

ESTUDIO ECOLÓGICO DE LAS CECIDIAS DEL GÉNERO *SCHINUS*, ESPECIALMENTE LAS DE HOJA Y DE RAMA DE *S. POLYGAMUS* Y *S. LATIFOLIUS* (ANACARDIACEAE), EN CHILE CENTRAL¹

ECOLOGICAL STUDY OF CECIDIA IN THE GENUS *SCHINUS*, SPECIALLY IN LEAVES AND TWIGS OF *S. POLYGAMUS* AND *S. LATIFOLIUS* (ANACARDIACEAE), IN CENTRAL CHILE

FRANCISCO SÁIZ y CARLOS NÚÑEZ²

ABSTRACT

This paper is organized in two parts: a) cecidia identification in the genus *Schinus*; b) biological description of the development of cecidia in leaves and twigs of *Schinus polygamus* and *S. latifolius*.

Fourteen different kind of cecidia were detected in *Schinus*, seven of which were described for the first time. *S. polygamus* was the most affected. The relationships between incidence of cecidia, age of plants and anthropic intervention were tested.

Related to cecidia in leaves and twigs of *S. polygamus* and *S. latifolius*, the following aspects were analyzed, throughout an annual cycle: size and color of cecidia, "cecidia per leaf" ratio, size, biological aspects of gall-makers and parasitoids, relationships between the life cycle of cecidogenous insects and the phenology of plants.

All cecidia analyzed were induced by Psylloidea (Hemiptera). Those of leaves by *Calophya mammifex* and those of *S. polygamus* twigs by *Taynaris sordida* and *Calophya rubra*.

The life cycle of Psylloidea in leaves was univoltine and probably bivoltine in twigs, with reinfection by the later nymphal stage. The cecidia in twigs of *S. polygamus* present two morphological shapes: spherical in winter and conical in summer.

KEY WORDS: Gall-makers, genus *Schinus*, Leaf and Twig Cecidia, *Schinus polygamus*, *Schinus latifolius*, Psylloidea, Central Chile.

INTRODUCCIÓN

En la formación de cecidias están involucrados, con diferentes importancias relativas, una gran diversidad de taxa animales y vegetales. Entre estos últimos, en Centro y Sudamérica, las Anacardiaceae concentran el 3,3% de las cecidias descritas, después de Leguminosae sensu lato (13,8%) y Asteraceae (12,2%) (Houard 1933). Para Chile, en vegetación autóctona del área de clima mediterráneo, Núñez y Sáiz (1994) indican a Anacardiaceae (9,2%), después de Asteraceae (33,3%) y Myrtaceae (11,5%) como hospederos más frecuentes de cecidias.

Cecidias del género Schinus

Las Anacardiaceae están representadas en Chile por tres géneros: *Haplorhus*, *Lithrea* y *Schinus*, este último con nueve especies (Navas 1976, Rodríguez *et al.*, 1983, Marticorena y Quezada 1985). *S. polygamus* y *S. latifolius* son las especies más comunes en Chile Central, formando parte de matorrales xerófitos derivados de bosques esclerófilos degradados. Ellas son también las que presentan mayor incidencia de cecidias dentro del género, en especial *S. polygamus*.

En la literatura se encuentran las siguientes sinonimias de las especies motivo de este trabajo (Navas 1976, Rodríguez *et al.*, 1983): *Schinus polygamus* (Cav.) Cabr.: *Amyris polygama* Cav., *Schinus huigan* (Huygan) Mol., *Duvaua dependens* (Ort.) DC, *S. dependens* Ortega, *S. dependens* v. *subintegra* Engler,

¹ Proyecto DGI-UCV-1993.

² Ecología. Univ. Católica de Valparaíso. Casilla 4059. FAX 56-32-212746. Valparaíso.

D. ornata Phil., *S. huyngan* O.K., *S. polygamus* (Cav.) Johnst., *S. piliferus* Johnst., *S. polygamus* (Cav.) Cabr. f. *ovatus* Cabr., *S. polygamus* (Cav.) Cabr. v. *chilensis* Barkley, *Schinus latifolius* (Gill. ex Lindl.) Engler: *Duvaaua latifolia* Gill. ex Lindl., *D. dependens* DC. v. t H. et A., *S. dependens* Ortega v. *latifolia* March, *S. chilensis* March. v. *glabra* March., *Lithrea molle* Gay.

Según Rodríguez *et al.* (1983), *S. polygamus* se encuentra entre la III y X Regiones del país, más Argentina, Bolivia y Uruguay. Considerando su sinonimia con *S. dependens*, también estaría en Brasil (Houard 1933). *S. latifolius* se cita para las regiones IV, V, VI y VII del país y, de acuerdo a Houard, también estaría en Argentina.

Para Centro y Sudamérica se asocian unos 35 tipos de cecidias al género *Schinus*, la mayor parte descrita para Argentina y Brasil (Tabla 1) (Houard 1933).

Para *S. polygamus* dicho autor cita 20 cecidias diferentes, 3 de las cuales corresponden a Chile (hoja, rama y botón). Para *S. latifolius* describe sólo una cecidia de botón idéntica a la de *S. polygamus*.

Núñez y Sáiz (1994) agregan, para Chile, sendas cecidias de rama para *S. polygamus* y *S. montanus* y describen cecidias foliares en *S. latifolius*, *S. montanus* y *S. molle*. A la vez, las clasifican de acuerdo a Mani (1964), en: de Bolsillo (las de hoja de las 4 especies), Lisenquímica (la de tallo de *S. montanus* y una de *S. polygamus*), Envolverte (una de tallo de *S. polygamus*) y Tipo Mark (la de botón de *S. polygamus*).

La revisión del catálogo de Houard (1933) lleva a pensar en descripciones repetidas, incluso dentro de un mismo país. Incidiría en esta situación la vaguedad y lo escueto de algunas de ellas, como: "Cécidie rappelant la précédente quoique plus allongée et pourvue également d'un couvercle". Es probable que en algunos casos se haya considerado a un parasitoides como agente causante, a la vez que otras son presentadas como dudosas por el autor.

Por otra parte, es difícil aceptar la existencia de 7 diferentes cecidias foliares formadas por Psyllidae (sic Houard 1933) en una misma especie vegetal, por muy amplia que sea su distribución. Igualmente, llama la atención la alta diversidad de cecidias por órgano afectado del vegetal y la diversidad de estructuras afectadas, situación muy destacada en *S. polygamus*. A ello se agregan las interrogantes de especificidad huésped-órgano y huésped-vegetal, derivadas de la aparente similitud entre cecidias foliares de *S. polyga-*

mus y *S. latifolius*, máxime si ella se da en ejemplares que ocupan una misma área y un mismo hábitat.

Otro aspecto a considerar es la relación entre incidencia de cecidias y la condición de estado del hospedero. Frankie y Morgan (1984) sostienen que la susceptibilidad de éstos disminuye con la edad. A ello se agrega la acción selectiva de algunos factores ecológicos, como la eficiencia diferencial de crecimiento o la vulnerabilidad del huésped a enemigos naturales, ya sea en las cecidias mismas o en etapas previas a la postura (Weis *et al.* 1988), como el grado de alteración del medio en que vive el hospedero.

Para Chile, además del trabajo de Houard, sólo existen los de Kieffer y Herbst (1905 y 1906), incluidos en Houard, y los de Núñez y Sáiz (1994) y Flores (1990). En este último se investiga fundamentalmente la relación "cecidia de hoja-morfoanatomía de la planta", asociándose el inicio de la cecidiogénesis con el período de menor concentración de taninos condensados en el vegetal y con la presencia de hojas nuevas.

Dentro de este contexto se ha elaborado la presente investigación, tendiente a contribuir, por una parte, al conocimiento de la diversidad y características de las cecidias del género *Schinus* en Chile y, por otra, al estudio detallado de las cecidias que afectan a hojas y ramas de *S. polygamus* y *S. latifolius* en el país, paso previo e indispensable para entrar al análisis dentro del contexto sudamericano.

Como objetivos específicos nos hemos planteado los siguientes:

A. En el género *Schinus*

1. Detectar y caracterizar las cecidias presentes en las especies de *Schinus* de Chile Central.
2. Evaluar la influencia de la edad y del grado de intervención en que se encuentran los hospederos sobre la incidencia de cecidias.

B. En *S. polygamus* y *S. latifolius*.

1. Caracterizar las cecidias de hoja y de rama.
2. Identificar y caracterizar el ciclo biológico de los respectivos agentes causantes de las cecidiogénesis.
3. Relacionar el ciclo de desarrollo de las cecidias de hoja y rama con la fenología de los hospederos.
4. Establecer las comunidades animales asociadas a las cecidias de hoja y rama, especialmente de parasitoides.

TABLA 1
CECIDIAS DESCRITAS PARA EL GÉNERO *SCHINUS* (HOUARD 1933)

Especie	Tipo Cecidia/ Huésped	Distribución
A. <i>Schinus polygamus</i>		
A.1. <i>Acrocecidias deformando la yema foliar</i> (tipo fruto)		
1. Coleóptero		Chile
2. <i>Cecidoses eremita</i> Curtis		Argentina, Brasil, Patagonia
3. <i>Eucecidoses minutans</i> Brèthes		Argentina
4. Cecidómido		Argentina
5. Himenóptero		Brasil
A.2. <i>Pleurocecidias deformando la rama</i>		
6. <i>Oliera argentinana</i> Brèthes		Argentina
7. Cecidómido		Argentina
8. Psílido		Chile
9. <i>Diacranoses capsulifex</i> K. y J.		Argentina
10. Cecidómido		Argentina
11. <i>Ridiaschina congregatella</i> Brèthes		Argentina
A.3. <i>Pleurocecidias deformando la hoja</i>		
12. Psílido		Brasil
13. Homóptero		Brasil
14. Cecidómido		Argentina
15. Psílido		Argentina
16. <i>Triozia gallifex</i> K y J.		Argentina
17. <i>Triozia</i> sp		Argentina
18. <i>Tainarys schini</i> Brèthes		Argentina
19. Psílido		Chile
20. <i>Psylla duvauae</i> Scott		Brasil, Argentina
B. <i>Schinus latifolius</i>		
B.1. <i>Acrocecidia deformando la yema</i>		
1. <i>Cecidoses eremita</i> Curtis		Argentina
C. <i>Schinus molle</i>		
C.1. <i>Pleurocecidia</i>		
1. Rama	Psílido	Bolivia
2. Hoja	Eriófido	Argentina
D. <i>Schinus weinmanniaefolius</i> Engler		
D.1. <i>Pleurocecidia deformando la rama</i>		
1. Rama	Cinípido	Argentina, Brasil
E. <i>Schinus</i> sp.		
E.1. <i>Pleurocecidia deformando la hoja</i>		
1. Cóccido		Brasil
2. Cecidómido		Brasil
3. Cecidómido		Brasil
4. Cecidómido		Brasil
5. Psílido		Brasil
6. Cecidómido		Brasil
7. Cóccido		Brasil
8. Cecidómido		Brasil
9. Cóccido		Brasil
10. Cecidómido		Brasil
E.2. <i>Pleurocecidia deformando la rama</i>		
1. <i>Bruggmanniella oblita</i> Tavares		Brasil

Puntos A, B y C llevan la nomenclatura actualizada.

MATERIAL Y MÉTODO

La investigación se efectuó en dos etapas, cada una de las cuales apuntó a objetivos distintos.

A. El estudio de las cecidias del género *Schinus* se realizó entre septiembre de 1987 y septiembre de 1989, con intervalos base de un mes, intensificándose durante el desarrollo vegetativo, y en las siguientes localidades de la V Región: Granizo, Ocoa, Concón Alto y Cerro Barón. Para ello se seleccionaron, al azar, más de 8 ejemplares de cada especie hospedera en cada lugar de estudio, considerándose: formación vegetal a que pertenece, talla, tipo y frecuencia de cecidias por sector afectado, diversidad de cecidias en un mismo hospedero, estado de desarrollo del huésped y grado de intervención del hábitat por observación directa.

En las mismas fechas se colectaron las cecidias, dentro de toda la disponibilidad de hospederos de la localidad, las que fueron analizadas en función de: talla, ubicación, morfología externa, identificación y estado de desarrollo del huésped, parasitoides, depredadores, comensales.

B. La segunda parte del estudio tiene por objetivo conocer con mayor detalle aspectos de la biología de las cecidias de hoja y de rama de *S. polygamus* y *S. latifolius* como: relación entre incidencia de cecidias y órganos del vegetal, relación entre desarrollo de las cecidias y fenología del vegetal y especificidad de huéspedes por órgano y especie de hospedero.

En total se seleccionaron 12 ejemplares de *S. polygamus* y 8 de *S. latifolius*, de diferentes tamaños y ubicación dentro del Sector Ocoa del Parque Nacional La Campana.

Los muestreos se hicieron cada 15 a 20 días entre

agosto de 1993 y enero de 1995, evaluándose la fenología de los árboles y la incidencia y características de las cecidias.

Fenológicamente se consideraron los siguientes parámetros: a) Hojas: iniciales, desarrolladas, secas; b) Ramas: iniciales, desarrolladas; c) Flores: botones, desarrolladas, secas; d) Frutos: iniciales, verdes, maduros.

En cada recolección se abrió un promedio de 100 cecidias de cada tipo. En ellos se analizó: tamaño y estado de desarrollo de las cecidias y estado de desarrollo de huéspedes y de parasitoides. Un porcentaje del material colectado se dejó para su seguimiento en laboratorio, con el fin de obtener imagos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A. Individualización de cecidias del género *Schinus*

Se reconocieron las 8 cecidias citadas para el género *Schinus* en Chile (Tabla 2) y se estableció que el agente causante de la cecidia tipo Mark en *S. polygamus* es un lepidóptero y no coleóptero como lo indica la literatura (Houard 1933, Flores 1990).

Entre los huéspedes, los hemípteros (Psylloidea) configuran el grupo más importante, causando la totalidad de las cecidias de hoja presentes en *Schinus* y la de tipo envolvente en rama de *S. polygamus*. Dípteros cecidómidos provocan las cecidias de rama de tipo lisenquimático (Tabla 2).

En los hospederos con más de un tipo de cecidia, éstas no siempre se encuentran juntas, ni las combinaciones presentes son siempre del mismo tipo. Si lo fueren, sus componentes no se presentan en la misma

TABLA 2
TIPOS DE CECIDIA, ÓRGANOS AFECTADOS Y HUÉSPEDES
EN EL GÉNERO *SCHINUS*

Especie	Órgano Afectado	Tipo de Cecidia	Taxon Huésped
<i>S. latifolius</i>	Hoja (1)	Bolsillo	Psylloidea
<i>S. molle</i>	Hoja (1)	Bolsillo	Psylloidea
<i>S. montanus</i>	Hoja (1)	Bolsillo	Psylloidea
<i>S. polygamus</i>	Rama (1)	Lisenquimática	Cecidomyiidae
	Hoja (2)	Bolsillo	Psylloidea
	Rama (1)	Lisenquimática	Cecidomyiidae
	Rama (2)	Envolvente	Psylloidea
	Botón (2)	Mark	Cecidosidae

(1) Núñez y Sáiz 1994 y (2) Houard 1933.

TABLA 3
INCIDENCIA DE COMBINACIONES DE CECIDIAS POR HOSPEDERO
EN EL GÉNERO *SCHINUS*

Especie	Combinación de cecidias	% Hospederos	Abundancia de cecidias por órgano afectado (%)
<i>S. montanus</i>			
	Hoja-Rama Lisenquimática	50,0	H: 80 R: 20
<i>S. polygamus</i>			
	Hoja-Rama Envolvente	16,6	H: 10 R: 90
	Hoja-Botón	33,3	H: 90 B: 10
	Hoja-Rama Envolvente-Botón	8,3	H: 80 R: 15 B: 5
	Hoja-Rama Envolvente-Tallo Lisenquimática	8,3	H: 30 R: 65 B: 5

H: Hoja; B: Botón; R: Rama.

proporción, destacando el predominio de un tipo de cecidia sobre el resto (Tabla 3).

Analizada la relación entre la edad del hospedero (evaluada mediante la talla) y su susceptibilidad a formar cecidias (diversidad e incidencia) se evidencia que ésta tiende a disminuir a medida que aumenta la talla, coincidiendo con lo señalado por Frankie y Morgan (1984) (Tabla 4) (correlación de Rango de Spearman = 0,766 ($p = 0,0001$), calculada con los valores originales globales).

La aparente distorsión en los datos de *S. polygamus* es debida a ejemplares sometidos a alta intervención antrópica, la que puede alterar el efecto de la

edad. Para el análisis desde este último punto de vista se consideró sólo a *S. polygamus* (Tabla 5), dado que: a) es la especie de más amplia distribución, b) presenta la mayor diversidad de cecidias y c) se estudió un mayor número de ejemplares. Al respecto, se consideraron tres grados de intervención:

I. BAJO

I.1. **Ocoa 1:** Renoval de bosque esclerófilo, bastante denso, con árboles entre 1,8 y 2,5 m; predominan *Colliguaja odorifera* y *S. polygamus*; sin explotación de palmeras.

TABLA 4
ABUNDANCIA DE CECIDIAS POR ESPECIE Y CATEGORÍA DE TALLA DE HOSPEDERO

Especie	Talla (m)	Hospederos		Cecidias	
		Talla (m)	N	Tipos	Abundancia (%)
<i>S. latifolius</i>	1.21-1.50		1	1	25,0
	1.51-1.80		3	1	15,0
	2.11-2.40		1	1	1,0
	3.31-3.60		1	1	0,5
<i>S. molle</i>	1.81-2.10		1	1	5,0
	3.31-3.60		1	1	2,0
	3.61-3.90		1	1	2,0
	3.91-4.20		1	1	1,0
<i>S. montanus</i>	1.21-1.50		3	2	20,0
	1.51-1.80		2	1	8,0
	1.81-2.10		1	1	2,0
<i>S. polygamus</i>	1.21-1.50		2	3	35,0
	1.51-1.80		7	3	25,0
	1.81-2.10		1	3	50,0
	2.11-2.40		1	1	3,0
	2.41-2.70		1	1	1,0

TABLA 5
SCHINUS POLYGAMUS. RELACIÓN ENTRE ABUNDANCIA DE CECIDIAS Y
 GRADO DE INTERVENCIÓN ANTRÓPICA

Intervención	Tipo o combinación de cecidias	% de cecidias	Talla (m) hospedero	Abundancia cecidias (%)
I. BAJO				
I.1. Ocoa 1	Hoja-Botón	33,3	1,5-1,8	5,0
	Hoja	66,7	2,4-2,7	2,0
I.2. Granizo	Hoja	50,0	1,5-2,8	5,0
	Hoja-Botón	50,0	1,5-1,8	3,0
II. MEDIO				
II.1. Ocoa 2	Hoja-Botón	66,7	1,2-1,6	35,0
	Hoja-Botón-Rama Envolvente	33,3	1,5-1,8	20,0
III. ALTO				
III.1. Ocoa 3	Hoja-Rama Envolvente	50,0	1,5-1,8	50,0
	Hoja-Rama Envolvente-Rama	50,0	1,8-2,1	40,0
	Lisenquimática			
III.2. Concón	Rama Envolvente	50,0	1,5-1,8	60,0
	Hoja-Rama Envolvente	50,0	1,5-1,8	40,0

I.2. **Granizo:** Renovales antiguos de bosque esclerófilo, sin predominio claro de alguna especie particular, cercano a un curso de agua.

II. MEDIO

II.1. **Ocoa 2:** Bosque esclerófilo degradado, más o menos denso, cercano a curso de agua. Predomina *Trevoa trinervis* y *S. polygamus*, con presencia de *Jubaea chilensis* y *Cryptocarya alba*. La intervención humana es notoria por su cercanía a un camino de uso frecuente. Los ejemplares de *Schinus* no superan 1,7 m.

III. ALTO

III.1. **Ocoa 3:** Sector ubicado en el área de ingreso al Parque, sometido a intenso movimiento de personas y vehículos. Muy baja densidad de árboles.

III.2. **Concón:** Restos de bosque esclerófilo en zona de dunas, al borde de camino vehicular de alto tránsito. En las cercanías hay actividades de construcción de viviendas.

Es evidente que a mayor intervención antrópica mayor es la incidencia de cecidias, incluso al comparar ejemplares de igual talla. A su vez, predominan las cecidias de hoja en los ambientes con baja intervención y los de rama en los muy alterados (Tabla 5). De igual forma, se aprecia que las combinaciones de cecidias se hacen más complejas y abundantes a medida que aumenta el grado de intervención.

B. Ecología de cecidias de hoja en *S. polygamus* y *S. latifolius*

La segunda etapa del estudio se realizó bajo condiciones de sequía, ya que en 1993-4 las precipitaciones fueron un 20% inferiores a las de un año normal, mientras que las de los dos años anteriores le exceden en más del 50%. Su distribución mensual se presenta para los años 1992-3-4 (Figura 1).

B.1. Cecidias detectadas

Se detectó un total de 11 cecidias, 7 de las cuales no estaban reportadas (Tabla 6).

TABLA 6
CECIDIAS DE HOJA Y RAMA Y HUÉSPEDES EN
SCHINUS POLYGAMUS Y *S. LATIFOLIUS*

Hospedero Especie/Órgano	Tipo	Cecidia	
		Forma	Huésped
<i>S. polygamus</i>			
Hoja (2)	Bolsillo	Cónica	Hemiptera
Hoja (1)	Enrollamiento	Pliegue	Hemiptera
Hoja (1)	Bolsillo	Lenticular	Diptera
Rama	Lisenquimático	Huso	Diptera
Rama (1)	Lisenquimático	Huso	Lepidoptera
Rama (2)	Envolvente	Cónica/Esférica	Hemiptera
Botón	Mark	Fruto	Lepidoptera
Rama (1)	Lisenquimático	Tubular ápice	Diptera
<i>S. latifolius</i>			
Hoja (2)	Bolsillo	Cónica	Hemiptera
Flor (1)	Lisenquimático	Esférica	Hemiptera
Rama (1)	Lisenquimático	Huso	Lepidoptera
Botón (1)	Mark	Fruto	Lepidoptera

(1) Detectadas durante esta investigación.

(2) Tratadas en detalle en este trabajo.

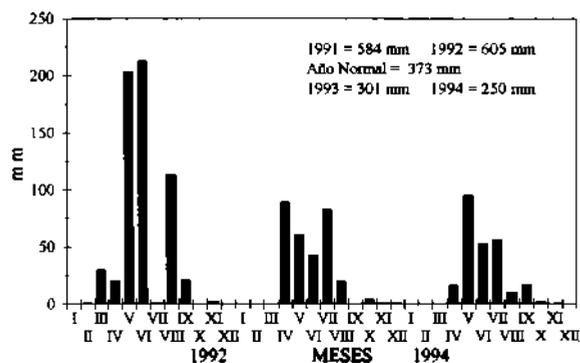


Figura 1. Valparaíso: Punta Ángeles. Precipitaciones 1992, 1993, 1994

La cecidia de botón Tipo Mark en *S. latifolius* parece ser la misma descrita para Argentina (Houard 1933).

En total se analizaron cuantitativamente 6.176 cecidias de hoja tipo bolsillo (3.907 de *S. polygamus*, 2.269 de *S. latifolius*) y 1.607 de rama tipo envolvente de *S. polygamus*. El resto de las cecidias no será considerado en detalle en el trabajo por haber sido encontradas en bajo número, lo que no permite mayores cuantificaciones.

B.2. Caracterización general de hospederos

Los ejemplares estudiados de *S. polygamus* y *S. latifolius* se distribuyen en los tres sectores descritos

anteriormente para el Sector Ocoa. De acuerdo a sus tallas se definen las siguientes categorías, relacionadas a grados de intervención:

<i>S. polygamus</i>	1,2 a 1,8 m	Intervención Media
	1,9 a 2,2 m	Intervención Alta
	2,2 a 2,8 m	Intervención Baja
<i>S. latifolius</i>	1,0 a 2,0 m	Intervención Baja-Media
	2,1 a 4,0 m	Intervención Media-Alta

B.3. Fenología de Hospederos

Las fenologías de la floración y de la fructificación de *S. polygamus* y *S. latifolius* son prácticamente coincidentes (Figuras 2 y 3), diferenciándose en un pequeño adelantamiento en *S. latifolius* (septiembre a enero versus octubre a marzo). En cambio, el desarrollo de hojas y ramas nuevas muestra patrones diferentes. Mientras *S. latifolius* presenta una ostensible baja invernal, en *S. polygamus* se mantiene un alto nivel de foliación nueva. Aparentemente, esta última especie responde en forma más inmediata a las precipitaciones extemporáneas (septiembre, octubre y noviembre, INE 1995). Por otra parte, la fuerte defoliación que sufren algunos ejemplares de menor talla de ambas especies, más del 50%, hace que la nueva foliación presente porcentajes de cobertura mucho más altos que el resto, afectando la variabilidad del conjunto.

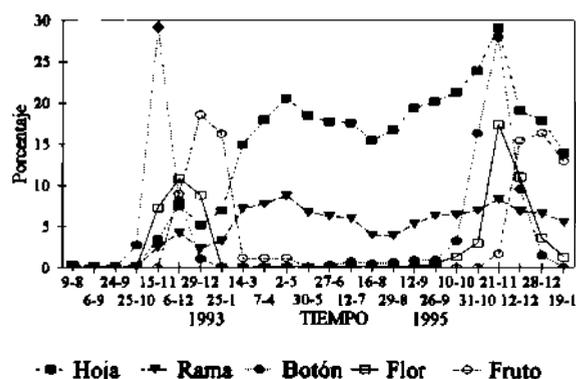


Figura 2. *Schinus polygamus*. Principales fenofases.

Es probable que la elevadísima floración de *S. latifolius* durante el segundo año de estudio, sea la causal del abundante apareamiento de la cecidia de flor, desconocida hasta ese momento, la que parece ser provocada por el o los mismos agentes de la de hoja (Tabla 6).

B.4. Cecidias de Hoja

Las características climáticas anteriormente expuestas explicarían la presencia de cecidias durante todo el año (Figuras 4 y 5), así como la mayor incidencia en el período primavera-verano de 1994, respuesta posible a mayor susceptibilidad vegetal por efecto acentuado de la sequía. La talla promedio se mantiene relativamente constante en el tiempo, siendo ligeramente superior en las cecidias de *S. polygamus* (Figuras 4 y 5), donde el 94,25% está dentro del rango de 2-3,5 mm y solamente el 5,75% lo supera. Las cecidias iniciales son poco detectables tanto por

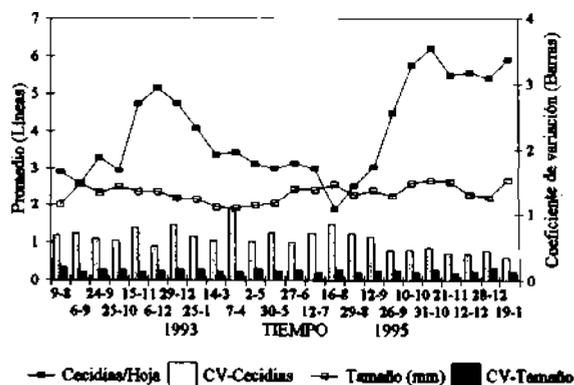


Figura 4. *Schinus polygamus*. Variación temporal de la abundancia y tamaño de las cecidias de Hoja.

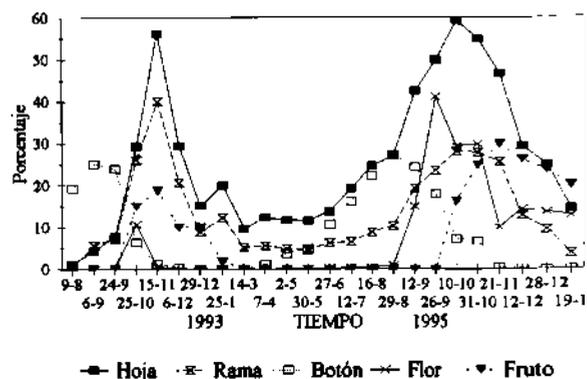


Figura 3. *Schinus latifolius*. Principales fenofases.

no ser muy conspicuas como por su rápido crecimiento entre recolecciones. Los valores máximos para cada especie no superan 4,5 mm (*S. polygamus*) y 3,8 mm (*S. latifolius*) con la variación temporal expuesta en Figura 6. La relación entre la talla máxima de las cecidias y su promedio por hoja no muestra tendencia definida en *S. latifolius*, mientras que en *S. polygamus* es evidente la disminución del tamaño máximo a medida que aumenta la densidad de cecidias por hoja. Al ser ésta superior a 5 la cecidia no supera los 3,5 mm, aparentemente por uso total de la superficie de la lámina foliar, situación que no ocurre en *S. latifolius*, cuya hoja tiene 4 a 5 veces mayor superficie (Figura 6).

B.4.1. *Schinus polygamus*. Para el análisis más detallado de la evolución de las cecidias de *S. polygamus* se ha relacionado el tamaño y color de éstas con el estado de desarrollo de los huéspedes. Se consideran 2 tamaños (2-3,5 mm, 3,5 < mm) y 2 colores (blanco, morado) para las cecidias y dos colores (naranja y

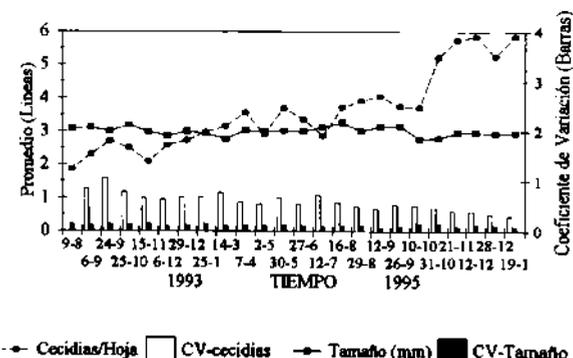


Figura 5. *Schinus latifolius*. Variación temporal de la abundancia y tamaño de las cecidias de Hoja.

TABLA 7
DISTRIBUCIÓN (%) DE CECIDIAS DE HOJA DE *S. POLYGAMUS*, SEGÚN CARACTERÍSTICAS DE CECIDIA Y HUÉSPED

Cecidias			Huéspedes			
N = 3.907						
Tamaño	Color	Estado	Color	Estado		
Mediano 2-3,5 mm 94,2	Blanco 49,8	Cerrado 44,5	Naranja 21,1	Ninfa 21,1		
			Verdoso 22,8	Ninfa 2 14,7	Ninfa 3 8,1	
			Vacíos 0,6			
		Abierto 5,3				
	Morado 44,0	Cerrado 33,0	Naranja 8,5	Ninfa 1 8,5		
			Verdoso 23,8	Ninfa 2 14,3	Ninfa 3 9,5	
			Vacíos 0,7			
		Abierto 11,4				
	Grande 3,5 mm < 5,8	Blanco 2,5	Cerrado 2,5	Naranja 1,4	Ninfa 1 1,4	
				Verdoso 1,1	Ninfa 2 0,6	Ninfa 3 0,5
Vacíos 0,0						
Abierto 0,0						
Morado 3,3		Cerrado 2,9	Naranja 1,6	Ninfa 1 1,6		
			Verdoso 1,3	Ninfa 2 0,8	Ninfa 3 0,5	
			Vacíos 0,0			
		Abierto 0,4				
100,0		100,0	100,0	100,00	100,00	

verdoso) y tres estados preimaginales para los huéspedes. Sus estados ninfales (Psylloidea) se han caracterizado de la siguiente manera: Ninfa 1 = con inicio de esbozo de alas; Ninfa 2 = muñones de alas conspicuos y Ninfa 3 = Ninfa con alas casi desarrolladas (Tabla 7).

Si bien no es demostrable una relación directa entre color y tamaño de las cecidias, es a destacar una mayor proporción de cecidias moradas en tallas mayores (57% vs 47%). Por su parte, el cambio de color (blanco a morado) se detectó como mejor indicador

de la maduración de la cecidia que el tamaño, ya que este último es más dependiente de la condición fisiológica del hospedero. Lo anterior se confirma con el hecho de que la apertura de las cecidias por la emergencia del imago se concentra en los morados (Tabla 7 y Figura 7).

En *S. polygamus* el 100% de las formas naranjas del huésped corresponden al estado Ninfa 1 y, las verdosas, a Ninfas 2 y 3. Estados iniciales son poco detectables, ya que se destruyen rápidamente en el interior de las hojas al ser éstas separadas de la planta,

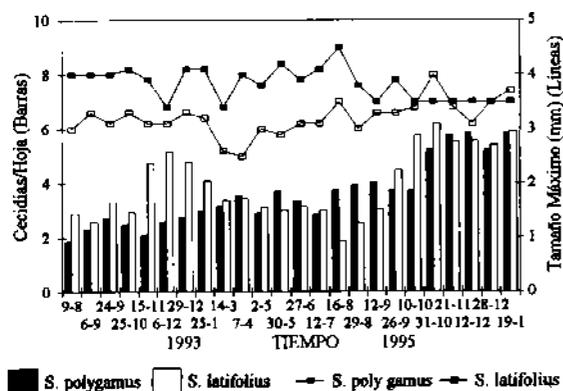


Figura 6. *Schinus*. Cecidias de Hoja. Tamaño máximo y número por hoja.

o bien se destruyen al abrir la cecidia pues se confunden con el tejido de ésta (Tabla 7).

En conclusión, la maduración de la cecidia implica desarrollo del color morado y de los estados ninfales oscuros, además del incremento de tamaño. Éste no es proporcional al aumento de tamaño del huésped pues, inicialmente, la cavidad es muy superior al huésped, siendo casi coincidentes en la fase final de su desarrollo.

Fenológicamente, la mayor presencia de Ninfas 1 ocurre entre noviembre y mayo y las ninfas 3, predominantemente entre julio y octubre (Figura 8). Adultos de huéspedes y parasitoides (Hymenoptera) corresponden básicamente a la presencia de Ninfa 3 (Figuras 8 y 9). Gran número de observaciones demuestran que el parasitoides pupa utilizan-

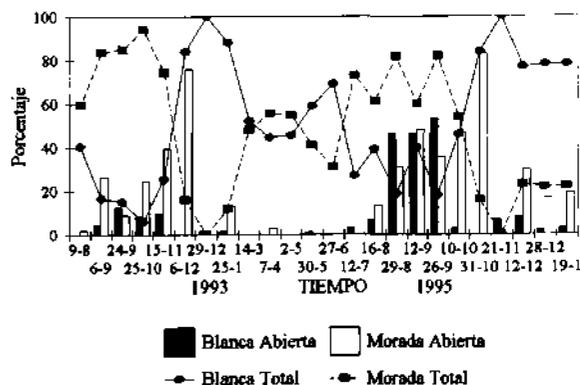


Figura 7. *Schinus polygamus*. Cecidias de Hoja. Variación temporal del color y del porcentaje de cecidias abiertas.

do el exoesqueleto de la Ninfa 3 del huésped. En efecto, en el 3,9% de las Ninfas 3 de las cecidias blancas y en el 5,4% de las cecidias moradas, se encontró en su interior larvas avanzadas y pupas del parasitoides.

La apertura de cecidias se concentra entre septiembre y noviembre (Figura 7), alcanzando porcentajes de hasta un 20% del material estudiado en esas recolecciones.

En consecuencia, el desarrollo poblacional no es bivoltino ni existiría una reinfestación por ninfas, como se ha postulado (Flores 1990). Picos de densidades atemporales estarían relacionados con el apareamiento de gran cantidad de hojas nuevas y de condiciones ambientales favorables (lluvias).

TABLA 8
DISTRIBUCIÓN (%) DE CECIDIAS DE HOJA DE *S. LATIFOLIUS*, SEGÚN CARACTERÍSTICAS DE CECIDIA Y HUÉSPED

Cecidias	N = 2.269	Huéspedes	
		Color	Estado
Cerrado	81,9	Naranja	38,0
		Verdoso	39,8
		Vacíos	41,1
Abierto	18,1		
100,0		100,0	100,0

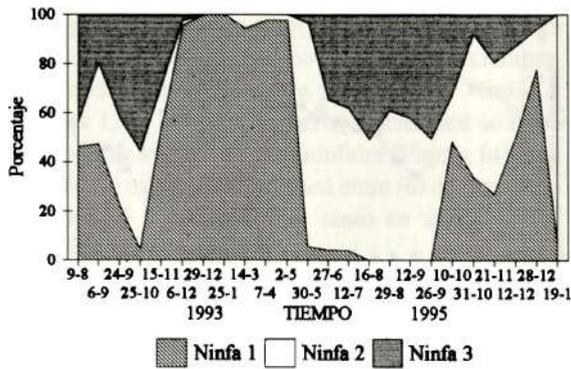


Figura 8. *Schinus polygamus*. Variación temporal de las ninfas de *Calophya mammifex* en cecidias de Hoja.

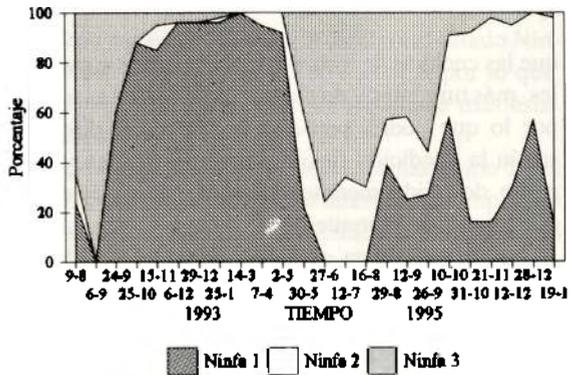


Figura 10. *Schinus latifolius*. Variación temporal de las ninfas de *Calophya mammifex* en cecidias de Hoja.

B.4.2. *Schinus latifolius*. Para el análisis de *S. latifolius* no se considera tamaño y color de las cecidias porque, en muestreos previos, no se detectó tendencia definida en la escasa variabilidad de esos parámetros. En cuanto a los huéspedes, se utilizan las mismas categorías definidas para *S. polygamus*, con iguales resultados: el 100% de las Ninfas 1 de color naranja y el 100% de Ninfas 2 y 3 de color verdoso (Tabla 8).

Fenológicamente, las Ninfas 3 predominan entre junio y septiembre, mientras que las Ninfas 1 lo hacen entre octubre y abril. Su dependencia de las condiciones fisiológicas del hospedero explicaría la diferente densidad en los dos años de estudio (Figura 10).

La apertura de las cecidias está centrada, también, en agosto y septiembre, en íntima asociación con Ninfas 3, existiendo escasas aperturas en junio. La

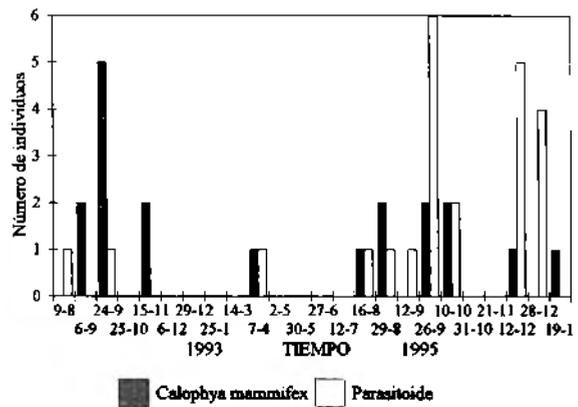


Figura 9. *Schinus polygamus*. Presencia temporal de adultos de *Calophya mammifex* y del parasitoide en cecidias de Hoja.

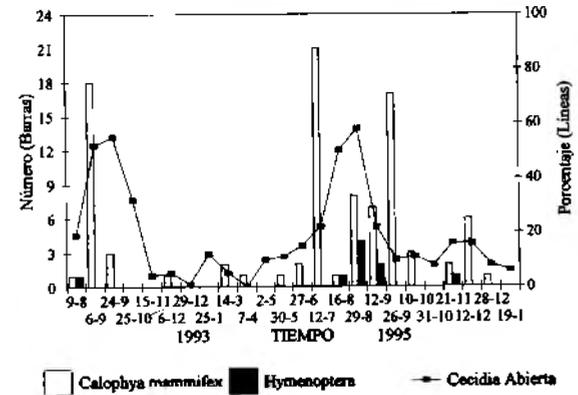


Figura 11. *Schinus latifolius*. Relación entre adultos de *Calophya mammifex*, himenóptero parasitoide y apertura de cecidias.

aparición de adultos del huésped y del parasitoide son coincidentes con los períodos señalados precedentemente (Figura 11). Se detectó un 15,4% de Ninfas 3 portando en su interior larvas avanzadas y pupas del parasitoide.

C. Cecidias de rama de *S. polygamus*

Las ramas de *S. polygamus* soportan altas densidades de cecidias de tipo envolvente durante todo el año, las que por su forma exterior podrían adjudicarse a dos tipos diferentes, aunque el huésped causal es para ambas un Psylloidea. En efecto, existe una forma "Cónica" (Houard 1933, Flores 1990, Núñez y Sáiz 1994), y otra "Esférica", más turgente, de tejidos más esponjosos, más superficial, con tricomas al igual que la forma Cónica, la que al madurar se abre apicalmen-

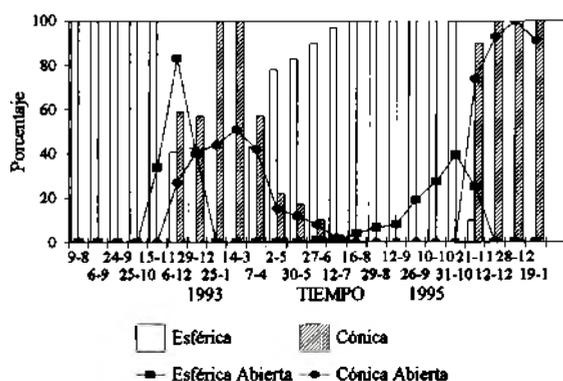


Figura 12. *Schinus polygamus*. Relación entre la forma de las cecidias de rama y el porcentaje de cecidias abiertas.

te en cruz y al desecarse sus restos son menos conspicuos que los de la otra forma, quedando en las ramas como nudosidades de éstas. Aglomeraciones de cecidias cónicas adquieren aspecto de forma esférica.

Para su análisis se consideraron las siguientes variables: a) de la cecidia: forma (cónica, esférica), tamaño (2 categorías por forma), estado (cerrado, abierto) y b) del huésped: color (naranja, verdoso) y estado de desarrollo (3 ninfas e imago).

Ambas formas se presentan en épocas diferentes del año, con períodos de sobreposición temporal gradual entre ellas. La forma cónica está ausente entre agosto y octubre, mientras que la esférica no aparece entre diciembre y marzo (Figura 12), siendo la primera una forma propia de verano, período seco, mientras que la esférica es de fines de otoño a principios de primavera. Es posible asociar a lo anterior el hecho de

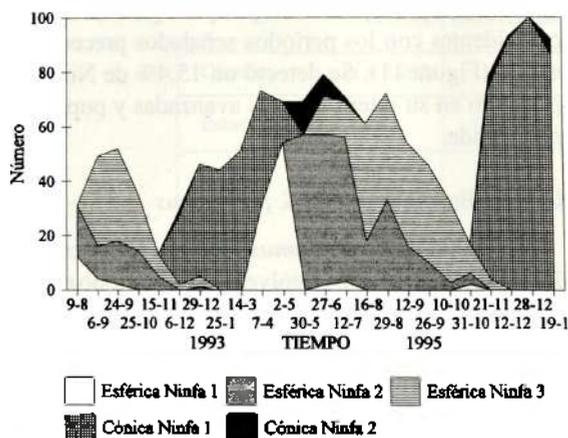


Figura 14. *Schinus polygamus*. Desarrollo ninfal de Psyllidae en cecidias de rama.

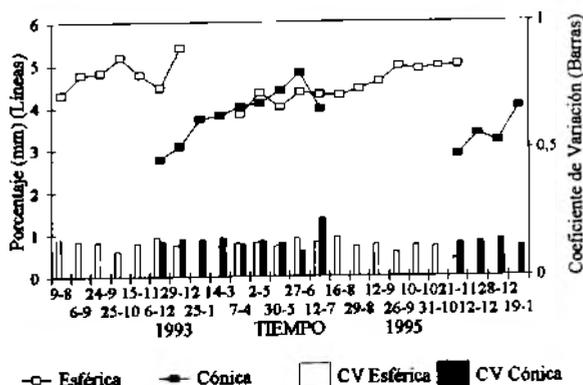


Figura 13. *Schinus polygamus*. Variación temporal del tamaño de las cecidias de rama.

que las cecidias de forma esférica son más superficiales, más turgentes y de mayor tamaño que las cónicas, por lo que podría pensarse en respuesta diferentes según la condición fisiológica (tenor hídrico y desarrollo de tejido meristemático) del hospedero, más que a agentes diferentes.

La forma cónica es menos abundante (34% del material estudiado) y su tamaño promedio es inferior ($> 3 \text{ mm} = 17,8\%$, $3 \text{ mm} < = 82,2\%$). La forma esférica concentra el 66% del material estudiado con las siguientes tallas: $> 4 \text{ mm} = 23\%$ y $4 \text{ mm} < = 77\%$. Estos antecedentes reafirman nuestras consideraciones del párrafo anterior. En ambas formas se detecta un incremento de la talla en la medida que aumenta su incidencia (Figuras 12 y 13). Las tallas máximas controladas son: 5,7 mm para cónicas y 6,8 mm para esféricas.

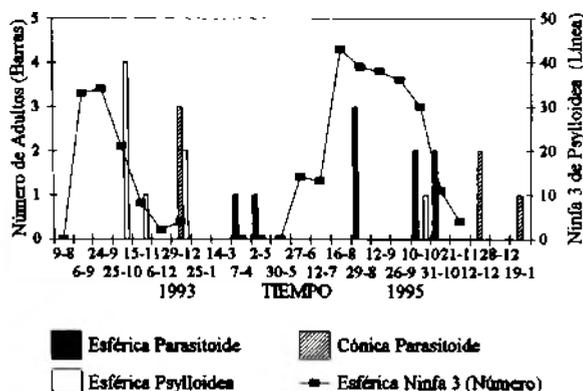


Figura 15. *Schinus polygamus*. Distribución temporal de adultos y ninfa 3 de Psyllidae y de adultos de parasitoides en cecidias de rama.

La apertura de las cecidias de forma esférica ocurre fundamentalmente entre noviembre y diciembre, coincidente con el fin de la presencia de Ninfas 3 (Figuras 12 y 14). Entre marzo y diciembre se da la secuencia de los tres estados ninfales (Figura 14), con eclosión de imagos del huésped entre fin de octubre y diciembre y de parasitoides tanto en abril, agosto como octubre (Figura 15).

Para la forma cónica se detectaron cecidias abiertas entre noviembre y junio (Figura 12), sin encontrar individuos del estado Ninfa 3 ni adultos (Figura 14). Sin embargo, las emergencias de parasitoides ocurrieron en diciembre y enero (Figura 15).

En cuanto a la relación color-estado de desarrollo de las ninfas, la situación no es tan definitiva como en la especie causante de la cecidia de hoja. Los estados Ninfa 1 y Ninfa 3 corresponden 100% al color naranja y verdoso respectivamente. En cambio, el estado Ninfa 2 presenta ambos tipos de coloración, por lo que, para estudios futuros, deben diferenciarse más estados ninfales.

Se podría considerar a ambas formas como fases de una misma cecidia, dada su alternancia temporal y al ser ambas formadas, aparentemente, por el mismo huésped. Se estaría frente a un caso de bivoltinismo con distinta apariencia externa de la cecidia debida a la condición fisiológica temporal del hospedero. Queda por resolver si es un bivoltinismo estricto o los últimos estados ninfales de la forma Cónica generan la forma Esférica (¿posible partenogénesis?). Esta última posibilidad es asociable al planteamiento de Ananthakrishnan (1984), en el sentido de que las ninfas de Psylloidea que presentan algún grado de vida libre son comparativamente más robustas que aquellas sedentarias, ya que, para nuestro estudio, hay un notorio tamaño mayor de las ninfas desarrolladas en las cecidias de rama que en las de hoja.

D. Historia del conocimiento de los huéspedes de las cecidias estudiadas

En Houard (1933) solamente se indica a Psylloidea indeterminados como causantes de las cecidias de hoja y rama de *S. polygamus* en Chile. Para Argentina, y para el mismo hospedero, cita como formadores de cecidias de hoja a: *Trioza gallifex* (Kieffer y Jörg. (1910), *Trioza* sp. Kieffer y Jörg. (1910), *Taynaris schini* Brèthes (1920) y *Psylla duvauae* Scott (1882). Flores (1990) indica a *Tainarys sordida* Burckhardt como huésped de la de hoja, sin señalar mayores antecedentes para dicha determinación.

Ananthakrishnan (1984) cita a las siguientes especies de Psylloidea asociados a *Schinus*:

<i>Calophya gallifex</i> (Kieffer y Jörg.)	<i>S. dependens</i>
<i>Holotrioza duvauae</i> (Scott)	<i>S. polygamus</i>
<i>Calophya gallifex</i> (Kieffer y Jörg.)	<i>S. polygamus</i>
<i>Taynaris schini</i> Brèthes	<i>S. polygamus</i>
<i>Calophya schini</i> Tut.	<i>S. molle</i>
<i>Gyropsylla spegazziniana</i> (Lizer)	<i>S. molle</i>

Burckhardt (1987a, b, 1988 y 1994), en su revisión de los Psylloidea de la zona templada de la región neotropical, cita para las Anacardiaceae chilenas a las siguientes especies:

A. PSYLLIDAE, RHINOCOLINAE

1. *Tainarys sordida* Burckhardt. *S. montanus*
Chile, Argentina.
2. *Taynaris schini* Brèthes *S. dependens*
Argentina, Uruguay

B. CALOPHYIDAE

3. *Calophya rubra* (Blanchard) Burckhardt
Distribución: Chile, Argentina, Bolivia, Perú y Brasil (?)

Formadora de cecidias de hoja en *S. dependens* (= *S. polygamus*), *S. molle* y posiblemente *S. latifolius*. Se indica como obtenida también, por sacudida, de especies de *Lomatia*, *Maytenus*, *Aristotelia*, *Colletia*, *Libocedrus*, *Fabiana*, *Nothofagus*, *Berberis*, etc. (Burckhardt 1988).

4. *Calophya duvauae* (Scott) Burckhardt

Distribución: Argentina, Brasil, Uruguay, Chile (?). Considerada formadora de cecidias de hoja en *S. dependens* (= *S. polygamus*).

Mientras estaba este trabajo en prensa nos llegó la determinación de los Psylloidea por parte del Dr. D. Burckhardt. De acuerdo a ella, las cecidias de hoja de *S. polygamus* y las de hoja y flor de *S. latifolius* son formadas por *Calophya mammifex* Burckhardt, especie nueva descrita en base a nuestro material. También podría haber participación de *Taynaris sordida*.

En cuanto a las cecidias de rama, participan en ellas dos especies: *Taynaris sordida* y *Calophya rubra*, quedando por resolver su relación con la forma de la cecidias.

Podemos agregar que las cecidias de enrollamiento de hoja de *S. polygamus* son formadas por *Taynaris sordida* y *Taynaris acuticauda* Bckdt. y Laut.

Los antecedentes precedentes indican baja especificidad de huéspedes y de órganos afectados.

CONCLUSIONES

A. Sobre el género *Schinus*

Se detectan los 8 tipos de cecidias descritas para el género *Schinus* en Chile, siendo los Psylloidea los agentes causales de todas las cecidias de hoja y de tipo envolvente en rama. Por su parte, las cecidias de rama de tipo lisenquimático son formadas por Cecidomyiidae (Diptera), a la vez que se comprueba en forma definitiva que el huésped de la cecidia tipo Mark de la rama de *S. polygamus* es un lepidóptero y no un coleóptero como señalaba la literatura.

S. polygamus es la especie con más alta susceptibilidad a formar cecidias. Éstas suelen presentarse combinadas en un mismo ejemplar de hospedero, observándose simultáneamente hasta tres cecidias diferentes, predominando siempre una de ellas. Las combinaciones son más complejas en la medida que aumenta la intervención antrópica del ambiente en que vive el hospedero. Si bien el aumento de la talla del hospedero disminuye la susceptibilidad, este efecto puede ser anulado por la intervención antrópica.

En general, las cecidias de hoja predominan en ambientes de baja intervención y las de rama de tipo envolvente en los de alta.

B. Sobre cecidias de hoja y rama en *S. polygamus* y *S. latifolius*

Se citan por primera vez los siguientes 7 tipos de cecidias:

En *S. polygamus*

- Enrollamiento de hoja
- Tipo bolsillo en hoja
- Tipo lisenquimático en rama
- Tipo lisenquimático en rama

En *S. latifolius*

- Tipo lisenquimático en rama
- Tipo lisenquimático en flor
- Tipo Mark en botón foliar

Las fenologías de floración y fructificación de *S. polygamus* y *S. latifolius* son casi coincidentes, diferenciándose en un pequeño adelantamiento en *S. lati-*

folius. En cambio, los desarrollos foliares muestran patrones diferentes, con ostensible baja invernal en *S. latifolius*, mientras *S. polygamus* mantiene un alto nivel de foliación, ya que, aparentemente, responde más rápidamente a las lluvias extemporáneas (menor tamaño y raíces más superficiales).

La talla promedio de las cecidias de hoja se mantiene relativamente constante en el tiempo, siendo ligeramente superior en *S. polygamus*. Las tallas máximas para cada especie no superan 4,5 mm (*S. polygamus*) y 3,8 mm (*S. latifolius*). En *S. polygamus* el tamaño máximo disminuye con el aumento de la densidad por hoja, no así en *S. latifolius*, en lo que influye el tamaño diferente de la hoja.

En *S. polygamus* la maduración de la cecidia de hoja está relacionada con el desarrollo del color morado, con los estados ninfales oscuros y, secundariamente, con el tamaño. Éste no es proporcional al huésped, pues al inicio de la cecidiogénesis la cavidad es muy superior a él, siendo casi coincidentes en la fase final. Fenológicamente, la mayor presencia de Ninfas I ocurre entre noviembre y mayo y las Ninfas 3, entre julio y octubre. Adultos de huéspedes y parasitoides corresponden básicamente a la presencia de Ninfa 3. El parasitoide usa el exoesqueleto de la Ninfa 3 para pupar. La apertura de cecidias ocurre entre septiembre y noviembre. El desarrollo poblacional no es bivoltino ni existiría una reinfestación por ninfas, como se ha postulado. El desarrollo extemporáneo puede estar relacionado con el apareamiento de hojas nuevas por lluvias fuera de época.

En cecidias de hoja de *S. latifolius* las Ninfas 3 predominan entre junio y septiembre, mientras que las Ninfas I lo hacen entre octubre y abril. La apertura de las cecidias está centrada en agosto y septiembre. Tamaño y color no presentan mayores variaciones.

La cecidia de rama de tipo envolvente en *S. polygamus* presenta dos formas: "Cónica" y "Esférica". Éstas se alternan temporalmente, correspondiendo la Cónica a verano y la Esférica básicamente a invierno, probablemente en relación a las diferentes condiciones fisiológicas del hospedero en esas épocas. La forma Cónica es menos abundante y de menor tamaño que la Esférica. En cuanto a la relación color-estado de desarrollo de las ninfas, la situación no es tan definida como en los de hoja. Se considera a ambas formas como parte de una misma cecidia, dada su alternancia temporal y al ser ambas formadas, aparentemente, por el mismo huésped. Su desarrollo poblacional sería bivoltino con diferente apariencia externa de la cecidia debida a la condición fisiológica del

hospedero. Queda por resolver si es un bivoltinismo estricto o los últimos estados ninfales de la forma Cónica generan la forma Esférica.

Las cecidias de hoja de *S. polygamus* y las de hoja y de flor de *S. latifolius* son formadas por *Calophya mammifex* Burckhardt. En cuanto a las cecidias de rama, participarían en ellas dos especies: *Taynaris sordida* y *Calophya rubra*. Por su parte, las de enrollamiento de hoja de *S. polygamus* son formadas por *Taynaris sordida* y *T. acuticauda* Bckdt. y Laut.

En todas las cecidias estudiadas se encontraron himenópteros parasitoides, en su mayoría Chalcidoidea, los que aún no son determinados.

REFERENCIAS

- ANANTHAKRISHNAN, T.N., 1984. Biology of Gall Insects. Oxford & I.B.H. Publishing Co. 362 pp.
- BURCKHARDT, D., 1987a. Jumping plant lice (Homoptera: Psylloidea) of the temperate neotropical region. Part 1: Psyllidae (subfamilies Aphalarinae, Rhinocolinae and Aphalaroidinae). Zool. J. Linn. Soc., 89: 299-392.
- BURCKHARDT, D., 1987b. Jumping plant lice (Homoptera: Psylloidea) of the temperate neotropical region. Part 2: Psyllidae (subfamilies Diaphorininae, Acizzinae, Ciriacreminae and Psyllinae). Zool. J. Linn. Soc., 90: 145-205.
- BURCKHARDT, D., 1988. Jumping plant lice (Homoptera: Psylloidea) of the temperate neotropical region. Part 3 Calophyidae and Triozidae. Zool. J. Linn. Soc., 92: 115-191.
- BURCKHARDT, D., 1994. Generic key to Chilean jumping plant-lice (Homoptera: Psylloidea) with inclusion of potential exotic pests. Rev. Chilena Ent. 21: 57-67.
- FLORES, E., 1990. Morfoanatomía de *Schinus polygamus* (Cav.) Cabr. (Anacardiaceae) e interacción con insectos formadores de agallas. Tesis Magister en Ciencias Biológicas, Univ. de Chile, Santiago, 43 pp.
- FRANKIE, G. y D. MORGAN, 1984. Role of the Host Plant and Parasites in Regulating Insect Herbivore Abundance, with an Emphasis on Gall-Inducing Insects. En: A New Ecology. Novel Approaches to Interactive Systems, (P. Price, C. Slobodchikoff and W. Gaud eds): 101-140, Ed. John Wiley & Sons. New York.
- HOUARD, C., 1933. Les zoocécidies des plantes de l'Amérique du Sud et de l'Amérique Centrale. Lib. Scient. Hermann et Cie., Paris, 519 pp.
- INE. 1995 Compendio Estadístico 1995, Inst. Nac. de Estadísticas, Santiago, 402 pp.
- KIEFFER J. y P. HERBST. 1905. Ueber Gallen und Gallenerzeuger aus Chile. Zeitschrift für wissenschaftliche Insekten-Biologie 1: 63-66.
- KIEFFER J. y P. HERBST. 1906. Description de galles et d'insectes gallicoles du Chili. Bruxelles Ann. Soc. Sci. 30: 223-236.
- MANI, M.S., 1964. Ecology of plant galls. Dr. W. Junk Publishers. The Hague, Holanda. 434 pp.
- MARTICORENA, C. y M. QUEZADA, 1985. Catálogo de la flora vascular de Chile. Gayana 42 (1-2): 1-157.
- NAVAS, E., 1976. Flora de la Cuenca de Santiago de Chile. II. Dicotyledoneae. Archichlamydeae. Ed. Univ. de Chile, Santiago, 559 pp.
- NÚÑEZ, C. y F. SÁIZ, 1994. Cecidias en vegetación autóctona de Chile de clima mediterráneo. An. Mus. Hist. Nat. Valparaíso 22: 57-80.
- RODRÍGUEZ, R., O. MATTHEI y M. QUEZADA, 1983. Flora arbórea de Chile. Ed. Univ. de Concepción, 408 pp.
- WEIS, A., R. WALTON y C. CREGO, 1988. Reactive Plant Tissue Sites and the Population Biology of Gall Makers. Ann Rev. Entomol. 33: 467-486.