



COLEGIO DE POSTGRADUADOS

**INSTITUCION DE ENSEÑANZA E INVESTIGACION EN CIENCIAS
AGRÍCOLAS**

CAMPUS MONTECILLO

POSTGRADO DE FITOSANIDAD

ENTOMOLOGÍA Y ACAROLOGÍA

Mesostigmados (Acari: Mesostigmata) asociados a Scolytinae (Coleoptera: Curculionidae) de importancia forestal en México

MARTHA PATRICIA CHAIRES GRIJALVA

T E S I S

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL GRADO DE:**

DOCTORA EN CIENCIAS

MONTECILLO, TEXCOCO, EDO. DE MÉXICO

2013

La presente tesis titulada: **Mesostigmados (Acari: Mesostigmata) asociados a Scolytinae (Coleoptera: Curculionidae) de importancia forestal en México**, realizada por la alumna **Martha Patricia Chaires Grijalva** bajo la dirección del Consejo Particular indicado, ha sido aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

**DOCTORA EN CIENCIAS
FITOSANIDAD
ENTOMOLOGÍA Y ACAROLOGÍA**

CONSEJO PARTICULAR

CONSEJERO

Dr. Armando Equihua Martínez

ASESOR

Dra. Edith G. Estrada Venegas

ASESOR

Dr. Jesús Romero Nápoles

ASESOR

Dr. Gabriel Otero Colina

ASESOR

Dr. Ignacio M. Vázquez Rojas

Montecillo, Texcoco, Estado de México, Noviembre de 2013

AGRADECIMIENTOS

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT) por brindarme el apoyo económico para realizar mis estudios de Postgrado.

Al Colegio de Postgraduados por darme la oportunidad de realizar mis estudios.

A mi consejero el Dr. Armando Equihua Martínez, primero por sus enseñanzas y apoyo en todo momento, y segundo por dejarme pertenecer a un gran equipo de investigación.

A la Dra. Edith Estrada Venegas, por ser mi directora de tesis, por sus invaluable consejos, el apoyo tanto académico como personal, además de ser una persona con un gran espíritu que me ha encaminado durante casi once años de mi vida y por todas y cada una de las oportunidades otorgadas durante este tiempo. Mil gracias de corazón.

A los demás integrantes del mi Consejo Académico, al Dr. Ignacio Vázquez Rojas, Dr. Gabriel Otero Colina y Dr. Jesús Romero Nápoles por las sugerencias y apoyo no solo durante este proyecto, sino también en mi formación profesional.

A los Drs. Víctor Arriola, Guillermo Sánchez, Gerardo Zúñiga, Gerardo Cuellar y Alejandro Rodríguez por el material biológico proporcionado para la elaboración de este trabajo. A Dra. Haydée Peralta (Universidad de Calgary) y MSc. Jesús Lara (Universidad de California, Riverside), Dr. Jacek Kamczyc y Dra Daria Barjelein (Poznan University of Life Sciences), por las contribuciones de literatura e ideas para la realización de este trabajo.

Al Dr. John C. Moser y Stacy Blomquist, por la ayuda proporcionada en la determinación de las especies encontradas y la toma de fotografías, durante mi estancia de investigación realizada en USDA-FS, Pineville, Louisiana.

Al M.C. Jesús A. Acuña Soto, sin duda alguna por ser mi compañero de viajes por mucho tiempo, por tu ayuda en campo y en laboratorio, sobre todo por los consejos. A la IAE. Laura Alvany Salvador por su ayuda en laboratorio.

DEDICATORIAS

A mis Papás, Isabel y José Guadalupe, por apoyarme siempre y en cada momento. Por sus cuidados y amor incondicional les agradezco, no solo en esta hoja sino por toda la vida. Porque en sus ganas de querer dejar huella en este mundo, han dejado de las más valiosas en mi corazón, porque ahí llevo cada una de sus palabras. Por enseñarme que en la vida hay que luchar día a día para salir adelante. Gracias por confiar en mí.

A la bendición más grande que el universo me brindo, mis sobrinos: Brenda, Omar, Naymi, por sacrificar mucho de su vida y sus juegos. Por perderme esas horas maravillosas junto a ustedes, sus risas y ocurrencias...A mis hermanos David y Maricruz gracias por ir hombro a hombro por la vida, los amo! y a mis cuñados Gloria y Carlos por apoyarme en todo momento.

A Oscar Morales, por tu apoyo incondicional, por confiar en mí, por impulsarme y por ayudarme, desde que decidimos emprender el camino juntos. Te amo!.

A Amín y Abril Morales por llegar a mi vida, cambiarla radicalmente y darle un giro de 360°. Gracias por su apoyo, los amo!

Rosy Carrillo, sin tu apoyo no podría haber terminado muchas de las cosas que tenía pendientes incluyendo esta tesis, mil gracias por todo, sobre todo por esa amistad de muchos años.

A mis amigas Laura Alvany, Norma León, Alondra Pérez, Sandra Salazar, Guadalupe Durán, Greta Rosas, Marcela Blancas, por todos los buenos momentos que hemos pasado juntas, pero sobre todo su apoyo, ayuda y cariño.

A mis inigualables amigos, compañeros y cómplices de toda la vida Jesús Acuña, Eduardo Jiménez, Víctor Arriola, Juan Manuel Vanegas, José Luis Zárate, Edgar Oaxaca, Sara Rosales, Andrés Rodríguez, Karina Guardado y Luis Gerardo Paez.

A todas y cada una de las personas que en el camino de la vida me han aportado algo de ellos.

ÍNDICE DE CONTENIDO

	PAG
RESUMEN GENERAL	1
GENERAL ABSTRACT	2
INTRODUCCIÓN GENERAL	3
CAPÍTULO I.	
ASPECTOS GENERALES DE LOS MESOSTIGMADOS ASOCIADOS A SCOLYTINAE	5
RESUMEN	6
ABSTRACT	7
1.1 INTRODUCCIÓN	8
1.2 EL GENERO <i>DENDROCTONUS</i> EN MÉXICO	12
1.2.1 Aspectos de biología	12
1.3 EL GENERO <i>IPS</i> EN MÉXICO	13
1.3.1 Aspectos de biología	14
1.4 SITUACIÓN DE LOS DESCORTEZADORES EN MÉXICO	15
1.5 ASOCIACIÓN ÁCARO-ESCOLÍTINO	16
1.5.1 Tipos de asociaciones foréticas	18
1.6 ÁCAROS MESOSTIGMADOS Y ESCOLITINOS	20
1.6.1. Sistemática y clasificación de los Mesostigmata	21
1.6.2 Morfología de los Mesostigmata	23
1.6.3 Ciclo biológico de los Mesostigmata	25
1.7 DIVERSIDAD DE MESOSTIGMADOS ASOCIADOS A SCOLYTINAE A NIVEL MUNDIAL	27
1.8 DIVERSIDAD DE MESOSTIGMADOS ASOCIADOS A SCOLYTINAE EN MÉXICO	36
1.9 CONSIDERACIONES FINALES	38
1.10 LITERATURA CITADA	40
CAPÍTULO II	
ESPECIES DE MESOSTIGMADOS ASOCIADOS A ESCOLITINOS DE IMPORTANCIA FORESTAL EN MÉXICO. TAXONOMÍA	50
RESUMEN	51
ABSTRACT	52
2.1 INTRODUCCIÓN	53
2.2 MATERIALES Y MÉTODO	54
2.2.1 Revisión bibliográfica	54
2.2.2 Revisión de colecciones	54
2.2.3 Revisión de colecciones	55
2.2.4 Trabajo de laboratorio	57

2.3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN	59
2.3.1 Especies de Mesostigmados asociados a Scolytinae	59
2.3.2 Clave para Especies	61
2.3.3 Taxonomía de Mesostigmados de México	73
2.3.4 Distribución de especies de mesostigmados por estados	146
2.3.5 Nuevas especies para México	149
2.4 CONCLUSIONES	149
2.5 LITERATURA CITADA	150
CAPÍTULO III	
ASPECTOS ECOLÓGICOS Y ESTRUCTURA POBLACIONAL DE LOS MESOSTIGMADOS ASOCIADOS A ESCOLITINOS.	154
RESUMEN	155
ABSTRACT	156
3.1 INTRODUCCIÓN	157
3.2 MATERIALES Y MÉTODO	158
3.2.1 Recolección de Material Biológico	158
3.2.2 Trabajo de laboratorio	159
3.3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN	161
3.3.1 Riqueza Específica y Abundancia relativa	161
3.3.2 Ácaros Mesostigmados asociados a <i>Dendroctonus</i> spp.	164
3.3.3 Ácaros Mesostigmados asociados a <i>Ips</i> spp.	165
3.3.4 Ácaros Mesostigmados asociados a otras especies de escolitinos.	166
3.3.5 Estructura Poblacional de las especies encontradas	171
3.3.6 Estructura Poblacional por tipo de hospedero	172
3.4 CONCLUSIONES	175
3.5 LITERATURA CITADA	176
CAPÍTULO IV	
ASPECTOS DE BIOLOGÍA DE LOS MESOSTIGMADOS ASOCIADOS A ESCOLITINOS DE IMPORTANCIA FORESTAL	179
RESUMEN	180
ABSTRACT	181
4.1 INTRODUCCIÓN	182
4.2 MATERIALES Y MÉTODO	184
4.2.1 Interacciones entre especies	184
4.2.2 Recolección de material biológico	184
4.2.3 Cultivo de especies en laboratorio	184
4.3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN	186
4.3.1 Interacciones entre especies (Descortezadores, Hongos y Ácaros).	186
4.3.2 Gremios tróficos	189
4.3.2.1 Nematofagos	189
4.3.2.2 Depredadores	190
4.3.3 Foresia de Mesostigmados asociados a escolitinos	191
4.3.4 Modificaciones estructurales	193

4.3.5	Posición preferencial sobre las diferentes partes del cuerpo	195
4.3.6	Ciclo Biológico de <i>Hypoaspis ca. vacua</i>	201
4.3.6.1	Huevo y eclosión	202
4.3.6.2	Larva	203
4.3.6.3	Quiescencia y Muda	204
4.3.6.4	Ninfas	205
4.3.6.5	Adultos	206
4.3.6.6	Reproducción	207
4.3.6.7	Oviposición y Vida fértil	208
4.3.6.8	Hábitos alimentarios	209
4.3.6.9	Pruebas de alimentación	210
4.4	CONCLUSIONES	211
4.5	LITERATURA CITADA	212
CAPÍTULO V		
	ÁCAROS MESOSTIGMADOS EN <i>Dendroctonus valens</i> Y <i>Dendroctonus rhizophagus</i> EN MEXICO	219
	RESUMEN	220
	ABSTRACT	221
5.1	INTRODUCCIÓN	222
5.1.1	Ácaros mesostigmados asociados a <i>Dendroctonus</i> spp.	226
5.1.2	Especificidad de las biorrelaciones escolitinos-ácaros	227
5.1.3	Factores que afectan el establecimiento de las especies	229
5.2	MATERIALES Y MÉTODO	230
5.3	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	232
5.3.1	Especies asociadas a <i>D. valens</i> y <i>D. rhizophagus</i>	232
5.3.2	Posición sobre las diferentes partes del cuerpo	237
5.3.3	Hábitos alimentarios de los mesostigmados asociados a <i>D. valens</i> y <i>D. rhizophagus</i>	239
5.3.4	Los ácaros como indicadores para separar especies de escolítidos estrechamente relacionadas	241
5.4	CONCLUSIONES	242
5.5	LITERATURA CITADA	243
	CONCLUSIONES GENERALES	248

ÍNDICE DE FIGURAS

	CAPÍTULO I	PÁG.
Figura 1.1	Daños por plagas en un bosque de coníferas	10
Figura 1.2	<i>Trichouropoda fallax</i> , deutoninfa forética con pedicelo anal	19
Figura 1.3	<i>Histiogaster rotundus</i> , hipopodio vista ventral	20
Figura 1.4	Principales características morfológicas de Mesostigmata	25
Figura 1.5	Familia Trematuridae sobre pronoto y en los esternitos abdominales de <i>Dendroctonus</i> sp.	29
	CAPÍTULO II	
Figura 2.1	Revisión de colección acarológica en USDA-SF. A) Colección del Dr. John Moser (Especialista), B) Laboratorio del servicio forestal (USDA-FS)	55
Figura 2.2	<i>Pinus</i> sp. afectado por descortezadores	56
Figura 2.3	Colecta de material biológico en campo	56
Figura 2.4	Material biológico procesado en laboratorio. A) Revisión de cortezas bajo el microscopio y B) Cortezas en cámaras de emergencia	57
Figura 2.5	Cámara de emergencia para escolítinos	58
Figura 2.6	Características diagnósticas para familias de mesostigmados. A) Laelapidae, placa genital de la hembra de forma convexa; B) Sejidae, placa genital de la hembra cuadrada entre las coxas III y IV; C) Sejidae, proyecciones posteriores en el idiosoma; D) Trematuridae, placa genital de la hembra en forma de campana entre las coxas II y IV; E) Parasitidae, placa genital de la hembra en forma triangular; y F) Digamasellidae, placa esternal alargada entre las coxas II y III.	67
Figura 2.7	Características diagnósticas para la familia Ascidae. A) <i>Lasioseius safroi</i> , placa esternal abierta verticalmente; B) <i>L. safroi</i> placa ventrianal mas ancha en la porción anterior; C) <i>L. cortiseius</i> , placa ventrianal triangular; D) <i>Arctoseius imitans</i> placan anal truncada en la parte posterior; E) <i>Asca pini</i> placa ventrianal ovalada, y F) <i>L. dentatus</i> , placa esternal	68

completa y placa ventrianal triangular.

- Figura 2.8** Características diagnósticas para la familia Digamasellidae. 69
A) *Dendrolaelaps quadrisetus*; B) *Dendrolaelaps neodisetus*;
C) *D. pilospatulatus*; D) *D. neocornutus* hembra; E) *D. neocornutus* macho y F) *D. neocornutus* deutoninfa
- Figura 2.9** Características diagnósticas para la familia Melicharidae. A) 70
Proctolaelaps dendroctoni placas ventrales de la hembra; B)
P. dendroctoni placa genital de la hembra; C) *P. hystricoides*
placa genital de la hembra; D) *P. hystrix* placa genital de la
hembra; E) *P. subcorticalis* placa genital de la hembra y F)
P. subcorticalis uña con pulvilo de la pata uno.
- Figura 2.10** Características diagnósticas para la familia Trematuridae. A) 71
Trichouropoda fallax, placa esternal con puntuaciones
marcadas; B) *T. polytricha* placa esternal mas ancha en la
porción media; C) *T. hondurasae*, esternal con un
adelgazamiento en la parte posterior; D) *T. ovalis* placan
esternal con grandes y marcadas puctuaciones; E) *T. adjuncti*
placa esternal con dos constricciones situadas en la coxa II y
coxa IV, y F) placas rectangulares que bordean el
histerosoma.
- Figura 2.11** Características diagnósticas para las familias Sejidae, 72
Macrochelidae y Parasitidae. A) *Sejus boliviensis*, placa
genital de la hembra; B) *S. boliviensis* placa genital del
macho; C) *Macrocheles boudreauxi*, placas ventrales; D) *M.*
boudreauxi placa peritremal curvada en la parte proximal; E)
Schizosthetus lyriformis placa esternal, y F) *S. lyriformis*
placa genital triangular.
- Figura 2.12** Hembra de *Sejus boliviensis* (vista dorsal) 74
- Figura 2.13** Distribución de *Sejus boliviensis* en la República Mexicana 75
- Figura 2.14** *Trichouropoda adjuncti* (deutoninfa) vista ventral 77
- Figura 2.15** Distribución de *Trichouropoda adjuncti* en la República 78
Mexicana
- Figura 2.16** *Trichouropoda australis* (deutoninfa) vista ventral 79
- Figura 2.17** Distribución de *Trichouropoda australis* en la República 80
Mexicana

Figura 2.18	<i>Trichouropoda fallax</i> (deutoninfa) vista ventral	81
Figura 2.19	Distribución de <i>Trichouropoda fallax</i> en la República Mexicana	82
Figura 2.20	<i>Trichouropoda hondurasae</i> (deutoninfa) vista ventral	83
Figura 2.21	Distribución de <i>Trichouropoda hondurasae</i> en la República Mexicana	84
Figura 2.22	<i>Trichouropoda ovalis</i> (deutoninfa) vista ventral	85
Figura 2.23	Distribución de <i>Trichouropoda ovalis</i> en la República Mexicana	86
Figura 2.24	<i>Trichouropoda polytricha</i> (deutoninfa) vista ventral	87
Figura 2.25	Distribución de <i>Trichouropoda polytricha</i> en la República Mexicana	88
Figura 2.26	<i>Trichouropoda sp. n. 1</i> (deutoninfa) vista ventral	89
Figura 2.27	Distribución de <i>Trichouropoda sp. n. 1</i> en la República Mexicana	90
Figura 2.28	<i>Trichouropoda sp. n. 2</i> (deutoninfa) vista ventral	91
Figura 2.29	Distribución de <i>Trichouropoda sp. n. 2</i> en la República Mexicana	92
Figura 2.30	<i>Trichouropoda sp. n. 3</i> (deutoninfa) vista ventral	93
Figura 2.31	Distribución de <i>Trichouropoda sp. n. 3</i> en la República Mexicana	94
Figura 2.32	<i>Trichouropoda sp. n. 4</i> (deutoninfa) vista ventral	95
Figura 2.33	Distribución de <i>Trichouropoda sp. n. 4</i> en la República Mexicana	96
Figura 2.34	<i>Trichouropoda sp. n. 5</i> (deutoninfa) vista dorsal	97
Figura 2.35	Distribución de <i>Trichouropoda sp. n. 4</i> en la República Mexicana	98
Figura 2.36	<i>Schizosthetus lyriformis</i> vista ventral de la hembra	100

Figura 2.37	Distribución de <i>Schizosthetus lyriformis</i> en la República Mexicana	101
Figura 2.38	<i>Dendrolaelaps neocornutus</i> : A) hembra y B) Macho.	103
Figura 2.39	Distribución de <i>D. neocornutus</i> en la República Mexicana	104
Figura 2.40	<i>Dendrolaelaps neodisetus</i> hembra vista ventral	105
Figura 2.41	Distribución de <i>D. neodisetus</i> en la República Mexicana	106
Figura 2.42	<i>Dendrolaelaps pinuspatulatus</i> hembra vista ventral	107
Figura 2.43	Distribución de <i>D. pinuspatulatus</i> en la República Mexicana	108
Figura 2.44	<i>Dendrolaelaps quadrisetus</i> hembra vista ventral.	109
Figura 2.45	Distribución de <i>D. quadrisetus</i> en la República Mexicana	110
Figura 2.46	<i>Macrocheles boudreauxi</i> hembra vista ventral	112
Figura 2.47	Distribución de <i>Macrocheles boudreauxi</i> en la República Mexicana	113
Figura 2.48	<i>Arctoeius cetratus</i> hembra vista ventral	115
Figura 2.49	Distribución de <i>Arctoeius cetratus</i> en la República Mexicana	116
Figura 2.50	<i>Arctoseius semicissus</i> hembra vista ventral	117
Figura 2.51	Distribución de <i>Arctoseius semicissus</i> en la República Mexicana	118
Figura 2.52	<i>Asca pini</i> hembra vista ventral	119
Figura 2.53	Distribución de <i>Asca pini</i> en la República Mexicana	120
Figura 2.54	<i>Lasioseius corticeus</i> hembra vista ventral	121
Figura 2.55	Distribución de <i>Lasioseius corticeus</i> en la República Mexicana	122
Figura 2.56	<i>Lasioseius dentatus</i> hembra vista ventral	123
Figura 2.57	Distribución de <i>Lasioseius dentatus</i> en la República Mexicana	124

Figura 2.58	<i>Lasioseius. imitans</i> hembra vista ventral.	126
Figura 2.59	Distribución de <i>Lasioseius imitans</i> en la República Mexicana	127
Figura 2.60	Hembra de <i>Lasioseius safroi</i> vista ventral	128
Figura 2.61	Distribución de <i>Lasioseius safroi</i> en la República Mexicana	100
Figura 2.62	<i>Proctolaelaps dendroctoni</i> hembra vista ventral	131
Figura 2.63	Distribución de <i>Proctolaelaps dendroctoni</i> en la República Mexicana	132
Figura 2.64	<i>Proctolaelaps hystrix</i> hembra, vista ventral.	134
Figura 2.65	Distribución de <i>Proctolaelaps hystrix</i> en la República Mexicana	135
Figura 2.66	<i>Proctolaelaps hystricoides</i> (hembra, vista ventral)	136
Figura 2.67	Distribución de <i>Proctolaelaps hystricoides</i> en la República Mexicana	137
Figura 2.68	<i>Proctolaelaps subcorticalis</i> (hembra, vista ventral).	139
Figura 2.69	Distribución de <i>Proctolaelaps subcorticalis</i> en la República Mexicana	140
Figura 2.70	Hembra de <i>Androlaelaps. casalis</i> , vista ventral	142
Figura 2.71	Distribución de <i>Androlaelaps casalis</i> en la República Mexicana	143
Figura 2.72	<i>Hypoaspis (Cosmolaelaps) ca vacua</i> hembra vista ventral.	144
Figura 2.73	Distribución de <i>Hypoaspis ca vacua</i> en la República Mexicana	145
Figura 2.74	Número de especies de ácaros mesostigmados asociados a <i>Scolytinae</i> por estado.	146
Figura 2.75	Número de especies de ácaros mesostigmados asociados a <i>Scolytinae</i> por estado	148
CAPÍTULO III		
Figura 3.1	<i>Pinus leiophylla</i> con signos de daños por descortezador	159

Figura 3.1	Muestras de corteza	159
Figura 3.3	Material biológico procesado en laboratorio. Cortezas en cámaras de emergencia	160
Figura 3.4	Cámara de emergencia para escolitinos	161
Figura 3.5	Número de géneros y especies por familia encontrada	162
Figura 3.6	<i>D. adjunctus</i> con ejemplares de Trematuridae en esternitos abdominales. Vista lateral	164
Figura 3.7	Número de Géneros y especies de ácaros asociados a <i>Dendroctonus</i> spp.	165
Figura 3.8	<i>Pseudips mexicanus</i> con especies de Trematuridae en el declive elitral. Vista dorsal.	165
Figura 3.9	Número de géneros y especies de ácaros asociados a <i>Ips</i> spp	166
Figura 3.10	A) Ácaros trematúridos en esternitos de <i>Hylastes</i> sp; B) Trematuridae en <i>Hylurgops incomptus</i> (vista lateral)	167
Figura 3.11	Estructura poblacional de mesostigmados sobre insectos y en galerías	171
Figura 3.12	Estructura poblacional de mesostigmados en diferentes géneros de descortezadores	172
Figura 3.13	Dendrograma de similitud Faunística por descortezador	174
Figura 3.14	Especies de descortezadores y ácaros asociados en pinos	175
CAPÍTULO IV		
Figura 4.1	Extracción de material biológico y confinamiento de especies en cultivos	185
Figura 4.2	A) Macrochelidae hembra con ascosporas entre las patas, B) Macrochelidae con hifas en las patas IV, C) Trematuridae con diferentes esporas en la cutícula y D) Protoninfa de <i>Sejus boliviensis</i> con esporas en el cuerpo	187
Figura 4.3	Nematodos bajo élitros de <i>Dendroctonus rhizophagus</i>	189
Figura 4.4	Ácaros foréticos A) de la familia Trematuridae y B)	192

Trematuridae y Digamasellidae

Figura 4.5	Foresia a) deutoninfa sujeta con pedicelo anal b) uñas ambulacrales de <i>Schizosthetus lyriformis</i> , c) <i>Trichouropoda polytricha</i> deutoninfa adherida a los esternitos abdominales d) hembra de <i>Proctolaelaps dendroctoni</i> con el cuerpo aplanado (modificado para la foresia) e) pedicelo anal de <i>Trichouropoda polytricha</i> adherido sobre los élitros y f) pedicelos anales sin deutoninfas	194
Figura 4.6	Partes del insecto preferidas por los ácaros para adherirse o sujetarse y su porcentaje de ocupación	196
Figura 4.7	A) <i>D. rhizophagus</i> con <i>T. ovalis</i> en cabeza y esternitos; B) <i>D. valens</i> con <i>T. hirsuta</i> ; C) <i>D. rhizophagus</i> con <i>T. ovalis</i> en superficie ventral entre las patas; D) <i>Hylastes</i> sp. con <i>T. bipilis</i> en declive elitral	198
Figura 4.8	Huevo recién depositado de <i>Hypoaspis ca. vacua</i>	203
Figura 4.9	Larva en vista dorsal de <i>Hypoaspis ca. vacua</i>	204
Figura 4.10	<i>Hypoaspis ca. vacua</i> ; A) protoninfa y B) deutoninfa	205
Figura 4.11	<i>Hypoaspis ca. vacua</i> ; a) hembra y b) macho	206
Figura 4.12	Hembra alimentándose	207
Figura 4.13	Hembras ovigeras alimentándose de <i>Rhizoglyphus</i> sp	210
CAPÍTULO V		
Figura 5.1	<i>Dendroctonus valens</i> vista lateral	225
Figura 5.2	<i>Dendroctonus valens</i> vista lateral	225
Figura 5.3	A) Tocones y B) raíces con afectaciones y presencia de <i>D. valens</i>	231
Figura 5.4	A) Raíces de <i>P. arizonica</i> ; B) Presencia de insectos en galerías y C) Cámaras de emergencia para escolitinos	232
Figura 5.5	Ácaros mesostigmados en galerías y sobre insectos	234
Figura 5.6	A) <i>Trichouropoda polytricha</i> en galerías con micelio, B) <i>Androlaelaps casalis</i> sobre élitros de <i>Dendroctonus rhizophagus</i>	235

Figura 5.7	<i>Trichouropoda adjuncti</i> adherido en pata III	237
Figura 5.8	A) Galerías de <i>D. rhizophagus</i> y B) Ácaros foréticos esperando la emergencia del adulto para adherirse	240

ÍNDICE DE CUADROS

		PÁG.
CAPÍTULO I		
Cuadro 1.1	Sistema taxonómico para la clasificación de categorías de la subclase Acari, orden Mesostigmata	22
Cuadro 1.2	Especies de mesostigmados registradas para descortezadores de la subfamilia Scolytinae.	30
Cuadro 1.3	Especies registradas en asociación con descortezadores de la subfamilia Scolytinae en México	37
CAPÍTULO II		
Cuadro 2.1	Clasificación sistemática de ácaros mesostigmados.	60
CAPÍTULO III		
Cuadro 3.1	Especies de ácaros mesostigmados asociados a <i>Dendroctonus</i> spp. y número de ejemplares recolectados	168
Cuadro 3.2	Especies de ácaros mesostigmados asociados a <i>Ips</i> spp. y número de ejemplares recolectados	169
Cuadro 3.3	Especies de ácaros mesostigmados asociados a diferentes especies de descortezadores y número de ejemplares	170
CAPÍTULO IV		
Cuadro 4.1	Partes del cuerpo del escolitino preferidas para la sujeción o adhesión, por las especies de mesostigmados encontradas y sus diferentes estados de desarrollo	195
Cuadro 4.2	Ciclo biológico de <i>Hypoaspis ca. vacua</i>	202
Cuadro 4.3	Oviposición por hembra y vida fértil	209
Cuadro 4.4	Consumo de presas por hembra por día	210
CAPÍTULO V		
Cuadro 5.1	Especies de mesostigmados asociados a <i>D. valens</i> y a <i>D. rhizophagus</i> , abundancia	233
Cuadro 5.2	Ubicación por estrato preferido	236
Cuadro 5.3	Mesostigmados en diferentes partes del cuerpo del escolitino	239

Mesostigmados (Acari: Mesostigmata) asociados a Scolytinae (Coleoptera: Curculionidae) de importancia forestal en México

**Martha Patricia Chaires Grijalva, Dra.
Colegio de Postgraduados, 2013**

RESUMEN GENERAL

En el presente trabajo se documentaron y describieron los diferentes aspectos de la taxonomía, biología y ecología de los ácaros asociados a escolitinos de importancia forestal en nuestro país. El objetivo principal fue el de conocer su diversidad, abundancia, distribución, estructura poblacional, así como conocer diferentes aspectos de las relaciones que presentan con otros microorganismos en el mismo microecosistema. Para ello se realizaron muestreos desde 2008 hasta el 2012, en los cuales se tomaron muestras de corteza y raíces con signos de daño por los descortezadores. Como complemento se revisaron colecciones acarológicas de diferentes instituciones, así como colecciones de descortezadores preservadas en alcohol. De acuerdo a la información obtenida se registraron un total de 774 ácaros que representan 33 especies del orden Mesostigmata, incluidos en nueve familias. Trematuridae fue la familia más diversa y abundante concentrándose en ella las especies foréticas más frecuentes. 22 especies se consideran nuevos registros para el país. Con este trabajo se incrementó en un 175% la diversidad de especies registradas con anterioridad. *Trichouropoda polytricha* es la especie más numerosa en este estudio. Se observó el ciclo biológico de *Hypoaspis* ca. *vacua*. Se determinaron tres especies de ácaros mesostigmados que podrían ser de ayuda para la separación de especies hermanas de descortezadores.

Palabras clave: fofoesia, descortezadores, ácaros, depredadores

Mesostigmatids mites (Acari: Mesostigmata) associated with forest important Scolytinae (Coleoptera: Curculionidae) in Mexico

Martha Patricia Chaires Grijalva, Dra.
Colegio de Postgraduados, 2013

GENERAL ABSTRACT

In the present study is documented and described the different aspects of the taxonomy, biology and ecology of mites associated with bark beetles of forest importance in our country. The main objective was to know its diversity, abundance, distribution, population structure, as well as learn about different aspects of the relationships with other microorganisms present in the same microecosystem. For this purpose, sampling it was conducted from 2008 until 2012, in which samples of bark and roots taken with signs of damage by bark beetles. In addition were reviewed mite's collections from different institutions as well as bark beetle collections preserved in alcohol. According to the information obtained, there were a total of 774 mites representing 33 species of the Mesostigmatigma order, including in nine families. Trematuridae was the most diverse and abundant family focusing on her most frequent phoretic species. 22 species are new records for the country. With this work the diversity of the previously recorded species increased by 175 %. *Trichouropoda polytricha* is the largest species in this study. It was observed the *Hypoaspis* nr. *vacua* biological cycle. Three species of mesostigmatid mites which could be helpful for the separation of sister species of bark beetles were determined.

Keywords: phoresy, bark beetles, mites, predators

INTRODUCCIÓN GENERAL

Los insectos descortezadores (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae) se encuentran entre las plagas más importantes de los ecosistemas forestales (Billings et al., 1996), donde cada especie de conífera es hospedero de por lo menos una especie de insecto descortezador (Wood, 1985). Estos aprovechan el debilitamiento de las plantas, provocada al principio por enfermedades o por un estrés hídrico, resultado de la acción de factores ambientales.

Las galerías que forman los insectos descortezadores (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae), se localizan bajo la corteza de los arboles, proporcionando un medio adecuado para el desarrollo de estos insectos, en todos los estadios de su desarrollo, manteniendo la temperatura y humedad necesaria para el establecimiento, no solo de los insectos, sino también de otros artrópodos y organismos que dan origen a diversas y complejas cadenas alimentarias, así como diversas biorrelaciones (Lindquist (1975). Entre los organismos que mantienen una estrecha relación con los Scolytinae, se encuentran los ácaros del orden Mesostigmata, ellos viven en las galerías construidas por los descortezadores, donde se observan diferentes asociaciones bióticas. Los ácaros son los ejemplos principales de la foresia, pues es muy común que se asocien con insectos que los ayudan a transportarse de un lugar a otro, regularmente en busca de alimento y de nuevos hábitats, motivo por el cual tienen diversos roles ecológicos.

En este trabajo se analizaron diferentes aspectos de los Mesostigmados asociados a escolitinos entre los cuales podemos mencionar la taxonomía, diversidad, abundancia, riqueza específica, distribución y tipos de asociaciones foréticas. También se determinó su estructura poblacional por tipo de hospedero y las preferencias por una determinada parte del cuerpo del insecto para fijarse. Se observaron las diferentes interacciones entre descortezadores, hongos y ácaros, se diferenciaron dos gremios tróficos entre los ácaros registrados en este estudio,

además se observó el ciclo biológico de una especie de mesostigmado obtenido de las galerías.

Los ácaros asociados a los insectos descortezadores se diferenciaron en dos grupos, los epizoicos, o sea todos aquellos que se encuentran sobre el cuerpo del insecto (foréticos, comensales o depredadores) y los habitantes de las galerías que se encuentran debajo de la corteza de los árboles. Tanto unos como otros, pueden tener hábitos diferentes respecto a su alimentación (Hoffmann y Gispert, 1983) y en ambos habrá especies que causen grandes bajas en las poblaciones de los descortezadores.

En México son muy pocos los trabajos acerca del tema. El presente trabajo es un estudio taxonómico y faunístico que integra información básica de tipo biológico y ecológico de cada una de las especies. Ante estas evidencias resulta importante ir plasmando toda la información con el propósito de realizar estudios más detallados abordando aspectos biológicos y ecológicos, sobre estos ácaros e insectos, para así poder establecer (en su caso) estrategias de manejo y control, en particular sobre aquellas especies de importancia económica.

CAPÍTULO I

ASPECTOS GENERALES DE LOS MESOSTIGMADOS (ACARI: MESOSTIGMATA) ASOCIADOS A SCOLYTINAE DE IMPORTANCIA FORESTAL

CAPÍTULO I
ASPECTOS GENERALES DE LOS MESOSTIGMADOS (ACARI:
MESOSTIGMATA) ASOCIADOS A SCOLYTINAE DE IMPORTANCIA
FORESTAL

RESUMEN

Se documentaron y analizaron los diferentes aspectos de la diversidad de la subfamilia Scolytinae y sus ácaros asociados. Se describieron los aspectos ecológicos, biológicos, así como los diferentes tipos de asociaciones foréticas que se presentan en estos grupos. Se realizaron listados a nivel nacional e internacional de los mesostigmados asociados a diferentes descortezadores.

Los resultados muestran una estrecha diversidad de escolitinos y una amplia diversidad de ácaros, dada la gran cantidad de especies registradas, sin embargo no existe una tendencia a que los ácaros sean específicos por un hospedero. Muchos de los estudios de la acarofauna asociada a nivel mundial, se han hecho sólo de manera local y no hay estudios que abarquen o recopilen los registros de distribución, ecológicos y biológicos de un país. En este estudio se obtuvieron resultados que dan pauta para conocer más a fondo la acarofauna asociada a descortezadores.

Los estudios de taxonomía son un apoyo fundamental en los estudios de diversidad, así como ecológicos, pero sobre todo aquellos centrados en las asociaciones con diferentes organismos. Sin duda alguna el hacer el inventario de las especies de mesostigmados asociados a descortezadores nos dará pauta para generar información que podría tomarse en consideración en los programas de control de los escolitinos.

Palabras clave: *Dendroctonus*, *Ips*, ácaros, foresia México

ABSTRACT

Different aspects of the Scolytinae subfamily diversity and their associated mites are documented and discussed different. We described the ecological, biological, as well as the different types of phoretic associations presented in this group. Nationally and international list of Mesostigmatid mites associated with different bark beetles were performed. The results showed a low diversity of bark beetles and a wide variety of mites, given the large number of species recorded; however there is no clear distinction by mites on the host specificity.

Many of the studies on mites associated with bark beetles worldwide were conducted only locally. There are no studies that compile distribution records, ecological and biological aspects in a country. Opposite to this, our study was performed in most of the states with coniferous forests in Mexico, which give guidelines results getting to know more thoroughly the mites fauna associated with bark beetles.

Taxonomical studies are an essential support to studies on diversity studies, as well as ecology studies, but mainly studies focusing on partnerships with different species. No doubt to make an inventory of the mesostigmatid species associated with bark gives us a guideline to generate information that could be considered in control programs.

Key words: *Dendroctonus*, *Ips* , mites, phoresy, Mexico

1.1 INTRODUCCIÓN

El capital natural y la biodiversidad de un país son de los recursos más importantes para conseguir el bienestar social y proyectar su desarrollo futuro. La ubicación y la forma del territorio mexicano revisten características que resultan en la gran diversidad ecológica a lo largo de su superficie, la diversidad de climas, su accidentada topografía, su particular ubicación geográfica, diferencias de latitud y altitud a nivel regional, además de la convergencia de las regiones Neártica y Neotropical, dan como resultado un mosaico climático con un número muy grande de variantes y por ende de elementos bióticos (Morrone, 2005). Esta gran variedad de condiciones fisiográficas, ecológicas y climáticas son las principales causas que han dado lugar a la existencia de una gran biodiversidad de especies, ecosistemas y recursos genéticos que lo convierten en uno de los llamados países megadiversos. Se estima que en el país se encuentra entre 10 y 12% (el 1% de la biodiversidad mundial) de las especies endémicas. A pesar de contar únicamente con 1.3% de la superficie terrestre del Planeta.

En nuestro país pueden encontrarse casi todos los tipos de vegetación que existen en el mundo, así como un gran número de especies de los grupos taxonómicos más importantes (CONABIO, 1998). En consecuencia, se tienen formaciones vegetales extremadamente variadas (Rzedowsky, 2006). La cubierta vegetal de México es una de las más ricas y variadas del planeta, la vegetación varía grandemente desde la existencia de ecosistemas áridos, desiertos, selvas tropicales, pastizales, bosques caducifolios y los bosques de coníferas. Dentro de éstos, los pinos son catalogados como el primer género de árboles en distribución y área, ya que ocurren en todos los estados del país a excepción de Tabasco, Campeche y Yucatán. El conjunto de bosques de coníferas ocupa aproximadamente el 15% del territorio del país, la mayor parte de la cual corresponde a formaciones dominadas por *Pinus* o *Pinus-Quercus*. Martínez (1992) identifica 66 pinos diferentes en México, de ellos concede categoría de especie a 39 y a los 27 restantes les da rango de variedad. Ortiz-Medrano *et al.*

(2008) mencionan que existen 110 especies de este género en el mundo, por lo que México cuenta con el 48% de las especies de pino a nivel mundial, la mitad de ellas son especies endémicas por ello este país es considerado centro de diversidad de este tipo de bosques (Gordon, 2006), los cuales representan un valioso recurso debido a su alto valor ecológico (Cantú y González, 2002) y a los servicios ecológicos que provee.

Sin embargo, al igual que en el resto del mundo, la biodiversidad enfrenta una crisis importante, resultado de las alteraciones que las actividades humanas han producido en los ecosistemas para satisfacer las crecientes demandas de alimento, vestido, vivienda, energía y agua de una población que creció desproporcionadamente a partir del siglo pasado. Todo ello ha traído consigo la pérdida y deterioro de los diversos servicios ambientales que proporcionan los ecosistemas como puede ser la captación y purificación del agua, el mantenimiento de la calidad del aire y de la fertilidad del suelo y la regulación del clima local, entre otros. Entre las amenazas a la biodiversidad se encuentran el cambio de uso del suelo, la construcción de infraestructura, el crecimiento demográfico, la introducción de especies invasoras, los incendios forestales, la sobreexplotación de los recursos naturales y el aprovechamiento ilegal.

En el año 2012, según informe de la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR), las principales causas que amenazaron los ecosistemas terrestres fueron ligadas a los incendios forestales, provocadas por actividades agropecuarias, además de las actividades humanas. Las plagas y enfermedades tienen también una función importante en estos ecosistemas, e incluso son necesarias para su funcionamiento, puesto que son reguladores de los procesos ecosistémicos. Algunos insectos llegan a los árboles dañados por incendios (principalmente varias especies de coleópteros), atraídos por los compuestos volátiles que desprenden los tejidos dañados. Algunos insectos dependen de este factor para su supervivencia debido a que los árboles siniestrados proveen el sustrato para su reproducción y ofrecen menos resistencia a su ataque, al tener

presión osmótica inferior a la normal (Fonseca *et al.*, 2009). Como resultado del monitoreo periódico que realiza la Secretaria del Medio ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) de las zonas forestales del país, durante 2012, 36% de los incendios forestales fue generado por actividades agropecuarias y afectó una superficie de 347,226 hectáreas (CONAFOR, 2012). Entre 1990 y 2002, la superficie afectada por plagas forestales promedió 20 300 hectáreas, mientras que entre 2003 y 2010 este valor alcanzó las 65 663 hectáreas. De la superficie total diagnosticada con daños por plagas entre 2003 y 2010, el mayor porcentaje correspondió a muérdagos (33.7%), seguido por descortezadores (28.9%), defoliadores (24.6%) y barrenadores (7.4%) (Fig. 1.1). Los estados con mayor superficie diagnosticada con plagas entre 1990 y 2010 fueron Oaxaca (82 535 hectáreas), Aguascalientes (57 911), Chihuahua (55 006), Jalisco (51 072) y Durango (50 863) (CONAFOR, 2012).



Figura 1.1. Daños por plagas en un bosque de coníferas

Las plagas y enfermedades forestales son insectos o patógenos que ocasionan daños de tipo mecánico o fisiológico a los árboles, como deformaciones, disminución del crecimiento, debilitamiento o, incluso la muerte, con un impacto ecológico, económico y social muy importantes. Son consideradas como una de las principales causas de disturbio en los bosques templados del

país. Actualmente se tiene registro de alrededor de 250 especies de insectos y patógenos que afectan al arbolado en nuestro país (CONAFOR, 2012).

Entre los insectos llamados plaga, se encuentra el orden Coleoptera, familia Curculionidae (Triplehorn y Johnson, 2005), en el que se incluye a la subfamilia Scolytinae, donde se circunscriben los descortezadores, los cuales hacen sus galerías debajo de la corteza; los adultos son de talla pequeña de color oscuro con estrías en los élitros y generalmente presentan una depresión en la porción terminal (Cibrián *et al.*, 1995). Durante muchos años fue considerada una familia independiente y, por tanto, denominada Scolytidae (escolítidos). Los últimos estudios taxonómicos la clasificaron como subfamilia Scolytinae (escolitinos). Incluye unos 220 géneros y aproximadamente 6000 especies (Triplehorn y Johnson, 2005), muchas de ellas consideradas en términos antropocéntricos plagas para los árboles ya que las larvas se desarrollan bajo la corteza de los mismos, por lo que llegan a matarlos.

Los escolitinos se desarrollan en condiciones naturales principalmente en los árboles heridos, golpeados por rayos, fuego; en plantas nutricionalmente deficientes, caídos, etc. (Hendrichs, 1977), pero pueden atacar a los árboles sanos. Esta subfamilia presenta especies filófagas (descortezadores), que se alimentan de los tejidos del floema y cambium es decir, la parte interna de la corteza del árbol; se les denomina de esta manera debido a que hacen túneles en la corteza de los árboles y horadan el cambium de sus hospedantes dañando la madera (Landaverde, 2001). Son considerados el grupo más importante de los insectos forestales que ataca coníferas (Cibrián *et al.*, 1995). En cambio los xylomicetófagos (ambrosiales), tienen como su principal alimento a hongos simbióticos que introducen y cultivan en la planta hospedera. Entre los géneros con más importancia a nivel económico se encuentran diversas especies de los géneros *Dendroctonus* e *Ips*.

1.2 El género *Dendroctonus* en México

El género *Dendroctonus* fue descrito en 1836 por W. E. Erickson (Rose, 1964) y se reconoce por ser de color café oscuro a negro, aunque algunas especies son rojizas. La frente es convexa y a menudo puede llevar elevaciones o tubérculos. Los ojos son ovales y enteros. Las antenas tienen un funículo formado por cinco artejos, que dan base a una clava aplanada y subcircular que lleva tres suturas marcadas por sedas. La cabeza es visible desde la vista dorsal. El cuerpo es cilíndrico, con el pronoto más ancho que largo. Los élitros tienen estrías e interestrías que terminan en un declive elitral convexo y cubierto con sedas que según su tamaño y abundancia, sirven para identificar a las especies (Cibrián *et al.*, 1995).

Este género comprende 19 especies y 1 subespecie, de las cuales 17 se encuentran en Norte y Centro América y sólo 2 en Asia y Europa (Armendáriz-Toledano *et al.*, 2012). En México se encuentran 12 especies: *D. frontalis*, *D. mexicanus*, *D. brevicomis*, *D. adjunctus*, *D. parallelcollis*, *D. approximatus*, *D. jeffreyi*, *D. ponderosae*, *D. pseudotsugae*, *D. rhizophagus*, *D. valens* y *D. vitei* (Zúñiga *et al.*, 1999). Las especies que pueden considerarse como plagas primarias de los bosques de pino en México son *D. frontalis*, *D. mexicanus*, *D. rhizophagus* y *D. adjunctus* (Salinas-Moreno *et al.*, 2010).

1.2.1 Aspectos de la biología de *Dendroctonus*. Este género tiene la capacidad de atacar árboles vivos. Al respecto, se menciona que a menor vigor del árbol mayor será la probabilidad de ataque por insectos descortezadores ya que la resina de árboles débiles pierde sus cualidades protectoras naturales, además de que su olor alterado permite a los insectos localizar a estos árboles. Existen varios factores que pueden colaborar al incremento poblacional de este insecto y favorecer que un ataque endémico se convierta en uno epidémico (de importancia económica) (epidémico). Tales factores se pueden clasificar en climáticos y los inherentes a las actividades de aprovechamiento y propios del rodal; cada uno de estos factores influye en el crecimiento de población de manera diferente; por

ejemplo, una sequía prolongada, además de producir un debilitamiento general en el árbol, provoca un cambio en la composición química de la resina, ya que incrementa el contenido de azúcares y disminuye el contenido de almidón, este cambio favorece el desarrollo de larvas (Enkerlin y Flores, 1977). Las especies de *Dendroctonus* atacan principalmente a las Pinaceae, grupo de árboles importantes por su madera comercial e industrial. En bosques de Norte y Centro América han ocasionado grandes daños y pérdidas por muerte de árboles y disminución de la producción maderera (Landaverde, 2001).

Por su comportamiento durante la colonización de sus huéspedes las especies de *Dendroctonus* pueden clasificarse como *especies primarias o secundarias*. Las especies primarias inician la colonización de árboles susceptibles y son capaces de vencer la resistencia del árbol; mientras que las especies secundarias arriban al huésped una vez que éste ha sido colonizado por algún descortezador primario y rara vez provocan la muerte del huésped (Cibrián *et al.*, 1995; Salinas *et al.*, 2010); sin embargo, es importante mencionar que bajo determinadas circunstancias estas últimas podrían llegar a comportarse como especies primarias (Landaverde, 2001).

1.3 El género *Ips* en México

El género fue descrito por DeGeer (1775) a partir de ejemplares de *Tomicus typographus* (Wood, 1982). Cognato y Vogler (2001) incluyen 44 especies dentro de las cuales, de acuerdo con Wood y Bright (1992), 16 de éstas se encuentran en Norteamérica y 11 en México (Wood, 1982; Cibrián *et al.*, 1995); aunque Camacho-Pantoja (2012) menciona que en México este género se encuentra representado por 11 especies, *Ips apache*, *I. bonanseai*, *I. calligraphus*, *I. cribicollis*, *I. confusus*, *Ips emarginatus*, *I. grandicollis*, *I. integer*, *I. lecontei*, *I. pini* e *I. plastographus* y tres especies que antiguamente pertenecían a este género, *Pseudips concinnus*, *P. mexicanus* y *Orthomicus latidens*, especies con amplia distribución a lo largo de la República Mexicana.

La forma general del cuerpo de estos insectos es más larga que ancha y su coloración va del amarillo hasta el negro (Wood y Stark, 1968), mientras que su talla va desde los 2.1 a los 6.5 mm (tamaño alcanzado por *Ips calligraphus*) (Gandhi y Miller, 2009). Cabeza cubierta por el pronoto en vista dorsal y más estrecha que éste, con frente que puede o no tener un tubérculo medio. Pronoto casi igual de ancho que de largo, áspero. Antenas de cinco artejos, la clava o masa antenal es de forma circular a suboval y fuertemente aplanada. Élitros estriados, enteros alcanzando el pigidio, con el margen basal recto y terminando en un declive excavado cóncavo, al final del cuerpo presenta de tres a seis pares de espinas, dependiendo de la especie (Gandhi y Miller, 2009).

1.3.1 Aspectos de la biología del género *Ips*. Todas las especies americanas atacan coníferas de los géneros *Pinus* y *Picea*, son polígamas o monógamas (McMillin y De Gómez, 2008). Tkacz *et al.* (1998) mencionan que los machos de *I. bonanseai* pueden tener hasta tres hembras, en cambio *I. lecontei* puede tener de una a cinco, siendo tres lo más común (McMillin y DeGómez, 2008). Son floeófagos; es decir, que se alimentan de tejidos de floema o corteza de los árboles (Cane *et al.*, 1990) y en el hospedero atacan principalmente raspaduras, fisuras y partes bajas del tronco; Steed y Wagner (2004) mencionan que los hospederos más susceptibles son los que tienen los tejidos de conducción muy dañados, o troncos de pino con el fuste alrededor de 10 cm de diámetro. Diferentes factores ambientales como son sequías, heladas, y tormentas, favorecen en ataque de estos insectos a sus hospederos vegetales, permitiendo su colonización, establecimiento y aumento de las poblaciones.

Estos insectos cumplen una función preponderante en los ecosistemas vegetales ya que son uno de los componentes de regulación, al eliminar plantas enfermas o dañadas y participar en el reciclaje de materia orgánica mediante sus actividades biológicas, que al ser realizadas bajo la corteza contribuyen a construir un sistema complejo de galerías, que les permite desarrollarse y completar su ciclo biológico. Han tenido gran variación en su comportamiento a lo largo del

tiempo, desde altamente agresivos (matando árboles), facultativos (colonizando árboles débiles o recientemente muertos), parásitos (viviendo en los árboles), o saprófagos (utilizando hospederos muertos) (Wood, 1982).

1.4 Situación de los descortezadores en México

En México se presentaron brotes de insectos descortezadores primarios como *Dendroctonus mexicanus*, *D. frontalis*, *D. adjunctus* y *D. pseudotsugae*, los cuales eran escasos y aislados por lo menos durante la segunda mitad del siglo XX. Sin embargo, es a partir de la presente década que inició un cambio en el comportamiento de los insectos descortezadores primarios (*Dendroctonus* spp.) e inclusive secundarios (*Ips* spp.) (INIFAP, 2013). Siendo estos grupos de insectos los que causan mayor pérdida en los bosques de coníferas en México, se considera que el 90% de los problemas de mortalidad y devastación de grandes extensiones de bosques corresponde a la acción de los descortezadores de los géneros *Dendroctonus* e *Ips*, aunque existen otros de importancia como son *Pityophthorus*, *Scolytus* y *Pseudohylesinus*. En México existe la NOM-019-SEMARNAT-2006 donde se establecen los lineamientos técnicos para el combate y control de descortezadores, considerados como las plagas más importantes por los daños que causan los géneros *Dendroctonus* e *Ips*. Ejemplo de ello fue que de 2005 a 2007, *Dendroctonus adjunctus* quien registró un incremento en sus poblaciones en el estado de Chihuahua, donde fueron afectadas aproximadamente 2000 hectáreas compactas, muriendo más del 80 % del arbolado adulto, principalmente de *Pinus arizonica*.

Saber con certeza los factores causantes de este incremento exponencial de las poblaciones de insectos descortezadores requeriría de estudios científicos específicos; no obstante, la teoría sobre ecología de poblaciones de este tipo de insectos sugiere que están respondiendo directamente a valores extremos de factores climáticos que, por una parte debilitan al arbolado y, por otra, favorecen las condiciones ambientales para la reproducción de los insectos.

1.5 Asociación ácaros-escolitinos

La historia evolutiva de los ácaros podría haber comenzado en el Devónico, y tras una segunda radicación adaptativa al final del Mesozoico se han convertido en uno de los grupos de animales con mayor diversidad específica y ecológica, modos de vida, hábitos tróficos y modelos reproductivos. El éxito conseguido se debe, además de su tamaño pequeño a su genuino oportunismo y plasticidad sin embargo, el conocimiento que se tiene de estos animales, que actualmente es amplio, sigue siendo insuficiente (Moraza, 1999).

Es posible que desde hace aproximadamente 100 millones de años, los ácaros se hayan asociado con los insectos. Indudablemente los eventos sucedidos en esos periodos, como la adaptación a nichos disponibles, la competencia interespecífica y la especiación geográfica entre otros, jugaron un papel importante para que los ácaros constituyan uno de los grupos más exitosos dentro del reino animal (Lindquist, 1975).

Los insectos descortezadores, sin duda, son especies clave para una diversa comunidad de artrópodos y microorganismos que se desarrollan subcorticalmente, principalmente ácaros. Lindquist (1975) menciona que la asociación ácaro-otros artrópodos puede establecerse por diversos factores, entre los que destacan: 1) la presencia de un hábitat estable que garantice aprovisionamiento de los recursos alimentarios y proporcione protección a ambos organismos; 2) especificidad por el hábitat, en el que el ácaro parece mostrar preferencia por el hábitat y no por el hospedero; 3) especificidad de los ácaros por el huésped; 4) especificidad de los ácaros por un sitio sobre el huésped, donde la constancia con la que algunos ácaros seleccionan un sitio de unión sobre el huésped puede indicar una asociación más íntima, debido a que los ácaros presentan adaptaciones morfológicas para las condiciones específicas de esos microespacios; 5) sincronía del ciclo biológico del ácaro con el insecto, siendo el ciclo del primero más corto que el del hospedero, y que generalmente presenta un

estado adaptado en el que permanecen hasta que se sincroniza el ciclo biológico con el del huésped.

Diversos grupos de ácaros están asociados con estos insectos formando interacciones dinámicas interespecíficas. Las relaciones de los ácaros y sus huéspedes tienen organizaciones definidas y patrones específicos, estos patrones han sido moldeados por largos procesos evolutivos, involucrando una sucesión de respuestas interactivas a través del tiempo evolutivo, lo que ha dado como resultado diferentes biorrelaciones (Hoffmann, 1988; Krantz y Walter, 2009). La importancia de estas relaciones es que se crean los flujos de energía dentro de las redes tróficas y por tanto contribuyen a la estructuración del ecosistema.

El micro-ecosistema que se forma bajo la corteza, el floema enfermo (con virus, hongos o bacterias), así como árboles moribundos, proveen hábitats para una gran cantidad de insectos barrenadores, principalmente escarabajos y sus ácaros asociados. Cada especie de insecto descortezador se considera que tiene aproximadamente de 15 a 20 especies de ácaros que viven relacionados a él, por lo que se consideran componentes bióticos del hábitat del escolitino (Lindquist, 1970). Dichas especies se pueden estar incluidas en géneros fungívoras, saprofiticas (*Tarsonemus*, *Pygmephorus*, *Histiogaster*, *Histiostoma*), polífagas y nematófagas, así como depredadoras especializadas en los estadios tempranos de los descortezadores (*Digamasellus*, *Proctolaelaps*, *Lasioseius*), parásitas monófagas u oligófagas de las larvas de los descortezadores (*Pyemotes*, *Paracarophenax* e *Iponemus*) (Lindquist, 1970). Estos ácaros son simbioses en el amplio sentido, dependen de los escolitinos foréticamente, directa o indirectamente para su nutrición, dispersión y colonización de hábitats.

La capacidad de dispersión juega un papel fundamental en la radiación de los ácaros, facilitando la explotación de los hábitats diversamente distribuidos en el espacio o en el tiempo o en ambos. Muchas especies no pueden salir de un hospedero, andar y encontrar un nuevo huésped, por lo que dependen de factores

externos para desplazarse. Los factores bióticos pueden ser importantes en el transporte pasivo de los ácaros, por medio del cual un animal es transportado por un vehículo seleccionado, que pueden ser diferentes especies; este fenómeno es llamado foresia, y es en el que un animal (forético o foronte) busca y se vincula con un animal de otra especie que hace la vez de vehículo para la dispersión y con el que el forético sincroniza alguna fase del ciclo biológico (Farish y Axtel, 1971). El tiempo que dura este proceso el animal forético detiene su desarrollo y su actividad comienza de nuevo a partir de su desprendimiento y que es inducido por estímulos procedentes de su vehículo o del microhábitat.

1.5.1 Tipos de asociaciones foréticas

Para llevar a cabo el proceso forético, estos ácaros presentan diferentes grados de adaptaciones morfológicas y fisiológicas. Generalmente es en sus fases ninfales cuando se asocian con los insectos (Fig. 2), más que en otras etapas de su ciclo biológico (Moser, 1995). Sin embargo, poco se sabe de la biología tanto del foronte como del hospedero. El descubrimiento de una relación forética nos da pauta para conocer un poco más del rol ecológico de ambas especies (Binns, 1972). Una gran variedad de ácaros asociados a insectos presenta características morfológicas distintivas que parecen minimizar el riesgo de ser desalojados del cuerpo del huésped durante el transporte. Farish y Axtell (1971) tomaron en cuenta esas modificaciones morfológicas y agruparon a los ácaros foréticos de la siguiente manera:

a) Hembras foréticas no especializadas. En este tipo encontramos que las hembras adultas son las únicas formas foréticas y su fijación es por medio de quelíceros, ganchos palpales o uñas ambulacrales, las que utilizan para sujetarse a una seda o un pliegue del tegumento del hospedero. Este tipo se da principalmente en hembras de la familia Macrochelidae así como en una gran cantidad de especies de Mesostigmata, las que se distribuyen foréticamente utilizando casi a todos los insectos como hospederos y entre éstos de forma principal a los coleópteros. Hoffmann (1981) propone que los palpos muy desarrollados de la familia Cheyletidae muy posiblemente estén relacionados con

la vida forética, pues con ellos pueden sujetarse al hospedero. Esta familia utiliza además de insectos algunos mamíferos, principalmente roedores para transportarse.

b) El segundo tipo está representado por los ácaros, en los que las deutoninfas son foréticas, en general no hay estructuras especiales para sujetarse al hospedero, sólo se sujetan con las uñas ambulacrales, especialmente en deutoninfas de Parasitidae del género *Poecilochirus* (Hoffmann, 1981).

c) El tercer tipo es similar al segundo en que las deutoninfas son foréticas; sin embargo, en este caso se adhieren al hospedero mediante un pedicelo anal formado por una sustancia excretada a través del ano, que se endurece al entrar en contacto con el aire y literalmente se observa como una cuerda sujetándose al hospedero (Fig. 1.2).



Figura 1.2. *Trichouropoda fallax*, deutoninfa forética con pedicelo anal

d) En el cuarto tipo hay una etapa en deutoninfa muy altamente modificada, llamado hipopodio, que sólo se produce en determinados momentos, presumiblemente cuando las condiciones ambientales ya no son apropiadas para el ácaro. El hipopodio se simplifica morfológicamente y suele tener discos en

forma de ventosas para la fijación eficiente y es mucho más resistente a la desecación que otras etapas del ciclo biológico (Macchioni, 2007) (Fig. 1.3).



Figura 1.3. *Histiogaster rotundus*, hipopodio vista ventral.

Cross y Moser (1971) describen otro tipo de foresia que se presenta en Pyemotidae y Pygmephoridae, en las que hay hembras dimórficas dentro de una misma especie; una forética, que llaman foretomorfa y otra no forética que simplemente llaman normal. Los ácaros foréticos buscan la manera de dispersarse mediante un organismo vivo que les permita llegar a otros hábitats para colonizarlos, las modificaciones estructurales están presentes sólo en algunos grupos de ácaros, siendo más obvias en los hábitats terrestres donde algunos hospederos también sufren modificaciones para que puedan llevar a cabo su papel de transportistas (Hoffmann, 1981).

1.6 Ácaros mesostigmados y escolitinos

Los ácaros del orden Mesostigmata (=Gamasida) son de los más comúnmente encontrados en asociación con los escarabajos del género *Dendroctonus*; muchas de las especies registradas de ácaros son foréticos generalistas, otras tantas se asocian específicamente con este género y otras más sólo se asocian con una especie del mismo género. Se han considerado un grupo de importancia ecológica porque tienen un impacto directo sobre las poblaciones

de los descortezadores, por lo que se consideran candidatos potenciales para ejercer un control biológico sobre dichos insectos plaga (Moser *et al.*, 1974).

Algunas especies de estos insectos excavan galerías en las raíces de los árboles, las cuales proporcionan un medio adecuado para el desarrollo de todos sus estadios, manteniendo la temperatura y la humedad necesarias para el establecimiento, no sólo de este insecto sino también de otros artrópodos (Lindquist, 1975). Los ácaros son artrópodos comúnmente asociados a los descortezadores y a sus galerías, se conoce que tienen influencia en su reproducción de dichos insectos y en la relación que mantienen los escarabajos con hongos (Six y Klepzig, 2004), su alta abundancia relativa y su diversidad sobre estos insectos sugieren la posibilidad de que puedan influenciar su dinámica dentro de los árboles infestados y afectar su condición física de estos insectos (Hofstetter *et al.*, 2005).

1.6.1 Sistemática y clasificación de los Mesostigmata

Los Mesostigmata son el orden más diverso y ampliamente distribuido del Superorden de los Parasitiformes, con aproximadamente 86 familias (Lindquist *et al.*, 2009). Cerca de 10,000 especies han sido descritas, de las cuales la mitad es de vida libre con hábitos depredadores en suelo, materia en descomposición, composta, estiércol, nidos, etc. (Walter y Proctor, 1999). De acuerdo con la agrupación de los mesostigmados realizada por Lindquist *et al.* (2009), existen tres grandes grupos: los subordenes Sejida, Trigynaspida y Monogynaspida. En los Monogynaspida, se encuentran los mesostigmados más diversos, reconocidos principalmente por presentar una cubierta genital principal (una sola placa epiginial). En el siguiente cuadro se esquematiza la sistemática reciente de los Mesostigmata (Cuadro 1.1)

Cuadro 1.1. Sistema taxonómico modificado de Lindquist *et al.* (2009) para la clasificación de categorías de la subclase Acari, orden Mesostigmata.

Subphylum Chelicerata
 Clase Arácnida
 Subclase Acari
 Superorden Parasitiformes
 Orden Mesostigmata
 Suborden Sejidae
 Superfamilia Sejoidea
 Suborden Trigynaspida
 Cohorte Cercomegistina
 Superfamilia Cercomegistoidea
 Cohorte Antenophorina
 Superfamilia Antennophoroidea
 Superfamilia Celaenopsoidea
 Superfamilia Fedrizzioidea
 Superfamilia Megisthanoidea
 Superfamilia Parantennuloidea
 Superfamilia Aenictequoidea
 Suborden Monogynaspida
 Cohorte Microgyniina
 Superfamilia Microgynioidea
 Cohorte Heatherellina
 Superfamilia Heatherelloidea
 Cohorte Uropodina
 Subcohorta Uropodiae
 Superfamilia Thinozerconoidea
 Superfamilia Polyaspidoidea
 Superfamilia Uropodoidea
 Superfamilia Trachyuropodoidea
 Subcohorta Diarthrophalliae
 Superfamilia Diarthrophalloidea
 Cohorte Heterozerconina
 Superfamilia Heterozerconoidea
 Cohorte Gamásina
 Subcohorta Epicriiae
 Superfamilia Epicrioidea
 Superfamilia Zerconoidea
 Subcohorta Arctacariae
 Superfamilia Arctacaroida
 Subcohorta Parasitei
 Superfamilia Parasitoidea
 Subcohorta Dermanyssiae
 Superfamilia Vegaioida
 Superfamilia Rhodacaroidea
 Superfamilia Eviphidoidea
 Superfamilia Ascoidea
 Superfamilia Phytoseioidea
 Superfamilia Dermanyssoidea

1.6.2 Morfología de Mesostigmata

Se distinguen por poseer coxas cilíndricas, con dos estigmas visibles, sobre el borde externo del cuerpo entre las coxas III y IV. El color del cuerpo generalmente es ambarino, desde claros hasta oscuros. Tienen todas las placas bien desarrolladas y miden entre 200 a 2000 μm (Kühnelt, 1976). Opistosoma no segmentado; coxas libres, pedipalpos con uñas subterminales, basales o ausentes; con o sin tritosterno; gonoporo transversal, con o sin placas (Krantz y Walter, 2009). De acuerdo a las descripciones hechas por Lindquist *et al.* (2009), presentan las siguientes características morfológicas:

Hay un gnatosoma con una base esclerosada, compuesta de coxas y pedipalpos fusionados; generalmente con quelíceros de tipo quelado cuyos dígitos están usualmente bien desarrollados y dentados; una seda simple se puede encontrar en la cara ventral del dedo fijo (*pilus dentilis*), los procesos artrodiales se pueden presentar en el ángulo basal del dígito móvil. El macho, con frecuencia lleva el espermatodáctilo parcialmente libre o fusionado, pedipalpos sensoriales, con artejos libres; un par de cornículos generalmente muy esclerosados, en el extremo del hipostoma, el cual está formado por la fusión de enditos palpocoxales, aquí se encuentran tres pares de sedas, dispuestas en forma de triángulo o de línea recta a cada lado; los enditos ventrales están separados por la sutura deutosternal (filas transversales), el tritosterno está localizado ventralmente detrás del gnatosoma, con dos o tres lacinias; el extremo dorsal anterior del tubo gnatosomal puede estar alargado en un epistoma simple u ornamentado (tecto de dentículos) (Lindquist *et al.*, 2009).

En el idiosoma presentan una serie de placas dorsales que generalmente tienen fusión progresiva durante la ontogenia. Las tres placas dorsales principales son la podonotal (anterior), mesonotal (media) y la pygidial (posterior). La fusión de las tres placas anteriores forma una placa holonotal. La quetotaxia dorsal incluye filas e hileras de sedas arregladas característicamente, según los estadios y taxa, las más típicas son: dorsales (*j, J*), medianas (*z, Z*), laterales (*s, S*) y

marginales (*r*, *R*). La adquisición de sedas también es ontogenética, ya que desde el estadio larval a la deutoninfa. La quetotaxia del adulto generalmente es semejante a la de la deutoninfa (Lindquist *et al.*, 2009).

Ventralmente, el idiosoma lleva placas distintivas en estadios y sexos. La hembra tiene una placa esternal en la región propodosomática que normalmente lleva tres pares de sedas y dos pares de poros; un par de placas metasternales puede encontrarse en los ángulos posterolaterales de la placa esternal, cada una lleva una seda (*st4*) y un poro; estas placas pueden estar ausentes o fusionadas con las placas adyacentes; una placa genital o epiginial, se encuentra detrás o entre el complejo esternal-metasternal; la placa genital puede llevar frecuentemente sólo un par de sedas (muchos Gamasina), más de uno (Sejina) o ninguno (muchos Uropodina); la placa anal lleva un par de sedas paranales y una seda impar postanal, varias sedas preanales opistogástricas están insertadas en los elementos ventrianales expandidos o en el tegumento adyacente no esclerosado. Presentan un par de estigmas al nivel de las coxas II-IV y laterales a los elementos exopodales están asociados normalmente con los peritremas, donde las placas peritremáticas normalmente están fusionadas con la placa dorsal anteriormente y el peritrema puede extenderse al vértice idiosomático (Lindquist *et al.*, 2009) (Fig. 1.4). El vientre del macho presenta una placa no dividida (holoventral), aunque algunas ocasiones presenta una separación entre la placa esternogenital y ventrianal u otras disposiciones, la apertura genital está localizada en el margen anterior de la región esternal en muchos gamasina.

Las patas de los mesostigmados tienen siete artejos y poseen una quetotaxia distintiva útil en la identificación. Las patas I pueden ser de función primariamente ambulatoria o sensorial, pero en cualquier caso poseen un complemento de sedas sensoriales distalmente. Las patas II o IV, o ambas de los machos, con frecuencia están provistas de espolones que ayudan a sujetar a la hembra durante la transferencia de esperma (Lindquist *et al.*, 2009).

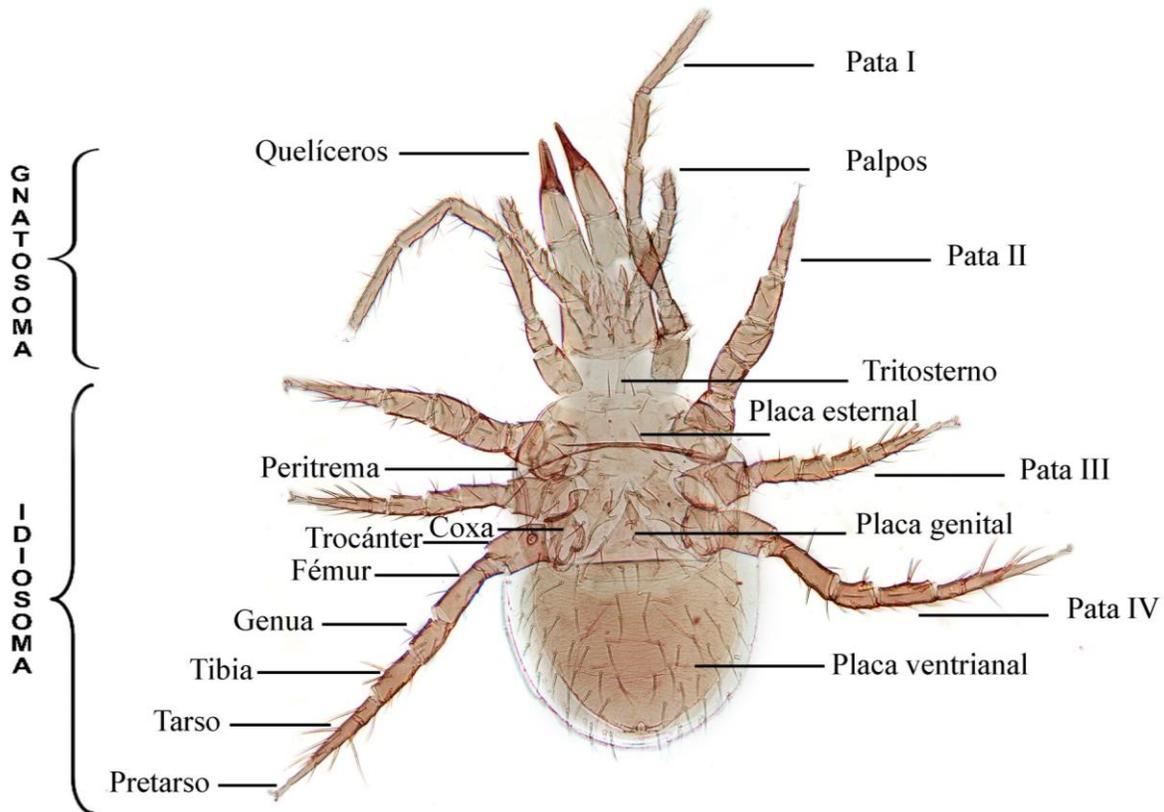


Figura 1.4. Principales características morfológicas de Mesostigmata.

1.6.3 Ciclo biológico

Consta de cinco estadios, comenzando con el estadio de huevecillo (estado inactivo), seguido por los estadios activos de larva, protoninfa, deutoninfa y adulto. Entre cada dos estadios activos hay un estadio de reposo (quiescencia), este estadio tiene corta duración, dando paso a la muda. El tiempo entre un estadio y otro varía según las condiciones ambientales, pero por lo regular es de tiempo corto. El desarrollo de huevo a adulto puede ser de media semana a tres semanas (Lindquist *et al.*, 2009). Las características entre los diferentes estadios de desarrollo de un mesostigmateo son:

LARVA: Tres pares de patas, no presenta peritremas ni estigmas, presenta una placa predorsal.

PROTONINFA: Cuatro pares de patas, estigmas y peritremas presentes, dos placas dorsales separadas y una pequeña placa esternal.

DEUTONINFA: Cuatro pares de patas, peritrema largo y estigmas presentes, las placas dorsales tienden a fusionarse, sólo una placa esternal de gran tamaño.

ADULTO: Cuatro pares de patas, estigmas presentes, peritremas largos, gonoporo presente, placas ventrales separadas por regiones.

Los mesostigmados comprenden un gran número de especies, incluyen aproximadamente 120 géneros agrupados en 86 familias (Lindquist *et al.*, 2009) en su mayoría son depredadores; aunque no son los más numerosos tomando en cuenta a los criptostigmados y prostigmados. Están presentes en varios tipos de suelos y pueden llegar a ser depredadores importantes (Coleman y Crossley, 1996). La mayoría de ellos vive sólo en humus y detritos (Hoffmann y López-Campos, 2000). Unos pocos grupos son considerados fungívoros (Ameroseiidae y Uropodidae), bacteriófagos (ciertos Uropodina) o fitófagos o polífagos facultativos (algunos Phytoseiidae). En otros grupos sus hábitos alimentarios son aún desconocidos (Halolaelapidae, Ologamásidae y Zerconidae). Los ácaros de la familia Ascidae representan un grupo generalista (Lindquist y Evans, 1965), con amplia distribución, muchas especies han sido registradas como importantes depredadores de ácaros, de otros artrópodos o de nematodos con potencial para el control biológico de especies plagas (Epsky *et al.*, 1988; Moore *et al.*, 1988; Walter y Lindquist, 1989; Crossley Jr. *et al.*, 1992).

Existe una gran diversidad de ácaros mesostigmados asociados a los descortezadores, esto obedece principalmente a la variedad en los recursos alimentarios que les proporcionan los escolitinos, así como la gran adaptabilidad que tienen en los diferentes ambientes en los que se presentan. Entre las especies que se mencionan en este estudio existe una interesante gama de hábitos alimentarios, así como de hábitats, y diferentes asociaciones que hacen a estos grupos interesantes de estudiar. Por lo que este campo tiene amplias posibilidades en la investigación tanto de ciclos biológicos como aplicaciones en el

control natural de los escolitinos, que se han convertido en plagas de interés forestal en todo el mundo.

1.7 Diversidad de Mesostigmados asociados a Scolytinae a nivel mundial

A nivel mundial se encontraron registros de la acarofauna asociada a escolitinos de 15 países, de los cuales se obtuvieron 178 especies de ácaros, 96 se incluyen en Mesostigmata (52%), 55 en Prostigmata (32%), 14 en Cryptostigmata (8%) y 13 en Astigmata (8%) (Cuadro 2). Estados Unidos de América es el país con un mayor número de especies registradas (124), seguido de México (31), Honduras (27), Guatemala y Suecia (20). En Polonia Kieczewski *et al.* (1983) registraron 181 especies, las cuales sólo son enlistadas por grupos, 84 especies de Mesostigmata, 27 de Prostigmata, 23 de Astigmata y 47 de Sarcotiformes exceptuando a los astigmatinos, pero no se da el nombre científico de ninguna de ellas. El número de especies de mesostigmados es mucho mayor a la registrada para cualquiera de los países nombrados en este estudio (Chaires-Grijalva *et al.*, 2012). Se sabe que la acarofauna que cohabita en las galerías de los Scolytinae mantiene una estrecha relación con ellos. Rust (1933) menciona que la acarofauna subcortical se reproduce y se alimenta de los huevecillos y primeros estadios larvales de sus huéspedes y se distribuye foréticamente entre los árboles por los coleópteros adultos (Rust, 1933; Stephen y Kinn, 1980; Lombardero, 2000).

Existe una gran diversidad de mesostigmados asociada a descortezadores, aunque no existe una clara distinción entre especies verdaderamente cortícolas y las que existen en el suelo forestal (Beaulieu *et al.*, 2006). Sin embargo muchas especies de ácaros viven exclusivamente en la madera en descomposición y subcorticalmente, ambientes en los que tienen relaciones complejas con escarabajos descortezadores. Estos ácaros dependen de insectos subcortícolas para su dispersión y la introducción dentro de los sustratos habitables adecuados para sobrevivir. Las comunidades de ácaros pueden ser grandes y complejas, con múltiples gremios alimentarios y niveles tróficos (Lindquist, 1969; McGraw y

Farrier, 1969). Sin embargo, debido a la dificultad en la observación de ácaros subcortícolos, se sabe muy poco acerca de su biología y el comportamiento. Una característica común observada en las comunidades de escolitinos es la diversidad y el número de organismos presentes en las galerías subcorticales. Hay cuatro grupos dominantes conformados por los organismos presentes los cuales son insectos subcorticales, ácaros, nematodos y hongos. Barras (1979) ha descrito al ecosistema subcortical de los escolitinos como un "supra-organismo" debido a las relaciones co-evolutivas existentes en él.

La mayor diversidad de asociaciones de ácaros con otros artrópodos se produce con los ácaros del orden Mesostigmata. Estas asociaciones incluyen la foresia ocasional, facultativa, u obligatoria para la dispersión. La complejidad de estas asociaciones sugiere una larga historia de la evolución entre estos ácaros y sus hospederos, éstas van desde asociaciones foréticas traducidas en la sincronización de los ciclos biológicos de ambas especies, adaptaciones morfológicas en la forma del cuerpo, mecanismos especiales de fijación, aumento o reducción en el tamaño de las características específicas del cuerpo, adaptaciones fisiológicas como la resistencia a la deshidratación, cese del desarrollo, reducción metabólica y la ausencia de respuesta a estímulos normales, tales como el alimento, el comportamiento de apareamiento, la humedad y la temperatura (Szymkowiak, 2007; Walter y Proctor, 2013) (Fig. 1.5).

Los mesostigmados representan el número más elevado de especies asociadas a los descortezadores, concentradas en 16 familias, entre las que destacan por su diversidad las familias Ascidae y Digamasellidae con 30 y 15 especies respectivamente; 37 géneros de diferentes familias en los cuales *Lasioseius*, *Proctolaelaps*, *Dendrolaelaps* y *Trichouropoda* son frecuentemente encontrados en asociación con 11 descortezadores, siendo *Dendroctonus frontalis* la especie con mayor registro de ácaros foréticos.

Moser (1975) menciona que *Proctolaelaps dendroctoni*, *P. hystricoides*, *P. hystrix*, *Dendrolaelaps neocornutus*, *D. neodisetus*, *Macrocheles boudreauxi* y *Schizosthetus lyriformis* son conocidos como enemigos naturales de *D. frontalis* en Louisiana, Estados Unidos, mientras que las demás especies son solo posibles candidatos como agentes de control biológico. Sin embargo, el impacto de estos acaros sobre los descortezadores en America Central, nunca ha sido evaluado.

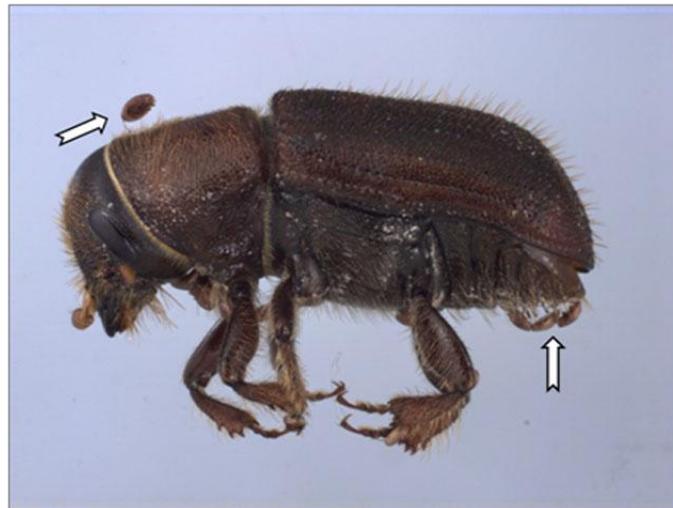


Figura 1.5. Familia Trematuridae sobre pronoto y en los esternitos abdominales de *Dendroctonus* sp., indicado por las flechas blancas

En el Cuadro 1.2 se presenta la lista de los mesostigmados asociados a descortezadores (Chaires-Grijalva *et al.*, 2012; Hofstetter *et al.*, 2005; Gispert, 1983; Kieczewski *et al.*, 1983; Stephen y Kinn, 1980; Moser, 1975; Moser *et al.*, 1974; Lindquist, 1971; Moser y Roton, 1971); como se puede apreciar la mayoría de los registros están por país, pero sólo son estudios locales, incluso en Estados Unidos de América, estas localidades presentaron en su momento problemas con el aumento de las poblaciones de *Dendroctonus* spp. lo que en parte motivo el estudio en esos lugares.

Cuadro 1.2. Especies de mesostigmados registradas para descortezadores de la subfamilia Scolytinae.

Especie	Hospedero animal	Hospedero vegetal	País	Referencia
Ameroseiidae				
<i>Ameroseius longitrichus</i> (Hirschmann, 1963)	No registrado	No registrado	EUA	Moser y Roton, 1971
<i>Klenmania spp.</i>	No registrado	No registrado	EUA	McGraw y Farrier, 1969
Ascidae				
<i>Arctoseius cetratus</i> (Sellnick, 1940)	<i>I. bonanseai</i>	<i>P. hartwegii</i>	México	Gispert, 1983
<i>Arctoseius semicissus</i> (Berlese, 1892)	<i>I. cribicollis</i>	<i>P. montezumae</i>	México	Hoffmann y López-Campos, 2000
<i>Asca pini</i> (Hurlbutt 1963)	<i>I. bonanseai</i>	<i>P. hartwegii</i>	México	Gispert, 1983
<i>Blattisocius dentriticus</i> (Berlese, 1918)	<i>D. frontalis</i> <i>I. avulsus</i> <i>I. grandicollis</i>	<i>P. echinata</i> <i>P. taeda</i>	EUA	McGraw y Farrier, 1969
<i>Blattisocius keegani</i> (Fox, 1947)	<i>I. avulsus</i> <i>I. grandicollis</i>	<i>P. taeda</i>	EUA	Moser y Roton, 1971
<i>Blattisocius tarsalis</i> (Berlese, 1918)	<i>I. grandicollis</i>	<i>P. taeda</i>	EUA	McGraw y Farrier, 1969
<i>Gamasellodes reactiventris</i> (Lindquist, 1971)	<i>I. avulsus</i> <i>I. grandicollis</i>	No registrado	EUA	Moser y Roton, 1971
<i>Gamasellodes sp.</i>	<i>I. bonanseai</i>	<i>P. hartwegii</i>	México	Gispert, 1983
<i>Laseoseius arboreus</i> (Chant, 1963)	<i>D. frontalis</i> <i>I. avulsus</i>	<i>P. echinata</i> <i>P. taeda</i>	EUA	McGraw y Farrier, 1969
<i>Lasioseius cortiseius</i> (Lindquist, 1971)	<i>D. frontalis</i>	No registrado	EUA	Moser y Roton, 1971
<i>Lasioseius dentatus</i> (Fox, 1946)	<i>D. frontalis</i>	No registrado	EUA	Moser y Roton, 1971
<i>Lasioseius epicriodopsis</i> (de Leon, 1963)	<i>D. frontalis</i>	No registrado	EUA	Moser y Roton, 1971
<i>Lasioseius neometes</i> (McGraw & Farrier, 1969)	<i>D. terebrans</i> <i>I. avulsus</i>	<i>P. taeda</i>	EUA	McGraw y Farrier, 1969 Moser y Roton, 1971
<i>Lasioseius safoi</i> (Ewing 1920)	<i>D. frontalis</i> <i>I. bonanseai</i> <i>D. adjunctus</i>	<i>P. hartwegii</i>	México Guatemala Honduras	Moser <i>et al.</i> , 1974

Cuadro 1.2. Continuación

Especie	Hospedero animal	Hospedero vegetal	País	Referencia
<i>Proctogastrolaelaps libris</i> (McGraw & Farrier, 1969)	<i>D. frontalis</i> <i>S. multiestratus</i>	<i>P. echinata</i>	EUA México	McGraw y Farrier, 1969
Celaenopsidae				
<i>Pleuronectocelaeno barbara</i> (Athias Henriot, 1959)	<i>I. typographus</i> <i>Ptyokteines</i> <i>curvidens</i>	<i>Abies alva</i>	Japón Suecia Croacia EUA	Pernek, 2008 Pernek, 2012 Kinn, 1991
<i>Pleuronectacelaeno drymoecetes</i> (Kinn, 1968)	<i>D. frontalis</i>	No registrado	EUA Honduras	Moser <i>et al.</i> , 1974
Cercomegistidae				
<i>Cercoleipus coelonotus</i> (Kinn, 1970)	<i>D. frontalis</i>	No registrado	EUA Honduras	Moser <i>et al.</i> , 1974
Digamasellidae				
<i>Dendrolaelaps armatus</i> (Hirschmann 1960)	<i>D. frontalis</i> <i>I. avulsus</i> <i>I. grandicollis</i>	<i>P. virginiana</i> <i>P. taeda</i> <i>P. echinata</i>	EUA Latvia	Lindquist, 1975 Salmane, 2006
<i>Dendrolaelaps brachypoda</i> (Magiio 1924)	<i>D. frontalis</i>	<i>P. taeda</i>	EUA	Moser y Roton, 1971 Lindquist, 1975
<i>Dendrolaelaps carolinensis</i>	<i>D. terebrans</i>	<i>P. taeda</i>	EUA	Moser y Roton, 1971
<i>Dendrolaelaps isodentatus</i> (Hurlbutt, 1967)	<i>D. frontalis</i> <i>I. avulsus</i>	<i>P. echinata</i>	EUA	Moser y Roton, 1971 Stephen y Kinn, 1980
<i>Dendrolaelaps neocornutus</i> (Hurlbutt, 1967)	<i>D. frontalis</i> <i>I. avulsus</i> <i>I. grandicollis</i> <i>D. rhizophagus</i>	<i>P. echinata</i> <i>P. taeda</i> <i>P. arizonica</i>	EUA México Guatemala Honduras	Stephen y Kinn, 1980 Moser <i>et al.</i> , 1974 Chaires-Grijalva, <i>et al.</i> , 2013
<i>Dendrolaelaps neodisetosimilis</i>	<i>D. frontalis</i>	<i>P. virginiana</i> <i>P. echinata</i>	EUA	McGraw y Farrier, 1969
<i>Dendrolaelaps neodisetus</i> (Hurlbutt, 1967)	<i>D. frontalis</i> <i>D. terebrans</i> <i>I. avulsus</i> <i>I. grandicollis</i> <i>I. bonanseai</i>	<i>P. virginiana</i> <i>P. echinata</i> <i>P. taeda</i> <i>P. hartwegii</i>	EUA México Guatemala Honduras	Moser y Roton, 1971 Gispert, 1983 McGraw y Farrier, 1969
<i>Dendrolaelaps quadrisetus</i> (Berlese, 1920)	<i>D. frontalis</i> <i>D. terebrans</i> <i>I. avulsus</i> <i>I. grandicollis</i> <i>I. calligraphus</i> <i>I. typographus</i>	<i>P. virginiana</i> <i>P. echinata</i> <i>P. taeda</i>	EUA España México Alaska Alemania Bulgaria Croacia Polonia	Gispert, 1983 Fernández <i>et al.</i> , 2012

Cuadro 1.2. Continuación

Especie	Hospedero animal	Hospedero vegetal	País	Referencia
<i>Dendrolaelaps rotoni</i> (Hurlbutt, 1967)	<i>D. frontalis</i>	<i>P. taeda</i>	EUA	Moser y Roton, 1971
<i>Dendrolaelaps tetraspinosus</i> (Hurlbutt, 1967)	<i>D. frontalis</i> <i>I. avulsus</i> <i>I. grandicollis</i>	<i>P. virginiana</i> <i>P. echinata</i>	EUA	McGraw y Farrier, 1969
<i>Dendrolaelaps varipunctatus</i> (Hurlbutt, 1967)	<i>D. frontalis</i>	<i>P. taeda</i>	EUA	Moser y Roton, 1971
<i>Digamasellus brachypoda</i> (Hurlbutt 1967)	<i>D. frontalis</i>	<i>P. taeda</i>	EUA	Moser y Roton, 1971
<i>Digamasellus quadrisetosimilis</i> (Hirschmann, 1960)	<i>D. frontalis</i>	<i>P. taeda</i>	EUA	Moser y Roton, 1971
<i>Digamasellus quadritorus</i> (Robillard 1971)	<i>D. frontalis</i>	<i>P. taeda</i>	EUA Honduras	Moser <i>et al.</i> , 1974
<i>Longoseius cuniculus</i> (Chant, 1961)	<i>D. frontalis</i> <i>I. avulsus</i>	<i>P. virginiana</i> <i>P. echinata</i>	EUA	Moser y Roton, 1971 Moser <i>et al.</i> , 1974 Kinn, 1979
Laelapidae				
<i>Androlaelaps casalis</i> (Berlese, 1920)	<i>D. frontalis</i>	<i>P. echinata</i>	EUA	Moser y Roton, 1971
<i>Gaeolaelaps ninabregus</i> (MaGraw y Farrier, 1969)	<i>D. frontalis</i> <i>D. terebrans</i> <i>I. grandicollis</i>	<i>P. echinata</i> <i>P. virginiana</i> <i>P. taeda</i>	EUA	McGraw y Farrier, 1969
<i>Haemolaelaps megaventralis</i> (Strandtmann, 1947)	<i>D. frontalis</i> <i>D. terebrans</i> <i>I. avulsus</i> <i>I. grandicollis</i>	<i>P. echinata</i> <i>P. virginiana</i> <i>P. taeda</i> <i>P. contorta</i>	EUA	McGraw y Farrier, 1969
<i>Hypoaspis disjuncta</i> (Hunter & Yeh, 1969)	<i>D. frontalis</i>	<i>P. taeda</i>	EUA	Moser y Roton, 1971
<i>Hypoaspis krantzi</i> (Arutunian, 1993)	<i>D. frontalis</i>	<i>P. taeda</i>	EUA	Moser y Roton, 1971 Stephen y Kinn, 1980
<i>Pseudoparasitus thatcheri</i> (Hunter & Moser, 1968)	<i>D. frontalis</i> <i>I. avulsus</i> <i>I. grandicollis</i>	<i>P. echinata</i>	EUA	Hunter y Moser, 1968 Moser y Roton, 1971
Macrochelidae				
<i>Macrocheles boudreauxi</i> (Krantz, 1965)	<i>D. frontalis</i> <i>D. terebrans</i> <i>I. avulsus</i> <i>I. grandicollis</i> <i>D. rhizophagus</i>	<i>P. echinata</i> <i>P. taeda</i> <i>P. arizonica</i>	EUA México Guatemala	Moser y Roton, 1971 Stephen y Kinn, 1980 Chaires-Grijalva, <i>et al.</i> , 2013

Cuadro 1.2. Continuación

Especie	Hospedero animal	Hospedero vegetal	País	Referencia
Melicharidae				
<i>Melichares monochami</i> (Lindquist, 1962)	<i>D. frontalis</i>	<i>P. echinata</i>	EUA	McGraw y Farrier, 1969
<i>Melichares n. sp. nr monochami</i>	<i>D. frontalis</i> <i>I. avulsus</i> <i>I. grandicollis</i>	<i>P. virginiana</i> <i>P. echinata</i>	EUA	McGraw y Farrier, 1969
<i>Proctolaelaps bickleyi</i> (Bram, 1956)	<i>D. frontalis</i> <i>D. terebrans</i> <i>I. avulsus</i> <i>I. calligraphus</i>	<i>P. echinata</i> <i>P. taeda</i>	EUA Guatemala Honduras	Lindquist y Hunter, 1965 Moser <i>et al.</i> , 1974
<i>Proctoalelaps dendroctoni</i> (Lindquist & Hunter 1965)	<i>D. frontalis</i> <i>I. avulsus</i> <i>I. grandicollis</i> <i>D. ponderosae</i>	<i>P. virginiana</i> <i>P. echinata</i> <i>P. taeda</i> <i>P. contorta</i>	EUA México Guatemala Honduras	Moser, <i>et. al.</i> , 1974 Gispert, 1983.
<i>Proctolaelaps eccoptogasteris</i> (Vitzthum, 1923)	<i>S. multiestratus</i>	No registrado	Austria	Lindquist y Hunter, 1965 Moser, 2005
<i>Proctolaelaps fiseri</i> (Samsinak, 1960)	<i>D. frontalis</i> <i>D. terebrans</i> <i>I. avulsus</i> <i>I. grandicollis</i> <i>I. typographus</i>	<i>P. taeda</i> <i>P. contorta</i>	EUA Alemania Bulgaria Suecia Polonia Republica Checa	Moser y Roton, 1971 Lindquist y Hunter, 1965
<i>Proctolaelaps hystricoides</i> (Lindquist & Hunter, 1965)	<i>D. frontalis</i> <i>D. terebrans</i> <i>I. avulsus</i> <i>I. grandicollis</i> <i>D. rufipennis</i>	<i>P. echinata</i> <i>P. taeda</i> <i>P. montezumae</i>	EUA México Canada Alaska Croacia Guatemala Honduras	Lindquist y Hunter, 1965 Moser y Roton, 1971 Moser <i>et al.</i> , 1974 Cardoza, 2008
<i>Proctolaelaps hystrix</i> (Vitzthum, 1923)	<i>D. frontalis</i> <i>D. terebrans</i> <i>I. avulsus</i> <i>D. rhizophagus</i>	<i>P. taeda</i> <i>P. arizonica</i> <i>P. montezumae</i>	EUA México Austria Polonia	Moser y Roton, 1971 Lindquist y Hunter, 1965 Moser <i>et al.</i> , 1974
<i>Proctolaelaps pygmaeus</i> (Müller, 1859)	<i>D. terebrans</i>	<i>P. virginiana</i>	EUA Polonia	Gwiazdowicz, 2007
<i>Proctolaelaps scolyti</i> (Evans, 1958)	<i>Ips typographus</i> <i>S. multistriatus</i> <i>S. pygmaeus</i> <i>S. scolytus</i>	No registrado	Austria Finlandia	Penttinen <i>et al.</i> , 2013
<i>Proctolaelaps subcorticalis</i> (Lindquist, 1971)	<i>D. frontalis</i> <i>I. bonanseai</i> <i>D. mexicanus</i> <i>I. cribicollis</i>	<i>p. montezumae</i> <i>P. leiophylla</i>	EUA México Guatemala Honduras	Lindquist, 1971 Moser <i>et al.</i> , 1974 Gispert, 1983

Cuadro 1.2. Continuación

Especie	Hospedero animal	Hospedero vegetal	País	Referencia
<i>Proctolaelaps xyloteri</i> (Samsinak, 1960) ¹	<i>Xyloterus signatus</i> <i>Hylurgops palliatus</i> <i>Hylastes ater</i> <i>Orthotomicus laricis</i>	<i>Pinus sp.</i>	Polonia	Moser y Roton, 1971 Wisniewski, 1980
Nenteriidae				
<i>Nenteria mosseri</i> (Hirschmann 1972)	<i>D. frontalis</i>	No registrado	Guatemala	Moser et al., 1974
<i>Nenteria orri</i> (Moser & Roton 1971)	<i>D. frontalis</i>	No registrado	EUA	Moser y Roton, 1971 Knee - 2012
Parasitidae				
<i>Schizosthetus lyriformis</i> (McGraw and Farrier, 1969)	<i>D. frontalis</i>	<i>P. virginiana</i>	EUA	Moser y Roton, 1971
	<i>D. terebrans</i>	<i>P. echinata</i>	Canadá	
	<i>I. avulsus</i>	<i>P. taeda</i>	México	Moser, et. al., 1974
	<i>I. grandicollis</i>	<i>P. oocarpa</i>	Guatemala	Gispert, 1983.
	<i>I. bonanseai</i>	<i>P. contorta</i>	Honduras	Fernández et al., 2012
	<i>I. calligraphus</i>			
	<i>D. valens</i>			
	<i>P. mexicanus</i> <i>I. lecontei</i> <i>I. confusus</i>			
<i>Schizosthetus simulatrix</i> (Athias-Henriot, 1982)	<i>I. typographus</i>	No registrado	Francia Alemania España Rusia Suecia	Kalúz et al., 2003
Phytoseiidae				
<i>Amblyseiulus clausae</i> (Muma, 1962)	<i>D. frontalis</i>	<i>P. virginiana</i>	EUA	McGraw y Farrier, 1969
	<i>I. avulsus</i>	<i>P. echinata</i> <i>P. taeda</i>		
<i>Amblyseius guatemalensis</i> (Chant, 1959)	<i>D. fontalis</i>	<i>P. taeda</i>	EUA	Moser y Roton, 1971
<i>Cydnodromus mckenziei</i> (Schuster & Pritchard, 1963)	<i>I. grandicollis</i>	<i>P. taeda</i>	EUA	McGraw y Farrier, 1969
Podocinidae				
<i>Podocinum pacificum</i> (Berlese, 1895)	<i>D. frontalis</i>	<i>P. taeda</i>	EUA	Moser y Roton, 1971
Trematuridae				
<i>Ipiduropoda polytrichasimilis</i> (Hirschmann, 1972)	<i>D. frontalis</i>	No registrado	Guatemala Polonia	Moser et al., 1974
<i>Trichouropoda alascaae</i> (Hirschmann & Wisniewski, 1987)	<i>D. rufipennis</i>	No registrado	Alaska	Cardoza, 2012

Cuadro 1.2. Continuación

Especie	Hospedero animal	Hospedero vegetal	País	Referencia
<i>Trichouropoda australis</i> (Hirschmann, 1972)	<i>D. frontalis</i> <i>I. bonanseai</i>	<i>P. hartwegii</i>	EUA México Honduras	Moser y Roton, 1971 Moser <i>et al.</i> , 1974
<i>Trichouropoda guatemalensis</i> (Hirschmann, 1972)	<i>D. frontalis</i>	No registrado	Guatemala	Moser <i>et al.</i> , 1974
<i>Trichouropoda hirsuta</i> (Hirschmann, 1972)	<i>D. frontalis</i>	No registrado	EUA México	Moser y Roton, 1971
<i>Trichouropoda lamellosa</i> (Hirschmann, 1972)	<i>D. frontalis</i>	No registrado	EUA Croacia Honduras	Moser <i>et al.</i> , 1974
<i>Trichouropoda dalarenaensis</i>	<i>D. rufipennis</i>	No registrado	Alaska	Cardoza, 2012
<i>Trichouropoda ovalis</i> (C.L.Koch, 1839)	<i>D. rhizophagus</i>	<i>P. arizonica</i>	México	Chaires-Grijalva <i>et al.</i> , 2013
<i>Trichouropoda polytricha</i> (Vitzthum 1923)	<i>I. bonanseai</i> <i>I. typographus</i>	<i>P. hartwegii</i>	México Alaska Bulgaria España Suecia Polonia	Chaires-Grijalva <i>et al.</i> , 2012 Fernández <i>et al.</i> , 2012 Moser <i>et al.</i> , 1989
Urodinychidae				
<i>Uroobovella americana</i> (Hirschmann 1972)	<i>D. frontalis</i>	No registrado	EUA	Moser y Roton, 1971
<i>Uroobovella ipidis</i> (Vitzthum, 1923)	<i>I. sexdentatus</i>	No registrado	Alemania Bulgaria Croacia Suecia	Levieux <i>et al.</i> , 1989
<i>Uroobovella moseri</i> (Hirschmann, 1972)	<i>D. frontalis</i>	No registrado	Honduras	Moser <i>et al.</i> , 1974
<i>Uroobovella orri</i> (Hirschmann, 1972) ¹	<i>D. frontalis</i>	No registrado	EUA	Moser <i>et al.</i> , 1974
<i>Uroobovella n. sp 767</i>	<i>D. rufipennis</i>	No registrado	Alaska	Cardoza, 2012
<i>Uroobovella vinicolora</i> (Vitzthum, 1926)			Alemania Suecia	
Uropodellidae				
<i>Uropodella laciniata</i> (Berlese, 1888)	<i>D. frontalis</i>	No registrado	Honduras	Moser <i>et al.</i> , 1974
Veigaiidae				
<i>Gamasolaelaps subcorticalis</i> (McGraw & Farrier 1969)	<i>D. frontalis</i> <i>I. avulsus</i> <i>I. calligraphus</i> <i>I. lecontei</i>	<i>P. taeda</i> <i>P. oocarpa</i>	EUA México	McGraw and Farrier 1969

1.8 Diversidad de Mesostigmados asociados a Scolytinae en México

En México son muy pocos los trabajos que mencionan alguna especie de mesostigmados asociados a escolitinos (Cuadro 1.3). Esto refleja el poco conocimiento acerca del tema en nuestro país. Los otros trabajos que reportan ácaros con esta asociación son los de McGraw y Farrier (1969), Lindquist (1971), Moser *et al.* (1974), Gispert (1983), Méndez y Equihua (1999) y Hoffmann y López Campos (2000). Estos trabajos en total reportan 12 especies de ácaros, de las cuales seis ya habían sido incluidas en los trabajos de Moser *et al.* (1974) en el estado de Puebla, como parte de un estudio en cuatro países de la acarofauna asociada a *D. frontalis*.

En el caso preciso de Gispert (1983) aparte del trabajo taxonómico con el que registra siete especies de mesostigmados, proporciona datos adicionales donde efectúa observaciones ecológicas de éstos, entre las que destacan la estructura poblacional, abundancia y frecuencia relativa. Dicho estudio es tomado como un soporte sólido y el más completo como antecedente para la realización de este trabajo. El trabajo realizado por Hoffmann y López-Campos (2000), recopilan los trabajos cinco anteriores, pero sólo reportan seis especies para descortezadores. Estas especies fueron registradas en cuatro estados de la República Mexicana y en 10 especies de descortezadores, entre las que destacan *D. frontalis*, *D. mexicanus* y *D. valens*; tres de *Ips*, *I. bonansea*, *I. cribicollis*, *I. integer* e *I. lecontei*, una de *Pseudoips*, *P. mexicanus*; una especie de *Phytioptorus* y una para *Scolytus*. Salvo el trabajo de Gispert (1983), ninguno de los otros aporta datos ecológicos y aunque este trabajo sólo se realizó con un hospedero (*Ips bonansea*), esto nos puede dar una idea clara y precisa de la diversidad de ácaros tan grande que cada uno de los escolitinos puede tener a su alrededor y de qué papel desempeñan en los micro-ecosistemas subcorticales.

Cuadro 1.3. Especies registradas en asociación con descortezadores de la subfamilia Scolytinae en México

Especie	Asociada a:		Estado donde se reporta	Referencia
<i>Eugamasus lyriformis</i>	<i>Dendroctonus</i> sp. <i>Ips</i> sp.	No registrado	Puebla	McGraw y Farrier, 1969
<i>Proctolaelaps dendroctoni</i>	<i>Dendroctonus</i> sp. <i>Ips</i> sp. <i>Phytiothorus</i> sp.	No registrado	Chiapas Chihuahua Estado de México Puebla	Lindquist, 1971
<i>Proctolaelaps dendroctoni</i> <i>P. hystricoides</i> <i>P. hystrix</i> <i>P. subcorticalis</i> <i>Eugamasus lyriformis</i> <i>Trichouropoda australis</i>	<i>D. frontalis</i> <i>D. mexicanus</i> <i>I. lecontei</i>	<i>P. leiophylla</i> <i>P. montezumae</i>	Puebla	Moser <i>et al.</i> , 1974
<i>Sejus</i> sp. <i>Dendrolaelaps neodisetus</i> <i>Lasioseius safroi</i> <i>Asca pini</i> <i>Vulgarogamasus lyriformis</i> <i>Proctolaelaps subcorticalis</i> <i>Trichouropoda australis</i>	<i>Ips bonanseai</i>	No registrado	Estado de México	Gispert, 1983
<i>Uropodidae</i>	<i>Scolytus multiestratus</i>	No registrado	Aguascalientes	Méndez y Equihua, 1999
<i>Vulgarogamasus lyriformis</i>	<i>Ips bonanseai</i> <i>D. frontalis</i> <i>D. valens</i> <i>I. mexicanus</i> <i>I. lecontei</i>	<i>P. hartwegii</i> <i>P. leiophylla</i> <i>P. montezumae</i>	Estado de México Puebla	Hoffmann y López Campos, 2000
<i>Dendrolaelaps neodisetus</i> <i>Gamasolaelaps subcorticalis</i> <i>Lasioseius safroi</i> <i>Proctolaelaps subcorticalis</i>	<i>I. bonanseai</i> <i>I. lecontei</i> <i>I. bonanseai</i> <i>I. mexicanus</i>	<i>P. hartwegii</i> <i>P. engelmannii</i> <i>P. hartwegii</i> <i>P. montezumae</i> <i>P. ayacahuite</i> <i>P. oocarpa</i> <i>P. montezumae</i>	Estado de México Chihuahua Estado de México Estado de México Chiapas	
	<i>I. integer</i> <i>I. cribicollis</i> <i>I. lecontei</i> <i>I. bonanseai</i> <i>Phytiothorus</i> <i>I. mexicanus</i>	<i>P. oocarpa</i> <i>P. montezumae</i> <i>P. engelmannii</i> <i>P. arizonica</i> <i>Quercus</i> spp. <i>P. cooperi</i> <i>P. durangensis</i>	Chiapas Chihuahua Chihuahua	
<i>Trichouropoda australis</i>	<i>D. mexicanus</i> <i>I. bonanseai</i> <i>D. frontalis</i> <i>I. bonanseai</i>	<i>P. leiophylla</i> <i>P. hartwegii</i> <i>P. hartwegii</i>	Estado de México Puebla	

1.9 CONSIDERACIONES FINALES

En los cuadros 2 y 3 se muestran a los diferentes ácaros con sus respectivas asociaciones con los escolitinos, las especies de hospederos más frecuentes fueron *Dendroctonus frontalis*, *D. terebrans*, *Ips alvulsus* e *I. grandicollis*, quienes fueron los más frecuentes porque los estudios realizados fueron dirigidos a esas especies en particular. Los otros hospederos menos comunes se registraron porque estaban en el mismo microhabitat de las especies ya mencionadas.

Como se observó en los cuadros anteriores, hay poca diversidad de escolitinos hospederos y muchas especies de ácaros asociadas a ellos, sin embargo no existe una clara distinción en la especificidad de los ácaros por un hospedero, ya que la mayoría de los registros publicados se refieren a fauna de Europa y el Sur de Estados Unidos, donde se diferencia la fauna de escarabajos descortezadores. Eso sin contar que en cada estudio hay una variación de las técnicas de muestreo, ya que la mayoría utiliza trampas de feromonas para coleccionar a los insectos, por lo que la fauna subcortícola como tal, es básicamente desconocida. Muchos de los estudios de la acarofauna asociada a escolitinos a nivel mundial se ha hecho solo de manera local y no hay un estudio que abarque o recopile los registros de distribución, ecológicos y biológicos de un país. En este estudio se incluyen aspectos de biología, ecología y distribución, el cual se realizó en la mayoría de los estados del país con bosques de coníferas, obteniendo resultados que se espera den pauta para conocer más a fondo la acarofauna asociada a descortezadores.

La gama de hospederos, tanto de los descortezadores como de sus ácaros foréticos varió de un región a otra, lo cual podría asociarse con diversos factores como tipo de vegetación y clima que dan como consecuencia diferentes condiciones para que tanto los hospederos como los ácaros foréticos se

desarrollen, pero también algunos de los aspectos inherentes a la especificidad del hospedero.

La complejidad taxonómica del grupo de los mesostigmados implica tener las bases taxonomicas suficientes para poder determinar una especie correctamente, lo que conlleva a tener claro qué especies son las que estamos trabajando, siendo éste un apoyo fundamental en los estudios de diversidad, así como los estudios ecológicos, pero sobre todo estudios centrados en las asociaciones con diferentes organismos. Tanto los hospederos como sus forontes han sido identificados históricamente por sus caracteres morfológicos, sin embargo esto insuficiente para delinear límites de las especies en grupos que incluyen especies cerradas o crípticas (Poulin y Keeney, 2007), y que se distinguen por una sutil diferencia morfológica o ninguna.

Sin duda alguna al hacer el inventario de las especies de mesostigmados asociados a descortezadores nos encontramos con un problema frecuente, como es la determinación taxonómica incorrecta de las especies. La identificación de las especies en estudios de diversidad es a menudo realizada por personas no especializadas en el tema, muchas veces con un mínimo de apoyo de expertos en taxonomía, lo cual inevitablemente, conduce ocasionalmente a una identificación errónea de las especies. Otro problema cuando se derterminan específicamente a los organismos son los sinónimos y los cambios en la clasificación (en género e incluso hasta de familias). Naturalmente, identificaciones incorrectas son mucho más probables en los taxones para los cuales existen pocas o ninguna clave dicotómica, los cambios en el nombre de las especies o la discrepancia entre los autores a través del tiempo pueden obstaculizar más las estimaciones de la especificidad del hospedero. Por ejemplo *D. quadrisetus* y *D. quadrisetosimilis* están considerados distintas especies, pero históricamente *D. quadrisetosimilis* fue sinonimizada bajo *D. quadrisetus* (McGraw y Farrier, 1969). Otro ejemplo es *Eugamasus lyriformis* que ha pasado por varios nombres entre los que se encuentran *Vulgarogamasus lyriformis* y el actual *Schizosthetus lyriformis*, siendo

este el motivo por el que el número de especies sea mucho menor en los registros de biodiversidad, además de perder información valiosa tanto biológica como ecológica de los mismos. Desafortunadamente, los desacuerdos con los nombres científicos de las especies están presentes en prácticamente todos los grupos de artrópodos. Con suerte, las herramientas sistemáticas más actuales como la mejora de las técnicas de microscopía y el uso de la tecnología digital puedan dar una estabilidad y mejora a la taxonomía del grupo.

Considerando lo anteriormente señalado, puede considerarse que son pocos los trabajos que se tienen tanto a nivel mundial como en México y por lo tanto es escaso el conocimiento que se ha generado en cuanto a los aspectos de biología y ecología de estos organismos, el presente trabajo es un estudio taxonómico y faunístico de las especies de ácaros mesostigmados asociados a escolitinos de importancia forestal en nuestro país, que integra información básica de tipo biológico y ecológico de cada una de las especies, con lo cual se obtiene una lista faunística de las especies de ácaros mesostigmados asociados a los escolitinos de importancia forestal en México, así como una clave taxonómica para las especies antes mencionadas. Se realizaron mapas de distribución y se analizaron algunos aspectos de la biología y comportamiento de los ácaros de acuerdo al tipo de asociación con los descortezadores, lo que nos dará la pauta para generar información que podría tomarse en consideración en los programas de control de los escolitinos.

1.10 LITERATURA CITADA

- Armendáriz-Toledano, F., Torres-Banda, V., López, M. F., Villa-Castillo, J. y G. Zúñiga. 2012. New record and extension of the distribution range of the bark beetle *Dendroctonus rhizophagus* (Curculionidae: Scolytinae). *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 83: 850-853.
- Barras, S. J. 1979. Forest ecosystem approach to tree-pest interaction. *In: Proceedings of Western Forest Insect Work Conference, Idaho, 7-9 March.*

Pag. 112-113. <http://www.fsl.orst.edu/wfiwc/proceedings.htm> Ultima revision 28 de Octubre de 2013.

- Beaulieu, F., D. E. Walter, H. C. Proctor, R. L. Kitching and F. Menzel. 2006. Mesostigmatic mites (Acari: Mesostigmata) on rainforest tree trunks: arboreal specialists, but substrate generalists? *Experimental and Applied Acarology*, 39: 25-40.
- Binns, E. S. 1972. *Arctoseius cetratus* (Sellnick) phoretic on mushroom sciarid flies. *Acarologia*, 14: 350-356.
- Camacho, P. A. 2012. El género *Ips* (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae) en México. Tesis de Doctorado. Colegio de Postgraduados. 73 Pp.
- Cane, J. H., D. L. Wood and J. Fox. 1990. Ancestral semiochemical attraction persists for adjoining populations of sibling *Ips* bark beetles (Coleoptera: Scolytidae). *Journal of Chemical Ecology*, 16:993-1013.
- Cantú, S. I. y H. R. González. 2002. Propiedades hidrológicas del dosel de los bosques de pino-encino en el noroeste de México. *Ciencia*, 5(1): 72-77.
- Cardoza, Y. J., Moser, J. C., Klepzig, K. D. and K. F. Raffa. 2008. Multipartite Symbioses Among Fungi, Mites, Nematodes, and the Spruce Beetle, *Dendroctonus rufipennis*. *Environmental Entomology*, 37(4): 956-963
- Chaires-Grijalva, M. P., E. G. Estrada-Venegas y A. Equihua-Martínez. 2012. Acarofauna asociada a descortezadores de importancia forestal (Coleoptera: Scolytinae). *In: Acarología Latinoamericana*. Estrada-Venegas, E.G. , A. Equihua-Martínez, J.A. Acuña-Soto, M.P. Chaires-Grijalva y G. Durán-Ramírez (Eds.) México. Pag. 81-87
- Chaires-Grijalva, M.P., Estrada-Venegas, E.G., Equihua-Martínez, A., Moser, J.C., Sánchez-Martínez, G., Vázquez- Rojas, I. M., Otero-Colina, G. y J. Romero-Nápoles. 2013. Gamásidos (Acari: Mesostigmata) asociados a *Dendroctonus rhizophagus* Thomas & Bright en Chihuahua, Mexico. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, en prensa.
- Cibrán, T. D., T. Mendez, R. Campos Bolaños, H. O Yates y J. Flores-Lara. 1995. *Insectos Forestales de México*. Universidad Autónoma Chapingo; CONAFOR-SEMARNAT, México; Forest Service USDA, EUA; NRCAN

- Forest Service, Canadá y Comisión Forestal de América del Norte, COFAN, FAO, Chapingo, México. 453 p.
- Cognato, A. I. and A. P. Vogler. 2001, Exploring data interaction and nucleotide alignment in a multiple gene analysis of *Ips* (Coleoptera: Scolytinae), *Systematic Biology*, 50:758-780
- Coleman, D. C. and D. A. Crossley Jr. 1996. *Fundamentals of soil Ecology*. Academic Press, Inc. San Diego, California. 205 p.
- CONABIO (Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad). 1998. *La diversidad biológica de México: Estudio de país*. México.
- CONAFOR (Comisión Nacional Forestal), 2012. Gerencia de sanidad Forestal. Informe de la situación del Medio Ambiente en México. Recursos Forestales.
http://app1.semarnat.gob.mx/dgeia/informe_12/conjuntob/conjunto_basico/10.100.8.236_8080/ibi_apps/07_forestales/indicador_7_4.html
- Cross, E. A. and J. C. Moser. 1971. Taxonomy and biology of some Pyemotidae (Acarina: Tarsonemoidea) inhabiting bark beetle galleries in North American conifers. *Acarologia*, 13: 47-64.
- Crossley Jr., D. A., B. R. Mueller and J. C. Perdue. 1992. Biodiversity of microarthropods in agricultural soil: relations to processes. *Agricultural ecosystems Environment*, 40: 37-46.
- Enkerlin, S. D. and J. E. Flores. 1977. Estudio de la fluctuación de poblaciones del complejo de escarabajos descortezadores del género *Dendroctonus* (Coleoptera: scolytidae) en la Sierra Madre Oriental en N.L. ITESM. Monterrey, N.L. Mex. Resúmenes de Investigación. 24 p.
- Epsky, N. D., D. E. Walter and J. L. Capinera. 1988. Potencial role of nematophagous microarthropods as biotic mortality factors of entomogenous nematodes (Rhabditida: Steinernematidae, Heterorhabditidae). *Journal Economic Entomology*, 81: 821-25.
- Evans, G. O. 1992. *Principles of Acarology*. CAB International. UK. University Press, Cambridge. 563 pp.

- Farish, D. J. and R. C. Axtell. 1971. Phoresy redefined and examined in *Macrocheles muscaedomesticae* (Acarina: Macrochelidae). *Acarologia*, 13:16-29.
- Fernández, M., Diez. J. y M. L. Moraza. 2012. Acarofauna associated with *Ips sexdentatus* in northwest Spain. *Scandinavian Journal of Forest Research*. 1: 1-5.
- Fonseca, J. G., C. Llanderal, D. Cibrian, A. Equihua y H. de los Santos. 2009. Secuencia de arribo de coleópteros en árboles de *Pinus montezumae* Lamb. dañados por incendios. *Revista Ciencia Forestal en México*, 34(106): 149-170.
- Gandhi, K. J. and D. R. Miller. 2009. Southern Pine Engraver (*Ips*) Beetles in your Backyard. University of Georgia, Warnell School, Entomology Series Warnell School Entomology Series WSFNR09-8, June Issue.
- Gispert, G. M. C. 1983. Acarofauna asociada a *Ips bonanseai* Hopkins (Coleoptera: Scolytidae). Tesis de Licenciatura Biología. UNAM Facultad de Ciencias. México. Pp. 108.
- Gordon, T. R. 2006. Pitch canker disease of pines. *Phytopathology*, 96:657-659.
- Hendrichs, N. J. 1977. Distribución ecológica y geográfica de las especies primarias de escarabajos descortezadores del género *Dendroctonus* (Coleoptera: scolytidae) en México. Tesis. ITESM. Monterrey, N.L. Mex. 71 p.
- Hoffmann, A. 1981. Algunos aspectos sobre el comportamiento forético de los ácaros. *Anales de la Escuela nacional de Ciencias Biológicas*. 24:51-69
- Hoffmann, A. 1988. Animales desconocidos relatos acarológicos. Fondo de Cultura Económica. 129 pp.
- Hoffmann, A. y G. López Campos. 2000. Biodiversidad de los ácaros en México. CONABIO, UNAM, México, 230 pp.
- Hofstetter, R. W., J. C. Moser and K. M. Clancy. 2005. Ácaros foréticos con escarabajos *Dendroctonus* y sus depredadores invertebrados. *Memorias del XIII Simposio Nacional de Parasitología Forestal*. 25 y 26 de Noviembre, 2005. Morelia, Michoacán. Pág. 37-38.

- INIFAP (Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, México). 2013. Comportamiento de insectos descortezadores y recomendaciones para su control en la Sierra Madre Occidental. Acceso: <http://www.inifap-nortecentro.gob.mx/contenido/noticias/pagPDF.aspx?pdf=DESCORTEZADORES.PDF>.
- Kalús, S., Mašán, P. and J. C. Moser. 2003. Morphology and ecology of *Schizosthetus simulatrix* (Acari, Mesostigmata) associated with galleries of bark beetles (Scolytidae). *Biologia Bratislava*, 58:165-172.
- Kieczewski, B., J. C. Moser and J. Wisniewski. 1983. Surveying the acarofauna associated with Polish Scolytidae. *Bulletin e la société des amis des sciences et des lettres de Poznań*, 22: 151–159.
- Kinn, 1979. Three methods of sampling mites phoretic on bark beetles: a comparison. *The Canadian Entomologist*, 111(4): 491-494.
- Kinn, D. 1991. A new *Pleuronectocelaeno* (Acari: Celaenopsidae) from Japan, with remarks on North American and European species. *International Journal of Acarology*, 17(2): 103-105
- Krantz, G. W. 2009. Habits and habitats. Pp: 64-82. *In: G. W. Krantz and D. E. Walter (Eds.) A manual of Acarology*. Texas Tech University Press.
- Krantz, G. W. and B. D. Ainscough. 1990. Acarina: Mesostigmata (Gamásida). Pp 583-665. *In: Soil Biology Guide*. Dindal, D.L. (Ed.). Wiley. United States of America.
- Krantz, G. W. and D. E. Walter, 2009. *A Manual of Acarology*. 3rd Ed. Texas Tech University. Press, Lubbock. 807 pp.
- Kühnelt, 1976. *Soil biology, with special reference to the animal kingdom*. Michigan State University Press; 2d ed edition. 483 pp.
- Landaverde, T. R. A. 2001. Los escarabajos descortezadores del género *Dendroctonus* Erichson. Plaga de las pináceas en Centro América. Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria. (OIRSA). Dirección Técnica de Sanidad Vegetal. San Salvador, El Salvador, CA. 31 p.

- Levieux, J., Lieutier, F., Moser, J.C. and T. J. Perry. 1989. Transportation of phytopathogenic fungi by the bark beetle *Ips sexdentatus* Boerner and associated mites. *Journal of Applied Entomology*, 108: 1-11
- Lindquist, E. E. 1969 Mites and regulations of bark beetle populations. In: Proc. 2nd Int. Cong. Acarol., Akademiai Kiado, Budapest. Publishing House of the Hungarian Academy of Sciences, pp 389–399
- Lindquist, E. E. 1970. Relationships between mites and insects in forest habitats. *The Canadian Entomologist*, 102: 978-984.
- Lindquist, E. E. 1971. New species of Ascidae (Acarina: Mesostigmata) associated with forest insect pests. *The Canadian Entomologist*, 103: 919-942.
- Lindquist, E. E. 1975. Associations between mites and other arthropods in forest floor habitats. *The Canadian Entomologist*, 107 (1):1-43.
- Lindquist, E. E. and G.O. Evans. 1965. Taxonomic concepts in the Ascidae, with a modified sedal nomenclature for the idiosoma of the Gamasina (Acarina: Mesostigmata). *Memoirs of the Entomological Society of Canada*, 47: 66.
- Lindquist, E. E. and P. E. Hunter. 1965. Some Mites of the Genus *Proctolaelaps* Berlese (Acarina: Blattisociidae) associated with forest insect pests. *The Canadian Entomologist* , 97(1): 15-32
- Lindquist, E. E., Krantz, G. W. and D. E. Walter. 2009. Classification. In: G.W. Krantz and D.E. Walter (eds.), *A Manual of Acarology*, Third Edition. Texas Tech University Press, Lubbock., Pp. 97-232.
- Lombardero, M. J., K. D. Klepzig, J. C. Moser and M. P. Ayres. 2000. Biology, demography, and community interactions of *Tarsonemus* (Acarina: Tarsonemidae) mites phoretic on *Dendroctonus frontalis* (Coleoptera: Scolytidae). *Agricultural and Forest Entomology*, 2:193–202.
- Macchioni, F. 2007. Importance of phoresy in the transmission of Acari. *Parasitologia*, 49: 17-22.
- Martínez, M. 1992. *Los pinos mexicanos*. 3a Edición. Ed. Botas. México. 361 pp.
- McGraw J. R. and H. Farrier. 1969. Mites of the superfamily Parasitoidea (Acarina: Mesostigmata) associated with *Dendroctonus* and *Ips* (Coleoptera:

- Scolytidae). North Carolina Agricultural Experiment Station Technical Bulletin, 192: 1-162.
- McMillin, D. J. and E. T. De Gomez. 2008. Arizona five spined *Ips*, *Ips lecontei* Swaine, in the Southwestern United States. Forest insect and Disease Leaflet 116. Entomologist, U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Forest Health Protection, Southwestern Region, Flagstaff, Arizona. Pag. 116-117
- Méndez M. T. y A. Equihua. 1999. Presencia e importancia de *Scolytus multistriatus* (Marsham), descortezador del olmo en Aguascalientes, Acta Zoológica Mexicana (nueva serie), 76: 1-15
- Moore, J. C., D. E. Walter and H. W. Hunt. 1988. Arthropod regulation of micro- and mesobiota in below-ground detrital food webs. Annual Review of Entomology, 33: 419-39.
- Moraza, M. L. 1999. Los ácaros: Origen, evolución y filogenia. Boletín Sociedad Entomológica Aragonesa, 26: 281-292.
- Morrone, J. J. 2005. Hacia una síntesis biogeográfica de México. Revista Mexicana de Biodiversidad, 76:207-252.
- Moser J. C. and L. M. Roton. 1971. Mites associated with southern pine bark beetles in Allen Parish, Louisiana. The Canadian Entomologist, 103: 1775–1798.
- Moser, J. C. 1975. Mite predators of the southern pine beetle. Annals of the Entomological Society of America, 68:1113–1116.
- Moser, J. C. 1995. Mites associated with forest insects Willamette Institute For Biological Control, Inc. Monroe, Oregon. 52pp.
- Moser, J. C., Eidmann, H. H. and J. R. Regnander. 1989: The mites associated with *Ips typographus* (Linnaeus) (Coleoptera: Scolytidae) in Sweden. Annals Entomology Fennici, 55:23-27.
- Moser, J. C., R. Wilkinsok and E. W. Clark. 1974. Mites associated with *Dendroctonus frontalis* Zimmerman (Scolytidae: Coleoptera) in Central America and Mexico Turridbiz Vot, 24(4): 373-381.

- Moser, J.C., Konrad, H., Kirisits, T. and L. K. Carta. 2005. Phoretic mites and nematode associates of *Scolytus multistriatus* and *Scolytus pygmaeus* (Coleoptera: Scolytidae) in Austria. *Agricultural and forest entomology*, 7(2): 169-177.
- NOM-019-SEMARNAT-2006. Norma Oficial Mexicana. Lineamientos técnicos de los métodos para el combate y control de insectos descortezadores. Diario Oficial de la Federación.
- Ortíz-Medrano, A., A. Moreno L. y D. Piñero. 2008. Fragmentación y expansión demográfica en las poblaciones mexicanas de *Pinus Ayacahuite* Var. *Ayacahuite*. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* [en línea]: [Fecha de consulta: 26 de agosto de 2013]. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=57711109002>
- Pernek, M., Hrasovec, B., Matosevic, D. ., Pilas I., Kirisits, T. and J. C. Moser. 2008. Phoretic mites of three bark beetles (*Pityokteines* spp.) on Silver fir. *Journal of Pest Science*. 81: 35-42
- Pernek, M., Wirth, S., Blomquist, S.R., Avtzis D.N. and J. C. Moser. New associations of phoretic mites on *Pityokteines curvidens* (Coleoptera, Curculionidae, Scolytinae). *Central European Journal of Biology*.7: 63-68.
- Poulin, R. and D. B. Keeney. 2007. Host specificity under molecular and experimental scrutiny. *Trends in Parasitology*, 24: 24-28.
- Rose, C. W. E. 1964. *Biología y Ecología del Descortezador del Pino, Dendroctonus valens* Lec. (Coleoptera: Scolytidae). Tesis de Maestría. Universidad Autónoma Chapingo, México, 53 p.
- Rust, H. J. 1933. Many bark beetles destroyed by predaceous mite. *Journal of Economic Entomology*, 26: 733-734
- Rzedowski, J., 2006. *Vegetación de México*. Conabio, México.
http://www.biodiversidad.gob.mx/publicaciones/librosDig/pdf/VegetacionMx_Cont.pdf
- Salinas-Moreno, Y., M. C. F. Vargas, G. Zúñiga, J. Víctor, A. Ager y J. L. Hayes. 2010. *Atlas de Distribución Geográfica de los Descortezadores del Género*

- Dendroctonus* (Curculionidae: Scolytinae) en México. Instituto Politécnico Nacional, Comisión Nacional Forestal. México, 90 p.
- Salmane, I. 2006. New Mesostigmata (Acari, Parasitiformes) species in fauna of Latvia. *Latvijas Entomologs*, 43: 52-56.
- Hunter, P. and J. C. Moser. 1968. *Pseudoparasitus thatcheri* n. sp. (acarina: Dermanyssidae, Laelapinae) associated with southern pine beetles. *The Florida Entomologist*, 51(2): 119-123.
- Six, D. and K. D. Klepzig. 2004. *Dendroctonus* bark beetles as model systems for studies on Symbiosis. *Symbiosis*, 37: 1-26.
- Steed, B. E. and M. R. Wagner. 2004. Importance of log size on host selection and reproductive success of *Ips pini* (Coleoptera: Scolytidae) in ponderosa pine slash of northern Arizona and western Montana. *Journal of Economic Entomology*, 97:436–450.
- Stephen, F. M., and D. N. Kinn. 1980. Spatial distribution of mite associates of within-tree populations of *Dendroctonus frontalis* Zimm. *Trichouropoda australis*, *Dendrolaelaps neodisetus*, *Tarsonemus krantzi*. *Environmental Entomology*, 9:713-5.
- Szymkowiak, P., Górski, G. and D. Bajerlein. 2007. Passive dispersal in arachnids. *Biological Letters*, 44(2):75.101. Disponible: <http://www.biollett.amu.edu.pl>
- Tkacz, B. M., H. H. Burdsall, G. A. DeNitto, A. Eglitis, J. B. Hanson, J.T. Kliejunas, W. E. William, J. G. O'Brien and E. L. Smith. 1998. Pest risk assement of the importation into the United States of unprocessed *Pinus* and *Abies* logs from Mexico. Department of Agriculture, General Technical Report. FPL-GTR-104. Madison, WI; U.S. 116 p.
- Triplehorn, C.A. and N.F. Johnson. 2005. *Introduction to the Study of Insects*. 7th ed. Thomson Brooks/Cole, Belmont CA, 864 pp.
- Walter, D. E. and E. E. Lindquist. 1989. Life History and behaviour of mites in the genus *Lasioseus* (Acari: Mesostigmata: Ascidae) from grasslands soils in Colorado, with taxonomic notes and description of a new species. *Canadian Journal of Zoology*, 67: 2797-2813.

- Walter, D. E. and H. C. Proctor. 1999. *Mites Ecology, Evolution and Behavior*. CAB International, Wallingford, UK. 352 pp.
- Walter, D. E. and H. C. Proctor. 2013. *Mites Ecology, Evolution and Behavior. Life at a Microscale*. Second edition. Springer Dordrecht Heidelberg. New York, USA. 494 pp.
- Wood, D. L. and R. W. Stark. 1968. The Life History of *Ips Calligraphus* with Notes on its Biology in California. *The Canadian Entomologist*, 100:145- 151.
- Wood, S. L. 1982. *The Bark and Ambrosia Beetles of North and Central America (Coleoptera: Scolytidae), a Taxonomic Monograph*. Brigham Young University, Provo, Utah, United State of North America. 1327 p.
- Wood, S. L. and D. E. Bright, 1992. A Catalog of Scolytidae and Platypodidae (Coleoptera), Part 2: Taxonomic Index, *Great Basin Naturalist Memoirs* 13: 1-1553.
- Zúñiga, G., G. Mendoza Correa, R. Cisneros and M. Y. Salinas. 1999. Zonas de sobreposición en las Áreas de Distribución Geográfica de las Especies Mexicanas de *Dendroctonus* Erichson (Coleoptera: Scolytidae) y sus implicaciones ecológico-evolutivas. *Acta Zoológica Mexicana*, 77: 1-22.

CAPÍTULO II

ÁCAROS MESOSTIGMADOS (ACARI: MESOSTIGMATA) ASOCIADOS A SCOLYTINAE EN MÉXICO

CAPÍTULO II

ÁCAROS MESOSTIGMADOS (ACARI: MESOSTIGMATA) ASOCIADOS A SCOLYTINAE EN MÉXICO

RESUMEN

Se efectuó una revisión bibliográfica en diferentes instituciones del país y en el Servicio Forestal de los Estados Unidos, también se llevaron a cabo visitas a diferentes colecciones acarológicas para registrar a los organismos depositados en ellas; asimismo se revisaron las colecciones de descortezadores en alcohol del Colegio de Postgraduados, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias (INIFAP) y Escuela Nacional de Ciencias Biológicas del Instituto Politécnico Nacional (ENCB-IPN) con el fin de recabar la mayor cantidad de datos acerca del tema. Conjuntamente se realizaron colectas de descortezadores en diferentes localidades de la República Mexicana de 2008 a 2012. Se tomaron muestras de cortezas con galerías que se colocaron en trampas de emergencia y los descortezadores adultos se les revisó el cuerpo para obtener a los ácaros asociados. Se encontraron en total de 2203 insectos escolitinos de 24 especies, los géneros *Dendroctonus* e *Ips* presentaron la mayor cantidad de organismos. De todos los insectos colectados sólo el 12% presentó por lo menos una especie de ácaro en asociación directa, es decir que se encontraba adherido sobre el cuerpo del insecto (forético). Un total de 33 especies estuvieron presentes en el país, de las cuales 22 se registraron por primera vez, incluyendo el hospedero, la localidad y el país. El mayor número de taxones fue encontrado en la familia Trematuridae con 10 especies. Los estados mejor representados fueron Edo de México, Chihuahua, Jalisco y Veracruz. Este listado representó a las especies encontradas en 18 estados de la República Mexicana.

Palabras clave: México, distribución, hospedero, taxonomía, claves

ABSTRACT

A literature review was performed in different institutions of the country and the United States Forest Service, and some acarological and entomological collections were reviewed where data collection were taken, including the bark beetle collections in alcohol from Colegio de Postgraduados, INIFAP and ENCB - IPN. The bark beetles collected were taken in different locations in Mexico from 2008-2012. Barks with galleries were sampled and were placed in emergency traps, waiting for the adult's emergency, and their bodies were reviewed to remove the mites associated. A total of 2203 Scolitynae insects were collected, included in 24 species. *Dendroctonus* and *Ips* showed the greatest number of organisms. Only 12% of the insects collected showed at least one mite species in direct association, which was adhered onto the insect body (phoretic). A total of 33 mite species were present in the country, of which 22 are new records for the host, states and country. The highest diversity of taxa was found in the Trematuridae family with 10 species. The states better represented were Estado de México, Chihuahua, Jalisco, and Veracruz. This list represented the species found in 18 states of México.

Keywords: Mexico, distribution, host, taxonomy, key

2.1 INTRODUCCIÓN

Los insectos descortezadores (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae) se encuentran entre las plagas más importantes de los ecosistemas forestales (Billings *et al.*, 1996), donde cada especie de conífera es hospedero de por lo menos una especie de insecto descortezador (Wood, 1985). Estos aprovechan el debilitamiento de las plantas, provocada al principio por enfermedades o por un estrés hídrico, resultado de la acción de factores ambientales.

Entre los organismos que mantienen una estrecha relación con los Scolytinae, se encuentran los ácaros del orden Mesostigmata, ellos viven en las galerías construidas por los descortezadores, se reproducen y se alimentan de los huevecillos y primeros estadios larvales de sus huéspedes (Rust, 1933; Moser, 1975) y son distribuidos foréticamente entre los árboles por los coleópteros adultos. Las primeras investigaciones sobre las asociaciones de los mesostigmados con los *Scolytinae* fueron realizadas por Vitzthum (1923, 1926). Pero hasta 1970 estos estudios fueron limitados a los caracteres taxonómicos o a las observaciones biológicas de ciertos grupos de ácaros (Lindquist, 1969). Kinn (1971) realizó la primer investigación específica sobre *Dendroctonus brevicornis* y *Dendroctonus frontalis*. Después de este periodo los científicos comenzaron a ver estas asociaciones en un sentido amplio, es decir comienzan a considerar aspectos biológicos y ecológicos (Preston y Rosario, 1988).

Para México existen tres trabajos con listados de diversidad, el primero fue publicado por Moser *et al.* (1974) en éste citan cinco especies de Mesostigmata relacionados con *Dendroctonus frontalis*, *D. valens*, *Pseudips mexicanus* e *Ips lecontei*, encontrados en *Pinus leiophylla* y *P. montezumae*. En el segundo Gispert (1983) elaboró un listado de la acarofauna asociada a *Ips bonansea*, mencionando sólo a seis especies, incluidas en tres familias; finalmente Méndez y Equihua (1999) encontraron uropódidos en asociación forética con los adultos de *Scolytus multistriatus*. Poco se sabe de la relación que guardan los ácaros con los insectos

descortezadores, información que aquí se genera y podría tomarse en consideración en los programas de control biológico de estas plagas forestales. Por lo que en este trabajo se propuso determinar a los ácaros mesostigmados asociados a escolitinos, así como su distribución en el país.

2.2 MATERIALES Y MÉTODO

2.2.1 Revisión bibliográfica

Se efectuó una revisión bibliográfica principalmente de tesis, artículos científicos, informes técnicos y catálogos, para clasificar la información contenida acerca de las especies de mesostigmados asociados a descortezadores de la subfamilia Scolytinae en México. Para este fin se visitaron bibliotecas e investigadores especialistas en el tema en instituciones como la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), Escuela de Ciencias Biológicas del Instituto Politécnico Nacional (ENCB-IPN), Universidad Autónoma Metropolitana (UAM), Universidad Autónoma Chapingo (UACH), Colegio de Postgraduados (CP), Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) Campus Experimental Pabellón y Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Conservación y Mejoramiento de Ecosistemas Forestales (CENID-COMEF), Servicio Forestal de los Estados Unidos, Estación de Investigación del Sur en Pineville, Louisiana (USDA-SF). Con la información obtenida se elaboró una base de datos en Microsoft Access® que contiene los siguientes datos: localidad, estado, datos taxonómicos (familia, género y especie), hospedero animal y hospedero vegetal (en el caso que los tuviere), referencia bibliográfica (autor, revista, año y título del artículo), lo que sirvió de base para conformar los antecedentes de este estudio.

2.2.2 Revisión de colecciones

Se visitaron colecciones de referencia que contaran con material registrado para el país, de las cuales se tomaron los datos taxonómicos y de colecta. Las

colecciones visitadas fueron: la Colección de ácaros de la ENCB-IPN, Colección de ácaros del Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo y del USDA-FS. En esta última existe la mayor colección acarológica asociada a descortezadores a nivel mundial (Fig. 2,1A y B), ahí se realizó la determinación de especies por comparación, revisando las especies colectadas en este trabajo y comparando las características diagnósticas de cada una de las especies encontradas para este estudio, mediante dos microscopios ópticos de contraste de fases.



Figura 2.1. Revisión de colección acarológica en USDA-SF. A) Colección del Dr. John Moser (Especialista), B) Laboratorio del servicio forestal

2.2.3 Recolección de material biológico

De abril del 2008 a Diciembre de 2012, se realizaron recolectas en diferentes localidades de la República Mexicana, principalmente las que tuvieran vegetación de coníferas. En cada una de éstas se localizaron visualmente árboles muertos o con sintomatología de daños por descortezador (Fig. 2.2), es decir con una tonalidad rojiza en el follaje o muertos en pie.

De estos pinos con signos de daño por descortezador se tomaron muestras de corteza y trozas, ayudados por un hacha y una navaja de campo. Las cortezas fueron observadas *in situ* para capturar a los ácaros que se observaran moviéndose dentro de la corteza o cerca de los insectos para tomar a los ácaros fue necesario un pincel fino y frascos Eppendorf de 1.5 ml, llenos de alcohol al

70% (Fig. 2.3). Las cortezas fueron colocadas en bolsas de plástico debidamente etiquetadas para su traslado al laboratorio y fueron conservadas en refrigeración hasta que fueran revisadas, con la finalidad de preservar vivos a los organismos.



Figura 2.2. *Pinus* sp. afectado por descortezadores

Cabe mencionar que se revisó material incluido en alcohol procedente de diversos de estudios previos con descortezadores en distintas entidades del país. Dicho material biológico se encontraba depositado en el Laboratorio de Entomología Forestal del C.P., INIFAP Campo Experimental Pabellón y Laboratorio de Variación Genética de la ENCB, IPN.



Figura 2.3. Colecta de material biológico en campo

2.2.4 Trabajo de laboratorio

Las cortezas colectadas fueron revisadas bajo microscopio estereoscópico Carl Zeiss Stemi DV4, de ellas se extrajeron los ácaros restantes que no se observaron a simple vista en campo, se cuantificaron y se colocaron en ácido láctico (para su aclaración) y se montaron en Líquido de Hoyer en preparaciones permanentes (Krantz y Walter, 2009). Las cortezas fueron mantenidas en cámaras de emergencia, elaboradas con botes de plástico con capacidad de 3.5 L y mantenidas con suficiente humedad para que se siguieran desarrollando los ácaros (Figs.2.4 A y B).

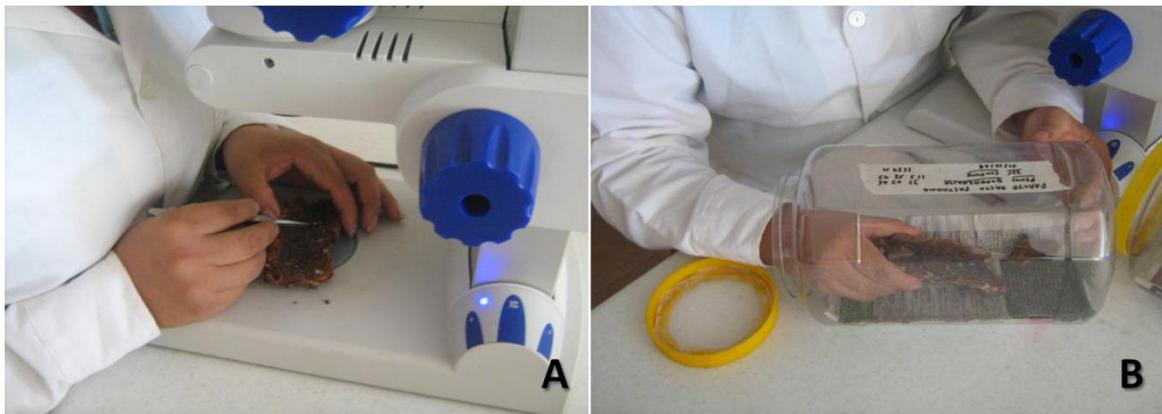


Figura 2.4. Material biológico procesado en laboratorio. A) Revisión de cortezas bajo el microscopio y b) Cortezas en cámaras de emergencia

De igual manera las trozas fueron colocadas en cámaras de emergencia (Fig. 2.5), para la obtención de escolitínos adultos, machos y hembras, las cuales consistieron de un bote con tapa con capacidad aproximada de 20 L, en la parte media inferior de éste, se encontraba una abertura circular de 10 cm de diámetro donde va soldada la tapa con rosca de un frasco, quedando en posición horizontal, en este frasco quedaron atrapados los insectos que salieron del tronco atraídos por la luz que entraba al bote a través del orificio.

Los organismos obtenidos se colocaron en frascos Eppendorf con alcohol al 70% para después revisar cada ejemplar y obtener a los ácaros asociados. Las

trozas fueron descortezadas y el tratamiento a las cortezas fue similar al de las colectadas en campo.



Figura 2.5. Cámara de emergencia para escolitinos.

Para cada una de las especies de ácaros encontradas se montaron organismos en vista ventral y dorsal, para su posterior determinación taxonómica, utilizando las claves de McGraw y Farrier (1969). El material montado se encuentra depositado en la colección personal de la Dra. Edith Estrada.

La mayoría del material colectado se determinó y corroboró por comparación en la estancia de investigación realizada del 15 de febrero al 16 de marzo en la Estación de Investigación del Sur del Servicio Forestal de los Estados Unidos en Pineville, Louisiana, (USDA-SF), bajo la supervisión del Dr. John C. Moser. Por otra parte fueron determinadas las plantas hospederas. Cada una de las localidades obtenidas de las diferentes revisiones y recolectas de campo fueron georeferidas. Los mapas de distribución fueron realizados con el programa ArcView GIS 3.2. Toda la información obtenida se capturo en una base de datos denominada "Acarofauna asociada a escolitinos de importancia forestal" y soportada en Microsoft Access® 2009.

2.3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

2.3.1 Especies de Mesostigmados asociados a Scolytinae

Se revisaron un total de 2203 insectos escolitinos de 24 especies, correspondientes a los géneros *Dendroctonus* (7), *Ips* (8), *Gnathotrichus* (1), *Hylastes* (1), *Hylesinus* (1), *Hylurgops* (1), *Phloeotribus* (2), *Pithyophthorus* (1), *Scolytus* (1) y *Stegomerus* (1). Cabe señalar que *Dendroctonus* e *Ips* presentaron la mayor cantidad de organismos 1493 (67.7%), y 473 (21.5%) respectivamente, De todos los insectos colectados sólo el 12% (264) de estos presentó por lo menos una especie de ácaros en asociación directa, es decir que se encontraba adherido sobre el cuerpo del insecto (forético).

Todos los demás ácaros se encontraron en galerías, así como en restos de alcohol de las muestras revisadas tanto de colecciones como de colectas directas. El 88% (1939) restante no transportaban ácaros sobre su cuerpo, por lo que debe de haber factores que limitan o influyen en la presencia o ausencia de ácaros, los cuales pueden ser en la mayoría de los casos ecológicos, como es el caso de los microhábitats de los descortezadores, su comportamiento o su fenología, los cuales pueden favorecer a determinadas asociaciones de hospederos.

De acuerdo con la información obtenida se registraron en total 774 ácaros que representan 33 especies del orden Mesostigmata (Cuadro 1), que se incluyen en dos subórdenes: Sejida y Monogynaspida. En el primer suborden se presenta una subfamilia, una familia y una especie. Para el segundo suborden (Monogynaspida) se encontraron dos grupos Gamasina y Uropodina; dentro de los gamasinos se concentraron dos superfamilias, seis familias y 20 especies; a diferencia de los uropodinos en los que se registraron dos superfamilias, dos familias y 12 especies.

Cuadro 2.1. Clasificación sistemática de especies de ácaros mesostigmados (según Lindquist *et al.*, 2009)

Superorden Parasitiformes	
Orden Mesostigmata	
Suborden Sejida	
Superfamilia Sejoidea	
Familia Sejidae	
Género <i>Sejus</i>	
Especie	<i>Sejus boliviensis</i> Hirschmann & Kaczmarek, 1991
Suborden Monogynaspida	
Cohorte Uropodina	
Subcohorte Uropodiae	
Superfamilia Uropodoidea	
Familia Nenteriidae	
Género <i>Nenteria</i>	
Especie	<i>Nenteria ca. breviungiculata</i> Willmann, 1949
Superfamilia Uropodoidea	
Familia Trematuridae	
Género <i>Trichouropoda</i>	
Especie	<i>Trichouropoda adjuncti</i> Wisniewski & Hirschmann, 1988
	<i>Trichouropoda australis</i> Hirschmann, 1972
	<i>Trichouropoda fallax</i> Vitzthum, 1926
	<i>Trichouropoda hondurasae</i> Hirschmann & Wisniewski, 1986
	<i>Trichouropoda ovalis</i> Koch, 1939
	<i>Trichouropoda polytricha</i> Vitzthum, 1923
	<i>Trichouropoda</i> sp. n. 1
	<i>Trichouropoda</i> sp. n. 2
	<i>Trichouropoda</i> sp. n. 3
	<i>Trichouropoda</i> sp. n. 4
	<i>Trichouropoda</i> sp. n. 5
Cohorte Gamasina	
Subcohorte Parasitiae	
Familia Parasitidae	
Género <i>Schizosthetus</i>	
Especie	<i>Schizosthetus lyriformis</i> McGraw & Farrier, 1969
Subcohorte Dermanyssiae	
Superfamilia Rhodacaroidea	
Familia Digamasellidae	
Género <i>Dendrolaelaps</i>	
Especie	<i>Dendrolaelaps neocornutus</i> Hurlbutt, 1967
	<i>Dendrolaelaps neodisetus</i> Hurlbutt, 1967
	<i>Dendrolaelaps pilopatulus</i> sp. n
	<i>Dendrolaelaps quadrisetus</i> Berlese, 1920

Cuadro 1. Continuación

Familia Macrochelidae	
Genero <i>Macrocheles</i>	
Especie	<i>Macrocheles boudreauxi</i> Krantz, 1965 <i>Macrocheles</i> sp. n. 1
Familia Ascidae	
Género <i>Arctoseius</i>	
Especie	<i>Arctoseius cetratus</i> Sellnick, 1940 <i>Arctoseius semicissus</i> Berlese, 1892
Género <i>Asca</i>	
Especie	<i>Asca pini</i> Hurlbutt, 1963
Genero <i>Lasioseius</i>	
Especie	<i>Lasioseius cortiseius</i> Lindquist, 1971 <i>Lasioseius dentatus</i> Fox, 1946 <i>Lasioseius imitans</i> Berlese, 1910 <i>Lasioseius safroi</i> Ewing, 1920
Familia Melicharidae	
Género <i>Proctolaelaps</i>	
Especie	<i>Proctolaelaps dendroctoni</i> Lindquist & Hunter 1965 <i>Proctolaelaps hystricoides</i> Lindquist & Hunter 1965 <i>Proctolaelaps hystrix</i> Vitzthum, 1923 <i>Proctolaelaps subcorticalis</i> Lindquist, 1971
Superfamilia Dermanyssoidea	
Familia Laelapidae	
Género <i>Androlaelaps</i>	
Especie	<i>Androlaelaps casalis</i> Berlese, 1887
Género <i>Hypoaspis</i>	
Especie	<i>Hypoaspis</i> (<i>Cosmolaelaps</i>) <i>ca vacua</i> Michael, 1891

2.3.2 Clave para las especies de Mesostigmata asociados a escolitinos en México

1.-Hembras adultas con una placa genital, con o sin un par de sedas asociadas (Fig 2.6A). Dígito móvil del quelícero sin excrecencias insertadas ventralmente en la parte media o terminal, pero a menudo con un proceso artrodial en forma de cepillo en la parte basal. Machos a menudo con un aparato para la transferencia de esperma originado en el dedo móvil. Tarso II a IV típicamente con 18 sedas $\left(\begin{smallmatrix} 3 & 1 & 3 \\ 3 & 2 & 1 \end{smallmatrix} \right)$ **Suborden Monogynaspida**.....2

1a.- Hembras adultas con placa genital con seis o más sedas insertadas lateralmente (Fig. 2.6 B), quelíceros sin excrecencias, fémur IV con siete sedas, dígitos quelicerales aserrados, opistonotum de la hembra sin placas laterales pero con una o más placas mesonotales, proyecciones posteriores con sedas. Placas st1 femeninas (si existen) no están fusionadas entre sí o con los palcas st2 plaquetas; proyecciones posteriores presentes (Fig.2.6C). Placas esternal st1 y st2 no fusionadas en las hembras; placa mesonotal posterior en la hembra no fusionados entre sí. **Suborden Sejida, Familia Sejidae**.....***Sejus boliviensis***

- 2.-Placa epiginial truncada, en forma de gota o redondeada posteriormente, a menudo extendida más allá de la región podosomática como una fusión genitiventral o genitiventrianal (Fig. 2.6F). Placa epiginial con un par de sedas en la región podosomática, o sedas insertadas en el integumento lateral de la placa. Generalmente con una o dos placas dorsales. Fémur IV de adulto y deutoninfa típicamente con 6 sedas; sedas hipostomales insertadas aproximadamente al mismo nivel; abertura genital del macho en el borde anterior de la placa esternal. **Cohorte Gamasina**.....3
- 2a.-Placa epiginial localizada en la región podosomática ocupando una gran área entre las coxas II y IV (Fig. 2.6D). Mala interna del hipostoma simple, sin fimbriaciones marginales y con o sin excrescencias en forma de bigote. Hembra con la placa genital localizada entre las coxas II y IV. **Cohorte Uropodina**. Familia Trematuridae.....15
- 3.-Placa esternal bien desarrollada y entera, con tres pares de sedas y de dos a tres pares de poros, peritremas presentes y extendidos al nivel de la coxa II; seda del tarso del pedipalpo siempre con tres dientes; Genua III con una seda posteroventral $\left(\begin{matrix} 2 & 2 & 2 \\ 1 & 1 & 1 \end{matrix} \right)_1$ o $\left(\begin{matrix} 2 & 2 & 2 \\ 1 & 1 & 1 \end{matrix} \right)_2$ y dos sedas sobre tibia I $\left(\begin{matrix} 2 & 3 & 3 \\ 3 & 2 & 2 \end{matrix} \right)$; Tibia IV con tres sedas posterodorsales $\left(\begin{matrix} 2 & 2 & 3 \\ 1 & 1 & 2 \end{matrix} \right)$. Placa epiginial triangular y bordeada a lo largo por unas placas metasternales pequeñas (Fig. 2.6E), en los machos el espermatozóide está unido distalmente con el dígito móvil para formar un atrium medial; machos con espinas y apófisis en las patas II, espina del fémur a menudo tan larga o más larga que el fémur, tritosterno del macho frecuentemente reducido, ocasionalmente ausente. Placa esternal dividida medialmente (Fig. 2.11E), con tres pares de sedas. Placa ventral hologástrica, región genital puntiaguda, placas metasternales largas (Fig. 2.11F). **Subcohorte Parasitae**.....**Familia Parasitidae**.....**Schizosthetus lyriformis**
- 3a.- Hembras con seda esternal 4 (st_4) insertada sobre pequeñas placas metasternales, o sobre integumento suave o sobre las esquinas posterolaterales de la placa esternal. Placa genital de la hembra separada de la placa ventral o anal. **Subcohorte Dermanyssiae**. **Superfamilia Rhodacaroidea**.....4
- 4.- Placa opistonotal frecuentemente con una muesca o incisión, convexa posteriormente, algunas veces con proyecciones posteriores que ocupan algunas de las sedas R. Subcapitulum con cinco líneas de dentículos. Seda j_2 mas o menos alineada con las sedas j_1 - z_1 sobre la placa podonotal. Placa dorsal anterior con sedas z_3 presentes. Sedas j_2 alineadas transversalmente con las sedas j_1 y z_1 en el vértice de la placa anterior. **Familia Digamasellidae**. **Dendrolaelaps spp.**8
- 4a.- Placa opistonotal completa sin muescas y sin proyecciones posteriores.....5

- 5.- Quelíceros con una protubernacia artrodial plumosa o filamentosa, o con un cepillo artrodial en una corona setosa adyacente; placa esternal con tres pares de sedas, típicamente con una placa ventrianal. Tibia y genua I con dos sedas anterolaterales, tibia IV con siete y ocho sedas. Peritremas enrollados en su parte proximal (Fig. 2.11D), uniendo posteriormente al estigma; tarso I sin uñas, con un par de escleritos resistentes debajo de los márgenes laterales de la placa epiginial. Seda del apotele tridentada, la placa dorsal tiene seis pares de sedas pilosas (J1, J5, Z3, Z5, S5, R3). La placa genital rodeada por líneas esclerotizadas (Fig. 2.11C).....**Familia Macrochelidae. *Macrocheles boudreauxi***
- 5a.- Deutoninfas y adultos con más de 20 pares de sedas en la placa dorsal, peritremas presentes, tibia IV con sólo una seda posterodorsal. Placa dorsal dividida o entera sin fosas posteromarginales, peritremas extendidos más allá de la coxa III, genua IV típicamente con nueve sedas $\left(\begin{matrix} 2 & 2 & 3 \\ & 1 & 0 \end{matrix} \right)$, con placa anal o ventrianal, apertura genital del macho en el margen anterior de la placa esternal. Elementos endopodales generalmente presentes y fusionados con la placa esternal, tibia IV típicamente con 10 sedas $\left(\begin{matrix} 2 & 1 & 3 \\ & 1 & 1 \end{matrix} \right)$6
- 6.- Placa esternal con tres pares de sedas y dos pares de poros. Placa epiginial redondeada posteriormente separada ampliamente de la placa anal triangular, ocasionalmente expandida hacia abajo para incluir a la placa anal. **Familia Laelapidae**.....9
- 6a.- Placa esternal típicamente con tres pares de sedas, st_3 ocasionalmente sobre plateletas separadas. Placas epiginial truncada posteriormente, placas metasternales libres; Cornículo sin modificaciones distales, tibia IV con sólo una seda anterolateral ventrianal presente.....7
- 7.- Hembra con el tercer par de poros esternales sobre las esquinas posterolaterales de la placa esternal y con la seda esternal (st_4) usualmente libre sobre la cutícula suave. Dígito quelíceral móvil usualmente bidentado. **Familia Ascide**.....10
- 7a.- Hembra con el tercer par de poros esternales fuera de las esquinas posterolaterales de la placa esternal y asociado con la seda esternal (st_4). Dígito quelíceral fijo con *pilus dentilis* modificado a un proceso hialino aplanado, placa epiginial generalmente redondeada posteriormente, y con una placa anal oval o elíptica con solo tres sedas anales. **Familia Melicharidae**..... 14
- 8.- Órganos XC presentes. El opistonoto del macho tiene un par de espinas con dirección posterior a la seda Z4 en los márgenes medios de las puntas (Fig. 2.8E). La hembra tiene una placa ventrianal con 2 pares de sedas (JV2-3) en adición a las sedas anales. El espermátodáctilo masculino es extremadamente largo en forma de látigo.....***Dendrolaelaps neocornutus***

8a.- Plateletas no presentes entre las placas dorsales. Todas las sedas dorsales son simples: seda J5 más corta que la Z5 o S5. La placa ventrianal de las hembras tiene tres pares de sedas (Jv2-3, Zv2) (Fig. 2.8D), adicionales a la seda anal. El espermatodáctilo del macho es curvado dorsalmente, con un proceso basal de la mitad de la longitud del espermatodáctilo. Pata 1 con una uña pretarsal. Hembras con foramen e infundíbulo foraminis en la parte distal del bode del fémur II..... **Dendrolaelaps neodisetus**

8c.-Todas las sedas dorsales son simples, las plateletas presentes sobre la membrana entre los escudos dorsales; sedas J5 son más cortas que las sedas Z5 o sedas S5; y sedas Z3 no superan las bases de las sedas Z4. La placa ventrianal de la hembra de forma cuadrada con 3 pares de sedas (JV2-4, Zv2) además de las sedas anales de forma cuadrada (Fig. 2.8C)....**Dendrolaelaps pilospatulatus**

8d.-La seda palpotarsal especializada más grande. Órganos XC presentes. Sedas J5 son más cortas que las sedas Z5 o sedas S5; y sedas Z3 no superan las bases de las sedas Z4. La placa ventrianal de la hembra tiene 3 pares de sedas (JV2-4, Zv2) además de las sedas anales.....**Dendrolaelaps quadrisetus**

9.- Placa esternal con un borde cóncavo en la parte posterior, más ancho que alto. Placa genito-ventral larga. Las placas metapodales laterales estrechas y largas, lineales. Placa anal más larga que ancha. Por encima de ellas existe en una pequeña media luna, ovalada o en forma de escudo. Dedo fijo de la quela estrecho. Placa dorsal con 39 pares de sedas.....**Androlaelaps casalis**

9a.- Placa esternal con un borde convexo en la parte posterior, más alta que ancha. Placa genito-ventral larga. Placa anal más larga.....**Hyposapis ca vacua**

10.- Placa dorsal no completamente dividida, tibia IV típicamente con 10 sedas. Opistonotum con cinco pares de sedas S; S₂ presente; genua y tibia I con *pd*₃ presentes, genua y tibia II con dos sedas *pl*; genua y tibia III y IV con 8-10 sedas, seda *al*₂ presente..... 11

10a.- Deutoniñas y adultos con placa dorsal completamente dividida, sin sedas paraverticales z1. Placa dorsal posterior con un par de tubérculos donde se insertan las sedas z4 y s5 (Fig. 2.7E). Placa dorsal posterior con algunas sedas ligeramente pilosas. Placa esternal con un surco en forma de V..... **Asca pini**

11.- Adultos sin sedas dorsales modificadas. Tercer poro y cuarta seda esternal sobre cutícula suave; placa genital trucada posteriormente. Placa ventroanal con tres de sedas ventrales. **Arctoseius spp.**.....12

11a.- Adultos con algunas sedas dorsales tricarinadas o con vestigio de ellas. Sedas humerales r3 siempre en la placa dorsal. Tercer poro y cuarta seda esternal en la placa metasternal en las hembras; placa genital trucada posteriormente. Placa ventroanal con dos a seis pares de sedas ventrales. Machos con placas esternogenital y peritremal separadas de la placa ventroanal .**Lasioseius spp.**....13

12.- Placa ventrianal con cuatro pares de sedas ventrales, patas II a IV con sedas modificadas. Peritremas extendidos anteriormente al nivel medio de la coxa II, el dedo **Arctoseius cetratus**

12a.- Tectum truncado y denticulado. Placa esternal de la hembra con una banda anteromedial reticulada conspicua. Placa ventrianal con cuatro pares de sedas ventrales, patas II a IV con sedas modificadas. Las sedas dorsales incluyen tres pares de sedas marginales, cuatro pares de submarginales sobre la membrana lateral. La seda posthumeral no muy corta. La región posterior de la placa dorsal y ventrianal con puntuaciones gruesas..... **Arctoseius semiscissus**

13.- Sedas tricarinadas en el dorso, placa ventrianal triangular con cinco a siete pares de sedas (Fig. 2.7C). Sedas caudales tricarinadas, iguales a las del dorso pero más largas. Placa esternal fina. Placa holonotal reticulada..... **Lasioseius cortiseius**

13a.- Placa esternal completa (Fig. 2.7F), margen del tectum trispinado, placa esternal sin estructura circular, sedas dorsales relativamente cortas y robustas, similar a i4-i5, sedas dorsales I1, I2, I3 e I4 cortas, como su distancia entre ellas..... **Lasioseius dentatus**

13b.- Sedas distinguibles en la mitad anterior dorsal (i1 - i5, Z1 - Z5, S1 - S5), y en la mitad posterior del dorso (I1 - I5, Z1 - Z5, S1 - S5). Placa ventrianal con 4-6 pares de sedas, Dorso sin una elevación media, placa esternal lisa. Tectum con 3 largas ramas, distalmente aserrados, la rama media es dos veces más larga que las ramas laterales..... **Lasioseius imitans**

13c.- Placa esternal con márgenes laterales cóncavos (Fig. 2.7A), sedas dorsales r3 y Z5 más largas que otras. Placa esternal con sedas st1 sobre ella. Placa ventrianal mas ancha que larga Fig. 2.7B)..... **Lasioseius safroi**

14.- Placa genital de la hembra con ornamentaciones en forma cuadrangular (Fig. 2.9B). Sin dentículos entre la seda J5. La placa esternogenital del macho macho tiene el quinto par de sedas en las esquinas posteriores. La placa ventrianal del macho tiene 7 pares de sedas (Jv1-4, Zv1-3), adicional a las sedas anales. El tectum es redondeado..... **Proctolaelaps dendroctoni**

14a.- Placa genital de la hembra con siete ornamentaciones alargadas en forma de acículas (Fig. 2.9D) Seda J1-3 supera la base de la próxima seda; los dentículos están presentes entre las sedas J5. La placa esternogenital del macho tiene 7 pares de sedas (JV1-4, zv1-3), además de las sedas anales. Las sedas rostrales anteriores son delgadas. Pata I con uña pretarsal.. **Proctolaelaps hystrix**

14b.- Placa genital de la hembra con cinco ornamentaciones alargadas en forma de acículas (Fig. 2.9C) De menor talla y de sedas cortas en comparación de *P. hystrix*. Las sedas J1 a J4 largas como la distancia entre sus bases. La malae interna no es tan larga y extendida, el dedo fijo de la quela con pocos dientes, hipostoma con cuatro líneas de dentículos. Placa esternal reticulada en la parte media..... **Proctolaelaps hystricoides**

14c.- Placa genital de la hembra con dos ornamentaciones en forma de pera (Fig. 2.9D) Hembras con placa dorsal con una incisión transversal, superficie reticulada y 27 pares de sedas simples, sedas z3 y z6 ausentes; seda J5, Z4-5, S3-5, r3, r6, r1-7, ur3 sobre la membrana dorsal; seda URL, UR4-5 sobre la membrana

ventrolateral. El cuarto par de sedas esternales y tercer par de poros en fusionadas con las placas mestasternales-endopodales. Placa genitiventral pentagonal con una muesca anterior que la une con el punto posterior de la placa esternal y una fisura transversal anterior a las sedas genitales.....**Proctolaelaps subcorticalis**

15.- *Deutoniufa*: placa esternogenital sin constricciones, con cinco pares de sedas, placa anal con seis pares de sedas (Fig. 2.10E); Presenta una serie de placas rectangulares bordeando el histerosoma (Fig. 2.10F).....**Trichouropoda adjuncti**

15b.- *Deutoniufa*: placa esternogenital con una constricción al nivel de las coxas IV (Fig. 2.10A); con cinco pares de sedas, placa anal con cinco pares. Presenta una serie de placas rectangulares delgadas bordeando el histerosoma.....**Trichouropoda fallax**

15c.-*Deutoniufa*: placa esternogenital con dos constricciones una al nivel de las coxas II y la otra al nivel de las coxas IV (Fig. 2.10C); con seis pares de sedas muy delgadas, con siete pares de poros, placa anal con ocho pares de sedas. Presenta una serie de placas rectangulares delgadas bordeando el histerosoma.....**Trichouropoda hondurasae**

15d.-*Deutoniufa*: placa esternogenital con dos constricciones una al nivel de las coxas II y la otra al nivel de las coxas IV (Fig. 2.10D); con cinco pares de sedas, ornamentada con puntuaciones grandes, placa anal con cinco pares de sedas, ornamentada con puntuaciones grandes. Presenta una serie de placas rectangulares delgadas bordeando el histerosoma.....**Trichouropoda ovalis**

15e.-*Deutoniufa*: placa esternogenital con dos constricciones una al nivel de las coxas II y la otra al nivel de las coxas IV (Fig. 2.10B); con seis pares de sedas, placa anal con siete pares de sedas. Presenta una serie de placas rectangulares delgadas bordeando el histerosoma.....**Trichouropoda polytricha**

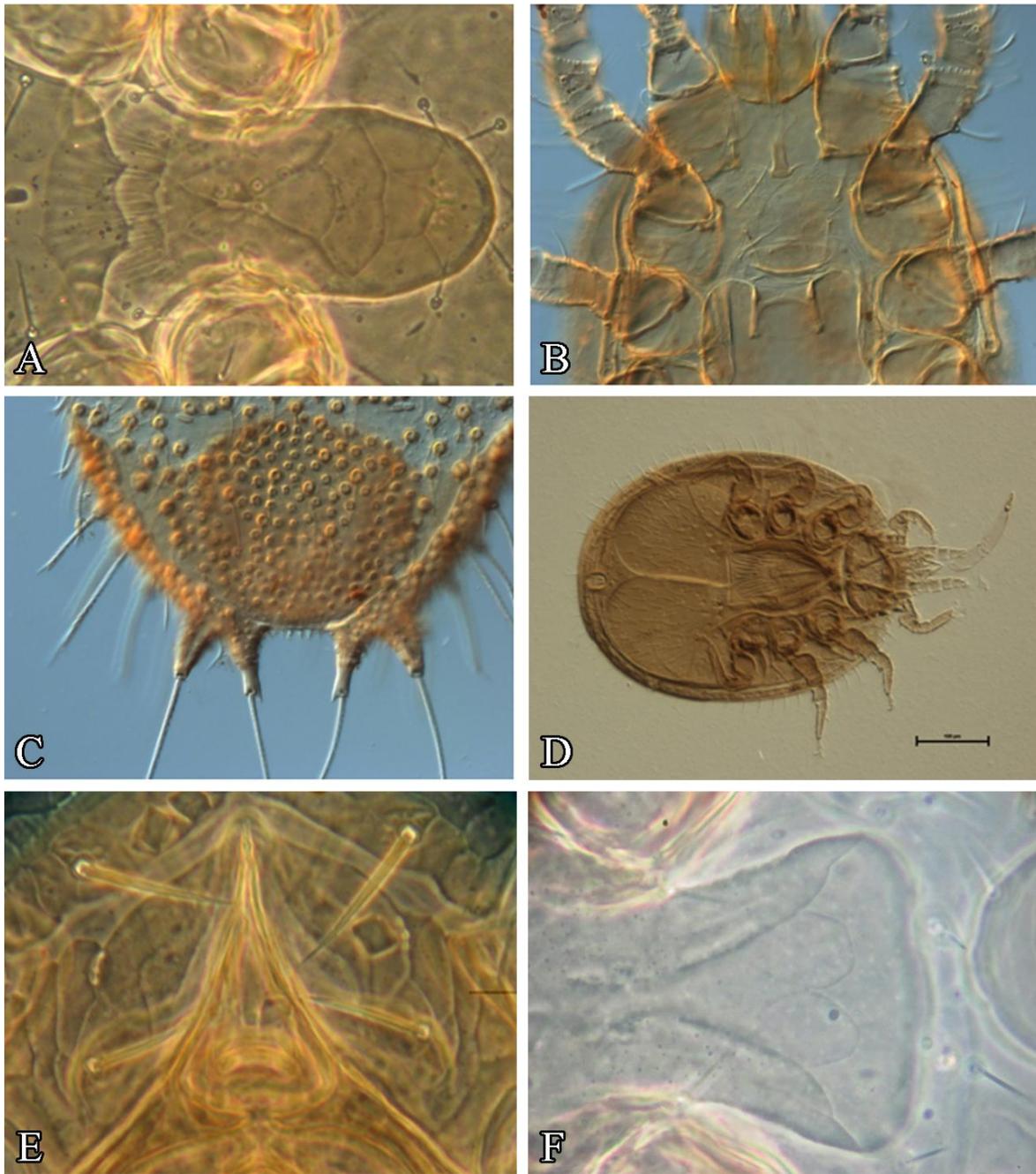


Fig. 2.6. Características diagnósticas para familias de mesostigmados. A) Laelapidae, placa genital de la hembra de forma convexa; B) Sejidae, placa genital de la hembra cuadrada entre las coxas III y IV; C) Sejidae, proyecciones posteriores en el idiosoma; D) Trematuridae, placa genital de la hembra en forma de campana entre las coxas II y IV; E) Parasitidae, placa genital de la hembra en forma triangular; y F) Digamasellidae, placa esternal alargada entre las coxas II y III.

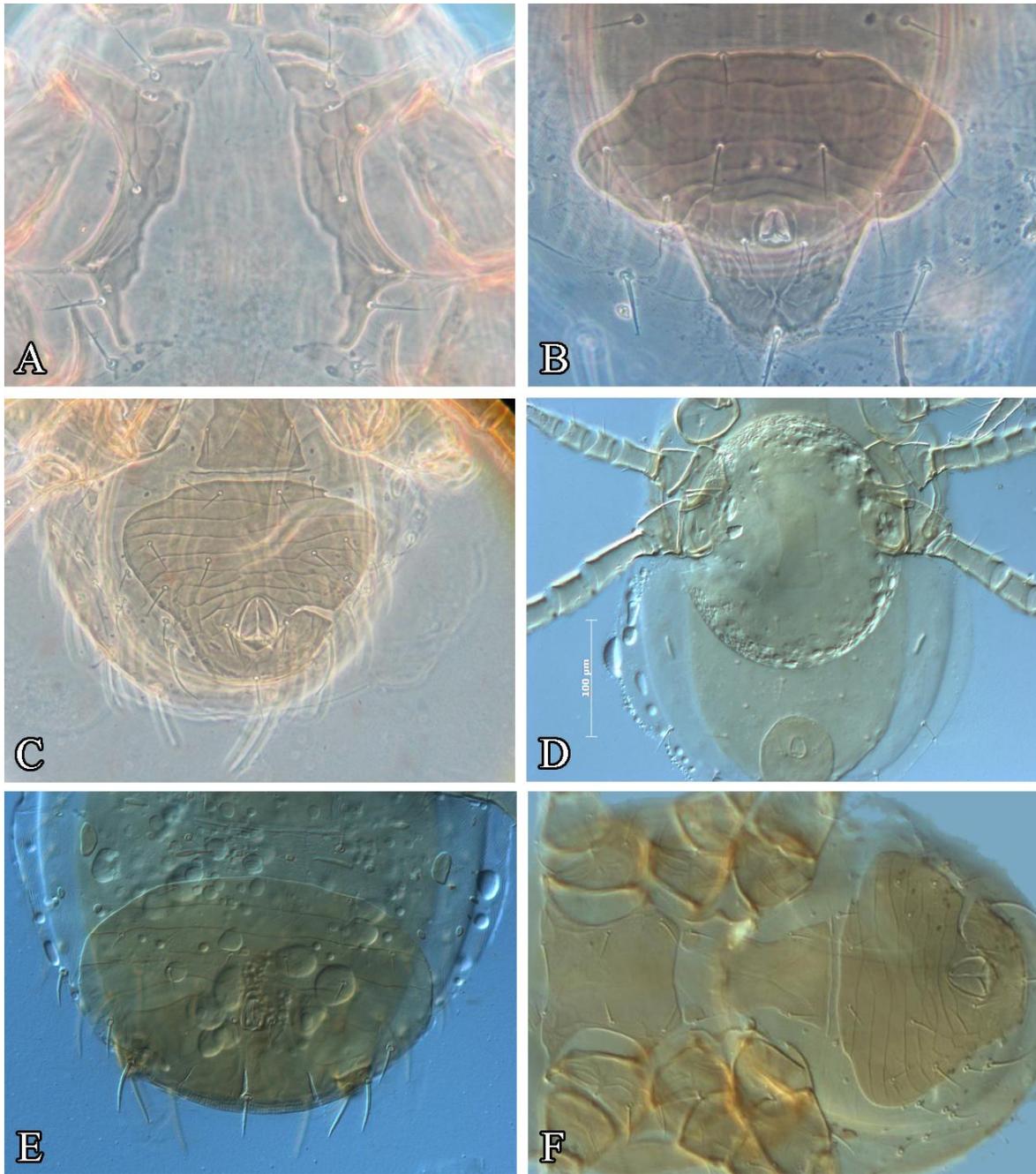


Fig. 2. 7. Características diagnósticas para la familia Ascidae. A) *Lasioseius safroi*, placa esternal abierta verticalmente; B) *L. safroi* placa ventrianal mas ancha en la porción anterior; C) *L. cortiseius*, placa ventrianal triangular; D) *Arctoseius imitans* placan anal truncada en la parte posterior; E) *Asca pini* placa ventrianal ovalada, y F) *L. dentatus*, placa esternal completa y placa ventrianal triangular.

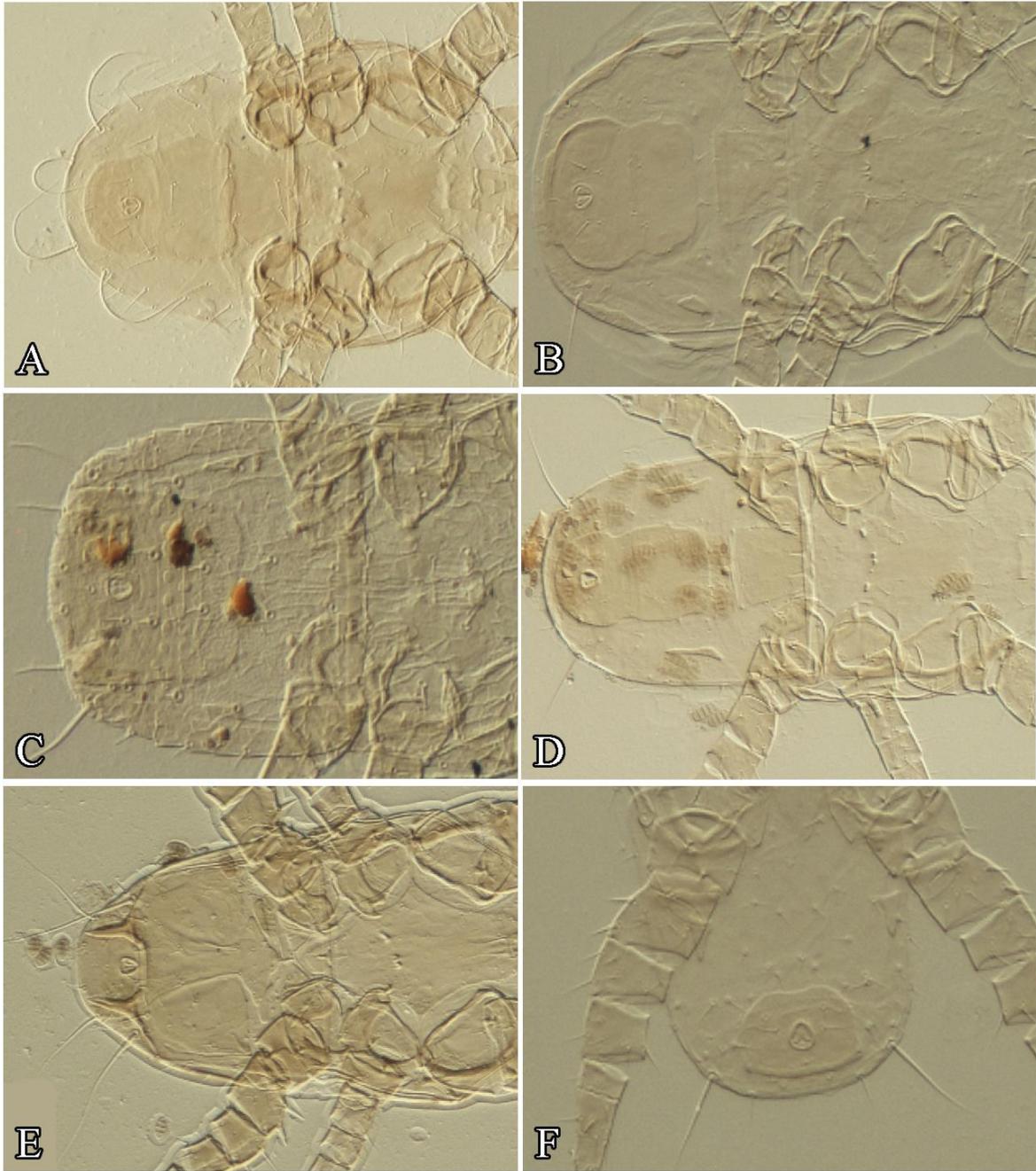


Fig. 2.8. Características diagnósticas para la familia Digamasellidae. A) *Dendrolaelaps quadrisetus*; B) *Dendrolaelaps neodisetus*; C) *D. pilospatulatus*; D) *D. neocornutus* hembra; E) *D. neocornutus* macho y F) *D. neocornutus* deutonia.

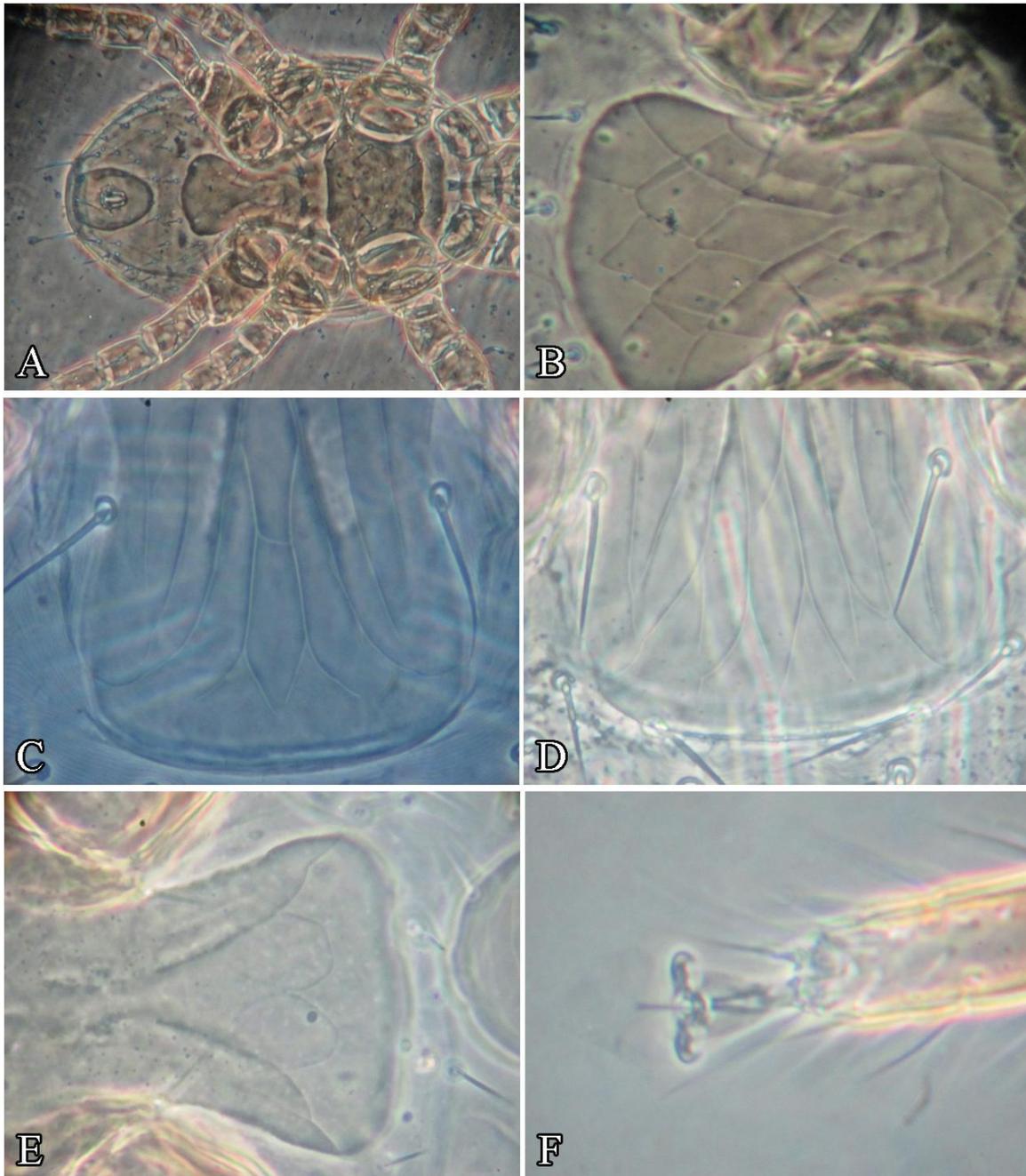


Fig. 2.9. Características diagnósticas para la familia Melicharidae. A) *Proctolaelaps dendroctoni* placas ventrales de la hembra; B) *P. dendroctoni* placa genital de la hembra; C) *P. hystrixoides* placa genital de la hembra; D) *P. hystrix* placa genital de la hembra; E) *P. subcorticalis* placa genital de la hembra y F) *P. subcorticalis* uña con pulvillo de la pata uno.

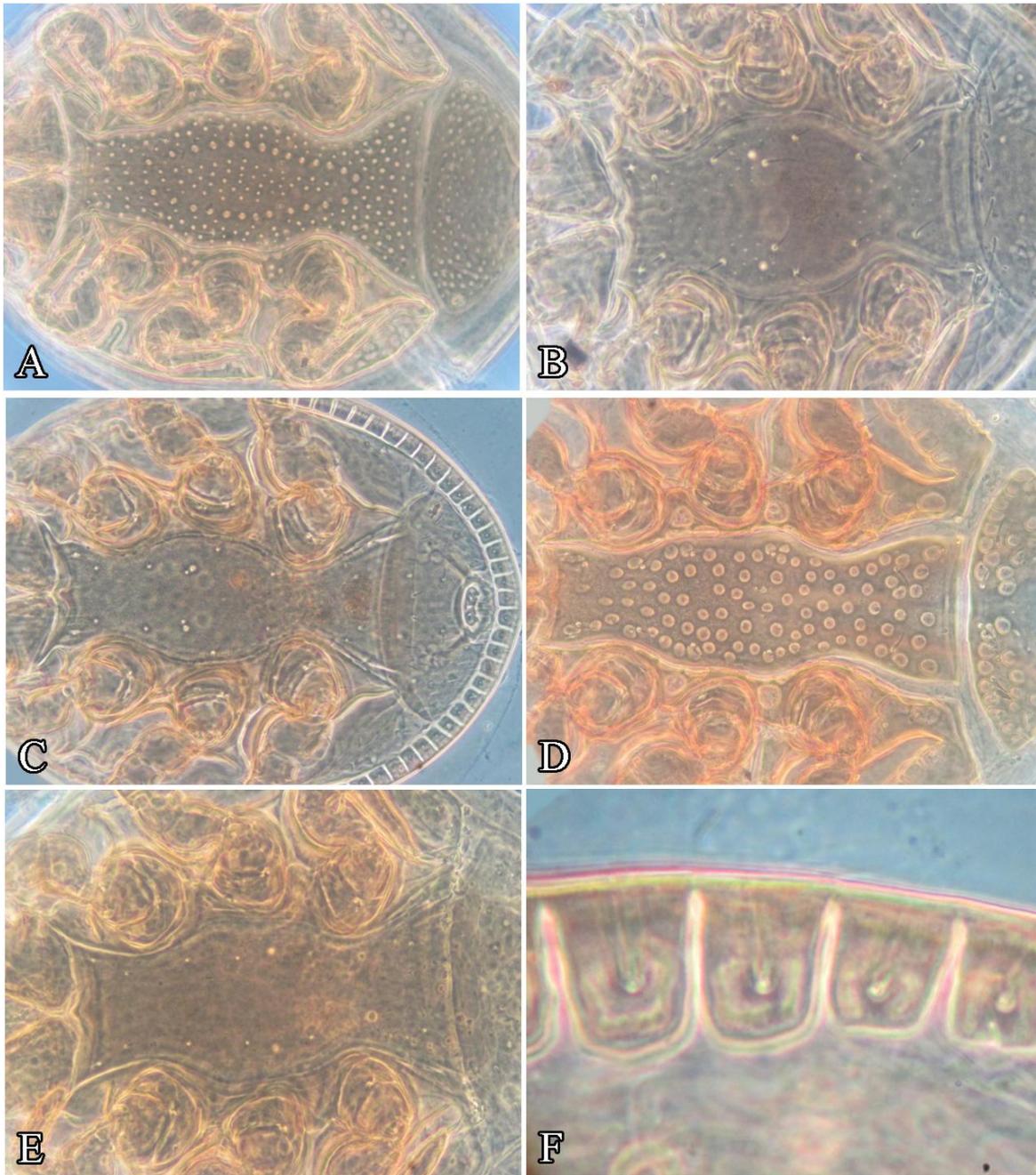


Fig. 2.10. Características diagnósticas para la familia Trematuridae. A) *Trichouropoda fallax*, placa esternal con puntuaciones marcadas; B) *T. polytricha* placa esternal mas ancha en la porción media; C) *T. hondurasae*, esternal con un adelgazamiento en la parte posterior; D) *T. ovalis* placan esternal con grandes y marcadas puntuaciones; E) *T. adjuncti* placa esternal con dos constricciones situadas en la coxa II y coxa IV, y F) placas rectangulares que bordean el histerosoma.

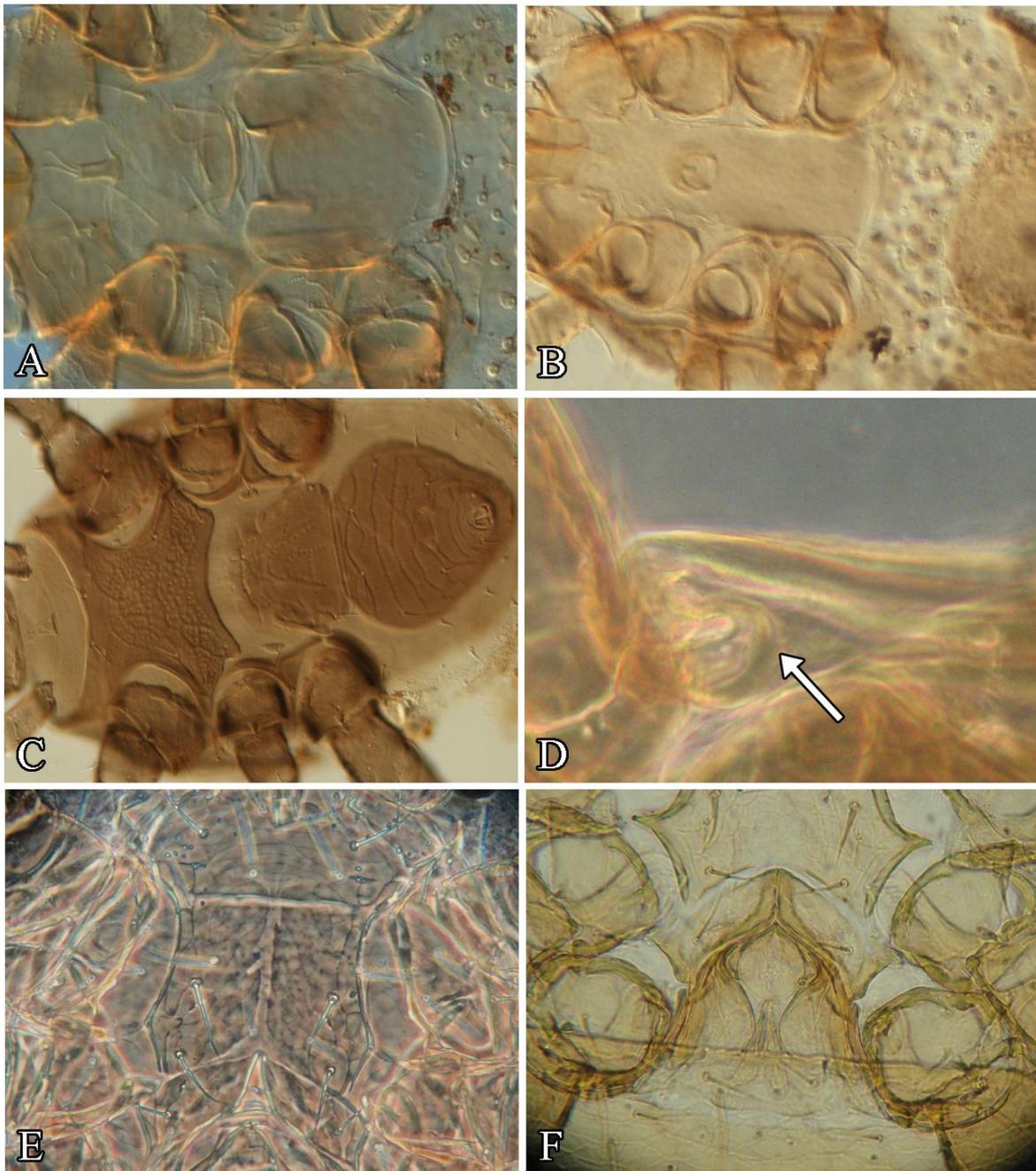


Fig. 2.11. Características diagnósticas para las familias Sejidae, Macrochelidae y Parasitidae. A) *Sejus boliviensis*, placa genital de la hembra; B) *S. boliviensis* placa genital del macho; C) *Macrocheles boudreauxi*, placas ventrales; D) *M. boudreauxi* placa peritremal curvada en la parte proximal; E) *Schizosthetus lyriformis* placa esternal, y F) *S. lyriformis* placa genital triangular.

2.3.3 Taxonomía de mesostigmados de México

A continuación se describen las características taxonómicas de cada una de las familias y especies encontradas, así como algunas observaciones hechas en campo o de los registros de cada una de ellas y su distribución (tanto de referencias bibliográficas como de las colectas realizadas). Cabe destacar que el orden en el que se presentan está de acuerdo con la taxonomía según Lindquist *et al.* (2009).

Superfamilia Sejoidea

Familia Sejidae

La familia Sejidae es un grupo regularmente diverso de ácaros mesostigmados, con 47 especies descritas, así como numerosas especies no descritas. Los séjidos son habitantes comunes de detritos y madera podrida en los bosques húmedos de las zonas subtropicales y tropicales, y son mucho menos comunes en la región holártica. La deutoninfa puede ser dimórfica, con una forma homeomórfica y una forma heteromórfica especializada para la foresia, especialmente sobre escarabajos cerambícidos y algunos en moscas, para lo cual tienen un pedicelo anal que utilizan para fijarse al huésped. Son depredadores de pequeños artrópodos y nematodos.

***Sejus boliviensis* Hirschmann & Kaczmarek, 1991**

Características taxonómicas. Presentan un borde posterior de la placa genital femenina en el nivel del borde posterior de coxas IV; placas st1 femeninas (si existen) no están fusionadas entre sí ni con las placas st2; proyecciones posteriores presentes en al menos la larva; placas mesonotales posteriores en la hembra no fusionados entre sí. El número de sedas en la placa genital de la hembra (por lo menos tres pares) se ha utilizado como un carácter clave para la

familia Sejidae (Krantz, 1978; Evans y Till, 1979). Los adultos de *S. boliviensis* tienen parcialmente fusionadas las placas ventrianal y posteromarginales, el tritosterno tiene extensiones laterales en forma de hoz (Lekveishvili y Klompen, 2006) (Fig. 2.12).

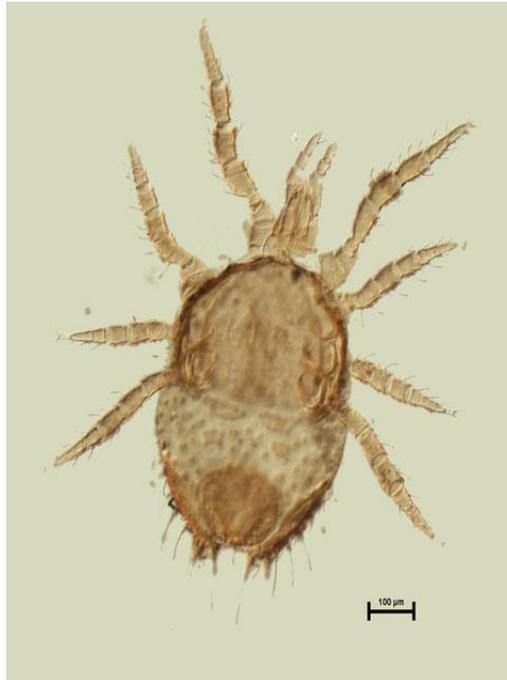


Figura 2.12. Hembra de *Sejus boliviensis* (vista dorsal).

Distribución. Bolivia, México (Oaxaca y Tlaxcala) (Fig. 2.13).

Material examinado. Tlaxcala: cinco hembras, dos machos y una deutoninfa; asociado a *Dendroctonus valens*

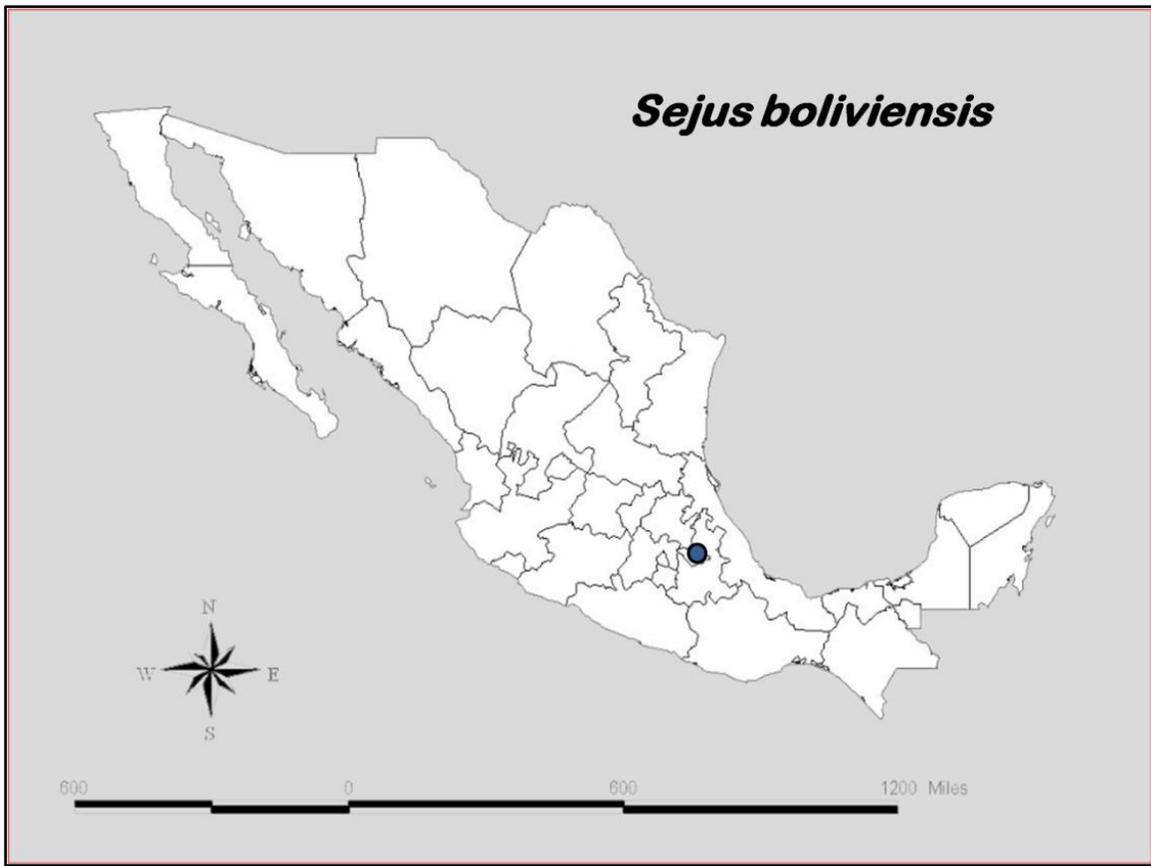


Figura 2.13. Distribución de *Sejus boliviensis* en la República Mexicana

Observaciones. En México *Sejus boliviensis* ha sido colectado en suelo en la localidad de Loma Bonita, Oaxaca asociado con piña (*Ananas comosus*) (Campos de la Rosa, 1999). Éste es el primer registro de la especie asociada a un descortezador (*D. valens*), así como el primer registro en el estado.

Superfamilia Uropodoidea

Familia Trematuridae

Se encuentran con frecuencia, asociados a los descortezadores. La superfamilia de Uropodoidea está representada por más de 2000 especies descritas en todo el mundo, muchas de las cuales viven y se reproducen en hábitats irregulares tales como nidos, escombros y excrementos.

Sus hábitos alimentarios son poco conocidos pero se considera que son omnívoros, se alimentan de hifas de hongos y presas de movimiento lento, entre otras cosas. Se menciona que las deutoninfas de algunas especies asociadas a escolitinos se alimentan de nematodos y hongos, así como de huevos y larvas de los descortezadores (Moser *et al.*, 1975; Knee *et al.*, 2013). Se pueden distinguir por presentar los siguientes caracteres: coxas 1 contiguas, cubriendo parcialmente la base del tritosterno. Placa esternal entera, raramente fragmentada, algunas veces fusionada con las placas podal y peritremal. Placa epiginial truncada posteriormente o fusionada con la placa ventral. Peritremas largos, circunvolucionados a los lados del cuerpo.

Especies encontradas: *Trichouropoda adjuncti*, *Trichouropoda australis*, *Trichouropoda fallax*, *Trichouropoda hondurasae*, *Trichouropoda ovalis*, *Trichouropoda polytricha* y cinco especies del mismo género, las cuales quedaron sin determinar taxonómicamente porque fueron nombradas como nuevas especies por el Dr. John Moser (comunicación personal, Marzo del 2013).

***Trichouropoda adjuncti* Wisniewski & Hirschmann, 1988**

Características taxonómicas. Fémur del pedipalpo con cinco sedas. Placa dorsal entera. Ambos sexos con fosas pedales. Patas I generalmente con ambulacros. Genua I sin sedas ventrales pareadas. *Deutoninfa*: placa esternogenital sin constricciones, con cinco pares de sedas, placa anal con seis pares de sedas. Presenta una serie de placas rectangulares bordeando el histerosoma (Fig. 2.14).



Figura 2.14. *Trichouropoda adjuncti* (deutoninfa) vista ventral.

Distribución. Guatemala, México (Chihuahua, Jalisco y Veracruz) (Fig. 2.15).

Material examinado. **Chihuahua:** una deutoninfa sobre *Dendroctonus valens* en *Pinus engelmannii* y una deutoninfa en galerías. **Jalisco:** tres deutoninfas sobre *D. valens*; **Veracruz:** Seis deutoninfas sobre *D. adjunctus* en *P. hartwegii*, y dos deutoninfas en galerías, en Perote.

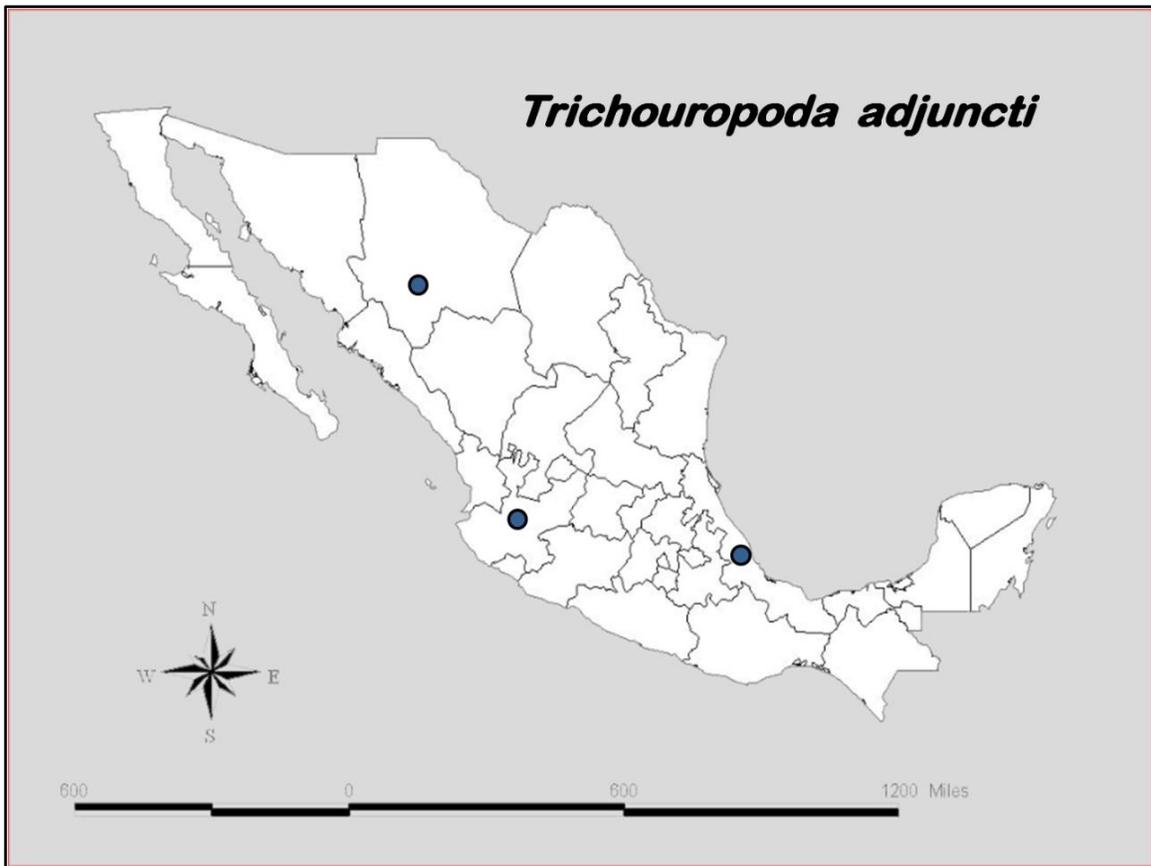


Figura 2.15. Distribución de *Trichouropoda adjuncti* en la República Mexicana

Observaciones. Se encuentran en una gran variedad de hábitats; generalmente se les considera fungívoros, principalmente en galerías húmedas. Foréticos sobre artrópodos. Moser *et al.* (1974) lo reportan en Guatemala sobre *Dendroctonus adjunctus* en *Pinus hartwegii*. Este es el primer registro de la especie asociada *D. valens* y *D. adjunctus*, así como el primer registro en los estados donde se distribuye y en el país.

***Trichouropoda australis* Hirschmann, 1972**

Características taxonómicas. *Deutoninfa*: placa esternogenital con dos constricciones, una al nivel de las coxas II y otra al nivel de las coxas IV; con seis pares de sedas, placa anal con dos pares, el posterior más largo que el anterior. Presenta una serie de placas rectangulares bordeando el histerosoma (Fig. 2.16)

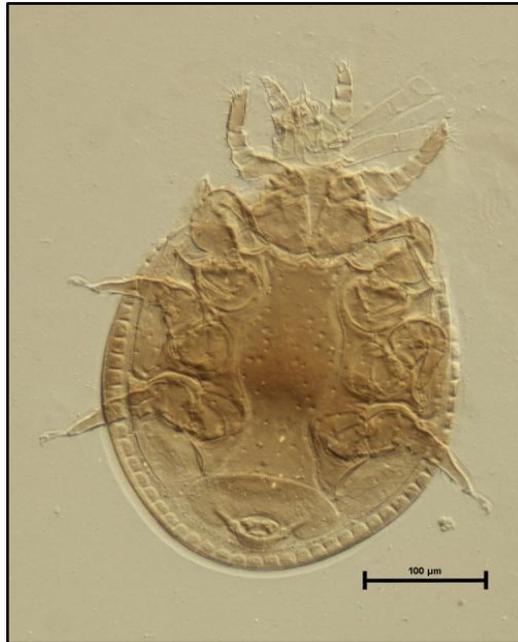


Figura 2.16. *Trichouropoda australis deutoninfa* vista ventral

Distribución. Estados Unidos, Honduras y México (Estado de México, Puebla y Jalisco) (Fig. 2.17)

Material examinado. **Estado de México:** Siete deutoninfas sobre élitros *D. frontalis* y dos en galerías en *P. hartwegii* de Zoquiapan; 24 deutoninfas sobre *Ips bonanseai* y una hembra y 12 deutoninfas en galerías del mismo insecto, bajo corteza de *P. hartwegii*, Zoquiapan. **Jalisco:** Dos deutoninfas sobre *Ips calligraphus*.

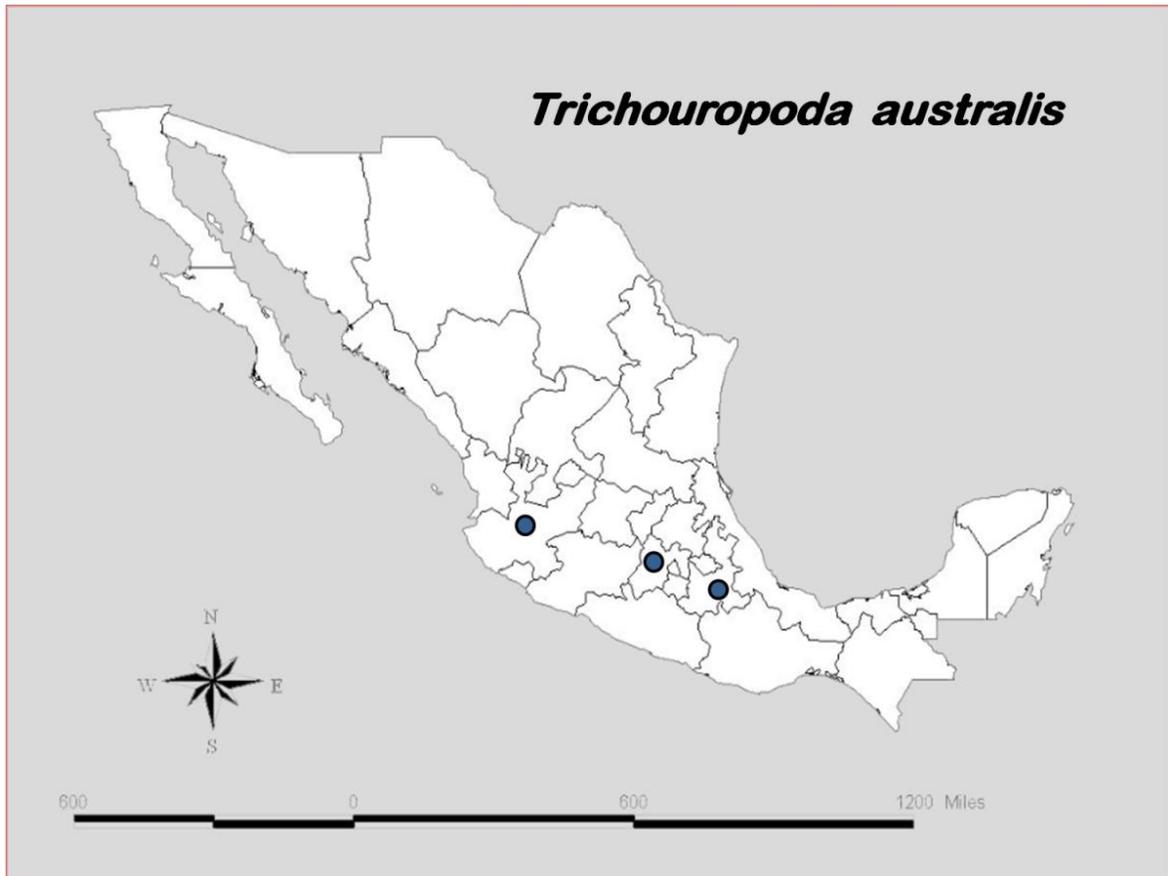


Figura 2.17. Distribución de *Trichouropoda australis* en la República Mexicana

Observaciones. Moser *et al.* (1974) lo citan asociado a *D. frontalis*, *D. valens*, *Ips mexicanus* e *I. lecontei* en *P. leiophyla* y *P. montezumae* en Puebla. Gispert (1983) la registra para *Ips bonanseai* en el Estado de México.

***Trichouropoda fallax* (Vitzthum, 1926)**

Trichoobscura fallax Hirschmann & Zirngiebl-Nicol, 1961

Uropoda fallax Vitzthum, 1926

Características taxonómicas. *Deutoninfa*: placa esternogenital con una constricción al nivel de las coxas IV; con cinco pares de sedas, placa anal con cinco pares. Presenta una serie de placas rectangulares delgadas bordeando el histerosoma (Fig. 2.18).



Figura 2.18. *Trichouropoda fallax* (deutoninfa) vista ventral

Distribución. Canadá y Estados Unidos, México (Veracruz y Estado de México) (Fig. 2.19)

Material examinado. *Estado de México*: dos hembras en galerías de *D. adjunctus* en *P. hartwegii*. *Veracruz*: Ocho deutonymfas sobre élitros *D. mexicanus* y tres en galerías.

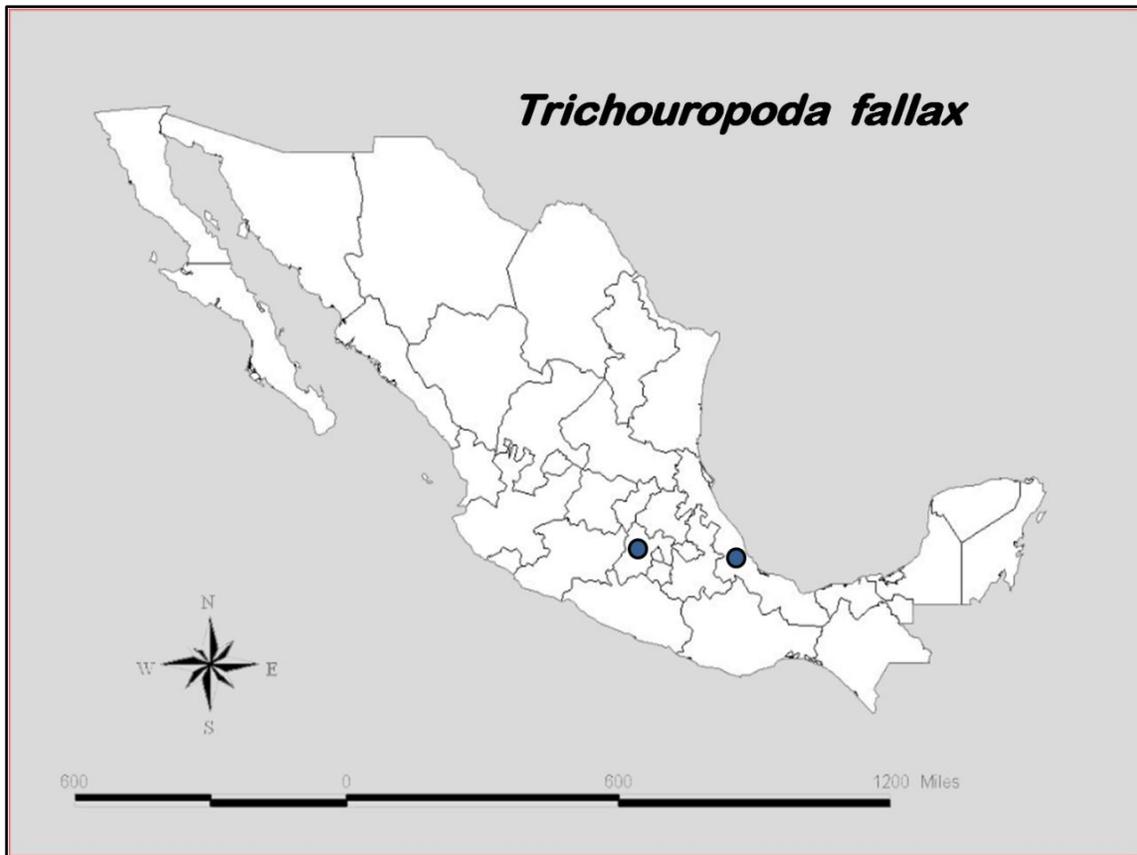


Figura 2.19. Distribución de *Trichouropoda fallax* en la República Mexicana

Observaciones. Éste es el primer registro de la especie asociada con *D. adjunctus* y *D. mexicanus*, así como el primer registro en los estados donde se distribuye y en el país.

***Trichouropoda hondurasae* (Hirschmann & Wisniewski, 1986)**

Ipiduopoda hondurasae Hirschmann & Wisniewski, 1986

Características taxonómicas. *Deutoninfa*: placa esternogenital con dos constricciones una al nivel de las coxas II y la otra al nivel de las coxas IV; con seis pares de sedas muy delgadas, con siete pares de poros, placa anal con ocho pares de sedas. Presenta una serie de placas rectangulares delgadas bordeando el histerosoma (Fig. 2.20).

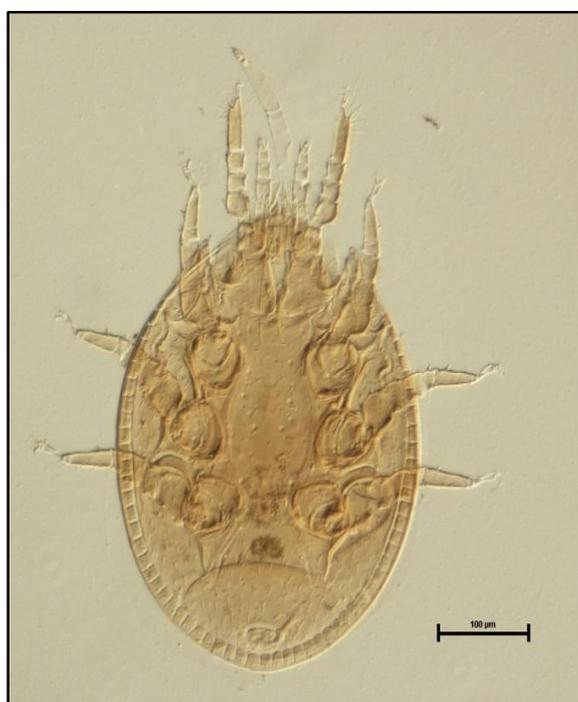


Figura 2.20. *Trichouropoda hondurasae* (deutoninfa) vista ventral

Distribución. Honduras y México (Chiapas y Querétaro) (Fig. 2.21).

Material examinado. **Querétaro:** Cinco deutoninfas sobre élitros de *D. frontalis*, Río Blanco.

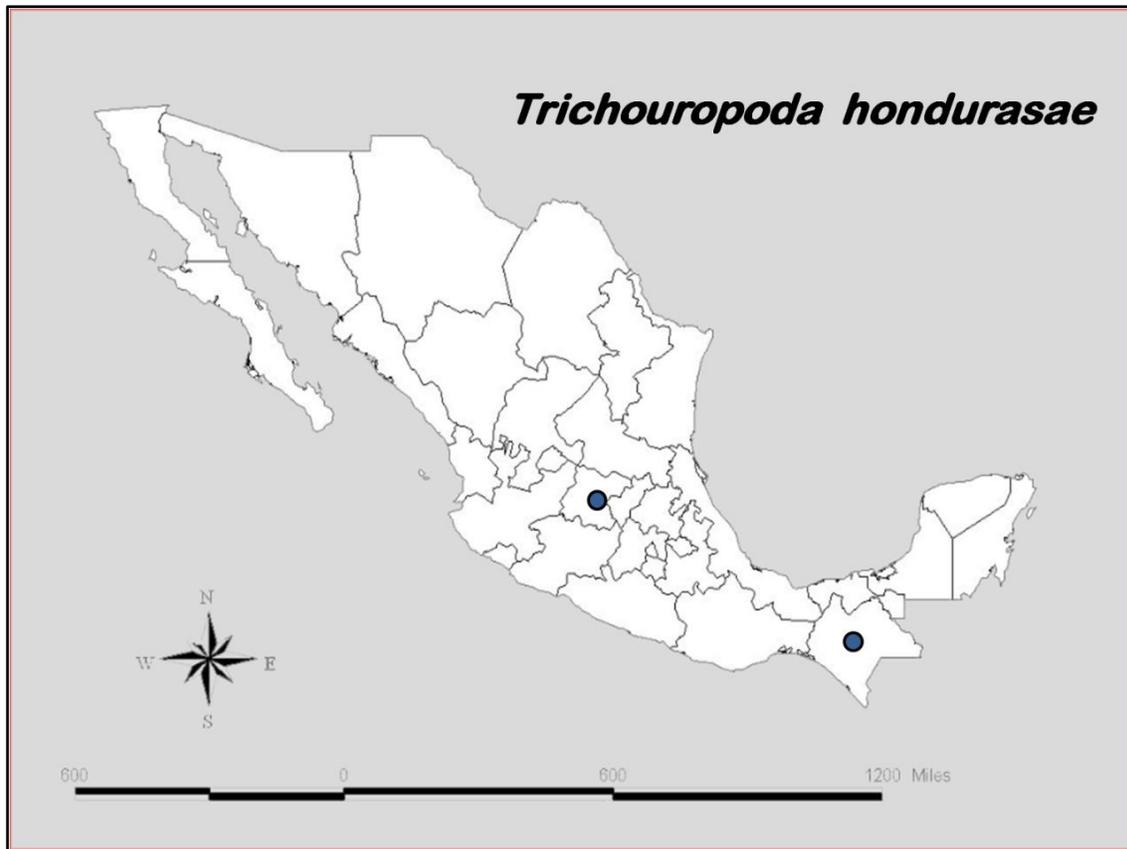


Figura 2.21. Distribución de *Trichouropoda hondurasae* en la República Mexicana.

Observaciones. Éste es el primer registro de la especie asociada con *D. frontalis*, así como el primer registro los en estados donde se distribuye y en el país.

***Trichouropoda ovalis* (Koch, 1939)**

Notaspis ovalis Koch, 1839

Características taxonómicas. *Deutoninfa*: placa esternogenital con dos constricciones una al nivel de las coxas II y la otra al nivel de las coxas IV; con cinco pares de sedas, ornamentada con puntuaciones grandes, placa anal con cinco pares de sedas, ornamentada con puntuaciones grandes. Presenta una serie de placas rectangulares delgadas bordeando el histerosoma (Fig. 2.22)



Figura 2.22. *Trichouropoda ovalis* vista ventral deutoninfa

Distribución. Registros antiguos: Alemania, Polonia y Estados Unidos. Nuevos registros: México (Chihuahua, Estado de México y Tlaxcala) (Fig. 2.23)

Material examinado. **Chihuahua:** 19 deutoninfas en zona gular de *D. rhizophagus*, nueve deutoninfas en galerías, bajo corteza de *P. arizonica*, San Juanito; 16 deutoninfas en zona gular de *D. valens* y 18 deutoninfas en galerías, en *P. arizonica* de San Juanito. **Estado de México:** Una deutoninfa en *D.*

adjunctus en *P. hartwegii*. **Tlaxcala**: cinco deutoninfas en declive elitral de *D. valens* en *P. teocote*.

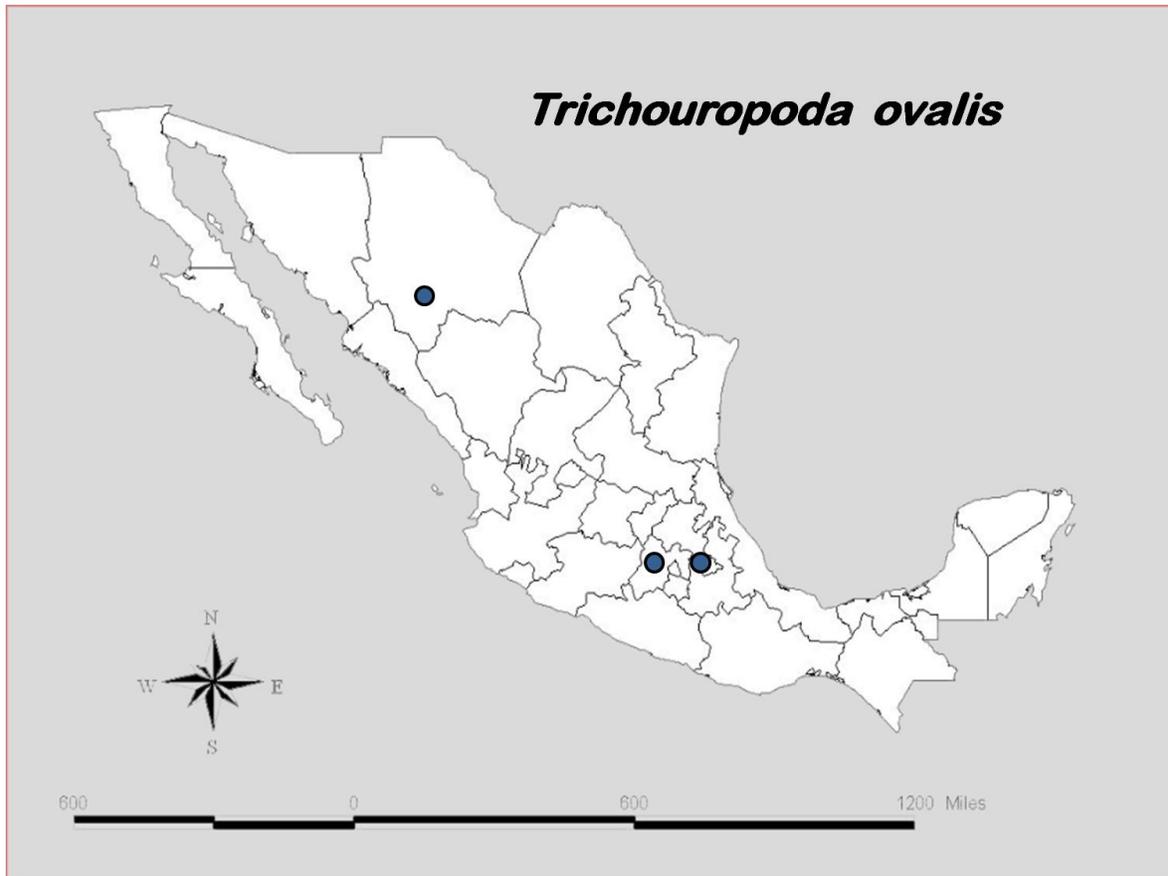


Figura 2.23. Distribución de *Trichouropoda ovalis* en la República Mexicana

Observaciones. En Estados Unidos *T. ovalis* se ha registrado sobre *Ips typographus* e *Ips sixdentatus*. Para México éste es el primer registro de la especie asociada con *D. adjunctus*, *D. valens* y *D. rhizophagus*.

***Trichouropoda polytricha* (Vitzthum, 1923)**

Ipiduopoda polytricha Hirschmann 1986

Uropoda polytricha Vitzthum, 1923

Características taxonómicas. *Deutoninfa*: placa esternogenital con dos constricciones una al nivel de las coxas II y la otra al nivel de las coxas IV; con seis pares de sedas, placa anal con siete pares de sedas. Presenta una serie de placas rectangulares delgadas bordeando el histerosoma (Fig. 2.24)



Figura 2.24. *Trichouropoda polytricha* (deutoninfa) vista ventral

Distribución. Registros antiguos: Europa Central (Alemania, Bulgaria, Suecia y Polonia) y Asia; Estados Unidos y Canadá sobre *Ips typographus* (Hirschmann y Wiśniewski, 1982; Wiśniewski y Hirschmann, 1993; Gwiazdowicz *et al.*, 2011); Registros nuevos: **México**: Baja California, Chihuahua, Jalisco, Michoacán, Puebla, Querétaro, Veracruz (Fig. 2.25)

Material examinado. **Baja California**: tres deutoniñas en esternitos ventrales de *D. pseudotsuga*, Tasajera. **Chihuahua**: 17 deutoniñas en esternitos ventrales de

D. rhizophagus en *P. arizonica*, de las localidades de La Laja, Cuesta Prieta y Mesa de Parra. **Jalisco:** Ocho deutoninfas en el declive elitral de *Ips calligraphus* del Nevado de Colima. **Michoacán:** 13 deutoninfas en esternitos ventrales de *D. valens*, tres hembras, un macho, 27 deutoninfas y nueve protoninfas en galerías de *D. valens*. **Puebla:** una deutoninfa en esternitos ventrales de *D. frontalis*. **Querétaro:** Una deutoninfa en esternitos ventrales de *D. mexicanus* en *P. patula*. **Veracruz:** una deutoninfa en esternitos ventrales de *D. frontalis*; Cinco deutoninfas en esternitos ventrales de *D. valens*.

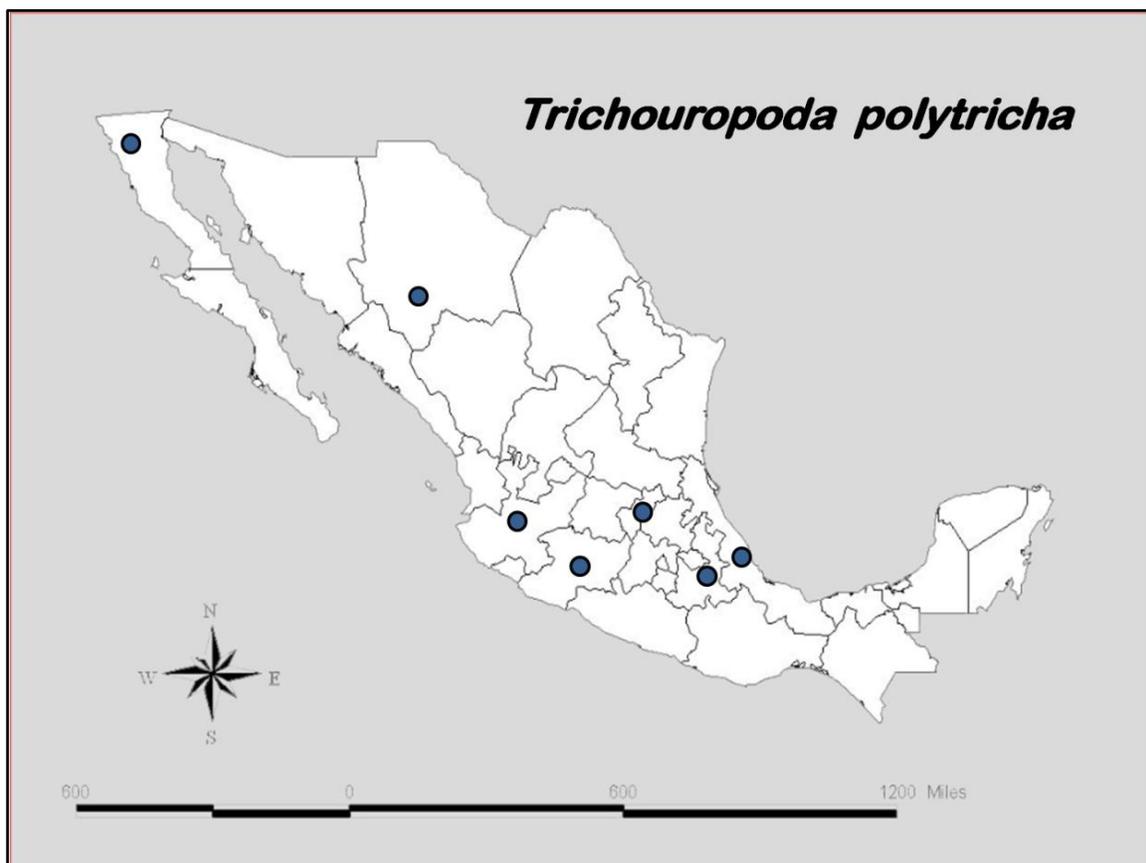


Figura 2.25. Distribución de *Trichouropoda polytricha* en la República Mexicana

Observaciones: *T. polytricha* siempre fue encontrada en grupos de más de seis ejemplares, tanto en galerías como en el cuerpo del insecto, por lo que éste sería el primer registro a nivel nacional, y el primer registro sobre *D. pseudotsuga*, *D. rhizophagus*, *Ips calligraphus*, *D. valens*, *D. frontalis* y *D. mexicanus*.

Trichouropoda sp. n. 1



Figura 2.26. *Trichouropoda sp. n. 1* (deutonymfa) vista ventral

Distribución. Tlaxcala y Estado de México.

Material examinado: ***Tlaxcala:*** dos deutonymfas asociadas a *D. valens* en;
Estado de México: tres deutonymfas en galerías de *D. frontalis* en *Pinus patula*.

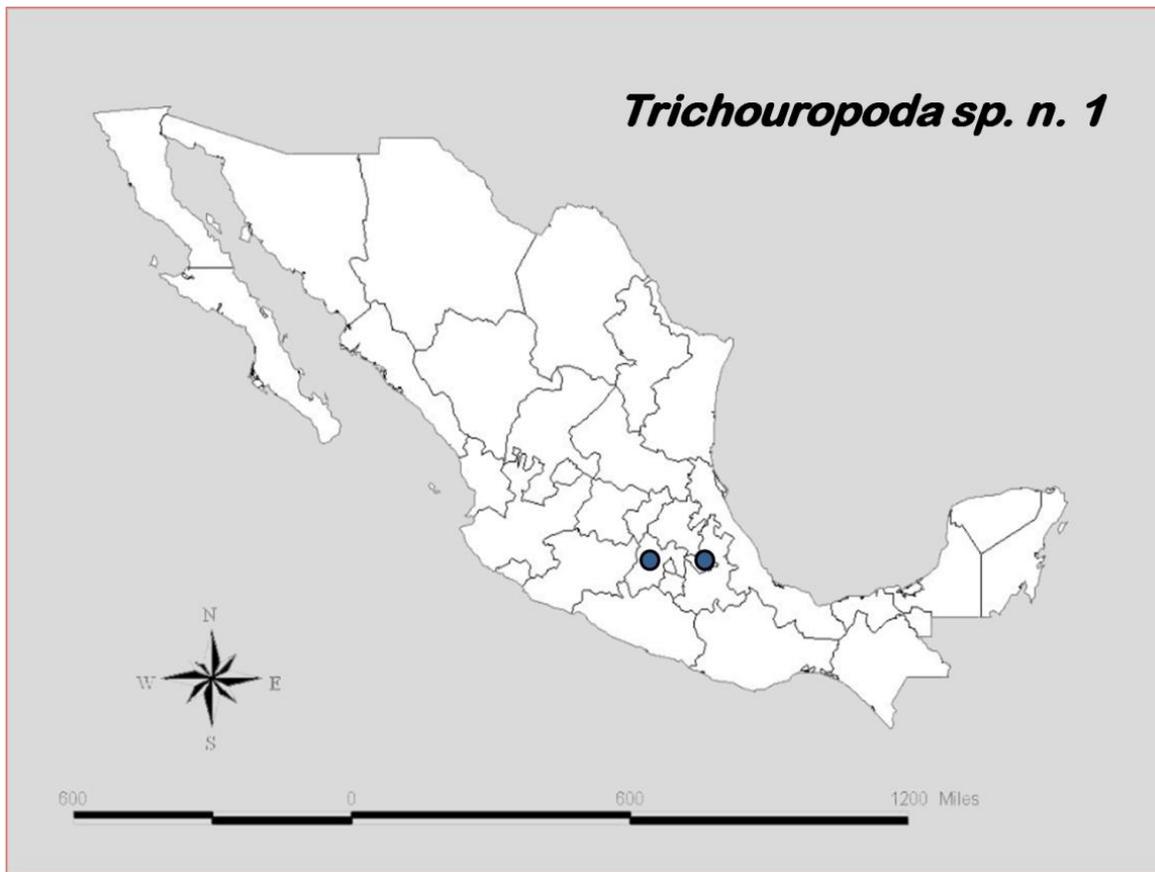


Figura 2.27. Distribución de *Trichouropoda sp. n. 1* en la República Mexicana

Observaciones: Éste es el primer registro de la especie asociada con *D. frontalis* y *D. valens*, así como el primer registro en los estados donde se distribuye y en el país.

Trichouropoda sp. n. 2



Figura 2.28. *Trichouropoda sp. n. 2* (deutonymfa) vista ventral

Distribución. Chihuahua

Material examinado: **Chihuahua:** seis deutonymfas en galerías de *D. rhizophagus* en *P. arizonica* de La Laja, Mpio. de Madera.

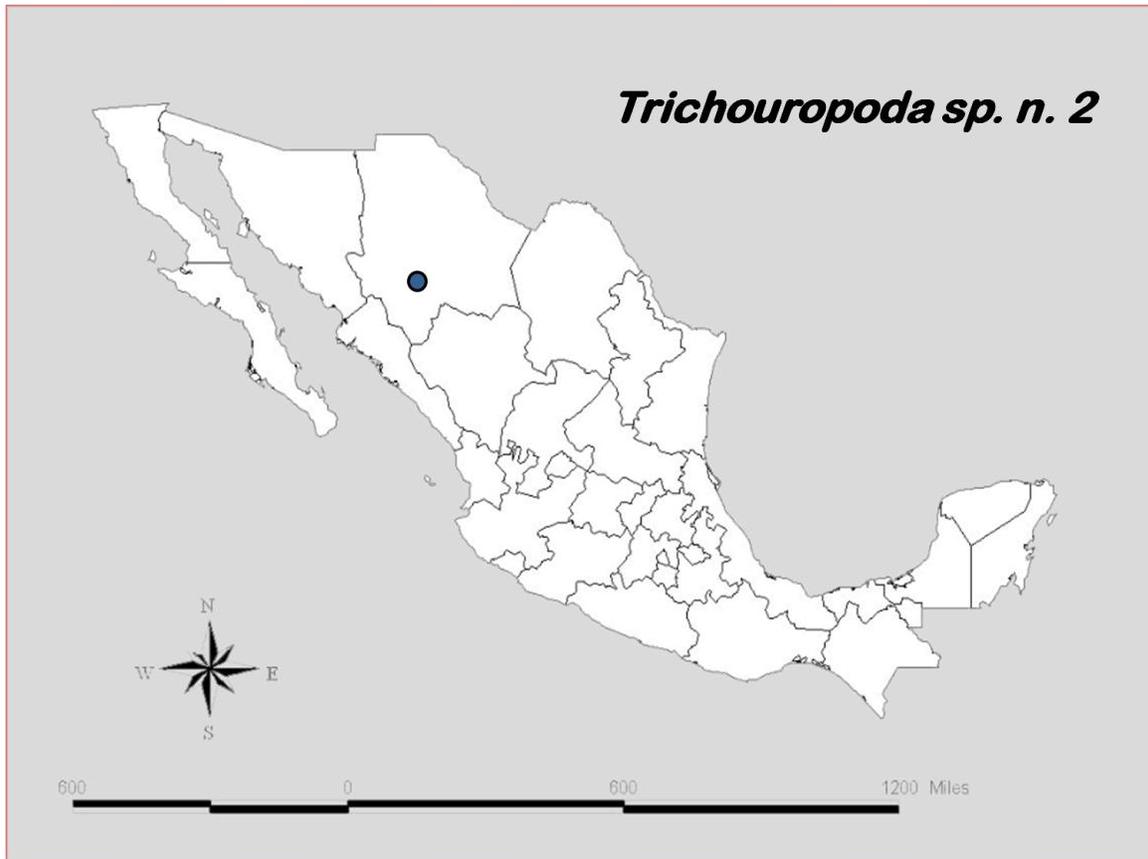


Figura 2.29. Distribución de *Trichouropoda sp. n. 2* en la República Mexicana

Observaciones: Éste es el primer registro de la especie asociada con *D. rhizophagus*, así como el primer registro en los estados donde se distribuye y en el país.

Trichouropoda sp. n. 3



Figura 2.30 *Trichouropoda sp. n. 3* (deutonymfa) vista ventral

Distribución. Estado de México e Hidalgo

Material examinado: *Estado de México:* una deutonymfa asociada a *D. frontalis* en *Pinus patula*; *Hidalgo:* cuatro ninfas en galerías de *D. valens*.

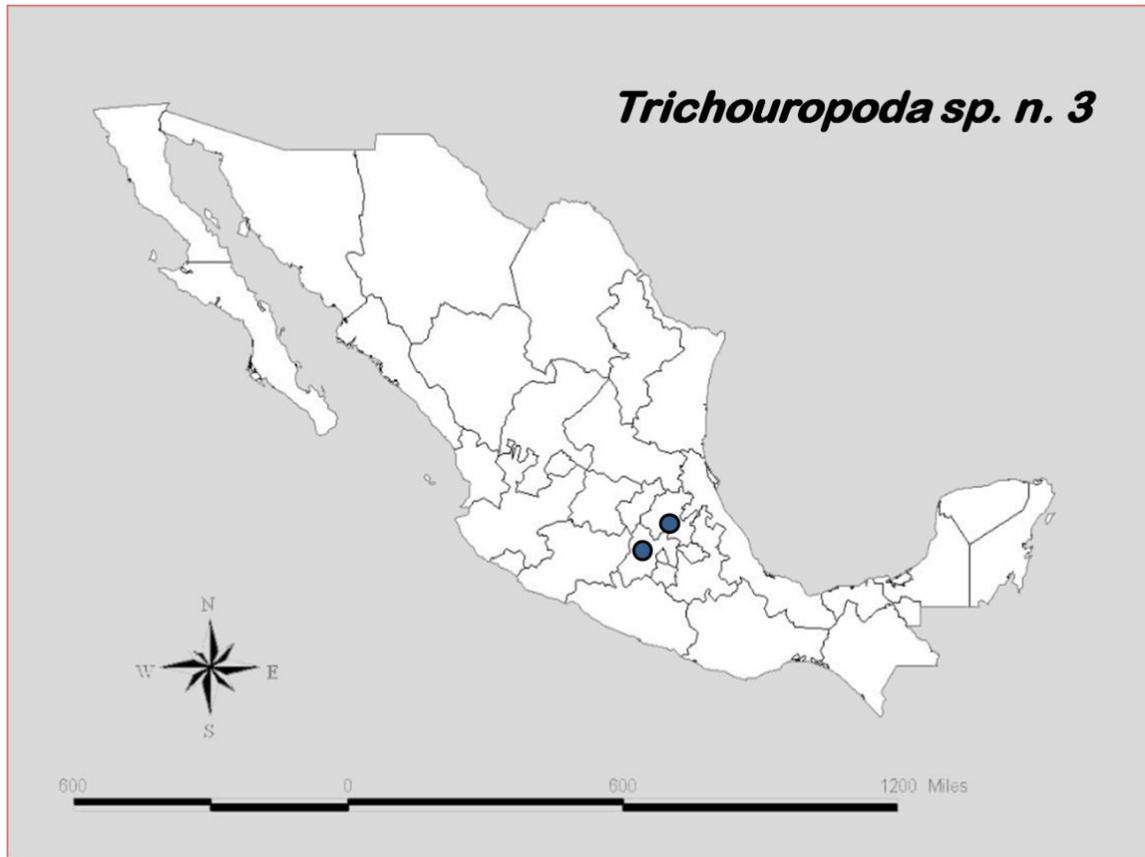


Figura 2.31 Distribución de *Trichouropoda sp. n. 3* en la República Mexicana

Observaciones: Éste es el primer registro de la especie asociada con *D. frontalis* y *D. valens*, así como el primer registro en los estados donde se distribuye y en el país.

Trichouropoda sp. n. 4



Figura 2.32. *Trichouropoda sp. n. 4* (deutonymfa) vista ventral

Distribución. Jalisco

Material examinado: Jalisco: doce deutonymfas en galerías de *Ips calligraphus*; siete deutonymfas sobre élitros de *Hylurgops incomptus*.

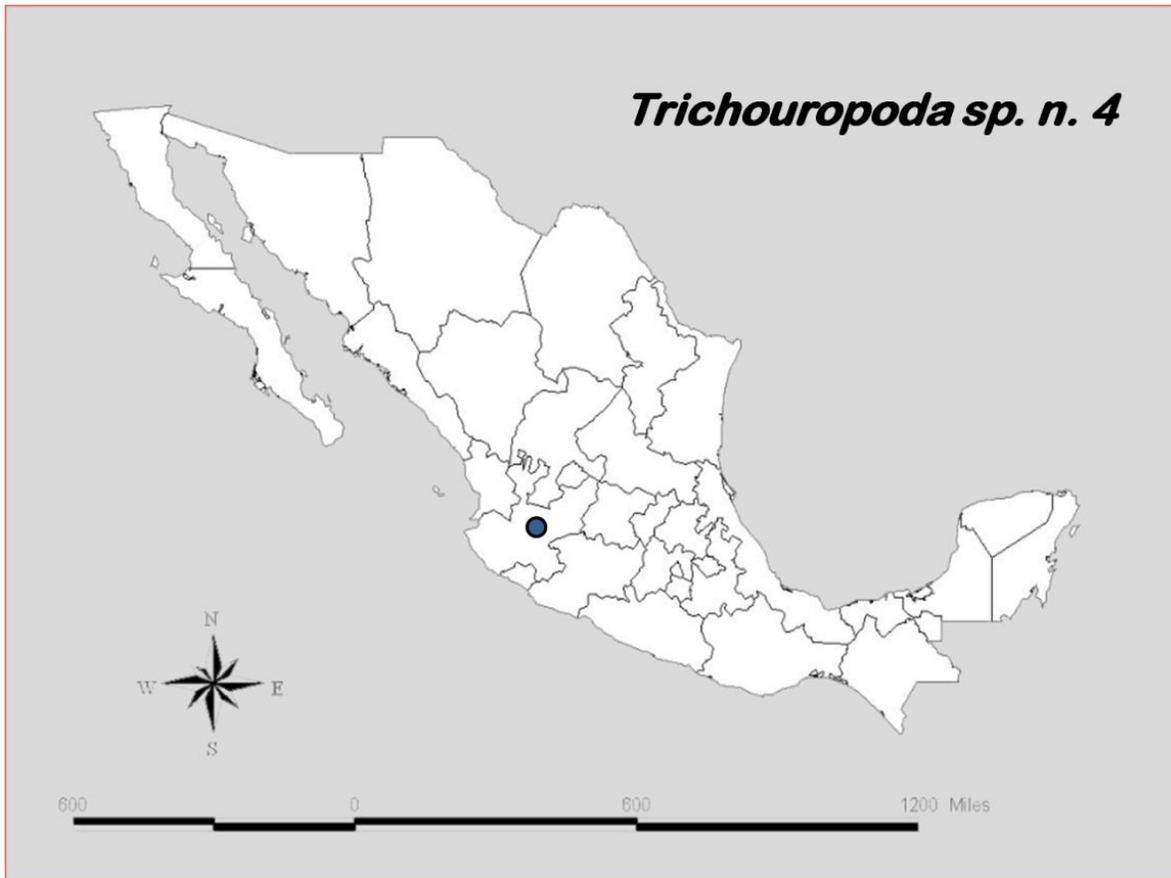


Figura 2.33. Distribución de *Trichouropoda sp. n. 4* en la República Mexicana

Observaciones: Éste es el primer registro de la especie asociada con *Ips calligraphus* e *Hylurgops incomptus*, así como el primer registro en los estados donde se distribuye y en el país.

Trichouropoda sp. n. 5



Figura 2.34. *Trichouropoda sp. n. 5* (deutonymfa) vista dorsal

Distribución: Veracruz: siete deutonymfas en esternitos ventrales de *Hylurgops incomptus*.

Observaciones: Éste es el primer registro de la especie asociada con *Hylurgops incomptus*, así como el primer registro en el estado de Veracruz y en el país.



Figura 2.35. Distribución de *Trichouropoda sp. n. 4* en la República Mexicana

Subcohorta Parasitiae
Familia Parasitidae

Esta familia se distribuye en todo el mundo e incluye 426 especies y 35 géneros agrupados en dos subfamilias: Parasitinae y Pergamasinae (Beaulieu *et al*, 2011; Johnston, 1982; Tichomirov, 1977.). Los ácaros parasítidos son esencialmente depredadores y se alimentan de otros microartrópodos, incluidos sus huevos, y algunos nematodos. Ellos viven en el musgo, arena, tierra, estiércol, algas podridas, las sustancias orgánicas en descomposición, cuevas y nidos de pequeños mamíferos e insectos. Estos ácaros se dispersan por foresia durante la etapa de deutoninfa, por lo general en insectos de los órdenes Coleoptera e Hymenoptera. Se localizan principalmente en hábitats ecológicos efímeros tales como estiércol, carroña, hongos podridos, etc. Las deutoninfas son foréticas. Especies de *Schizothetus* se asocian con escarabajos descortezadores de los géneros *Dendroctonus* e *Ips* (Athias, 1982).

Schizothetus lyriformis (McGraw y Farrier, 1969)

Vulgarogamasus lyriformis (Al Atawi, Klompen & Moser 2002)

Eugamasus lyriformis (McGraw y Farrier, 1969)

Características taxonómicas. Placa esternal dividida medialmente, con tres pares de sedas. Placa ventral hologástrica, región genital puntiaguda, placas metasternales largas (Fig. 2.36)



Figura 2.36. *Schizosthetus lyriformis* vista ventral de la hembra.

Distribución. Registros antiguos: Estados Unidos (Carolina del Norte) sobre *D. frontalis*, *Ips alvulsus* e *I. grandicollis* en *P. echinata*, *D. valens* y *Onthomichus latidens*. Guatemala, Honduras y **México:** McGraw y Farrier (1969) en galerías de *Dendroctonus frontalis* e *Ips bonansea*, Puebla y Estado de México; Moser *et al.* (1974) lo menciona en *D. frontalis*, *D. valens*, *Ips mexicanus*, *Ips lecontei* e *Ips confusus* en *P. leiophylla* en Puebla; y Gispert (1983). **Registros nuevos:** Chiapas Motozintla, *D. frontalis* en *P. oocarpa* (Moser y Macías); Morelos, Tlaxcala y Distrito Federal (Fig. 2.37).

Material examinado. Distrito Federal: 1 deutoninfa bajo élitros de *Hylesinus aztecus* de *Fraxinus uhdei* del Distrito Federal. **Estado de México:** una hembra y cuatro deutoninfas bajo élitros de *Ips bonansea* y tres hembras, 10 deutoninfas, tres protoninfas en galerías; una deutoninfa bajo élitros de *Ips integer* de *P. hartwegii*. **Morelos:** Una hembra, dos deutoninfas bajo élitros de *D. mexicanus*, tres hembras en galerías del mismo insecto, en *P. leiophylla*. **Tlaxcala:** dos

deutoninfas bajo élitros de *D. valens* y dos hembras, un macho y cuatro deutoninfas en galerías en *P. teocote*.

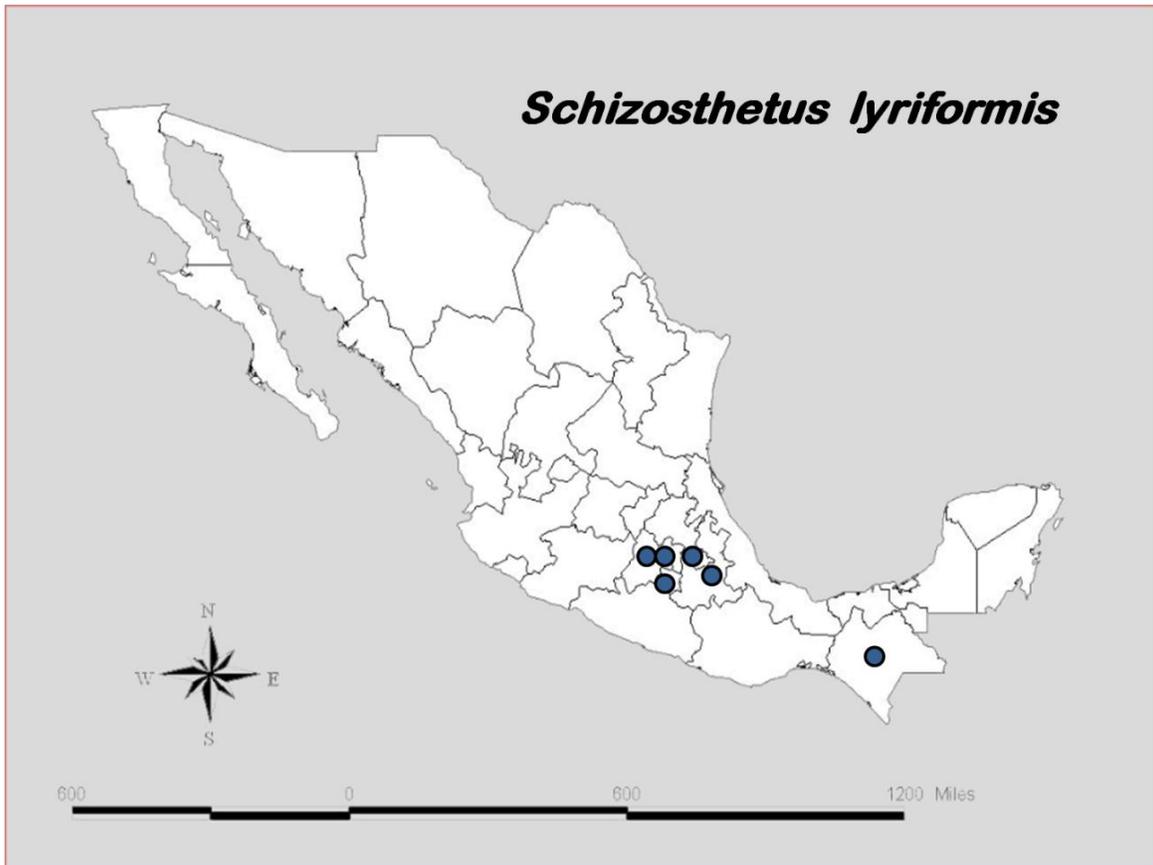


Figura 2.37. Distribución de *Schizosthetus lyriformis* en la República Mexicana

Observaciones. *S. lyriformis* ha sido observado alimentándose de huevos y larvas de primer ínstar de *D. frontalis* e *Ips pini* en laboratorio (Moser, 1975; Hofstetter *et al.*, 2009). En esta ocasión se reporta por primera vez a una hembra forética sobre *Ips bonanseai*.

Superfamilia Rhodacaroidea
Familia Digamasellidae

Los ácaros esta familia son más específicos del hábitat que específicos de su hospedero (Lindquist, 1967) y por lo tanto por lo tanto se encuentran con frecuencia asociados con una variedad de escarabajos descortezadores y perforadores de la madera. Algunas especies se alimentan de estadios inmaduros del hospedero, otros se alimentan de nematodos y algunos se alimentan de ambos (Kieckzewski y Balazy 1966, Kinn 1967, Ishikawa 1977).

Características taxonómicas. Hembra con cuatro pares de sedas sobre la placa esternal (st1, frecuentemente en el área membranosa), cuatro escleronódulos presentes bajo la placa podonotal entre la z5, seda z3 presente sobre la placa podonotal, tibia I y genua I cada una con cinco sedas dorsales y tres sedas ventrales, genua IV con siete sedas. Tectum generalmente con una protuberancia mediano subdorsal y un par de dientes laterales. Placa opistonotal frecuentemente con una muesca o incisión, convexa posteriormente, algunas veces con proyecciones posteriores que ocupan algunas de las sedas R. Dedo móvil de la quela de la hembra usualmente con cuatro o más dientes, subcapitulum con cinco líneas de denticulos. Seda j2 más o menos alineada con j1-z1 sobre la placa podonotal. Presenta una placa dorsal anterior con sedas z3 presentes. Adultos con escleronódulos entre las sedas j5 (ausentes en las deutoninfas) Seda j2 alineadas transversalmente con las sedas j1 y z1 en el vértice de la placa anterior.

Observaciones. Las especies de *Dendrolaelaps* que han sido estudiadas son depredadores de pequeños invertebrados como nematodos y algunos se alimentan de los huevos y larvas de descortezadores. Algunos son de vida libre en el suelo, pero muchos están asociados a insectos (por ejemplo moscas sciáridas, escarabajos coprófagos, escarabajos descortezadores) que se encuentran en los troncos, otros restos leñosos y sus hongos asociados.

***Dendrolaelaps neocornutus* (Hurlbutt, 1967)**

Digamasellus neocornutus Hurlbutt, 1967

Características taxonómicas. La seda palpotarsal especializada (dos uñas). El dorso con placas dorsales anterior y posterior. Órganos XC presentes. El opistonoto del macho tiene un par de espinas con dirección posterior a la seda Z4 en los márgenes medios de las puntas. La hembra tiene una placa ventrianal con dos pares de sedas (JV2-3) en adición a las sedas anales. El espermatozóide masculino es extremadamente largo con forma de látigo (Fig. 2.38).

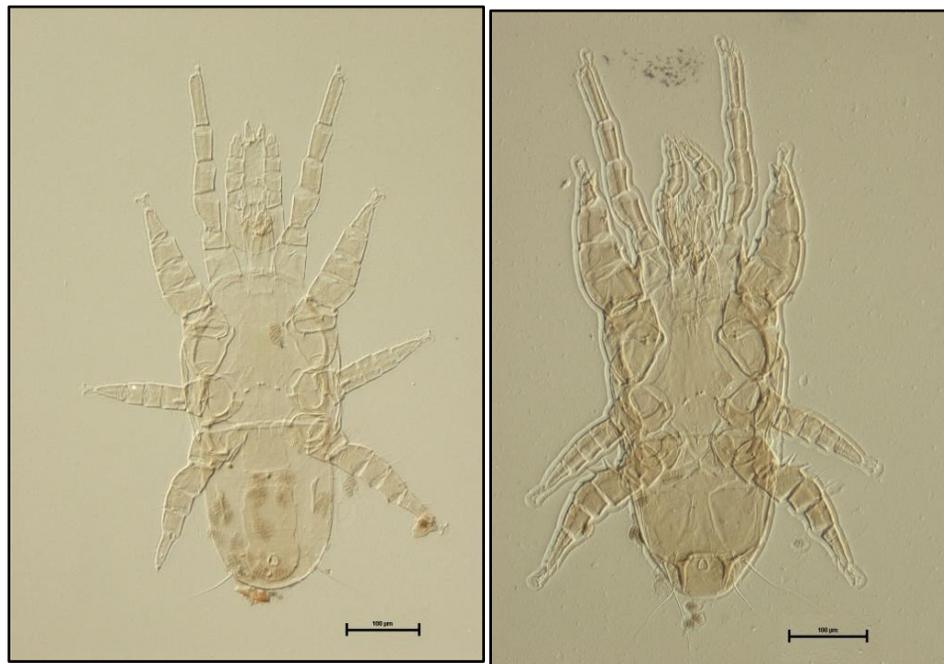


Figura 2.38. *Dendrolaelaps neocornutus*: A) hembra y B) Macho.

Distribución: Guatemala, Huehuetenango, (colección USDA-FS, J. Moser), México: Motozintla en galerías de *D. frontalis* en *P. oocarpa*. Baja California, Chihuahua, Estado de México, Puebla.

Material examinado. **Baja California:** una hembra sobre élitros de *Pityophthorus* sp. en *P. cuadrifolia*. **Chihuahua:** Cinco hembras bajo élitros de *D. rhizophagus* y cuatro hembras en galerías, en *P. arizonica* de La Laja. **Estado de México:** una

hembra bajo élitros de *Ips bonansea* y dos hembras en sus galerías en Zoquiapan. **Tlaxcala**: una deutoninfa en *D. valens* en *P. teocote*. **Veracruz**: dos hembras bajo élitros y dos hembras, dos machos y dos deutoninfas en galerías de *D. valens* de Perote (Fig. 2.39)

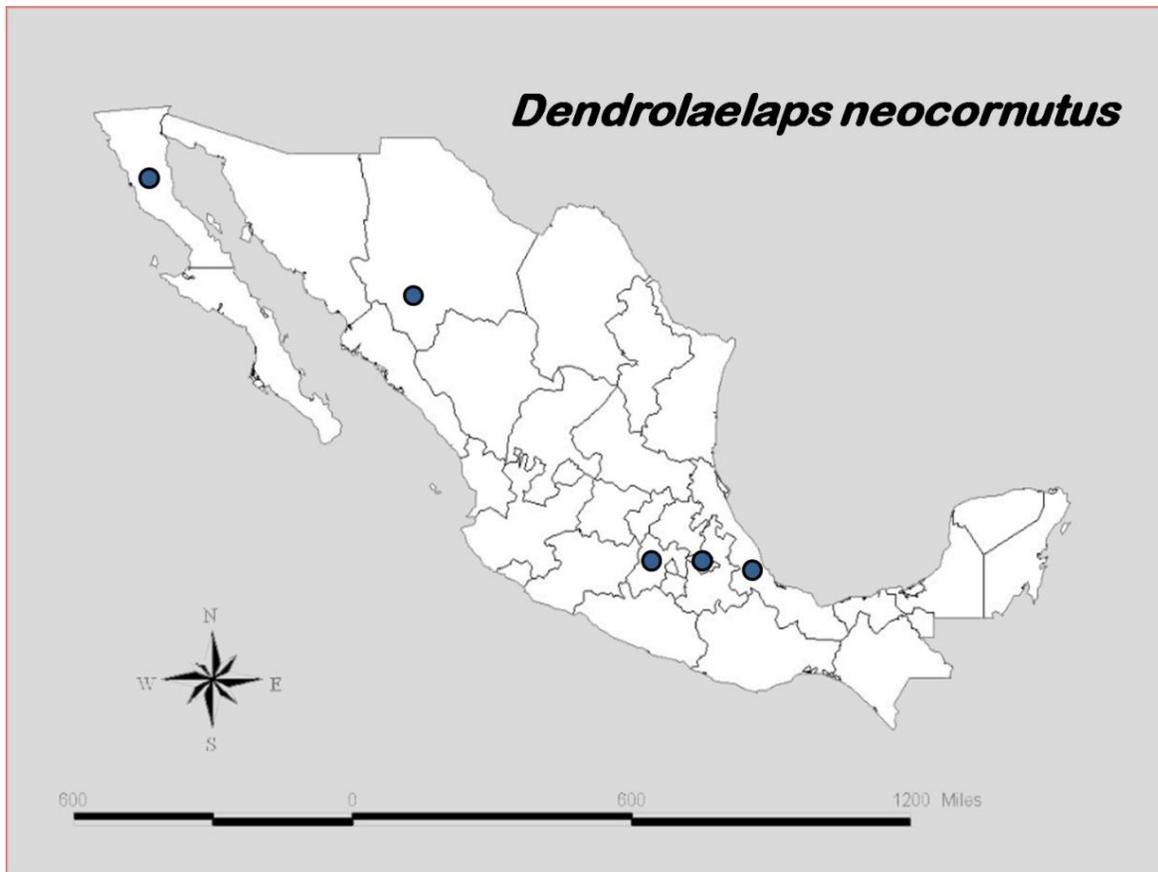


Figura 2.39. Distribución de *D. neocornutus* en la República Mexicana.

Observaciones: Éste es el primer registro de la especie asociada con *D. rhizophagus*, *D. valens*, *Ips bonansea* y *Pityophthorus* sp, así como el primer registro en los estados donde se distribuye y en el país.

***Dendrolaelaps neodisetus* (Hurlbutt, 1967)**

Digamasellus neodisetus (Hurlbutt, 1967)

Características taxonómicas. Dorso con dos placas (anterior y posterior). Órganos XC presentes. Plateletas no presentes entre las placas dorsales. Todas las sedas dorsales son simples: seda J5 más corta que la Z5 o S5. La placa ventrianal de las hembras tiene tres pares de sedas (Jv2-3, Zv2), adicionales a la seda anal. El espermatozóide del macho es curvado dorsalmente, con una protuberancia basal de la mitad de la longitud del espermatozóide. Pata I con una uña pretarsal. Hembras con foramen e infundíbulo foraminis en la parte distal del bode del fémur III (Fig. 2.40).



Figura 2.40. *Dendrolaelaps neodisetus* hembra vista ventral

Distribución. Estados Unidos, Honduras. **México:** Estado de México (Gispert, 1983) y Veracruz (Fig. 2.41)

Material examinado. **Estado de México:** dos hembras asociado a *Ips bonanseai*

en *P. hartwegii* de Zoquiapan y tres hembras en galerías. **Veracruz:** Una hembra entre coxas I y II de *D. adjunctus* y tres más en galerías, *P. montezumae*; una hembra entre coxas I y II de *Pseudips mexicanus* en *P. montezumae*; Siete hembras entre coxas I y II de *Gnathotrichus* sp, en *Pinus*. sp.

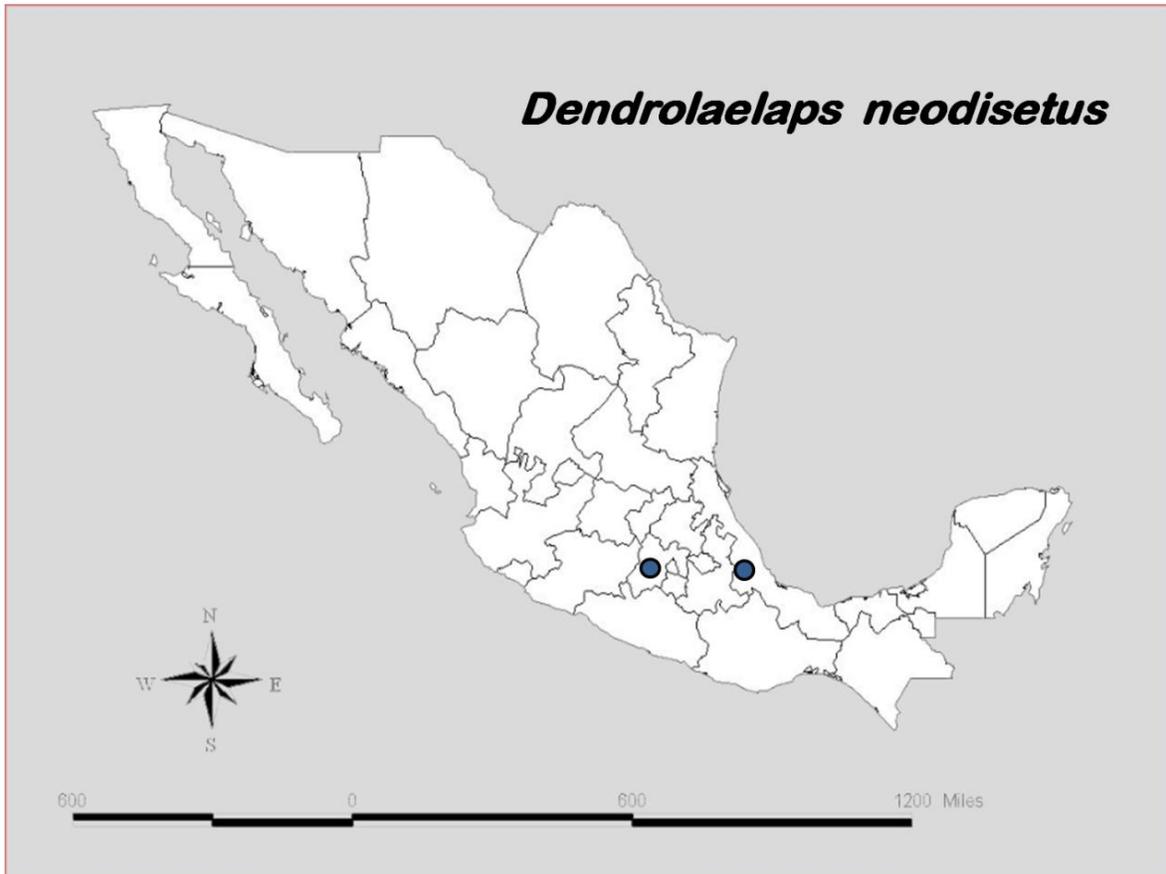


Figura 2.41 Distribución de *D. neodisetus* en la República Mexicana.

Observaciones. Asociado en la literatura a *D. frontalis*.

***Dendrolaelaps pilospatulatus* nv. sp.**

Características taxonómicas. La seda palpotarsal especializada más grande en comparación a las demás. El dorso con placas dorsales anterior y posterior. Órganos XC presentes. Todas las sedas dorsales son simples, las plateletas presentes sobre la membrana entre los escudos dorsales; sedas J5 son más cortas que las sedas Z5 o sedas S5; y sedas Z3 no superan las bases de las sedas Z4. La placa ventrianal de la hembra tiene tres pares de sedas (JV2-4, Zv2) además de las sedas anales (Fig. 2.42)



Figura 2.42. *Dendrolaelaps pilospatulatus* hembra vista ventral

Distribución. México: Chiapas (Fig. 2.43)

Material examinado. Dos hembras, colectadas en galerías de *D. frontalis* en *P. occarpa* de Motozintla, Chiapas, por Jorge Macías (Colección USDA-FS).



Figura 2.43. Distribución de *D. pilospatulatus* en la República Mexicana.

Observaciones: Éste es el primer registro de la especie asociada con *D. frontalis*, así como el primer registro en el estado de Chiapas y en el país.

***Dendrolaelaps quadrisetus* (Berlese, 1921)**

Gamasellus (*Digamasellus*) *quadrisetus* Berlese, 1921

Gamasellus (*Digamasellus*) *quadrisetus* Vitzthum, 1923

Dendrolaelaps quadrisetus Vitzthum, 1926

Digamasellus quadrisetus: Kihn, 1967; Schweizer, 1949; Hirschmann & Ruhm, 1953; Costa, 1966; Hurlbutt, 1967

Dendrolaelaps quadrisetus; Womersley, 1954; Hirschmann & Ruhm, 1955; Walters & Campbell, 1955; Hirschmann, 1960; Athias-Henriot, 1961; Hunter & Davis, 1963

Digamasellus quadrisetosimilis Hirschmann, 1960 sensu Hurlbutt, 1967

Características taxonómicas. La seda palpotarsal especializada más grande. El dorso con placas dorsales anterior y posterior. Órganos XC presentes. Seda J5 más cortas que las seda Z5 o seda S5; seda Z3 no supera la base de la seda Z4. La placa ventrianal de la hembra tiene tres pares de sedas (JV2-4, Zv2) además de las sedas anales (Fig. 2.44)



Figura 2.44. *Dendrolaelaps quadrisetus* hembra vista ventral.

Distribución. Estados Unidos, **México:** Estado de México (Fig. 2.45)

Material examinado. **Estado de México:** dos hembras asociadas a *Ips bonanseai* en *P. hartwegii* de Zoquiapan y tres hembras en galerías. **Veracruz:** Una hembra entre coxas I y II de *D. adjunctus* y tres más en galerías, *P. montezumae*; una hembra entre coxas I y II de *Pseudips mexicanus*, *P. montezumae*; Siete hembras entre coxas i y II de *Gnathotrichus* sp, en *Pinus*. sp.



Figura 2.45. Distribución de *D. quadrisetus* en la República Mexicana.

Observaciones: Este es el primer registro de la especie asociada a *D. adjunctus*, *Ips bonanseai*, *Pseudips mexicanus*, *Gnathotrichus* sp así como el primer registro en el Estado de México y en el país.

Superfamilia Rhodacaroidea
Familia Macrochelidae

Esta familia es considerada como un grupo de ácaros entomófilos, la mayoría de las especies se agrupa dentro del género *Macrocheles*, que es el más rico en especies dentro del suborden Mesostigmata (Méndez, 1966). Se encuentra en suelo, en troncos en descomposición y asociada a diferentes artrópodos. Generalmente de hábitos depredadores y algunos parásitos de moscas.

Los ácaros del género *Macrocheles* asociados a descortezadores se han registrado sólo ocasionalmente. Bregetova y Koroleva (1960) citan una asociación entre *Ips typographus* y *Macrocheles glaber* en Rusia; Krantz (1965) describe a *M. boudreauxi* asociado con *Dendroctonus frontalis*.

Características taxonómicas. Características Generales: quelíceros con proceso artrodial plumoso o filamentoso, placa esternal con tres pares de sedas, con una placa ventrianal. Tibia y genua I con dos sedas anterolaterales, tibia IV con siete u ocho sedas. Peritremas curvados en su parte proximal, unidos posteriormente a los estigmas; tarso I sin uñas, con un par de escleritos debajo de los márgenes laterales de la placa epiginial. Placa ventrianal con tres pares de sedas preanales opistogástricas. Seda *j*₁, corta, pilosa; fémur II de la hembra sin espinas esclerosadas. Placa dorsal comúnmente puntada o reticulada. Placas ventrales ornamentadas en varios modelos de reticulaciones, puntuaciones o aeroladas.

***Macrocheles boudreauxi* Krantz, 1965.**

Macrocheles boudreauxi Krantz, 1965.

Características taxonómicas. Seda palpo tarsal tridentada, la placa dorsal tiene seis pares de sedas pilosas (J1, J5, Z3, Z5, S5, R3). La placa genital rodeada por líneas esclerotizadas. La placa ventrianal de la hembra tiene tres pares de sedas adicionales a la seda anal. La placa holoventral del macho es reducida posteriormente y no llega al área posterior de la coxa IV. Las placas peritrematales no son curvas en la porción apical lateral de las coxas IV. La base del dígito móvil de la quela tiene un proceso largo con flecos. Uña pretarsal está ausente en la pata I (Fig. 2.46)



Figura 2.46. *Macrocheles boudreauxi* hembra vista ventral.

Distribución. Estados Unidos, Guatemala. **México:** Chihuahua. (Fig. 2.47)

Material examinado. **Chihuahua:** Cuatro hembras y un macho en la superficie ventral de *D. rhizophagus* y dos hembras y una deutoninfa en cortezas de *P.*

arizonica de San Juanito y La Laja, Municipio de Bocoyna, Chihuahua.

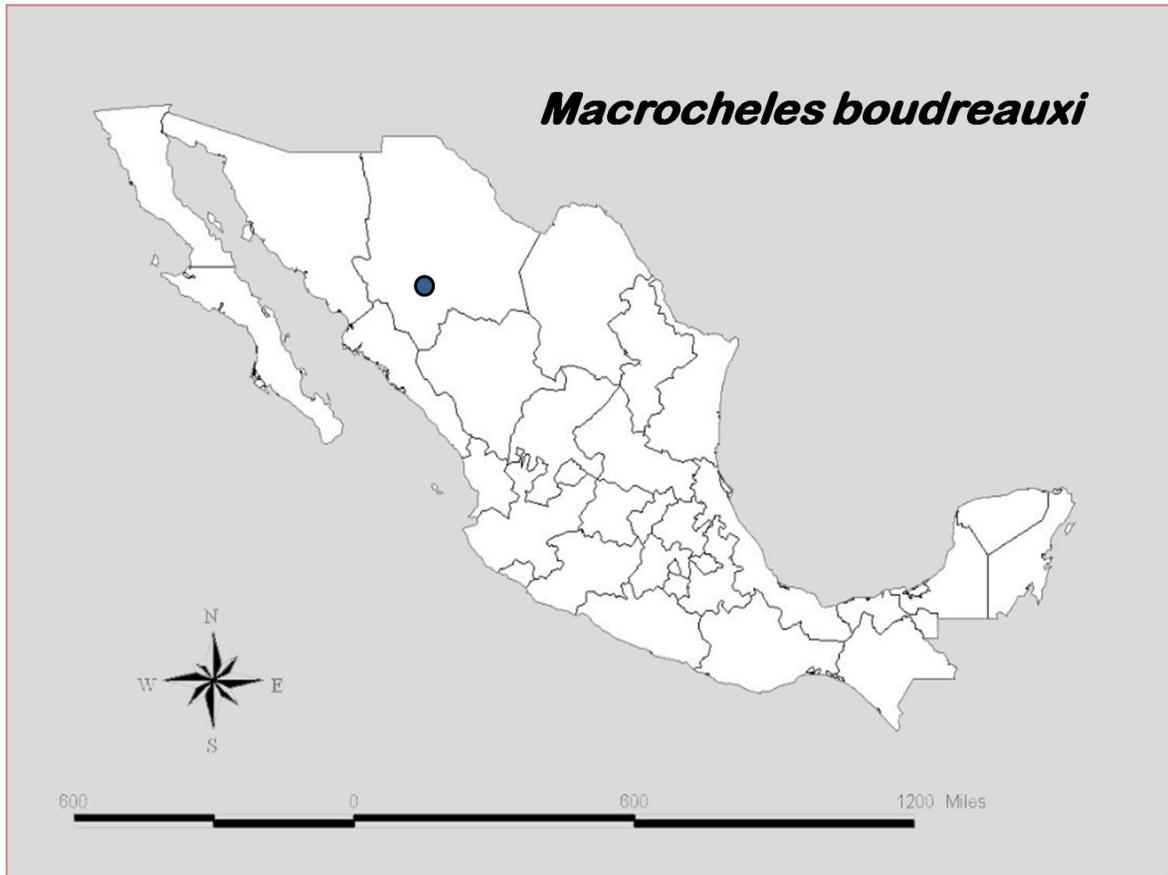


Figura 2.47. Distribución de *M. boudreauxi* en la República Mexicana.

Observaciones. Se ha observado asociado con *Dendroctonus frontalis*, *D. terebrans*, *Ips avulsus* and *I. grandicollis* en *P. echinata* y *P. taeda* en Estados Unidos. Éste es el primer registro de la especie asociada a *D. rhizophagus*, así como el primer registro en el estado de Chihuahua y en el país.

Superfamilia Rhodacaroidea
Familia Ascidae

Ácaros con amplia distribución con una amplia variedad de hábitats terrestres y semiacuáticos (Krantz, 1978). Esta familia ha sido reportada en diversas ocasiones en asociación con insectos (Gispert, 1983). Algunas especies son depredadoras de los otros artrópodos o tienen hábitos omnívoros, además de practicar en algunas ocasiones el canibalismo, cuando el recurso alimentario no es suficiente (Estrada-Venegas y Chaires-Grijalva, 2004).

Características taxonómicas. Adultos con más de 20 pares de sedas en la placa dorsal, peritremas presentes, tibia IV con sólo una seda posterodorsal. Placa dorsal dividida o entera sin fosas posteromarginales, peritremas extendidos más allá de la coxa III, genua IV típicamente con nueve sedas, con placa anal o ventrianal, apertura genital del macho en el margen anterior de la placa esternal. Elementos endopodales generalmente presentes y fusionados con la placa esternal, tibia IV típicamente con 10 sedas. Opistonotum con cinco pares de sedas S_1 ; S_2 presente; genua y tibia I con pd_3 presentes, genua y tibia II con dos sedas pl ; genua y tibia III y IV con 8-10 sedas, al_2 presente; filas del deutosterno denticuladas, la mayoría de las veces anchas y con pocos denticulos (2-10). Lóbulo pulvilar medio del pretarso II-IV redondeado, fémur I y II con 12 y 11 sedas respectivamente, v_3 presente., seda paranal insertada anteriormente al margen trasero de la apertura anal, generalmente más corta que la seda postanal.

***Arctoseius cetratus* (Sellnick, 1940)**

Arctoseius bispinatus Weis-Fogh, 1947

Arctoseius erlanguensis Sellnick, 1940

Lasioseius cetratus Sellnick, 1940

Características taxonómicas. La especie puede distinguirse por tener peritremas extendidos anteriormente al nivel medio de la coxa II, el dedo fijo de la quela con una fila de 6-8 dientes (Halliday *et al.*, 1998). De acuerdo con Karg (1983) la placa dorsal es esquizodorsal, la placa anal ancha posteriormente y tectum con dos dientes suaves (Fig. 2.48)

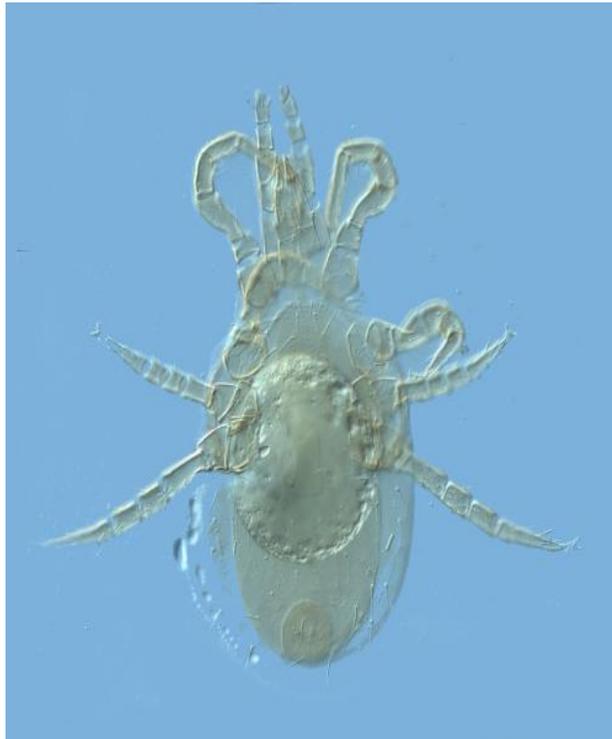


Figura 2.48. *Arctoseius cetratus* hembra vista ventral.

Observaciones. Esta especie ha sido reportada en composta y estiércol. Foréticas de moscas de hongos (*Lycoriella auripila*) y como potencial depredador de sus huevos (Binns, 1972). Gipsert (1983) lo reporta asociado a *Ips bonansea*, quien lo reportado para la estación de investigación de la UACH, Zoquiapan,

Estado de México. Odi-Lara (2004) lo reporta en para el estado de Veracruz asociado a champiñones comerciales.

Distribución. Inglaterra Australia, Irlanda, Estados Unidos (Halliday *et al.*, 1998) e Irán (Kheradmand *et al.* 2007). México: Estado de México (Gispert, 1983) (Fig. 2.49).

Material examinado. *Estado de México:* Dos hembras en galerías de *Ips bonanseai* de *P. hartwegii* en Zoquiapan, Estado de México.

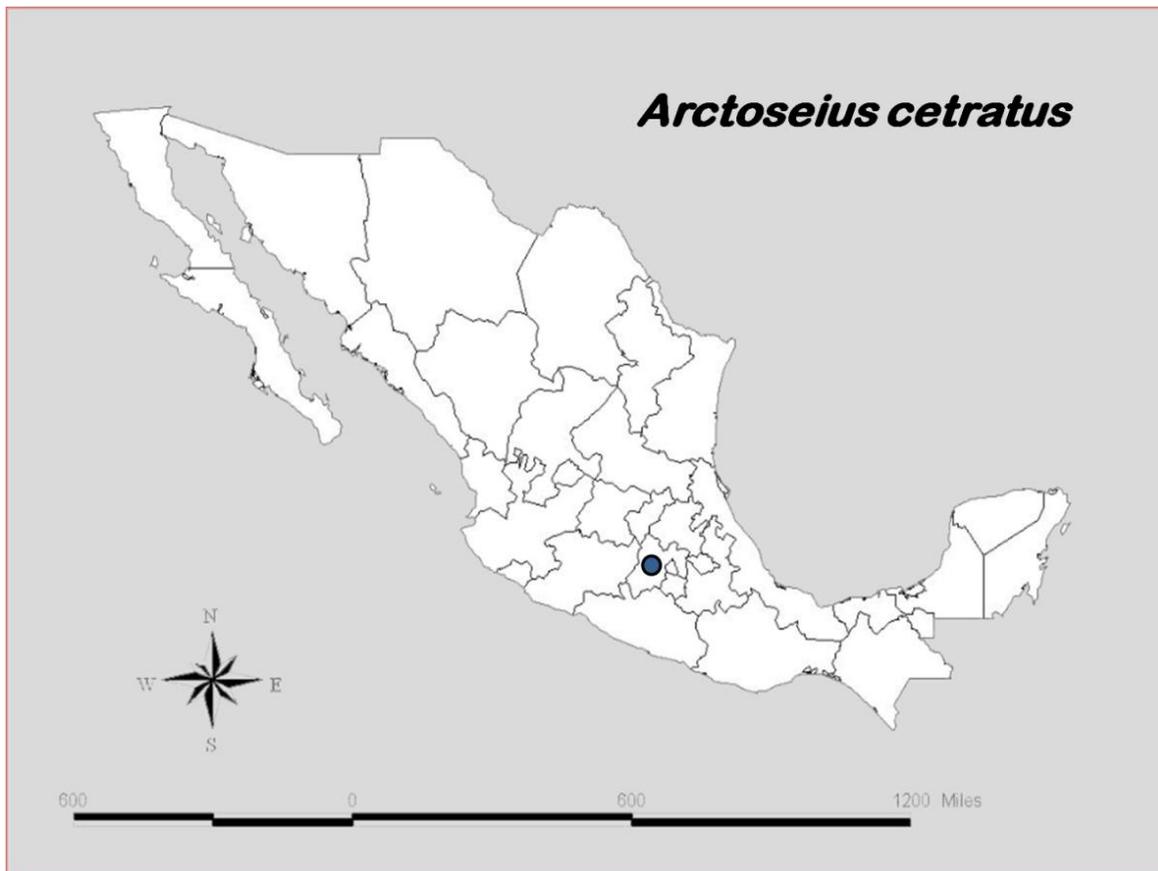


Figura 2.49. Distribución de *Arctoseius cetratus* en la República Mexicana.

***Arctoseius semicissus* Berlese, 1892**

Características taxonómicas. Tecto truncado y denticulado. Placa esternal de la hembra con una banda anteromedial reticulada conspicua. Placa ventrianal con cuatro pares de sedas ventrales, patas II a IV con sedas modificadas. Las sedas dorsales incluyen tres pares de sedas marginales y cuatro pares de sedas submarginales sobre la membrana lateral. La seda posthumeral no muy corta. La región posterior de la placa dorsal y ventrianal con puntuaciones gruesas (Fig. 2.50)



Figura 2.50. *Arctoseius semicissus* hembra vista ventral.

Distribución. Estado de México

Material examinado. *Estado de México:* Cinco hembras en galerías de Asociado a *Ips cribicollis* en *P. montezumae* en Zoquiapan, Estado de México (Fig. 2.51)

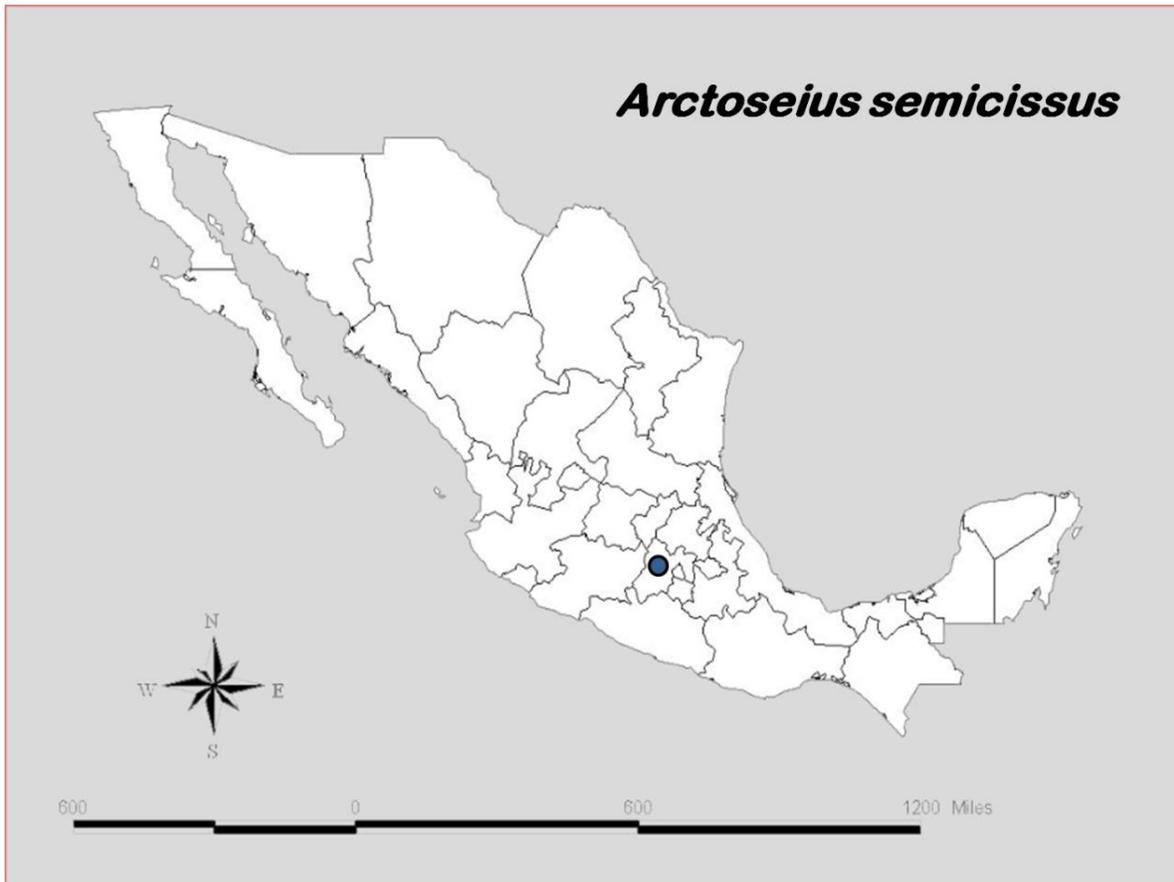


Figura 2.51 Distribución de *Arctoseius semicissus* en la República Mexicana.

Éste es el primer registro de la especie asociada con *Ips cribricollis* así como el primer registro en el estado de México y en el país.

***Asca pini* Hurlbutt, 1963**

Características taxonómicas. Deutoninfas y adultos con placa dorsal completamente dividida, sin sedas paraverticales z1. Placa dorsal posterior con un par de tubérculos donde se insertan las sedas z4 y s5. Tecto denticulado con siete hileras muy angostas, cada una con uno o dos dientecillos. Placa dorsal anterior con sedas simples; placa posterior con algunas sedas ligeramente pilosas. Placa esternal con un surco en forma de V (Fig. 2.52)

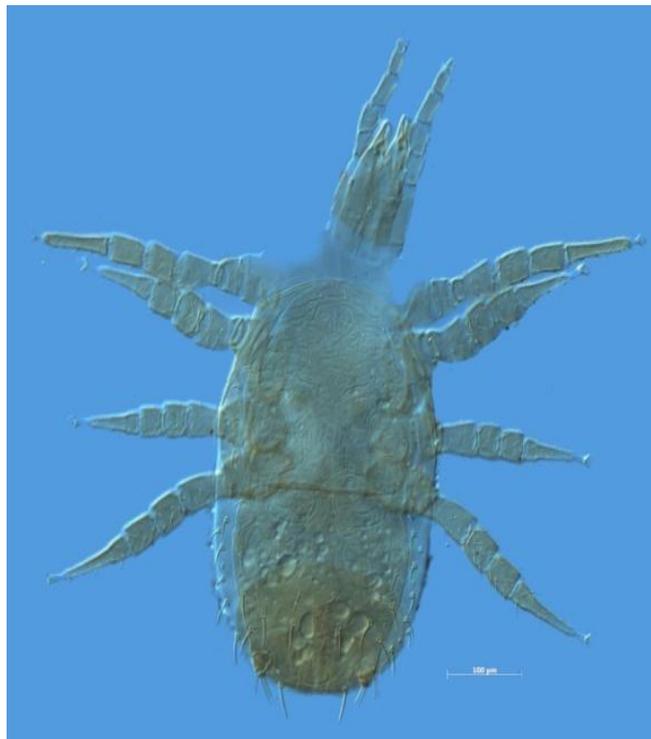


Figura 2.52. *Asca pini* hembra vista dorsal.

Distribución. **México:** Hurlbutt (1963) lo cita en *Pinus* sp en Vizarrón, Qro. y Contreras D.F; Gispert (1983) Estado de México (Fig. 2.53).

Material examinado. **Estado de México:** ocho hembras y dos deutoninfas en galerías de *Ips cribricollis* en *P. montezumae*, Zoquiapan, Estado de México.



Figura 2.53. Distribución de *Asca pini* en la República Mexicana.

***Lasioseius cortiseus* Lindquist, 1971**

Características taxonómicas. Adultos con algunas sedas dorsales tricarinadas. Sedas humerales r3 siempre en la placa dorsal. Tercer poro y cuarta seda esternal en la placa metasternal en las hembras; placa genital trucada posteriormente. Placa ventroanal con dos a seis pares de sedas ventrales. Machos con placas esternogenital y peritremal separadas de la placa ventroanal. Sedas tricarinadas en el dorso, placa ventrianal con cinco a siete pares de sedas. Sedas caudales tricarinadas, iguales a las del dorso pero más largas. Placa esternal fina. Placa holonotal reticulada (Fig. 2.54)



Figura 2.54. *Lasioseius cortiseus* hembra vista ventral.

Observaciones. Hoffman y López-Campos (2001) lo reportan asociado a *Phoestribus pruni* en *Prunus capuli*; *Platipus* sp. y *Xyleborus* sp. no se especifica el hospedero vegetal

Distribución. Estado de México y Jalisco (Fig. 2.55)

Material examinado. *Estado de México:* Una hembra entre coxas I y II de *Scolytus mundus* del estado de México. *Jalisco:* una deutoninfa entre coxas de *D. adjunctus*.



Figura 2.55. Distribución de *Lasioseius corticeus* en la República Mexicana.

***Lasioseius dentatus* Fox, 1946**

Lasioseius dentatus (Fox, 1946)

Borinquolaelaps dentatus Fox, 1946

Características taxonómicas. Margen del tecto triespinado, placa esternal sin estructura circular, sedas dorsales relativamente cortas y robustas, similar a i4-i5, sedas dorsales I1, I2, I3 e I4 cortas, como su distancia entre ellas, tamaño oscila en las 500 μ (Fig. 2.56).

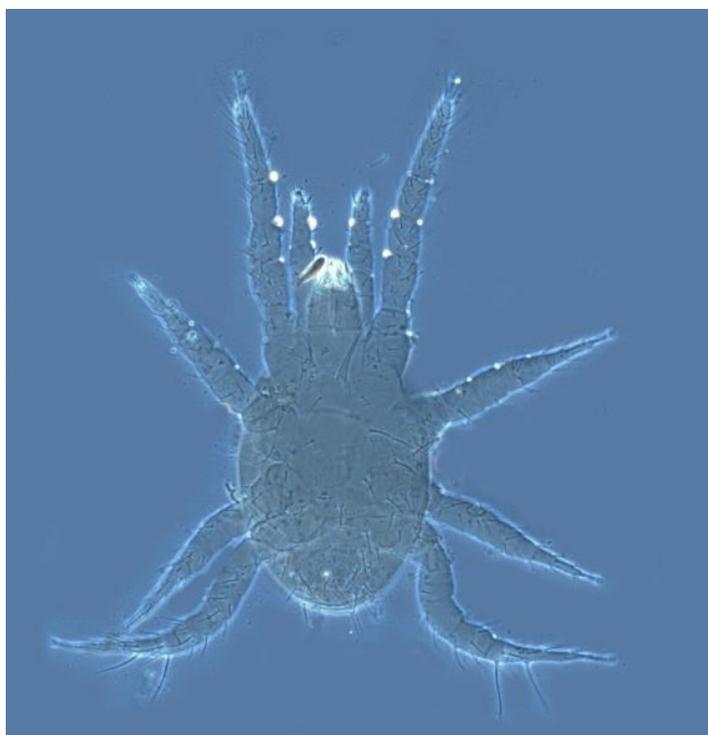


Figura 2.56. *Lasioseius dentatus* hembra vista ventral.

Observaciones. Hoffmann y López-Campos (2001) lo reportan asociado a *Stegomerus* sp. No se especifica el hospedero vegetal, ni localidad.

Distribución. Puerto Rico (Fox, 1941). **México:** Jalisco (Fig. 2.57).

Material examinado. **Jalisco:** una hembra sobre *Ploeotribus pruni* en *Prunus*

capuli de la Colección acarológica del Colegio de Postgraduados,



Figura 2.57. Distribución de *Lasioseius dentatus* en la República Mexicana.

Éste es el primer registro de la especie asociada a *Ploeotribus pruni* así como el primer registro en el estado de Jalisco y en el país.

***Lasioseius imitans* (Berlese, 1910)**

Lasioseius imitans (Berlese, 1910)
Ameroseius imitans Berlese, 1910

Características taxonómicas. El dorso de deutoninfas y adultos está cubierto por un escudo holonotal. La parte ventral de las hembras se caracteriza por presentar una placa esternal acompañada de tres pares de sedas, un par de placas metasternales cada una con una seda simple, una placa genital con un par de sedas y una placa ventrianal con cinco a siete pares de sedas. La parte ventral del macho con una placa esternal con cinco pares de sedas y una placa ventrianal. Sedas distinguibles en la mitad anterior dorsal (i1 - i5, Z1 - Z5, S1 - S5), y en la mitad posterior del dorso (I1 - I5, Z1 - Z5, S1 - S5). Placa ventrianal con cuatro a pares de sedas.

Dorso sin una elevación media, palca esternal lisa. Tecto con tres largas ramas, distalmente aserradas, la rama media es dos veces más larga que las ramas laterales En los márgenes del idiosoma hay un número variado de sedas (3 - 12 pares), que no se puede asignar a ciertas series transversales. Estas sedas r y R estan en su mayoría localizadas en una membrana lateral al escudo holodorsal (Fig. 2.58)

Observaciones. Hoffmann y López-Campos (2000) lo mencionan sobre *Phloeoterus burserae* en *Bursera intabilis* de Jalisco.



Figura 2.58. *L. imitans* macho vista ventral.

Distribución. México: Chihuahua y Jalisco (Fig. 2.59)

Material examinado. Chihuahua: Dos hembras entre las coxas I y II de *D. rhizophagus* y tres deutoninfas en sus galerías; una hembra entre coxas de *D. valens* y seis en sus galerías en *P. arizonica* de la Laja, Municipio Madera.

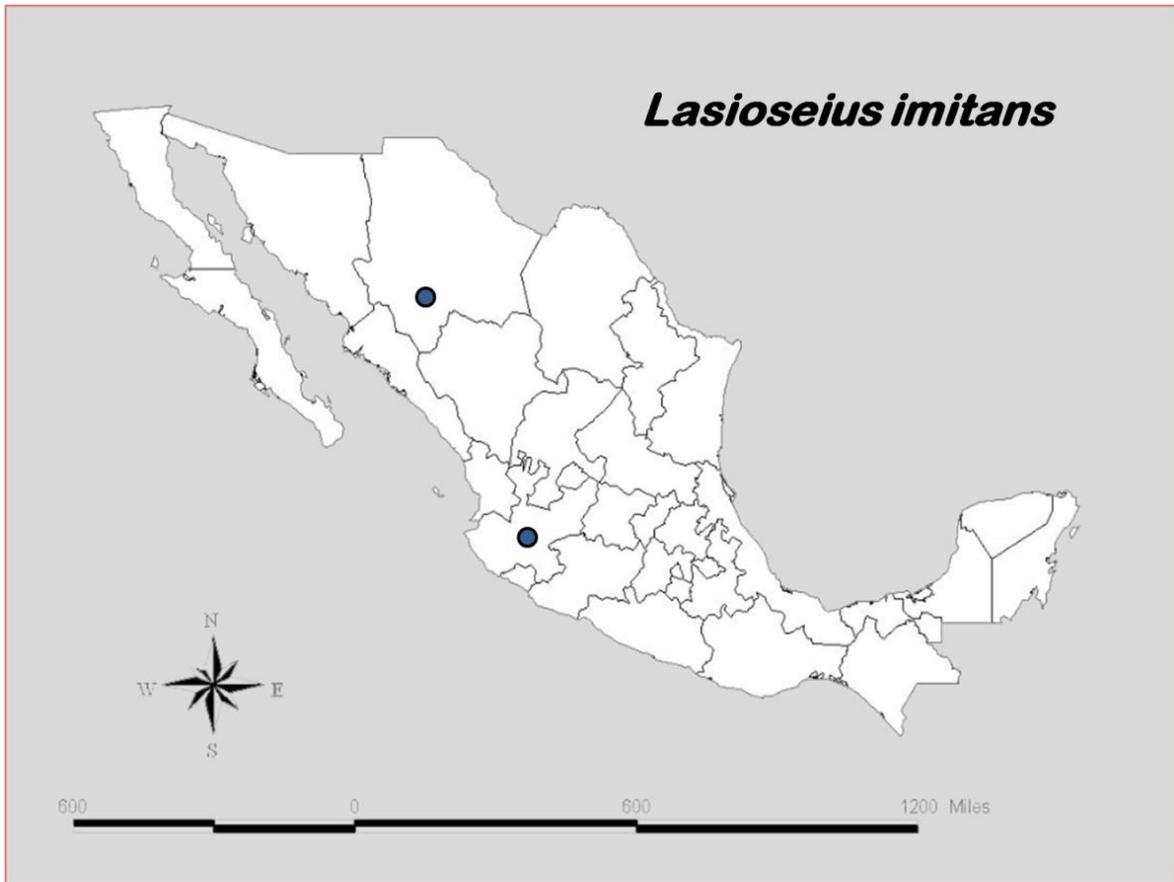


Figura 2.59. Distribución de *Lasioseius imitans* en la República Mexicana.

***Lasioseius safroi* (Ewing, 1920)**

Lasioseius safroi (Hennessey & Farrier 1988)
Seius safroi Ewing, 1920

Características taxonómicas. Márgenes laterales cóncavos, sedas dorsales r3 y Z5 más largas que otras, tamaño de 520 – 560 µm. Placa esternal con sedas st1 sobre ella (Fig. 2.60).



Figura 2. 60. Hembra de *Lasioseius safroi*, vista ventral

Distribución. Moser *et al.* (1974) lo registran en Estados Unidos, Honduras y Guatemala; **México:** Baja California, Estado de México y Jalisco (Fig. 2.61)

Material examinado. Baja California: Tres hembras en esternitos de *Ips confusus* en *P. jeffreyi* de la Reserva de la Biosfera San Pedro Mártir. **Estado de México:** Dos hembras en esternitos ventrales de *I. bonanseai*, y dos hembras en sus galerías; tres hembras en galerías de *D. adjunctus* de *P. hartwegii* de

Zoquiapan. **Jalisco**: Dos hembras entre las coxas I y II de *Phloeotribus bursera* en *Bursera intabilis*.

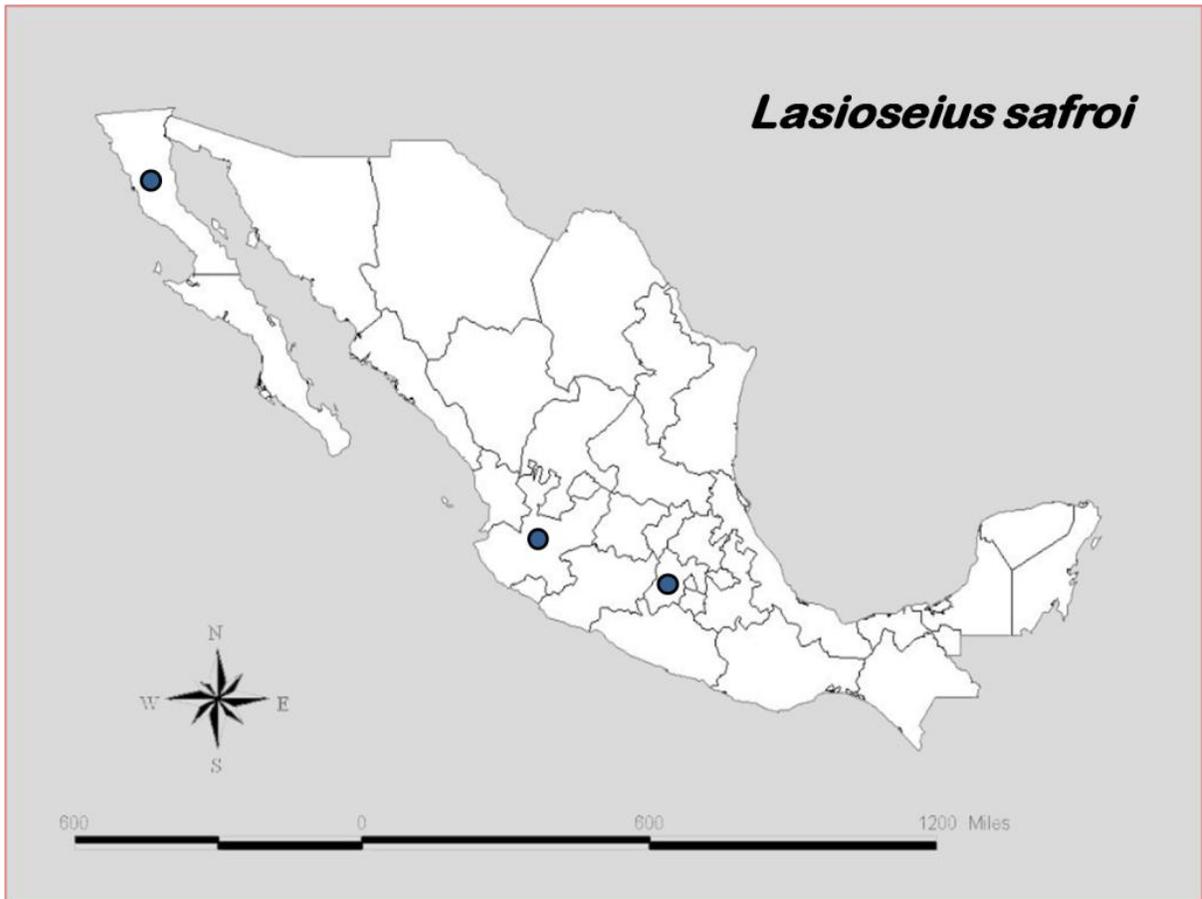


Figura 2.61. Distribución de *Lasioseius safroi* en la República Mexicana.

Superfamilia Rhodacaroidea
Familia Melicharidae

Ésta es una familia derivada de la familia Ascidae, por lo que comparten muchos de los caracteres taxonómicos distintivos, salvo que Melicharidae tiene la mayoría de las sedas marginales (R) en la cutícula suave y las hembras no suelen presentar placas metasternales. Se consideran depredadores de nematodos y otros microartrópodos, además de fungívoros, polinófagos y parásitos de insectos (Lindquist *et al.*, 1969).

Características taxonomicas: Las especies de este género presentan una placa dorsal entera, sin incisiones laterales. Por lo general las hembras con el tercer poro esternal y la *st* 4 sobre las placas metasternales.

Especies encontradas: *Proctolaelaps dendroctoni*, *P. hystrix*, *P. hystricoides* y *P. subcorticalis*

***Proctolaelaps dendroctoni* Lindquist & Hunter, 1965**

Características taxonómicas. La seda palptarsal en forma de dos dientes acompañados de un proceso hialino. Placa dorsal entera con 11 pares de sedas en la serie dorsocentral (jJ), todas las sedas antero dorsales sedas son simples y cortas, no hay denticulos entre la seda J5. La placa esternogenital del macho macho tiene el quinto par de sedas en las esquinas posteriores. La placa ventrianal del macho tiene siete pares de sedas (Jv1-4, Zv1-3), adicionales a las sedas anales. El tectum es redondeado. El dedo fijo de la quela sin una protuberancia alargado. Los corniculi largos, delgados y bien separados. Las sedas rostrales anteriores son delgadas. Pata I con una uña pretarsal. Patas II, III, y IV sin un pretarso largo (Fig.2.62).



Figura 2.62. *Proctolaelaps dendroctoni* hembra vista ventral

Distribución. Estados Unidos, Guatemala y Honduras. **México:** Aguascalientes, Baja California, Chihuahua, Coahuila, Estado de México, Hidalgo, Jalisco, Nuevo León, Puebla, Veracruz y Zacatecas (Fig. 2.63).

Material examinado. **Aguascalientes:** una hembra y siete deutoninfas en galerías de *D. valens* en *P. leiophylla* de la Sierra Fría. **Baja California:** cuatro

hembras en galerías de *Ips integer* en *P. contorta*; una hembra sobre élitros de *Pityophthorus* sp. en *P. jeffreyi*. **Chihuahua:** Tres hembras en zona gular de *D. brevicomis* en *P. engelmannii* en el municipio de Madera. **Coahuila:** una hembra en superficie ventral de *D. brevicomis* en Taray. **Estado de México:** dos hembras en sobre élitros de *D. mexicanus* y tres hembras, dos deutoninfas en galerías de *P. patula*; una hembra en galerías de *D. frontalis*. **Hidalgo:** dos hembras bajo élitros de de *D. frontalis* y seis hembras, un macho, dos deutoninfas y dos protoninfas en sus galerías en *P. greggii*. **Jalisco:** cuatro hembras bajo élitros de *Hylurgops incomptus* en *P. douglasiana*. **Nuevo León:** una hembra bajo élitros de *Scolytus mundus* de *Picea* sp.; una hembra en zona gular de *D. mexicanus* en *P. teocote*. **Puebla:** dos hembras en galerías de *D. valens* en *P. pringlei*. **Querétaro:** dos deutoninfas en *D. mexicanus* en *P. patula*. **Veracruz:** una hembra entre las coxas I y II de *D. mexicanus* en *P. ayacahuite* en Veracruz. **Zacatecas:** seis hembras y nueve deutoninfas en galerías de *D. mexicanus* de *P. devoniana*.

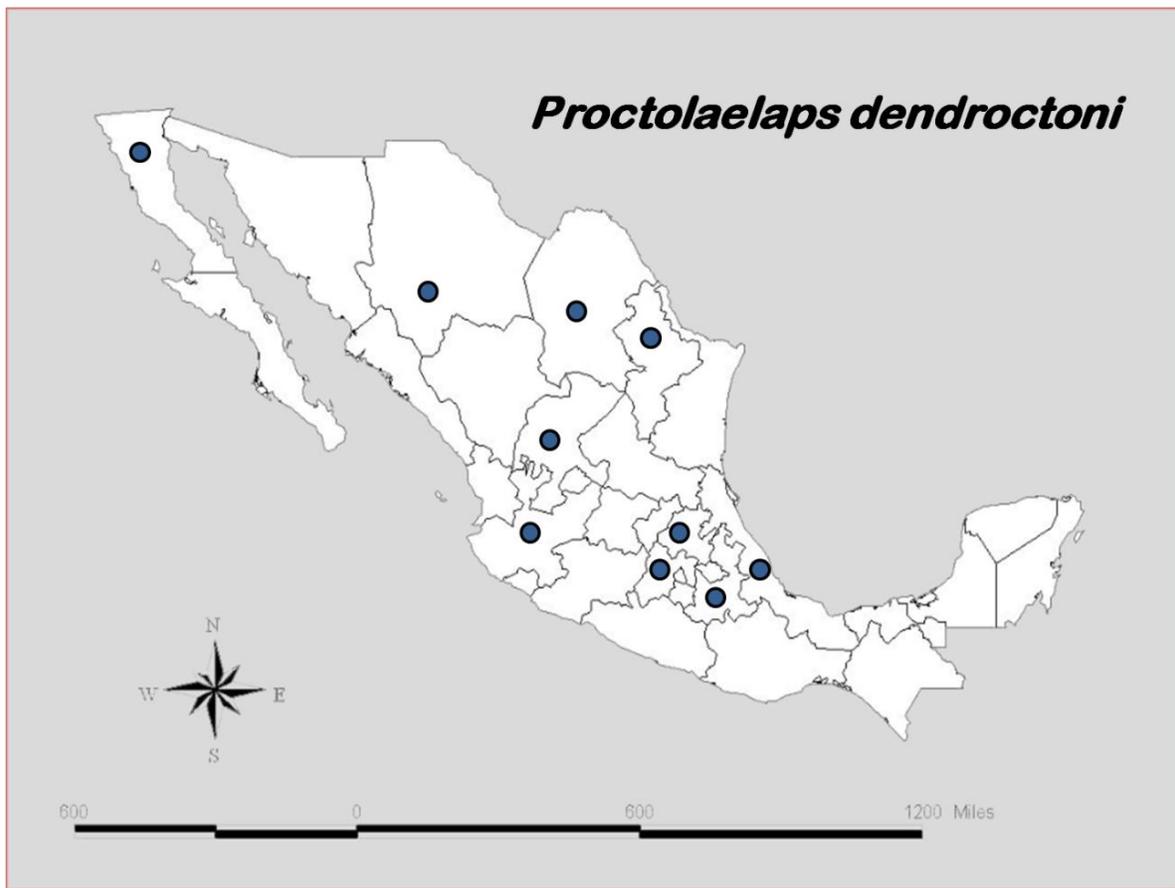


Figura 2.63. Distribución de *Proctolaelaps dendroctoni* en la República Mexicana.

***Proctolaelaps hystrix* (Lindquist & Hunter, 1965)**

Proctolaelaps hystrix; Lindquist & Hunter, 1965.

Garmania hystrix; Stammer, 1963.

Protolaelaps hystrix; Cjamt. 1963

Proctolaelaps hystrix; Hirschmann, 1962

Proctolaelaps hystrix; Samsinak, 1960.

Proctolaelaps hystrix; Athias-Henriot, 1959.

Proctolaelaps (Proctolaelaps) hystrix; Evans, 1958

Lasiouseius hystrix; Willman, 1956.

Lasiouseius (Lasiouseius) hystrix Vitzthum, 1923.

Lasiouseius hystrix; Vitzthum, 1923.

Características taxonómicas. La seda palpotarsal especializada con forma de dos dientes acompañada de un proceso hialino. El escudo dorsal es completo con 11 pares de sedas en la serie dorsocentral (JJ); todas las sedas dorsales simple, seda J1-3 supera la base de la próxima seda; los dentículos están presentes entre las sedas J5. La hembra tiene placa genital y anal en el opistogaster genital y anal. La placa esternogenital del macho tiene siete pares de sedas (JV1-4, zv1-3), además de las sedas anales. El tectum tiene tres ramas. El dedo fijo de la quela sin una protuberancia muy alargada. Las sedas rostrales anteriores son delgadas. Pata I con uña pretarsal (Fig. 2.64)



Figura 2.64. *Proctolaelaps hystrix* hembra, vista ventral.

Distribución. Chihuahua, Coahuila, Durango, Estado de México, Hidalgo y Jalisco (Fig. 2.65)

Material examinado. **Chihuahua:** una hembra en el pronoto de *D. rhizophagus*, y cinco hembras, un macho, dos deutoninfas y dos protoninfas en sus galerías en *P. arizonica* de en San Juanito y Mesa de Parra, Municipio de Madera. **Durango:** una hembra y una deutoninfa entre coxas I y II de *D. pseudotsugae* en *Pseudotsuga menziesii*. **Estado de México:** Una deutoninfa en superficie ventral de *Ips lecontei* en *P. hartwegii*. **Hidalgo:** dos hembras en galerías de *D. adjunctus* en *P. patula*. **Coahuila:** una hembra entre coxas I y II de *D. pseudotsugae* en *Pseudotsuga menziesii*. **Jalisco:** una deutoninfa en galerías de *Scolytus propinquus* en *Lonchocarpus parviflorus* de Chamela.

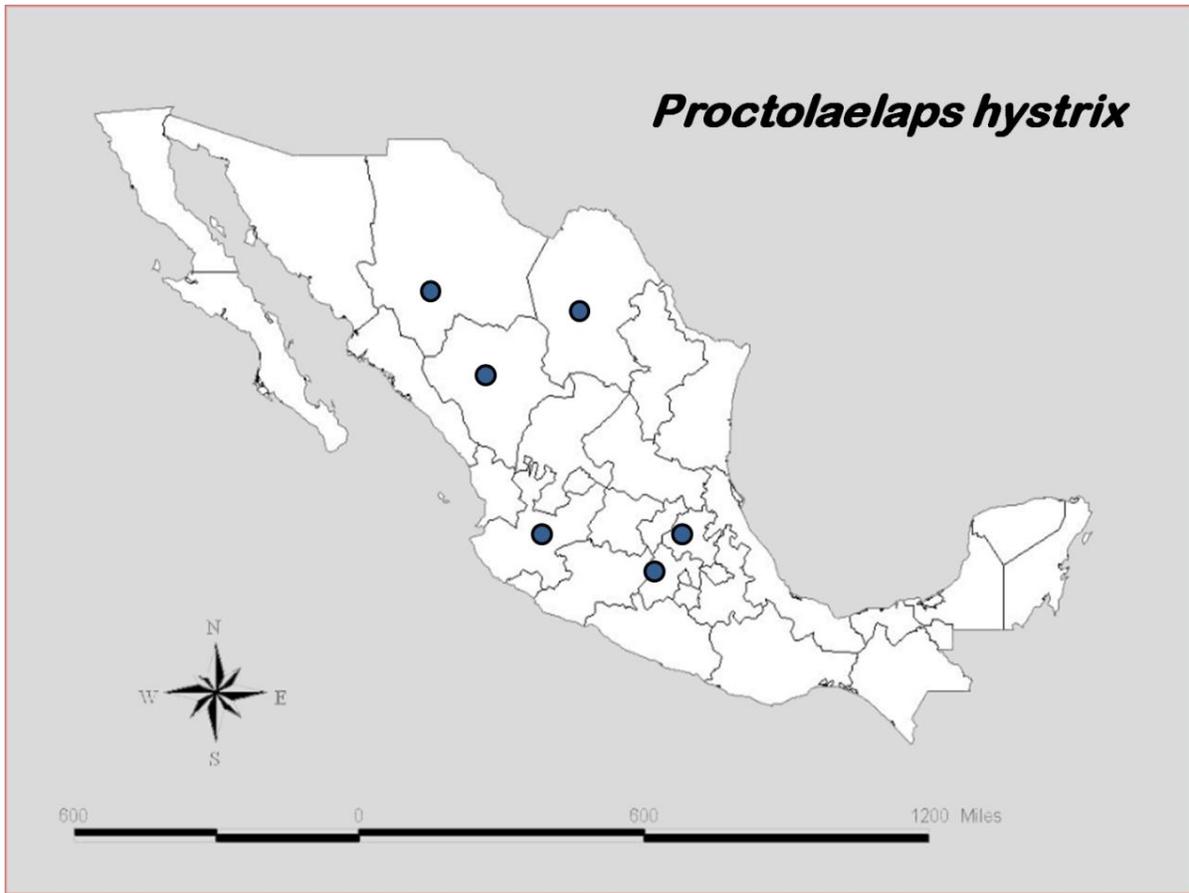


Figura 2.65. Distribución de *Proctolaelaps hystrix* en la República Mexicana.

***Proctolaelaps hystricoides* Lindquist & Hunter 1965**

Características taxonómicas. Esta especie es muy similar a *P. hystris* pero difiere por ser de menor talla y de sedas cortas. Las sedas J1 a J4 largas como la distancia entre sus bases. Los machos de *P. hystris* con *P. hystricoides* difieren por tener menos ornamentaciones sobre la placa esternogenital, un par de sedas menos sobre la placa ventrianal y por la forma del espermatodáctilo. La malae interna no es tan larga y extendida, el dedo fijo de la quela con pocos dientes, hipostoma con cuatro líneas de dentículos. Placa esternal reticulada en la parte media (Fig.2.66)

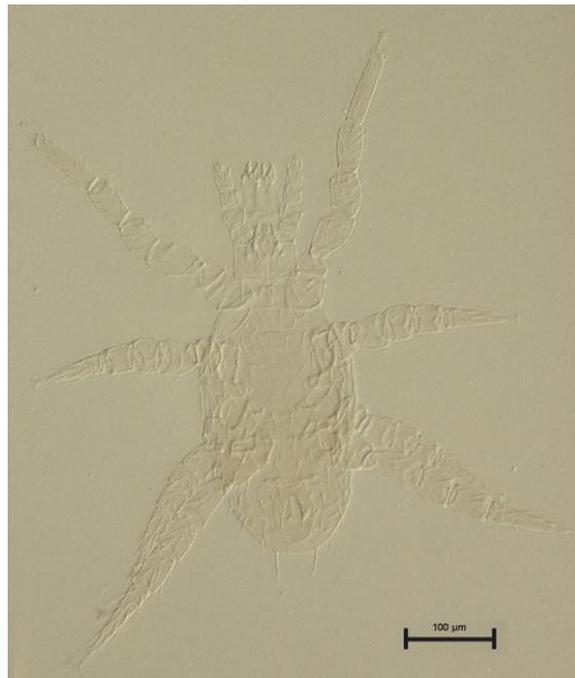


Figura 2.66 *Proctolaelaps hystricoides* hembra, vista ventral.

Distribución. Canadá, Estados Unidos. **México:** Moser *et al.* (1974) lo mencionan en galerías de *D. frontalis* y *D. mexicanus* en Puebla. Jalisco, Morelos, Puebla, Querétaro, Tlaxcala, Veracruz (Fig. 2.67)

Material examinado. **Jalisco:** dos hembras en *D. adjunctus* de *P. duglasiana* del Nevado de Colima. **Morelos:** una hembra en la superficie ventral de *D. adjunctus*

y tres hembras en sus galerías en *P. montezumae*. **Puebla**: tres hembras y una deutoninfa en galerías de *D. mexicanus* en *P. montezumae*. **Querétaro**: tres hembras sobre élitros de *D. mexicanus* de Rio Blanco. **Tlaxcala**: dos hembras en galerías de *D. valens* en *P. teocote*. **Veracruz**: una hembra, dos deutoninfas y una protoninfa en galerías de *D. valens* en *P. ayacahuite*; tres hembras en superficie ventral de *Gnathotrichus* sp de Veracruz.

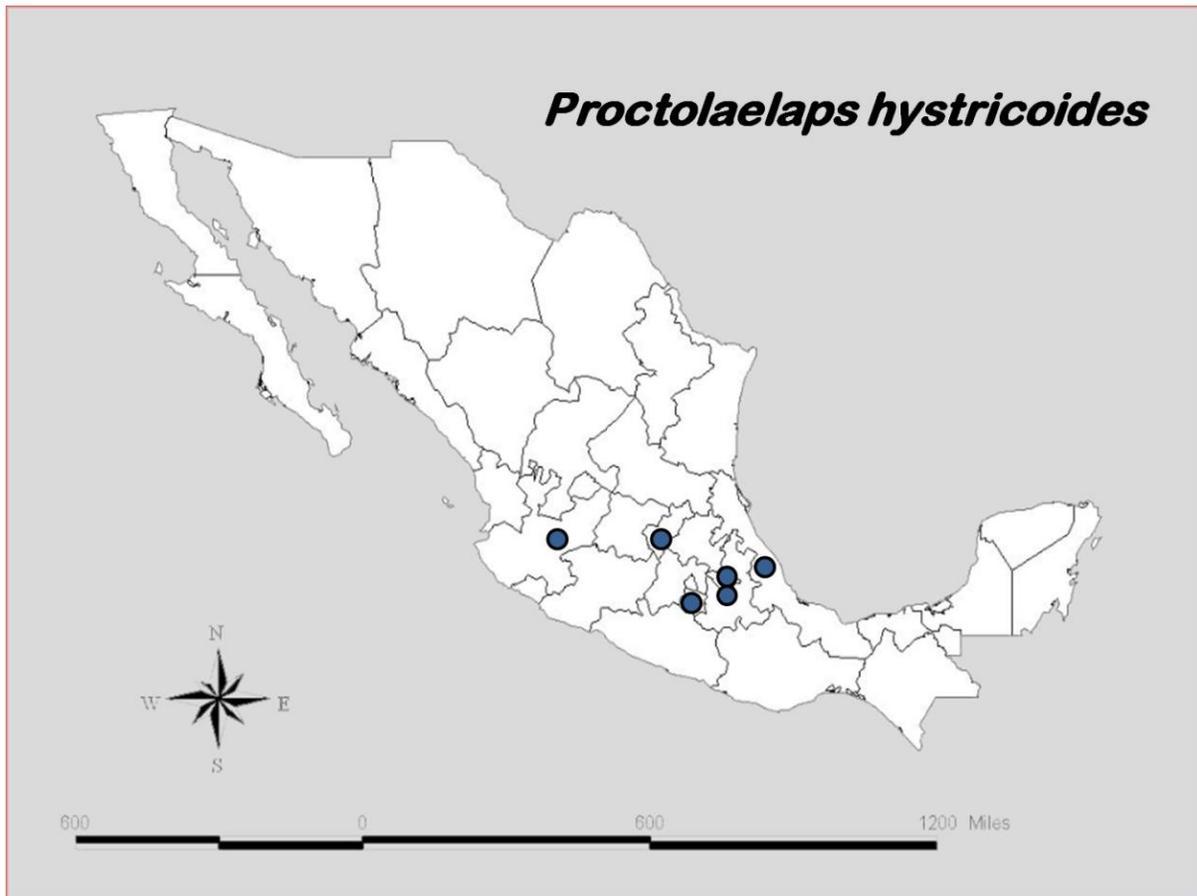


Figura 2.67. Distribución de *Proctolaelaps hystricoides* en la República Mexicana.

***Proctolaelaps subcorticalis* Lindquist, 1971**

Características taxonómicas. La seda palpotarsal especializada con un proceso de acompañamiento hialino. El escudo dorsal con incisiones. El dígito fijo de la quela no tiene una protuberancia puntiaguda delgada. Tarso I tiene una única seda de tres puntas y una uña pretarsal. Hembras con placa dorsal con una incisión transversal, superficie reticulada y 27 pares de sedas simples, seda z3 y z6 ausentes; seda J5, Z4-5, S3-5, r3, r6, r1-7, ur3 sobre la membrana dorsal; seda URL, UR4-5 sobre la membrana ventrolateral. Seda j1 más larga. 20 pares de poros sobre la placa dorsal y un par de sedas S4 sobre la membrana anterolateral. Placas Pre-endopodales ausentes. Placas yugulares fusionadas con la placa esternal, margen posterior punteado; reticulación no evidente. Tres pares de sedas esternales y dos pares de poros sobre la placa esternal. El cuarto par de sedas esternales y tercer par de poros en fusionadas con las placas mestasternales-endopodales. Placa genitiventral pentagonal con una muesca anterior que la une con el punto posterior de la placa esternal y una fisura transversal anterior a las sedas genitales. Sedas genitales y poros en los márgenes laterales de la placa genitiventral. Un par de sedas simples (Jv1) en las esquinas posteriores de la placa genitiventral y ocho pares de sedas simples (jv2-5, Zv1-3, Lv2) sobre la membrana ventral. Placa anal redonda sólo con una seda anal, un par de poros sobre el margen lateral de sedas paraanales. Placas metapodales alargadas, placa peritrematal extendida posteriormente desde la seda z1 y terminando lateralmente en la coxa IV (Fig. 2.68).

Observaciones. Moser *et al.* (1974) lo mencionan asociado *D. frontalis*, *D. mexicanus*, *Ips cribicollis* e *Ips bonanseai*, en Puebla; Gispert (1983) y Hoffman y López Campos (2000) lo reportan asociado a *Pseudips mexicanus*, en *P. montezumae* y *P. ayacahuite* de Puebla, así como en Chiapas asociado a *Ips cribicollis* en *P. oocarpa*.

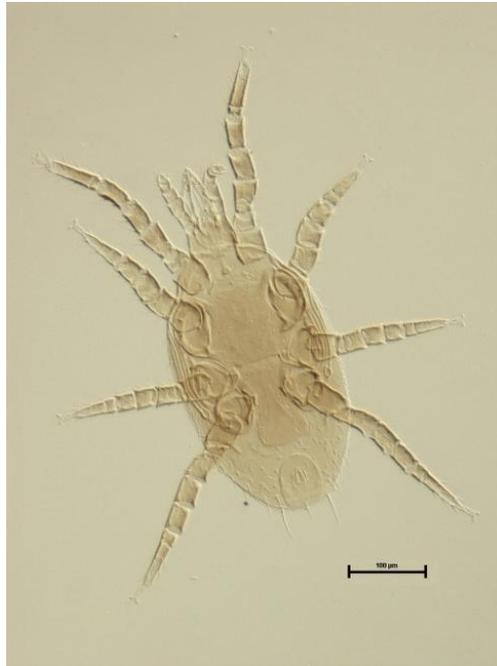


Figura 2.68. *Proctolaelaps subcorticalis* (hembra, vista ventral).

Distribución: Baja California, Chiapas, Chihuahua, Distrito Federal, Estado de México, Michoacán, Puebla, Tlaxcala y Veracruz (Fig. 2.69)

Material examinado. Baja California: dos hembras en galerías de *Pityophthorus* sp. en *P. contorta*. **Chihuahua:** una hembra bajo élitros de *D. rhizophagus*, dos hembras y una deutoninfa en sus galerías en *P. durangensis* en El Largo, Municipio de Madera; cuatro hembras, dos machos, tres deutoninfas, tres protoninfas y una larva en galerías de *D. valens* en *P. engelmannii* de Mesa de Parra, Madera; seis hembras, dos deutoninfas, una protoninfa de galerías de *P. mexicanus* de *P. arizonica*. **Estado de México:** tres hembras sobre élitros de *Ips bonanseai* en *P. hartwegii* de Zoquiapan; una hembra bajo élitros de *P. mexicanus* en *P. ayacahuite*; siete hembras en galerías de *D. mexicanus* en *P. leiophylla*; seis hembras bajo élitros de *Hylastes* sp en *P. hartwegii*. **Michoacán:** una hembra bajo élitros de *Scolytus mundus* en *Abies religiosa*. **Puebla:** Una hembra bajo élitros de *D. mexicanus* y tres hembras y dos protoninfas en sus galerías en *P. montezumae*; cinco hembras en pronoto de *Ips bonanseai* y 29 hembras, tres machos, ocho deutoninfas, cuatro protoninfas y una larva en *P. montezumae*; dos

hembras en galerías de *I. cribicollis* en *P. montezumae*. **Tlaxcala**: tres hembras en galerías de *D. valens* de *P. teocote*; **Distrito Federal**: cuatro hembras bajo élitros de *Hylurgops incomptus* y dos galerías en *P. hartwegii*. **Veracruz**: una hembra y cinco deutoninfas en galerías de *D. mexicanus* en *P. patula*.

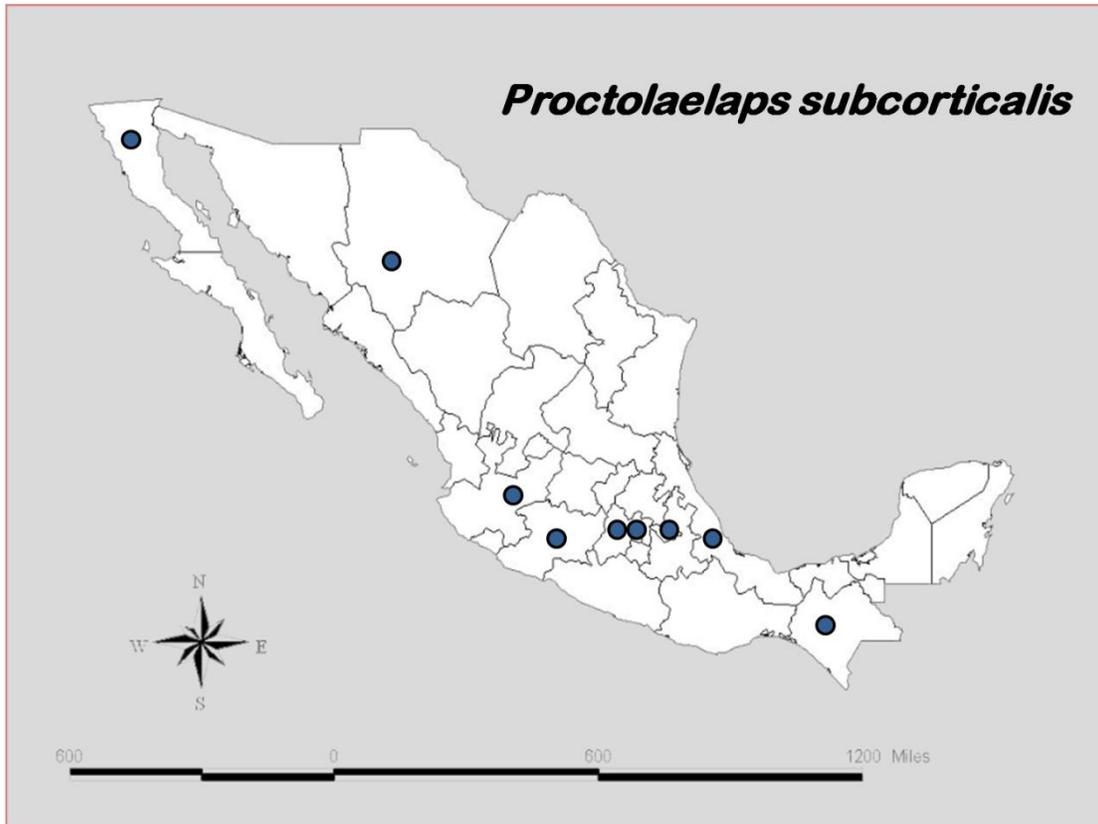


Figura 2.69. Distribución de *Proctolaelaps subcorticalis* en la República Mexicana.

Superfamilia Rhodacaroidea
Familia Laelapidae

Generalmente depredadores de vida libre. Son a menudo los mesostigmados más comunes y diversos en suelos. Las especies de *Hypoaspis* (en sentido amplio) son en su mayoría depredadores generales de vida libre de artrópodos, y algunos *Cosmolaelaps* están relacionados con las colonias de hormigas.

Características taxonómicas. Placa holodorsal entera cubriendo en su totalidad el dorso, disminuyendo la exposición de las partes laterales del opistosoma, algunas veces lleva sedas impares en la línea J o Z. Peritremas típicamente largos frecuentemente anchos, placa esternal con tres pares de sedas (st1-3) y dos pares de lirifisuras (stp1-2), generalmente ausente la seda st4 en placas metasternales, tercer poro esternal en la cutícula suave (raramente sobre la plateleta o en la placa endopodal-metasternal). Placa genital generalmente en forma de lengua o matraz (opistogástrica) con un par de sedas. Placa anal pequeña por lo regular de forma triangular inversa con tres sedas circumanales. Tarso I con una uña, trocanter con seis sedas, tibia y genua con seis sedas dorsales y tres sedas ventrales, genua IV con nueve o 10 sedas. *Androlaelaps* con un largo pilus dentilis.

Ecología y Distribución: comúnmente asociados a nidos de vertebrados o en productos almacenados

Especies encontradas: *Androlaelaps casalis* e *Hypoaspis (Cosmolaelaps) ca. vacua*

***Androlaelaps casalis* (Berlese, 1887)**

Iphis casalis Berlese, 1887

Haemolaelaps casalis, Berlese, 1887

Características taxonómicas. Placa esternal con un borde cóncavo en la parte posterior, más ancho que alto en proporción 1-4. Placa genito-ventral larga. Las placas metapodales laterales estrechas y largas, lineales. Placa anal más larga que ancha, por encima de ésta existe en una pequeña media luna, ovalada o en forma de escudo. Dedo fijo de la quela estrecho. Placa dorsal con 39 pares de sedas (Fig. 2.70).

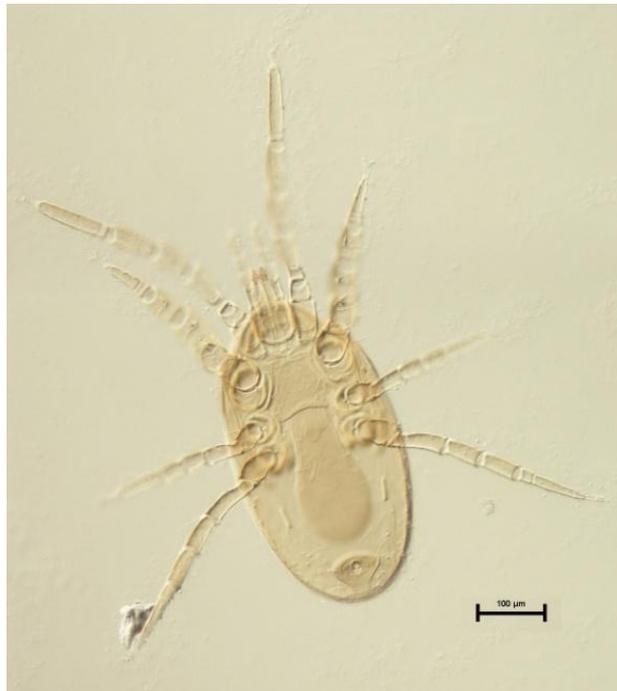


Figura 2.70. Hembra de *Androlaelaps casalis*, vista ventral

Distribución. La Laja, Bocoyna, Chihuahua (Fig. 2.71).

Material examinado. **Chihuahua:** una hembra asociada con *D. rhizophagus*. en *P. arizonica*

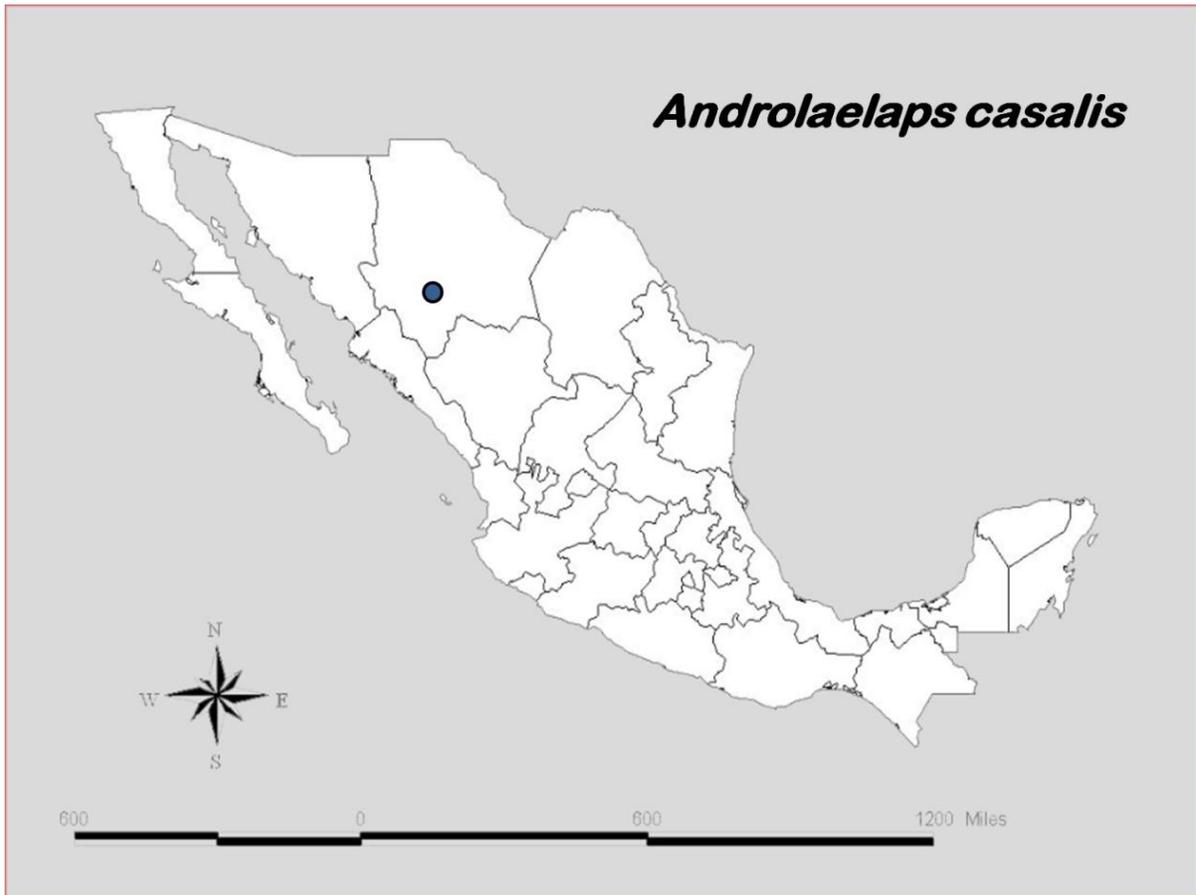


Figura 2.71. Distribución de *Androlaelaps casalis* en la República Mexicana.

Observaciones: Éste es el primer registro de la especie asociada a *D. rhizophagus*, así como el primer registro en el estado de Chihuahua y en el país.

***Hypoaspis ca vacua* Michael, 1891**



Figura 2.72. *Hypoaspis (Cosmolaelaps) ca vacua*. hembra vista ventral.

Distribución: Chihuahua, Estado de México, Jalisco, Veracruz (Fig. 2.73).

Material examinado: **Chihuahua:** cinco hembras y un macho en galerías de *D. valens*. **Estado de México:** tres hembras, un macho, dos deutoninfas en galerías de *Ips bonanseai* en *P. hartwegii*. **Jalisco:** dos hembras, una deutoninfa en galerías de *Ips calligraphus* en *P. douglasiana*. **Puebla:** dos hembras sobre élitros de *I. lecontei* en *P. leiophyla*; tres hembras sobre élitros de *Pseudips mexicanus* y cuatro hembras, un macho, dos deutoninfas y dos protoninfas en *P. montezumae*. **Veracruz:** dos hembras sobre élitros de *D. valens* en *P. montezumae* y dos hembras en galerías; una hembra sobre élitros de *Ips integer* y cuatro hembras, un macho y tres deutoninfas en galerías en *P. hartwegii*.

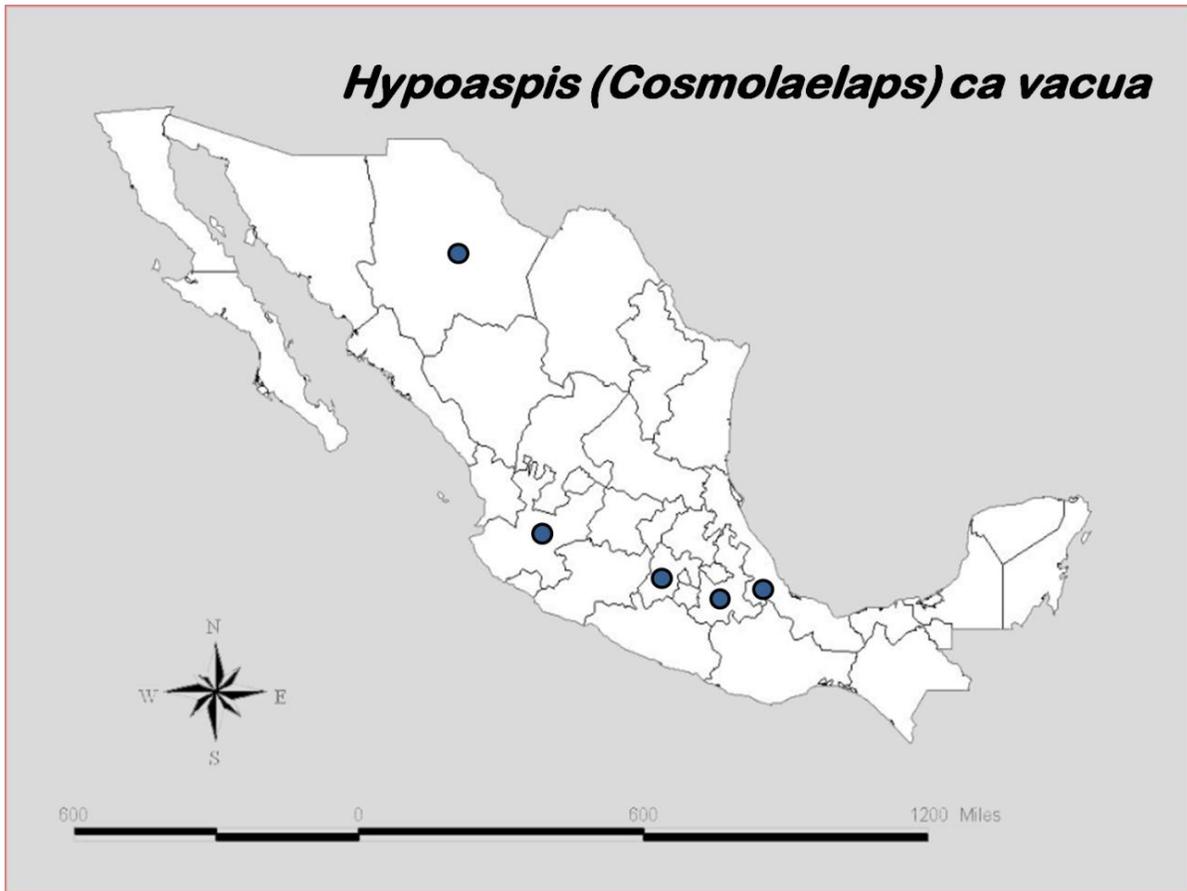


Figura 2.73. Distribución de *Hypoaspis ca vacua* en la República Mexicana.

Observaciones: Éste es el primer registro de la especie asociada a *D. valens*, *Ips bonanseai*, *Ips calligraphus*, *I. lecontei*, *Ips integer* y *Pseudips mexicanus* así como el primer registro en los estados donde se distribuye y en el país.

A continuación se presenta la clave para las especies encontradas en este estudio.

2.3.4 Distribución de especies de mesostigmados por estados

En este estudio se realizaron muestreos en diferentes estados de la República Mexicana, sin embargo sólo se tienen registros para 18 estados. Sin duda el estado mejor representado es el Estado de México con 18 especies registradas, le siguen Chihuahua y Jalisco con 13, Veracruz con 12, los 14 estados restantes presentan cinco especies o menos cada uno (Fig. 2.74)

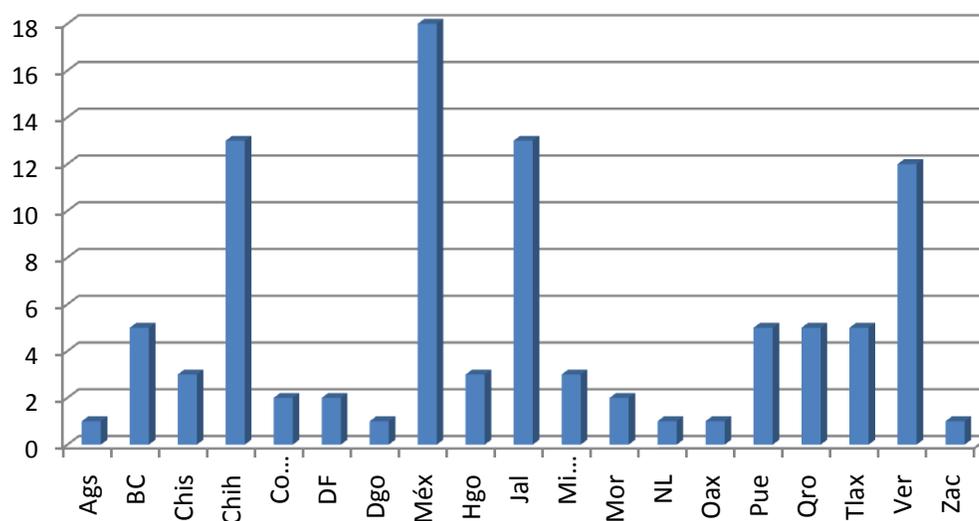


Figura 2.74 Número de especies de ácaros mesostigmados asociados a *Scolytinae* por estado.

Cabe destacar que los estados mejor representados son los que están en la parte central del país, esto debido a las facilidades de acceso a las zonas boscosas (Fig. 2.75).

Los estados de la República Mexicana que presentaron un registro previo ya sea bibliográfico o con ejemplares en colección fueron: Chiapas, Chihuahua,

Coahuila, Distrito Federal, Estado de México, Hidalgo, Jalisco, Michoacán, Morelos, Puebla y Tlaxcala.

Respecto de la distribución de especies *P. dendroctoni* se registró en 11 estados de los 18 muestreados, *P. subcorticalis* en nueve y *T. polytricha* en siete, *P. hystrix* y *P. histricoides* en seis y *D. neocornutus* en cinco, siendo éstas las especies que tienen una más amplia distribución en el país. Como se observa las especies de *Proctolaelaps* son las que están mejor distribuidas en el país, además de ser el género mejor representado con cuatro especies en este estudio

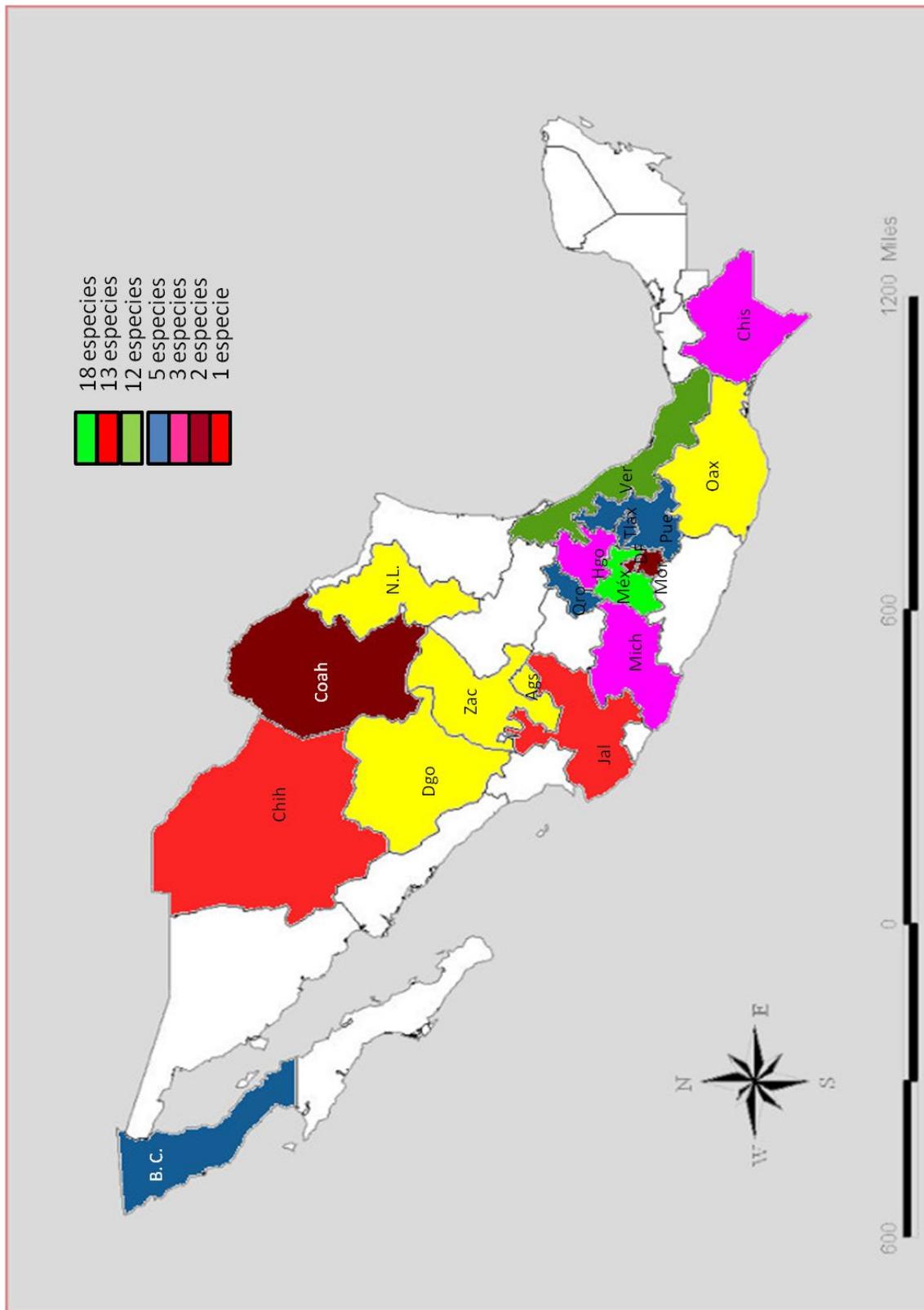


Figura 2.75. Número de especies por estado

2.3.5 Nuevas especies en México

En México hasta el año 2000 se tenían registradas un total de 11 especies de Mesostigmados asociados a escolitinos *Proctolaelaps dendroctoni*, *P. hystricoides*, *P. hystrix*, *P. subcorticalis*, *Dendrolaelaps neodisetus*, *Lasioseius safroi*, *Asca pini*, *Schizosthetus lyriformis*, *Trichouropoda australis*, *Sejus* sp y un uropódido (sin género ni especie reconocidos taxonómicamente). Los estados de donde se registraron fueron Puebla y Estado de México, principalmente sobre *D. mexicanus*, *D. frontalis*, *I. bonansea*, *I. lecontei* e *I. mexicanus*.

Dado este resultado, las 22 especies restantes se consideran nuevos registros tanto para el país así como diferentes localidades y estados, tanto en los diferentes hospederos tanto vegetales y animales.

Con este trabajo se incrementa en un 175% (22) el número de especies asociadas con diferentes escolitinos de importancia forestal en nuestro país. Estudios conducidos por McGraw y Farrier (1969), Kinn (1971), Moser y Roton (1971) y Moser *et al.* (1974), mencionan que la diversidad de ácaros presentes tanto en galerías como asociadas directamente a los insectos es alta, llegando a reportar en promedio 60 especies de ácaros de diversos órdenes y familias.

2.4 CONCLUSIONES

Un total de 33 especies están presentes en el país, de las cuales 22 son nuevos registros tanto en el hospedero, la localidad y el país. Cinco especies fueron consideradas nuevas para la ciencia.

El mayor número de taxones fue encontrado en la familia Trematuridae con 10 especies.

Los estados mejor representados fueron Edo. de México, Chihuahua Jalisco y Veracruz.

2.5 LITERATURA CITADA

- Athias, H. C. 1982. *Schizosthetus* n.g. (type *Eugamasus lyriformis* McGraw and Farrier, 1969) avec deux espèces nouvelles (Parasitiformes, Parasitidae). *Acarologia*, 23: 207-214.
- Beaulieu F, Dowling A.P.G., H. Klompen, de Moraes H.G.J. and D. E. Walter. 2011. Superorder Parasitiformes Reuter, 1909. *In*: Zhang, Z.-Q. (Ed.) *Animal biodiversity: An outline of higher-level classification and survey of taxonomic richness*. *Zootaxa*, 3148: 123-128
- Billings, R. F., Jaime F. L. and R. S. Cameron. 1996. Los escarabajos descortezadores del pino, con énfasis en *Dendroctonus frontalis*: Guía para la detección aérea. Texas Forest Service Publication 149. 27 p.
- Binns, E. S. 1972. *Arctoseius cetratus* (Sellnick) phoretic on mushroom sciarid flies. *Acarologia*, 14: 350-356.
- Bregetova, N. G. and E. V. Koroleva, 1960. The Macrochelidae mites (Gamasoidea, Macrochelidae) in the URSS. *Parazitologicheskij Sbornik* 19: 32-154.
- Campos de la Rosa, T. 1999. Identificación de ácaros asociados a la base de la planta de piña (*Ananas comosus*) en Loma Bonita Oaxaca. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Chapingo. 74 pág.
- Estrada-Venegas V. E. y Chaires-Grijalva M.P. 2004. Hábitos alimentarios de algunas especies de Gamásidos de suelo asociados al cultivo del ajo. *In*: *Entomología Mexicana* Vol. 3. Morales M. A., Ibarra G. M. P., Rivera G. A. P. y Stanford C. S. (Eds.). Pág. 101-105
- Evans, G.O. and W. M.Till. 1979. Mesostigmatid mites of Britain and Ireland (Chelicerata: Acari-Parasitiformes). An introduction to their external morphology and classification. *Transactions of Zoological Society of London*, 35(2): 139-270.
- Gispert, G.M.C. 1983. Acarofauna asociada a *Ips bonansea* Hopkins (Coleoptera: Scolytidae). Tesis de Licenciatura Biología. UNAM Facultad de Ciencias. México. Pp. 108.

- Gwiazdowicz, D.J., Kamczyc, J. and J. Błoszyk. 2011. The diversity of phoretic Mesostigmata of *Ips typographus* (Coleoptera: Scolytinae) caught in the Karkonosze forest. *European Journal of Entomology* 108:489-491.
- Halliday, R. B., D. E. Walter & E. E. Lindquist. 1998. Revision of the Australian Ascidae (Acarina : Mesostigmata). *Invertebrate Taxonomy*, 12:1-54.
- Hirschmann W. and J. Wiśniewski. 1982. Weltweite Revision der Gattungen *Dendrolaelaps* Halbert 1915 und *Longoseius* Chant 1961 (Parasitiformes). *Acarologie*, 29:1-48.
- Hoffmann, A. y G. López-Campos. 2000. Biodiversidad de los ácaros en México. CONABIO, UNAM, México, 230 pp.
- Hurlbutt H.W. 1963. The genus *Asca* Von Heyden (Acarina: Mesostigmata) in North America, Hawaii and Europe. *Acarologia*, 5: 480-518.
- Ishikawa, K. 1977. On the mesostigmatid mites associated with the cerambycid beetle, *Monochamus alternatus* Hope (II). *Annotationes Zoologicae Japonenses*, 50: 1 82-86.
- Johnston, D. E. 1982. Parasitiformes. *In Synopsis and Classification of Living Organisms*, ed. S. P. Parker, 111-117. New York: McGraw-Hill.
- Kheradmand, K., K. Kamali, Y. Fathipour, E. Uekermann and E.M. Goltapeh. 2007. Mite fauna associate with button mushroom (*Agaricus bosporus*) in Karaj Region, Iran. *Acta Entomologica Sinica*, 50(4): 416-422.
- Kiekwski, B., and S. Balazy. 1966. Zagadnienie drapieznictwa rozoczy (Acarina) na jajach kornikow (Scolytidae, Coleoptera). *Ekologia Polska*, 12:161-163.
- Kinn, D. N. 1967. Notes on the life cycle and habits of *Digamasellus quadrisetus* (Mesostigmata: Digamasellidae). *Annals of the Entomological Society of America*, 60: 862-865.
- Kinn, D. N. 1971. The life cycle and behavior of *Cercoleipus coelonotus* (Acarina: Mesostigmata), including a survey of phoretic mite associates of California Scolytidae . University of California. *Publications in Entomology*, 65: 1-66.
- Knee. W. M. R. Forbes and F. Beaulieu. 2013. Diversity and Host use of Mites (Acari: Mesostigmata, Oribatida) Phoretic on Bark Beetles (Coleoptera:

- Scolytinae): Global Generalists, Local Specialists? *Annals of the Entomological Society of America*, 106(3):339-350. 2013.
- Krantz, G. W. 1965. A new species of *Macrocheles* (Acarina: Macrochelidae) associated with bark beetles of the genera *Ips* and *Dendroctonus*. *Journal of the Kansas Entomological Society*, 38(2): 145-153.
- Krantz, G. 1978. *A Manual of Acarology*. Second Edition Department of Entomology. Oregon State University Book Stores, Inc. Corvallis, Oregon, U.S.A. 509 pp.
- Lekveishvili, M and H. Klompen. 2006. New classification of the family Sejidae (Acari: Mesostigmata) based on morphological analyses. *Journal of Natural History*, 40 (41-43): 2317-2339
- Lindquist, E. E. 1969. Mites and the regulation of bark beetle populations, pp. 389-399. *In* G. O. Evans (ed.), *Proceedings of the 2nd International Congress of Acarology*, 19-25 July 1967, Sutton Bonington, United Kingdom.
- Lindquist, E.E., Krantz, G.W. and D.E Walter. 2009. Classification. *In*: G.W. Krantz and D.E. Walter (eds.), *A Manual of Acarology*, Third Edition. Texas Tech University Press, Lubbock, pp. 97-232.
- Lombardero, M. J. K. D. Klepzig, J.C. Moser and M. P. Ayres. 2000. Biology, demography and community interactions of tarsonemus (Acarina: Tarsonemidae) mites phoretic on *Dendroctonus frontalis* (Coleoptera: Scolytidae). *Agricultural and Forest Entomology*, 2: 193-202.
- McGraw J. R. and H. Farrier. 1969. Mites of the superfamily Parasitoidea (Acarina: Mesostigmata) associated with *Dendroctonus* and *Ips* (Coleoptera: Scolytidae). *North Carolina Agricultural Experiment Station Technical Bulletin*, 192:1-162.
- Méndez M. T. y A. Equihua. 1999. Presencia e importancia de *Scolytus multistriatus* (Marsham), descortezador del olmo en Aguascalientes, *Acta Zoológica Mexicana* (nueva serie) 76: 1-15.
- Méndez, O.C. 1966. Notas sobre *Macrocheles* de México. (Acari: Macrochelidae). *Annales Escuela Nacional de Ciencias Biológicas*. 15: 135-183.

- Moser, J. C. 1975. Mite predators of the southern pine beetle. *Annals of the Entomological Society of America*, 68:1113–1116.
- Moser J. C. and Roton L. M. 1971: Mites associated with southern pine bark beetles in Allen Parish, Louisiana. *The Canadian Entomologist*, 103:1775–1798.
- Moser, J. C., R. Wilkinsok and E. W. Clark. 1974. Mites associated with *Dendroctonus frontalis* Zimmerman (Scolytidae: Coleoptera) in Central America and Mexico *Turridbiz Vot*, 24 (4) 373-381.
- Preston, E. and R. M. T. Rosario. 1988. Associations of Mesostigmata with other arthropods. *Annual Review of Entomology*, 33:393-417.
- Tichomirov, S. I. 1977. Family Parasitidae. I: Opredelitel' obyayshchikh v pochve kleshchey Mesostigmata=Identification key to soil-inhabiting mites Mesostigmata, Eds. M. S. Gilarov and N. G. Bregetova, 55-107. Leningrad: Nauka.
- Vitzthum, H. G. 1923. Acarologische Beobachtungen. *Archiv für Naturgeschichte*, 89: 176–180.
- Vitzthum, H. G. 1926. Malayische Acari. *Treubia*, 8:1-196.
- Wiśniewski J., Hirschmann W. 1993. Katalog der Ganggattungen, Untergattungen, Gruppen und Arten der Uropodiden der Erde. *Acarologie (Nürnberg)*, 40:1-220.
- Wood, S. L. 1985. Aspectos taxonomicos de los Scolytidae pp. 170-174. Segundo Simposium Nacional de Parasitología Forestal. Cuernavaca Morelos, México, 17-20 Febrero, 1982. Secretaria de Recursos Hidraulicos. Publicación Especial No. 46. México, D.F. México.
- Wood, S. L. 1982. The bark and ambrosia beetles of North and Central America (Coleoptera: Scolytidae): a taxonomic monograph. *Great Basin Natural Memories* 6: 1-1359.

CAPÍTULO III

DIVERSIDAD Y ESTRUCTURA POBLACIONAL DE LOS MESOSTIGMADOS (ACARI: MESOSTIGMATA) ASOCIADOS A ESCOLITINOS

CAPÍTULO III

DIVERSIDAD Y ESTRUCTURA POBLACIONAL DE LOS MESOSTIGMADOS (ACARI: MESOSTIGMATA) ASOCIADOS A ESCOLITINOS

RESUMEN

Los ácaros mesostigmados son importantes como depredadores en galerías de la corteza y como foréticos de los insectos descortezadores, los cuales habitan en las coníferas de importancia económica. La ácarofauna subcortícola es poco conocida, por lo que es importante conocer la estructura de las comunidades presentes en un ecosistema ya que muchas de las especies viven en asociación con otras y en ocasiones pueden estar en el mismo hábitat y probablemente presentar interacciones ecológicas importantes que aun son desconocidas. Se determinó la abundancia relativa de los mesostigmados asociados a escolitinos y se comparó la diversidad faunística entre los diferentes hospederos. Trematuridae fue la familia más diversa y abundante pues se concentraron en ella las especies foréticas más frecuentes. Entre los resultados 22 especies se consideran nuevos registros para el país y para los diferentes hospederos. Se incrementa en un 175% las especies asociadas con diferentes escolitinos de importancia forestal en nuestro país. *Trichouropoda polytricha* es la especie más numerosa en este estudio. *Dendroctonus* spp. alberga el 67.77% de la abundancia total de mesostigmados, este género tiene 26 especies de las 33 registradas para este estudio. De acuerdo con el análisis de similitud faunística *Dendroctonus valens* y *D. rhizophagus* tienen un 61.23% pues comparten seis especies de ácaros foréticos, *Dendrolaelaps neocornutus*, *Lasioseius imitans*, *Proctolaelaps hystrix*, *P. subcorticalis*, *Trichouropoda ovalis* y *T. polytricha*.

Palabras clave: Familias, diversidad, similitud faunística, *Dendroctonus*, *Ips*

ABSTRACT

Mesostigmatids mites are important as predators in galleries as well as phoretics of bark beetles, they inhabit in conifers of economic importance. The subcortical mite fauna is little known, so the aim of this work is to know the structure of the communities present in this ecosystem since many of the species live in associations with others, in the same habitat and probably have important ecological interactions still unknown. The relative abundance of the mesostigmatids associated with scolytids was determined and the faunal diversity among different hosts was compared. Trematuridae was the most diverse and abundant family based on its most frequent phoretic species. Twenty two species are new records for the country and on different hosts. It is increased by 175% species associated with different scolytids of forest importance in our country. *Trichouropoda polytricha* is the largest species of this study. *Dendroctonus* spp. have the 67.77% of total abundance of mesostigmatids, this genus has 26 species of the 33 reported for this study. According to the analysis of faunal similarity *Dendroctonus valens* and *D. rhizophagus* have a 61.23% of mites and share six species *Dendrolaelaps neocornutus*, *Lasioseius imitans*, *Proctolaelaps hystrix*, *P. subcorticalis*, *Trichouropoda ovalis* and *T. polytricha*.

Keywords: family, diversity, faunal similarity, *Dendroctonus*, *Ips*

3.1 INTRODUCCIÓN

Los estudios faunísticos son frecuentes para organismos de determinada localidad, país o región, realizados en general de lugares con poca perturbación o declarados como reservas ecológicas, ya que se considera que la biodiversidad de estos sitios es la que representa a lo que comúnmente sucede en la naturaleza (CONANP, 2006). La diversidad arbórea de México tiene entre sus componentes a un sinnúmero de especies de importancia forestal, esta diversidad incluye los bosques de coníferas donde destaca la familia Pinacea, los cuales son de los más importantes en términos de aprovechamiento y producción (Dvorak, 1988).

Esta diversidad arbórea presenta una serie de problemas de entre los cuales la explotación y el deterioro son evidentes. Las causas más importantes que provocan el detrimento de los bosques en México son: la tala inmoderada de árboles, los incendios forestales, los cambios de uso del suelo, la práctica del pastoreo y el desmonte. Además de toda esta problemática, existen también organismos asociados, los cuales han coevolucionado con estas plantas a lo largo del tiempo y por ello han aprovechado este recurso. Los organismos de interés forestal en nuestro país se han estudiado dependiendo de la magnitud de sus daños; dentro de éstos los de la subfamilia Scolytinae (Curculionidae), los dipriónidos, y los cinípidos son en los que más se han enfocando debido a que se han considerado de importancia económica (Equihua-Martínez y Burgos-Solorio, 2002).

Los bosques están bien caracterizados por estructuras espaciales precisas, además de su complejidad estructural, una característica especial es la longevidad de las plantas, los microclimas particulares y la presencia de hábitats particulares que no se encuentran fuera de estas biocenosis, como troncos caídos o las galerías bajo la corteza.

Las galerías construidas bajo la corteza y en la albura (capa blanda y blanquesina) por escolitinos, cerambícidos y bupréstidos son el hogar de numerosas especies de ácaros Astigmata, Mesostigmata y Prostigmata. Estos ácaros a menudo tienen intrincadas relaciones con los hongos, escarabajos y árboles (Moser *et al.*, 1989), ya que se pueden encontrar especies con diferentes funciones en las galerías hay algunas que depredan huevos (Lindquist, 1986), otras son fungívoras, nematófagas, depredadoras, etc. Los ácaros mesostigmados son importantes como principales depredadores en galerías y como foréticos de los descortezadores presentes en las coníferas de importancia económica. Mucha de la ácarofauna subcortícola es parcialmente desconocida, no hay hasta el momento estudios de estructuras poblacionales en galerías en México.

Por lo anterior es importante conocer la estructura de las comunidades presentes en un ecosistema ya que muchas de las especies viven en asociaciones con otras, en el mismo hábitat y probablemente presentan interacciones ecológicas importantes que aún son desconocidas. Los objetivos de este trabajo fueron: 1) determinar la abundancia relativa de los mesostigmados asociados a escolitinos y 2) comparar la diversidad faunística entre los diferentes hospederos animales y vegetales.

3.2 MATERIALES Y MÉTODO

3.2.1 Recolección de material biológico

De abril del 2008 a diciembre de 2012, se realizaron recolectas en diferentes localidades de la República Mexicana, en bosques de coníferas principalmente. En cada una de éstas se localizaron visualmente árboles muertos o con sintomatología de daños por descortezadores, es decir con una tonalidad rojiza en el follaje o muertos en pie con resina y aserrín sobre la corteza (Fig. 3.1).



Figura 3.1. *Pinus leiophylla* con signos de daños por descortezador

De estos pinos con signos de ataques por descortezadores se tomaron muestras de corteza y trozas, ayudados por un hacha y una navaja de campo (Fig. 3.2A y B). Las cortezas fueron examinadas *in situ* para recolectar a los ácaros que se observaran moviéndose dentro de la corteza o cerca de los insectos, para tomar los ácaros se usaron un pincel fino y frascos Eppendorf de 1.5 ml, llenos de alcohol al 70%. Las cortezas fueron colocadas en bolsas de plástico debidamente etiquetadas para su traslado al laboratorio y fueron conservadas en refrigeración hasta ser revisadas, con la finalidad de preservar vivos a los organismos.



Figura 3.2. Muestras de corteza

3.2.2 Trabajo de laboratorio

Las cortezas colectadas fueron revisadas bajo microscopio estereoscópico, de las cuales se extrajeron los ácaros, se cuantificaron y se colocaron en ácido láctico (para su aclaración) y se montaron en Líquido de Hoyer en preparaciones permanentes. Las cortezas fueron mantenidas en cámaras de emergencia, las que se manufacturaron con botes de plástico con capacidad de 3.5 L, y se mantuvieron con suficiente humedad para que se siguieran desarrollando los ácaros (Fig. 3.3).



Figura 3.3 Material biológico procesado en laboratorio. Cortezas en cámaras de emergencia.

De igual manera las trozas fueron colocadas en cámaras de emergencia (Fig. 3.4), para la obtención de escolitinos adultos, machos y hembras, dichas cámaras consistieron cada una en un bote con tapa con capacidad aproximada de 20 L, en la parte media inferior de éste, se encontraba una abertura circular de 10 cm de diámetro donde iba soldada la tapa con rosca de un frasco que quedaba en posición horizontal, en este frasco quedaban atrapados los insectos que salían del tronco atraídos por la luz que entraba al bote a través del orificio. Los organismos obtenidos se colocaron en frascos Eppendorf con alcohol al 70% para después revisar cada ejemplar y obtener a los ácaros asociados. Las trozas fueron descortezadas y el tratamiento a las cortezas fue similar al de las colectadas en campo.



Figura. 3.4 Cámara de emergencia para escolitinos.

De cada una de las especies encontradas se montaron organismos en preparaciones permanentes para su determinación taxonómica. Los ácaros obtenidos de las trozas y cortezas fueron contabilizados, reconocido su sexo y se registró el estado de crecimiento si eran estados inmaduros (larva, protoninfa y deutoninfa) para construir una base de datos con los datos de colecta y la estructura poblacional.

Se abordaron aspectos ecológicos generales y de comparación faunística para conocer cómo varía la fauna de mesostigmados en relación al tipo de hospedero. El análisis ecológico incluyó riqueza específica, abundancia, diversidad y similitud faunística. La riqueza específica y la abundancia se expresaron como número de especies y como número de individuos, respectivamente. Se utilizó el programa BioDiversity Pro para Windows (Versión 2) para realizar el diagrama de agrupación para similitud faunística por hospedero.

3.3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.3.1 Riqueza específica y abundancia relativa

De las nueve familias colectadas para este estudio, la familia Trematuridae fue la más diversa (10 especies en un género) y abundante con 42% (327 ácaros) del total. Otras de las familias encontradas fueron Melicharidae con el 28% (213

ácaros, cuatro especies), Ascidae 9% (71 ácaros, siete especies), Digamasellidae 7% (52 ácaros, cuatro especies), Laelapidae 5% (37 ácaros, dos especies); Parasitidae 5% (38 ácaros, una especie), Macrochelidae 2% (19 ácaros y dos especies). Las menos abundantes y diversas fueron Nenteriidae 1% (nueve ácaros y una especie) y Sejidae 1% (ocho ácaros, una especie) (Fig. 3.5). Con excepción de Trematuridae, las familias restantes son frecuentemente encontradas en suelo. En esta familia se concentran las especies foréticas más frecuentes.

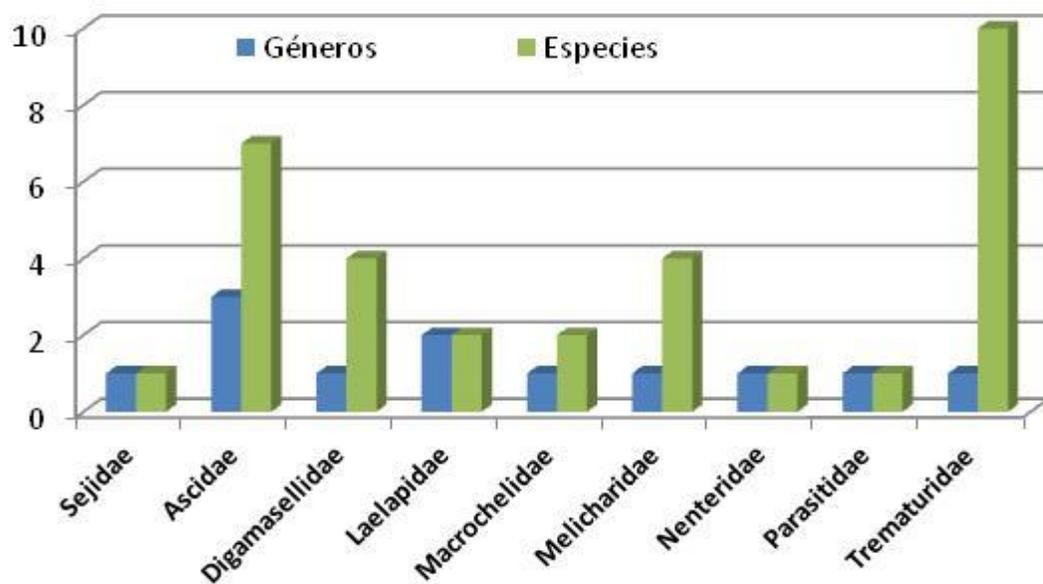


Figura 3.5. Número de géneros y especies por familia encontrada

Los estados de donde se habían reportado previamente son Puebla y Estado de México, principalmente en *D. mexicanus*, *D. frontalis*, *I. bonanseai*, *I. lecontei* e *Pseudips mexicanus*. Por lo anterior las 21 especies restantes se consideran nuevos registros en el país y por supuesto en los diferentes hospederos.

Con este trabajo se incrementa en un 175% (21) el número de especies asociadas con diferentes escolitinos de importancia forestal en nuestro país. Estudios conducidos por McGraw y Farrier (1969), Kinn (1971), Moser y Roton

(1971) y Moser *et al.* (1974), muestran que la diversidad de ácaros presentes tanto en galerías como asociadas directamente a los insectos es alta, llegando a reportar en promedio 60 especies de ácaros de diversos ordenes y familias, esto debido a que se toman en cuenta los taxa Astigmatina, Prostigmata, Oribatida y Mesostigmata, sin embargo las especies de mesostigmados no sobrepasan las veinte en estos estudios, por lo que podemos afirmar que la diversidad obtenida en este estudio es alta en comparación de otros estudios.

Dos especies de la familia Melicharidae fueron de las más abundantes, la primera fue *Proctolaelaps subcorticalis* (119 organismos) en este estudio y se asocia con 10 especies de descortezadores (41.7%), entre las que destacan *D. frontalis*, *D. valens*, *D. mexicanus* y *Pseudips mexicanus*. Previamente se había registrado en países como Estados Unidos, México, Guatemala y Honduras, sobre *Dendroctonus frontalis*, *I. bonanseai*, *D. mexicanus* e *I. cribicollis* en *P. montezumae* y *P. leiophylla* (Moser *et al.*, 1975; Gispert, 1983). La segunda fue *Proctolaelaps dendroctoni* se encontró en tres especies de descortezadores: *D. frontalis*, *D. mexicanus* e *Ips integer*, anteriormente fue registrada por Moser *et al.* (1975) quienes la citan en los Estados Unidos, México y algunos países de Centroamérica y la relacionan con *D. frontalis*, *D. ponderosae*, *Ips alvulsus* e *I. grandicollis* en *P. virginiana*, *P. echinata*, *P. taeda* y *P. contorta*; Gispert (1983) la registra en el Estado de México sobre *Ips bonanseai* en *P. hartwegii*.

La mayoría de los estudios sobre la asociación de ácaros-escolitinos a menudo ignoran las posibles asociaciones con otras familias de escarabajos barrenadores, pero en general esta asociación es poco frecuente (Kinn y Linit, 1989). Un ejemplo es *Dendrolaelaps neodisetus* que está asociado principalmente a cerambícidos y no es considerada especialista de los escolitinos (Chant, 1961; Kinn, 1987; Kinn y Linit, 1989; Moser y Roton, 1971).

3.3.2 Ácaros mesostigmados asociados a *Dendroctonus* spp.

Se revisaron siete especies de *Dendroctonus* (1493 organismos), este género agrupa el 67.77% del total de los ácaros colectados (Fig. 3.6).

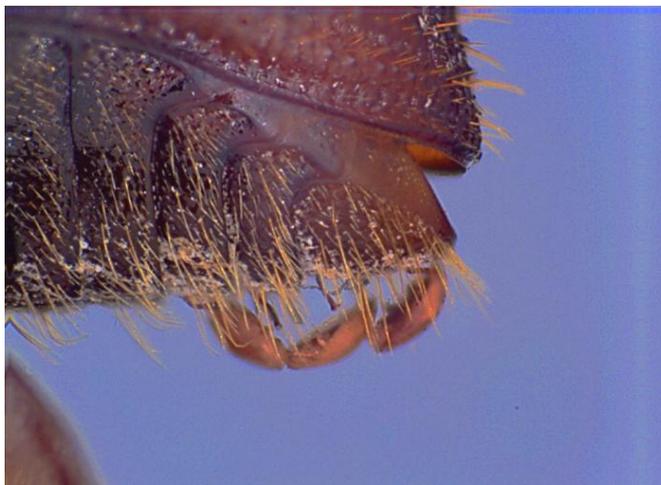


Figura 3.6. *D. adjunctus* con ejemplares de Trematuridae en esternitos abdominales. Vista lateral.

D. valens muestra el 48% de diversidad total de las especies de mesostigmados asociados (207 ácaros, 16 especies), seguida de *D. rhizophagus* 27% (114 ácaros, nueve especies), *D. adjunctus* 24% (36 ácaros, ocho especies), *D. mexicanus* 21% (42 ácaros y siete especies), *D. frontalis* 21% (37 ácaros, siete especies), *D. pseudotsugae* 6.1% (seis ácaros, dos especies) y *D. brevicomis* 3% (cinco ácaros, una especie). (Figura 3.7, Cuadro 3.1). En este género se encontraron 26 de las 33 especies de ácaros presentes en este estudio. Las especies más abundantes fueron *T. polytricha* y *T. ovalis*, la mayor abundancia (21.4%) de estas especies se concentró en *D. valens*.

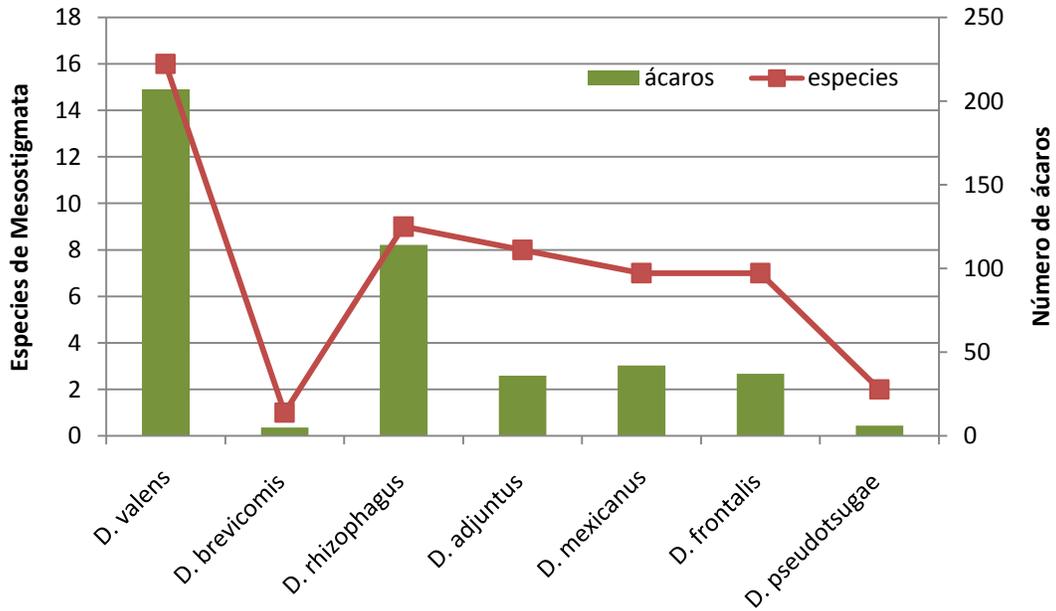


Figura 3.7. Número de géneros y especies de ácaros asociados a *Dendroctonus* spp.

3.3.3 Ácaros mesostigmados asociados a *Ips* spp.

Se revisaron siete especies de *Ips* y una de *Pseudips* (473 ejemplares), este grupo congregó el 21.47% del total de los ácaros colectados (Fig.3. 8).



Figura 3.8. *Pseudips mexicanus* con especies de Trematuridae en el declive elitral. Vista dorsal.

De las siete especies de *Ips* revisadas en este trabajo, destaca *I. bonansea* por presentar una mayor cantidad de especies de ácaros mesostigmados en comparación con las otras especies, *Ips bonansea* (171 ácaros, nueve especies), seguida de *Pseudips mexicanus* (23 ácaros, tres especies), *Ips calligraphus* (17 ácaros, tres especies), *I. integer* (14 ácaros, tres especies), *I. cribicollis* (siete ácaros, dos especies), *I. grandicollis* (ocho ácaros, tres especies) y las menos diversas y abundantes fueron *I. confusus* (tres ácaros, una especie) e *I. lecontei* (dos ácaros, una especie). (Fig. 3.9; Cuadro 3.2).

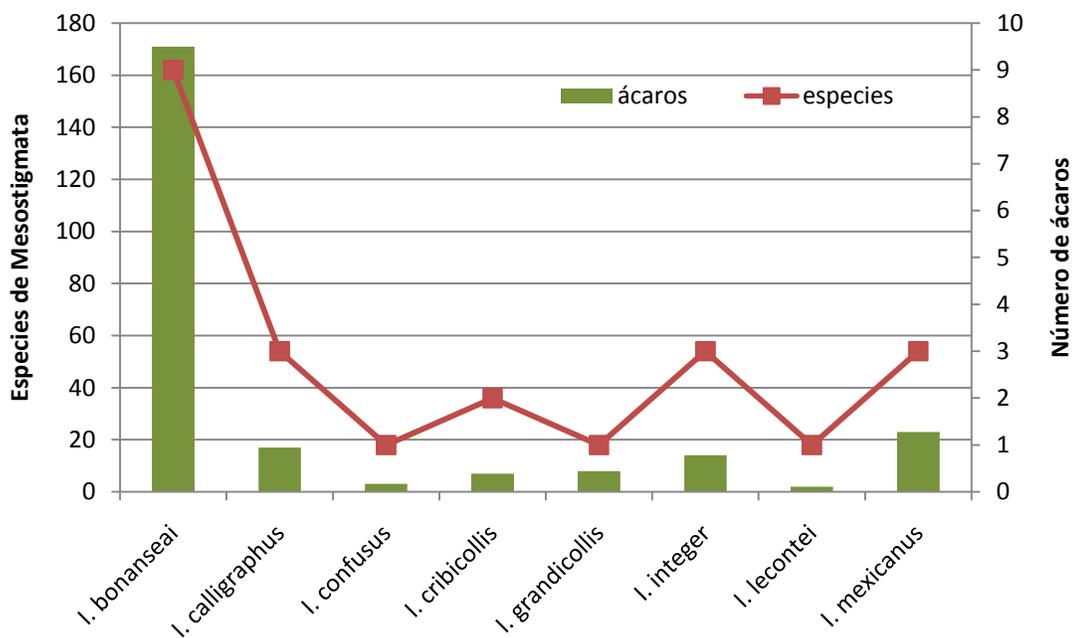


Figura 3.9. Número de géneros y especies de ácaros asociados a *Ips* spp.

3.3.4 Ácaros mesostigmados asociados a otras especies de escolitinos

Otros géneros de descortezadores donde se encontraron ácaros mesostigmados son *Hylastes*, *Hylesinus*, *Hylurgops*, *Pityophthorus*, *Phloeotribus*, *Scolytus* y *Stegomerus* (Cuadro 3.3). *Hylurgops* se asoció con cuatro especies, *Gnathotrichus* con tres, *Hylastes* y *Pityophthorus* con dos respectivamente, mientras que los géneros restantes solo se asociaron con una especie (Fig. 3.10).

En estos géneros se concentra el 11% (82 ácaros). *Trichouropoda polytricha*, *T. esp. n. 4* y *Proctolaelaps subcorticalis* son las especies más abundantes en estos géneros.

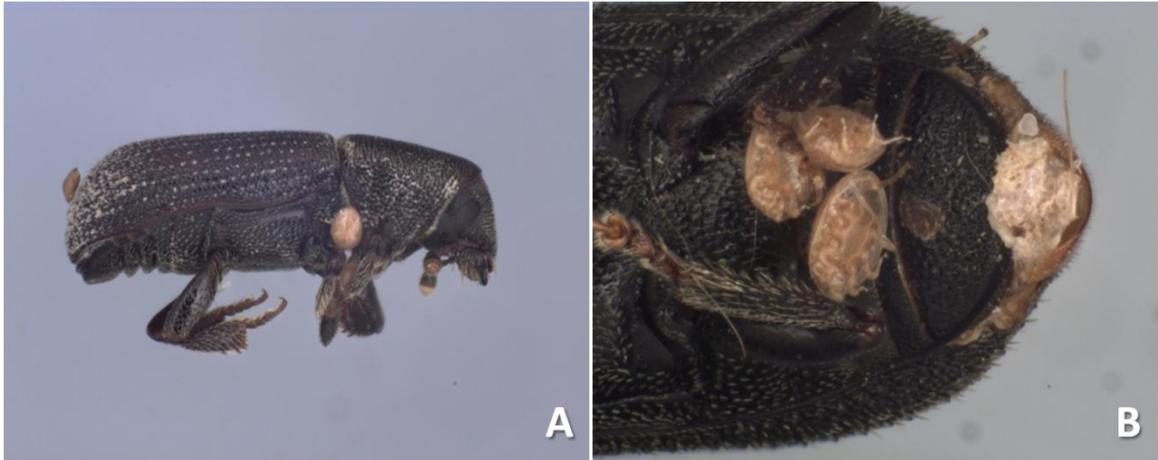


Figura 3.10. A) Ácaros trematúridos en esternitos de *Hylastes* sp; B) Trematuridae en *Hylurgops incomptus* (vista lateral).

Cuadro 1. Especies de ácaros mesostigmados asociados a *Dendroctonus* spp. y número de ejemplares recolectados.

Familia de Ácaro	Especie de ácaro	<i>D. adjunctus</i>	<i>D. brevicomis</i>	<i>D. frontalis</i>	<i>D. mexicanus</i>	<i>D. pseudotsugae</i>	<i>D. rhizophagus</i>	<i>D. valens</i>
Sejidae	<i>Sejus boliviensis</i>	-	-	-	-	-	-	8
Uropodidae	<i>Nenteria breviunguiculata</i>	-	-	-	-	-	-	9
Trematuridae	<i>Trichouropoda adjunti</i>	8	-	-	-	-	-	5
	<i>T. australis</i>	-	-	9	-	-	-	-
	<i>T. fallax</i>	2	-	-	11	-	-	-
	<i>T. hondurasae</i>	-	-	5	-	-	-	-
	<i>T. ovalis</i>	-	-	-	-	-	28	34
	<i>T. polytricha</i>	-	-	2	4	3	37	58
	<i>T. n.sp. 1</i>	-	-	3	-	-	-	2
	<i>T. n.sp. 2</i>	-	-	-	-	-	6	-
	<i>T. n.sp. 3</i>	-	-	1	-	-	-	4
	<i>T. n.sp. 4</i>	-	-	-	-	-	-	-
	<i>T. n.sp. 5</i>	-	-	-	-	-	-	-
Parasitidae	<i>Schizosthetus lyriformis</i>	-	-	-	6	-	-	9
	<i>Dendrolaelaps neocornutus</i>	-	-	-	-	-	10	10
Digamasellidae	<i>D. neodisetus</i>	4	-	-	-	-	-	-
	<i>D. pinuspatulatus</i>	-	-	-	-	-	-	-
	<i>D. quadrisetus</i>	8	-	-	-	-	-	-
Macrochelidae	<i>Macrocheles boudreauxi</i>	-	-	-	-	-	8	-
	<i>Macrocheles sp 1.</i>	6	-	-	4	-	-	1
Ascidae	<i>Arctoseius cetratus</i>	-	-	-	-	-	-	-
	<i>A. semicissus</i>	-	-	-	-	-	-	-
	<i>Asca pini</i>	-	-	-	-	-	-	-
	<i>Lasioseius cortiseius</i>	-	-	-	-	-	-	-
	<i>Lasioseius dentatus</i>	-	-	-	-	-	-	-
	<i>Lasioseius imitans</i>	-	-	-	-	-	5	7
	<i>Lasioseius safroi</i>	2	-	-	-	-	-	-
Melicharidae	<i>Proctolaelaps dendroctoni</i>	-	5	13	7	-	-	2
	<i>P. hystricoides</i>	4	-	-	4	-	-	7
	<i>P. hyxtris</i>	2	-	-	-	3	15	19
	<i>P. subcorticalis</i>	-	-	-	6	-	4	28
	<i>Androlaelaps casalis</i>	-	-	-	-	-	1	-
	<i>Hypoaspis ca vacua</i>	-	-	-	-	-	-	4
Total	Abundancia de <i>Dendroctonus</i>	237	37	146	572	83	172	246
	No. de especies de ácaro	8	1	7	7	2	9	16
	Abundancia de ácaros	36	5	37	42	6	114	207

Cuadro 2. Especies de ácaros mesostigmados asociados a *Ips* spp. y número de ejemplares recolectados.

Familia de Ácaro	Especie de Ácaro	<i>I.</i> <i>bonanseai</i>	<i>I.</i> <i>calligraphus</i>	<i>I.</i> <i>confusus</i>	<i>I.</i> <i>cribicollis</i>	<i>I.</i> <i>grandicollis</i>	<i>I.</i> <i>integer</i>	<i>I.</i> <i>lecontei</i>	<i>P.</i> <i>mexicanus</i>
Sejidae	<i>Sejus boliviensis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-
Uropodidae	<i>Nenteria breviunguiculata</i>	-	-	-	-	-	-	-	-
Trematuridae	<i>Trichouropoda adjunti</i>	-	-	-	-	-	-	-	-
	<i>T. australis</i>	39	2	-	-	-	-	-	-
	<i>T. fallax</i>	-	-	-	-	-	-	-	-
	<i>T. hondurasae</i>	-	-	-	-	-	-	-	-
	<i>T. ovalis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-
	<i>T. polytricha</i>	-	-	-	-	8	-	-	-
	<i>T. n.sp. 1</i>	-	-	-	-	-	-	-	-
	<i>T. n.sp. 2</i>	-	-	-	-	-	-	-	-
	<i>T. n.sp. 3</i>	-	-	-	-	-	-	-	-
	<i>T. n.sp. 4</i>	-	12	-	-	-	-	-	-
	<i>T. n.sp. 5</i>	-	-	-	-	-	-	-	-
Parasitidae	<i>Schizosthetus lyriformis</i>	21	-	-	-	-	1	-	-
Digamasellidae	<i>Dendrolaelaps neocornutus</i>	3	-	-	-	-	-	-	-
	<i>D. neodisetus</i>	5	-	-	-	-	-	-	1
	<i>D. pinuspatulatus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-
	<i>D. quadrisetus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-
Macrochelidae	<i>Macrocheles boudreauxi</i>	-	-	-	-	-	-	-	-
	<i>Macrocheles sp. 1</i>	-	-	-	-	-	-	-	-
Ascidae	<i>Arctoseius cetratus</i>	2	-	-	-	-	-	-	-
	<i>A. semicissus</i>	-	-	-	5	-	-	-	-
	<i>Asca pini</i>	10	-	-	-	-	-	-	-
	<i>Lasioseius cortiseius</i>	-	-	-	-	-	-	-	-
	<i>Lasioseius dentatus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-
	<i>Lasioseius imitans</i>	-	-	-	-	-	-	-	-
	<i>Lasioseius safroi</i>	32	-	3	-	-	-	-	-
Melicharidae	<i>Proctolaelaps dendroctoni</i>	-	-	-	-	-	4	-	-
	<i>P. hystricoides</i>	-	-	-	-	-	-	-	-
	<i>P. hyxtris</i>	-	-	-	-	-	-	-	-
	<i>P. subcorticalis</i>	53	-	-	2	-	-	-	10
	<i>Androlaelaps casalis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-
	<i>Hypoaspis ca vacua</i>	6	3	-	-	-	9	2	12
Total	Abundancia de Ips	117	6	32	12	18	37	16	235
	No. de especies de ácaro	9	3	1	2	1	3	1	3
	Abundancia de ácaros	171	17	3	7	8	14	2	23

Cuadro 3. Especies de ácaros mesostigmados asociados a *diferentes especies de descortezadores* y número de ejemplares recolectados

Familia de Ácaro	Especie de Ácaro	<i>Gnathotrichus</i> sp.	<i>Hylastes</i> sp.	<i>Hylesinus aztecus</i>	<i>Hylurgops incomptus</i>	<i>Pityophthorus</i> sp.	<i>Phloeotribus bursera</i>	<i>Phloeotribus pruni</i>	<i>Scolytus mundus</i>	<i>Stegomerus</i> sp.
Sejidae	<i>Sejus boliviensis</i>									
Uropodidae	<i>Nenteria breviunguiculata</i>									
Trematuridae	<i>Trichouropoda adjunti</i>									
	<i>T. australis</i>									
	<i>T. fallax</i>									
	<i>T. hondurasae</i>									
	<i>T. ovalis</i>									
	<i>T. polytricha</i>	19								
	<i>T. n.sp. 1</i>									
	<i>T. n.sp. 2</i>									
	<i>T. n.sp. 3</i>									
	<i>T. n.sp. 4</i>				18					
	<i>T. n.sp. 5</i>				7					
Parasitidae	<i>Schizosthetus lyriformis</i>			1						
Digamasellidae	<i>D. neocornutus</i>									
	<i>D. neodisetus</i>	7								
	<i>D. pinuspatulatus</i>									
	<i>D. quadrisetus</i>									
Macrochelidae	<i>Macrocheles boudreauxi</i>									
	<i>Macrocheles</i> sp. 1.									
Ascidae	<i>Arctoseius cetratus</i>									
	<i>A. semicissus</i>									
	<i>Asca pini</i>									
	<i>Lasioseius cortiseius</i>							1	1	
	<i>Lasioseius dentatus</i>									
	<i>Lasioseius imitans</i>						2			1
Melicharidae	<i>Lasioseius safroi</i>									
	<i>P. dendroctoni</i>				4	1				
	<i>P. hystricoides</i>	3								
	<i>P. hyxtris</i>		1							
	<i>P. subcorticalis</i>		6		6	2			2	
	<i>Androlaelaps casalis</i>									
	<i>Hypoaspis ca vacua</i>									
Total	Abundancia escolítinos	136	8	4	64	14	2	2	6	1
	No. especies de ácaro	3	2	1	4	2	1	1	2	1
	Abundancia de ácaros	29	7	1	35	3	2	1	3	1

3.3.5 Estructura poblacional de las especies encontradas

Las deutoninfas fueron las que predominaron en abundancia en este estudio con el 51% (394 ejemplares). Cabe destacar que la mayoría de ellas se concentró principalmente sobre insectos, de igual manera las hembras presentaron una gran abundancia (40%, 311 organismos); éstas se encontraron principalmente en las galerías de los descortezadores, al igual que las protoninfas (5.3%, 41), machos (2.92%, 23) y larvas (0.8%, 6) (Fig. 3.11).

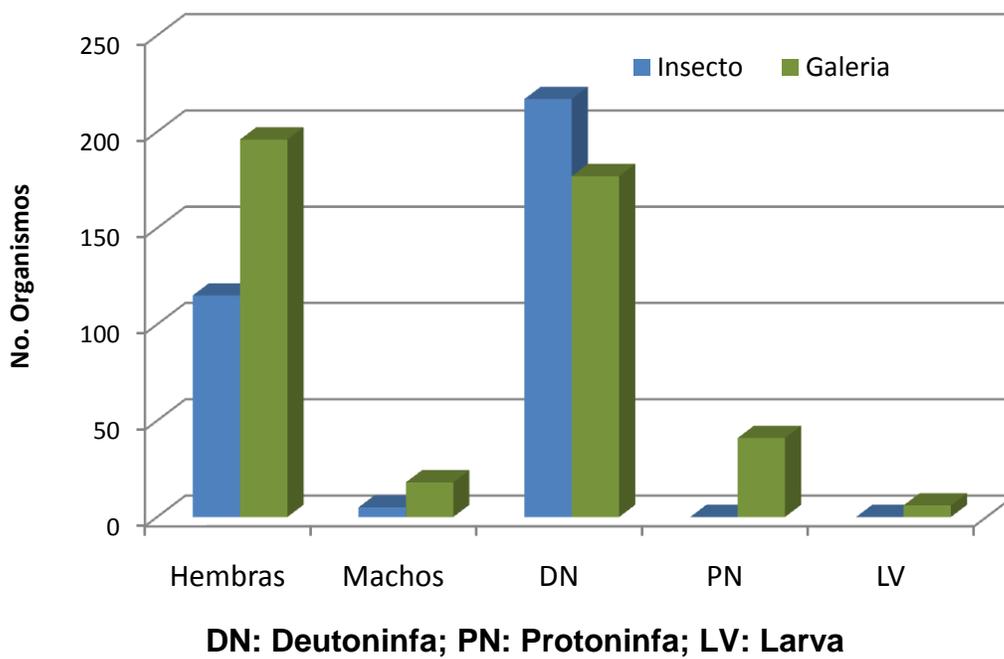
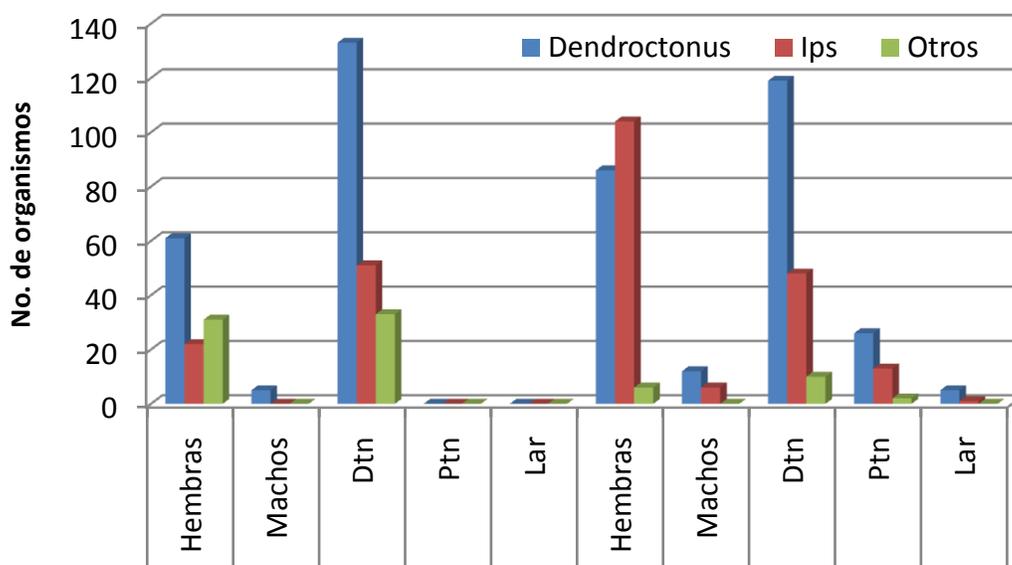


Figura 3.11. Estructura poblacional de mesostigmados sobre insectos y en galerías.

Las deutoninfas de la familia Trematuridae fueron las más abundantes, éste es el principal estadio para su dispersión (Bajerlein, 2013), para lo cual se agrupan básicamente en el declive elital y en la superficie ventral. En otras familias de mesostigmados, las hembras han sido registradas como los principales estadios para la dispersión y establecimiento en los diferentes hospederos por diferentes autores (Lindquist, 1969; Moser y Roton, 1971; Krantz y Walter, 2009), lo que concuerda con los resultados obtenidos en este trabajo.

3.3.6 Estructura poblacional por tipo de hospedero

Las deutononinfas son los estadios que se presentaron tanto en los hospederos como en las galerías, siendo en *Dendroctonus* donde se apreció una mayor cantidad de ellas. Las hembras también fueron abundantes pero especialmente en galerías de *Dendroctonus* (Fig.3.12), esto probablemente por la biología de los insectos, los cuales al ser especies invasoras primarias, colonizan árboles que aún están vivos, lo que puede proporcionar en parte hábitats donde se puedan establecer y reproducirse sin encontrarse con organismos competidores, depredadores o enemigos naturales, esto permite a los acaros aprovechar eficientemente las galerías que los insectos van construyendo y así se benefician con el establecimiento de sus poblaciones.



DN: deutoninfa; PN: protoninfa; LV: larva

Figura 3.12. Estructura poblacional de mesostigmados en diferentes géneros de descortezadores

Entre los ácaros mesostigmados que están adaptados a vivir en galerías subcorticales de insectos xilófagos, hay algunos que son exclusivos de estos hábitats entre los cuales se encuentran los géneros *Dendrolaelaps*, *Proctolaelaps*, *Trichouropoda* y *Uroobovella* (Kinn, 1971; Moser y Roton, 1971; Hirschmann and Wísniowski, 1982). Se conoce que cerca de 15 especies son transportadas comúnmente por los Scolytinae, se estima que el 40% de los adultos de estos insectos vuelan con alguna especie de ácaro foronte (Moser, 1976).

Al evaluar la similitud faunística entre las especies hospederas y sus ácaros asociados, se reconoce en el dendrograma (Fig. 3.13) que *Dendroctonus valens* y *D. rhizophagus* tienen una similitud de ácaros forontes del 61.23% pues comparten seis especies *Dendrolaelaps neocornutus*, *Lasioseius imitans*, *Proctolaelaps hystrix*, *P. subcorticalis*, *Trichouropoda ovalis* y *T. polytricha*. Por su parte *Scolytus mundus* y *Pityophthorus* sp tienen una similitud de 61.3%, pero solo comparten una especie *P. subcorticalis*. El hecho de que no existan más especies con una alta similitud faunística y que compartan una mayor cantidad de especies de ácaros forontes, refleja la alta heterogeneidad en el hábitat las especies foréticas y sus hospederos tanto vegetales como animales, así como de la región donde fueron localizados.

La asociación de foresia que han desarrollado los ácaros ha permitido una especialización con los escolitinos. Al respecto Moser (1971), menciona que *D. neodisetus*, *L. frontalis* y *P. dendroctoni* se encuentran frecuentemente asociadas a *D. frontalis*, son abundantes en el interior de la corteza y presentan este comportamiento. Algunas otras especies como *Proctolaelaps hystricoides*, *P. dendroctoni*, *Macrocheles boudreauxi*, *Schizosthetus lyriformis*, *P. hystrix*, aparentemente están limitadas en la gama de sus hospederos a sólo los géneros *Dendroctonus* e *Ips*.

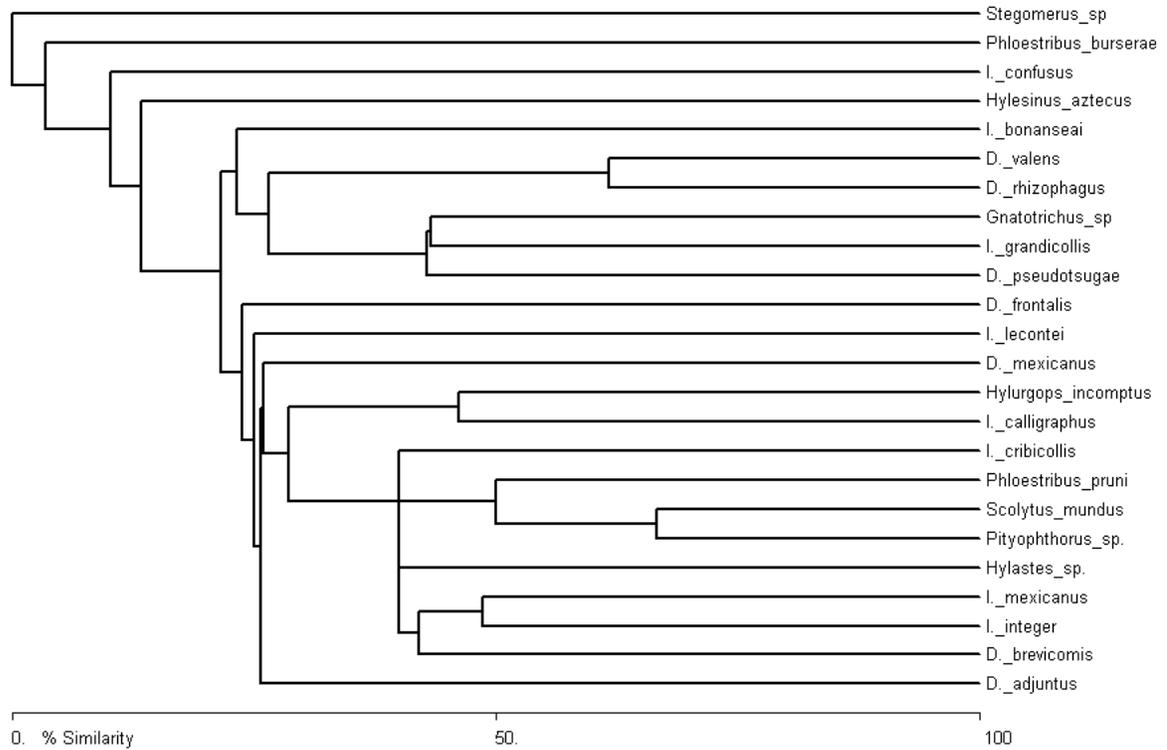


Figura 3.13. Dendrograma de similitud Faunística por descortezador

Estas especies de descortezadores a su vez se relacionan con 17 plantas hospederas, principalmente del género *Pinus* (96%) donde destacan *P. arizonica*, *P. hartwegii*, *P. leiophylla*, *P. montezumae* y *P. quadrifolia*; algunas especies de *Quercus* (2%), destacando *Q. rugosa*; el 2% restante tiene otros hospederos como las leguminosas (Fig. 3.14)

Pinus hartwegii, fue la especie que presentó una mayor cantidad de especies de mesostigmados bajo la corteza (15), mientras que *P. arizonica* presentó siete especies, todas las demás especies de coníferas presentaron menos de tres especies de ácaros.

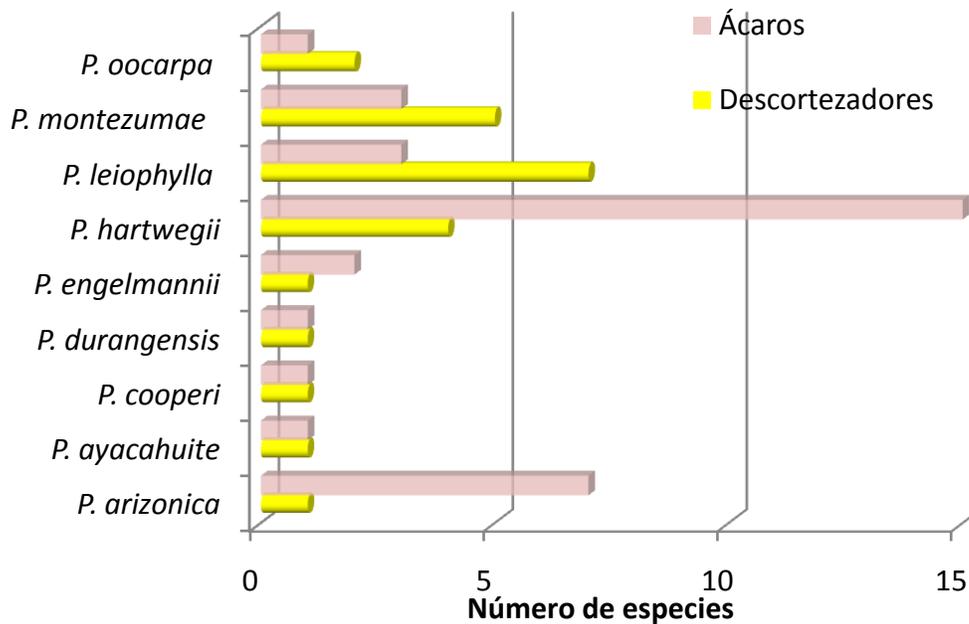


Figura 3.14. Especies de descortezadores y ácaros asociados en pinos.

Es importante mencionar que el tipo de muestreo favoreció mucho el hallar diferentes especies de ácaros, así como sus diferentes estadios, pues si se hubiesen utilizado métodos puramente químicos (trampas de feromonas) para colectar a los descortezadores, toda la fauna acarológica asociada a regiones subcorticales (raíces, tocones, fuste) sería esencialmente desconocida.

3.4 CONCLUSIONES

Trematuridae fue la familia más diversa (10 especies en un género) y abundante que concentró las especies foréticas más frecuentes, en contraste Sejidæ presentó 1% (ocho ácaros, una especie). Con excepción de Trematuridae, las familias restantes son frecuentemente encontradas en suelo.

Se incrementa en un 175% especies asociadas con diferentes escolitinos de importancia forestal en nuestro país.

Trichouropoda polytricha es la especie más numerosa (131 organismos) de este estudio.

Dendroctonus spp. alberga el 67.77% de la abundancia total de mesostigmados, este género se asoció con 26 especies de las 33 reportadas para este estudio. De acuerdo con el análisis de similitud de ácaros foréticos *Dendroctonus valens* y *D. rhizophagus* tienen un 61.23% pues comparten seis especies *Dendrolaelaps neocornutus*, *Lasioseius imitans*, *Proctolaelaps hystrix*, *P. subcorticalis*, *Trichouropoda ovalis* y *T. polytricha*.

3.5 LITERATURA CITADA

- Bajerlein, D., W Witaliński and Z. Adamski. 2013. Morphological diversity of pedicels in phoretic deutonymphs of Uropodina mites (Acari: Mesostigmata). *Arthropod Structure and Development*, 42(3):185–196.
- Chant, D. A. 1961. A new genus and species of mite in the family Digamasellidae Evans (Acarina). *Acarologia*, 3:11-13
- Dvorak, W.S. 1988. The genus pinus in Mexico and Central America: Distribution and gene conservation. In: *Subtropical and tropical forestry short course*. March 7-25. Sponsored by North Carolina State University. College of Forest Resources and Division for Lifelong Education. Pp. 1-13.
- Equihua-Martínez, A, y A. Burgos-Solorio. 2002. Scolytidae. Pp 53-74. In: Llorente-Bousquests, J., y J. J. Monrrone (Eds.). *Biodiversidad, Taxonomía y Biogeografía de Artrópodos de México: Hacia una síntesis de su conocimiento*. CONABIO, UNAM.
- Gispert, G.M.C. 1983. *Acarofauna asociada a Ips bonanseai* Hopkins (Coleoptera: Scolytidae). Tesis de Licenciatura Biología. UNAM Facultad de Ciencias. México. Pp. 108.

- Hirschmann, W. and J. Wísniowski. 1982. Weltweite revision der Gattungen *Dendrolaelaps* Halbert 1915 und *Longoseius* Chant 1961 (Parasitiformes). Band II. *Acarologie*, 29: 1-48.
- Kinn, D. N. 1971. The life cycle and behavior of *Cercoleipus coelonotus* (Acarina: Mesostigmata), including a survey of phoretic mite associates of California Scolytidae. *University of California Publications in Entomology*, 65: 1-66
- Kinn, D. N. 1987. Incidence of pinewood nematode dauerlarvae and phoretic mites associated with long-horned beetles in central Louisiana. *Canadian Journal Forest Research*, 17: 187-190.
- Kinn, D. N., and M. J. Linit. 1989. A key to phoretic mites commonly found on long horned beetles emerging from southern pines. U.S. Department of Agricultural. Forest Service Research, 357: 1-8.
- Krantz, G. W., and Walter, D. E. (Eds.) 2009. *A Manual of Acarology*. Third Edition. Texas Tech University Press; Lubbock, Texas, 807 pp.
- Lindquist, E. E. 1969. Mites and the regulation of bark beetle populations, pp. 389-399. *In* G. O. Evans (ed.), *Proceedings of the 2nd International Congress of Acarology*, 19-25 July 1967, Sutton Bonington, United Kingdom.
- Lindquist, E. E. 1986. The world genera of Tarsonemidae (Acari: Heterostigmata): a morphological, phylogenetic, and systematic revision, with a reclassification of the family-group taxa in the Heterostigmata. *Memoirs of the Entomological Society of Canada*, 136:1–517.
- McGraw, J.R. and Farrier MH. 1969. Mites of the superfamily Parasitoidea (Acarina:Mesostigmata) associated with *Dendroctonus* and *Ips* (Coleoptera: Scolytidae). *North Carolina Agricultural Experiment Station Technical Bulletin*, 192:1–162.
- Moser, J. C. 1975. Mite predators of the southern pine beetle. *Annals of the Entomological Society of America*, 68:1113–1116.
- Moser, J. C. 1976. Phoretic carrying capacity of flying southern pine beetle (Coleoptera: Scolytidae). *The Canadian Entomologist*, 108: 807–808.

- Moser, J. C. and L. M. Roton. 1971. Mites associated with southern pine bark beetles in Allen Parish, Louisiana. *The Canadian Entomologist*, 103: 1775–1798.
- Moser, J. C., R. Wilkinsok and E. W. Clark. 1974. Mites associated with *Dendroctonus frontalis* Zimmerman (Scolytidae: Coleoptera) in Central America and Mexico. *Turridbiz Vot*, 24 (4) 373-381.
- Moser, J. C., T. J. Perry and H. Solheim. 1989. Ascospores hyperphoretic on mites associated with *Ips typographus*. *Mycological Research*, 93:513–17.
- Walter, D. E. and V. Behan-Pelletier. 1999. Mites in Forest Canopies: Filling the Size Distribution Shortfall? *Annual Review of Entomology*, 44:1-19.

CAPÍTULO IV

ASPECTOS DE BIOLOGÍA DE LOS ÁCAROS MESOSTIGMATA (ACARI: MESOSTIGMATA) ASOCIADOS A ESCOLITINOS

CAPÍTULO IV
ASPECTOS DE BIOLOGÍA DE LOS ÁCAROS MESOSTIGMATA (ACARI:
MESOSTIGMATA) ASOCIADOS A ESCOLITINOS

RESUMEN

La diversidad morfológica, ecológica y de comportamiento que presentan los ácaros es abrumadora, en gran parte está relacionada con el desarrollo evolutivo de las relaciones inter-específicas. Estas relaciones involucran tres grupos taxonómicamente (hospedero vegetal, hospedero insecto y ácaro forético) muy distintos y estrechamente vinculados, las cuales implican especializaciones intrincadas en la parte de los simbioses, tanto morfológicas como fisiológicas o de comportamiento en virtud de mantener estas interacciones. El 7% de los escolitinos examinados presentó una asociación de foresia con ácaros mesostigmados. Se reconocieron 17 especies de ácaros distribuidos en diferentes partes del cuerpo de los insectos (superficie ventral, declive elitral, esternitos abdominales, apéndices, zona gular, élitros, cabeza y pronoto). Las especies más frecuentes fueron las deutoninfas de la familia Trematuridae, que incluyeron: *Trichouropoda australis*, *T. ovalis* y *T. polytricha*. Las preferencias por adherirse a una parte específica del cuerpo de un insecto aún no son totalmente conocidas, los lugares preferidos son los menos expuestos al riesgo de ser eliminados por el insecto transportador. Las especies encontradas pertenecen a dos gremios tróficos bien definidos, los depredadores y los nematófagos. El ciclo biológico de *Hipoaspis ca. vacua* fue de 9 a 13 días, es una especie muy voraz a veces llega al canibalismo cuando escasea su alimento. Se adapta fácilmente a las condiciones del cultivo, se reproduce exitosamente y tiene una tasa alta de oviposición.

Palabras clave: sitios preferidos, gremios tróficos, ciclo biológico

ABSTRACT

The diversity of morphological, ecological and behavioral presenting mites is overwhelming; largely it is related to the evolutionary development of inter-specific relations. These relations involve three groups taxonomically very different and closely linked, which involve intricate specialization on by the symbionts, morphological, physiological or behavioral pursuant to keep these interactions. The 7% of bark beetles examined have phoretic mites associated. Seventeen mite species distributed in different parts of the insect body (ventral surface, elytral declivity, abdominal sternites, appendages, gular area, elytra, head and pronotum) had been recognized. The most frequent species were the deutonymphs of the family Trematuridae *Trichouropoda australis*, *T. ovalis* and *T. polytricha*. Preferences for adhering to a specific insect body part are not yet fully known, the favorite places are the least exposed to the risk of being eliminated by the insect carrier. The species found belong to two trophic guilds well defined, predators and the nematophagous. One of the studied biological aspects was the life cycle of *Hipoaspis ca vacua* which was of 9-13 days and it is a very voracious species and sometimes comes to cannibalism when their food is scarce. It easily adapts to the culture conditions, reproduces successfully and has a high oviposition rate.

Keywords: favorite sites, trophic guilds, life cycle

4.1 INTRODUCCIÓN

La foresia es la dispersión pasiva que muchos grupos de ácaros utilizan, como un proceso obligado en la colonización de nuevos hábitats, durante el cual el ácaro forético es transportado mientras muestra una disposición especial para ser desplazado. Al respecto Szymkowiak *et al.* (2007) mencionan que la asociación con el huésped es una adaptación para la supervivencia en ambientes extremos, para lo cual efectúan modificaciones morfológicas y etológicas, al igual que algunas de las relaciones con los cambios en el sustrato, estos también afectan a la separación del ácaro forético con su insecto hospedero.

Por lo tanto la dispersión pasiva de muchos grupos de ácaros es un proceso obligatorio. Las diferentes adaptaciones, así como la sincronización de sus ciclos biológicos con el desarrollo de sus hospederos (co-evolución) muestran la gran importancia de este fenómeno en los ácaros (Athias-Binche, 1994). Las asociaciones de ácaros con artrópodos para su dispersión o el parasitismo se desarrollan en muchos grupos de ácaros, pero en Mesostigmata al igual que en otros grupos estas asociaciones han evolucionado en el tiempo, por lo que ahora existe una amplia y compleja variedad de ellas. Los registros más antiguos mencionan a los ácaros uropódidos adheridos a descortezadores en ámbar Dominicano establecido hace 20 millones de años, es decir en el Periodo Terciario de la era Cenozoica (Poinar, 1982). Sin embargo, Lindquist (1975) especuló que tales asociaciones probablemente han existido desde la era Mesozoica tardía (Cretácico, casi 100 millones de años de antigüedad).

Los ácaros mesostigmados están asociados con 24 familias de coleópteros, especialmente de la subfamilia Scolytinae (Familia Curculionidae) y la familia Cerambycidae, quienes suelen ser los hospederos más frecuentes. Diversas familias de mesostigmados han sido colectadas en galerías, aunque los hábitos alimentarios de muchos de estos son desconocidos, mientras que de otros tantos no lo son; de ellos se ha documentado que se alimentan de otros organismos

presentes en estos sustratos como son nematodos, otros ácaros, huevos o estados inmaduros de los insectos hospederos, hongos, etc, todos ellos disponibles en estos microecosistemas (Hunter y Rosario, 1988).

La simbiosis es una forma de interacción biológica que hace referencia a la relación de cualquier tipo entre organismos de distintas especies. Se ha especulado mucho sobre la relación que existe entre los escolitinos, ácaros y hongos. Muchos autores han revisado la biología y ecología de los escarabajos descortezadores y de las infecciones fúngicas, pero sin duda, persisten algunas lagunas en el conocimiento de los beneficios relativos acumulados por los participantes en estas interacciones simbióticas, y detalles biológicos importantes que aún se desconocen. Entre las interacciones más importantes encontradas para los descortezadores y sus ácaros asociados están principalmente la variedad en los gremios tróficos, los diferentes tipos de foresia y los cambios morfológicos que cada grupo ha desarrollado a lo largo del tiempo para subsistir en esta simbiosis (Six y Klepzig, 2004)

Es importante reconocer e identificar aspectos biológicos, ecológicos, de comportamiento, alimentación y especificidad con los hospederos, lo que conforma a las interacciones entre especies, para que puedan clarificar dichas interacciones. Esto nos proporcionará herramientas para proponer a los ácaros como indicadores biológicos, como prospectos para reducir a las poblaciones de los descortezadores, es decir, como agentes de control biológico. Por lo anterior se planteó conocer y determinar los tipos de foresia existentes entre los mesostigmados encontrados, así como determinar si había una preferencia por el lugar de alojamiento o sujeción en el cuerpo del insecto y observar algunos aspectos biológicos de las especies en cultivo.

4.2 MATERIALES Y MÉTODO

4.2.1 Recolección del material biológico

Se realizaron muestreos en 16 estados de la Republica Mexicana (Aguascalientes, Baja California, Chihuahua, Coahuila, Estado de México, Hidalgo, Jalisco, Morelos, Michoacán, Nuevo León, Oaxaca, Puebla, Querétaro, Tlaxcala, Veracruz, Zacatecas), comprendidos de 2008 a 2012, durante los cuales se tomaron muestras de cortezas y trozas que presentaban signos de daño por descortezadores pertenecientes a la subfamilia Scolytinae. Las muestras fueron depositadas en bolsas plásticas para su traslado al laboratorio de Acarología para su posterior revisión. En el laboratorio se extrajeron los insectos de las cortezas y las trozas se colocaron en cámaras de emergencia en espera de los adultos, los cuales fueron fijados en alcohol al 70%. Adicionalmente se revisó material en alcohol procedente de Durango y Chiapas. Todo el material biológico fue observado minuciosamente bajo microscopio estereoscópico para extraer los ácaros presentes. Los ácaros fueron removidos de los escolitinos, los primeros fueron contabilizados, separados por morfoespecie y aclarados con ácido láctico. Posteriormente fueron montados en laminillas permanentes con líquido de Hoyer, para su determinación taxonómica mediante claves especializadas.

4.2.2.1 Interacción entre especies

Se observaron a los insectos descortezadores, sus ácaros asociados para ver si portaban sobre su integumento esporas o hifas de los hongos micangiales presentes en las galerías. Además se documento sobre la posición de las esporas en el cuerpo del ácaro. Se determinaron las especies de ácaros netamente foreticas, sus gremios tróficos. Se determinó el tipo de foresia y las partes preferidas para este proceso sobre el cuerpo del insecto.

4.2.2 Cultivo de especies en laboratorio

De las especies colectadas, se extrajeron ejemplares vivos de diferentes estadios, principalmente hembras, machos y deutoninfas. Éstos fueron colocados

en botes plásticos de 100 ml los cuales contenían un sustrato de yeso, carbón vegetal y materia orgánica (Fig. 4.1), mantenidos una humedad constante y temperatura de aproximadamente 25°C (Estrada-Venegas, en prensa).



Figura 4.1. Extracción de material biológico y confinamiento de especies en cultivos

Una especie de ácaro mesostigmado fue confinada en cultivos (*Hypoaspis ca. vacua*), en condiciones de laboratorio. Por cada cultivo fueron colocados 10 hembras y tres machos. Se tuvieron cinco cultivos para este estudio. La dieta de esta especie consistió de ácaros astigmatinos, *Rhizoglyphus robini* y *Sancassania* sp.; diferentes estadios de desarrollo (adultos e inmaduros) de las presas fueron utilizados durante esta investigación. Diariamente se introducían al cultivo como alimento veinte adultos y cincuenta ejemplares inmaduros de cada una de las especies seleccionadas como presa. Estos ácaros presa son utilizados por su fácil establecimiento y reproducción en laboratorio (Estrada-Venegas y Chaires-Grijalva, 2004). La especie confinada fue observada regularmente durante el día para conocer aspectos de su biología y comportamiento; se tomaron fotografías de los eventos observados.

4.3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.3.1. Interacciones entre especies (descortezadores, hongos y ácaros).

En este estudio se observaron diferentes especies de ácaros que llevaban esporas sobre el integumento, principalmente en la parte dorsal de las coxas y patas, así como del idiosoma, entre las familias que se observaron portando esporas se encuentran Ascidae, Digamasellidae, Macrochelidae, Sejidae y Trematuridae (Fig. 4.2). Es importante mencionar que ninguna de estas familias presenta una esporoteca, por lo que el transporte de los hongos asociados es externo.

En la simbiosis descortezador-ácaro-hongo, el beneficio a través del transporte es ganado estrictamente por el hongo y en muchos casos, los ácaros pueden ser un importante vector (Klepzig *et al.*, 2001). Las interacciones entre los escarabajos de la corteza, sus hongos asociados y los ácaros son complejas. La mayoría de las especies de descortezadores actúan como vectores de hongos de los géneros *Ceratocystis* y *Ophiostoma* (Pérez *et al.*, 2009). Estos hongos adquieren importancia debido a que producen el manchado de la madera reduciendo el valor de la misma y por lo tanto ocasionando pérdidas económicas (Pérez, 2011), dichos hongos están adaptados a dispersarse por artrópodos como son los descortezadores de diferentes géneros y sus ácaros asociados. Los hongos son transportados a través de sistemas elaborados tales como micangios de los descortezadores y las esporotecas de los ácaros asociados (Klepzig *et al.*, 2001; Six y Klepzig, 2004; Hofstetter *et al.*, 2006).

El área que rodea a los huevos puede ser inoculada con el contenido del micangio, al desarrollarse los hongos, las larvas contarán con alimento suficiente entre las hifas y esporas que se propagan dentro de las galerías y cámaras de alimentación (Payne, 1983). Los hongos más comunes asociados con *Dendroctonus frontalis* son *Ophiostoma minus* y *Ceratocystiopsis ranaculosus*, de los cuales dicho ácaro recibe la mayor parte de su nutrición (Ayres *et al.*, 2000). La

colonización del hongo causa que se produzca la muerte del árbol rápidamente, o por lo menos diferente de lo que sería en ausencia del hongo (Paine *et al.*, 1997). Esta relación insecto-hongo puede definirse como una simbiosis mutualista, porque ambos organismos reciben beneficios.



Figura 4.2. A) Macrochelidae hembra con ascosporas entre las patas, B) Macrochelidae con hifas en las patas IV, C) Trematuridae con diferentes esporas en la cutícula y D) Protoninfa de *Sejus boliviensis* con esporas en el cuerpo.

Sin embargo cuando el hongo ha colonizado gran parte del floema, las zonas de alimentación de las larvas del descortezador se reducen, se inhibe la producción de huevos, el crecimiento larval se reduce y puede ocurrir un aumento en la mortalidad (Barras, 1970); lo que lleva a mas bajos niveles de su éxito reproductivo, y con ello el hongo se vuelve un antagonista del descortezador (Klepzig *et al.*, 2000; Lombardero *et al.*, 2000).

Algunos descortezadores como *Dendroctonus frontalis* atacan masivamente y causan la muerte a los arboles sanos, estos ataques son iniciados por las hembras con el uso de feromonas de agregación (Paine *et al.*, 1997). Las hembras apareadas comienzan el desarrollo de una galería en el interior de la corteza y floema (Thatcher, 1960; Payne, 1983) y durante este proceso inoculan diferentes tipos de los hongos. Las hembras llevan foréticamente en el exoesqueleto tanto hongos como ácaros, (Rumbold, 1931; Bridges y Moser, 1983); mientras los que el hongos se desarrollan puede ayudar al descortezador matar al árbol (Basham, 1970).

Dendroctonus frontalis, posee un micangio protorácico que consiste en invaginaciones pareadas del exoesqueleto, cada una de las cuales tienen forma de un poro similar a la apertura ventral y contiene dos tipos de células secretoras (Barras y Perry, 1972). Dentro de cada lado del micangio, la hembra mantiene un cultivo puro de cualquiera de los hongos mutualistas (Barras y Taylor, 1973). Por otro lado, más de 96 especies de ácaros mesostigmados, prostigmados, criptostigmados y astigmatinos se asocian con el hábitat de *D. frontalis* (Moser y Roton, 1971). Entre estos asociados hay parásitos, depredadores, fungívoros y omnívoros (Moser y Roton, 1971; Moser *et al.*, 1971 y 1974). Del total de especies registradas, sólo 14 pueden ser foréticas (Moser y Roton, 1971) transportadas en la superficie externa del escarabajo (Lindquist, 1969a; Smiley y Moser, 1974), se considera que el resto son componentes del hábitat. Lombardero *et al.* (2000) y Klepzig *et al.* (2000) mencionan que los ácaros no parecen afectar la interacción entre descortezador-hongo-árbol. Algunos ácaros de la familia Tarsonemidae (*Tarsonemus ips* y *T. krantzi*) poseen estructuras especializadas, en forma de solapa en el tegumento, estas hacen la función de esporotecas las cuales contienen ascosporas de hongos micangiales (Bridges y Moser, 1983), lo cual significa que también interactúan en la relación insecto-hongo-árbol.

4.3.2 Gremios tróficos

Básicamente fueron determinados dos grandes gremios tróficos, los ácaros nemátofagos y los depredadores de otros ácaros. Los principales ácaros nemátofagos son las deutoninfas *Schizosthetus lyriformis* y *Dendrolaelaps neodisetus* (Moser, 1975).

D. quadrisetus, *Hypoaspys (Cosmolaelaps) ca. vacua*, *Macrocheles boudreauxi*, y *S. lyriformis*, son depredadores voraces que se alimentan de otros ácaros presentes en galerías. Cabe mencionar que en este estudio se observó a *D. quadrisetus*, *L. safroi* e *H. ca. vacua* alimentándose de estados inmaduros de astigmatinos en las galerías, pero no se observó que atacaran a los huevos o larvas de los descortezadores, tal y como lo señalan diferentes autores. (Kinn, 1983a y b; Lindquist 1969b; Moser, 1975a). Estos autores mencionan que todos los ácaros mesostigmados atacan a los huevos y larvas de los escolitinos, presentes en las galerías, aunque solamente *D. quadrisetus* se alimenta principalmente de ellos.

4.3.2.1 Nematofagos. Además de los ácaros, los nemátodos son regularmente encontrados bajo los élitros de varias especies de *Dendroctonus*, agrupados en cientos o miles de ellos (Fig. 4. 3).

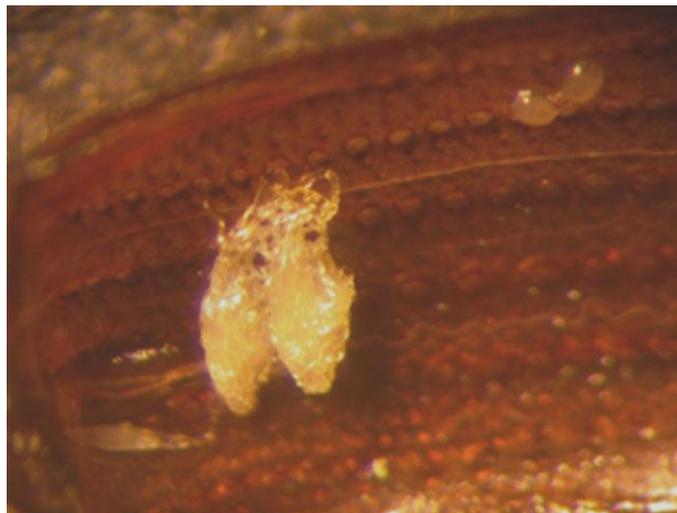


Figura 4.3. Nematodos bajo élitros de *Dendroctonus rhizophagus*

Muchas de las especies de mesostigmados que buscan refugio o transporte bajo los élitros suelen alimentarse durante el viaje de estos organismos, pero no todos los estadios suelen alimentarse de nemátodos, algunos sólo en los estadios larvales como *Schizosthetus lyriformis*, mientras que en *Dendrolaelaps quadrisetus* son las deutoninfas y adultos. Presumiblemente los ácaros cuyas etapas post larvales se alimentan de nematodos, podrían ser efectivos agentes de control biológico (Klepzig *et al.*, 2001). *Dendrolaelaps neodisetus* prefieren nematodos más que otras presas.

Por otra parte, otros ácaros como *Dendrolaelaps quadrisetus* prefieren alimentarse de las crías de descortezadores que de nematodos (Moser, 1995). Andre (1980) señala que una alta preferencia forética de un ácaro por un hospedero en particular, no necesariamente significa que se alimenta de él. Los nematodos suelen ser foréticos y junto con los ácaros, se han registrado en descortezadores y en cerambícidos. Algunos ácaros se alimentan de ellos mientras dura la asociación forética (Enda y Tamura, 1977; Tamura y Enda, 1980). Ciertos ácaros nematófagos como *Dendrolaelaps neodisetus* pueden ser benéficos para el desarrollo del descortezador y su asociación mutualista, ya que el ácaro se alimenta de los nemátodos (por ejemplo, *Contortylenchus brevicomi*) (Kinn, 1983b).

4.3.2.2 Depredadores. Se observó a *Proctolaelaps dendroctoni* e *Hypoaspsis ca vacua.*; *Macrocheles boudreauxi* alimentarse de ácaros digamasélidos y las ninfas y adultos de *Schizosthetus lyriformis* comen ácaros digamasélidos, queiletidos y uropodidos. Al respecto Kinn (1983) menciona que muchos ácaros nematófagos atacan y matan a otros ácaros, los huevos y las larvas de *Dendrolaelaps quadrisetus* son presas de *Cercoleipus coelonotus* (Mesostigmata: Cercomegistidae); *Histiogaster arborsignis* se alimenta de *Mexecheles* sp.

Las relaciones de la cadena alimenticia pueden ser complejas (Kinn, 1971), esto pone de relieve que uno no puede discutir sobre los ácaros foréticos sin

considerar el insecto huésped, hongos y nematodos. Todos ellos interactúan y dependen unos de otros en las galerías. Moser (1995) menciona que cuanto más cerca está la relación forética entre un ácaro y un descortezador, es menor la amenaza de depredación. Por lo tanto, las especies de ácaros con un bajo índice de asociación pueden tener altas probabilidades de depredación. Debido a sus hábitos foréticos, tendemos a pensar que los ácaros subcorticales tienen un hospedero específico. En realidad, la mayoría de los ácaros en la red alimenticia son probablemente más específicos al hábitat que a un escarabajo en específico. Se menciona que *Proctolaelaps hystricoides* tiende a ser más específico del hábitat debido a que está asociado con varias especies de *Dendroctonus*, *Ips* y *Orthotomicus* (Lindquist, 1969b), *Histiogaster arborisignis* (Astigmatina) es un ácaro cosmopolita presente en espacios subcorticales tanto de coníferas como de angiospermas, pero también pueden colonizar los cuerpos fructíferos de hongos que crecen en la madera (Moser, 1995).

Lindquist (1969b) menciona que la introducción y manipulación de especies nuevas o exóticas como enemigos naturales parecen tener pocas posibilidades, contra escolitinos. Esto se debe a que casi todas especies de escolitinos están bien adaptadas, en algunos casos endémicas y con un complejo de muchos asociados bióticos. Sin embargo, Miller *et al.* (1987) señalan que el control biológico nunca se ha intentado en serio en los Estados Unidos y debe ser reconsiderado a la luz de la teoría de las “nuevas asociaciones”, en las que algunos ácaros son atraídos por las feromonas de algunos descortezadores, hecho que puede ser aprovechado para evaluar si el potencial para el control biológico puede ser alto (Pimentel, 1963).

4.3.3 Foresia de mesostigmados asociados a escolitinos

En este trabajo se revisaron un total de 2203 insectos escolitinos de 24 especies, de los cuales 408 (12%) presentaron ácaros foréticos pertenecientes a diferentes taxa. De las 33 especies de ácaros mesostigmados determinadas para México, las especies foréticas más abundantes fueron las deutoninfas de la familia

Trematuridae como *Trichouropoda polytricha*, *T. australis* y *T. Ovalis* (Fig. 3.4 A y B).

Se observó un porcentaje bajo de ácaros adheridos al cuerpo de los insectos, presumiblemente porque al tomar las muestras de cortezas y extraer a los insectos, prevalecían aún condiciones favorables en las galerías dando como resultado un ambiente estable, del cual aún podrían tener protección y alimentación por lo que aún no era tiempo de adherirse al escolítino y emigrar a otros sitios con mejores condiciones, por lo que deben dispersarse tan pronto como las condiciones de vida dentro de la galería comienzan a deteriorarse.



Figura 4.4. Ácaros foréticos A) de la familia Trematuridae y B) Trematuridae y Digamasellidae

Se encontraron tres diferentes tipos de foresia para las especies registradas, aplicando los criterios de Farish y Axtell (1971) y Hoffmann (1981); una de ellas fueron hembras foréticas no especializadas (sin modificaciones ni secreciones corporales), en las familias Ascidae, Melicharidae y Macrochelidae; un segundo tipo fue el de las deutoninfas foréticas de *Schizosthetus lyriformis* de la familia Parasitidae, las cuales sólo se sujetan con las uñas ambulacrales y finalmente un tercer tipo donde las deutoninfas de Trematuridae se adhieren al hospedero mediante un pedicelo anal, que cuando se desprende se observa como si fuera una cuerda fija al hospedero (Fig. 4.5).

La foresia en el grupo de mesostigmados se observa con frecuencia, pero es muy común que debido a la compleja taxonomía del grupo, algunos autores no han determinado todas las especies de ácaros asociados a descortezadores, sólo a los taxones de orden superior, comúnmente familias y géneros, por lo que no hay suficientes registros de las especies asociadas a descortezadores (Faasch, 1967; Ramsey, 1967; Gordh y Barrows, 1976; Moser, 1976; Chmielewski, 1977; Desender y Vaneechoutte, 1984; Philips, 1984; Gordh, 1985; Wiśniewski y Hirschmann, 1992; Athias-Binche, 1993; Athias-Binche *et al.*, 1993; Maśán, 1993; Fain *et al.*, 1995).

4.3.4 Modificaciones estructurales

Las especies de la familia Trematuridae es de las que se encontraron con modificaciones estructurales y de comportamiento, principalmente en las deutoninfas, las cuales presentan un pedicelo anal, de apariencia resistente y esclerosada. Se observa un tallo principal y dos extremidades extendidas: uno que se adhieren a la región anal de la deutoninfa y una segunda conectada a la cutícula del hospedero. Al respecto Bajerlein *et al.* (2013) mencionan que el tamaño de los pedicelos anales de *Trichouropoda ovalis* es de 141 μm que comparado al tamaño del mismo organismo (627.5 μm) es de un poco mas del 20%. Además menciona que en los trematúridos los pedicelos son de una longitud constante, la cual esta determinada por la capacidad de extender el par de patas IV.

Se observó que los ejemplares de *Trichouropoda politricha* producen pedicelos anales cortos y su forma de adherirse al hospedero es agregada, se han encontrado hasta seis ejemplares de esta especie por sitio en cada hospedero, se presume que los pedicelos cortos no permiten que se adhieran una mayor cantidad de organismos en el mismo sitio sobre el hospedero; por el contrario los pedicelos largos permiten que mas deutoninfas pudieran adjuntarse para realizar la foresia, pues la dispersión de otras deutoninfas de la misma especie aumenta la

probabilidad de encontrar una pareja para el apareamiento después de la colonización de un nuevo hábitat.

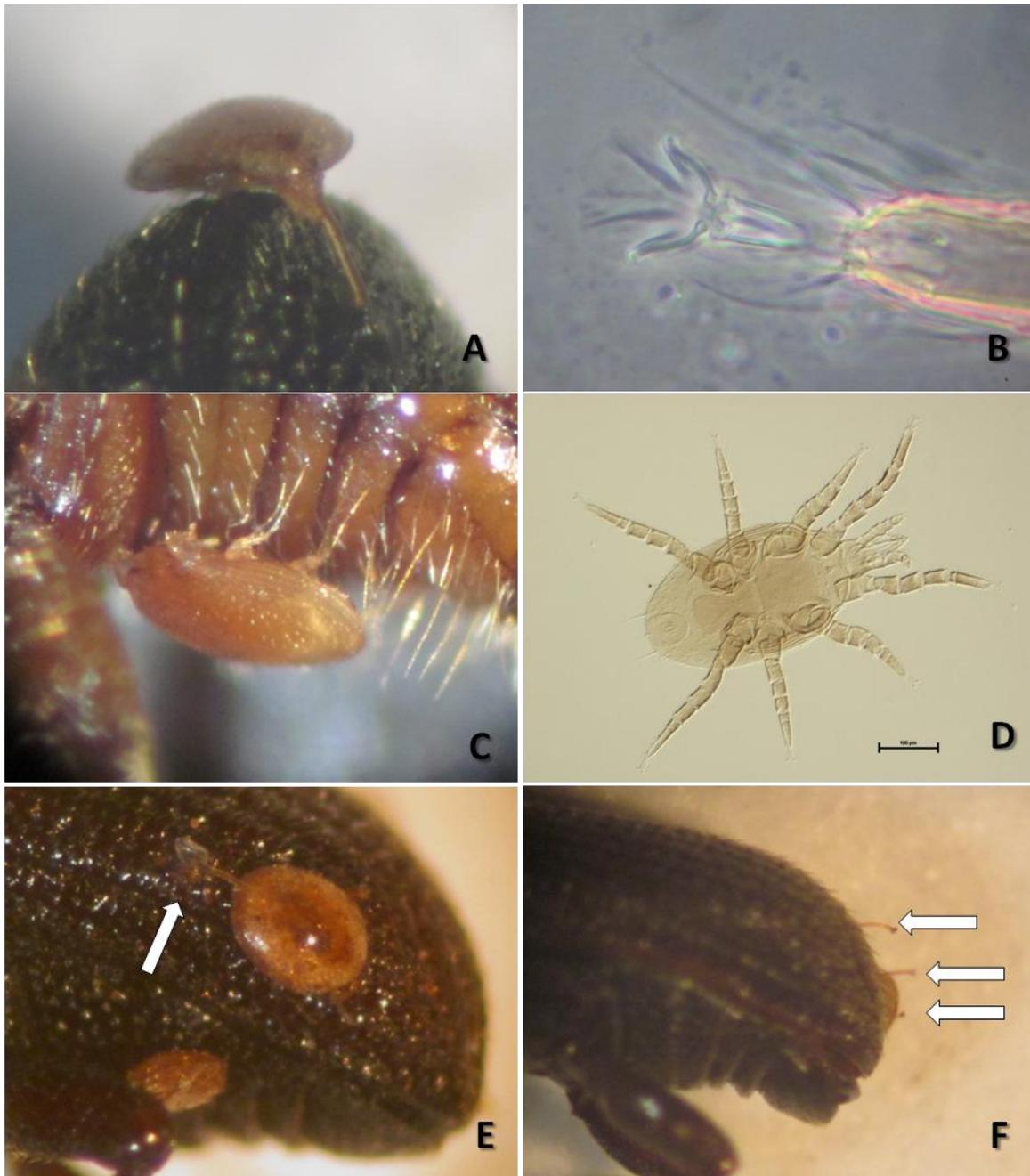


Figura 4.5. Foresia a) deutoninfa sujeta con pedicelo anal b) uñas ambulacrales de *S. lyriformis*, c) *T. polytricha* deutoninfa adherida a los esternitos abdominales d) hembra de *P. dendroctoni* con el cuerpo aplanado (modificado para la foresia) e) pedicelo anal de *T. polytricha* adherido sobre los élitros y f) pedicelos anales sin deutoninfas.

Bajerlein *et al.* (2013) mencionan que los pedicelos anales más largos son más flexibles y por lo tanto salvaguardan deutoninfas contra daños o desprendimiento mientras que los escarabajos se mueven a través de las galerías o el vuelo. En resumen, los pedicelos mas largos son producidos cuando el ácaro se expone a la separación del trasportista, mientras que pedicelos más cortos están presentes cuando el riesgo de ser desalojado es bajo

4.3.5 Posición preferencial sobre las diferentes partes del cuerpo.

Los resultados muestran que en el 90% de los insectos revisados, las zonas de la cabeza y el pronoto presentaron sólo el 1% de ácaros respectivamente, principalmente adultos o deutoninfas de Ascidae y Trematuridae, la mayoría se encontró en el declive elitral (34%), la superficie ventral (24%), los esternitos abdominales (8%) y apéndices (7%), la zona gular (12%) y en los élitros (sobre y bajo ellos) 13% (Cuadro 4.1).

Cuadro 4.1. Partes del cuerpo del escolitino preferidas para la sujeción o adhesión, por las especies de mesostigmados encontradas y sus diferentes estados de desarrollo.

Familia	Especie	Cab	Pro	Gula	SE	BE	Patas	SV	EA.	DE
Ascidae	<i>Proctolaelaps dendroctoni</i>			AD	AD	DN, AD				
	<i>Proctolaelaps hystrix</i>		AD					PN, DN		
	<i>Proctolaelaps hystricoides</i>				AD			PN, DN		
	<i>Proctolaelaps subcorticalis</i>		AD			PN, DN				
Digamasellidae	<i>Dendrolaelaps neocornutus</i>					AD				
	<i>Dendrolaelaps neodisetus</i>			AD			AD			
	<i>Dendrolaelaps quadrisetus</i>									
Laelapidae	<i>Androlaelaps casalis</i>								AD	
Macrochelidae	<i>Macrocheles bodreauxi</i>							AD		
Parasitidae	<i>Schizosthetus lyriformis</i>				DN					
Trematuridae	<i>Trichouropoda australis</i>						DTN			DTN
	<i>Trichouropoda adjuncti</i>		DTN						DTN	DTN
	<i>Trichouropoda fallax</i>								DTN	DTN
	<i>Trichouropoda ovalis</i>							DTN	DTN	
	<i>Trichouropoda polytricha</i>								DTN	DTN
	<i>Trichouropoda fallax</i>							DTN		
Nenteridae	<i>Nenteria breviungulata</i>	DN					DN			DN

Cab. Cabeza, Pro. Pronoto, ZG. Zona gular, SE. Sobre élitros, BE. Bajo élitros, SV. Superficie ventral, EA. Esternitos abdominales, DE. Declive elitral

AD. Adulto, PN. Protoninfa, DN. Deutoninfa; DTN. Deutoninfa forética o ninfa forética.

Por lo general las hembras y deutoninfas de ácaros se desplazan a la superficie de la corteza y esperan a que un descortezador emerja, cuando éste lo hace, los ácaros foréticos se posan por debajo de los élitros o en otras estructuras que eligen (Fig. 4.6) y allí permanecen hasta que el descortezador construye la nueva galería (Moser, 1995). Por lo tanto es crucial que el escarabajo (=anfitrión forético) esté disponible para el ácaro, para poder dispersarse a un nuevo hábitat, no se sabe a ciencia cierta si los ácaros compiten por el espacio disponible en el cuerpo del insecto, pero esto es una posibilidad. Un número de especies de ácaros (determinado por el tamaño del insecto), así como nematodos ocupan este nicho forético, algunos de los ácaros puede ser bastante grandes. Es posible, entonces, que los pequeños ácaros puedan ocupar diferentes lugares, si es que alguno de sus espacios preferidos ya pudiera estar lleno, con el resultado de que el ácaro "más débil" no podría ser transportado a su nuevo destino (Moser, comunicación personal 2013).



Figura 4.6. Partes del insecto preferidas por los ácaros para adherirse o sujetarse y su porcentaje de ocupación.

Cuando los insectos fueron colectados *in vivo*, se observó que los ácaros foréticos generalmente se adhieren a ellos en áreas donde tenían menos probabilidades de ser alcanzados por la actividad de sus hospederos a través de sus movimientos de limpieza. Los hábitos de limpieza de los escarabajos en zonas como la cabeza y piezas bucales, influyen en los sitios de adhesión de estos ácaros, pues los movimientos bruscos pueden romper el pedicelo anal con el que se fijan algunas deutoninfa foréticas y fácilmente dejar libre la zona de los ojos y antenas en algunos casos los movimientos de los insectos hospederos son para librarse de algunos ácaros adultos que merodean esta zona en busca de un lugar donde posarse para iniciar la foresia. Al respecto Hunter (1993) menciona dos áreas sobre el cuerpo de los escarabajos donde se localizan los ácaros foréticos, la primera sobre las superficies externas (sobre élitros) y la segunda en zonas protegidas del cuerpo (entre las coxas)

Los ácaros que son encontrados en la superficies esclerosada de la región frontal de la cabeza y entre el pro y mesótorax se adhieren mediante una estructura membranosa (pulvilo) localizada en medio las uñas de las patas II a IV, formando una ventosa que permite al ácaro agarrarse y moverse rápidamente en estas superficies. El 90% de las deutoninfa foréticas de la familia Trematuridae se localizaron fijas en los esternitos abdominales, el resto prefirió el declive elitral es decir, la mayoría buscó la mejor posición para no ser eliminadas del cuerpo del insecto en cualquier movimiento brusco que éste haga. En general, los uropodinos se localizan en partes expuestas del insecto como son la cabeza, patas, esternitos abdominales, superficie ventral, y el declive elitral (Fig. 4.7A-7D).

Las preferencias por adherirse a una parte específica del cuerpo del insecto aun no son totalmente conocidas, pero el análisis que se presenta en este trabajo indica que no es al azar, pues raramente los podemos encontrar sobre la cabeza. aunque en este estudio se encontro por lo menos un ejemplar adherido a esta parte del cuerpo. Athias-Binche (1994) menciona que la presencia de ácaros uropodinos ahderidos a esta zona podrían interferir con el sentido de dirección

afectando negativamente el vuelo, Hunter (1993) enfatiza que los uropodinos normalmente se fijan a zonas posteriores a la coxa III del insecto, siendo el área más común los esternitos abdominales cerca de la coxa antes mencionada, pero cuando este sitio está saturado pueden adherirse a otras áreas en el cuerpo del escarabajo.

Muchos de los ejemplares de Parasitidae encontrados se localizaron sobre los élitros, los cuales tienen suturas y perforaciones donde evitan que se resbalen se observaron sujetandose con las uñas del segundo y cuarto par de patas. Schwarz *et al.* (1998) mencionan que cada familia utiliza diferentes estrategias para sujetarse al cuerpo de su hospedero, por ejemplo Macrochelidae recurre a los quelíceros para sujetarse de los pliegues del cuerpo.

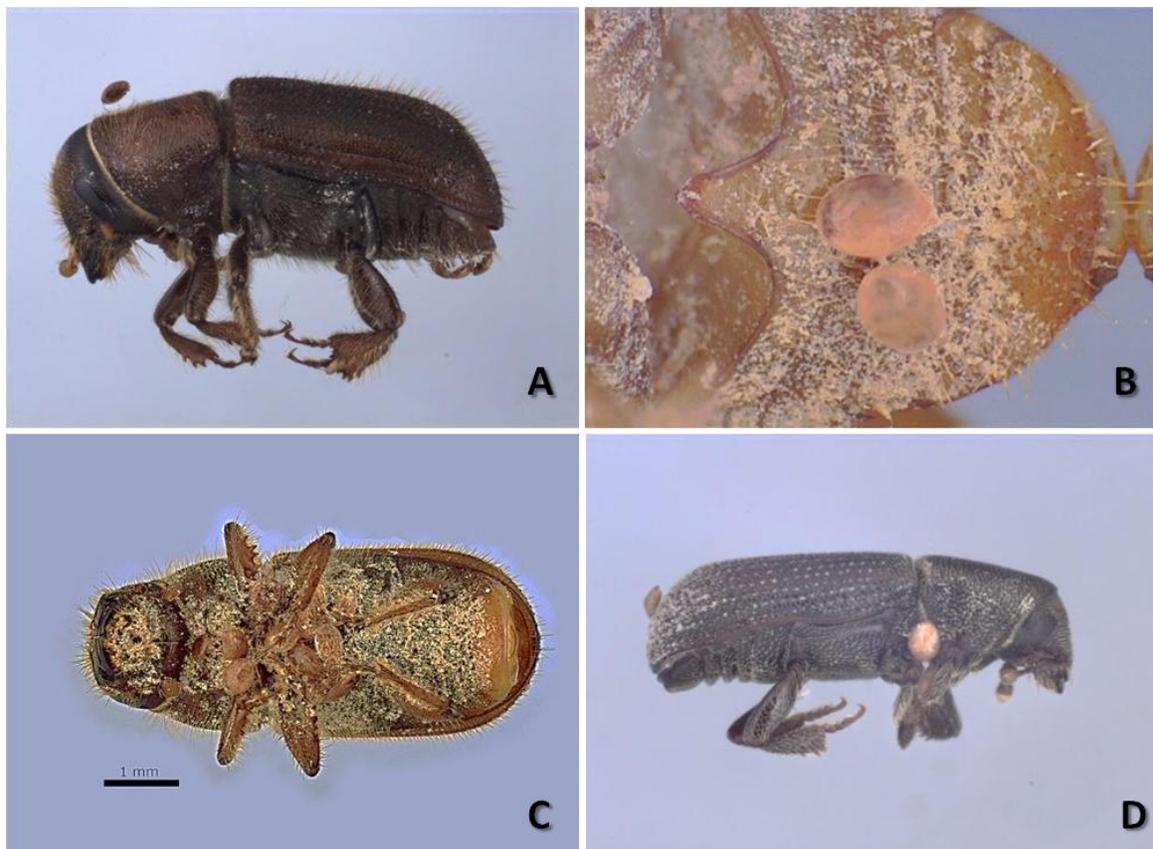


Figura 4.7. A) *D. rhizophagus* con *T. ovalis* en cabeza y esternitos; B) *D. valens* con *T. hirsuta*; C) *D. rhizophagus* con *T. ovalis* en superficie ventral entre las patas; D) *Hylastes* sp. con *T. bipilis* en declive elitral.

Los ácaros de la familia Ascidae (*Proctolaelaps dendroctoni*, *P. hystrix*, *P. hystricoides*, *P. subcorticalis*) son muy activos por lo que sus formas foréticas (deutoninfas y protoninfas) tienden a buscar partes del cuerpo que los protejan en el proceso de dispersión. Al respecto, Binns (1982) señala que los ácaros que se localizan bajo los elitros tienen un cuerpo menos esclerosado, por lo que requieren de una protección extra y un lugar húmedo que les permita viajar sin perder seguridad ni deshidratarse mientras el insecto encuentra el lugar apropiado para establecerse.

Observaciones hechas en el laboratorio nos indican que bajo los elitros se puede albergar otro tipo de microorganismos como nemátodos quienes pueden ser utilizados por los forontes como alimento. Las especies de ácaros que se localizan bajo los elitros se encuentran en estadios de protoninfa y deutoninfa principalmente, pero se han llegado a encontrar hembras adultas que también pueden alimentarse de los microorganismos presentes. Cardoza *et al.* (2006) encontraron a nemátodos juveniles y hembras de *Bursaphelenchus* sp. en las alas de *Dendroctonus ponderosae*, este nematodo es causante del secado y marchitamiento de las acículas de los pinos; en *Ips pini* se localizaron hembras de estos nemátodos en estructuras especializadas llamadas nematángios; Kinn (1983), afirma que los ácaros nemátófagos pueden ser beneficiosos para el desarrollo del insecto y puede haber una relación mutualista al tener como presa a estos organismos ectoparásitos. Por otra parte Lanfranco *et al.* (2001) menciona que los nemátodos de la familia Diplogasteridae, ectoparásitos y endoparásitos de algunas especies de insectos descortezadores, se han detectado bajo los elitros, específicamente en el postescutelo, siendo considerados uno de los mayores factores bióticos que pueden afectar las poblaciones de estos insectos; pueden vivir internamente en sus hospederos, esterilizándolos en varios grados, pero generalmente no los matan. Sin embargo, muchas especies de nemátodos pueden ser también foréticos, es decir, utilizan a los descortezadores como medio de transporte únicamente. Cabe indicar, además, que los nemátodos fueron vistos

en las galerías, lo que coincide con lo señalado por Massey (1974), quien indica que éstos viven libremente en las galerías hechas por los escarabajos sin proporcionarles ningún tipo de daño. Por lo que su relación con los descortezadores es aun incierta, dependiendo tanto de las especies de nematodos encontradas en galerías como directamente asociadas al cuerpo del insecto.

Se desconoce el por qué la mayoría de los ácaros prefieren alojarse entre las coxas, principalmente entre el primer par, y porqué el número declina significativamente en el segundo y tercer par de patas; lo que sí se observó es que pueden afectar ligeramente la locomoción de los descortezadores y las deutoninfas suelen subir a la parte trasera del insecto. Una gran cantidad de ácaros utilizando a un insecto como medio de transporte puede hacer que sea difícil para éste volar, o incluso ponerse de pie; por tal motivo, el animal puede morir de agotamiento tanto por el esfuerzo como por el peso que carga (Hoffmann, 1988). A diferencia de los Mesostigmata, la presencia de los hipopodios de Astigmata (*Caloglyphus* y *Sancassania* spp.) no parece ser perjudicial para el huésped, ya que ellos utilizan a los escarabajos sólo para dispersión y después de su muerte, se alimentan del cuerpo del insecto, hasta convertirse en adultos (Chmielewski, 1977).

Nenteriidae y Trematuridae prefieren los escleritos abdominales, la superficie ventral entre las patas y el declive elitral para que no sean eliminados a la hora de barrenar y colonizar los nuevos hospederos vegetales. Lo anterior fue confirmado por Türk y Turk (1957) e Ignatowicz (1975), quienes observaron patrones similares de disposición de espacio en los ácaros de *Geotrupes silvaticus*, encontrando ejemplares de Eviphididae (Mesostigmata) bajo sus élitros, y en la parte ventral de la articulación del cefalotórax; y Macrochelidae entre las coxas de las patas mientras que los esternitos abdominales fueron ocupados por deutoninfas de *Parasitus coleopratorum* (Parasitidae); por lo que los lugares preferidos son los menos expuestos al riesgo de ser eliminados por el insecto transportador.

Con estas evidencias podemos afirmar que las preferencias por una parte del cuerpo del insecto, se dan con la finalidad de evitar competencia por espacio, y que existe una estrecha relación entre el insecto y el forraje, quien debe de sincronizarse con el ciclo biológico de su hospedero y de conocer su comportamiento para que no interfiera con las actividades que éste realiza, lo cual corrobora así lo dicho por Moser (Comunicación personal, 2013). Al respecto Hunter y Rosario (1988) y Hunter (1993) afirman que cada especie de ácaro prefiere unirse a una ubicación específica en los escarabajos como un fenómeno común en los ácaros mesostigmados asociados a insectos. Por su parte Delfinado-Baker *et al.* (1992) encontraron que los ácaros foréticos de las abejas melíferas preferentemente ocupan los sitios donde no pueden ser removidos por los movimientos de aseo de éstas.

Los descortezadores colectados presentaron una gran cantidad de ácaros mesostigmados, compartiendo en su mayoría dos o más especies. Sin embargo en otros escarabajos como los Passalidae y los Silphidae se pueden encontrar de siete a 10 especies de ácaros en un solo hospedero, cabe destacar que su tamaño (35 a 70 mm) permite que muchos ácaros puedan adherirse al cuerpo de estos insectos (Costa, 1963; Hunter y Rosario, 1988; Schwarz, 1998).

4.3.6 Ciclo biológico de *Hypoaspis ca. vacua*

Las especies del género *Hypoaspis* se distribuyen en todo el mundo, la mayoría de ellas habitan en la capa superior del suelo. Se han encontrado en bosques, pastos y campos de cultivo (Christian, 1993; Karg, 1993). Generalmente son depredadores de vida libre, se alimentan de colémbolos, otros ácaros que habitan en suelo tales como *Tyrophagus* sp., así como nemátodos.

El desarrollo ontogénico de *Hypoaspis ca vacua* es como el de otros ácaros mesostigmados. A partir del huevo, eclosiona una larva hexápoda, que luego de

un período de quiescencia se transforma en protoninfa con cuatro pares de patas. Esta segunda forma joven transcurrido un determinado lapso de tiempo, entra en un nuevo estado de reposo para pasar a deutoninfa (también con quiescencia), la cual antes de llegar al estado adulto también tendrá un nuevo estado de quiescencia. Esta especie tiene un ciclo biológico de 9 a 13 días de huevo a adulto (Cuadro 4.2).

Cuadro 4.2. Ciclo biológico de *Hypoaspis ca. vacua*

Estadio de Desarrollo	Duración (Días)
Huevo	3 a 4
Larva	1 a 2
Quiescente	1
Protoninfa	1 a 2
Quiescente	1
Deutoninfa	1 a 2
Quiescente	1
Adulto	43-51 días

4.3.6.1 Huevo y eclosión

Generalmente el huevo es puesto en cavidades que las hembra escoge, generalmente las hembras tienden a ovipositar en las orillas del cultivo. Es de forma ovalada al momento de ser depositado y se observa transparente, a simple vista no se observan ornamentaciones en el corion (Fig. 4.8). Al segundo día, el huevo comienza a incrementar en tamaño y pasa de color transparente a blanquecino. En el tercer y cuarto día el tamaño se duplica, además de tornarse de color iridiscente, esto se debe presumiblemente a que la cutícula de la larva ya está desarrollada y pronta a emerger.

La eclosión de la larva da comienzo cuando el huevo tiene una coloración blanca iridiscente, lo cual es una señal de que ésta pronto a emerger. El proceso comienza cuando la larva con movimientos del cuerpo hace presión en uno de los polos del huevo por lo general es donde se encuentra el opistosoma, este se abre de por uno de los polos producto de la presión ejercida desde dentro por la larva y se observa cómo el gnatosoma y las patas I y II son lo primero que sale, después

la larva empujándose con los primeros dos pares de patas, termina por sacar el resto del cuerpo. Una vez que la larva sale explora su nuevo entorno, tomando breves descansos y se aleja del lugar, algunas veces suele alimentarse si en el sitio hay algún estadio inmaduro de la presa. Todo el proceso tarda de 15 a 20 minutos. Entre los factores que afectan la eclosión se han observado hongos, depredadores, canibalismo y bacterias.

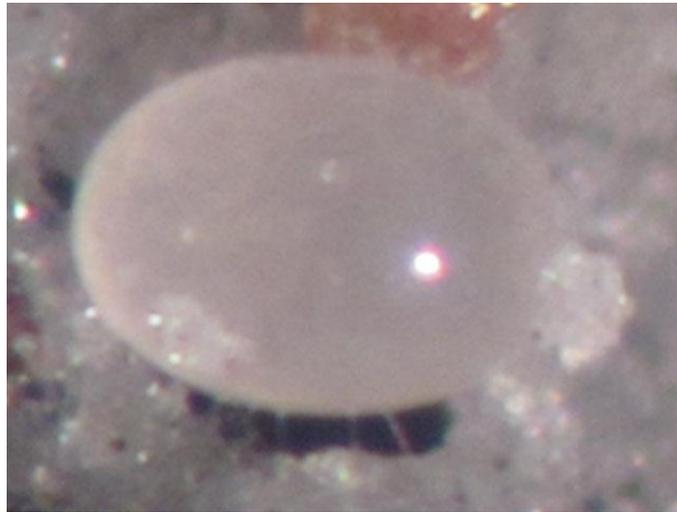


Figura 4.8. Huevo recién depositado de *Hypoaspis ca. vacua*

4.3.6.2 Larva

Recién emergida es blanca, de apariencia cristalina (Fig. 4.9), muy activa desde el momento de la eclosión, camina por todo el cultivo, se alimenta unas horas después de eclosionar, busca principalmente los huevos y las protoninfas de los astigmatinos que se introdujeron al cultivo como presas.



Figura 4.9. Larva en vista dorsal de *Hypoaspis ca. vacua*

4.3.6.3 Quiescencia y muda

La quiescencia como tal es un estado inactivo donde el ácaro se queda inmóvil y da paso de un estadio al otro. Los organismos que iban a entrar al periodo de quiescencia mostraron un cambio de comportamiento volviéndose más lentos, con movimientos torpes caminaban sobre el sustrato buscando un lugar apacible para establecerse, se observó que los organismos presentron un leve aumento de talla y aspecto brillante, dejaron de alimentarse. Entonces se quedaba quieta e inmovilizaba el primer par de patas, estirándolo hasta quedar en posición horizontal, esta posición nos indicó que el proceso de quiescencia comenzó. Los organismos quiescentes se observaron dispersos en todo el cultivo, pero fueron más notorios lejos del alimento en lugares donde se encontraron protegidos este estado de inactividad tuvo una duración de entre cuatro a cinco horas aproximadamente.

El proceso de muda inició a unas horas de haber entrado en quiescencia, el ejemplar se tornó de un color iridiscente debido al líquido que se encontraba entre la cutícula vieja y la nueva muda, los organismos hacen presión hasta que la vieja cutícula se abría en la línea que se encuentra en la unión del ganatosoma con el opistosoma y lo primero que se observó es el opistosoma, el organismo se empuja con las patas hacia atrás siendo el ganatosoma lo último que sale, esto debido a

que se tienen que mudar estructuras internas que son más delicadas, al final cuando se libero de la muda, se alejó del lugar, todo el proceso tardó alrededor de una a dos horas. A este tipo de muda se le llama histerodehiscente ya que la ruptura es por la parte posterior y el ácaro sale hacia atrás.

Esta etapa fue la más vulnerable ya que el ácaro está exhausto con el proceso de muda, sus movimientos solían ser lentos, esto puso al ejemplar en peligro pues algunas veces se ha visto que varios ácaros adultos atacaron a los recién emergidos.

4.3.6.4 Ninfas

Esta especie como las demás de Mesostigmata presentan dos ninfas: Protoninfa y Deutoninfa. Estos estadios se diferencian del anterior por presentar cuatro pares de patas, color ambarino, un tamaño mayor (Fig. 4.10). Hay un incremento ligero en talla, observándose más ovalado, además se aprecia un color más oscuro en ellas, el gnatosoma más esclerosado. La duración de los estadios ninfales se presenta en el Cuadro 1. Por lo general presentan más movilidad, suelen ser muy activas y con un apetito voraz. Este estadio sólo dura de uno a dos días.



Figura 4.10. *Hypoaspis ca. vacua*; A) protoninfa y B) deutoninfa.

Los estados post larvales de Mesostigmata se caracterizan por que en su desarrollo los peritremas se van alargando cuando pasan de un estadio a otro, además del incremento en el número de sedas y poros sobre el idiosoma y de las sedas en los apéndices. La diferencia en el color ambarino y el esclerosamiento de las placas dorsales de la deutoninfa es evidente

4.3.6.5 Adultos

Los adultos en esta especie presentan un marcado dimorfismo sexual ya que la forma del opistosoma en las hembras, es ovalada y su talla es mayor y en el macho es de forma triangular. Las placas ventrales en la hembra (esternal, epiginial y ventral) están bien definidas, en el macho la presencia de la placa holoventral tiene el orificio genital en la parte anterior (Fig. 4.11). La proporción de las hembras a machos es de 4:1. Este estadio varía mucho en duración, pues se encontraron organismos con una longevidad de 43 hasta 51 días.

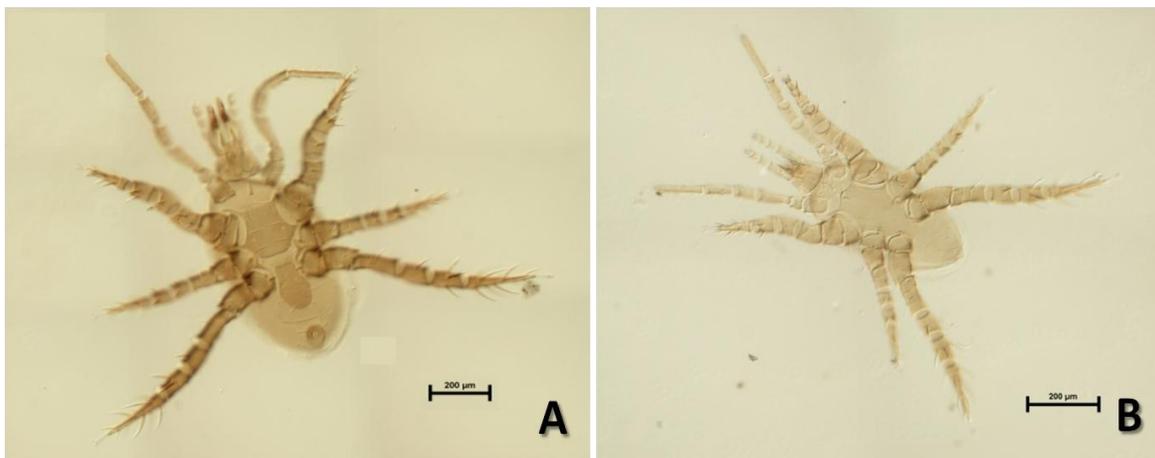


Figura 11. *Hypoaspis ca. vacua*; a) hembra y b) macho.

No se ha encontrado la presencia de machos heteromorfos, a pesar de que varios autores los mencionan (Karg, 1971; Gwiazdowicz, 2004). La principal diferencia entre un macho normal y un heteromorfo radica en el tamaño, siendo los segundos más grandes que el normal; otra de las diferencias distintivas entre ambas formas masculinas se refiere a una extensión de la región ventrianal,

siendo esta mas ancha y larga que la normal, principalmente del escudo holovenral de machos heteromórficos (Gwiazdowicz, 2004).

En general los adultos (machos y hembras) son de apetito voraz, sólo se diferencian de las deutoninfas por el color ambarino que poseen al esclerosarse después de la muda. Las placas ventrales tanto en hembras como en machos están muy bien definidas, los quelíceros se robustecen y los apéndices se tornan de color ámbar oscuro. Son muy activas, casi siempre buscando con que alimentarse, en el caso de los machos la búsqueda es por de hembras para la cópula (Fig. 4.12).



Figura 4.12. Hembra alimentándose

4.3.6.6 Reproducción

La reproducción en esta especie es de tipo sexual, la fecundación es de tipo indirecto ya que existe en el macho un órgano llamado espermatodáctilo. No hay un cortejo previo al apareamiento, sólo se ve a los machos merodeando a la hembra cuando ésta camina sobre el sustrato o se está alimentando, ese momento es el idóneo para iniciar el apareamiento

Durante la cópula el macho monta a la hembra por la parte dorsal, ayudándose con las patas I y II una vez arriba este se voltea 180° quedando

encontrados ventralmente, el macho abajo y la hembra arriba, el macho se sujeta firmemente de la hembra con los cuatro pares de patas. Una vez lograda esta posición, el macho utiliza el espermatodáctilo para estimular, para introducir el esperma en los poros de inducción localizados entre las coxas III de la hembra, al terminar la inducción de esperma el macho se desprende de la hembra y se va en busca de otra hembra receptiva; se ha observado que si son molestados el acoplamiento es interrumpido y el macho se retira, esto también sucede cuando otros machos intentan acercarse a la hembra. Por lo general los machos buscan a hembras recién emergidas.

4.3.6.7 Oviposición y Vida fértil

El inicio de la oviposición comenzó cuando la hembra seleccionó el sitio adecuado, aunque no hay una clara selección, ya que los huevos fueron depositados sobre distintos sustratos (alimento, dentro de orificios del sustrato, zonas protegidas). Generalmente se observó que la oviposición se realizó en las orillas del cultivo. Los huevos fueron simplemente dejados sobre el sustrato, no se observaron cuidados parentales.

El número de huevos que una hembra ovipositó al día es de uno a dos, el proceso de la oviposición tardó alrededor 15 a 30 minutos. Cuando las condiciones no fueron apropiadas, (falta de alimento, humedad excesiva o alta población) algunas hembras dejaron de ovipositar, caso contrario cuando las hembras tuvieron suficiente alimento el número de huevos ovipositados aumentó. Se observó que las hembras depositaron de 33.5 (\pm 2.63) huevos a lo largo de su vida (Cuadro 4.3).

Cuadro 4.3. Oviposición por hembra y vida fértil

Hembra	huevos depositados	Huevos Eclosionados	eclosión %	Ovoposición por día	Día inicial oviposición	Día final oviposición
1	37	29	78,37	1	7	42
2	32	27	84,37	1	6	41
3	36	34	94,44	1-2	8	43
4	34	28	82,35	1	5	44
5	34	31	91,17	1-2	6	40
6	31	30	96,77	1	7	42
7	36	35	97,22	1	7	43
8	35	35	100	1	8	42
9	31	30	96,77	1	7	41
10	29	28	96,55	1	6	44
Prom.	33.5 (± 2.63)	30.7 (±2.98)	91,8(±7.46)	1.2 (±0.42)	6.7 (±0.95)	42.2(± 1.32)

Un promedio de 30.7 (91.8%) huevos eclosionaron. La primera oviposición se presentó después de siete días de que emergió la hembra adulta. Su vida fértil fue de aproximadamente 42.2 (± 1.32) días de vida, la cual se observó declina si no hay suficiente alimento.

4.3.6.8 Hábitos alimentarios

Marcadamente depredadores, fueron observados alimentarse vorazmente de todos los estadios de los astigmatinos (Fig. 4.13), pero también se alimentaron de los otros ácaros mesostigmados (Ascidae y Rhodacaridae) y de los huevos, larvas, ninfas y adultos de su misma especie, por lo que se registró canibalismo cuando las poblaciones son muy altas. Algunas veces las presas superaron en tamaño a esta especie, lo que no es impedimento para que las sometan.



Figura 4.13. Hembras ovigeras alimentándose de *Rhizoglyphus* sp.

Abou-Awad *et al.* (1989) mencionan que esta especie se desarrolla con éxito desde larva a etapa adulta cuando es alimentada con huevos de mosca doméstica (*Musca domestica* L.) y ninfas de ácaros *Rhizoglyphus echinopus*.

4.3.6.9 Pruebas de alimentación

Las larvas y protoninfas sólo se alimentaron de organismos de talla pequeña, es decir de los primeros estadios de los astigmatinos (huevos, larvas y protoninfas) mientras que la deutoninfa y adultos buscaban a los estadios adultos de las presas (Cuadro 4.4)

Cuadro 4.4. Consumo de presas por hembra por día

	Presas (estadios inmaduros y adultos)	
	<i>Rhizoglyphus</i> sp.	<i>Sancassania</i> sp.
Larva	6	1
Proto	5	2
Deuto	4	2
Adulto	3	3
Prom.	6 (±0.5)	2(± 0.82)

Como se observa en el Cuadro 5 la cantidad de presas consumidas por día/hembra es en promedio de seis *Rhizoglyphus* sp., prefiriendo los estadios

ninfales, y de dos a tres ejemplares de *Sancassania* sp., lo que no concuerda con lo reportado por Abou-Awad *et al.* (1989) quienes mencionan que los estados inmaduros de *H. vacua* consumen en total un promedio de 13.6 huevos de *Musca domestica* y 33 ninfas de *Rhizoglyphus echinopus*, cada día durante toda su vida. La hembra adulta consume un promedio de 4,1 huevos de *M. domestica* y 13.23 ninfas de *R. echinopus*. Los mismos autores mencionan que el tipo y la cantidad de alimento prolongan la longevidad y aumento de la fecundidad, indicando que los huevos de mosca doméstica eran la dieta más adecuada, ya que la longevidad de adultos se prolongó a 76.8 días y el aumento de la fecundidad femenina a 1.3 huevos/hembra/día).

4.4 CONCLUSIONES

El 12% de los escoltídeos examinados presentó una asociación de foresia con ácaros mesostigmados. Se reconocieron 17 especies de ácaros distribuidos en diferentes partes del cuerpo del insecto (superficie ventral, declive elitral, esternitos abdominales, apéndices, zona gular, élitros, cabeza y pronoto). Las especies más frecuentes fueron las deutoninfas de la familia Trematuridae.

Las preferencias por adherirse a una parte específica del cuerpo del insecto aun no son totalmente conocidas, pero el análisis que se presenta en este trabajo sugiere que no es al azar. Los lugares preferidos son los menos expuestos al riesgo de ser eliminados por el insecto transportador. Existe una estrecha relación entre el insecto y el foronte, el cual debe de sincronizarse con el ciclo biológico del hospedero y de conocer su comportamiento para que no interfiera con las actividades que este realiza.

El ciclo biológico de *Hipoaspis ca vacua* dura de 9 a 13 días, es una especie muy voraz a veces llega al canibalismo cuando escasea su alimento. Se adapta fácilmente a las condiciones del cultivo, se reproduce exitosamente y tiene una tasa alta de oviposición. Sus interacciones con presas no solo van en relación

al tipo de alimentación, sino también con la diversidad del micro-hábitat y su alta heterogeneidad. Las galerías le proporcionan a esta especie una amplia gama de recursos alimentarios, lo que hace que se establezca y se adapte a las condiciones en las que puede encontrar su alimento.

4.5 LITERATURA CITADA

- Abou Awad, B. A., A. K. Nasr, E. A. Gomaa and M. M. Abou Elela. 1989. Feeding, development and reproduction of the predatory mite, *Hypoaspis vacua* on various kinds of food substances (Acari: Laelapidae). *International Journal of Tropical Insect Science*, 10(4): 503-506.
- Andre, H. 1980. Acariens, Scolytes et lutte biologique. *Zeitschrift Fuer Angewandte Entomologie*, 90(1-5):127-133
- Athias-Binche, F. 1993. Dispersal in varying environments: the case at phoretic uropodid mites. *Canadian Journal of Zoology*. 71:1793-1798.
- Athias-Binche, F. 1994. La Phoresie chez les Acariens. Aspects Adaptatif set Evolutifs. Editions du Castillet, Perpignan. 178 p.
- Ayres, M., Wilkens, R.T., Ruel, J.J. and E. Vallery. 2000. Fungal relationships and the nitrogen budget of phloem-feeding bark beetles (Coleoptera:Scolytidae). *Ecology*. 81:2198-2210.
- Bajerlein D, Witaliński, W. and Z. Adamski. 2013. Morphological diversity of pedicels in phoretic deutonymphs of Uropodina mites (Acari: Mesostigmata). *Arthropod Structure and Development*, 42(3):185-96.
- Barras, S. J. 1970. Antagonism between *Dendroctonus frontalis* and the fungus *Ceratocystis minor*. *Annals of the Entomological Society of America* 63: 1187-1190.
- Barras S. J. and T.J. Perry. 1972. Fungal symbionts in the prothoracic mycangium of *Dendroctonus frontalis*. *Zeitschrift fiir Angewandte Entomologie*, 71:95-104.

- Barras, S. J. and J. J. Taylor. 1973. Varietal *Ceratocystis minor* identified from mycangium of *Dendroctonus frontalis*. *Mycopathologia et Mycologia Applicata*, 50: 203-305.
- Basham, H.G. 1970. Wilt of loblolly pine inoculated with blue-stain fungi of the genus *Ceratocystis*. *Phytopathology*, 60: 750-754.
- Bridges, J. R. and J. C. Moser. 1983. Role of two phoretic mites in transmission of bluestainfungus, *Cerutocystis minor*. *Ecological Entomology*, 8: 9-12.
- Cardoza, Y. J., Paskewits, S. and K. F. Raffa. 2006. Travelling through time and space on wings of beetles: A tripartite insect-fungi-nematode association. *Symbiosis*, 41:71-79.
- Chmielewski, W. 1977. Wyniki obserwacji powizańroztoczy z owadami. *Polish Journal of Entomology*, 47: 59-78.
- Christian A. 1993. Untersuchungen zur Entwicklung der Raubmilbenfauna (Gamasina) der Halben des Braunkohlentagebaues Berzdorf/OL. *Abhandlungen und Berichte des Naturkundemuseums Görlitz*, 67:2–64.
- Costa, M. 1963. The mesostigmatic mites associated with *Coprishispanus* (L.) (Coleoptera: Scarabaeidae) in Israel. *Journal of the Linnean Society (Zoology)*. 45: 25-45.
- Delfinado-Baker, M., Rath, W. and O. Boecking.1992. Phoretic bee mites and honey bee grooming behaviour. *International Journal of Acarology*, 18:315-322.
- Desender, K. and M. Vaneechoutte. 1984. Phoretic associations of carabid beetles (Coleoptera: Carabidae) and mites (Acari). *Revue d'Ecologie et de Biologie du Sol*. 21: 363-371.
- Enda, N. and H. Tamura. 1977. Nematophagous mites detected on adult *Monochumus altematus* Hope. *Forest Pests*, 29:2-4.
- Estrada-Venegas E.G. y M. P. Chaires-Grijalva. 2004. Hábitos alimentarios de algunas especies de gamásidos del suelo. En. *Entomología Mexicana*. Estrada-Venegas, E.G. Equihua-Martínez A. (Eds.)
- Faasch, H. 1967. Beitrag zur Biologie der einheimischen uropodiden *Uroobovella marginata* (C.L. Koch 1839) und *Uropoda orbicularis* (O.F. Müller 1776) und

- experimentelle. Analyse ihres Phoresieverhaltens. Zoologische Jahrbuecher Systematik, 94: 521-608.
- Fain, A., Hurst, G. D. D., Tweddle, J.C., Lachlan, R.F., Majerus, M. E. N. and D.P. 1995. description and observations of two new species of Hemisarcoptidae from deutonymhs phoretic on Coccinellidae (Coleoptera) in Britain. International Journal of Acarology, 21:99-106.
- Gordh, G. 1985. *Uropoda* sp. phoretic on *Elater lecontei* Horn. The Pan-Pacific Entomologist. 61:154.
- Gordh, G. and E. M. Barrows. 1976. Uropoda phoretic on Ceratina (Acarina; Hymenoptera). Journal of the Kansas Entomological Society. 49:344-345.
- Gwiazdowicz, D. J. 2004. Record of heteromorphic males of Hypoaspis (Cosmolaelaps) vacua (Michael, 1891) (Acari, Mesostigmata, Laelapidae) from Poland. Journal of the Acarological Society of Japan, 13(2): 181-184
- Hoffmann, A. 1988. Animales desconocidos relatos acarológicos. Fondo de Cultura Económica. 129 pp.
- Hofstetter, R. W., J. C. Moser, K. D. Klepzig and M. P. Ayres. 2006. Seasonal dynamics of mites and fungi and their effects on the southern pine beetle. Environmental Entomology, 35:22-30.
- Hunter, P. E. 1993. Mites associated with New World passalid beetles (Coleoptera: Passalidae). Acta Zoológica Mexicana, 58: 1-37.
- Hunter, P. E. and R. M. T. Rosario. 1988. Associations of Mesostigmata with other arthropods. Annual Review of Entomology, 33: 393-417.
- Ignatowicz, S. 1975. Forezjaw ródroztoczy [Phoresy in mites]. Wszech wiat, 6:151-153.
- Karg, W. 1971. Acari (Acarina), Milben, Unterordnung Anactinochaeta (Parasitiformes): Die freilebenden Gamasina (Gamasides), Raubmilben. Gustav Fischer Verlag, Jena. 475 pp.
- Karg W. 1993. Acari (Acarina), Milben, Parasitiformes (Anactinochaeta), Cohors Gamasina leach, Raubmilben. In: Dahl F., (Ed). Die Tierwelt Deutschlands. 59. Teil. Gustav Fischer Verlag; Jena, Stuttgart, New York.

- Kinn, D. N. 1971. The life cycle and behavior of *Cercoleipus coelonotus* (Acarina: Mesostigmata); including a survey of phoretic mite associates of California Scolytidae. University of California. California. Publications in Entomology, 66 pp.
- Kinn, D. N. 1983a. The life cycle of *Proctolaelpas dendroctoni* Lindquist and Hunter (Acari: Ascidae): a mite associated with pine bark beetles. International Journal of Acarology, 9:205-210.
- Kinn, D. N. 1983b. Mites as biocontrol agents of bark and sawyer beetles. Pp 67–73. In: Hoy, M. A., Cunningham, G. L., Knutson, L. (Eds.). Proceedings of conference held April 5–7, 1982 at the University of California, Berkeley. Special Publication 3304. Division Natural Resources. Berkeley.
- Klepzig, K. D. and D. L. Six. 2004. Bark beetle-fungal symbiosis: Context dependency in complex associations. Symbiosis 37: 189–205
- Klepzig, K. D., Moser, J. C., Lombardero, F. J. Hofstetter, R.W., and Ayres, M.P. 2001a. Symbiosis and competition: complex interactions among beetles, fungi and mites. Symbiosis, 30: 83–96.
- Klepzig, K. D., Moser, J. C., Lombardero, F. J., Ayres, M. P., Hofstetter, R. W. and C. J. Walkinshaw. 2001b. Mutualism and antagonism: ecological interactions among bark beetles, mites and fungi, pp.237–267. In M. J. Jeger and N. J. Spence (eds.), Biotic interactions in plant-pathogen associations. CAB International, New York.
- Lanfranco, D., S. Ide, C. Ruiz, H. Peredo e I. Vives. 2001. Insectos asociados a trozas de *Pinus radiata*, *Eucalyptus globulus*, *Nothofagus dombeyi* y *Laureila philippiana* en la Octava y Décima Región de Chile. Bosque, 22(2): 69-75.
- Lindquist, E. E. 1969a. Mites and the regulation of bark beetle populations. In: Proceedings of the 2nd International Congress of Acarology. Sutton Bonington, United Kingdom, 19–25 July of 1967, Section VIII, Biological Control. Akademie Kiado, Budapest , 389-399 pp.
- Lindquist, E. E. 1969b. New species of *Tursonemus* (Acarina: Tarsonemidae) associated with bark beetles. The Canadian Entomologist, 101:1291-1314.

- Lindquist, E. E. 1975. Associations between mites and other arthropods in forest floor habitats. *The Canadian Entomologist*, 107: 425-437.
- Lombardero, M. J., Klepzig, K.D., Moser, J.C., and M.P. Ayres. 2000. Biology, demography and community interactions of *Tarsonemus* (Acarina:Tarsonemidae) mites phoretic on *Dendroctonus frontalis* (Coleoptera:Scolytidae). *Agricultural and Forest Entomology*, 2:193-202
- Mašan, P. 1993. Mites (Acarina) associated with species of trox (Coleoptera: Scarabaeidae). *European Journal of Entomology*, 90:359-364.
- Massey, C. 1987. Biology and taxonomy of nematode parasites and associates of bark beetle in the Unites States. Unied States Departemen of Agricultural, 233 p.
- Miller, M. C., J.C. Moser, M. McGregor, J.C. Gregoire, M. Baisier, D.L. Dahlsen, and R.A. Werner. 1987. Potential for biological control of native North American *Dendroctonus* beetles (Coleoptera: Scolytidae). *Annals of the Entomological Society of America*, 80:417-428.
- Moser, J. C. 1975. Mite predators of the southern pine beetle. *Annals of the Entomological Society of America*, 68:1113–1116.
- Moser, J. C. 1976. Phoretic carrying capacity of flying southern pine beetle (Coleoptera: Scolytidae). *The Canadian Entomolgist*, 108: 807–808.
- Moser, J. C. 1995. Mites associated with forest insects Willamette Institute For Biological Control, Inc. Monroe, Oregon. 52pp.
- Moser, J. C. and Roton, L.M. 1971. Mites associated with southern pine bark beetles in Allen Parish, Louisiana. *The Canadian Entomologist*, 103:1775-1798.
- Moser, J. C., Thatcher, R.C., and L.S. Pickard. 1971. Relative abundance of southern pine beetle associates in East Texas. *Annals of the Entomological Society of America*, 64: 72-77.
- Moser, J. C., Wilkinson, R.C. and E.W. Clark. 1974. Mites associated with *Dendroctonus frontalis* Zimmerman (Scolytidae:Coleoptera) in Central America and Mexico. *Turrialba*, 24: 379-381.

- Paine, T.D., Raffa, K.F., and T.C. Harrington. 1997. Interactions among Scolytid bark beetles, their associated fungi, and live host conifers. *Annual Review of Entomology*, 42:179-206.
- Payne, T.L. 1983. Behavior. In: *History, Status and Future Needs for Entomology Research in Southern Forests: Proceedings of the 20th Anniversary of the East Texas Forest Entomology Seminar*. Texas Agricultural Experiment Station, Texas A & M University System, College Station, TX, USA. 72 pp.
- Pérez -Vera, O., Alvarado-Rosales, D., Cárdenas-Soriano, E., Equihua-Martínez, A., Cibrian-Tovar, D., Alvarez-Moctezuma, J. G., Mejía-Sánchez, D. y T. Harrington. 2009. *Ophiostoma ips* asociado al insecto descortezador (*Dendroctonus adjunctus*) del pino de las alturas (*Pinus hartwegii*). *Revista Mexicana de Micología*, 30:9-18.
- Pérez, V. O., Alvarado, R. D., Cibrian, T. D., Equihua, M. A. y E. Cárdenas. 2011. Hongos Ophiostomatoides de galerías de *Dendroctonus adjunctus* Blandford en *Pinus hartwegii* Lindl. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*. 2(8):35-46.
- Philips, J. R. 1984. Acarine symbionts of trogid beetles. *Acarology*, 6: 552-556.
- Pimentel, D. 1963. Introducing parasites and predators to control native pests. *The Canadian Entomologist*, 95:785-792.
- Poinar, G. O. Jr. 1982. Sealed in amber. *Journal of Natural History*, 1:26-32.
- Ramsey, G. W. 1967. Phoretic mites associated with insects. *New Zealand Entomology*, 3: 6.7.
- Rumbold, C.T. 1931. Two blue-stain fungi associated with bark beetle infestation of pines. *Journal of Agricultural Research*, 43: 847-873.
- Schwarz, H. H., Starrach, M. and S. Koulianos. 1998. Host specificity and permanence of associations between mesostigmatic mites (Acari: Anactinotrichida) and burying beetles (Coleoptera: Silphidae: *Nicrophorus*). *Journal of Natural History*, 32: 159-172
- Six, D. and K. D. Klepzig. 2004. *Dendroctonus* bark beetles as model systems for studies on symbiosis. *Symbiosis*, 37: 207-232.

- Smiley, R.T. and J. C. Moser. 1974. New Tarsonemids associated with bark beetles (Acarina:Tarsonemidae). *Annals of the Entomological Society of America*, 67: 713-715.
- Szymkowiak, P., Górski, G. and D. Bajerlein. 2007. Passive dispersal in arachnids. *Biological Letters*, 44(2):75.101. Disponible: <http://www.biollett.amu.edu.pl>
- Tamura, H. and N. Enda. 1980. Life histories of three species of nematode-feeding mesostigmatid mites associated with the pine sawyer beetle, *Monochamus alternatus*. *Journal of the Japanese Forest Society*, 62:301-307.
- Thatcher, R. C. 1960. Bark beetles affecting southern pines: Review of current knowledge. USDA Forest Service Occasional Paper 180. USDA Forest Service, Pineville. 25 pp.
- Türk, E. y F. Türk. 1957. Systematic und Ökologie der Tyroglyphiden Mitteleuropas. *In Beiträge zur Systematik und Ökologie Mitteleuropäischer Acarina I (I)*, H. J. Stammer (ed.). Akademische Verlagsgesellschaft Geest & Portig K.-G Leipzig. p. 3-231
- Wiśniewski J. and W. Hirschmann. 1992: Phoretic deutonymphs of three new *Urobovella* species from the USA (Dinychini, Uropodinae). *International Journal of Acarology*, 18: 43.48.

CAPÍTULO V.

ÁCAROS MESOSTIGMADOS (ACARI: MESOSTIGMATA) ASOCIADOS A *DENDROCTONUS VALENS* Y *DENDROCTONUS RHIZOPHAGUS* EN MÉXICO

CAPÍTULO V.

ÁCAROS MESOSTIGMADOS (ACARI: MESOSTIGMATA) ASOCIADOS A *DENDROCTONUS VALENS* Y *DENDROCTONUS RHIZOPHAGUS* EN MÉXICO

RESUMEN

Dendroctonus rhizophagus es una especie hermana derivada de *Dendroctonus valens* pero con diferencias biológicas y ecológicas muy marcadas. Se realizaron muestreos en los estados de Chihuahua, Tlaxcala, Estado de México y Puebla donde se tomaron trozos de corteza y raíces que presentaban signos de daño por estas dos especies. Se encontraron 321 ácaros, de los cuales 207 estuvieron asociados a *D. valens* y 114 a *D. rhizophagus*; los ácaros están distribuidos en nueve familias y 19 especies. Sólo se observó en común a seis de ellas, *Dendrolaelaps neocornutus*, *Lasioseius imitans*, *Proctolaelaps hystrix*, *P. subcorticalis*, *Trichouropoda ovalis* y *T. polytricha*; esta última fue la más abundante en las dos especies de *Dendroctonus* estudiadas. Con respecto a las preferencias tróficas, la mayoría de las especies son reportadas como depredadores de otros ácaros de menor talla como son digamasélidos, queilétidos y algunos astigmatinos; además de ser nematofagos en su mayoría. Tres especies de ácaros podrían ser útiles para separar a estas dos especies de *Dendroctonus*: *Sejus boliviensis*, *Nenteria breviungulata* y *Trichouropoda* n sp. 2. Diversos factores afectan la presencia o ausencia de especies y por lo tanto la especificidad en los hospederos.

Palabras clave. especies cercanas, hospederos, especificidad

ABSTRACT

Dendroctonus rhizophagus is a sister species derived from *Dendroctonus valens* but with marked biological and ecological differences. Samples were taken in the states of Chihuahua, Tlaxcala, State of Mexico and Puebla, where pieces of bark and roots that had signs of damage by these two species were taken. A total of 321 associated mites were found, *D. valens* 207 and 114 to *D. rhizophagus*, distributed in nine families and 19 species. These species have in common only six of them, *Dendrolaelaps neocornutus*, *Lasioseius imitans*, *Proctolaelaps hystrix*, *P. subcorticalis*, *Trichouropoda ovalis* and *T. polytricha*; this last one is the most abundant in all the *Dendroctonus* species studied. Regarding to the trophic preferences most are reported as predatory mites, of smaller size mites as digamaselids, and some astigmatins and cheyletids, being nematophagous mostly. Three species of mites that can be useful to separate these two species of *Dendroctonus*: *Sejus boliviensis*, *Nenteria breviungulata* and *Trichouropoda* n. sp.

2. Various factors affect the presence or absence and therefore species specificity in the host.

Keywords. Sister species, hosts, specificity.

5.1 INTRODUCCIÓN

Los escarabajos descortezadores del género *Dendroctonus* Erichson (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae) tienen una relación evolutiva antigua y estrecha con la familia Pinaceae (Gymnospermae, Pinales). El papel ecológico principal de estos insectos es el actuar como agentes selectivos matando árboles viejos, dañados o susceptibles, lo cual favorece la sucesión natural en los bosques de coníferas. Una característica biológica de este grupo de insectos, es que en condiciones de perturbación o desequilibrio ecológico de los bosques, pueden afectar grandes superficies de arbolado sano, producir importantes pérdidas económicas al sector forestal y provocar indirectamente, por los métodos que se aplican para su control, daños ecológicos irreversibles en los bosques.

D. rhizophagus Thomas & Bright es una especie reportada principalmente en los bosques de pino de los estados de Sinaloa, Sonora, Chihuahua, Durango y Jalisco de la Sierra Madre Occidental (Wood, 1982; Zúñiga *et al.*, 1999; Armendáriz-Toledano *et al.*, 2012), aunque también se conoce en el estado de Guerrero (Atkinson y Equihua, 1985). Estudios de distribución geográfica muestran que esta especie se desarrolla adecuadamente entre los 1200 y 2600 m de altitud, siendo sus principales huéspedes *Pinus engelmannii*, *P. durangensis*, *P. arizonica* y *P. cooperi* (Salinas-Moreno *et al.*, 2004). *Dendroctonus rhizophagus* es una especie hermana derivada de *D. valens* Le Conte (Kelley y Farrell, 1998), pero con diferencias biológicas y ecológicas muy marcadas. *D. valens* fue descrito por J. L. LeConte en 1868, luego por Hopkins (1909) y posteriormente por Wood (1963) (Rose, 1964); Thomas en 1966 realizó un primer reporte de un insecto que era *D. rhizophagus* considerándolo como *D. valens* por la similitud morfológica, pero observó el ataque a renuevos, por lo que hizo la consideración de que podría tratarse de otra especie; en 1970 *D. rhizophagus* fue descrito por Thomas y Bright, quienes realizaron un estudio detallado donde encontraron diferencias anatómicas y de comportamiento que llevaron a designar a esta especie como no descrita y le dieron el nombre anotado (Estrada, 1983).

Aunque *Dendroctonus valens* y *D. rhizophagus* son consideradas especies muy cercanas, poseen diferencias morfológicas que son utilizadas para su separación, no obstante, ésta siempre ha sido controversial. Los trabajos más importantes que han ayudado a la separación morfológica de las especies *D. valens* y *D. rhizophagus* son los realizados por Thomas y Bright (1970), Furniss y Campos (1985) y León-García (2013). Los caracteres distintivos más importantes para la diferenciación de estas especies son: tamaño, color, característica de la frente (gránulos prominentes) clava antenal (angular y asimétrica en *D. rhizophagus*), proceso (protuberancia) espistomal, prescutum y pronotum, declive elitral, placa estridulatoria y la varilla seminal sin embargo León-García (2013) adiciona nuevos caracteres que pueden ser útiles en su separación y subraya entre las más importantes las puntuaciones en el área posterolateral de la cabeza las cuales son más profundas en *D. valens*; puntuaciones en el disco pronotal, homogéneas en tamaño y forma en *D. valens* y heterogéneas en *D. rhizophagus*, el tamaño de las puntuaciones en el declive elitral de ambas especies y el tergo VIII, entre otras características.

Aparte de las diferencias morfológicas, existen marcadas diferencias en la biología y comportamiento de ambas especies, entre las cuales destacan el sistema de galerías, pues *D. valens* realiza la galería de forma lineal ligeramente más ancha que la longitud del insecto, a veces superior a los 40 cm de longitud (Wood, 1982), en comparación con la galería de *D. rhizophagus*, la cual es al inicio angosta y cilíndrica permitiendo la salida de resina al exterior del árbol; una vez que el macho llega y se da la cópula, ambos ensanchan la galería volviéndola irregular orientada hacia abajo o hacia arriba; esta galería en forma de espiral circunda al árbol causando su muerte (Cibrián *et al.*, 1995). *Dendroctonus rhizophagus* es un descortezador primario con un ciclo de vida anual sincrónico que parasita a los árboles de renuevo de 0.45 a 2.7 m de altura, mientras que *D. valens* es un descortezador secundario que prefiere árboles maduros colonizados previamente por otros descortezadores, tiene un ciclo de vida anual asincrónico y una amplia distribución geográfica (Cibrián *et al.*, 1995).

Dendroctonus valens LeConte. Se considera una plaga común de los bosques, es originaria de América del Norte accidentalmente introducida en China en la década de 1980, presumiblemente en troncos sin procesar importados de los Estados Unidos. Los árboles atacados presentan signos de resina blanca y una mezcla de ésta con el aserrín en la parte inferior del fuste del hospedero vegetal infestado. Se distribuye ampliamente a lo largo del continente americano, especialmente en América Central y América del Norte (Wood, 1982). En México se encuentra reportado para 24 estados, Aguascalientes, Baja California, Chiapas, Chihuahua, Coahuila, Colima, Distrito Federal, Durango, Guerrero, Hidalgo, Jalisco, México, Michoacán, Morelos, Nuevo León, Oaxaca, Puebla, Querétaro, San Luis Potosí, Sinaloa, Sonora, Tlaxcala, Veracruz y Zacatecas. En su área de distribución natural sus principales hospederos son *Pinus arizonica*, *P. ayacahuite*, *P. cembroides*, *P. devoniana*, *P. douglasiana*, *P. durangensis*, *P. engelmannii*, *P. greggii*, *P. hartwegii*, *P. herrerae*, *P. jeffreyi*, *P. leiophylla*, *P. lumholtzii*, *P. maximinoi*, *P. montezumae*, *P. oocarpa*, *P. patula*, *P. pringlei*, *P. pseudostrobus*, *P. quadrifolia*, *P. strobus* y *P. teocote*. Los mayores porcentajes de incidencia (16 y 12% respectivamente) se presentan en *P. leiophylla* y *P. durangensis*, *Picea spp.*; *Larix spp.*; *Abies spp.* y *Pseudotsuga menziesii* (Salinas et al., 2010; Cibrián et al., 2005).

Dendroctonus valens (Fig. 5.1) generalmente ataca árboles con un vigor reducido o infestados por otros descortezadores (*Ips* y *Dendroctonus*) pero también puede atacar árboles sanos. Los ataques a los árboles en pie se concentran en la parte inferior del tronco, las galerías son grandes y en forma recta, llegando hasta las raíces (Smith, 1971).



Figura 5.1. *Dendroctonus valens* vista lateral

Dendroctonus rhizophagus Thomas y Bright (Fig. 5.2). Comúnmente se le denomina descortezador de los renuevos, es una especie común en la Sierra Madre Occidental en México que coloniza plántulas y árboles jóvenes menores de tres metros de preferencia brinzales de 0.2-1.2 mm donde realiza galerías en espiral que circundan al árbol y lo matan debido a que no permiten el paso de agua y sustancias minerales (Estrada, 1983), por lo que presenta un comportamiento atípico con respecto al resto de las especies del género, las que prefieren arboles de mayor talla (Cibrián *et al.*, 1995).



Figura 5.2. *Dendroctonus rhizophagus* vista lateral

Es una especie de importancia económica para la industria forestal de México, ya que puede encontrarse en 11 especies de pinos entre los que se incluyen *P. arizonica*, *P. engelmannii*, *P. durangensis* y *P. leiophylla* (Salinas-Moreno et al., 2004). Su distribución en México incluye los estados de Sinaloa, Sonora, Chihuahua, Durango (Mendoza et al., 2011; Zúñiga et al., 1999), Guerrero (Atkinson y Equihua, 1985) y Jalisco (Armendáriz-Toledano et al., 2012).

5.1.1 Acaros mesostigmados asociados a *Dendroctonus* spp.

Ambos descortezadores excavan galerías generalmente en las raíces de los árboles, las cuales les proporcionan un medio adecuado para el desarrollo durante todo su ciclo biológico manteniendo la temperatura y la humedad necesarias para el establecimiento, no sólo de este insecto sino también de otros artrópodos (Lindquist, 1975). Los ácaros son artrópodos comúnmente asociados a los descortezadores y a sus galerías, se conoce que tienen influencia en su reproducción y en la relación que mantienen los escarabajos con hongos (Six y Klepzig, 2004), su alta abundancia relativa y su diversidad sobre estos insectos sugieren la posibilidad de que puedan influenciar su dinámica dentro de los árboles infestados y afectar la condición física de estos insectos (Hofstetter *et al.*, 2005), por lo que el estudio de los ácaros que habitan bajo la corteza de los árboles ofrece amplias perspectivas de investigación, tanto de biodiversidad y distribución, como del efecto de éstos en la dinámica poblacional de los descortezadores.

Los ácaros del orden Mesostigmata (=Gamasida) son de los más comúnmente encontrados en asociación con los escarabajos del género *Dendroctonus*; muchas de las especies registradas son cosmopolitas, otras tantas se asocian específicamente con este género y otras más sólo se asocian con una especie del mismo género. Se han considerado un grupo de importancia ecológica porque tienen un impacto directo sobre las poblaciones de los descortezadores,

por lo que se consideran candidatos potenciales para ejercer un control biológico sobre dichos insectos plaga (Moser *et al.*, 1974).

5.1.2 Especificidad de las biorrelaciones escolitinos-ácaros.

El estudio de estas relaciones nos abriría un amplio panorama sobre la biogeografía y la co-especiación. La ácaros dependen de sus hospederos en gran medida para su supervivencia, por lo que las filogenias tanto de los hospederos como de los ácaros pueden ser topológicamente idénticas. La congruencia de estas filogenias es un tema que poco o nada se ha estudiado, sin embargo durante los últimos años se han estado evaluando la congruencia y precisión de las filogenias tanto para los escolítidos (hospederos) como para los ácaros (forontes o parásitos), pero aun no quedan claras las hipótesis de coespeciación para estos grupos y solo resta esperar el esclarecimiento de sus filogenias.

Las especies del género *Iponemus* (Tarsonemidae) están entre los ácaros conocidos como los más específicos asociados a los escolítidos. Lindquist (1969) menciona que 16 de las 18 especies o subespecies asociadas principalmente con *Ips* en norteamérica tienen una relación monoespecífica con su hospedero y cada una de las otras dos especies se limita a dos especies hospederas estrechamente relacionados. El caso más documentado de especies cercanas es el de *Iponemus asiaticus* se presenta en dos especies cercanas *Ips cembrae* e *I. subelongatus*.

La alta especificidad de los ácaros foréticos con sus hospederos provee datos para elucidar la taxonomía de ambos. Por ello son de utilidad los ácaros forontes para distinguir especies "hermanas" o muy cercanas en los hospederos. Este método de discriminación de hospederos es aplicado para los *Ips* en norteamérica, los cuales tienen formas monoespecíficas y en especial las del género *Iponemus* son las que más se han utilizado como un filtro para separar a las especies y grupos de especies de *Ips*.

En lo que respecta a la diversidad de ácaros vinculados a descortezadores, Moser y Roton (1971) mencionan que estas especies aparentemente están limitadas en la gama de sus simbioses y que las especies del género *Dendroctonus* son las que presentan la mayor diversidad de ácaros. Esto se ha comprobado en estudios previos hechos por los autores, donde sólo se han encontrado estas especies en dos géneros de *Scolytinae* (Chaires-Grijalva *et al.*, 2009). Lindquist (1975) menciona que este tipo de asociaciones se da cuando las especies muestran preferencia por recursos o microclimas similares, o bien cuando el recurso alimentario existe en el mismo microhábitat.

Cuando un ácaro es conocido por tener varias especies de hospederos con las que coexiste, podemos concluir que no es específico de una especie y que una sola especie de ácaro puede estar relacionado con dos especies de escolítidos o en su defecto varias especies de ácaros pueden estar vinculadas con dos especies de *Dendroctonus* estrechamente relacionadas. Hay especies de descortezadores consideradas por diferentes autores como la misma especie y en ellas podemos encontrar solo una especie de ácaro al cual se le considera como específico, pero hay también subespecies de ácaros diferenciadas sólo por el tamaño que se asocian con dos especies de descortezadores, por lo que se ha considerado que cada especie es específica (Lindquist, 1969).

D. rhizophagus y *D. valens* al ser dos especies cercanas, que se encuentran casi en las mismas condiciones ambientales, que tienen contacto con el ecosistema suelo, comparten muchas especies de ácaros que no tienen otras especies del género *Dendroctonus*. Las especies que no son compartidas muy probablemente tienen requerimientos específicos que sólo encuentran en la especie hospedera y puede afectarles los cambios que, aunque sean mínimos, se pueden presentar en las dos especies de descortezadores.

5.1.3 Factores que afectan el establecimiento de las especies

Entre las diferencias que pueden afectar directa o indirectamente la presencia o ausencia de especies de mesostigmados, destacan sin lugar a dudas las características ambientales y de comportamiento que se observan en *D. rhizophagus*, el cual tiene preferencia por colonizar arboles de renuevo, con preferencia por los brinzales de 0.2-1.2 m (Cibrián *et al.*, 1995), mientras que *D. valens* considerada una especie secundaria infesta tocones, arboles moribundos y enfermos con diámetros mayores a los 20 cm, siendo muy frecuentemente encontrada hasta el primer metro de altura (Wood, 1982). Estas dos condiciones microambientales, les da un microclima diferente a cada uno de ellos, aunque se encuentren en la misma región y aparentemente en las mismas condiciones. La especie de hospedero vegetal, la altura donde se encuentran las galerías, la fluctuación poblacional de los descortezadores, así como el tiempo que tiene la galería desde el inicio de la población, son factores que se deben tomar en cuenta cuando se registran la presencia de las especies de ácaros asociados a los descortezadores.

La construcción de galerías es otra característica importante en *D. valens* es lineal y ancha en las zonas más cálidas y de aproximadamente 40 cm de longitud (Wood, 1982), al ir la hembra oviponiendo a un costado de la galería, va dejando excremento y restos de floema, alimento para microorganismos como bacterias, nematodos y hongos que a su vez son el alimento de algunos ácaros. En *D. rhizophagus* la galería al inicio es angosta y cilíndrica circundando las raíces del árbol, provocándole la muerte (Cibrián *et al.*, 1995). La hembra deposita los huevecillos en la parte superior de la galería. Esta especie está más concentrada en las raíces donde pasan la mayoría de su ciclo (Cibrián *et al.*, 1995, Estrada, 1983).

En México diferentes trabajos han citado a especies de mesostigmados asociados al *Dendroctonus* spp., destacando *Eugamasus lyriformis* (= *Schizosthetus lyriformis*) y *Proctolaelaps dendroctoni*, (McGraw y Farrier, 1969;

Lindquist, 1971; Moser *et al.*, 1974) en especies como *Dendroctonus frontalis*, *D. mexicanus* y *D. valens* de Chiapas, Chihuahua, Estado de México y Puebla.

Debido a la escasa información sobre el tema, el presente trabajo tuvo por objetivo conocer la diversidad de los ácaros mesostigmados asociados a *D. valens* y *D. rhizophagus* tanto de forma directa sobre su cuerpo, como indirectamente en sus galerías.

5.2 MATERIALES Y MÉTODO

Se realizaron muestreos en varios estados de la Republica Mexicana de 2008 a 2013, en el estado de Chihuahua principalmente en las localidades de La Laja (27° 55' 54.9" N y 107° 35' 54.6" O, 2452 msnm) Cuesta Prieta (27° 55' 50" N y 107° 35' 45.6" O, 2450 msnm) San Juanito en la localidad de Bocoyna; Tlaxcala (en los límites con el Estado de México, Carr. Texcoco-Calpulalpan a 19° 33' 36.37" N, 98° 41' 39.89" O, 2842 msnm), Puebla (Tetela de Ocampo, El puerto Mpio. de Tetela de Ocampo a 19° 48' 18.27" N, 97° 46' 45.24" O, 2120 msnm y La Mina, Chignahuapan a 19° 47' 43.45" N, 97° 56' 24.21" O, 1912 msnm).

Se tomaron raíces, cortezas y suelo circundante de diferentes especies de *Pinus* con signos de daño por *D. valens* y *D. rhizophagus*, caracterizados por presentar grumos de resina y aserrín con coloraciones blanquizco-rosado a nivel del suelo (Fig.5.3). Los tocones fueron removidos con ayuda de una pala, cavando y sacándolos con las raíces completas. Adicionalmente se tomaron trozos de corteza de aproximadamente 10 x 10 cm o 10 x 20 cm, con ayuda de un hacha pequeña, lo anterior se realizó siguiendo las áreas donde se presentaron los grumos de resina, principalmente en tocones viejos con diámetros de aproximadamente 40 cm.



Figura 5.3. A) Tocones y B) raíces con afectaciones y presencia de *D. valens*.

Una vez obtenidas las muestras, se colocaron en bolsas de plástico y los tocones y raíces fueron envueltos en papel absorbente humedecido con agua destilada e introducidas en bolsas plásticas y refrigeradas a 4°C. Las muestras fueron trasladadas al laboratorio, para su análisis y extracción de ejemplares de *D. valens* y *D. rhizophagus* presentes en las galerías de la corteza del pino. Las raíces se mantuvieron en refrigeración hasta que fueron procesadas. Cada muestra fue observada bajo microscopio estereoscópico Stemi 2000C Carl Zeiss para obtener y cuantificar los ácaros vivos tanto en galerías como los que se encontraban sobre el insecto. Se registró la ubicación de los ácaros en el cuerpo del insecto. Las galerías fueron clasificadas en nuevas y viejas con base en el tiempo estimado de desarrollo.

Las raíces procesadas (Fig. 5.4A) se colocaron en cámaras de emergencia (Fig. 5.4C) para obtener a los insectos adultos que aún quedaban en ellas (Fig.5.4B). Para la observación de los ácaros colectados se realizaron montajes permanentes con líquido de Hoyer. Los ácaros encontrados fueron identificados a nivel de especie para lo cual se utilizaron las claves de McGraw y Farrier (1969) y descripciones originales de las especies. El material biológico fue corroborado por el Dr. John Moser (USDA-FS).



Figura 5.4. A) Raíces de *P. arizonica*; B) Presencia de insectos en galerías y C) Cámaras de emergencia para escolitinos.

Para complementar la información obtenida en campo y ampliar el registro de distribución de los ácaros mesostigmados asociados con *D. valens* y *D. rhizophagus*, se revisó la colección de insectos en alcohol, que data de 1994, procedente de Mesa de Parra, Municipio de Madera, Chihuahua, (29 ° 11' 59" N y 108° 9'58" O, 2234 msnm), depositada en el INIFAP Campo Experimental Pabellón y la de la ENCB-IPN, del 2012, procedente de San Juanito (27°55'54.9" N, 107°35'54.6" O, 2452 msnm) del municipio de Bocoyna, en el mismo estado.

Los ácaros encontrados sobre estos insectos se colocaron en ácido láctico para su posterior montaje en laminillas permanentes con líquido de Hoyer. Los ejemplares estudiados fueron depositados en la colección personal de la Dra. Edith Estrada del Colegio de Postgraduados.

5.3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.3.1 Especies asociadas a *D. valens* y *D. rhizophagus*

Se encontró un total de 321 ácaros mesostigmados, 207 (64.5%) asociados a *D. valens* y 114 (35.5%) asociados a *D. rhizophagus*, de los cuales se identificaron nueve familias: Ascidae, Digamasellidae, Laelapidae, Macrochelidae, Melicharidae, Parasitidae, Sejidae, Trematuridae y Uropodidae, de ellas se determinaron 19 especies, nueve de las cuales están asociadas a *D. rhizophagus*

y 16 a *D. valens* (Cuadro 5.1). La familia con mayor abundancia de individuos fue Trematuridae con el 54.2% de los ejemplares colectados, seguida de Melicharidae con 23.37%, Digamasellidae con 6.23%, Parasitidae, Macrochelidae y Uropodidae con 2.8% cada una, Laelapidae con 2.5% y Sejidae con 1.55%.

Cuadro 5.1. Especies de mesostigmados asociados a *D. valens* y a *D. rhizophagus*, abundancia y diversidad de ácaros por hospedero.

Familia de Ácaro	Especie de Ácaro	<i>D. rhizophagus</i>	<i>D. valens</i>	Total
Sejidae	<i>Sejus boliviensis</i>	0	8	8
Uropodidae	<i>Nenteria breviunguiculata</i>	0	9	9
Trematuridae	<i>Trichouropoda adjunti</i>	0	5	5
	<i>T. ovalis</i>	28	34	62
	<i>T. polytricha</i>	37	58	95
	<i>T. n.sp. 1</i>	0	2	2
	<i>T. n.sp. 2</i>	6	0	6
	<i>T. n.sp. 3</i>	0	4	4
Parasitidae	<i>Schizosthetus lyriformis</i>	0	9	9
Digamasellidae	<i>Dendrolaelaps neocornutus</i>	10	10	20
Macrochelidae	<i>Macrocheles boudreauxi</i>	8	0	8
	<i>Macrocheles sp 1.</i>	0	1	1
Ascidae	<i>Lasioseius imitans</i>	5	7	12
Melicharidae	<i>Proctolaelaps dendroctoni</i>	0	2	2
	<i>P. hystricoides</i>	0	7	7
	<i>P. hystrix</i>	15	19	34
	<i>P. subcorticalis</i>	4	28	32
Laelapidae	<i>Androlaelaps casalis</i>	1	0	1
	<i>Hypoaspis ca vacua</i>	0	4	4
Totales	Abundancia <i>Dendroctonus</i>	172	246	418
	No. de especies de ácaros	9	16	19
	Abundancia de ácaros	114	207	321

De las 19 especies registradas para ambas especies, sólo tienen en común a seis de ellas, *D. neocornutus*, *L. imitans*, *P. hystrix*, *P. subcorticalis*, *T. ovalis* y *T. polytricha*; esta última fue la más abundante en las dos especies de *Dendroctonus* estudiadas, con el 29.6% del total, seguida por *T. ovalis* con el 19.3%, *P. hystrix* 11%, *P. subcorticalis* 10%, *D. neocornutus* 6.2%, y *L. imitans* con 3.7%. Tanto *T. polytricha* como *T. ovalis* han sido reportadas como generalistas, asociadas con múltiples familias de descortezadores entre los que se incluyen escolítidos,

curculiónidos, tenebriónidos y cerambícidos (Kinn y Linit, 1989). Otras especies de *Dendroctonus* colectadas en México presentan una amplia diversidad de ácaros asociados como *D. adjunctus* (8 especies), *D. frontalis* y *D. mexicanus* (7), *D. pseudotsugae* (2) y *D. brevicomis* (1).

El estrato preferido por los ácaros encontrados en asociación con estos descortezadores son las galerías, el 59% de los mesostigmados se concentra en ellas, mientras que el 43% se asocia directamente con el insecto (Fig.5.5; Cuadro 5.2). Las galerías de *D. valens* albergan una gran cantidad de organismos, puesto que proporcionan los suficientes recursos alimentarios para los organismos presentes en ellas, humedad constante debido a las zonas donde son excavadas (principalmente cerca de las raíces y fuste), y sobre todo protección de enemigos naturales.

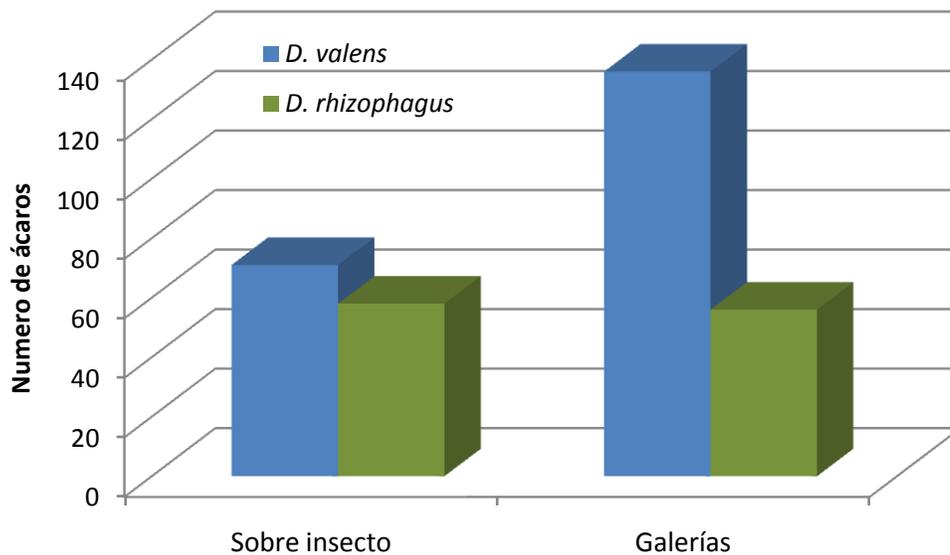


Figura 5.5. Ácaros mesostigmados en galerías y sobre insectos.

Se observaron huevos de ambas especies de descortezadores, generalmente envueltos en excremento y aserrín a lo largo del margen de la galería, las larvas y ninfas se colocan frecuentemente en la parte basal del cuello de la raíz, pero no se observaron ácaros asociados a los huevos. Las galerías con

material residual compactado y seco son las más viejas, éstas por lo general no presentan ácaros, ni nematodos, mientras que las galerías libres de excrementos y residuos se consideran como nuevas o recién hechas, presentan una gran diversidad y abundancia de organismos principalmente de ácaros registrados en suelo. Las galerías dan cabida a diferentes organismos entre los que destacan nematodos, bacterias y hongos, quienes encuentran en ellas las condiciones óptimas para su establecimiento.

Las especies que estrictamente se concentran en galerías (Fig. 5.6A) fueron *Sejus boliviensis* y *Macrocheles* sp. n. 1, mientras que las que se encontraron directamente adheridas a los descortezadores (Fig. 5.6B) fueron *Nenteria breviunguiculata*, *Trichouropoda* sp. n. 1, *T.* sp. n. 2, *T.* sp. n. 3 y *Androlaelaps casalis*, lo que no significa que sean estrictamente foréticos ya que los pocos organismos encontrados de cada uno podrían indicar que su relación forética es meramente accidental.

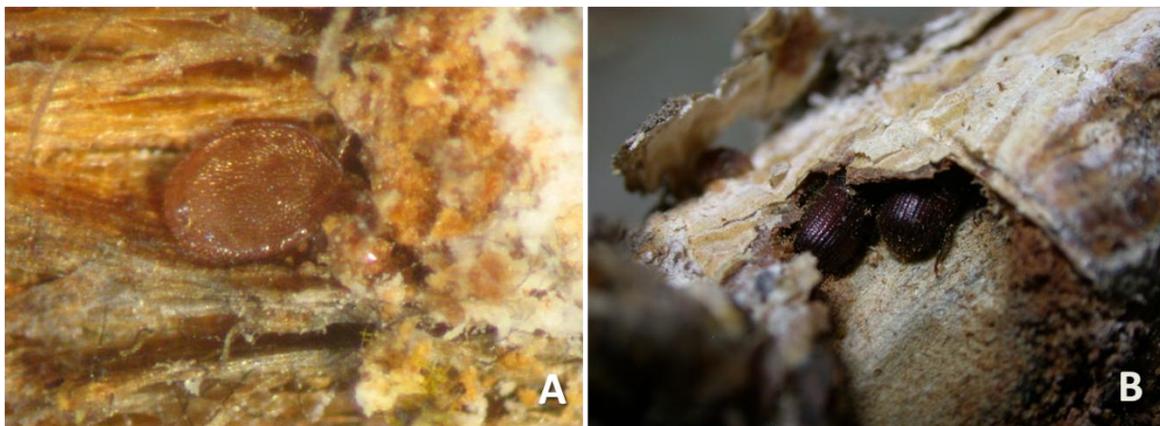


Figura 5.6. A) *Trichouropoda polytricha* en galerías con micelio, B) *Androlaelaps casalis* sobre élitros de *Dendroctonus rhizophagus*.

Cuadro 2. Ubicación por estrato preferido

Especie	<i>Dendroctonus valens</i>										<i>Dendroctonus rhizophagus</i>									
	Sobre insecto					Galerías					Sobre insecto					Galerías				
	♀	♂	DN	PN	LV	♀	♂	DN	PN	LV	♀	♂	DN	PN	LV	♀	♂	DN	PN	LV
<i>Sejus boliviensis</i>	0	0	0	0	0	5	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Nenteria breviunguiculata</i>	0	0	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Trichouropoda adjuncti</i>	0	0	4	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>T. ovalis</i>	0	0	16	0	0	0	0	18	0	0	0	0	19	0	0	0	0	9	0	0
<i>T. polytricha</i>	0	0	18	0	0	3	1	25	9	0	0	0	15	0	0	0	0	16	4	0
<i>T. n.sp. 1</i>	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>T. n.sp. 2</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0
<i>T. n.sp. 3</i>	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Schizosthetus lyriformis</i>	0	0	2	0	0	2	1	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Dendrolaelaps neocornutus</i>	2	0	0	0	0	2	2	4	0	0	6	0	0	0	0	4	0	0	0	0
<i>Macrocheles boudreauxi</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	1	0	0	0	2	0	1	0	0
<i>Macrocheles sp1</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Lasioseius imitans</i>	1	0	0	0	0	6	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	3	0	0
<i>Proctolaelaps dendroctoni</i>	2	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0
<i>P. hystricoides</i>	2	0	1	1	0	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>P. hyxtris</i>	3	0	2	1	0	5	0	3	5	2	1	0	0	0	0	5	1	4	2	2
<i>P. subcorticalis</i>	6	0	2	1	0	10	2	3	3	1	1	0	0	0	0	2	0	1	0	0
<i>Androlaelaps casalis</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Hypoaspis ca vacua</i>	2	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

DN. deutoninfa; PN. Protoninfa; LV. Larva

5.3.2 Posición sobre las diferentes partes del cuerpo.

Los ácaros se distribuyeron en diferentes partes del cuerpo, principalmente sobre los élitros y en zonas ventrales (entre las patas II y III y los esternitos abdominales) (Cuadro 5.3).

Las deutoninfa foréticas (ninfas foréticas) prefieren adherirse a las patas, superficie ventral, esternitos abdominales y declive elitral, en contraste con los adultos que se encontraron sobre élitros, el pronoto y la zona gular. Es importante señalar que los ácaros prefieren ubicarse en un sitio específico del cuerpo del insecto para protegerse de las actividades del mismo o evitar el desprendimiento durante la dispersión (Binns, 1982). (Fig. 5.7)

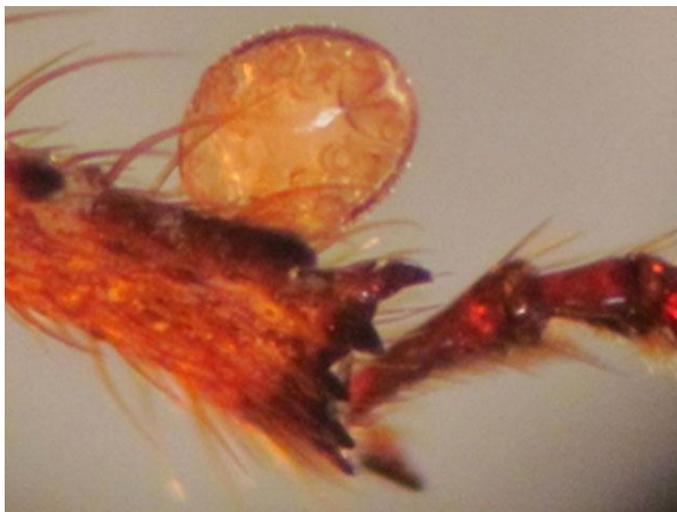


Figura 5.7. *Trichouropoda adjuncti* adherido en pata III.

Los trematúridos se adhieren al huésped por medio del pedicelo anal (Faasch, 1967; Bajerlein, 2013) la cual es una de las adaptaciones más espectaculares de las deutoninfas para efectuar la foresia. Aunque este fenómeno es único para algunas familias de uropodinos, el pedúnculo o pedicelo (estructura temporal) conecta a las deutoninfas foréticas con sus insectos transportistas la cual proporciona una baja probabilidad de ser desalojado y a la vez le proporciona más libertad para la selección del sitio donde se va a fijar (Faasch, 1967; Binns, 1982).

En los ácaros de las familias, Ascidae, Digamasellidae, Laelapidae, Macrochelidae, Melicharidae y Parasitidae la foresia también es practicada por adultos, principalmente hembras. En general todas las especies buscan adherirse a los lugares donde tengan menos probabilidades de ser alcanzados por las actividades del huésped (Cuadro 3). Las diferentes adaptaciones morfológicas que se presentan en los ácaros asociados a estas especies de descortezadores incluyen varios tipos de estructuras de fijación, que les permite permanecer adheridos durante el proceso de foresia. Algunas de estas son los quelíceros modificados (en las hembras de Macrochelidae) y uñas modificadas (deutoninfas de Parasitidae).

Las deutoninfas y adultos de *Dendrolaelaps neocornutus*, *Proctolaelaps subcorticalis* y *P. dendroctoni* que se alojan bajo los elitros, principalmente buscan alimento ya que se han observado agrupaciones de nematodos en esos lugares. Al respecto Cardoza *et al.* (2006) mencionan que algunas especies de descortezadores como *D. frontalis* tienen estructuras especializadas llamadas nematangios, por lo que no se descarta una relación mutualista entre el descortezador y algunas especies de nematodos (Kinn, 1983). Los ácaros alojados entre las coxas pueden afectar ligeramente la locomoción de los descortezadores como resultado, el animal puede morir de agotamiento tanto por el esfuerzo como por el peso que carga (Hoffmann, 1988).

Cuadro 5.3. Mesostigmados en diferentes partes del cuerpo del escolítino

Familia	Especie	PR	GU	SE	BE	PT	SV	EA	DE
Nenteridae	<i>Nenteria breviunguiculata</i>						DN		
Trematuridae	<i>Trichouropoda adjuncti</i>					DTN			DTN
	<i>Trichouropoda ovalis</i>						DTN	DTN	
	<i>Trichouropoda polytricha</i>							DTN	DTN
	<i>Trichouropoda</i> sp. n 1					DTN			
	<i>Trichouropoda</i> sp. n 2						DTN		
	<i>Trichouropoda</i> sp. n 3						DTN		
Parasitidae	<i>Schizosthetus lyriformis</i>			DN					
Digamasellidae	<i>Dendrolaelaps neocornutus</i>				AD				
Macrochelidae	<i>Macrocheles boudreauxi</i>						AD		
Ascidae	<i>Lasioseius imitans</i>			AD				AD	
Melicharidae	<i>Proctolaelaps dendroctoni</i>		AD	AD	DN, AD				
	<i>Proctolaelaps hystricoides</i>			AD			PN, DN		
	<i>Proctolaelaps hystrix</i>	AD					PN, DN		
	<i>Proctolaelaps subcorticalis</i>	AD			PN, DN				
Laelapidae	<i>Androlaelaps casalis</i>						AD		
	<i>Hypoaspis ca vacua</i>								AD

PR. Pronoto, GU. Gula, SE. Sobre élitro, BE. Bajo élitro, PT, Patas, SV. Superficie ventral, EA. Esternitos abdominales, DE. Declive elitral.

AD. Adulto, PN. Protoninfa, DN. Deutoninfa; DTN. Deutoninfa forética.

5.3.3 Hábitos alimentarios de los mesostigmados asociados a *D. valens* y *D. rhizophagus*

Los ácaros asociados a estas dos especies de descortezadores se dividen en dos grandes grupos, todos aquellos que se encuentran sobre el cuerpo del insecto y los habitantes de las galerías que se encuentran debajo de la corteza de los árboles. Tanto unos como otros pueden tener hábitos diferentes respecto a su alimentación (Hoffmann, 1981) y en ambos habrá especies que se alimenten de huevos o estados larvales iniciales y con ello causen reducciones en las poblaciones de los descortezadores. En este estudio *Androlaelaps casalis* sólo se encontró sobre los insectos, pero no en sus galerías, por lo que no podemos saber si solo es una especie que se encontró accidentalmente o si sus hábitos se relacionan directamente al descortezador.

Se menciona en la literatura que típicamente el género *Dendroctonus* tiene un conjunto de 15 a 20 especies de ácaros asociadas, pero sólo 10 ó 12 de éstas pueden ser componentes bióticos del hábitat de los descortezadores, de las cuales una o dos especies son polífagas y/o nematófagas, y algunas especies son depredadoras especializadas de los estados juveniles de los descortezadores (algunas especies de los géneros *Digamasellus*, *Proctolaelaps*, *Lasioseius*), por lo que son consideradas simbiontes en el amplio sentido y son dependientes de los escoltídeos por el vínculo de la foresia y directa o indirectamente por nutrición (Lindquist, 1970) (Fig. 5.8).

En términos generales se puede decir que los ácaros que se encuentran sobre estos descortezadores como forontes no perjudican casi nunca a su huésped; es decir, no se alimentan de él ni le causan daño físico, pero en las galerías sí pueden alimentarse de su progenie (Moser, 1975). *Dendrolaelaps neocornutus*, *M. boudreauxi*, *Pseudoparasitus* sp. y *Proctolaelaps hystrix* se han mencionado como depredadores en las galerías (Kenis *et al.*, 2007).



Figura 5.8. A) Galerías de *D. rhizophagus* y B) Ácaros foréticos esperando la emergencia del adulto para adherirse

Con respecto a las preferencias tróficas de las especies encontradas en este estudio, la mayoría son reportadas como depredadores de otros ácaros de menor talla como son digamasélidos, queilétidos y algunos astigmatinos (Kinn, 1967) además de alimentarse de nematodos, que se encuentran en gran abundancia en las galerías que elaboran los descortezadores (Krantz, 1965 y Moser, 1995). Kinn y Witcosky (1977) y

Moser (1995) afirman que estos ácaros se alimentan de las larvas de los descortezadores, además de otros insectos invasores en las galerías, y sólo utilizan a los escarabajos adultos para transportarse a un nuevo lugar. Lindquist y Hunter (1965) mencionan que las especies de *Proctolaelaps* son comensales, mientras otros son depredadoras de sus insectos asociados. En general los ácaros encontrados en este estudio tienen hábitos alimentarios muy similares entre si, ocasionalmente se llegan a alimentar de los primeros estadios larvales (Kinn, 1967); sin embargo, no fue posible observar este comportamiento en los ejemplares colectados en vivo sobre las larvas. Las galerías juegan un papel importante en el ciclo biológico de los ácaros, pues les proporcionan diferentes tipos de alimento (nematodos, hongos, bacterias, etc.) además de refugio, humedad, temperatura, los cuales son necesarios para su supervivencia.

De las siete especies reportadas en este trabajo sólo *P. hystrix*, *T. polytricha* y *T. ovalis* se encontraron en las galerías viejas. Las galerías viejas pero húmedas son las que presentan una mayor diversidad de organismos que en ella viven, se alimentan y encuentran refugio. En éstas se encontraron también nematodos, que en muchos casos pueden ser utilizados como alimento por los ácaros. Al respecto, Massey (1974) indica que los nematodos viven libremente en las galerías hechas por los escarabajos sin causarles ningún tipo de daño, por lo que su relación con los descortezadores es aún incierta, dependiendo tanto de las especies de nematodos encontradas en galerías como directamente asociadas al cuerpo del insecto.

5.3.4 Los ácaros como indicadores para separar especies de escolítidos estrechamente relacionadas

De todas las especies colectadas para este estudio, cinco son las que se podrían considerar como especies clave para separar a estas dos especies cercanas, ya que sólo son específicas de alguna de ellas. *Sejus boliviensis* y *Nenteria breviungulata* son específicas para *D. valens*, estas especies son originarias de suelo, pero suelen encontrarse en las galerías, hasta el momento no han sido reportadas como foréticas o asociadas a otros descortezadores.

Macrocheles boudreauxi, *Androlaelaps casalis* y *Trichouropoda* n sp. 2 solo se encontraron en asociación con *D. rhizophagus* en México sin embargo *M. boudreauxi* ha sido reportada en *D. terebrans*, *D. frontalis*, *Ips avulsus*, *I. calligraphus* e *I. grandicollis* en Estados Unidos (Krantz, 1965); *A. casalis* es considerado un ácaro cosmopolita, se ha encontrado en una amplia variedad de hospederos aves, mamíferos, paja, heno y detritus; de hábitos alimentarios depredadores con desplazamiento veloz (Casanueva *et al.*, 1994), en Estados Unidos se ha registrado en aserrín de galerías de *Ips avulsus*, *I. calligraphus* e *I. grandicollis* (Moser y Roton, 1971). *Trichouropoda* n sp. 2 es una especie hasta el momento conocida en el norte del país y localizada sólo en las galerías de *D. rhizophagus*.

Por lo tanto, son tres especies de ácaros que podrían ser útiles para separar a estas dos especies de *Dendroctonus*: *Sejus boliviensis*, *Nenteria breviungulata* y *Trichouropoda* n sp. 2; no obstante, se sugiere realizar más estudios sistemáticos que nos permitan demostrar si estas especies de ácaros son específicas para cada uno de los dos insectos estudiados.

5.4 CONCLUSIONES

Se encontró un total de 321 ácaros mesostigmados, 207 asociados a *D. valens* y 114 asociados a *D. rhizophagus*.

Se determinaron nueve familias, Ascidae, Digamasellidae, Laelapidae, Macrochelidae, Melicharidae, Parasitidae, Sejidae, Trematuridae y Uropodidae, en donde se incluyen 19 especies, nueve de las cuales están asociadas a *D. rhizophagus* y 16 a *D. valens*.

De las 19 especies registradas para ambas especies, sólo tienen en común a seis de ellas, *D. neocornutus*, *L. imitans*, *P. hystrix*, *P. subcorticalis*, *T. ovalis* y *T. polytricha*; esta última es la más abundante en las dos especies de *Dendroctonus* estudiadas.

Tres especies de ácaros podrían ser útiles para separar a estas dos especies de *Dendroctonus*, *Sejus boliviensis*, *Nenteria breviungulata* y *Trichouropoda* n sp. 2.

5.5 LITERATURA CITADA

- Armendáriz-Toledano, F., Torres-Banda, V., López, M. F., Villa-Castillo, J. y Zúñiga, G. 2012. New record and extension of the distribution range of the bark beetle *Dendroctonus rhizophagus* (Curculionidae: Scolytinae). *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 83: 850-853.
- Atkinson, T. H. and A. 1985. Equihua M. Notes on biology and distribution of Mexican and Central American Scolytidae (Coleoptera). I. Hylesininae, Scolytinae except Cryphalini and Corthylini. *Coleopterists Bulletin*, 39: 227-238
- Bajerlein, D., W Witaliński and Z. Adamski. 2013. Morphological diversity of pedicels in phoretic deutonymphs of Uropodina mites (Acari: Mesostigmata). *Arthropod Structure and Development*, 42(3):185–196.
- Binns, E. S. 1972. *Arctoseius cetratus* (Sellnick) phoretic on mushroom sciarid flies. *Acarologia*, 14: 350-356.
- Binns, E. S. 1982. Phoresy as Migration - Some functional aspects of phoresy in mites. *Biological Reviews*. 57(4): 571-620.
- Cardoza, Y. J., Paskewits, S. and K. F. Raffa. 2006. Travelling through time and space on wings of beetles: A tripartite insect-fungi-nematode association. *Symbiosis*, 41:71-79.
- Casanueva, M. E., Berrios, A.M., Peredo A.A. y R. I. Martínez. 1994. Mites associated on horses stables I, *Androlaelaps casalis* (Berlese), *Haemogamasus horridus* (Michael) and *Proctolaelaps pygmaeus* (Muller), the first record for Chile and redescription of the male (Acari: Mesostigmata). *Gayana Zoologia* 58:61-69.
- Chaires, Grijalva., M. P., E. G. Estrada-Venegas y A. M. Equihua. 2009. Gamásidos (Acari: Mesostigmata) de 13 estados de la República Mexicana asociados a Scolytinae de importancia forestal. Pag. 125-130. *In Entomología Mexicana*, vol.

- 8, E. G. V. Estrada, A. M. Equihua, M. P. G. Chaires, J. A. S. Acuña, J. R. R. Padilla y A. E. Mendoza (eds.). Texcoco, Estado de México.
- Cibrián, T. D., Méndez M. T. J., Campos B. R., Harry Y. O. y Flores L. J. 1995. Insectos Forestales de México. Universidad Autónoma Chapingo, División de Ciencias Forestales (Di. Ci. Fo.), México, 453 p.
- Estrada, M. O. 1983. Biología del descortezador del renuevo de pino, *Dendroctonus rhizophagus* T. y B. (Col.: Scolytidae) en la región de Mesa del Huracán, Chih. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Chapingo. 74 p.
- Faasch, H. 1967. Beitrag zur Biologie der einheimischen uropodiden *Uroobovella marginata* (C.L. Koch 1839) und *Uropoda orbicularis* (O.F. Müller 1776) und experimentelle. Analyse ihres Phoresieverhaltens. Zoologische Jahrbuecher Systematik, 94: 521.608.
- Furniss, M. M. and Campos, B. R. 1985. Anatomía Comparativa de Adultos de Poblaciones Simpatricas de *Dendroctonus rhizophagus* Thomas & Bright, y *Dendroctonus valens* Le Conte, en Chihuahua, México. Memoria de los Simposia Nacionales de Parasitología Forestal II y III. Secretaria de agricultura y Recursos Hidráulicos. 872 p.
- Hoffmann, A. 1981. Algunos aspectos sobre el comportamiento forético de los ácaros. Anales de la Escuela nacional de Ciencias Biológicas. 24:51-69
- Hoffmann, A. 1988. Animales desconocidos relatos acarológicos. Fondo de Cultura Económica. 129 pp.
- Hofstetter, R. W., J. C. Moser and K. M. Clancy. 2005. Ácaros foréticos con escarabajos *Dendroctonus* y sus depredadores invertebrados. Memorias del XIII Simposio Nacional de Parasitología Forestal. 25 y 26 de Noviembre, 2005. Morelia, Michoacán. Pág. 37-38.
- Hopkins, A. D. 1909. Practical information on the Scolytid beetles of North American forests. I. Bark beetles of the genus *Dendroctonus*. United States. Department of Agriculture. Bureau of Entomology Bulletin, 83, 169 p.
- Kelley, S. T. and B. D. Farrell. 1998. Is specialization a dead end? The phylogeny of host use in *Dendroctonus* bark beetle (Scolytidae). Evolution, 52:1731-1743.

- Kenis, M., Wermelinger, B. and J.C. Grégoire. 2007. Research on parasitoids and predators of Scolytidae – A review. In: F. Lieutier *et al.* (eds), Bark and Wood Boring Insects in Living Trees in Europe, A Synthesis. Pag. 237–290.
- Kinn, D. N. 1967. Notes on the life cycle and habits of *Digamasellus quadrisetus* (Mesostigmata: Digamasellidae). *Annals of the Entomological Society of America*, 60: 862-865.
- Kinn, D. N. 1983. Mites as biological control agents of bark and sawyer beetles. pp. 67-73. *In: Biological control of pests by mites.* Hoy, M. A., G. L. Cunningham and L. Knutson (Eds.). University of California. Agriculture Experimental Station. Special Publication. No. 3304: 185 pp.
- Kinn, D. N. and J. J. Witcosky. 1977. The life cycle and behaviour of *Macrocheles boudreauxi* Krantz. *Journal of Applied Entomology*. 84: 136–144.
- Kinn, D. N., and M. J. Linit. 1989. A key to phoretic mites commonly found on long-horned beetles emerging from southern pines. United States Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station. Research Note, 357: 1–8.
- Krantz, G. W. 1965. A new species of *Macrocheles* (Acarina: Macrochelidae) associated with bark beetles of the genera *Ips* and *Dendroctonus*. *Journal of the Kansas Entomological Society*, 38(2): 145-153.
- León-García, N.. 2013. Comparación morfológica de *Dendroctonus valens* y *D. rhizophagus* (Curculionidae: Scolytinae). Tesis de Maestría. Colegio de Postgraduados. México
- Lindquist E. E. 1969. Review of holartic tarsonemid mites (Acarina: Prostigmata) parasitizing eggs of ipine bark beetles. *Memoirs of the Entomological Society of Canada*. 60: 1-111.
- Lindquist, E. E. 1975. Associations between mites and other arthropods in forest floor habitats. *The Canadian Entomologist*, 107 (1):1-43.
- Lindquist, E. E., and P. E. Hunter. 1965. Some mites of the genus *Proctolaelaps* Berlese (Acarina: Blattisociidae) associated with forest insect pests. *The Canadian Entomologist*, 97:15-32.

- Lindquist, E. E. 1971. New species of Ascidae (Acarina: Mesostigmata) associated with forest insect pests. *The Canadian Entomologist*, 103:919-942.
- Lindquist, E. E. 1970. Relationships between mites and insects in forest habitats. *The Canadian Entomologist*, 102:978-984.
- Lindquist, E. E. 1975. Associations between mites and other arthropods in forest floor habitats. *The Canadian Entomologist*, 107(1): 1-43.
- Massey, C. L. 1974. Biology and taxonomy of nematode parasites and associates of bark beetle in the United States. Washington DC, USA, US Government Printing Office, USDA Agriculture Handbook No. 446, 233 pp.
- McGraw J. R. and H. Farrier. 1969. Mites of the superfamily Parasitoidea (Acarina: Mesostigmata) associated with *Dendroctonus* and *Ips* (Coleoptera: Scolytidae). *North Carolina Agricultural Experiment Station Technical Bulletin*, 192: 1-162.
- Mendoza C. M. G., Y. Salinas M., A. Olivo M. and G. Zúñiga. 2011. Factors influencing geographical distribution of *Dendroctonus rhizophagus* Thomas & Bright (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae) in the Sierra Madre Occidental, Mexico. *Environmental Entomology*, 40:549-559
- Moser, J. C. 1975. Mite predators of the southern pine beetle. *Annals of the Entomological Society of America*, 68:1113–1116.
- Moser, J. C. 1995. Mites associated with forest insects Willamette Institute For Biological Control, Inc. Monroe, Oregon. 52pp.
- Moser, J. C. and L. M. Roton. 1971. Mites associated with the southern pine beetle in Allen Parish, Louisiana. *The Canadian Entomologist*, 103: 1775-1798.
- Moser, J. C., R. Wilkinsok and E. W. Clark. 1974. Mites associated with *Dendroctonus frontalis* Zimmerman (Scolytidae: Coleoptera) in Central America and Mexico *Turridbiz Vot*, 24(4): 373-381
- Rose, C. W. E. 1964. Biología y Ecología del Descortezador del Pino, *Dendroctonus valens* Lec. (Coleoptera: Scolytidae). Tesis de Maestría. Universidad Autónoma Chapingo, México, 53 p.
- Salinas-Moreno, Y., Vargas M. C. F., Zúñiga, G., Víctor, J., Ager, A. y Hayes, J. L. 2010. Atlas de Distribución Geográfica de los Descortezadores del Género

- Dendroctonus* (Curculionidae: Scolytinae) en México. Instituto Politécnico Nacional, Comisión Nacional Forestal. México, 90 p.
- Six, D. and K.D. Klepzig. 2004. *Dendroctonus* bark beetles as model systems for studies on Symbiosis. *Symbiosis* 37:1-26.
- Smith, R. H., 1971. Red Turpentine Beetle. Forest Pest Leaflet 55. U.S. Department of Agriculture Forest Service.
- Thomas, J. B. 1966. Some Scolytidae from the Sierra Madre Occidental in Mexico. *The Canadian Entomologist*, 98:871–875.
- Thomas, J. B. y D. E. Brigh. 1970. A new species of *Dendroctonus* (Coleoptera: Scolytidae) from Mexico. *The Canadian Entomologist* 102:479-483.
- Wood, S. L. 1963. A revision of bark beetles genus *Dendroctonus* Erichson (Coleoptera: Scolytidae). *Great Basin National*, 23:1-117.
- Wood, S. L. 1982. The Bark and Ambrosia Beetles of North and Central America (Coleoptera:Scolytidae), a Taxonomic Monograph [pp. 159–167] Brigham Young University, Provo, Utah, United State of North America. 1327 pp.
- Zúñiga, G., Mendoza, C. G., Cisneros, R. y Y. Salinas-Moreno. 1999. Zonas de sobreposición en las áreas de distribución geografica de las especies mexicanas de *Dendroctonus* Erichson (Coleoptera: Scolytidae) y sus implicaciones ecologico-evolutivas. *Acta Zoologica Mexicana (Nueva Serie)*. 77:1-22.

CONCLUSIONES GENERALES

No existe una clara distinción en la especificidad de los ácaros por un hospedero, las variaciones en el rango de hospederos, nos refleja sin duda alguna la importancia de la región donde fue colectada, así como diversos factores como tipo de vegetación y climáticas que dan como consecuencia diferentes condiciones para que tanto los hospederos como los ácaros forófitos se desarrollen, pero también algunos de los aspectos inherentes a la especificidad del hospedero.

Se determinaron un total de 33 especies, de las cuales 22 son nuevos registros para el país y cinco especies fueron consideradas nuevas para la ciencia. El mayor número de taxones fue encontrado en la familia Trematuridae con 10 especies. donde se concentran las especies forófitas más frecuentes.

Los estados mejor representados fueron Edo. de México, Chihuahua Jalisco y Veracruz. Se incrementa en un 175% especies asociadas con diferentes escolitinos de importancia forestal en nuestro país.

El 12% de los escolítidos examinados presentó una asociación de forofilia con ácaros mesostigmados. Se reconocieron 17 especies de ácaros distribuidos en diferentes partes del cuerpo del insecto (superficie ventral, declive elitral, esternitos abdominales, apéndices, zona gular, élitros, cabeza y pronoto). Las especies más frecuentes fueron las deutoninfas de la familia Trematuridae.

El ciclo biológico de *Hipoaspis ca vacua* dura de 9 a 13 días, es una especie muy voraz a veces llega al canibalismo cuando escasea su alimento. Se adapta fácilmente a las condiciones del cultivo, se reproduce exitosamente.

Respecto a los ácaros de *D. valens* y *D. rhizophagus*, se determinaron nueve familias, Ascidae, Digamasellidae, Laelapidae, Macrochelidae, Melicharidae, Parasitidae, Sejidae, Trematuridae y Uropodidae, en donde se incluyen 19 especies,

nueve de las cuales están asociadas a *D. rhizophagus* y 16 a *D. valens* De las 19 especies registradas para ambas especies, sólo tienen en común a seis de ellas, *D. neocornutus*, *L. imitans*, *P. hystrix*, *P. subcorticalis*, *T. ovalis* y *T. polytricha*; esta última es la más abundante en las dos especies de *Dendroctonus* estudiadas. Pero solo tres especies de ácaros podrían ser útiles para separar a estas dos especies de insectos, *Sejus boliviensis*, *Nenteria breviungulata* y *Trichouropoda* n sp. 2.