (b) Detalle de la base de la pluma, (c) Detalle del vexillo. (Tomado de Van Tyne y Berger, 1976).

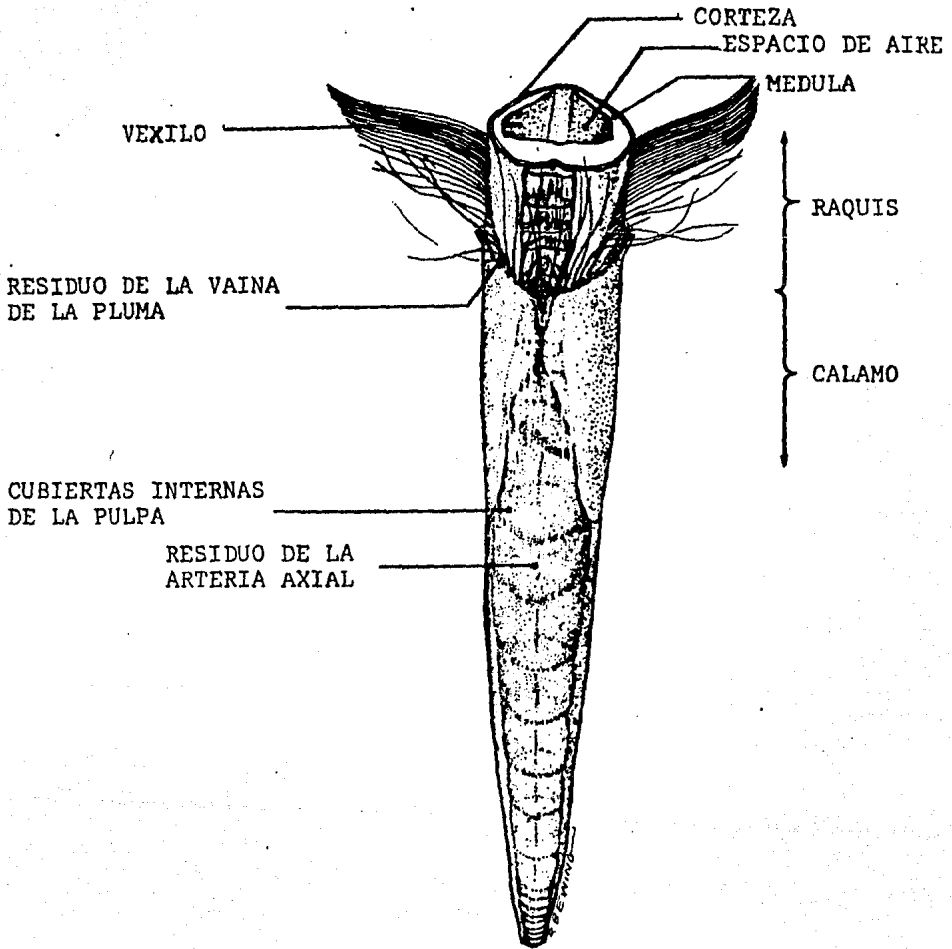


FIG. 5. Cálamo y extremo proximal del raquis de una pluma primaria. (Tomado de Pettingill, 1971).

continúan hasta la punta de la pluma. Sobre la superficie ventral del raquis, se presenta un surco longitudinal con un borde a cada lado (Fig. 6).

El raquis sostiene a cada lado una hilera de barbas. Estas barbas forman una membrana llamada vexilo, de modo que se pueden reconocer un vexilo externo y un vexilo interno. El vexilo externo es el que se sobrepone a la siguiente pluma más externa del ave y en las plumas de vuelo es más angosto que el interno (Fig. 4a). Esta desigual anchura del vexilo está bien marcada en las plumas de vuelo, sin embargo, las plumas del cuerpo por lo general tienen vexilos iguales (Fig. 7). Es notable el hecho de que las plumas cobertoras muestran una transición de estructura entre las plumas de vuelo y las plumas del cuerpo. De este modo, una cobertora mayor es más parecida a una pluma de vuelo que a una pluma del cuerpo, mientras que una cobertora menor es más similar a una pluma del cuerpo que a una de vuelo.

Las barbas están compuestas por un eje principal llamado ramo (Fig. 4c), el cual sostiene a cada lado un conjunto de ramas paralelas llamadas bárbulas. Las bárbulas anteriores o proximales tienen unas proyecciones en forma de ganchos llamados hamuli. A su vez las bárbulas posteriores o distales presentan una serie de acanaladuras o surcos donde se enganchan los hamuli, proporcionando al vexilo una gran rigidez. Al conjunto de dientecillos,

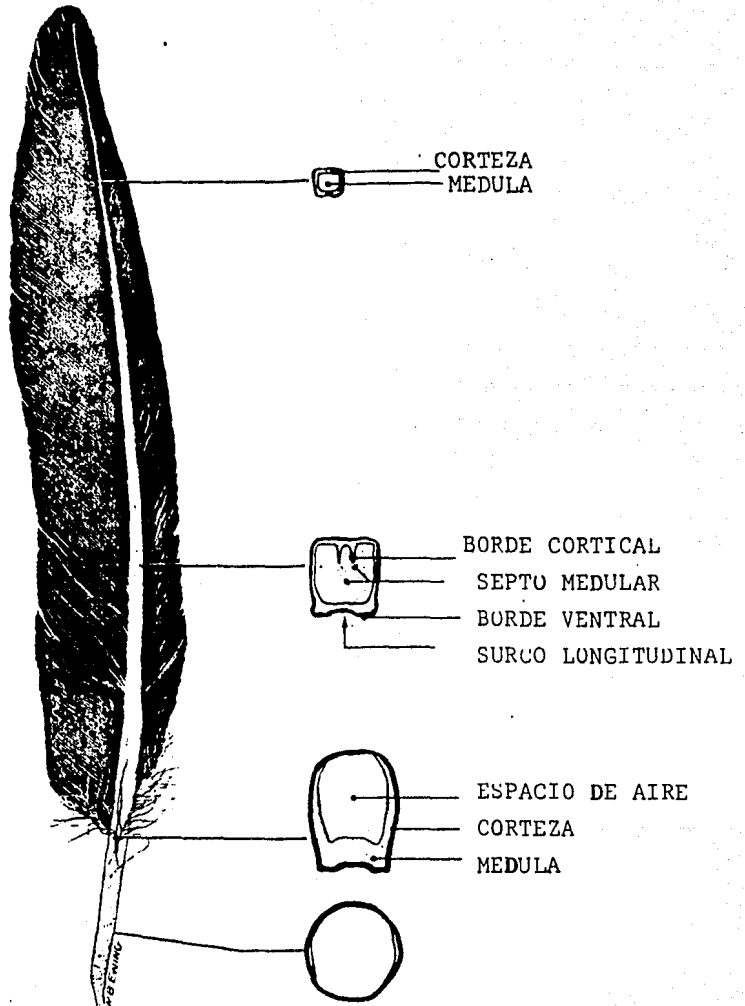


FIG. 6. Pluma primaria completa con secciones transversales de su eje central (cálamo y raquis). (Tomado de Pettingill, 1971).

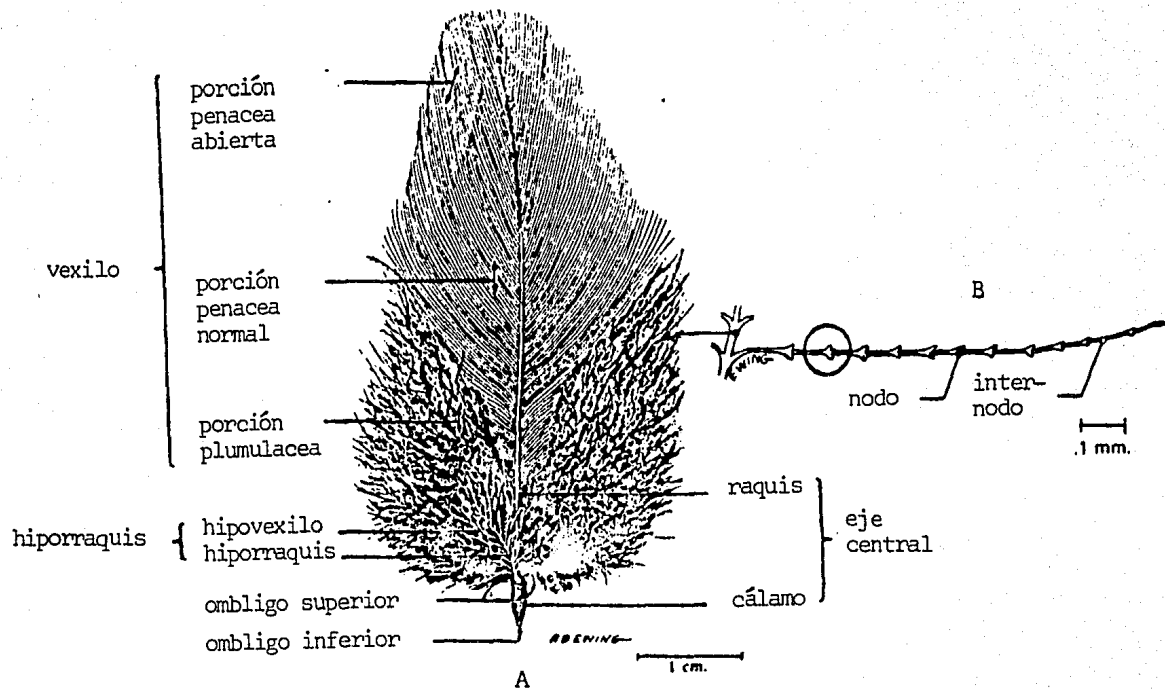


FIG. 7. Partes principales de una pluma típica del cuerpo. A, Pluma; B, Bárbula plumulacea. (Modificado de Lucas y Stettenheim, 1972).

espinas y otras proyecciones o excrecencias que presentan ambas bárbulas se les llama barbicelos.

La estructura de las bárbulas descrita anteriormente, corresponde a la de las barbas de la porción penacea de la pluma. Sin embargo, la parte proximal del vexilo es en mayor o menor grado plumulaceo. El área plumulacea de las plumas de vuelo está restringida a unas cuantas barbas en su base, en cambio en las plumas del cuerpo y cobertoras incluye una porción mayor.

Las barbas del área plumulacea presentan en primer lugar un eje o ramo más débil y flexible, con bárbulas estructuralmente diferentes. Las barbas plumulaceas tienen una serie de protuberancias a todo lo largo, llamados nodos (Fig. 7). Los nodos varían de forma y dicha forma es característica de los diferentes órdenes de aves.

Finalmente, en algunas plumas se puede distinguir una pluma interna adicional llamada hiporraquis. El hiporraquis que se origina en el ombligo superior y que posee solamente barbas plumulaceas se presenta en todas las plumas de contorno exceptuando a las remeras y rectrices (Fig. 7).

Revisiones sobre el plumaje de las aves pueden ser halladas en Feduccia, 1980; Lucas y Stettenheim, 1972; Pettingill, 1971; Van Tyne y Berger, 1976; Voitkevich, 1966.

El plumaje es reemplazado durante la vida de las aves por el proceso de muda. En relación a la muda de los

Psittaciformes, Forshaw (1978) ha hecho las siguientes generalizaciones: La muda es anual; la renovación de las plumas primarias (P) comienza del centro hacia los lados, a partir de la sexta pluma o central, continuándose en ambas direcciones siguiendo el patrón $6 \begin{array}{cccc} 7 & \rightarrow & 8 & \rightarrow & 9 & \rightarrow & 10 \\ \hline 5 & \rightarrow & 4 & \rightarrow & 3 & \rightarrow & 2 & \rightarrow & 1 \end{array}$. En la mayoría de los pericos la muda de las plumas primarias se lleva a cabo lentamente por lo que la renovación del ala entera puede tomar varios meses. La muda de las secundarias (S) se inicia con la S10 y termina en la S1. Al igual que la muda de las plumas del cuerpo, comienza después de la caída de la primera pluma primaria y termina antes de que la última primaria se haya caído.

C. Aratinga canicularis (Linneo).

Aratinga canicularis (Psittacidae: Psittacinae) es un perico de alrededor de 24 cm de longitud. El plumaje en general es de color verde con una distintiva banda frontal anaranjada que se extiende hacia abajo de los lores. Habita en selvas bajas caducifolias y matorrales espinosos en la parte Occidental de México y Centroamérica, desde Sinaloa hasta el Sur de Costa Rica (Fig. 8). Este pequeño y abundante perico, frecuentemente es nómada aunque no migratorio. Es altamente social formando bandadas de más de 100 individuos (Hardy, 1963).

Sobre el número de subespecies reconocidas, basicamen

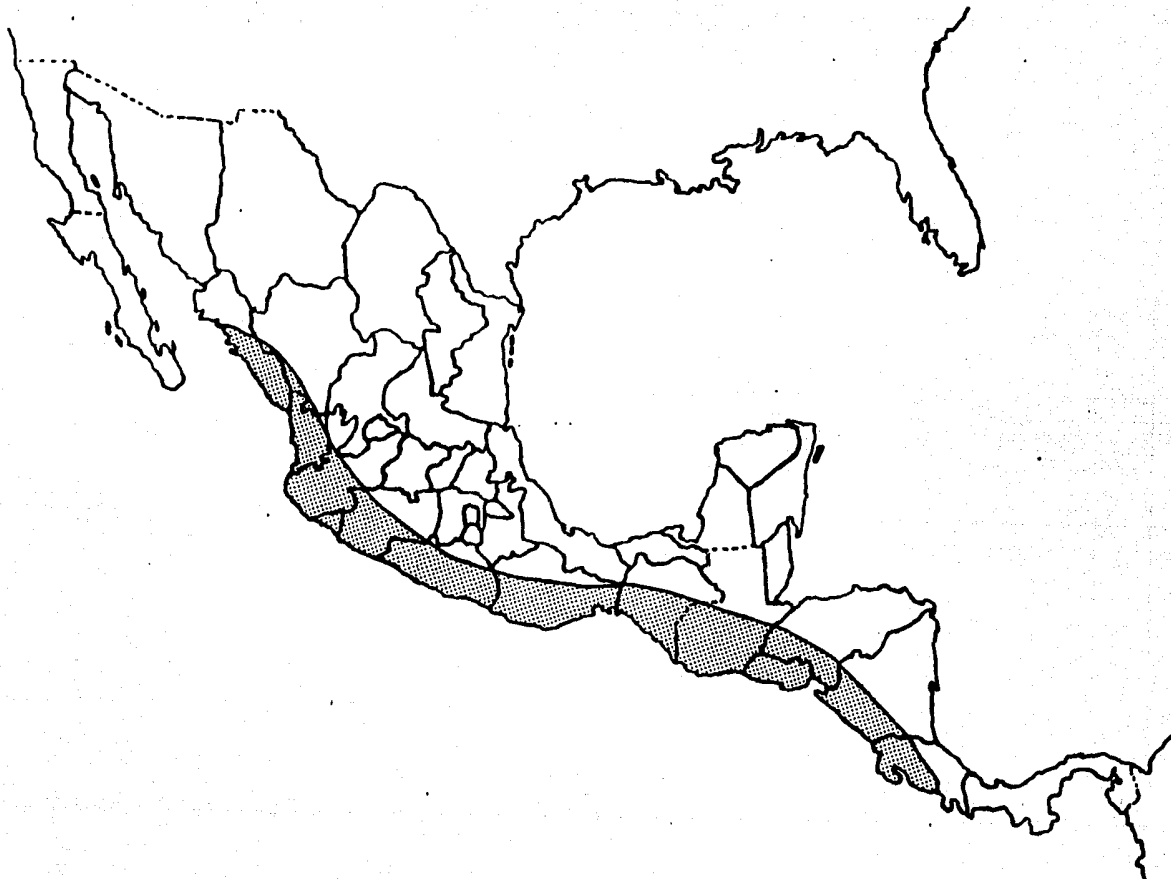


FIG. 8. Mapa de distribución de Aratinga canicularis (L.), de acuerdo a Forshaw (1978).

te existen dos opiniones. De acuerdo con Forshaw (1978) existen tres subespecies:

Aratinga c. canicularis (L.). Fundamentalmente centroamericana, se distribuye desde Chiapas hasta el Sur de Costa Rica a lo largo de la vertiente del Pacífico.

Aratinga c. eburnirostrum (Lesson). Restringida al Suroeste de México, desde el extremo Sureste de Michoacán hasta Guerrero y Oaxaca.

Aratinga c. clarae Moore. Confinada al Oeste de México, se distribuye desde el Sur de Sinaloa hasta el Sur de Colima, introduciéndose al Oeste de Durango y Centro de Michoacán.

Peters (1937) reconoce unicamente dos subespecies:

Aratinga c. eburnirostrum (Lesson). Se distribuye en el Occidente de México, en los Estados de Sinaloa, Durango, Nayarit, Jalisco, Colima y Guerrero.

Aratinga c. canicularis (L.). En la vertiente del Pacífico de Centroamérica, desde el Istmo de Tehuantepec hasta el Sur de Costa Rica.

Hardy (1963, 1965) señala que la distribución de esta especie coincide con la parte norte del rango de distribución del termito colonial Nasutitermes nigriceps. A. canicularis anida unicamente en agujeros excavados en los termiteros. Las parejas se apartan de la bandada cuando están involucradas en las tareas de reproducción y crianza. En cambio, se congregan durante la época no

reproductora pudiendo o no ser nómadas de acuerdo con la disponibilidad de alimento en el área. Sus actividades de limpieza mutua y comportamiento asociado son regulares a través de todo el año y están dirigidas a la región de la cabeza, alas y cola (Fig. 9).

Los ejemplares estudiados pertenecen de acuerdo a Forshaw (1978), a la subespecie A. c. clarae y fueron colectados en su mayoría en Piaxtla, Sinaloa situada en el límite norte de distribución de la especie. Hardy (1963) ha estudiado los hábitos de anidamiento en poblaciones de esta subespecie en la misma región. De acuerdo con dicho autor, el inicio de la formación de las parejas ocurre a finales del verano. La conducta de cortejo acompaña las fases tempranas de anidamiento pero después decrece marcadamente. Las parejas comienzan a anidar a principios de febrero mientras que la estación de crianza ocurre en marzo.

La excavación de una cavidad en un termitero que permita construir el nido, es llevada a cabo por ambos miembros de la pareja y requiere aproximadamente de una semana. La semana siguiente a la excavación, la pareja no visita el termitero, lo que permite a los termites evacuar la cavidad y sellar su pared interna. Una vez preparada la cavidad, la pareja vive en ella.

El tamaño de la nidada en cautividad varía de 3 - 5 huevos, aunque en estado silvestre solo se han registrado



FIG. 9. Aratinga canicularis (L.). a, Tres pericos ocupados en actividades de limpieza. b, Conducta de acariciamiento cuyo efecto apacigua a las aves. (Tomado de Hardy, 1963).

nidadas de 1 - 3 huevos. Los huevos son puestos un día tras otro y solo la hembra los incuba. El macho en condiciones silvestres entra al nido solo para descansar y acompañar a su pareja cuando deja el nido para alimentarse. El período de incubación comienza con la puesta del primer huevo y dura aproximadamente 30 días. Los polluelos al eclosionar son plumosos, altriciales y anisodáctilos y pesan aproximadamente dos gramos. El primer plumaje comienza a emerger a finales de la primera semana y están completamente cubiertos de plumas a mediados de la tercera semana cuando adquieren el carácter zigodáctilo. A partir de la eclosión los padres salen y regresan al nido juntos para alimentar a los polluelos.

El tiempo en que el polluelo permanece en el nido no fue determinado en condiciones naturales, sin embargo, se sabe que en cautividad es de alrededor de seis semanas. Si lo anterior es aplicable a la situación en estado silvestre, esto quiere decir que los juveniles dejan el nido durante los meses de mayo y junio. Cuando las parejas y su prole dejan el nido, se vuelven gregarios durante el período de su fase no reproductora, pero solo con miembros de su propia especie.

III. ACAROS DEL PLUMAJE DE PSITTACIFORMES

Los Psittaciformes hospedan una acarofauna diversa con taxa de los órdenes Mesostigmata, Metastigmata, Prostigmata y Astigmata. Estos ácaros pueden estar asociados al plumaje y a la piel, aunque también pueden ser subcutáneos o habitar en los pasajes respiratorios de sus huéspedes.

Las plumas de los pericos han sido invadidas a través del tiempo por varios grupos de ácaros. Los más abundantes y diversos son los Astigmata llamados ácaros plumícolas, que constituyen el objeto central de esta investigación y que serán discutidos más adelante. Sin embargo, existen otros taxa que se encuentran principalmente asociados al cañón de las plumas como algunos Prostigmata de la superfamilia Cheyletoidea y Astigmata de la familia Laminosioptidae. Los Cheyletoidea están representados por especies de Cheyletidae y de Syringophilidae. Los primeros son depredadores de otras especies que habitan en el cañón (Atyeo, Kethley y Pérez, 1984; Fain, 1972) o en la superficie externa de las plumas (Fain, 1981a). Los Syringophilidae, encontrados por vez primera en Psittaciformes en este trabajo, se alimentan de los fluidos de sus huéspedes insertando sus quelíceros a través de la pared del cañón del folículo de la pluma (Kethley, 1970). Los Laminosioptidae, subfamilia Fainocoptinae, fueron recientemente encontrados en la pared del cañón de pericos australianos, su biología es desconocida (Lukos-

chus y Lombert, 1979; Fain, 1981b).

Los ácaros plumícolas de Psittaciformes han sido estudiados escasa y aisladamente por diversos autores, entre los que sobresalen Favette y Trouessart (1904) y Gaud (1980). El trabajo de Favette y Trouessart consiste básicamente en una monografía del género Protolichus Trouessart, el cual está definido en un sentido muy amplio (sensu lato), por lo que muchas de las especies han sido asignadas subsecuentemente a nuevos géneros (vgr.: Gaud, 1980; Atyeo y Pérez, 1982). El trabajo de Gaud trata de los ácaros plumícolas de Psittaciformes de Africa, en donde existen solamente 18 especies de este orden de aves.

Actualmente hay 92 especies descritas de ácaros plumícolas de Psittaciformes. Sin embargo, en las colecciones de Gaud, Atyeo y Pérez a partir de la revisión de pieles de museo de Psittaciformes de todo el mundo, es claro que existen muchas especies nuevas, aunque su número total no puede ser anticipado debido a que a la fecha la mayoría de los especímenes únicamente han sido determinados en forma definitiva a nivel de género.

Con respecto a la clasificación a nivel genérico, esta se encuentra razonablemente establecida. Se reconocen 23 géneros todos ellos restringidos a Psittaciformes, cuya distribución geográfica es paralela en la mayoría de los casos, a las divisiones geográficas de los huéspedes propuesta por Forshaw (1978) (Fig. 1). Como se muestra en la Tabla V, los

TABLA V. DISTRIBUCION Y NUMEROS DE ACAROS PLUMICOLAS DESCRITOS DE PSITTACIFORMES

	SUDAME- RICANA	AFRO- ASIATICA	PACIFICA
PTEROLICHOIDEA			
FALCULIFERIDAE			
Género nuevo 1	-	0*	2
PTEROLICHIDAE			
<u>Aralichus</u> Gaud	9	-	-
<u>Aterolichus</u> Gaud	-	2	-
<u>Atopolichus</u> Gaud	-	2	-
<u>Avenzoariurus</u> Atyeo	0*	-	-
<u>Ctenodiscopus</u> Gaud	-	3	-
<u>Distignesikya</u> Atyeo, Gaud & Pérez	5	-	-
Género nuevo 2	1	-	-
<u>Mesolichus</u> Trouessart	6	1	3
<u>Protolichus</u> Trouessart	0*	1	11
<u>Rhytidelasma</u> Gaud	2	5	9
Género nuevo 3	-	-	1
<u>Uropsittacolichus</u> Atyeo & Pérez	-	-	2
SYRINGOBIIDAE (en el cálamo)			
<u>Ascogastra</u> Gaud & Atyeo	-	-	1
<u>Cystoidosoma</u> Gaud & Atyeo	1	-	-
<u>Petersonascus</u> Gaud & Atyeo	-	1	-
ANALGOIDEA			
DERMATIONIDAE			
<u>Psittophagoides</u> Fain	1	1	-
PSOROPTOLIDIDAE			
<u>Chiasmalgas</u> Gaud & Atyeo	1	-	-
<u>Eurydisalgas</u> Faccini, Gaud & Atyeo	4	-	-
PYROGLYPHIDAE (en el cálamo)			
<u>Paralgopsis</u> Gaud & Mouchet	3	-	-
XOLALGIDAE			
<u>Dubininia</u> Gaud & Atyeo	-	1	3
<u>Fainalgas</u> Gaud & Berla	3	-	-
<u>Protonyssus</u> Trouessart	3	-	-

(*) Especies no descritas, pero registradas de dichas áreas en nuestras colecciones.

géneros son endémicos en una de las tres áreas. El caso de géneros que ocurren en varias áreas (vgr.: Protolichus Trt., Mesolichus Trt.) es claramente excepcional y puede deberse más a deficiencias en la definición de estos géneros que a una distribución real (Faccini, com. pers.).

La familia Pterolichidae (Pterolichinae) es la que presenta un mayor número de géneros asociados a Psittaciformes. De acuerdo con Gaud (1980) son estos ácaros los que confieren originalidad a la acarofauna de estas aves. Dichos taxa (Rhytidelasma Gaud) están siendo colocados en una tribu separada: Protolichini (Gaud, com. pers.). Este variado grupo ha radiado muy rápido, especialmente en Sudamérica, donde parece haber muchas especies cercanamente relacionadas dentro de la mayoría de los géneros mayores.

Comparando la fauna de las tres regiones, Gaud afirma que la acarofauna de pericos del Africa es abundante en número de individuos pero poco variada en especies. En estas aves, es raro encontrar más de una especie de cada género de ácaro sobre una sola especie de huésped. La acarofauna de Africa es mucho menos variada que las otras. Sin embargo, en esta área debe haber ocurrido una larga asociación entre los ácaros y los pericos puesto que las formas más especializadas (Aterolichus Gaud, Atopolichus, Gaud) ocurren en aves africanas.

Las asociaciones entre los ácaros y pericos de la región Pacífica son las más pobremente conocidas. Sin embargo,

se sabe que en el conocido "periquillo australiano": Melopsittacus undulatus (Shaw), hay solamente dos especies, Protolichus lunulatus Trt. y Dubininia Gaud y Atyeo, sp. nov. Los ácaros de estas aves han acompañado a su huésped a todas partes del mundo. El caso de Pterolichus ornatus Trt. (actualmente asignado a un género nuevo de la familia Falculiferidae) ha sido registrado en muchos huéspedes pero se cree que representa un complejo de especies (Aty eo, com. pers.).

Una primera visión de la complejidad en las asociaciones Psittaciformes-ácaros plumícolas fue obtenida de nuestros estudios sobre segregación de microhabitats en pericos del nuevo mundo (Cap. VI; Pérez y Atyeo, 1984). A partir de lo que se ha encontrado en especímenes de museo y de campo, parece posible que los ácaros hayan sufrido una rápida radiación paralela a la de sus huéspedes. Es probable que los pericos sudamericanos tengan cargas parasitarias mayores que sus contrapartes de las otras áreas geográficas. Adicionalmente, es aparente que el número de microhabitats útiles es finito puesto que si un nuevo taxón es descubierto, parece estar reemplazando a un taxón encontrado en especies relacionadas con la misma área de distribución, vgr.: los huéspedes de Distigmesikya carecen de Protolichus. Distigmesikya de acuerdo con Atyeo (com. pers.) probablemente ha evolucionado de Protolichus.

Aunque se tienen colectas de ácaros plumícolas de todos los órdenes de aves, hasta la fecha no se ha realizado un

estudio integrativo de la acarofauna en un gran grupo de aves que tenga amplia distribución mundial. Los ácaros plumícolas de Psittaciformes proveen un excelente modelo para el estudio de la sistemática, zoogeografía y coevolución de parásitos y huéspedes. Esta afirmación se basa en los argumentos que se resumen a continuación:

- 1) La acarofauna de los Psittaciformes es abundante y diversa, además de presentarse comunmente en forma de infestaciones múltiples.
- 2) Las 332 especies de Psittaciformes están distribuidas en tres áreas geográficas principales existiendo un gran número de taxa de ácaros y de aves endémicos en estas áreas.
- 3) Las tres clasificaciones principales de Psittaciformes difieren substancialmente en los arreglos a nivel de familia y subfamilia. La sistemática de los ácaros puede proveer información sobre algunas de las dudas existentes en la sistemática ornitológica.
- 4) Estudios detallados sobre pericos colectados en el campo han aportado y seguramente seguirán aportando nueva información que permita generalizar algunos fenómenos acerca de las interacciones huésped-parásito.

IV. MATERIALES Y METODOS

A. Antecedentes de la metodología.

Los ácaros plumícolas pueden ser obtenidos de pieles de museo y de aves colectadas en el campo. El primer método ha sido fundamental en la consecución de un conocimiento general de la acarofauna asociada con las aves del mundo. El segundo método, si es apropiadamente ejecutado puede clarificar las interacciones entre los ácaros y los huéspedes.

Es posible obtener ácaros plumícolas a partir de pieles de museo debido a que estos ácaros permanecen relativamente intactos a pesar del manejo asociado a la preparación de las pieles (Atyeo y Braasch, 1966). Estos ácaros no abandonan al ave después de muerta, permanecen en el plumaje y mueren por deshidratación in situ. A menos de que las pieles sean desengrasadas, un gran porcentaje de estos simbioses estará disponible para colecta muchos años después. Cabe mencionar que las pieles más antiguas de las cuales hemos obtenido ácaros plumícolas datan de 1847 y fueron colectadas por personajes tales como A. R. Wallace y T. Roosevelt.

Para coleccionar ácaros plumícolas de pieles preparadas, las plumas de vuelo y las de la cola son agitadas energicamente sobre un papel lustre blanco. Los ácaros desprendidos son almacenados en tubos con alcohol etílico al 70% para su posterior preparación (Ver Letechipía, 1983 para detalles). Las ventajas de la colecta en pieles de museos son obvias, muchas especies de aves de diferentes regiones

del mundo pueden ser muestreadas en un corto período de tiempo. Esto es particularmente cierto en museos que disponen de grandes colecciones de aves de todo el mundo. El material obtenido es adecuadamente almacenado para su traslado al laboratorio donde se lleva a cabo su preparación y revisión. De este modo el tiempo de colecta se reduce al mínimo.

Por ejemplo, para el estudio a nivel mundial de ácaros plumícolas de Psittaciformes (Tabla V), a la fecha se han obtenido 1,250 muestras de 4,000 pieles examinadas. Se dispone de representantes de todos los géneros y por lo menos de una subespecie de 238 de las 332 especies de Psittaciformes. Incluso se dispone de muestras de una de las siete especies extintas. La fauna de la región Neotropical es la mejor representada en nuestras colecciones. La Tabla VI desglosa las colectas que hemos realizado de cada uno de los géneros de Psittaciformes que ocurren en dicha región. Las aves examinadas, en su mayoría forman parte de las colecciones ornitológicas de los siguientes museos: American Museum of Natural History (Nueva York); Field Museum of Natural History (Chicago), National Museum of Natural History/Smithsonian Institution (Washington, D. C.) todos ellos en los Estados Unidos, así como del British Museum of Natural History en Tring, Inglaterra.

Cuando se trabaja con pieles de museo, siempre existe la posibilidad de que el material obtenido de una piel se

TABLA VI. COLECTAS DE ACAROS PLUMICOLAS (AP) A PARTIR DE LA REVISION DE PIELES DE MUSEO DE PSITTACIDAE DEL NUEVO MUNDO.

PSITTACIDAE	No.de especies con colectas de AP	No.de especies totales	No.de colectas totales	No.de pieles examinadas
<u>Anodorhynchus</u> Spix	1	2	4	11
<u>Ara</u> Lacépède	12	15	114	172
<u>Aratinga</u> Spix	19	19	287	529
<u>Nandayus</u> Bonaparte	1	1	8	17
<u>Leptosittace</u> Berlepsch & Stolzmann	1	1	8	9
<u>Conuroopsis</u> Salvador	1	1	11	17
<u>Rhynchopsitta</u> Bonaparte	1	1	8	67
<u>Cyanoliseus</u> Bonaparte	1	2	5	11
<u>Ognorhynchus</u> Bonaparte	1	1	5	17
<u>Pyrrhura</u> Bonaparte	16	19	67	148
<u>Microsittace</u> Bonaparte	1	1	20	38
<u>Enicognathus</u> Gray	1	1	6	12
<u>Myiopsitta</u> Bonaparte	1	1	11	44
<u>Bolborhynchus</u> Bonaparte	3	3	39	118
<u>Forpus</u> Boie	5	6	26	87
<u>Brotogeris</u> Vigors	5	7	25	51
<u>Nannopsittaca</u> Ridgway	1	1	5	11
<u>Touit</u> Gray	5	8	15	55
<u>Pionites</u> Heine	2	2	14	18
<u>Pionopsitta</u> Bonaparte	4	5	25	72
<u>Haplopsittaca</u> Ridgway	3	3	12	19
<u>Gypopsitta</u> Bonaparte	1	1	2	8
<u>Graydidascalus</u> Bonaparte	1	1	7	20
<u>Pionus</u> Wagler	8	8	33	92
<u>Amazona</u> Lesson	16	27	90	434
<u>Triclaria</u> Wagler	1	1	4	5
TOTALES	114	138	850	2,082

deba a contaminación proveniente de otra. El criterio principal para distinguir entre asociaciones reales y contaminaciones es la reproducibilidad. Si una determinada especie de ácaro no es constantemente colectada en pieles de una especie de ave, se procede a repetir la colecta usando pieles de otros museos hasta confirmar o descartar la asociación. Sin embargo, cabe hacer notar que la contaminación es un fenómeno común en la naturaleza, por lo tanto, el hecho de coleccionar una especie de ácaro de un huésped en el campo no nos asegura una asociación válida (Dubinin, 1950b).

La mayor desventaja de las colectas en museos es debida al cuidado que se requiere tener con las pieles que forman las colecciones ornitológicas. Puesto que solo se permite agitar las plumas del ala y de la cola, una gran parte de la acarofauna del ave nunca es obtenida o es obtenida escasa y esporádicamente. Otra desventaja radica en que el método de colecta no permite conocer el sitio donde ocurren los ácaros sobre el ave.

Por lo descrito anteriormente, para obtener muestras de la acarofauna total de un ave es necesario disponer de especímenes colectados en el campo que puedan ser destruidos durante su revisión. En el pasado, el principal énfasis cuando se colectaba en el campo era remover todos los parásitos de la piel. El método usual consistía en examinar los oídos, el ano y las plumas mayores bajo el microscopio de disección. Una vez recuperados estos parásitos se procedía a lavar el

ave en un detergente ligero para posteriormente recuperar los parásitos por decantación (Ver Watson y Amerson, 1967; Hilton, 1970; para detalles). Este método de colecta masi va aunque puede proveer el número total de individuos y de especies, destruye la información acerca de la microdistribución de los parásitos sobre el ave.

En tres años de trabajo de campo para nuestro estudio de microdistribución de ácaros plumícolas, el examen de las aves y el registro de los datos se ha vuelto más y más refinado. Sin embargo, vale la pena mencionar, que en un principio se tuvieron serios problemas que iban desde la mera obtención de las aves, hasta la elección de un método de revisión y registro del material.

Por ejemplo, el primer intento de obtener pericos colectados en el campo se llevó a cabo en el Estado de Chiapas, durante 1980. A pesar de contar con la ayuda del Prof. M. Alvarez del Toro y colectores profesionales del Instituto de Historia Natural, ni siquiera fue posible visualizar las bandadas de pericos. Los ejemplares de Aratinga holochlora (Sclater) que se consiguieron de esa región, fueron colectados más tarde para nosotros por personal del mismo Instituto.

En el mes de abril de 1981 se realizó una colecta con C. Letechipía en los alrededores de Cárdenas, Tabasco, contando con la ayuda de campo del Biol. S. Arriaga. Se lograron obtener cuatro ejemplares de Aratinga nana astec (Souancé) durante tres días de colecta. Los ejemplares fueron

abatidos por el Biól. S. Arriaga usando una escopeta calibre 0.12 con municiones del número 7 1/2. La revisión inicial del material se llevó a cabo allí mismo, pero aunque se tenía familiaridad con la acarofauna de A. nana astec en preparaciones vistas bajo microscopio de contraste de fase, se tuvo dificultad para correlacionar muchas de las formas con la de los ejemplares vivos vistos bajo el microscopio de disección.

Durante la revisión de las aves en el campo, se segregaron ácaros de las diferentes regiones topográficas del ave. Posteriormente, se encontró que las regiones seleccionadas a priori eran demasiado amplias para ser significativas en los estudios de distribución de microhabitats. Adicionalmente, la acarofauna obtenida de cada ave fue más abundante en número de individuos y de especies de lo que pudiera haber sido anticipado a partir de experiencias previas en pieles de museo.

A pesar de las deficiencias que se tuvieron en la revisión de las aves, la experiencia de esta colecta demostró la factibilidad del estudio. En junio de 1981, se llevó a cabo una nueva colecta en los alrededores de Cárdenas, Tab., en la que participaron los Dres. W. T. Atyeo y P. C. Peterson además de la autora, coordinados en el campo por S. Arriaga. Se colectaron 10 ejemplares de A. nana astec y un ejemplar de Amazona albifrons (Sparrman). Basados en la experiencia anterior, para la revisión de los ejemplares obtenidos esta

vez se dividió al ave en regiones topográficas más pequeñas. Los ácaros y las plumas de cada región fueron segregados en tubos de vidrio para su análisis en el laboratorio. En estas condiciones se encontró que los sitios definidos a priori eran en realidad una combinación de micrositios: había demasiadas distribuciones sobrepuestas sin delimitaciones claras. A pesar de lo anterior, el problema más importante que se detectó durante esta última colecta fue la poca disponibilidad de tiempo para la revisión de las aves recién colectadas. Típicamente, la salida al campo era a las 5:00 a. m. y el regreso al oscurecer. Este problema se resolvió cuando accidentalmente se entró en contacto con colectores profesionales de pericos ("los periqueros") en el Estado de Nayarit. A partir de entonces los viajes de campo se hicieron al Occidente de México (Jalisco, Nayarit y Sinaloa) en colaboración con los periqueros. La primera colecta se llevó a cabo en diciembre de 1981 con la participación de los Dres. W. T. Atyeo y W. W. Moss. Se obtuvieron dos especímenes de Aratinga canicularis (L.), dos de Amazona finshi (Sclater) y tres de Forpus cyanopygius (Souancé). Al disminuir considerablemente el tiempo de colecta, se pudo disponer de muchas horas diarias en la Escuela de Medicina de la Universidad de Nayarit para la revisión de los especímenes. Se examinaron individualmente de 300 - 400 plumas de cada espécimen, anotando las posiciones de los ácaros en cada pluma. Como siempre, las muestras separadas en tubos eran

posteriormente analizadas en el laboratorio.

Como resultado de las distintas colectas especialmente la última, fue clara la gran diversidad de la acarofauna en pericos. Además, aunque preliminarmente, fue también clara una sorprendente segregación de microhabitats.

Al descubrir la verdadera complejidad del problema que implicaba el estudio de la microdistribución de los ácaros plumícolas en Psittaciformes, se concluyó que era necesario:

- 1) Restringir el estudio a una sola especie de ave. Se decidió concentrar el estudio sobre A. canicularis puesto que junto con A. nana astec era la especie de la que más información se había recabado; además de que con la ayuda de los periqueros el problema de la colecta de A. canicularis estaba resuelto.
- 2) Revisar solamente un pequeño número de ejemplares que pudieran ser trabajados adecuada e inmediatamente después de su colecta. De este modo, la unidad de muestreo sería la pluma puesto que se examinarían de 300 - 400 plumas de cada ave. (Las colectas previas indicaban que cada perico individual tenía todas las especies de ácaros plumícolas que ocurren por fuera del cañón).
- 3) Obtener una definición precisa de los sitios ocupados por los ácaros, la cual debía ser definida por los propios organismos, es decir a posteriori al conocimiento de sus microdistribuciones. Fue por lo tanto necesario desarrollar

un sistema muy refinado de registro de datos que permitiera anotar las infestaciones en plumas individuales, además de relacionar diferentes áreas o estructuras de una misma pluma con microhabitats diferentes para los ácaros. También fue necesario desarrollar un sistema de segregación, almacenamiento y catalogación de las muestras.

La metodología desarrollada y seguida para el trabajo de campo durante los años de 1982 y 1983 se describe en la siguiente sección B de este capítulo. Sin embargo, cabe mencionar que al finalizar los estudios de segregación de microhabitats y del fenómeno de tanatocresis en A. canicularis, el conocimiento adquirido permitió hacer comparaciones así como reinterpretar los datos que se tenían de las otras especies.

B. Metodología desarrollada.

Para el desarrollo de este trabajo se examinaron 16 ejemplares adultos de Aratinga canicularis clarae Moore. Doce de ellos fueron colectados en Piaxtla, Sinaloa, los días 19 de junio de 1982 y 22 de junio de 1983. Cuatro ejemplares fueron colectados el 18 de junio de 1983 en las cercanías de Puerto Vallarta, Jalisco. Como ya se mencionó, las colectas se realizaron con la colaboración de los periqueiros de la región.

Tipicamente, las colectas se iniciaban a las 4:30 a. m. con la colocación de cuatro redes ornitológicas de 10 m de

alto por 50 m de ancho. Las redes eran colocadas a una distancia de 500 m entre si en un cultivo de cártamo Carthamus tinctorius (Compositae), donde grandes bandadas de A. c. clarae conocidas en la región como "atoleras" llegan para alimentarse. Todos los pericos obtenidos fueron atrapados antes de las 8:00 a. m.

Los ejemplares capturados en junio forman parte de las grandes bandadas que se congregan en la época no-reproductora. La vegetación natural de la zona de colecta es una selva baja caducifolia con matorrales espinosos en las áreas más expuestas donde abunda una leguminosa del género Acacia. No obstante, la experiencia de los periqueros les permite saber que al amanecer las bandadas visitan los cultivos de cártamo de la región. De este modo, en una sola red pueden atrapar una bandada completa. Inmediatamente después que los pericos eran atrapados, se procedía a escoger un grupo de ejemplares adultos. Los adultos se distinguen fácilmente porque tienen la mandíbula inferior marcadamente ennegrecida en contraste con el color blanco de los juveniles. Todos los ejemplares examinados presentaban la sexta pluma primaria en desarrollo, lo que indica que se encontraban en el inicio de la muda (Forshaw, 1978; ver Cap. II). Los ejemplares fueron sacrificados por asfixia (oprimiéndoles los pectorales), colocados por separado en bolsas de plástico con sus datos correspondientes y transportados hasta un lugar cercano donde se efectuaba la revisión de campo.

La revisión de campo consistía en lo siguiente: Inicialmente se sacaba el ave de su bolsa de plástico para pro-

ceder a coleccionar (con un pincel) los malófagos que se desprenden del huésped hacia la bolsa. Los demás piojos que se iban encontrando durante la revisión del ave, eran separados de acuerdo a su procedencia en tres grupos (ala, cola y cuerpo) y almacenados al igual que los coleccionados de la bolsa en tubos con alcohol al 70%. La revisión de las plumas del ave se llevaba a cabo en un microscopio de disección con una lámpara de luz fría de alta intensidad. Se revisaban todas las plumas de la cola y de las alas (exceptuando las cobertoras menores para las que solo se revisaron muestras) así como muestras de plumas de siete regiones del cuerpo (Figs. 2 y 3). En total se examinaron 300 - 400 plumas de 23 tipos o regiones de cada ave. Para su revisión, las plumas se iban desprendiendo una por una, a medida que se examinaban. Se recomienda desprender primero las plumas cobertoras para usar a las remeras y rectrices como puntos de referencia en el ave.

Cada pluma era cuidadosamente observada en el microscopio estereoscópico para identificar los ácaros que se localizaban a lo largo de ella y en su interior. El registro de las infestaciones se llevaba a cabo en hojas especialmente diseñadas que ilustran pluma por pluma todas las primarias, secundarias, cobertoras primarias, cobertoras secundarias, alula, cobertoras internas primarias, cobertoras internas secundarias, plumas centrales y laterales de la cola, cobertoras inferiores y superiores de la cola, muestras de plumas terciarias, axilares, cobertoras medianas, cobertoras menores de ala (internas y externas) y de siete regiones del cuerpo (Fig. 10 - 14). Estas hojas permitían un registro rápido y preciso de las infestaciones en plumas individuales.

Normalmente una persona desprendía las plumas del ave y observaba la superficie externa e interna de la pluma mientras que una segunda persona registraba la información y

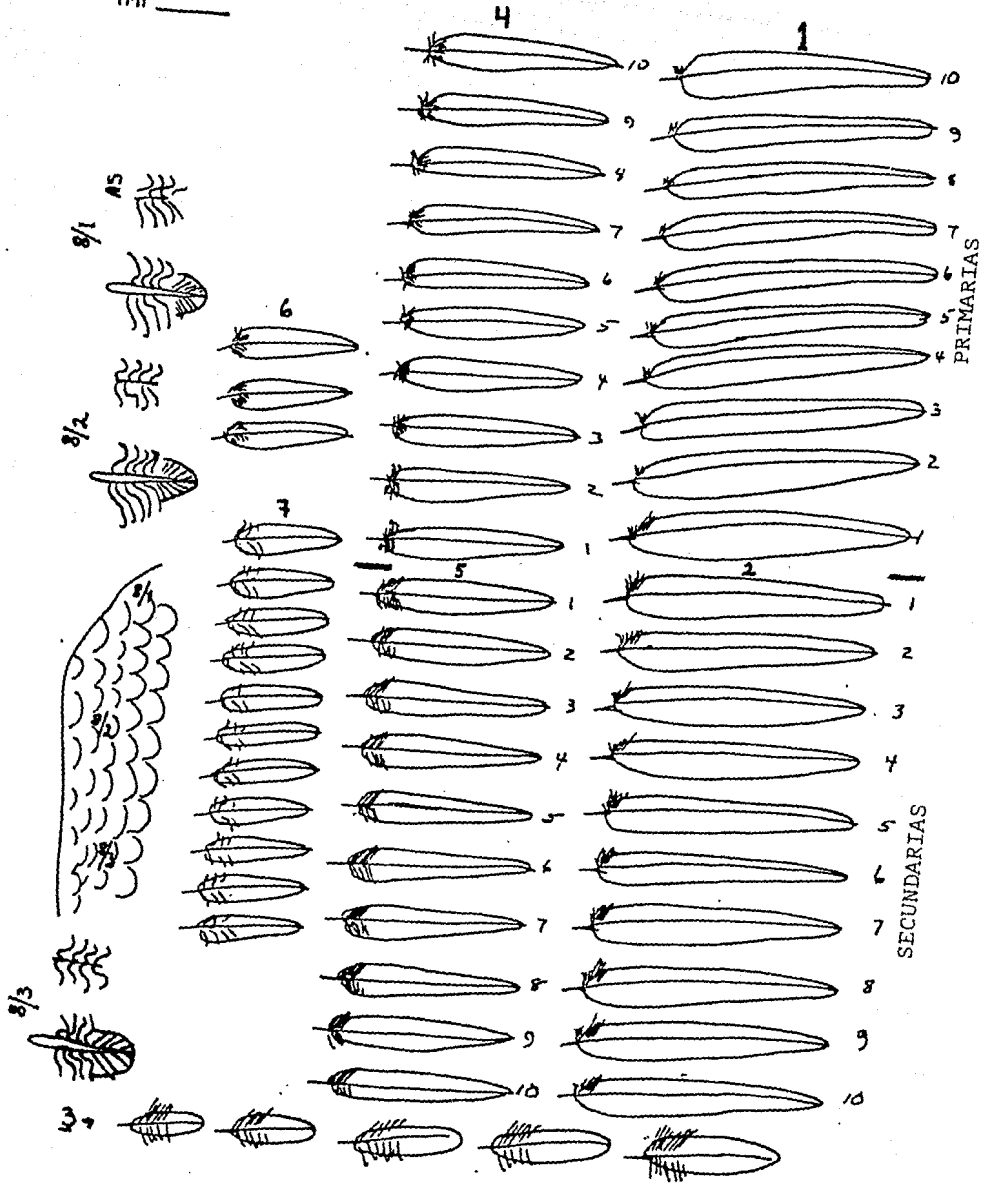


Fig. 10. Hoja de registro para las infestaciones en las plumas de la superficie dorsal del ala. Ver Tabla VII para las claves.

TMP _____

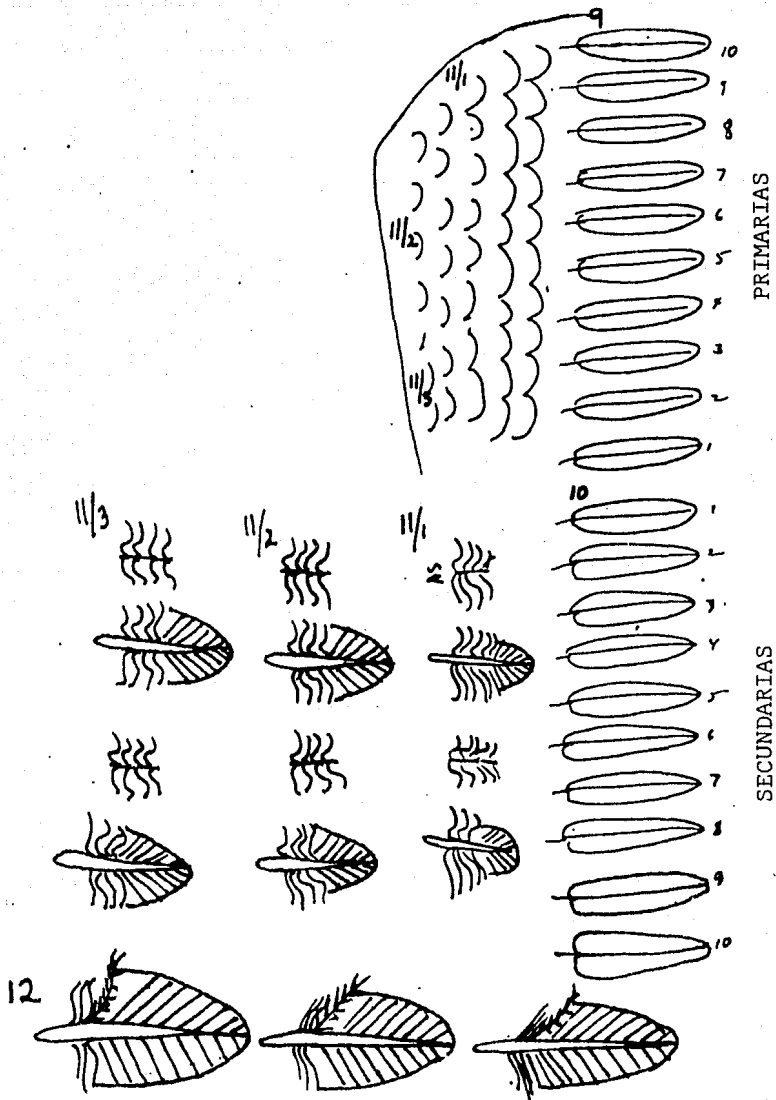


Fig. 11. Hoja de registro para las infestaciones en las plumas de la superficie ventral del ala. Ver Tabla VII para las claves.

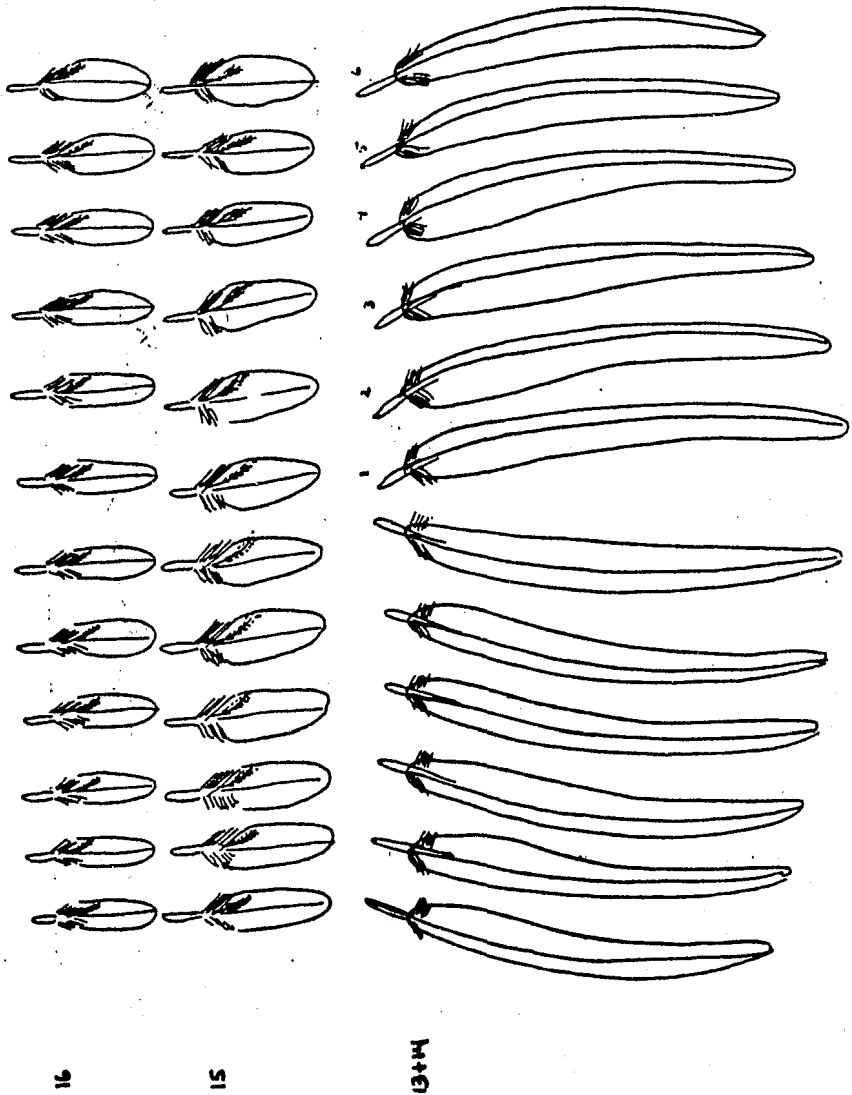


Fig. 12. Hoja de registro para las infestaciones de las plumas de la cola. Ver Tabla VII para las claves.

TMP _____



Fig. 13. Hoja de registro para las infestaciones en las plumas de diferentes regiones del cuerpo. Ver Tabla VII para las claves.

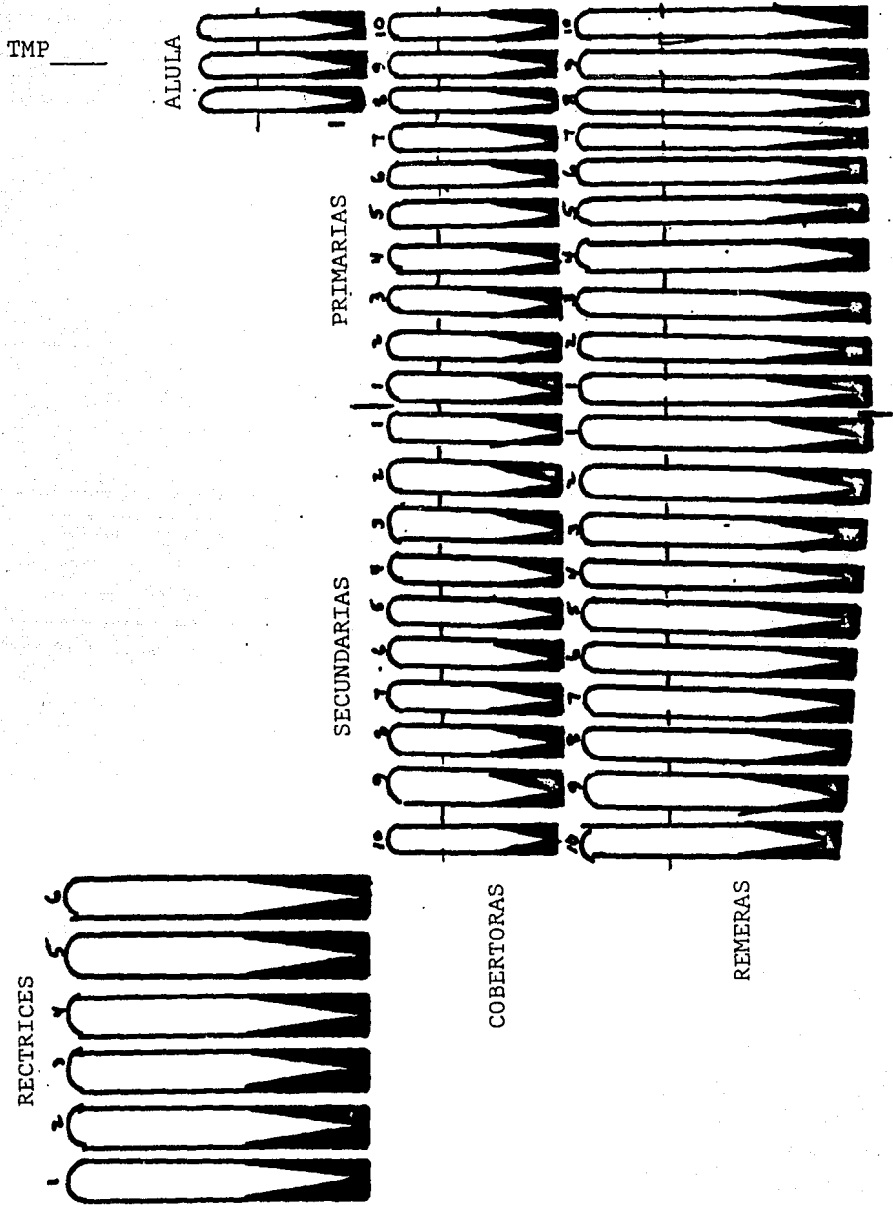


Fig. 14. Hoja de registro para las infestaciones en los cañones de las plumas indicadas.

colocaba las plumas y los ácaros (vivos y exuvias) en tubos para su estudio en el laboratorio. Para la etiquetación y catalogación del material segregado se desarrolló un sistema de claves: Cada tubo era identificado con tres números que indicaban el número del ave (serie TMP), el número asignado a la pluma, (incluyendo un símbolo que indicaba el área específica de la pluma (Tabla VII) y un número de almacenamiento en cajas especiales (Fig. 15).

Si se encontraban ácaros en el cañón de una pluma, se procedía a abrirlo con un bisturí, se examinaba su contenido y se depositaba en un tubo con alcohol al 70%, indicando su procedencia de acuerdo a las claves de la Tabla VII y a la Fig. 14. De la misma forma, algunos ácaros que no se lograban identificar sobre la pluma eran separados y almacenados en tubos con alcohol al 70% para su identificación en el laboratorio. En promedio, la revisión de campo de un ejemplar requiere 5 - 6 horas del trabajo de dos personas bien entrenadas.

La revisión de campo aunque fundamental es solo el comienzo del trabajo. Posteriormente se lleva a cabo lo que se puede llamar la revisión de laboratorio. Antes de describir la revisión de laboratorio, cabe mencionar dos observaciones interesantes que se hicieron accidentalmente:

- 1) Los ácaros del cañón (excepto los siringofílicos) son capaces de sobrevivir hasta tres meses en el interior de la pluma desprendida. Esto se observó en tubos que

TABLA VII. CLAVE PARA LA CATALOGACION Y ETIQUETACION DE LAS PLUMAS Y ACAROS, EN TUBOS Y/O LAMINILLAS MICROSCOPICAS.

PLUMAS DEL ALA

Superficie dorsal del ala:

1 = primarias	1/1-10	No. de cada pluma individual
2 = secundarias	2/1-10	No. de cada pluma individual
3 = terciarias		
4 = cobertoras primarias	4/1-10	No. de cada pluma individual
5 = cobertoras secundarias	5/1-10	No. de cada pluma individual
6 = alula		
7 = cobertoras medianas	7/1-3	1)área externa 2)media 3)interna
8 = cobertoras menores	8/1-3	1)área externa 2)media 3)interna

Superficie ventral del ala:

1 = primarias		
2 = secundarias		
9 = cobertoras internas primarias	9/1-10	No. de cada pluma individual
10 = cobertoras internas secundarias	10/1-10	No. de cada pluma individual
11 = cobertoras internas menores	11/1-3	1)área externa 2)media 3)interna
12 = axilares		

PLUMAS DE LA COLA

13 = rectrices centrales	13/1-3	No. de cada pluma individual
14 = rectrices laterales	14/4-6	No. de cada pluma individual
15 = cobertoras superiores		
15 = cobertoras inferiores		

PLUMAS DE DIFERENTES REGIONES DEL CUERPO:

17 = cabeza
18 = cuello
19 = dorso
20 = rabadilla
21 = patas
22 = pecho
23 = abdomen

SIMBOLOS ADICIONALES AL NUMERO DE LA PLUMA:

' = dentro del cañón
" = sobre el cañón
su = ombligo superior
* = dentro del raquis
+ = sobre el raquis
X = sitio desconocido
AS = hiporraquis
PL = área plumulacea
d = en la superficie dorsal de la pluma

0 6 cm.

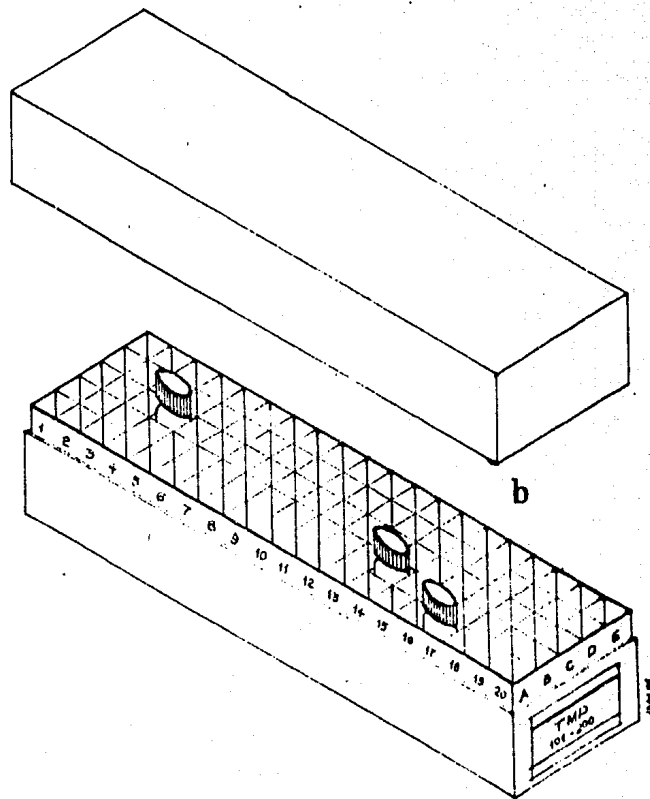
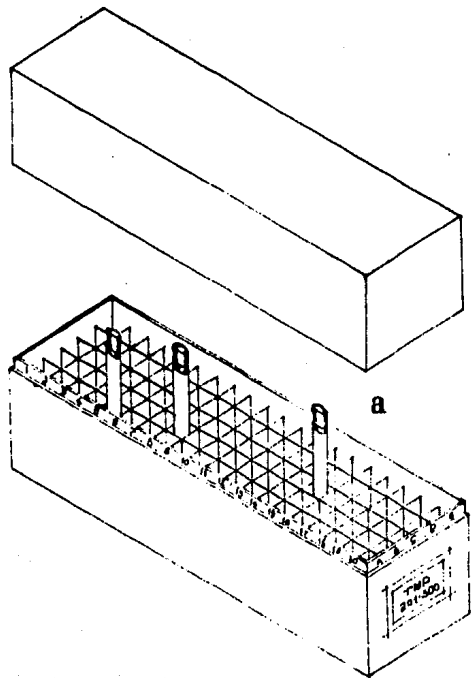


Fig. 15. Cajas de almacenamiento de las muestras (piojos, ácaros y/o plumas) con 100 tubos cada una. a, para muestras en seco; b, para muestras en alcohol al 70%.

contenían plumas infestadas que por alguna razón no se abrieron durante la revisión de campo y que se mantuvieron a temperatura ambiente.

- 2) Los ácaros de las partes externas de las plumas almacenadas en tubos, abandonan la pluma y mueren adheridos a la pared del tubo. Este comportamiento, por un lado hace evidente la necesidad de la revisión de campo mientras que por otro lado, facilita la recuperación de los ácaros para su preparación en laminillas.

En el laboratorio se procede a estudiar todo el material que ha sido almacenado en los tubos mencionados. Para ello se tomaban muestras de todo el material obtenido (ácaros, exuvias, malófagos, huevos de malófagos, etc.) para su montaje en laminillas de microscopio (Ver abajo). Inicialmente se realizaba una corroboración de la información contenida en las hojas de registro llenadas en el campo, haciendo las identificaciones definitivas de los ácaros, especialmente de los estados inmaduros, ya que estas solo pueden ser hechas por medio de la observación de los especímenes al microscopio de contraste de fase. Posteriormente, se estudiaba la microdistribución de los huevos de ácaros y piojos. Esto y todo lo relacionado con el fenómeno de tanatocresis fue trabajo fundamentalmente de laboratorio por dos razones: 1) Porque los huevos y las exuvias se conservan fijos al plumaje del ave y 2) Porque es indispensable observar este material en

laminillas microscópicas.

Para preparar laminillas microscópicas de ácaros y de huevos de malófagos, se siguió el procedimiento descrito a continuación (Krantz, 1978): Si los especímenes estaban secos (vgr.: ácaros de colectas de museo) u opacos, eran primero rehidratados y/o aclarados en lactofenol a 100°C durante cinco minutos. Se dejaban enfriar y se montaban en Líquido de Hoyer. Los especímenes vivos o matados en alcohol al 70% eran montados inmediatamente en líquido de Hoyer. Las laminillas se dejaban secar en una estufa durante cinco días a 50°C y posteriormente se cubría el borde de la preparación con un protector no soluble en agua (Ver Atyeo y Braasch, 1966 para detalles). Finalmente se etiquetaban anotándoles todos sus datos de colecta.

Las fórmulas de las dos soluciones mencionadas son:

LACTOFENOL

Agua destilada.....	25 partes
Acido láctico.....	50 partes
Cristales de fenol.....	25 partes

LIQUIDO DE HOYER

Agua destilada.....	50 ml
Goma arábica.....	30 gr
Hidrato de cloral.....	200 gr
Glicerina.....	20 ml

Para el estudio de las laminillas microscópicas se usó un microscopio de contraste de fase, las medidas fueron hechas con ayuda de un ocular y reglilla micrométrica y los dibujos con una cámara clara adaptada al microscopio.

Después de que las laminillas eran preparadas, se llevaron a cabo las identificaciones. Debido a la falta de experiencia en la sistemática de los malófagos, las ninfas y los adultos de este grupo fueron identificados por K. C. Emerson (Florida, E.U.A). La correlación entre los huevos y las especies se realizó siguiendo dos métodos: obteniendo las ninfas a partir de cada uno de los tipos de huevos y/o por comparación con un huevo maduro aislado por disección de una hembra identificada.

A causa de la gran diversidad de la acarofauna de A. canicularis, las identificaciones de las especies fueron más complicadas. Al igual que con los malófagos se carecía de experiencia en la sistemática de los Syringophilidae. Estos fueron identificados por el Dr. J. B. Kethley (Field Museum of Natural History, Chicago, Ills.) quién reportó que eran los primeros Syringophilidae colectados de pericos y que representaban dos géneros nuevos y una especie nueva de Picobia Haller.

Para los ácaros plumícolas, las claves no-publicadas de Gaud y Atyeo constituyeron las bases de nuestros intentos iniciales para producir un mecanismo de identificación. Por medio de la adición de información (nuevas taxa) a partir de material de 44 pieles de museo de A. canicularis (Fig. 16) y de especies relacionadas, se estableció una clave definitiva para géneros (Págs.68 - 70). Finalmente, las determinaciones a nivel de especie se llevaron a cabo a través de

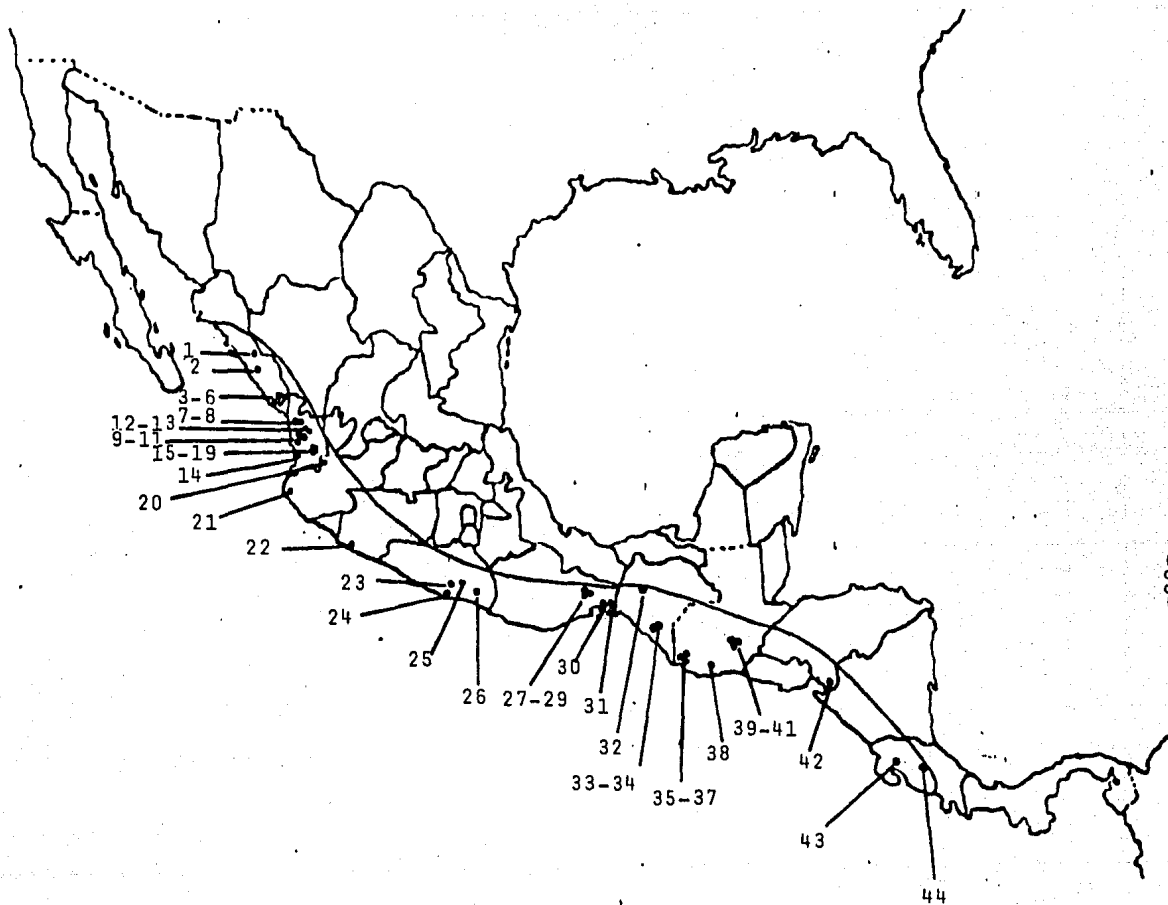


Fig. 16. Localidades de las pieles de museo de Aratinga canicularis (L.) revisadas. (Ver Apendice I)

comparación con especímenes tipo. De estas comparaciones, resultó que todos los taxa (excepto uno) fueron considerados como nuevos.

Los ácaros plumícolas exhiben un pronunciado dimorfismo sexual, por lo tanto, es necesario usar claves separadas para los machos y para las hembras. La nomenclatura de la quetotaxia sigue a Atyeo y Gaud, 1966. El resto de la terminología morfológica es la comunmente usada en el campo de la acarología (Krantz, 1978). Como los *Syringophilidae* fueron frecuentemente encontrados en los cañones, también se incluyen en la clave al nivel de familia.

La identificación de la especie en los huevos de ácaros se realizó de varias formas: por observación de las estriaciones del corión y disposición del cemento los cuales presentan un patrón característico en cada una de las especies o géneros y por observación de la prelarva. En relación a la prelarva de los ácaros plumícolas, vale la pena señalar que solo había sido mencionada por Dubinin (1951) de manera casual como un estadio de vida de los ácaros plumícolas. Nuestro material corrobora la existencia de una prelarva perfectamente diferenciada envuelta en un tegumento prelarval liso. El tegumento a su vez presenta típicamente un par de proyecciones o pequeños ganchos que probablemente juegan un papel importante en la ruptura del corión. Este material será usado en un trabajo futuro para describir huevecillos y prelarvas de ácaros plumícolas.

Acaros plumícolas de Aratinga Spix

Clave para los géneros (Machos)

1. Pretarso en forma de disco, sin uñas y sin empodio; idiosoma raramente alargado, gnatosoma distinguible.....2
 - Pretarso con dos uñas y un empodio plumoso; idiosoma alargado, el gnatosoma se extiende dentro del idiosoma por un apodema en forma de U.....Syringophilidae
2. Sedas escapulares de longitud desigual; las sedas escapulares externas se extienden más allá de las sedas l_1 ; sedas escapulares internas notablemente más cortas...3
 - Sedas escapulares pequeñas, de longitud casi igual.....9
3. Patas III hipertrofiadas.....4
 - Patas III iguales o más cortas que las patas IV.....7
4. Patas con cuatro artejos funcionales, fémur y genua fusionados.....Fainalges Gaud y Berla, 1964
 - Patas con cinco artejos funcionales.....5
5. Con dos sedas verticales internas.....6
 - Sin sedas verticales internas.....
.....Eurydiscalges Faccini, Gaud y Atyeo, 1976
6. Placa histerosomal triangular, margen posterior regular.....Paralgopsis Gaud y Mouchet, 1959
 - Placa histerosomal rectangular, margen posterior irregular.....Chiasmalgex Gaud y Atyeo, 1967
7. Patas posteriores (III y IV) ventrales, sin alcanzar el margen posterior del idiosoma.....
.....Cystoidosoma Gaud y Atyeo, 1976

- Patas posteriores (III y IV) laterales, se extienden más allá del margen posterior del idiosoma.....8
- 8. Placa propodosomal sin extenderse hasta las sedas escapulares.....Protolichus Trouessart, 1884
- Placa propodosomal se extiende más allá de las sedas escapulares.....Rhytidelasma Gaud, 1966
- 9. Patas III-IV casi iguales, fémur II con seda vF simple; seda pai en forma de hoja.....Aralichus Gaud, 1966
- Patas III hipertrofiadas; fémur II con seda vF en forma de hoja; seda pai simple.....Protonyssus Trouessart, 1915

Clave para los géneros (Hembras)

- 1. Pretarso en forma de disco, sin uñas y sin empodio; idiosoma raramente alargado, gnatosoma distinguible.....2
- Pretarso con dos uñas y un empodio plumoso; idiosoma alargado, el gnatosoma se extiende dentro del idiosoma por un apodema en forma de U.....Syringophilidae
- 2. Patas III-IV ventrales, sin alcanzar el margen posterior del idiosoma.....Cystoidosoma
- Patas III-IV laterales, por lo menos las patas IV se extienden más allá del margen posterior del idiosoma.....3
- 3. Con sedas verticales internas.....4
- Sin sedas verticales internas.....8

4. Sedas escapulares de longitud desigual; las sedas escapulares externas se extienden más allá de las sedas l_1 ; sedas escapulares internas notablemente más cortas...5
- Sedas escapulares pequeñas, de longitud casi igual...
.....Aralichus
5. Con placa histerosomal distinguible.....7
- Sin placa histerosomal.....Paralgopsis
6. Apodemas I fusionados en forma de X.....Chiasmalgés
- Apodemas I libres.....Protolichus
7. Con placa histerosomal distinguible; patas con cuatro o cinco artejos.....8
- Sin placa histerosomal; patas con fémur y genua fusionados.....Fainalgés
8. Sedas escapulares de longitud desigual; las sedas escapulares externas se extienden más allá de las sedas l_1 ; patas con cinco artejos, seda mG de la genua II setiforme.....9
- Sedas escapulares pequeñas, de longitud casi igual, patas con cuatro artejos, seda mG de la genua II en forma de hoja.....Protonyssus
9. Seda subhumeral setiforme.....Eurydiscalgés
- Seda subhumeral corta y gruesa, en forma de daga.....
.....Rhytidelasma

V. RESULTADOS

MICRODISTRIBUCION DE LAS ESPECIES EN EL PLUMAJE DEL HUESPED

Los resultados de este trabajo de tesis serán presentados en dos capítulos. En el capítulo V se describe la microdistribución de las especies de ácaros y la determinación de los sitios de oviposición de las especies de malófagos que se registraron en el plumaje de los ejemplares examinados. En el Capítulo VII se presenta la información referente al fenómeno de tanatocresis. En ambos capítulos, los resultados basicamente corresponden a los ejemplares de Aratinga canicularis (L.) producto de nuestras colectas de campo en los Estados de Jalisco y Sinaloa. Sin embargo, en algunos casos se mencionarán resultados de interés correspondientes a otras especies de pericos colectados en otras localidades.

Con respecto a los ácaros, en este capítulo se describen primero los resultados referentes a los que habitan en el interior del cálamo y posteriormente los habitantes del exterior de las plumas. Para mostrar la diversidad de tamaños y formas entre las diferentes especies encontradas, todas las ilustraciones de los ácaros han sido hechas a la misma escala (excepto en la Fig. 17, Sa y C que deberían ser dos veces más grandes). Adicionalmente, para simplificar las comparaciones la quetotaxia de las patas ha sido omitida, excepto para sedas altamente modificadas. Por último, exceptuando una especie, ninguno de los taxa de ácaros ha sido descrito,

por lo tanto, las especies nuevas serán referidas con letras a, b, c, etc., dentro de cada género.

A. Acaros habitantes en el interior del cálamo.

En el interior del cálamo o cañón de las plumas, se encontraron seis especies de siringofílidos, siringobíidos y piroglífidos (Fig. 17).

Los siringofílidos (Prostigmata: Cheyletoidea: Siringophilidae) son un grupo de ácaros que vive en el cañón de las plumas, que no pertenece a ninguno de los taxa que agrupan a los llamados ácaros plumícolas; pero que se incluyen en este trabajo porque cohabitan con ellos. Hasta la fecha se han encontrado en 11 órdenes de aves (Philips y Norton, 1978), sin embargo, este es el primer reporte para Psittaciformes. Estos ácaros tienen los quelíceros modificados en forma de estilete que les permiten perforar las paredes del cálamo y alimentarse de los líquidos tisulares del huésped. Su reproducción y desarrollo se lleva a cabo dentro del cálamo y la hembra fecundada constituye la forma dispersora puesto que sale para invadir el ombligo superior de nuevas plumas en desarrollo (Kethley, 1971).

De las tres especies de siringofílidos encontradas en el huésped estudiado, la de mayor tamaño (especie Sa, Figs. 17, 18, género nuevo, especie nueva, cercano a Selenonycha Kethley) fue colectada en las plumas secundarias de uno solo de los 16 ejemplares examinados. En algunos cálamos esta especie coexiste con una segunda especie de siringofílido (especie Sb, Figs. 17, 18 género nuevo, especie nueva,

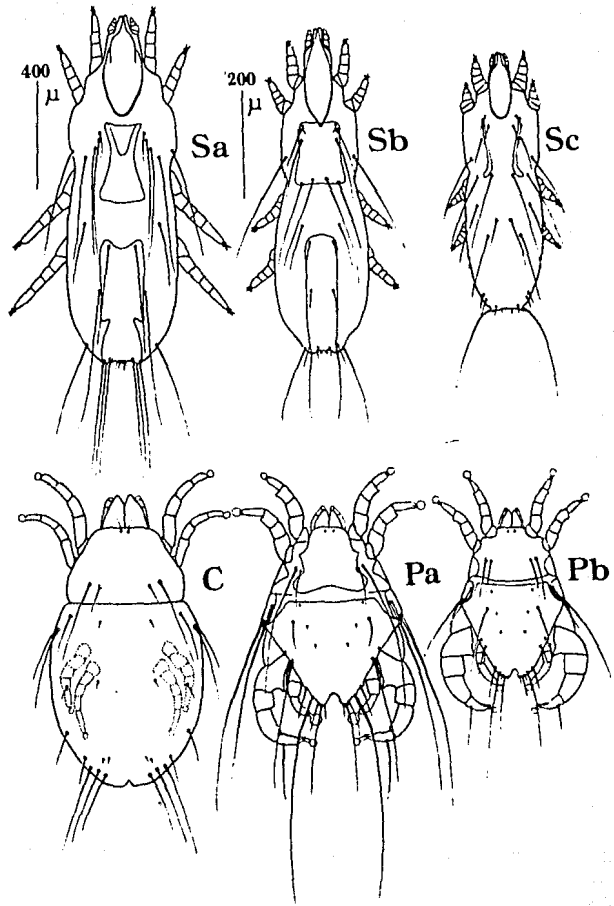


Fig. 17. Especies habitantes del interior del cálamo de Aratinga canicularis (L.): Syringophilidae, hembras, especies nuevas Sa, Sb, Sc; Cystoidosoma Gaud y Atyeo (Syringobiidae), macho, especie nueva C; Paralgopsis Gaud y Mouchet (Pyroglyphidae), machos, especies nuevas Pa, Pb. Las especies Sa y C están en escala de 400 μ, las especies restantes en escala de 200 μ.

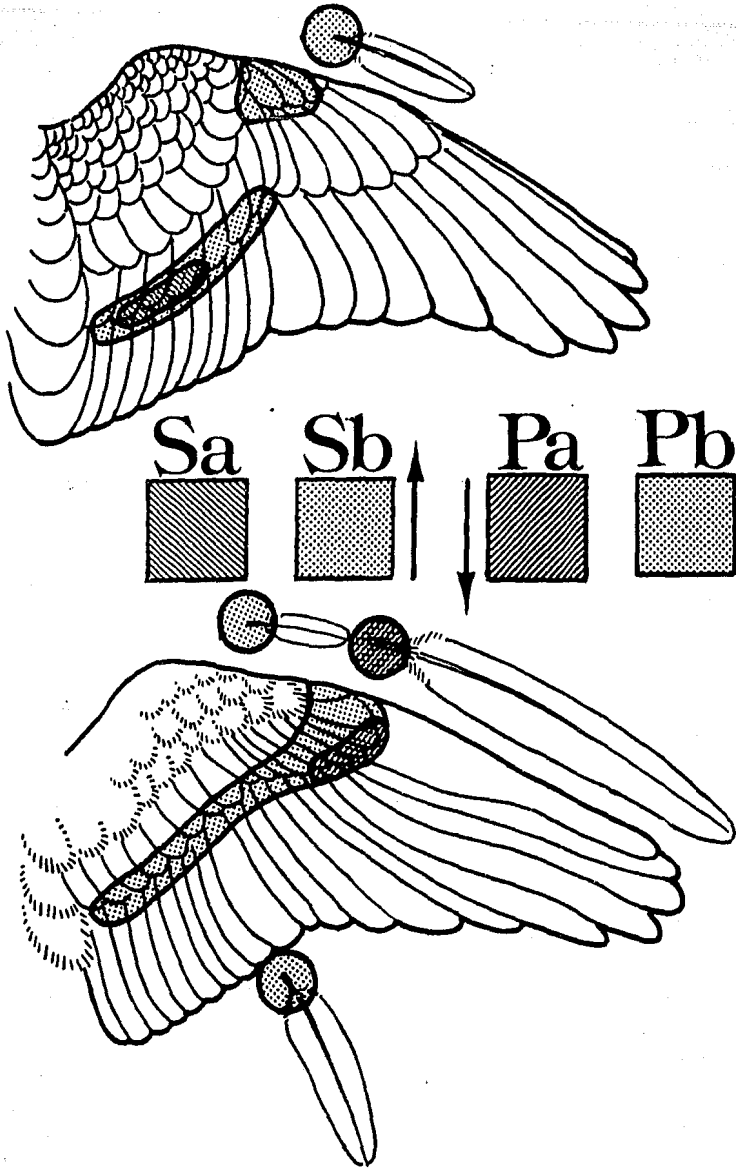


Fig. 18. Microdistribución de los ácaros habitantes del interior del cálamo: Syringophilidae, especies nuevas Sa, Sb; Paralgopsis (Pyroglyphidae), especies nuevas Pa, Pb. Superficie dorsal (figura superior) y ventral (figura inferior) del ala.

cercano a Aulonastus Kethley). La segunda especie fue comunmente colectada en las plumas secundarias, primarias proximales (P1 - P3), cobertoras primarias y de la alula. La tercera y más pequeña de las especies en A. canicularis (especie Sc, Fig. 17, 19, Picobia Haller, sp. nov.), se colectó escasamente en las cobertoras superiores e inferiores de la cola y en unas cuantas plumas del pecho.

Siempre que la distribución de una especie de siringofílido correspondía con la distribución de otros taxa de ácaros habitantes del cañón, se observaron poblaciones mezcladas. Se encontró que los siringofílicos se concentraban en la parte del cañón por debajo del nivel de la piel. Los otros taxa se hallaron concentrados en la parte del cañón dirigida hacia el raquis.

Finalmente, se encontraron siringofílicos en todas las especies de psitácidos colectados en el campo (vgr.: Aratinga holochlora, A. nana astec, Amazona finschi, Forpus cyanopygius). Adicionalmente, F. Lukoschus (J. Kethley, com. pers.) recientemente ha obtenido siringofílicos de Psittaciformes australianos. Parece claro que a pesar de que el presente registro de A. canicularis es el primero para Psittaciformes, esta familia se encuentra ampliamente distribuida en este orden de aves.

Los piroglífidos (Astigmata: Analgoidea: Pyroglyphidae) constituyen una familia de ácaros con formas que van desde los

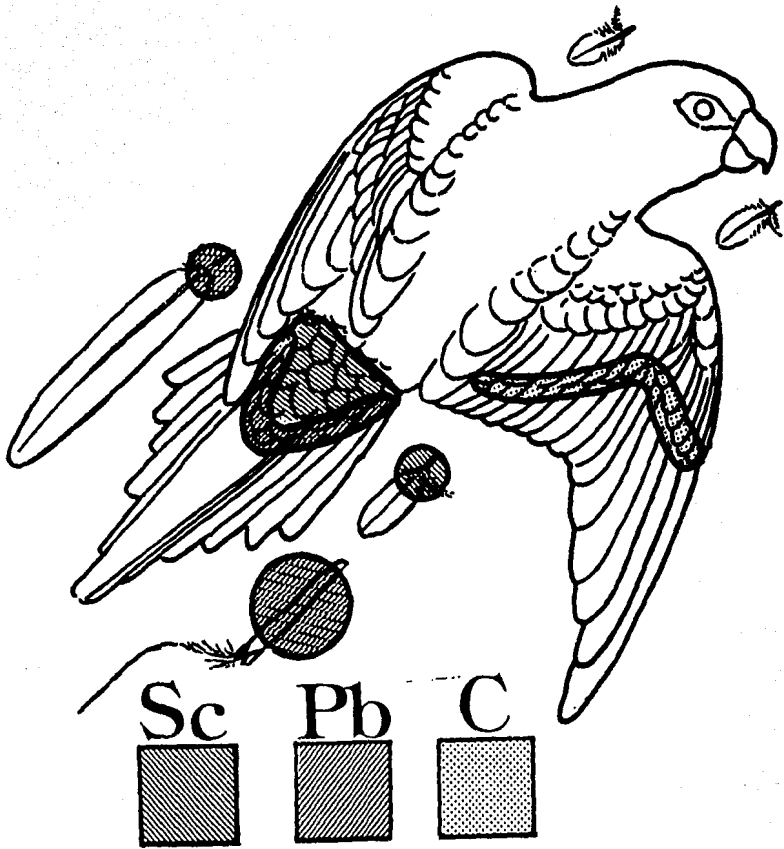


Fig. 19. Microdistribución de los ácaros habitantes del interior del cálamo: Picobia (Syringophilidae), especie nueva Sc; Paralgopsis (Pyroglyphidae), especie nueva Pb; Cystoidosoma (Syringobiidae), especie nueva C.

adaptados a la vida libre hasta los asociados al plumaje de las aves. En esta familia están incluidos géneros detritícolas (Dermatophagoides Bogdanov), nidícolas (Sturnophagoides Fain), foréticos (Hirstia Hull), plumícolas (Onychalges Gaud y Mouchet) y un solo género que habita el cañón de las plumas (Paralgopsis Gaud y Mouchet) que hasta ahora es conocido solo de Psittaciformes (Gaud, 1968).

En los ejemplares revisados se encontraron dos especies nuevas del género Paralgopsis, una forma grande (especie Pa, Figs. 17, 18) que habita el cálamo de las plumas primarias distales y una forma pequeña (especie Pb, Figs. 17, 19) que aparece en los cálamos de las remeras, cobertoras primarias, alula y plumas de la cola. En las plumas primarias se encontraron poblaciones mezcladas de ambas especies. Las especies de Paralgopsis también fueron encontradas solas o cohabitando con siringofílidos y siringobíidos.

El ciclo de vida de las especies de Paralgopsis se lleva a cabo dentro del cañón. Posiblemente la forma dispersora sea la hembra fertilizada, al igual que en los siringofílidos. En cada cañón infestado, se observaron individuos de todos los estadios (huevo, prelarva, larva, protoninfa, tritoinfa y adultos) concentrados alrededor de las cubiertas de la pulpa y en el cono hueco que se forma del ombligo superior hacia el raquis. Esta localización es tan específica que se podían distinguir filas de individuos alrededor de la

pared interna del cañón, inmediatamente arriba de las cubiertas de la pulpa. Presumiblemente, la pared de las cubiertas es destruida por los quelíceros de estas especies permitiéndoles el pasaje a lo largo del cañón. En algunas ocasiones se observó destrucción de una pequeña porción de la médula y penetración al raquis.

La última especie de ácaros encontrada en el cañón de las plumas pertenece a la familia Siringobiidae (Astigmata: Pterolichoidea). Los siringobiídeos viven únicamente dentro del cañón de las plumas y estas divididos en dos subfamilias. Los Siringobiinae están asociados a los Charadriiformes y Apterygiformes (Gaud y Atyeo, 1970) y los Ascouracarinae a los Falconiformes, Caprimulgiformes, Apodiformes, Galliformes y Psittaciformes (Gaud y Atyeo, 1976; D'Souza y Jagannath, 1981). Se conocen tres géneros de siringobiídeos solamente de Psittaciformes (Ver Tabla V).

En los ejemplares revisados se encontró una especie nueva de Cystoidosoma Gaud y Atyeo (especie C, Figs. 17, 19) que fue colectada en algunas de las plumas primarias, secundarias y de la cola en un solo ejemplar de Piaxtla, Sin. Sin embargo, esta especie fue colectada más comunmente en ejemplares de Aratinga canicularis de una localidad más al Sur (Puerto Vallarta, Jal.). Otras especies de Cystoidosoma fueron comunmente encontradas en especímenes de Aratinga y Amazona, ocupando también los cañones de las plumas remeras y rectrices.

ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

ESTA TESIS NO DEBE
SALIR

El patrón de microdistribución de Cystoidosoma era muy similar al de Paralgopsis con quien frecuentemente coexiste. Sin embargo, fueron observadas dos diferencias principales: 1) El número de ninfas y adultos de Cystoidosoma en un cañón individual es mucho menor que el de Paralgopsis (no más de cinco) y 2) Los individuos de Cystoidosoma producen un daño considerable en la médula del raquis.

La diferencia en tamaño también es notable entre los dos géneros. Las hembras de Cystoidosoma exceden 1 mm de longitud, los machos son ligeramente menores. Tanto los machos como las hembras de Cystoidosoma son globulares presentando un propodosoma y gnatosoma fuertemente esclerosado, con enormes quelíceros quelados. Se encontró que los adultos producen un largo conducto en la médula conforme avanzan comiendo. La longitud del conducto puede alcanzar el 75% de la longitud del raquis (Fig. 20A). Se observó que los huevos de Cystoidosoma pueden ser depositados en las paredes del cañón alrededor de las cubiertas de la pulpa o a lo largo del conducto excavado en la médula (Fig. 20a). En el último caso, después de la eclosión, cada larva a su vez excava un pequeño conducto con sus quelíceros desproporcionadamente grandes, a través de la médula hasta el exterior de la pluma, saliendo por un pequeño orificio en las paredes laterales del raquis. Lo anterior sugiere que las larvas son las formas dispersoras en esta especie, estando fuertemente esclerosadas y supuestamente adaptadas para vivir fuera del cañón.

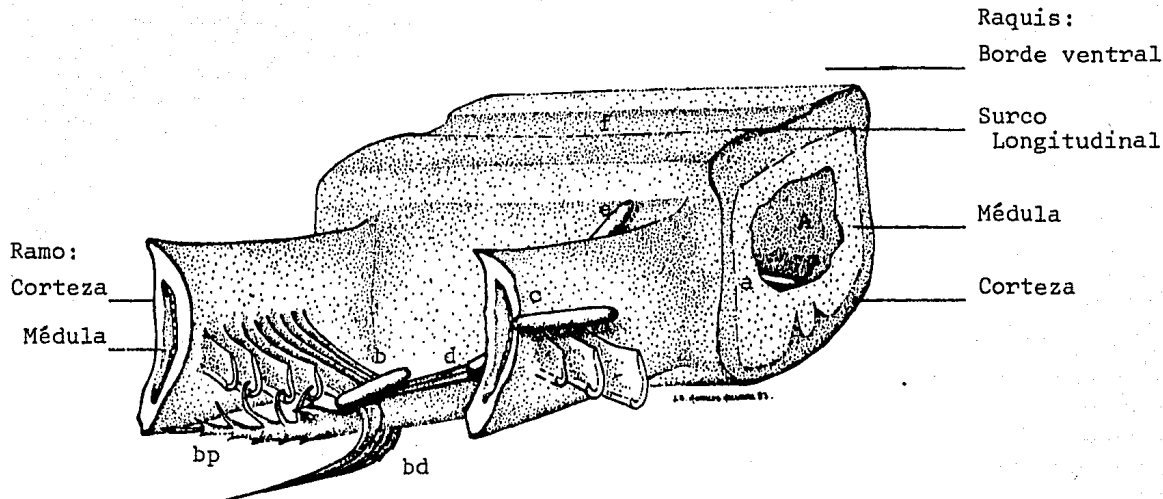


Fig. 20. Diagrama de la vista ventral de dos barbas adyacentes, con las bárbulas proximales (bp) y distales (bd) entrelazadas, donde se representan los sitios típicos de oviposición de los ácaros plumícolas asociados a Ara-tinga canicularis (L.), puesto que los mismos sitios en plumas diferentes son usados por los ácaros que ocurren en esas plumas. Abreviaciones: a, huevecillo de Cystoidosoma sp.; A, canal en la médula producido por Cystoidosoma sp.; b, huevecillo de Fainalges spp. o Eurydiscalges spp.; c, huevecillo de Protonyssus sp. o Protolichus sp.; d, huevecillo de Aralichus especie Ab; e, huevecillo de Aralichus especies Aa o Ac; f, posible sitio de oviposición de Rhytidelasma sp. (Ver texto para explicación).

B. Acaros habitantes de la superficie externa de las plumas.

A continuación se describe la microdistribución de las especies de ácaros en la superficie externa del plumaje del huésped estudiado (A. canicularis), enfatizando el hecho de que especies de los mismos géneros son comunes en muchos otros Psittacidae Neotropicales. Además, a partir de nuestros estudios preliminares de microdistribución de ácaros plumícolas en otros pericos mexicanos colectados en el campo (Aratinga nana, Aratinga holochlora, Amazona finschi, Amazona albifrons, Forpus cyanopygius), es posible afirmar que poblaciones conespecíficas o especies congénéricas ocupan los mismos sitios en el plumaje de sus respectivos huéspedes.

Las plumas remeras, rectrices y cobertoras internas mayores que poseen unas cuantas barbas plumulaceas en su base, tienen la superficie ventral del vexilo penaceo expuesto al medio. Otras plumas como las del cuerpo y las cobertoras, tienen el vexilo ventral hacia la piel y una cantidad mayor de barbas plumulaceas en su base. Esto produce su apariencia plumosa que es aumentada por los hiporraquis los cuales pueden estar bien desarrollados. Al sobreponerse una con otra, estas plumas se encuentran protegidas. La sobreposición de las plumas consiste en que la superficie ventral de una pluma cubre la siguiente pluma y a su vez su superficie dorsal está cubierta por otra pluma. Por ejemplo, aún en las plumas de vuelo y de la cola al menos el cañón y la base de cada pluma no está expuesta.

Los ácaros encontrados fuera del cañón de las plumas incluían miembros de las familias Xolalgidae y Psoroptoididae (Analgoidea) y de la Pterolichidae (Pterolichoidea). En los ejemplares revisados de A. canicularis se encontraron doce especies con representantes de todos sus estadios (huevo, prelarva, larva, protoninfa, tritoninfa y adultos). Once de las doce especies fueron encontradas en todos los ejemplares. Con dos excepciones, todas las especies de ácaros estaban restringidas a las áreas expuestas o a las áreas protegidas de las plumas.

Dos géneros de ácaros plumícolas se encontraron ampliamente distribuidos en las áreas protegidas del cuerpo y de las alas: Tres especies nuevas del género Fainalges Gaud y Berla de la familia Xolalgidae y una especie nueva del género Chiasmalges Gaud y Atyeo de la familia Psoroptoididae.

Las tres especies nuevas de Fainalges (Fig. 21) ocurren solamente en las barbas plumulaceas (Fig. 22). La especie Fa se encuentra solo en las plumas de la cola (rectrices y cobertoras). La especie Fb (cercana a F. intermedius (Trouessart), n. comb. = Protalges annulifer intermedia) se encuentra en todas las plumas excepto las asociadas con las primarias. La especie Fc (cercana a F. annulifer (Trouessart), n. comb. = Protalges annulifer) está presente en la cola, cuerpo y posiblemente la base de las alas. Aunque cada especie tiende a ocupar una región del cuerpo, existe considerable sobreposición sobre todo en la región de la cola. Los estadios activos de estas especies que habitan en las barbas plumulaceas, se desplazan durante la oviposición, hacia la superficie ventral de las porciones penaceas basales protegidas de las plumas adyacentes. Los huevecillos fueron encontrados fijados a las bárbulas (Fig. 20b), por medio de una substancia cementante que adquiere la forma de ganchos.

En contraste, una sola especie de Chiasmalges sp. nov. (especie C, Fig. 21) se encontró en la parte externa del cañón de todas las plumas, entre el ombligo superior y el folículo de la pluma y alrededor del ombligo superior

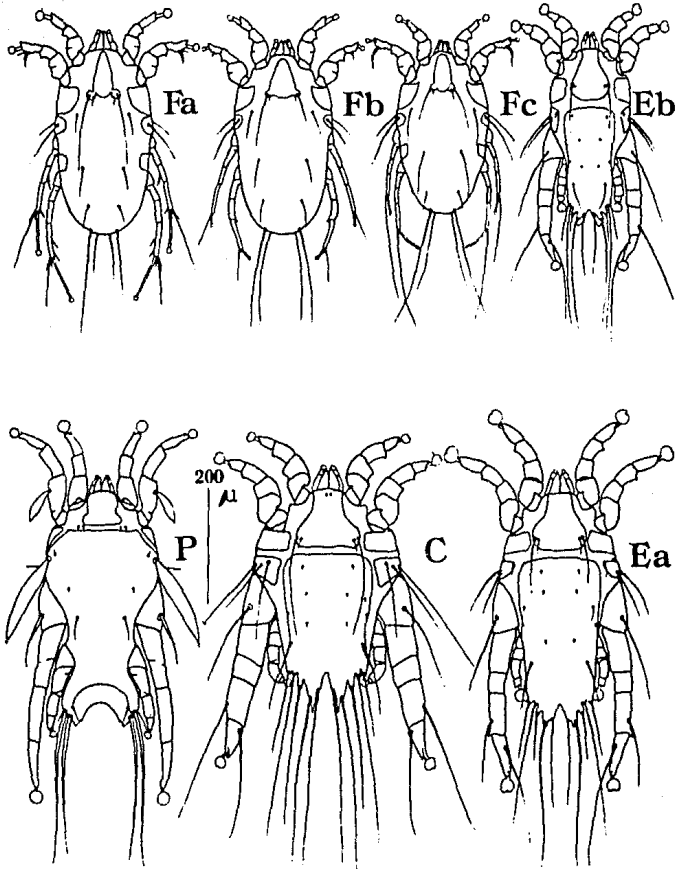


Fig. 21. Acaros de la superficie externa de las plumas de Aratinga canicularis (L.): Fainalges Gaud y Berla (Xolalgidae), hembras, especies nuevas Fa, Fb, Fc; Eurydiscalges Faccini, Gaud y Atyeo (Psoroptoididae), machos, especies nuevas Ea, Eb; Protomyssus Trouessart (Xolalgidae), macho, especie nueva P; Chiasmalgas Gaud y Atyeo (Psoroptoididae), macho, especie nueva C.

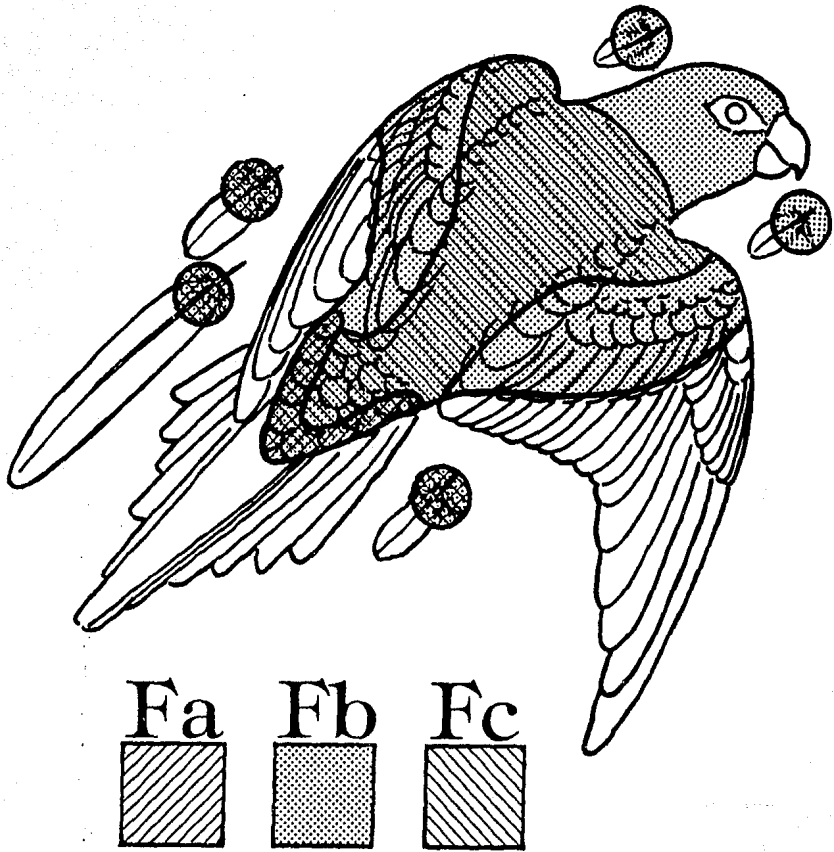


Fig. 22. Microdistribución de Fainalges (Xolalgidae), especies nuevas Fa, Fb, Fc.

(Fig. 23). Las hembras grávidas ovipositan en las barbas plumulaceas. En pericos con grandes infestaciones, era posible observar a estos ácaros caminando sobre la superficie de la piel.

Se ha observado además, que las ninfas de esta especie tienen la capacidad de penetrar el raquis de las plumas de tamaño pequeño y medio, por su superficie dorsal. Al penetrar excavan con sus quelíceros un conducto a través de la médula hacia el cañón, ocasionando un daño considerable a las plumas.

Una sola especie de Protonyssus Trouessart (Xolalgidae) (especie P, Fig. 21, especie nueva cercana a P. larva Trouessart) fue encontrada en las áreas penaceas protegidas de las alas (Fig. 24). Los adultos y algunos estadios inmaduros ocupan el vexilo de las cobertoras primarias y secundarias, de las cobertoras medianas y de la alula. La mayor concentración de adultos fue observada hacia la parte distal del ala. La mayoría de las larvas y ninfas se encontraron en las porciones basales del vexilo penaceo de las plumas de vuelo, donde los surcos entre las barbas adyacentes son muy estrechos. Finalmente, los huevos son depositados en la superficie dorsal y ventral de las cobertoras internas mayores, sobre el ramo, en su vértice con las bárbulas distales (Fig. 20c).

Un aspecto interesante en la microdistribución de esta especie es que cada estadio ocupa un microhabitat distinto

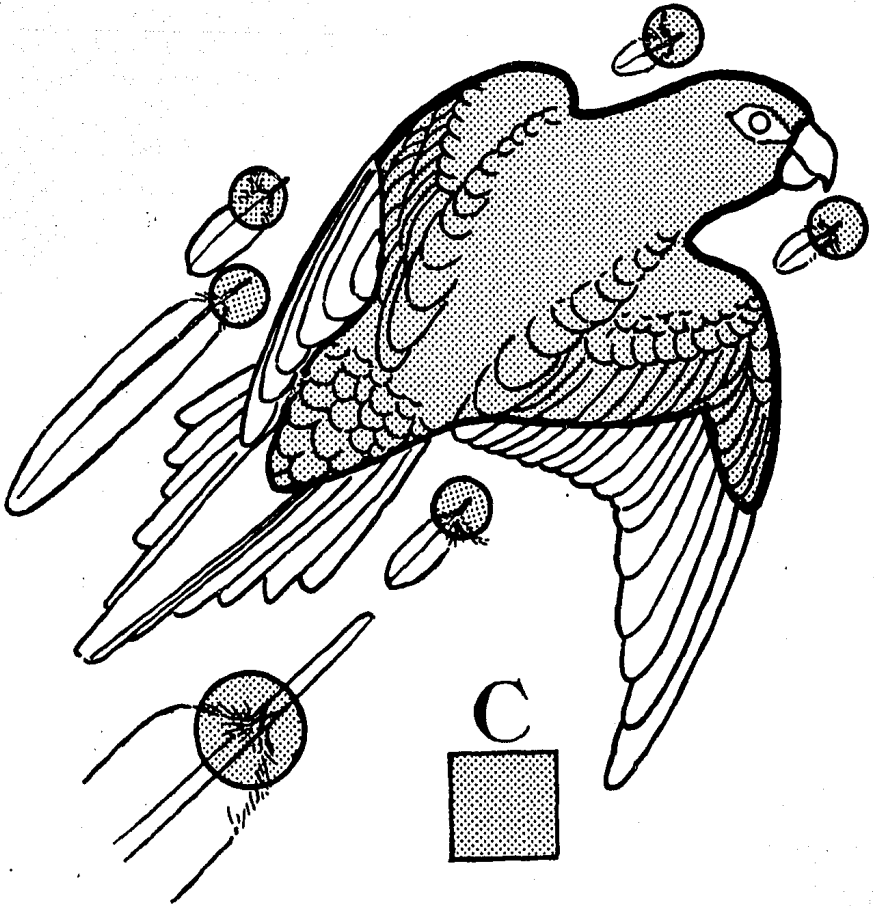


Fig. 23. Microdistribución de Chiasmalgas (Psoroptoididae), especie nueva C.

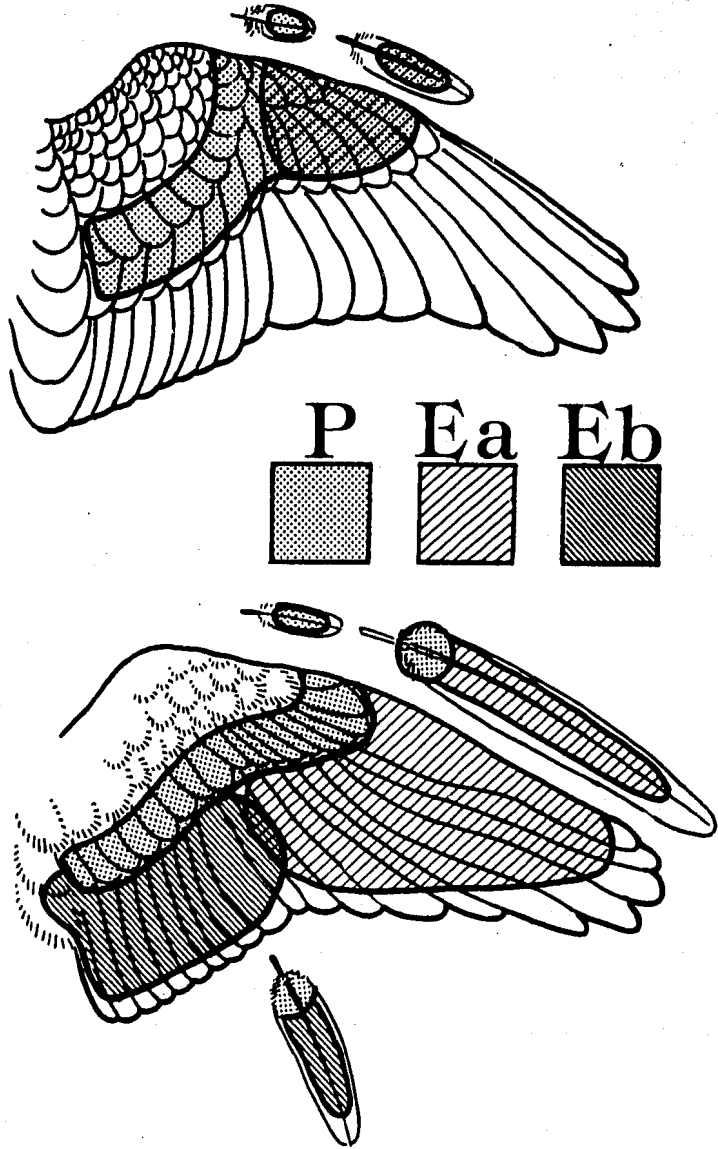


Fig. 24. Microdistribución de Protonyssus (Xolalgidae), especie nueva P; Eurydiscalges (Psoroptoididae), especies nuevas Ea, Eb. Superficie dorsal (figura superior) y ventral (figura inferior) del ala.

de acuerdo con diferencias en la arquitectura en el plumaje de las alas. Vale la pena señalar que a pesar de ser la superficie ventral del vexilo penaceo el área normalmente ocupada por los ácaros, en las cobertoras internas mayores esta especie también ocupa la superficie dorsal, lo cual puede relacionarse con el hecho de que son estas los únicos tipos de plumas que presentan su cara dorsal dirigida hacia el cuerpo del ave (Van Tyne y Berger, 1976).

Protonyssus fue solamente encontrado en las alas de A. canicularis colectados en el campo, sin embargo, colectas de museo de otras especies de pericos indican que es posible encontrar dos especies de Protonyssus. Es probable que una habite en el espacio tridimensional de las alas como en A. canicularis y la otra en el de la cola.

El último ácaro restringido a las áreas protegidas de las plumas, pertenece al género Aralichus Gaud (Pterolichidae). La especie Aralichus Ab (Fig. 25, A. venustissimus (Trouessart), n. comb. = Pterolichus (P.) venustissimus) presenta todos sus estadios en el vexilo de las cobertoras secundarias plumas terciarias y axilares (Fig. 26). Los huevecillos son puestos sobre el ramo, en su vértice con las bárbulas proximales (Fig. 20d).

Dos especies nuevas de Eurydiscalges Faccini, Gaud y Atyeo (Psoroptoididae) son los únicos ácaros que ocurren tanto en áreas protegidas como expuestas del plumaje. Ambas especies tienen una distribución sobrepuesta en una pequeña

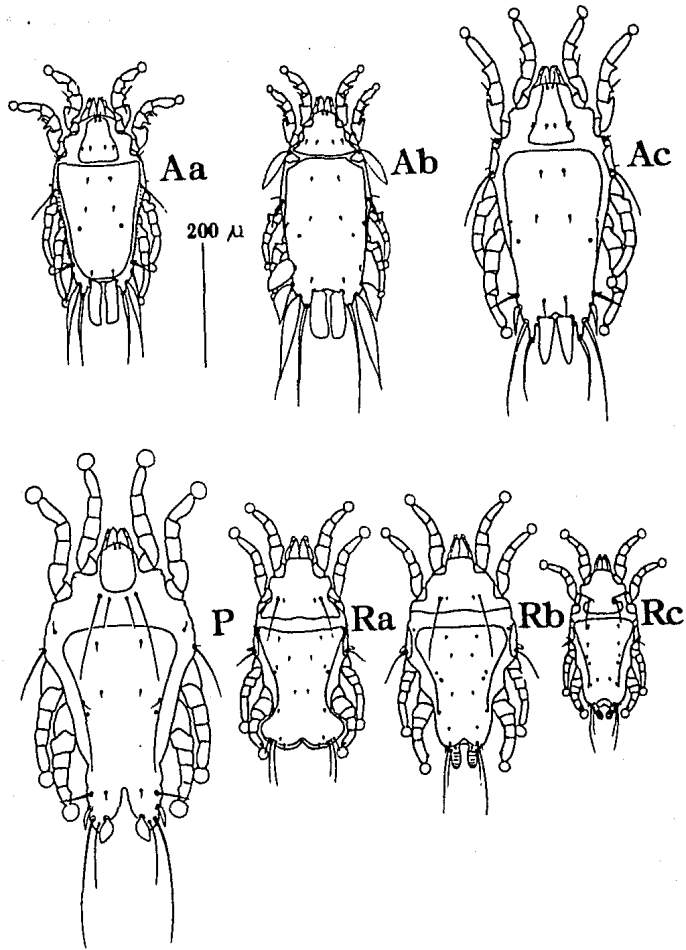


Fig. 25. Acaros plumícolas Pterolichidae de especies de *Aratinga* Spix, machos: Aralichus Gaud, especies nuevas Aa, Ac; Aralichus Ab = A. venustissimus (Trouessart); Protolichus Trouessart, especie nueva P; Rhytidelasma Gaud, especies nuevas Ra, Rb, Rc.

área de las remeras (Figs. 21, 24). Eurydiscalges Ea (cercana a E. pyrrhurae Faccini, Gaud y Atyeo) se encuentra en la superficie ventral de la alula y cobertoras primarias entremezclada con Protonyssus) y en las superficies expuestas de las primarias (entremezclada con Protolichus Trouessart). Eurydiscalges Eb se encuentra en el vexilo expuesto de las secundarias (entremezclado con Aralichus especie Aa) y en las axilares (entremezclado con Aralichus Ab). Todos los estadios de estas especies se encontraban entre los surcos formados por las barbas del vexilo penaceo. En ambas especies de Eurydiscalges, los huevecillos son puestos sobre las bárbulas (Fig. 20b). Es interesante hacer notar que los sitios de oviposición de las especies con las que se entremezclan son diferentes.

Las especies restantes son Pterolichidae pertenecientes a los géneros Protolichus, Aralichus y Rhytidelasma Gaud. Todas fueron encontradas en la superficie expuesta del plumaje de A. canicularis.

Una sola especie de Protolichus (especie P, Fig. 25, especie nueva cercana a P. eurycnemis (Trouessart)) presenta todos sus estadios confinados a la superficie ventral de las plumas primarias 3 - 10, con la mayor concentración de individuos en las primarias exteriores (Fig. 26). Los huevecillos son puestos sobre el ramo, en su vértice con las bárbulas distales (Fig. 20c).

Las otras dos especies de Aralichus presentan un distri-

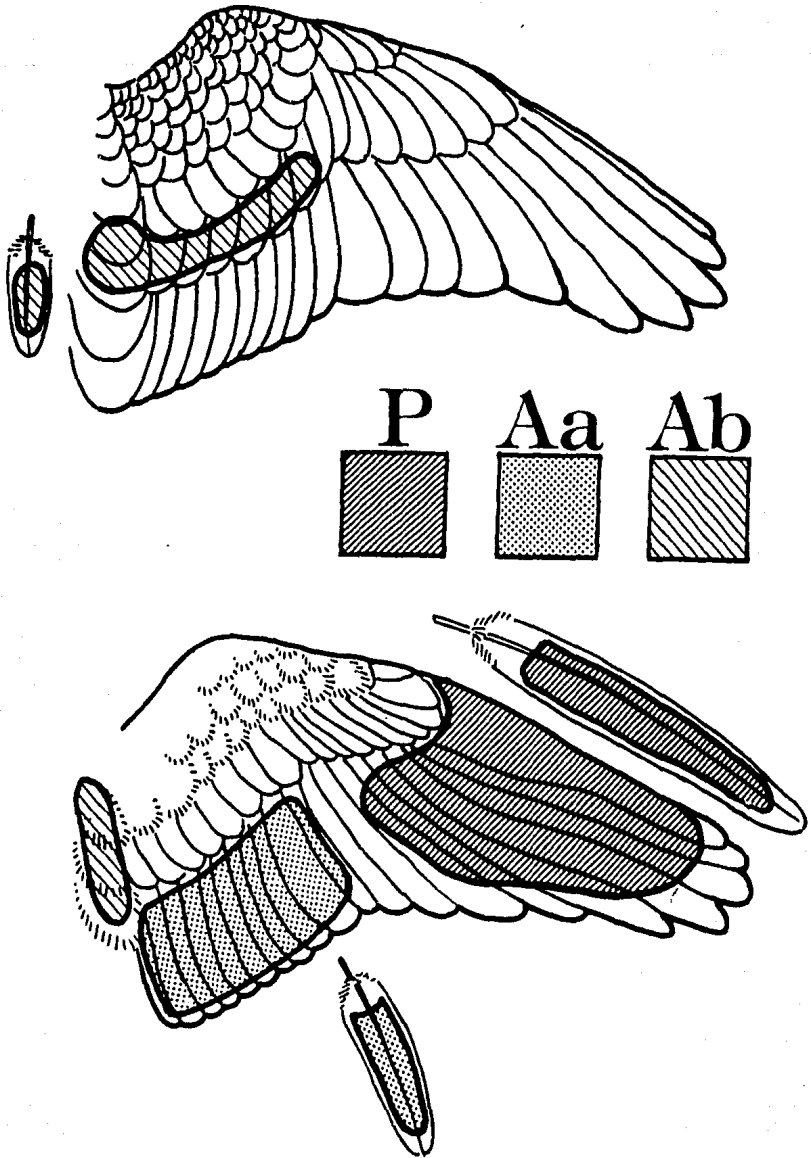


Fig. 26. Microdistribución de Protolichus (Pterolichidae), especie nueva P; Aralichus (Pterolichidae), especie nueva Aa y A. venustissimus (Trouessart) (=Ab). Superficie dorsal (figura superior) y ventral (figura inferior) del ala.

bucción discreta. Aralichus Aa (Fig. 25, especie nueva cercana a A. cribriformis (Mégnin y Trouessart), n. comb. = Pterolichus (P.) denticulatus cribriformis) estaba restringida al vexilo de las secundarias (Fig. 26). La tercera especie de este género, Aralichus Ac (Fig. 25, especie nueva cercana a A. porrectus (Mégnin y Trouessart), n. comb. = Pterolichus (P.) hemiphyllus porrectus) fue encontrada solamente en la superficie expuesta de las plumas de la cola (Fig. 27). Los huevecillos de ambas especies son puestos en las caras laterales del raquis de las plumas correspondientes (Fig. 20e).

La última especie de ácaros encontrada en A. canicularis, pertenece al género pterolíquido Rhytidelasma (especie Rc, Fig. 25, especie nueva cercana a R. ulocercus (Trouessart), n. comb. = Pterolichus (Pseudalloptes) ulocercus). Fué la única especie que no se encontró en todos los ejemplares examinados (fue encontrada en 8 de 16 ejemplares). Esta especie ocurre en pequeñas cantidades en el vexilo expuesto de las plumas secundarias y de la cola (Fig. 27).

En pieles de museo es posible coleccionar dos especies de este género en un solo huésped. Por ejemplo, se han encontrado dos especies en Aratinga h. holochlora de Tamaulipas. Una forma (especie Ra, Fig. 25, especie nueva cercana a R. tritiventris (Trouessart), n. comb. = Pterolichus (Pseudalloptes) tritiventris) no presenta proyecciones terminales y la segunda forma (especie Rb, Fig. 25, especie nueva cercana a R. zebra

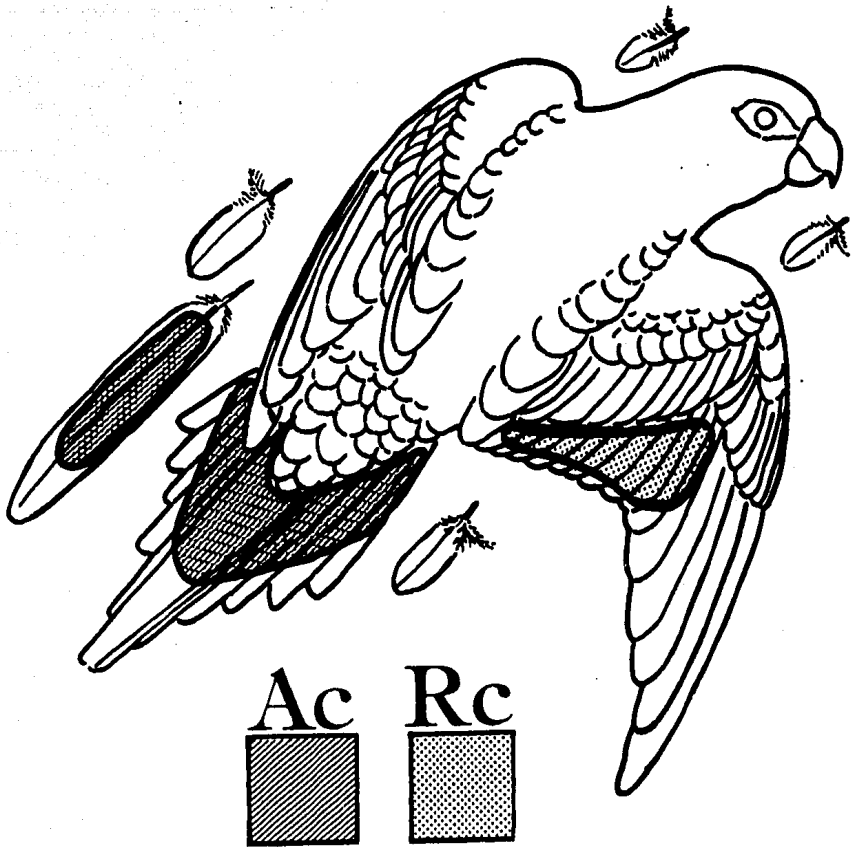


Fig. 27. Microdistribución de Aralichus (Pterolichidae), especie nueva Ac; Rhytidelasma (Pterolichidae), especie nueva Rc.

Gaud), tiene proyecciones terminales con anillado transversal. Los sitios de estas especies no han sido registrados, sin embargo, es probable que una habite las plumas secundarias y otra las de la cola. Un comentario final se refiere a otra especie nueva de tamaño intermedio entre Rb y Rc de Amazona finschi del Occidente de México. Todos los estadios de esta especie nueva se encontraron confinados en el surco ventral del raquis de las plumas de la cola y secundarias.

C. Sitios de oviposición de los Mallophaga

En Aratinga canicularis se encontraron huevos de las siguientes tres especies de piojos: Paragoniocotes venezolanus Stafford, Heteromenopon Carriker, sp. nov., y Psittacobrosus anduzei (Stafford) (Fig. 28). Los huevos de cada una de estas especies presentaban diferencias notables en el tamaño, en la forma del opérculo, en el número y disposición de los micrópilos y en la ornamentación del exocorion. Además, cada tipo de huevo estaba fijado de una manera especial en áreas específicas de las plumas.

Los huevecillos de Paragoniocotes venezolanus (Ischnocera: Philopterae) fueron encontrados fijados a las bárbulas que presentan nodos e internodos, característicos de la región plumulacea de las plumas (Fig. 28d). Estaban ampliamente distribuidos en todos los tipos de plumas de todas las regiones del ave, siendo más abundantes en las plumas del cuerpo donde se encontraron hasta 10 huevecillos en cada pluma. Parece

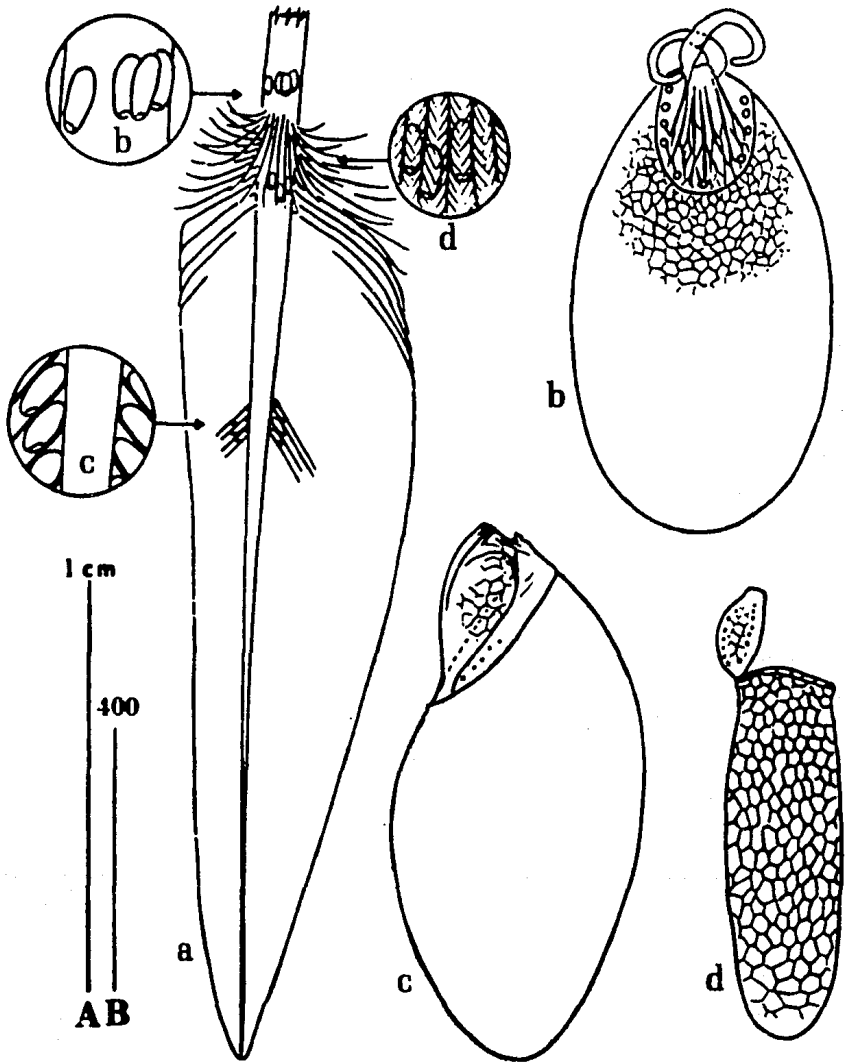


Fig. 28. Sitios de oviposición de Mallophaga. a, Alula de Aratinga canicularis (L.) mostrando las posiciones de los huevos de malófagos. b-c, huevos de malófagos. b, Heteromenopon Carriker, sp. nov.; c, Psittacobrosus anduzei (Stafford); d, Paragoniocotes venezolanus Stafford. Escala A (en centímetros), Fig. 28a; escala B (en micrómetros), Figs. 28b - 28d.

existir una correlación entre el tamaño de la porción plumulacea de la pluma y la abundancia de estos huevos. Por ejemplo, eran abundantes en las cobertoras del ala y de la cola. En contraste, las plumas remeras y rectrices que poseen pocas barbas plumulaceas presentaban muy escasamente estos huevecillos (0 - 2 por pluma). Los huevos de P. venezolanus son los más pequeños que se encontraron sobre A. canicularis y presentan un exocorion completamente ornamentado a manera de hexágonos. La fijación a la pluma se lleva a cabo por medio del cemento producido por las glándulas accesorias maternas en el momento de la oviposición. Estos huevecillos estaban cementados por su parte basal a las barbas plumulaceas con el polo posterior siempre orientado hacia el cañón o raquis de la pluma. Tanto los huevecillos como los adultos y las ninfas de esta especie eran siempre los más abundantes en todos los ejemplares revisados, encontrándose una concentración de individuos en el cuerpo del ave.

Los huevecillos de Heteromenopon sp. nov. (Amblycera: Menoponidae) se hallaban fijados a la parte externa del cañón, entre el ombligo superior y el folículo de la pluma y alrededor del ombligo superior (Fig. 28b). Fueron encontrados en todas las plumas del ala y de la cola pero nunca en las plumas del cuerpo. El opérculo de estos huevos es fácilmente reconocible debido a que presenta dos filamentos operculares con diversos grados de enroscamiento. También presentan ornamentaciones hexagonales en la parte anterior

del huevo. Los huevos están cementados al cañón indistintamente sobre su cara ventral o dorsal. Incluso es común observar huevecillos unidos a otros huevecillos que a su vez están unidos al cañón. La parte posterior del huevo siempre estaba dirigida hacia la piel del ave.

Los huevos de Psittacobrosus anduzei (Amblycera: Menoponidae) estuvieron restringidos al vexilo ventral penaceo de las remeras, rectrices, cobertoras primarias y alula. Estos huevos con opérculo en forma de casco son puestos en los surcos entre las barbas junto al raquis y se pueden encontrar varios huevos en un surco (Fig. 28c). Los huevos están fijados por su base, con el opérculo distal al raquis. El cemento que presenta dos filamentos terminales y que prácticamente cubre todo el huevo solo deja sin cubrir la región del opérculo. Esta es la razón por la que estos huevos son tan aparentes y pueden ser vistos a simple vista sobre la pluma.

Cabe resaltar que esta es la primera descripción de huevos de malófagos en Psittaciformes, además de ser el primer reporte de especies de malófagos en A. canicularis y la primera cita de estas especies de malófagos para México (K. C. Emerson, com. pers.).

VI. DISCUSION Y CONCLUSIONES

MICRODISTRIBUCION DE LAS ESPECIES EN EL PLUMAJE DEL HUESPED

La división de la presentación de los resultados en ácaros habitantes del cañón y ácaros habitantes de la superficie externa de la pluma, obedece a un reconocimiento preliminar de dos amplios habitats proporcionados por la pluma.

El cálamo es un habitat que ha sido invadido por diversos grupos de ácaros. En los Prostigmata dos familias de Cheyletoidea (Cheyletidae y Syringophilidae) están asociadas a muchas familias de aves tanto Passeriformes como no-Passeriformes (Kethley, 1970). En los ácaros plumícolas se sabe que algunas familias de dos de las tres superfamilias sensu Gaud y Atyeo (1978) ocurren en los cañones. En los Pterolichoidea, los Syringobiidae están asociados a los Charadriiformes y Apterygiformes (Syringobiinae) (Gaud y Atyeo, 1970) y a los Falconiformes, Caprimulgiformes, Apodiformes, Galliformes y Psittaciformes (Ascouracarinae) (Gaud y Atyeo, 1976; D'Souza y Jagannath, 1981). En los Analgoidea, los Apionacaridae se encuentran en los cañones de Charadriiformes y Galliformes (Gaud y Atyeo, 1975); los Ptyssalgidae están restringidos a los Trochilidae (Aty eo y Gaud, 1979b); los Gaudoglyphidae se conocen solo de Gallus gallus (Bruce y Johnston, 1976); los Dermoglyphidae ocurren en los Tinamiformes, Columbiformes, Ciconiiformes, Struthioniformes, Galliformes y Gruiformes

(Gaud y Mouchet, 1959; Gaud, Atyeo y Berla, 1972); dos subfamilias de Proctophyllodidae (Rhamphocaulinae y Allodectinae) ocurren en Trochilidae (Park y Atyeo, 1971a, b); y el género Paralgopsis (Pyroglyphidae) es conocido solo de los cañones de Psittaciformes (Gaud y Mouchet, 1959).

En los diversos taxa de ácaros plumícolas y del cañón, hay un número extraordinariamente grande de géneros específicos a un solo orden de aves (Tabla II). Sin embargo, los taxa encontrados en el mismo orden de aves pueden no tener afinidades taxonómicas entre sí.

Dos modelos alternativos han sido sugeridos para explicar la evolución de las asociaciones huésped-parásito de los ácaros habitantes del cañón. De acuerdo al modelo de "rastreo filogenético" (phylogenetic tracking), la filogenia de un grupo de parásitos es el resultado de un "rastreo" o seguimiento evolutivo de la filogenia de un grupo de huéspedes. Como resultado de este modelo las interrelaciones de los parásitos son congruentes con las interrelaciones de sus huéspedes. En cambio en el modelo de "rastreo de recursos" (resource tracking), la evolución del parásito "rastrea" o sigue la disponibilidad de algún recurso de su huésped, distribuido independientemente a la filogenia del huésped. De acuerdo a este modelo, sería de esperarse relaciones no congruentes entre el grupo de parásitos y su grupo de huéspedes (Kethley y Johnston, 1975).

Kethley y Johnston (1975) concluyeron que los siringofílidos se han transferido a nuevos huéspedes con características topográficas similares a las del huésped original. De este modo, se han adaptado a microhabitats que se pueden caracterizar en términos del volumen y grosor de las paredes del cañón. Estos parámetros están distribuidos entre los huéspedes en un patrón que puede ser independiente de sus afinidades taxonómicas. Esto es un claro ejemplo de evolución de un grupo de parásitos como resultado de rastreo de los recursos de su huésped.

Los ácaros que habitan dentro de los cañones en plumas de Psittaciformes son: Cheyletidae, Siringophylidae, Siringobiidae y Pyroglyphidae. En este estudio se encontró que A. canicularis posee especies de las últimas tres familias mencionadas, las cuales ocupan varios tipos de plumas con diferencias en volumen y grosor de las paredes del cañón (Figs. 18 y 19). Los patrones de distribución de estos ácaros sobre su huésped parecen mejor explicados por la hipótesis de rastreo de recursos. Todos los géneros asociados a Psittaciformes están restringidos a este orden, a su vez, los géneros relacionados se encuentran restringidos a uno solo de los otros órdenes de aves no-Passeriformes. Lo anterior sugiere que la evolución de los parásitos ha rastreado la filogenia de los huéspedes, sin embargo, parece razonable pensar que después de que un grupo "prototipo" de ácaros se ha adaptado

a un orden de aves, el modo efectivo para transferencias de huésped ha sido frecuentemente un rastreo de recursos. Un ejemplo de rastreo filogenético con un posterior rastreo de recursos sería el de los Syringobiidae habitantes del cañón. En la subfamilia nominal, siete de los ocho géneros ocurren solamente en Charadriiformes mientras que el octavo género es conocido solo de kiwis (Apterygiformes). Los siete géneros de Ascouracarinae tienen una distribución más amplia entre los órdenes de aves: Ascouracarus Gaud y Kolebinova son de Caprimulgidae europeos; Ascogastra Gaud y Atyeo de los Psittaciformes australianos; Cystoidosoma Gaud y Atyeo y Petersonascus Gaud y Atyeo de los Psittaciformes del nuevo mundo; Gallilichus D'Souza y Jagannath en Galliformes; Orphanacarus Gaud y Atyeo de Apodiformes del viejo mundo y Pyonacarus Gaud y Atyeo de Accipitridae africanos.

El desarrollo y la reproducción de los ácaros habitantes del cañón ocurren dentro del mismo (Kethley, 1971; Dubinin, 1956). Con respecto a los siringoflidos, se sabe que la hembra fertilizada es la forma dispersora y que la dispersión ocurre solo en dos épocas del año. Durante el anidamiento los ácaros se dispersan de ave a ave mientras que durante la muda ocurre una dispersión de cañón a cañón en el mismo huésped. Con respecto a los piroglífidos y siringobfidos no existe información. Sin embargo, en este trabajo se presenta evidencia que sugiere fuertemente que en

el siringobívido Cystoidosoma la larva es la forma dispersora. Esta idea se apoya en el hecho de que las larvas construyen orificios de salida en las paredes del raquis. En cambio, los adultos se encontraron en números pequeños y son demasiado grandes para entrar y salir del cañón. Finalmente, en el piroglívido Paralgopsis a causa de su tamaño adecuado y del alto número de adultos encontrados en cada cañón, parece probable que la hembra fertilizada dispersa la especie al invadir el ombligo superior de nuevas plumas (al igual que los siringofílidos).

La disposición de las especies encontradas dentro de un cañón individual, indica que cada uno de los grupos co-habitantes está ocupando un microhabitat particular dentro del mismo. En los casos descritos de poblaciones mezcladas de dos o más especies, es claro que ocurre una división del recurso proporcionado por el huésped con una clara segregación de microhabitats. Por ejemplo, aunque Cystoidosoma coincide con Paralgopsis alrededor de las cubiertas de la pulpa, la primera ocupa además la cavidad interna del raquis. Los siringofílidos se segregan en la parte del cañón que queda embebida en la piel, lo cual está en relación a sus hábitos alimenticios -diferentes al de los ácaros plumícolas- ya que se nutren de los líquidos tisulares del huésped. Para ello, perforan las paredes del cálamo con sus quelíceros modificados en forma de estilete (Kethley, 1971).

No existen reportes en la literatura con respecto a los hábitos alimenticios de los ácaros plumícolas encontrados en el cañón (Paralgopsis y Cystoidosoma). De acuerdo a las observaciones presentadas aquí, se puede avanzar la idea de que se alimenten de la pluma (médula y cubiertas de la pulpa) lo cual es congruente con sus quelíceros bien desarrollados y adaptados para masticar.

En el intestino de algunos Cystoidosoma se observaron restos de ácaros del género Paralgopsis, sin embargo, la posibilidad de que sean depredadores se descarta con base en los siguientes hallazgos: 1) A pesar de que es común observar poblaciones mezcladas de ambas especies, también es común encontrar alguna de ellas como habitantes únicos de un cañón e incluso de un huésped individual y 2) Se ha registrado que en plumas desprendidas del huésped y mantenidas en tubos cerrados a temperatura ambiente, tanto Paralgopsis como Cystoidosoma como únicos habitantes del cañón, pueden sobrevivir hasta tres meses. Evidentemente sobreviven obteniendo sustancias de la médula y de otras partes del cañón y raquis. Por otro lado, la presencia de restos de ácaros en el intestino también puede sugerir que Cystoidosoma es detritófaga, de modo que además de alimentarse con el material de la pluma, aprovecha otras fuentes de materia orgánica como exuvias de ácaros. Si lo anterior es correcto, la actividad detritófaga de Cystoidosoma contribuiría a limpiar el interior del cañón, repercutiendo en un mejor aprovecha-

miento del espacio,

En relación a los hábitos alimenticios de los ácaros plumícolas que habitan la superficie externa de las plumas, existen varias sugerencias. Evans, Sheals y Macfarlane (1961) mencionan que probablemente se alimentan de fragmentos de plumas, descamaciones de la piel y secreciones aceitosas de sus huéspedes. Adicionalmente, Dubinin (1951) recuperó esporas de hongos y diatomeas del contenido intestinal de 26 especies de ácaros plumícolas asociadas a aves acuáticas y sugirió que este era su principal alimento. Dichas esporas de hongos y diatomeas comúnmente se encuentran sobre el plumaje de los huéspedes.

Parece aceptable que el alimento de los ácaros plumícolas incluye los sustratos mencionados, de tal modo que se puede considerar que la asociación que establecen con su huésped es de tipo comensal (sensu Dindal, 1975). Lo anterior estaría de acuerdo con el hecho de encontrar infestaciones muy altas sin que ocasionen un daño aparente al huésped.

Aunque refiriéndonos a los ácaros plumícolas en su conjunto se puede considerar que el alimento es variable, es posible que a nivel específico haya preferencias alimenticias por ahora desconocidas. Esto puede ser necesario debido a la gran diversidad de especies que coexisten en un solo huésped. De las 12 especies de ácaros habitantes de la superficie solamente fue posible asociar una especie con

una preferencia alimenticia: Chiasmalgés sp. nov, perfora la superficie dorsal del raquis con sus quelíceros e ingiere la médula de todas las plumas exceptuando a las remeras y rectrices. Es importante señalar que esta actividad al igual que la de Cystoidosoma causa daño a las plumas del huésped. De este modo, este trabajo constituye un primer reporte de daños producidos por ácaros plumícolas. Cabe señalar que hasta ahora los ácaros plumícolas no son considerados de importancia veterinaria (Yunker, 1973).

Los ácaros habitantes de la superficie externa de las plumas de Psittaciformes son: Falculiferidae, Pterolichidae, Psoroptoididae y Xolalgidae (Tabla V). Existe una gran diversidad de formas, pero los niveles o el grado de conocimiento varía con los géneros. Por ejemplo, las revisiones de algunos géneros ya se han concluido (vgr.: Distigmesikya); de otros, aunque se conocen las especies, estas no se han descrito (vgr.: Protolichus); y de otros, aún no se han iniciado las investigaciones taxonómicas (vgr.: Rhytidelasma). Por lo tanto, en este momento no es posible hacer afirmaciones definitivas acerca de la especificidad de las relaciones huésped-parásito de todos los taxa.

A partir de nuestra información sobre segregación de microhabitats de los ácaros plumícolas por fuera del cañón en Aratinga canicularis y especies relacionadas, se sabe que las

poblaciones conespecíficas y las especies relacionadas que habitan huéspedes diferentes, ocupan los mismos microhabitats. Por ejemplo, A. canicularis y A. nana comparten la misma acarofauna y los mismos patrones de microdistribución en el plumaje. A su vez, A. holochlora que posee especies distintas aunque congénéricas a las de A. canicularis y A. nana presenta patrones de microdistribución equivalentes. Si los congéneres ocupan el mismo microhabitat en diversas especies de pericos, es posible que se haya llevado a cabo un proceso de radiación múltiple a partir de los prototipos genéricos. De este modo se puede asumir que los prototipos genéricos establecieron preferencias de sitios en el plumaje, antes de la radiación de las especies.

Los datos obtenidos de las aves colectadas en el campo junto con la información a partir de pieles de museo y de la literatura (Cap. III), nos permiten formular las siguientes hipótesis: 1) Especies de ácaros cercanamente relacionadas tendrán los mismos o similares patrones de microdistribución en especies de huéspedes relacionadas y 2) Si un taxón acarino está ausente en una especie de huésped, la especie de ácaro derivada del taxón original ocupará el microhabitat de la especie perdida.

En el pasado, cuando se ha estudiado la distribución de ectoparásitos sobre el plumaje de las aves, se han relacionado los resultados encontrados con las regiones topográficas

del ave (cuerpo, cola y alas), La única excepción a esta regla la constituye el trabajo de Dubinin (1956) quien estudio detalladamente la distribución de los ácaros en el vexilo de las remeras.

La aplicación del criterio de regiones topográficas usado en trabajos anteriores no permitió la definición de patrones significativos de distribución. Consecuentemente fue necesario desarrollar los estudios con mayor detalle, hasta que los resultados permitieron reconocer la gran diversidad de microhabitats en el plumaje de los pericos. Es claro que los microhabitats fueron definidos a posteriori tomando en cuenta las distribuciones encontradas.

A. canicularis posee 12 especies pertenecientes a las familias Pterolichidae, Psoroptoididae y Xolalgidae. Los microhabitats de cada una de las 12 especies pueden ser definidos. Algunas especies ocupan el microhabitat por si solas y algunas otras lo comparten todo o en parte, de tal modo que algunos microhabitats tienen poblaciones mezcladas. En los ejemplos de mezcla de poblaciones de distintas especies no fue posible definir la división del recurso y la única diferencia que se encontró es que cada especie presentó sitios de oviposición distintos. Cuando las microdistribuciones fueron relacionadas con áreas protegidas y expuestas, fue posible dividir la acarofauna en especies adaptadas a cada área. Exceptuando las plumas de vuelo y de la cola (remeras y rectrices), la superficie de una pluma que está

expuesta a los elementos representa solo una pequeña porción debido al efecto de sobreposición. En consecuencia, las áreas protegidas son las más abundantes y pueden ser explotadas diferencialmente por los ácaros permitiendo encontrar una clara relación con sus diferentes estructuras. Por ejemplo, se encontró que la acarofauna de las cobertoras menores del ala, es más similar a la de las plumas del cuerpo que a las de vuelo de la misma ala. De igual modo la acarofauna de las cobertoras mayores es más similar a la de las plumas de vuelo que a las del cuerpo. Lo anterior indica que la estructura de una pluma es más relevante que su localización en el ave. Como se puntualizó en la Sección de Plumaje del Cap. II, es notable el hecho de que las plumas cobertoras muestran una transición de estructura entre las plumas de vuelo y las plumas del cuerpo. Es decir que una cobertora mayor es más parecida a una pluma de vuelo que a una pluma del cuerpo, mientras que una cobertora menor es más similar a una pluma del cuerpo que a una de vuelo.

La diversidad de ectoparásitos en las aves es función de la diversidad topográfica de su tegumento (Wenzel y Tipton, 1966; Kethley y Johnston, 1975; Marshall, 1981). Sin embargo dicha diversidad topográfica debe contemplarse no solo a nivel de regiones del cuerpo y/o diferentes tipos de plumas, como hasta ahora se ha considerado, sino también, a nivel de microregiones en una pluma individual. Cada pluma o regiones de una pluma están sujetas a diferentes condiciones. A su

vez cada pluma tiene una morfología específica que define una serie de microhabitats. En este trabajo se reconocieron como microhabitats básicos de una pluma: las barbas plumulaceas, la superficie externa del cañón, el vexilo basal protegido, el vexilo dorsal protegido, el vexilo ventral protegido, el vexilo ventral expuesto, el surco ventral del raquis y los que ya han sido mencionados para el interior del cálamo. Aún así, es probable que la presente lista de microregiones subestime el número total de microhabitats en cada pluma. No obstante, si se considera que el número total de microhabitats en el plumaje de un ave estaría dado por el producto del número de tipos de pluma multiplicado por el número de microregiones en cada pluma, la cifra obtenida es asombrosa.

A. canicularis carece de ciertas especies de ácaros que ocurren en especies de pericos relacionados (vgr.: una segunda especie de Rhytidelasma y de Protonyssus). Cabe preguntar si sobre los otros huéspedes estas especies adicionales están ocupando nuevos microhabitats o coexisten con las especies relacionadas de A. canicularis. Tres especies de Fainalges coexisten en las barbas plumulaceas de las cobertoras de la cola aunque no fue posible encontrar una segregación de microhabitats en esta restringida región de las plumas. Estudios adicionales podrían determinar la división del recurso entre estas especies y detectar dimensiones del microhabitat a menor escala.

La prevalencia (Margolis et al., 1982) de los ácaros habitantes de la superficie externa de las plumas es mayor que la de los habitantes del cañón. Esta diferencia indica una mayor tasa de éxito en la transferencia de huésped a huésped debida a la conducta de las aves y una buena adaptación de los ácaros a las condiciones externas del plumaje. Si además se considera que los pericos son aves gregarias que no se mezclan con otras especies y que presentan comportamiento de limpieza comunitaria (Fig. 9), se puede entender porque la acarofauna plumícola de una población de pericos es compartida por todos sus miembros.

Todos los especímenes de campo de A. canicularis examinados tenían al menos once de las doce especies de ácaros plumícolas encontradas. Es decir que la tasa de infestación fue cercana al 100%. Esta elevada tasa es contrastante con las colectas de museo, donde el número promedio de especies por piel varía entre 5 y 6. A la luz de los resultados obtenidos, se sabe que la mayoría de los ácaros colectados de pieles de museo provenían de la superficie expuesta de las plumas (ej. Protolichus sp., Aralichus Aa). Los ácaros de las regiones protegidas estaban muy pobremente representados en las muestras (ej. Aralichus Ab). Los resultados sobre la segregación de microhabitats permiten reinterpretar de este modo, los hallazgos de las colectas en museo y nos muestran una diversidad de acarofauna en una especie de ave, mayor de la que pudiera haberse anticipado.

En relación a los malófagos, ha sido repetidamente afirmado que especialmente los Ischnocera presentan un alto grado de especificidad a su huésped y que tienden a distribuirse en sitios específicos del cuerpo del huésped (Clay, 1957; Nelson, 1972). Los trabajos a este respecto se refieren solo a la distribución de ninfas y adultos. La distribución de huevos en el plumaje de un ave ha sido revisada solamente por Nelson y Murray (1971) quienes estudiaron las cuatro especies de malófagos de Columba Livia (Columbiformes).

En la presente investigación se encontró que cada una de las tres especies de malófagos (tanto Ischnocera como Amblyocera) de Aratinga canicularis, pone sus huevos en sitios específicos similares a los descritos por Nelson y Murray para los piojos de paloma doméstica. Sin embargo, la distribución de una especie de A. canicularis: Paragoniocotes venezolanus, fue mucho más amplia que la de cualquier especie de paloma. Esto puede explicarse por su asociación a las plumulaceas que existen en mayor o menor grado en todas las plumas. En general las preferencias para sitios de oviposición de los piojos, parecen estar condicionadas más por la estructura de la pluma que por las posiciones topográficas de las mismas. En algunas plumas (remeras, rectrices, cobertoras primarias y alula) que presentan la estructura requerida por cada una de las especies de Mallophaga, los huevos de las tres especies fueron encontrados en una misma pluma en los sitios mostrados en la Fig. 28. Además, si correlacionamos estos resultados con los pre-

sentados en la Sección B del Capítulo V, se revela que estos huevos cohabitaban con algunas especies de ácaros plumícolas, de modo que de 10 a 12 especies de ácaros y piojos pueden estar ocupando una pluma individual. Por lo anterior, reafirmamos que cada pluma tiene una morfología específica a la cual un gran número de microhabitats pueden estar relacionados.

Tradicionalmente los malófagos han sido divididos en piojos del cuerpo y piojos del ala. En concordancia con los datos de Nelson y Murray, nuestros resultados muestran que esta clasificación es incorrecta. Esta afirmación está basada en el hecho de que la distribución encontrada para los huevos de las especies de piojos, está en relación con la estructura de la pluma, pudiendo abarcar varias o todas las regiones topográficas del ave (cuerpo, alas y cola). Debido a que los huevos de malófago permanecen adheridos a la pluma a pesar del manejo que se le aplica al ave, el estudio de su distribución permite determinar adecuadamente la distribución de las especies de piojos sobre el huésped.

En otras especies de pericos mexicanos revisados, se encontraron huevos de malófagos que pertenecen a especies correspondientes a las encontradas en A. canicularis. De acuerdo a las identificaciones de los adultos recuperados (realizadas por el Dr. K. C. Emerson) se trata de las mismas espe-

cies o de especies pertenecientes a los mismos géneros. Los Psittacidae Neotropicales presentan una gran diversidad de especies (Price y Beer, 1966, 1968; Carriker, 1950). La Tabla VIII resume los registros disponibles de malófagos en Psittacidae Mexicanos. El futuro estudio sobre la microdistribución de huevos de malófagos en Psittaciformes adquiere mayor importancia en vista de las relaciones ácaro-malófago presentadas en los siguientes Capítulos VII y VIII.

TABLA VIII

Registros nuevos de Mallophaga en Psittacidae Mexicanos, a partir de este estudio. (Identificaciones de K. C. Emerson).

<u>Aratinga canicularis</u> (L.)	<u>Psittacobrosus anduzei</u> (Stafford, 1943) <u>Heteromenopon</u> Carriker, sp. nov. <u>Paragoniocotes venezolanus</u> Stafford, 1943
<u>Aratinga nana astec</u> (Souancé)	<u>Psittacobrosus anduzei</u> <u>Paragoniocotes</u> Cummings, sp. nov. 1
<u>Amazona finschi</u> (Sclater)	<u>Psittacobrosus amazonicus</u> Carriker, 1963 <u>Paragoniocotes</u> sp. nov. 2
<u>Forpus cyanopygius</u> (Souancé)	<u>Psittacobrosus forpi</u> Carriker, 1954 <u>Paragoniocotes illustris</u> Carriker, 1950

Registros publicados de Mallophaga en Psittacidae Mexicanos.

<u>Amazona autumnalis</u> (L.)	<u>Psittacobrosus amazonicus</u> Carriker, 1963 (citado en Price y Beer, 1968) <u>Paragoniocotes quadri-tergum quadritergum</u> Carriker, 1950 (citado en Carriker, 1950)
<u>Pionus senilis</u> (Spix)	<u>Psittacobrosus amazonicus</u> Carriker, 1963 (citado en Price y Beer, 1968)

VII. RESULTADOS

ACAROS PLUMICOLAS, MALOFAGOS Y TANATOCRESIS

Durante los estudios de segregación de microhabitats con pericos mexicanos (Cap. V) se encontró que taxa no relacionados de ácaros plumícolas habitantes del cañón o de la superficie externa de las plumas, usan exuvias de su propia especie o de otra cercanamente relacionada para mudar (Pérez y Atyeo, 1984b).

Cuando los ácaros plumícolas mudan, la línea ecdisial tiene forma de "Y" con el tallo de la "Y" comenzando cerca de la placa propodosomal y con los brazos dirigidos posterolateralmente hacia atrás de la seda d_2 y l_2 . Los brazos se continúan posteriormente a lo largo de los márgenes opistosomales para reunirse por encima del ano (Oudemans, 1908; Fig. 29 b, c). La región del tegumento posterior a la segunda fila de sedas funciona como un opérculo, puesto que es empujada hacia afuera cuando el nuevo estadio emerge. La exuvia resultante es un "cascarón vacío" con una gran abertura dorsoposterior. Estos "cascarones vacíos" son usados por otros individuos de la misma especie o de otras especies relacionadas para mudar, de tal modo que se forman cadenas exuviales (Fig. 29 a, d).

Puesto que las cadenas exuviales ya habían sido reportadas para especies de la subfamilia Syringobiinae que ocurren en los cañones de aves Charadriiformes, se procedió a examinar material de este orden. Para ello se examinaron cañones de las plumas de vuelo de algunos Charadriiformes colectados

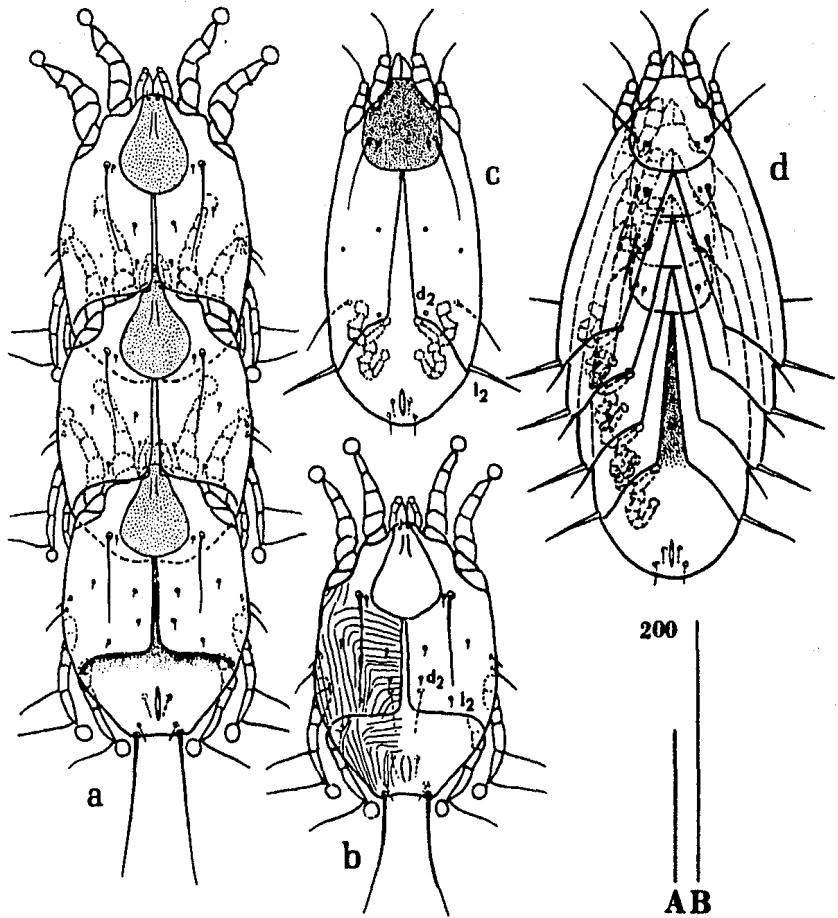


Fig. 29. Exuvias de ácaros. a-b, protoninfas de *Chiasmalgus* Gaud y Atyeo, sp. nov. (de *Aratinga canicularis* (L.)). a, cadena exuvial; b, exuvia de protoninfa. c-d, Protoninfas de *Syringobia* Trouessart y Neumann sp. (de *Charadrius vociferus* L.). c, exuvia de protoninfa; d, cadena exuvial, patas del lado derecho sin ilustrar. Escala en micrómetros; A, Figs. 29c y 29d; B, Figs. 29a y 29b. Sedas: d_2 , l_2 , de la segunda fila de sedas histerosomales.

en el campo, que contenían Syringobiinae (material de la colección del Dr. W. T. Atyeo). Los ácaros colectados y sus huéspedes se enlistan a continuación. Todas las aves fueron de Norteamérica.

Especies de Phyllochaeta Dubinin de Actitis macularia (L.).

Especies de Syringobia Trouessart y Neumann de Catantoporus semipalmatus (Gmelin) y de Charadrius vociferus L. Thecarthra theca (Mégnin y Trouessart) de Chlidonias niger (L.).

El cañón es hueco y está regularmente dividido en compartimientos por las cubiertas de la pulpa (Fig. 5). Una de las cubiertas de un compartimiento es cóncava mientras que la otra es convexa. La cubierta cóncava está dirigida hacia la base de la pluma. Los huevos son puestos en la superficie convexa de las cubiertas de la pulpa (Syringobia) o en filas alrededor de la pared del cañón en contacto con las cubiertas (Thecarthra Trouessart). Cuando los ácaros dentro de un compartimiento se preparan para mudar, se mueven a lo largo de la pared del cañón y se encajan ellos mismos con el gnatosoma hacia abajo entre la pared y la superficie convexa de la cubierta. De este modo, por encima de cada cubierta se forma un anillo incompleto de exuvias, que puede estar compuesto por larvas, protoninfas y/o tritoninfas. Los individuos que se desarrollan posteriormente pueden encajarse ya sea en un hueco entre la pared y la cubierta

de la pulpa o pueden introducirse en una exuvia vieja. A medida que el espacio entre la pared y la cubierta se llena, las opciones de sitios para muda se reducen. Puesto que los individuos dentro de un compartimiento tienden a ser de estados similares de desarrollo, las cadenas se forman con protoninfas inicialmente y posteriormente con tritoninfas. Cabe señalar que no se han observado cadenas de larvas.

Todas las exuvias tienen la misma apariencia en la cadena, con las patas anteriores (I, II) dobladas hacia abajo (Figs. 28 c, d). Después de la muda la exuvia carece de tegumento dorsoposterior. Cuando en una cadena existen exuvias de diferentes estadios, el grado de penetración de una en la otra está definido por el tamaño de ambas, vgr.: una exuvia pequeña penetra profundamente en una grande mientras que una grande penetra poco en una pequeña.

En Syringobia, debido a que una protoninfa activa entra forzosamente en una exuvia de protoninfa, esta se distiende lateralmente aumentándose la abertura en forma de "V" a lo largo del dorso (Fig. 28 d). A medida que las sucesivas protoninfas entran en la cadena, las últimas exuvias no pueden distenderse tanto como las primeras, por lo tanto, la serie de Vs formadas por la línea ecdisial dorsal se vuelve más y más angosta en las últimas exuvias. En las tritoninfas de Syringobia, los individuos tienen una diferente conformación del cuerpo. Una tritoninfa activa puede penetrar la cavidad

exuvial hasta la misma profundidad que las protoninfas, sin producir distensión lateral de la exuvia. Las cadenas de tritoninfas tienen caras paralelas y la abertura dorsal de la línea ecdisial es igual en todas las exuvias.

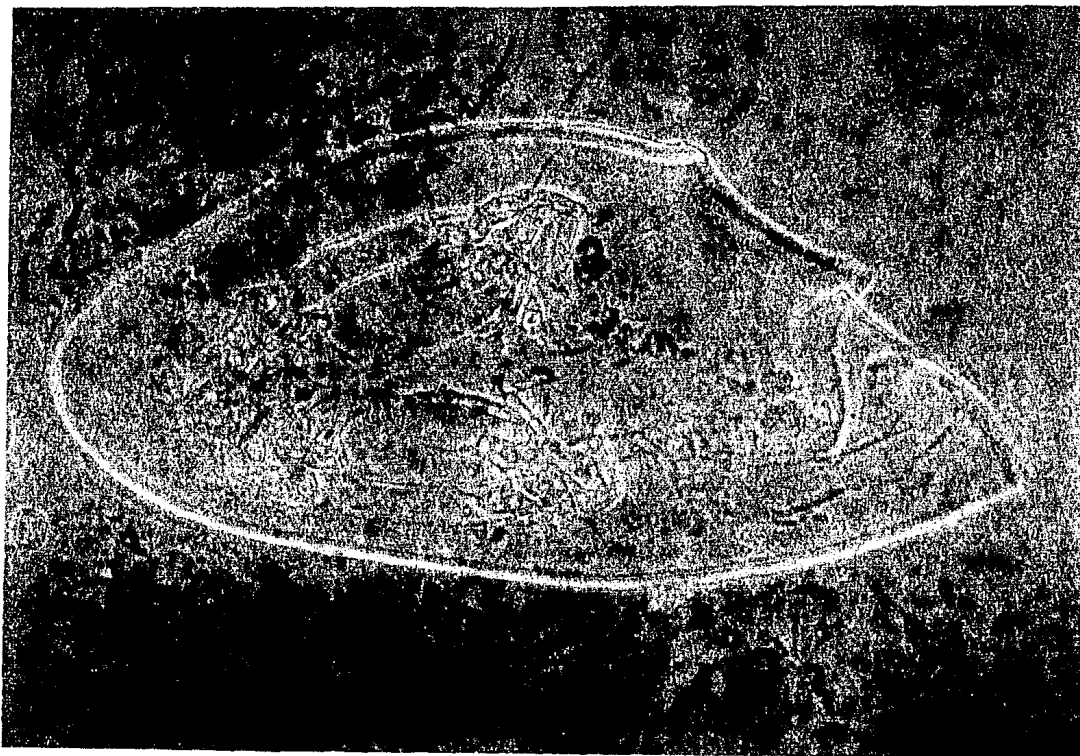
Hasta este punto, todo parecería indicar que la ecdisis dentro de exuvias solamente ocurría en ciertos taxa sirringo-biinos. Sin embargo, como se mencionó, durante los estudios de segregación de microhabitats con psitácidos mexicanos, se encontró que este fenómeno es común entre diversos grupos de ácaros plumícolas.

La información que será presentada a continuación corresponde al perico Aratinga canicularis (L.) del cual se tienen las observaciones más detalladas. Sin embargo, los mismos fenómenos han sido observados para especies de ácaros plumícolas de otras especies de Aratinga Spix, de Amazona Lesson y Forpus Boie.

Dos especies nuevas de Paralgopsis Gaud y Mouchet (Pyroglyphidae) fueron encontradas en los cañones mayores de A. canicularis: una especie grande Pa y una especie pequeña Pb (Figs. 18 y 19). Todos los estadios de las especies de Paralgopsis estaban concentrados alrededor de las cubiertas de la pulpa y en el espacio que rodea al ombligo superior. Cuando las dos especies habitan el mismo cañón, las cadenas de exuvias pueden contener ambas especies. La mayor cadena observada consistió de cinco protoninfas con una secuencia de Pa/Pa/Pb/Pb/Pb. Sin embargo, cualquier otra combinación

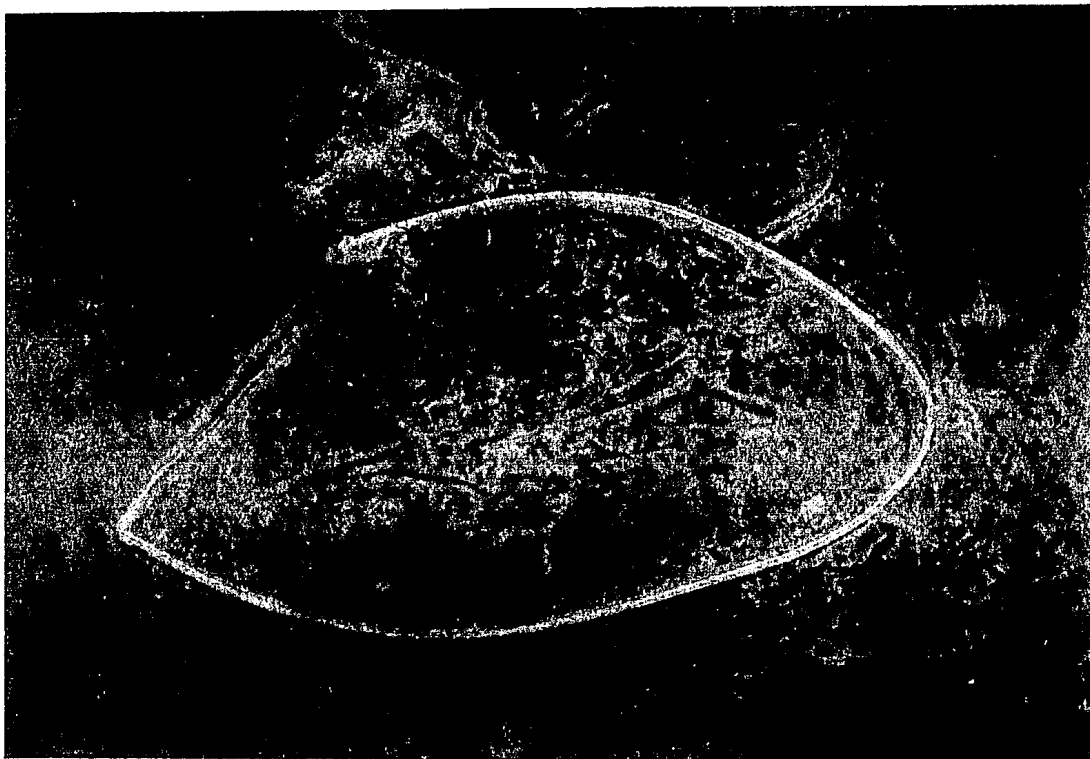
puede también ocurrir. Ocasionalmente en una exuvia de tritoninfa o protoninfa de la especie Pa, pueden haber dos o tres exuvias de protoninfas y/o larvas más pequeñas dispuestas una junto a otra y cada una de estas puede ser el comienzo de cortas cadenas exuviales.

Cada una de las 12 especies de ácaros plumícolas que viven por fuera de los cañones de A. canicularis tienen distribuciones discretas en las plumas (Cap. V, Sección B). En el establecimiento de estos sitios, se observó que había huevos de malófagos en diferentes partes de las plumas (Cap. V, Sección C). Como se sabe, los huevos de malófagos tienen diferentes formas y ornamentaciones del corion (Blater, 1968a, b). Al observar las laminillas microscópicas de los huevos, preparadas con el objeto de identificarlos, un hallazgo sorprendente consistió en que muchos de los huevos de malófagos vacíos (cuya ninfa había eclosionado) estaban ocupados por cadenas de exuvias de ácaros, similares a las de los Syringobiinae y Paralgopsis encontradas dentro de los cañones (Figs. 30, 31). Esto indicaba que los ácaros plumícolas mudan en las áreas protegidas proporcionadas por los huevos de malófagos. Estas observaciones iniciales hicieron surgir el interés hacia un estudio sobre ácaros plumícolas, malófagos y tanatocresis. La tanatocresis se define como "la utilización de cadáveres, secreciones, piezas esqueléticas, excrementos y otros productos de una especie por individuos vivos de una segunda especie pero no como alimento"



Fotomicrografía tomada por: A. Martínez-Mena.

Fig. 30. Exuvias de Protolichus sp. nov. (Pterolichidae) dentro de un huevo vacío de Psittacobrosus anduzei (Menoponidae), de las plumas primarias de Aratinga canicularis (L.). Aumentos originales 40X, ampliación posterior 1:3.



Fotomicrografía tomada por: A. Martínez-Mena.

Fig. 31. Tritoninfa de Protolichus sp. nov. (Pterolichidae) dentro de la exuvia de su propia protoninfa, iniciando una cadena exuvial dentro de un huevo vacío de Psittacobrosus anduzei (Menoponidae), de las plumas primarias de A. canicularis (L.). Aumentos originales 40X, ampliación posterior 1:3.

Margalef (1977). Un ejemplo familiar sería el uso de conchas de moluscos gasterópodos por cangrejos ermitaños (Paguridae).

Finalmente, se estableció la distribución de los tres tipos de huevos de malófago que ocurren en A. canicularis y se asoció cada tipo de huevo con una especie de piojo (Fig. 28). Los ácaros plumícolas (Figs. 21, 25) que usan huevos vacíos de malófagos para mudar son aquellos que ocurren en los mismos sitios que los huevos. Por ejemplo, Chiasmalgés que se localiza alrededor del ombligo superior, es la única especie de ácaros que muda en los huevos vacíos de Heteromenopon sp. nov. formando cadenas exuviales. En cambio, los huevos de Psittacobrosus anduzei son usados por varias especies, cada una de las cuales forman cadenas exuviales: Los huevos que se encuentran en las plumas primarias son invadidos por Protolichus y Eurydiscalgés especie Ea; Eurydiscalgés Ea también ocupa los huevos de P. anduzei que se encuentran en la alula y en las cobertoras primarias; los huevos que se encuentran sobre las secundarias son ocupados por Eurydiscalgés especie Eb y por Aralichus especie Aa; y los huevos de las plumas de la cola son ocupados por Aralichus especie Ac. Cuando dos especies de ácaros coinciden en un sitio, ambas pueden entrar en el mismo huevo de malófago y formar cadenas exuviales dentro del huevo. Es posible encontrar hasta 3 o 4 cadenas (con más de siete exuvias cada una) dentro de un huevo vacío. La tercera especie

de piojo, Paragoniocolles venezolanus, adhiere sus huevos a las barbas plumulaceas, sitio también ocupado por una a tres especies de Fainalges. Estos huevos no son usados por Fainalges ni por ninguna otra especie de ácaro plumícola.

Cuando los huevos de malófagos no están presentes en una pluma individual de A. canicularis, la acarofauna no cambia. Cadenas cortas de exuvias de ácaros pueden verse en los sitios normalmente ocupados por los huevos de malófagos. Es claro que los huevos de malófagos no son necesarios para el ciclo de vida de los ácaros.

Otra forma de interacción entre las especies de malófagos y ácaros (que será discutida en el siguiente capítulo) fue sugerida por algunos hallazgos casuales. Piezas de ácaros, de las que ha sido posible identificar hasta género fueron encontradas en el tracto digestivo de algunos piojos. Por ejemplo, Chiasmalgas y Fainalges fueron observados en Paragoniocolles venezolanus y Psittacobrosus anduzei respectivamente.

Finalmente, una revisión rápida de la Colección Ornitológica del Museo de Historia Natural de la Universidad de Florida (Gainesville, Fla.) confirmó que el uso de exuvias viejas y huevos de malófagos para mudar es un fenómeno general entre ácaros plumícolas. Se han colectado huevos de malófagos llenos de exuvias, de pieles de museo de diversos órdenes de aves, a saber: Crypturellus cimnamomeus (Lesson) (Tinamiformes) con una especie de Crypturoptidae (Pteroli-

choidea); Eudocimus albus (L.) (Ciconiiformes) con una especie de Scutomegninia (Dubinin) (Avenzoariidae: Bonnetellinae); Phloeoceastes guatemalensis (L.) (Piciformes) con una especie de Pteronyssinae (Avenzoariidae) y Zenaidura macroura (L.) (Columbiformes) con una especie de Falculifer Railliet (Falculiferidae).

VIII. DISCUSION

ACAROS PLUMICOLAS, MALOFAGOS Y TANATOCRESIS

El hallazgo de cadenas exuviales de ácaros habitantes del cañón y de la superficie externa de las plumas, permiten concluir que varios taxa no relacionados de ácaros plumícolas usan la exuvia de su propia especie o de otra cercanamente relacionada, para mudar. En los ácaros de la superficie de las plumas, este fenómeno ocurre frecuentemente dentro de huevos de malófagos vacíos.

La muda de los ácaros plumícolas dentro de exuvias y/o dentro de huevos de malófago, es claramente un ejemplo de tanatocresis. Sin embargo, los resultados presentados en el capítulo anterior permiten complementar la actual definición de tanatocresis (Ver pág. 120). De este modo, la definición quedaría expresada en los términos siguientes: La tanatocresis consiste en la utilización de cadáveres, secreciones, piezas esqueléticas, excrementos y otros productos de una especie, por individuos vivos de su misma especie o de una o varias especies diferentes, pero no como alimento. Los huevos vacíos y/o exuvias aparentemente no son necesarios en los ciclos de vida de los ácaros; entonces los ácaros son oportunistas y el fenómeno puede ser llamado tanatocresis facultativa.

Las cadenas exuviales habían sido reportadas solamente para algunas especies de Syringobiinae que ocurren en

los cañones de aves Charadriiformes. Varias interpretaciones y especulaciones acerca de este fenómeno habían sido sugeridas. Trouessart (1887) en su descripción de Anoplnotus (= Pterolichus) semaphorus observó cadenas de tres o cuatro exuvias interpretando que se encontraban una sobre otra. En su opinión esto indicaba que los ácaros de esta especie sufrían numerosas mudas en el mismo lugar o alternativamente que los individuos mantenían los tegumentos viejos sobre su dorso a manera de manto. El mismo autor (Trouessart, 1894a) estudiando este fenómeno en Syringobia chelopus (Trouessart y Neumann) reportó el hallazgo de hasta seis tegumentos insistiendo que se encontraban uno sobre otro y que pertenecían al mismo individuo. Sin embargo, más tarde (1894b), modificó su interpretación afirmando que las exuvias se ensamblaban o se ajustaban una dentro de la otra en tal forma que el tegumento mayor era el más externo, mientras que el menor estaba insertado dentro de los demás. Adicionalmente, sugirió que los tegumentos pertenecían a individuos diferentes en edad y tamaño y que la muda dentro de tegumentos vacíos representaba una estrategia adaptativa para evitar a los depredadores Cheyletidae. La región del ácaro cubierta por la exuvia vieja tendría la apariencia de un tegumento muerto desprovisto de "carne y sangre". El opistosoma expuesto estaría protegido por secreciones repelentes de las glándulas opistonotales análogas a las de ciertos Myriapoda.

Fue solo hasta 1956 que Dubinin retomó el tema en sus discusiones acerca de los ciclos de vida de Anoplontus semaphorus y Thecarthra theca (Mégnin y Trouessart). Este autor (quien presentó -aunque mal interpretadas- por primera vez ilustraciones de las cadenas exuviales, Fig. 32) sugirió que el hecho de que los ácaros mudaran sobre tegumentos vacíos redundaba en un mejor aprovechamiento del espacio dentro del cañón.

Por otro lado, en 1954 Eichler reportó por primera vez la presencia de ácaros en huevos de mariposas de Bucerotidae. Puesto que de acuerdo a sus observaciones los ácaros ocurrían en pares dentro de los huevos, sugirió que cada par podría estar usando los huevos como un "nido de amor" (Liebesnest). Más tarde (1956) al reinterpretar sus observaciones sugirió otras posibilidades: 1) que los ácaros accidentalmente habían entrado a los huevos durante la preparación del material en bálsamo de Canadá; 2) que los huevos podrían ser lugares de ocultamiento para los ácaros; 3) que los huevos podrían ser usados para la oviposición de los ácaros; y 4) que los ácaros podrían ser depredadores de embriones en los huevos.

Con base en los resultados obtenidos en el presente trabajo, es posible concluir que los ácaros pueden usar exuvias o huevos vacíos de mariposas durante la muda y que ambas conductas se han desarrollado en grupos no relacionados de ácaros asociados con diversos grupos de aves. Es claro que Trouessart y Dubinin (exceptuando Trouessart, 1894**b**)

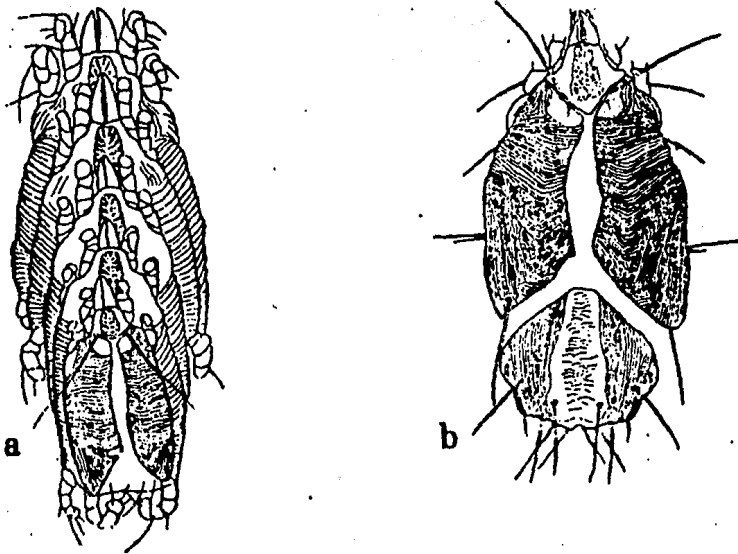


Fig. 32. Anoplionotus semaphorus (Trouessart). a, cadena exuvial; b, exuvia de tritoinfa ilustrando las líneas ecdisiales. (Tomado de Dubinin, 1956).

interpretaron equivocadamente que las exuvias en las cadenas se encontraban una sobre otra y que pertenecían a un mismo individuo (Trouessart, 1887; 1894a). Por otro lado, ahora sabemos que el hallazgo de Eichler es solo el primer ejemplo de un fenómeno biológico general resultante de la asociación entre ácaros plumícolas y malófagos, y es igualmente claro que las sugerencias de Eichler no son correctas. En realidad este autor nunca distinguió entre exuvias e individuos vivos de ácaros.

Lo anterior hace surgir la pregunta acerca del significado evolutivo del uso de exuvias y huevos de malófago durante la muda de algunas especies de ácaros. Es generalmente aceptado que los ácaros plumícolas colonizaron inicialmente la superficie de las plumas y posteriormente el interior del cálamo. En la superficie de las plumas, el período posterior a la muda debió representar una etapa crítica por la vulnerabilidad de los individuos a la acción de los depredadores y condiciones ambientales. De este modo, el uso de exuvias y huevos abandonados proveía un refugio útil para este período crítico. A su vez, la inserción de una exuvia dentro de la otra redundaba en una mejor conservación del espacio. Si lo anterior es correcto, cabría esperar que la formación de cadenas de exuvias se estableciera como una estrategia con significado adaptativo. Al invadir secundariamente el interior del cálamo, es posible que el

valor protector de las exuvias fuera de menor importancia. No obstante, la inserción de una exuvia dentro de la otra seguiría proporcionando un mejor aprovechamiento del espacio.

La muda del plumaje de las aves, tradicionalmente ha sido vista como un factor adverso a la sobrevivencia de los ectoparásitos o epibiontes. Sin embargo, uno podría especular lo siguiente: Si se considera que las exuvias y huevos de malófago permanecen adheridos al plumaje, cabría esperar que en un determinado período los sitios disponibles estarían saturados. De este modo por cuestiones de espacio la pluma no sería capaz de soportar la misma densidad de población de ácaros. La sustitución de plumas saturadas o viejas por plumas nuevas, seguramente provee nuevos sitios para la deposición subsecuente de adicionales exuvias y huevecillos, posibilitando el mantenimiento de las poblaciones de ácaros y piojos sobre el huésped. Con esta óptica, la muda de las plumas puede ser concebida como una ventaja para la sobrevivencia de los ectoparásitos.

Finalmente, el hallazgo de restos de ácaros en el contenido intestinal de malófagos, adiciona un nivel de interacción distinto a la tanatocresis entre ambos grupos de organismos. Si los malófagos fueran depredadores de los ácaros, este sería un ejemplo único, puesto que la presa se oculta en los huevos vacíos de su depredador. Sin embargo,

con los resultados disponibles es difícil definir si los malófagos actúan como depredadores de los ácaros o si se trata de una conducta detritófaga. En general se considera que los Mallophaga se alimentan de plumas (Marshall, 1981), aunque Nelson (1971; 1972) encontró que algunas especies de malófagos son depredadores de otras especies de malófagos y/o de su propia especie.

IX. LITERATURA CITADA

- Atyeo, W. T. 1979. The pretarsi of astigmatid mites. Acarologia 20: 244-269.
- _____, y N. L. Braasch. 1966. The feather mites genus Proctophyllodes (Sarcoptiformes: Proctophyllodidae). Bull. Univ. Nebraska St. Mus. 5: 1-354.
- _____, y J. Gaud. 1966. The chaetotaxy of sarcoptiform feather mites (Acarina: Analgoidea). J. Kansas Entomol. Soc. 39: 337-346.
- _____. 1979a. Feather mites and their hosts. Recent Advances in Acarology, Academic Press 2: 355-361.
- _____. 1979b. Ptyssalgidae, a new family of Analgoid feather mites (Acarina: Acaridida). J. Med. Entomol. 16: 306-308.
- _____, y T. M. Pérez. 1984. Distigmesikya, new genus, and five new species of feather mites (Acarina: Pterolichidae) from New World parrots (Aves: Psittacidae). Acarologia (en prensa).
- _____, J. B. Kethley y T. M. Pérez. 1984. Paedomorphosis in Metacheyletia Fain (Acari: Cheyletidae) with description of a new species. J. Med. Ent. (en prensa).
- _____, y T. M. Pérez. 1982. New taxa of psittacine feather mites (Acarina, Pterolichidae). J. Parasit. 68: 1158-1161.
- Austin, O. L. Jr., y A. Singer. 1977. Birds of the world. (12th ed.). Hamlyn Publ., New York. 317 págs.

- Balter, R. S. 1968a. Lice egg morphology as a guide to taxonomy. Med. Biolog. Illustr. 18: 94-95
- _____. 1968b. The microtopography of avian lice eggs. Med. Biolog. Illustr. 18: 166-179.
- Blake, E. R. 1972. Birds of Mexico (7th ed.). The University of Chicago Press. Chicago. 644 págs.
- Bruce, W. A., y D. E. Johnston. 1976. Gaudoglyphus n. gen., based on Analges minor Nörner (Acari: Gaudoglyphidae n. fam.). Intl. J. Acar. 2: 29-33.
- Carriker, M. A. 1950. Studies in Neotropical Mallophaga. (VIII) Ischnocera of the american Psittacidae, Part 2. Genus Paragoniocotes Cummings. Rev. Brasil Biol. 10: 1-21.
- Clay, T. 1957. The Mallophaga of birds. In "First Symposium on host specificity among parasites of vertebrates" (J. G. Baer, Ed.). Inst. Zool., Univ. de Neuchâtel, Neuchâtel. págs. 120-158.
- Dindal, D.L. 1975. Symbiosis: Nomenclature and proposed classification. Biologist 57: 129-142.
- D'Souza, P. E., y M. S. Jagannath. 1981. A new genus and species of syringobiid mite (Acari) in the quill of domestic fowl (Gallus gallus domesticus) from South India. Indian J. Acar. 6: 51-56.
- Dubinin, V. B. 1950a. Acerca de la especificidad de los ácaros en conección con la evolución de sus huéspedes. Vsp. Sovrem. Biol. 29: 442-457. (En Ruso).

- _____. 1950b. Dispersión de ácaros plumícolas de aves. Byull. mosk. Obshch. Ispyt. Prir., Otdel. Biol. 55 (2): 29-42. (En Ruso).
- _____. 1951. Acaros plumícolas (Analgesoidea). Parte I. Introducción a su estudio. Fauna SSSR, Paukoobraznya. 6 (5): 1-363. (En Ruso).
- _____. 1953. Acaros plumícolas (Analgesoidea). Parte II. Familias Epidermoptidae y Freyanidae. Fauna SSSR, Paukoobraznya. 6(6): 1-411. (En Ruso).
- _____. 1956. Acaros plumícolas (Analgesoidea). Parte III. Familia Pterolichidae. Fauna SSSR, Paukoobraznya. 6 (7): 1-813. (En Ruso).
- Eichler, W. 1954. Milben an Mallophagen. Revista Parassitol. (Roma) 15: 391-394.
- _____. 1956. Federlinge. A. Ziemsen Verlag, Wittenbery Lutherstadt, págs. 32-34.
- Evans, G. O., J. G. Sheals y D. Macfarlane. 1961. Mites associated with vertebrates. In "The terrestrial Acari of the British Isles". Volume I. British Museum (Natural History), London, págs. 132-165.
- Faccini, J. L. H., J. Gaud y W. T. Atyeo. 1976. Descrição de Eurydiscalges g. n. (Analgidae, Sarcoptiformes), com quatro espécies novas parasitas de Psittacidae (Aves), provenientes da América do Sul. Rev. Brasil. Biol. 36: 701-707.

- Fain, A. 1972. Notes sur les acariens des familles Cheyletidae et Harpyrhyndidae producteurs de gale chez les oiseaux et les mamifères. Acta Zoolog. Patholog. Antverp. 56: 37-60.
- _____. 1981a. Revision of the genus Ornithocheyletia Volgin, 1964 (Acari: Cheyletidae). Syst. Parasitol. 2: 181-205.
- _____. 1981b. Notes on the genus Laminosioptes Mégnin, 1880 (Acari: Astigmata) with description of three new species. Syst. Parasitol. 2: 123-132.
- Favette, J., y E. L. Trouessart. 1904. Monographie du genre Protolichus (Trt) et revision des Sarcoptides plumicoles (Analgesinae) qui vivent sur les perroquets. Mém. Soc. zool. Fr. 17: 120-166.
- Feduccia, A. 1980. The age of birds. Harvard Univ. Press. Cambridge, Massachusetts. 196 págs.
- Forshaw, J. M. 1978. Parrots of the world (2nd ed.). Lansdowne Press, Melbourne. 616 págs.
- Gaud, J. 1966. Nouvelle définition de la famille des Pterolichidae, Mégnin et Trouessart et création de genres nouveaux appartenant a cette famille. Acarologia 8: 115-128.
- _____. 1968. Acariens de la sous-famille des Dermatophagoidinae récoltés dans les plumes des oiseaux. Acarologia 10: 292-312.

- _____. 1980. Acariens Sarcoptiformes plumicoles (Analgoidea) parasites sur les oiseaux Psittaciformes, Strigiformes et Caprimulgiformes en Afrique. Annl. r. Afr. Cent., Sér. in-8°, Zool. 164: 1-101.
- _____, y W. T. Atyeo. 1967. Genres nouveaux de la famille des Analgidae Trouessart et Mégnin. Acarologia 9: 447-464.
- _____. 1970. Acariens sarcoptiformes plumicoles (Analgoidea) parasites des Apterygiformes. Acarologia 12: 402-414.
- _____. 1975. Ovacaridae, une famille nouvelle de Sarcoptiformes plumicoles. Acarologia 17: 169-176.
- _____. 1976. Ascouracarinae, n. sub-fam. des Syringobiidae, Sarcoptiformes plumicoles. Acarologia 18: 143-162.
- _____. 1978. Nouvelles superfamilles pour les acariens astigmatés parasites d'oiseaux. Acarologia 19: 678-685.
- _____. 1979. Co-évolution des acariens Sarcoptiformes plumicoles et de leurs hôtes. Acarologia 21: 291-306.
- _____, y H. F. Berla. 1972. Acariens Sarcoptiformes plumicoles parasites des tinamous. Acarologia 14: 393-453.
- _____, y H. F. Berla. 1964. Fainalgés trichocheylus n. g., n. sp., curieux représentant de la famille des Analgidae. Acarologia 6: 690-693.

- _____, y J. Mouchet. 1959. Acariens plumicoles (Analgesoidea) des oiseaux du Cameroun. III: Dermoglyphidae. Ann. Parasit. hum. et comp. 34: 454-483.
- Hardy, J. W. 1963. Epigamic and reproductive behavior of the Orange-fronted Parakeet. Condor 65: 169-199.
- _____. 1965. Flock social behavior of the Orange-fronted Parakeet. ibid. 69: 140-156.
- Hilton, D. F. J. 1970. A technique for collecting ectoparasites from small birds and mammals. Can. J. Zool. 48: 1445-1446.
- Kethley, J. B. 1970. A revision of the family Syringophilidae (Prostigmata: Acarina). Contrib. Amer. Entomol. Inst. 5: 1-76.
- _____. 1971. Population regulation in quill mites (Acarina: Syringophilidae). Ecology 52: 1113-1118.
- _____, y D. E. Johnston. 1975. Resource tracking patterns in bird and mammal ectoparasites. Misc. Publ. Entomol. Soc. Amer. 9: 231-236.
- Krantz, G. W. 1978. A manual of acarology (2nd ed.). Oregon State Book Stores, Corvallis. 509 págs.
- Letchipía, T. M. C. 1983. Contribución al estudio de los ácaros plumícolas asociados a Aratinga nana astec (Sauancé) (Aves: Psittacidae). Tesis Profesional. Facultad de Ciencias, UNAM. 90 págs.
- Lucas, A. M., y P. R. Stettenheim. 1972. Avian anatomy: integument. 2 vols. Agricultural Handbook no. 362. U. S. Government Printing Office.

- Lukoschus, F. S., y H. A. P. M. Lombert. 1979. Parasites of Western Australia. VII. Observations on quill wall mites (Acarina: Astigmata). Rec. West. Aust. Mus. 7: 265-286.
- Margalef, R. 1977. Ecología (2a. ed.). Ediciones Omega. S. A., Barcelona. 951 págs.
- Margolis, L., G. W. Esch, J. C. Homes, A. M. Kuris y G. A. Schad. 1982. The use of ecological terms in parasitology (Report of an ad hoc committee of the American Society of Parasitologists). J. Parasitol. 68: 131-133.
- Marshall, A. G. 1981. The ecology of ectoparasitic insects. Academic Press, London. 459 págs.
- Nelson, B. D. 1971. Successful rearing of Colpocephalum turbinatus. Nature New Biol. 232: 255.
- _____. 1972. A revision of the New World species of Ricirus (Mallophaga) occurring on Passeriformes. Univ. Calif. Publ. Entomol. 68: 1-175.
- _____, y M. D. Murray. 1971. The distribution of Mallophaga on the domestic pigeon (Columba livia). Intl. J. Parasitol. 1: 21-29!
- OConnor, B. M. 1982a. Astigmata. In S. P. Parker (ed.). Synopsis and classification of living organisms. McGraw-Hill, New York. págs. 146-169.
- OConnor, B. M. 1982b. Evolutionary ecology of astigmatid mites. Ann. Rev. Entomol. 27: 385-409.

- Oudemans, A. C. 1908. Notizen uber Acari. XVII. Reihe (Syringobia). Zool. Jb. 26(5): 567- 590 + pl. 33.
- Park, C. K., y W. T. Atyeo. 1971a. A new subfamily and genus of feather mites from hummingbirds (Acarina: Proctophyllodidae). Fla. Entomol. 54: 221-229.
- _____. 1971b. The species of a new subfamily of feather mites, the Allodectinae (Analgoidea: Proctophyllodidae). Redia 52: 653-678.
- Pérez, T. M., and W. T. Atyeo. 1984a. Site selection of feather and quill mites of Mexican parrots. Proc. 6th Intl. Congr. Acarology, (en prensa).
- _____. 1984b. Feather mites, feather lice, and thanatochresis. J. Parasitol. (en prensa).
- Peters, J. L. 1937. Check-list of birds of the world. Harvard Univ. Press. 311 págs.
- Peterson, P. C. 1975. An analysis of host-parasite associations among feather mites (Acari: Analgoidea). Misc. Publ. Entomol. Soc. Am. 9: 237-242.
- Peterson, R. T., y E. L. Chalif. 1973. A field guide to Mexican birds. (2nd ed.). H. M. Co. Boston. 298 págs.
- Pettingill, O. S. Jr. 1971. Ornithology in Laboratory and Field. (4th ed.). Burgess Publishing Company. Minneapolis, Minn. 524 págs.
- Philips, J. R., y R. A. Norton. 1978. Bubophilus ascalaphus gen. et sp. n. (Acarina: Syringophilidae) from the quills of a great horned owl (Bubo virginianus). J. Parasitol., 64: 900-904.

- Price, R. D., y J. R. Beer. 1966. The genus Psittacomenopon (Mallophaga: Menoponidae) of the Psittaciformes. Ann. Entomol. Soc. Amer. 59: 950-955.
- _____. 1968. The genus Psittacobrosus (Mallophaga: Menoponidae) of the Neotropical Psittaciformes. Ann. Entomol. Soc. Amer. 61: 261-276.
- Radovsky, F. J. 1969. Adaptive radiation in the parasitic Mesostigmata. Acarologia 11: 450-483.
- Trouessart, E. L. 1884. Les Sarcoptides plumicoles. Journal de Micrographie 8: 527.
- _____. 1887. Diagnoses d'espèces nouvelles de Sarcoptides plumicoles (Analgesinae). Bull. Soc. Etud. scient. Angers 16: 85-156.
- _____. 1894a. Sur l'existence de la parthénogénèse chez les Sarcoptides plumicoles. Annl. Soc. Entomol. France 63: CXVII-CXX.
- _____. 1894b. Sur le mimétisme et l'instinct protecteurs des Syringobies (Acariens). Annl. Soc. Entomol. France 63: XXXVI-CXXXIX.
- _____. 1915. Révision des genres de la sous-famille des Analgesinae ou Sarcoptiformes plumicoles. Bull. Soc. Zool. France 40: 207-223.
- Van Tyne, J., y A. J. Berger. 1976. Fundamentals of Ornithology. (2nd ed.). John Wiley & Sons, Inc. New York. 808 págs.
- Voitkevich, A. A. 1966. The feathers and plumage of birds. October House Inc. New York. 335 págs.

- Watson, G. E., y A. B. Amerson. 1967. Instructions for collecting bird parasites. Smithsonian Institution Museum of Natural History, Washington, D. C. Information Leaflet 477: 1-12.
- Wenzel, R., y V. Tipton. 1966. Some relationships between mammal hosts and their ectoparasites. In Wenzel, R. y V. Tipton (eds.). Ectoparasites of Panama. Field Museum Nat. Hist., Chicago. págs. 677-724.
- Wolters, F. 1975. Die Vogelarten der Erde. Paul Parey, Berlin. 745 págs.
- Yunker, C. E. 1973. Mites. In R. J. Flynn (ed.). Parasites of Laboratory Animals. Iowa State Univ. Press, Ames: 425-492.

APENDICE I

Datos de colecta de los ejemplares de A. canicularis (L.)
señalados por números en la Fig. 16.

1. Cosalá, S. Sinaloa, México.
30 Noviembre 1903
M.S. Goodknight
AMNH 91214
UGA 10,423
2. Elota, Sinaloa, México
13 Diciembre 1900
M.S. Goodknight
AMNH 91216
UGA 11,236
3. Escuinapa, Sinaloa, México
2 Enero 1904
J.H. Batty
AMNH 91218
UGA 11,195
4. Escuinapa, Sinaloa, México
3 Noviembre 1895
J.H. Batty
AMNH 71560
UGA 11,193
5. Escuinapa, Sinaloa, México
15 Noviembre 1895
J.H. Batty
AMNH 71562
UGA 11,238
6. Escuinapa, Sinaloa, México
23 Diciembre 1903
J.H. Batty
AMNH 91217
UGA 11,192
7. Camino Real, Nayarit, México
22 Enero 1982
Col. 292 FRG
MZFC 01750
UNAM 61

8. Camino Real, Nayarit, México
22 Enero 1982
Col. 294 FRG
MZFC 01757
UNAM 69
9. Jumatán, Nayarit, México
14 Julio 1982
Col. 576 FRG
MZFC 01753
UNAM 58
10. Jumatán, Nayarit, México
13 Julio 1982
Col. 554 FRG
MZFC 01756
UNAM 70
11. Jumatán, Nayarit, México
14 Julio 1982
Col. 577 FRG
MZFC 01747
UNAM 64
12. Palapita, Nayarit, México
26 Marzo 1982
Col. 399 FRG
MZFC 01758
UNAM 68
13. Palapita, Nayarit, México
26 Marzo 1982
Col. 400 FRG
MZFC 01755
UNAM 71
14. San Blas, Nayarit, México
22 Abril 1897
C.L. Herrick
AMNH 474574
UGA 11,191
15. La Yerba, Nayarit, México
16 Octubre 1981
Col. 232 FRG
MZFC 01754
UNAM 57

16. La Yerba, Nayarit, México
16 Octubre 1981
Col. 231 FRG
MZFC 01752
UNAM 59
17. La Yerba, Nayarit, México
16 Octubre 1981
Col. 240 FRG
MZFC 01751
UNAM 60
18. La Yerba, Nayarit, México
16 Octubre 1981
Col. 227 FRG
MZFC 01749
UNAM 62
19. La Yerba, Nayarit, México
16 Octubre 1981
Col. 234 FRG
MZFC 01759
UNAM 67
20. Pintadeño, Nayarit, México
25 Enero 1982
Col. 317 FRG
MZFC 01748
UNAM 63
21. Las Peñas, Jalisco, México
2 Marzo 1892
A.C. Buller
AMNH 474572
UGA 11,190
22. Río de Coahuayana, Michoacan, México
Septiembre 1863
J. Xautus
AMNH 31804
UGA 11,194
23. Tecpan de Galeana, Guerrero, México
1 Julio 1971
Col. José Ramírez Pulido
MIB
UNAM 50

24. Acapulco, Guerrero, México
1 Julio 1902
R.H. Beck
AMNH 474575
UGA 11,198
25. Agua de Obispo, Guerrero, México
2 Diciembre 1934
Col. A. Moreno y M. del Toro
MIB
UNAM 49
26. 1 Km. S de Jolótichan, Guerrero, México
27 Septiembre 1981
Col. 161 AM
MZFC 01162
UNAM 65
27. 20 mi NE La Ventosa, Oaxaca, México
12 Julio 1962
M.D. Tuttle
AMNH 781193
UGA 10,421
28. 20 mi NW La Ventosa, Oaxaca, México
11 Julio 1962
M.D. Tuttle
AMNH 781192
UGA 11,197
29. 20 mi NW La Ventosa, Oaxaca, México
11 Julio 1962
M.D. Tuttle
AMNH 781192
UGA 10,422
30. 8 mi NW San Pedro Tapanatepec, Oaxaca, México
29 Junio 1961
W.J. Schaldach
AMNH 776294
UGA 10,420
31. Zanatepec, Oaxaca, México
23 Marzo 1961
W.J. Schaldach
AMNH 775911
UGA 11,196

32. Rancho el Sumidero, Tuxtla, Gutiérrez, Chiapas, México
22 Marzo, 1966
Col. Miguel Alvarez del Toro
UNAM 10
33. Mapastepec, Chiapas, México.
25 Mayo 1941
H.O. Wagner
U. Florida 587
UGA 11,315
34. Mapastepec, Chiapas, México
31 Octubre 1941
H.O. Wagner
U. Florida 272
UGA 11,316
35. Ocos, Guatemala
13 Octubre 1927
AMNH 393729
UGA 11,234
36. Ocos, Guatemala
25 Octubre 1927
AMNH 393732
UGA 11,199
37. Ocos, Guatemala
28 Octubre 1927
A.W. Anthony
AMNH 393734
UGA 10,942
38. Vera Paz, Guatemala
circa 1900
AMNH 474584
UGA 11,200
39. El Progreso, Guatemala
27 Octubre 1924
AMNH 393725
UGA 10,943
40. El Progreso, Guatemala
28 Octubre 1924
AMNH 393728
UGA 10,944

41. Progreso, Guatemala
28 Octubre 1924
AMNH 393726
UGA 11,235
42. Río Yequare Morazán, Honduras.
31 Mayo 1948
U. Florida 1,001
UGA 11,317
43. Bebedero, Costa Rica
4 Septiembre 1893
C.F. Underwood
AMNH 474581
UGA 11,237
44. (? Río Secunde), San José, Costa Rica.
6 Septiembre 1889
G.K. Cherrie
AMNH 474580
UGA 10,945

Significado de las abreviaciones:

- | | |
|-----------------|---|
| AMNH..... | American Museum of Natural History (Nueva York) |
| MZFC..... | Museo de Zoología de la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional Autónoma de México. |
| U. Florida..... | Museo de Historia Natural de la Universidad de Florida (Gainesville) |

Estas siglas, van acompañadas del número de catálogo de los ejemplares de dichos museos.

Las siguientes siglas significan:

UGA..... University of Georgia.

UNAM..... Universidad Nacional Autónoma
de México.

Estas siglas van acompañadas de un número que identifica a las muestras de ácaros plumícolas obtenidas del ave correspondiente a los datos.