

## DIVERSIDAD DE APOIDEA (HYMENOPTERA) Y SU ASOCIACION A LA VEGETACION NATIVA EN EL NORTE DE CHILE, 2ª REGION <sup>1</sup>

HAROLDO TORO<sup>2</sup>, ELIZABETH CHIAPPA<sup>3</sup> Y RENÉ COVARRUBIAS<sup>4</sup>

### RESUMEN

Se presenta información sobre la diversidad de Apoidea encontrada, en el desierto costero del norte de Chile, durante un período de tres años de sequía. Se identificaron 29 especies lo que representa un número reducido en relación a la diversidad del grupo conocida para el país. Se postula que el factor más importante de esta baja en el número de especies es la escasez de lluvias. Colletidae (12 especies) y Anthophoridae (7 especies) fueron los más abundantes tanto en riqueza específica como en número de ejemplares. Siete especies se estiman endémicas para el área. Las especies oligolécticas fueron más abundantes en los muestreos, sin embargo varias de éstas han sido colectadas asociadas a otras plantas en otras localidades. Se indican las asociaciones interespecíficas entre Apoidea y plantas.

### ABSTRACT

The diversity of Apoidea found in the coastal desert, in northern Chile, during a 3 year-period of dry conditions, is presented. Twenty nine species were identified, which represents a small number, in relation to the bee diversity of the country. It is postulated that the scarce rainfall in the area is the main factor reducing the species number. Colletidae (12 species) and Anthophoridae (7 species) were the most abundant both in species richness and in number of specimens. Seven species are considered endemic for the area. Oligolectic species, for the area, were more abundant, nevertheless several of them have been collected associated to other plants in other localities. The species-specific relation of Apoidea and plants is given.

### INTRODUCCION

Existe una seria preocupación mundial por el conocimiento de la biodiversidad ante la necesidad de determinar, a la brevedad posible, zonas o lugares donde concentrar esfuerzos que eviten el empobrecimiento paulatino de especies de animales y plantas, a que está siendo sometido el planeta (Comitee on International Sciences, 1989). De acuerdo a varias estimaciones la pérdida de especies

causada por el hombre, es mayor que todas las otras catástrofes ocurridas en los últimos 65 millones de años, previéndose que en las próximas décadas el ritmo de destrucción se acelere mucho más si se mantiene la tendencia.

En Chile el área llamada Norte grande (18-28° S), es probablemente la más afectada por empobrecimiento, debido primariamente a una desertificación creciente y en parte por acción antrópica.

El déficit hídrico de la 2ª Región, calculado por la diferencia entre precipitaciones y evapotranspiración potencial, varía entre 1.400 a 1.600 mm/año (Oltremari *et al.*, 1987). El promedio anual de cantidad de agua caída tiene un rango amplio a través de los años, que va aproximadamente entre 5 a 30 mm con un promedio para Taltal de 25.1 mm (Di Castri y Hajek, 1976), las cifras mayores

<sup>1</sup> Financiado por CONICYT, Proyecto 193.0123

<sup>2</sup> Zoología, Univ. Católica de Valparaíso, Casilla 4059, Valparaíso, Chile. htoro@aixl.ucv.cl

<sup>3</sup> Biología, Univ. de Playa Ancha, Casilla 34-V, Valparaíso, Chile. echiappa@uplaced.upa.cl

<sup>4</sup> Inst. Entomología, Univ. Metropolitana, Casilla 147, Santiago, Chile

(Recibido: 25 de junio de 1996. Aceptado: 18 de octubre de 1996)

corresponden a inviernos excepcionalmente lluviosos, que permiten la aparición de una vegetación abundante; sin embargo en los últimos años, particularmente 1993 - 94 las precipitaciones han sido cercanas al límite de variación inferior, mientras que en 1995, a pesar de una grave escasez de agua en los primeros meses, se advierte una pequeña mejora a final del año en el área de Papos. Esta última quebrada proporciona datos puntuales distintos, llegando a cifras interesantes en los meses de mayo a diciembre de 1995 (R. Espejo, Universidad de Antofagasta, información personal). La zona vecina a la costa no recibe influencia de las lluvias tropicales de verano (invierno boliviano), que afectan y favorecen las condiciones de vida en las zonas altas de la cordillera de los Andes.

La escasez de agua caída se encuentra, en parte, reemplazada por la existencia de neblinas costeras que tienen un interesante rol para las plantas: por una parte aumentan la presión de vapor ambiental, con la correspondiente disminución de la pérdida de agua y por otra hacen posible la condensación sobre las superficies expuestas de varias especies, que pueden aprovechar el agua directamente por absorción foliar o haciéndola escurrir hasta las raíces. De acuerdo a nuestras observaciones, si bien la neblina logra mantener alguna vegetación, no es suficiente para la mayoría de las especies de plantas, éstas en ausencia de lluvia, aparecen secas en la observación externa, excepto por especies del género *Nolana*.

El impacto antrópico es importante, a pesar de la escasa población presente en la zona y originado fundamentalmente por tres distintas fuentes: uso de la vegetación como combustible, reducida crianza de ganado caprino y actividad minera. Tanto la crianza de ganado como la utilización de la vegetación de mayor tamaño, como combustible, tiene a su vez un efecto múltiple, ya que además de la pérdida directa de ejemplares de plantas y de su correspondiente fauna asociada, se produce reducción del efecto sombra, aumento de la acción del viento, destrucción de los suelos y disminución de la capacidad de condensación de neblinas.

La actividad minera, fuertemente incrementada en los últimos años, muestra un efecto negativo importante agravado por la falta de precipitaciones, los vehículos pesados que llevan mineral, de tránsito frecuente, levantan una enorme cantidad de polvo. A pesar de que el camino es regado a

menudo con camiones cisterna, la tierra se deposita sobre las plantas de ambos lados de las quebradas, hecho que es particularmente notable en la Quebrada de Papos, provocando un daño de larga duración, al no existir lluvias que arrastren posteriormente el polvo acumulado sobre las plantas.

Probablemente tomando en cuenta el deterioro ambiental, se ha podido advertir en los últimos 10 años una preocupación conservacionista creciente, con acciones tomadas por la Corporación Nacional Forestal (Santoro y Flores, 1990; CONAF, 1994), fundamentándose básicamente sobre trabajos de investigación llevados a cabo sobre flora y vertebrados superiores (Aguirre y Ovalle, 1974; Cej, 1962; Donoso-Barros, 1966; Mesa, 1981; Muñoz, 1959; Oltremari, *et al.*, 1987; Ortiz, 1980), a pesar de la poca información sobre biodiversidad que proporcionan las especies de vertebrados (Platnick, 1992). De acuerdo a nuestra información los trabajos orientados a conocer la diversidad de insectos de la zona son muy escasos (Cortés, 1983; Cortés y Campos, 1971, 1974; Etcheverry, 1952), o prácticamente no existen, excepto por pocas comunicaciones que citan insectos del norte, no escapando los Apoidea de esta generalidad. La mayoría de los trabajos de este último grupo, corresponden a descripciones originales dentro de estudios sistemáticos de taxa reducidos.

Buena parte de estos trabajos, se han llevado a efecto en años con alta pluviometría, o especialmente favorables (Simpson, 1989), posiblemente alentados por conocer la notable diversidad a nivel específico que se presenta en esas oportunidades, sin embargo, los resultados obtenidos en esas condiciones no proporcionan el panorama más general que caracteriza la parte norte de Chile. En situaciones de sequía extrema, que corresponde a la situación que pudiera calificarse de más frecuente o normal en la zona costera de la 1ª y 2ª Región, disminuye la diversidad y las relaciones de plantas e insectos pueden seguir tendencias distintas, sin la intervención de otros factores como altura, densidad (Waddington, 1979; Jong y Klinkhamer, 1994) o simetría floral (Moller y Eriksson, 1995).

La reducción de diversidad se liga también a otros problemas, como cambios en las interacciones de los polinizadores con las plantas debido a aumento de competencia (Eickwort y Ginsberg, 1980; Bawa, 1983; Roubik, 1989). La condición

de especialistas también debe ser necesariamente afectada (Roubik, 1995), ya que los oligolécticos pueden no encontrar su fuente de alimento particular.

La reducción también afecta al número de ejemplares de cada especie. La menor densidad de plantas con flores hace necesario recorridos más largos, de parte de los insectos que buscan alimento, estas mayores distancias promueven el intercambio génico entre ejemplares alejados de plantas, los que en otras condiciones pudieran incluso pertenecer a poblaciones diferentes. La reproducción de las plantas se ve por una parte favorecida por una mayor heterogeneidad, sin embargo lo anterior también puede significar alguna pérdida en el fino ajuste necesario para poder vivir en condiciones tan selectivas.

El objetivo de este trabajo es proporcionar información sobre la diversidad de Apoidea de las quebradas del extremo sur de la 2ª Región, en condiciones de pluviometría muy baja. Estas áreas son consideradas por Quintanilla (1989) como desierto litoral de Antofagasta y Taltal, desierto costero neblinoso de Taltal y Chañaral y vegetación de lomas de Paposo y Pan de Azúcar. Se pretende además conocer las asociaciones que se establecen entre las abejas y las plantas presentes en estas condiciones de aridez extrema. De acuerdo a observaciones previas la diversidad y la abundancia de ejemplares se ve muy cambiada con las precipitaciones, de manera que una visión más global de la zona requiere de un estudio suficientemente largo, que permita comparar la situación de sequía más frecuente de la zona con el caso imprevisible de los episodios de lluvia

## MATERIALES Y METODO

Las observaciones se realizaron durante el período 1993 a 1995, en quebradas ubicadas al sur de la 2ª Región: Cifuncho (25° 35' S, 70° 30' W), Taltal (25° 25' S, 70° 34' W) Paposo (25° S, 70° 26' W) y algunas zonas puntuales ubicadas entre 10 a 25 km al norte de Paposo, generalmente por debajo de los 550 m.s.n.m. excepto por la localidad de Agua Verde en la parte alta de la Quebrada de Taltal, estas áreas son señaladas como C - T - P NP, respectivamente en la tabla de localidades (Tabla 1). Luego de un viaje de prospección inicial, los muestreos se realizaron en los siguientes meses:

X y XI de 1993; IX, XI y XII de 1994; IX, X y XII de 1995 y I de 1996. Estimándose un total de esfuerzo de colecta de 1200 hs/ hombre.

No se observaron lluvias durante los muestreos excepto por una llovizna suave de 15 minutos en una noche del mes de Enero de 1996.

La asociación de abejas y plantas se estableció mediante colecta de ejemplares en plantas identificadas. Se fijó inicialmente dos períodos de trabajo, antes y después de medio día, anotando el tiempo de colecta utilizado frente a cada ejemplar de planta, se pretendía buscar información sobre diferente horario de utilización del recurso, especificidad y/o preferencia de una especie de ávido por una planta. Esta metodología tuvo que ser cambiada por ineficiente en razón al escaso número de ejemplares de Apoidea presentes en la zona.

Tomando en consideración el número de ejemplares presentes, la colecta de abejas se realizó recorriendo el terreno en búsqueda de plantas con flores y disponiendo de una batería de frascos con KCN, de manera de usar un solo frasco para los insectos colectados en cada especie de planta. Este sistema permitió obtener la siguiente información:

- Número de ejemplares de Apoidea, machos y hembras, por especie, localidad y fecha
- Número de especies de Apoidea visitantes de cada especie de planta
- Frecuencia comparativa de individuos de cada especie de Apoidea visitante de cada especie de planta
- Número de especies de plantas visitadas por cada especie de Apoidea

La identificación de plantas fué hecha en el terreno por R. Villaseñor (Universidad de P. Ancha) y confirmada posteriormente mediante uso de claves o por comparación con material identificado. En los gráficos se utilizan las siguientes abreviaturas para las especies:

NOMBRE DE LA ESPECIE	ABREV.
<i>Adesmia atacamensis</i> Phil	<i>A. atacam.</i>
<i>Argilia radiata</i> (L.) D.Don	<i>A. radiata</i>
<i>Astericum vidalii</i> Phil.	<i>A. vidalii</i>
<i>Calandrinia longiscapa</i> Barn.	<i>C. longisc.</i>
<i>Copiapoa cinerea</i> (Phil) B.et R.	<i>C. cinerea</i>
<i>Cristaria intonsa</i> Johnst.	<i>C. intonsa</i>
<i>Cristaria foliosa</i> Phil.	<i>C. foliosa</i>
<i>Cristaria</i> sp	<i>Crist. sp</i>
<i>Dinemandra ericoides</i> A. Juss.	<i>D. ericoides</i>
<i>Euphorbia lactiflua</i> Phil.	<i>E. lactiflua</i>
<i>Frankenia chilensis</i> K.Presl.	<i>F. chilensis</i>

<i>Heliotropium lineariifolium</i> Ph	<i>H. lineariif</i>	ANDRENIDAE	
<i>Loasa chilensis</i> (Gay) Urb. et G.	<i>L. chilensis</i>	<i>Spinoliella longirostris</i> Toro, 1995	<i>S. longirost.</i>
<i>Loasa fruticosa</i> (Phil.) Urb. G.	<i>L. fruticosa</i>	<i>Parasurus atacamiensis</i> Ruz, 1993	<i>P. atacam.</i>
<i>Nolana coelestis</i> (Lind.) Mier.	<i>N. coelest.</i>		
<i>Nolana crassulifolia</i> Poepp.	<i>N. crassul.</i>	HALICTIDAE	
<i>Nolana leptophylla</i> (Mier) Johns.	<i>N. leptoph</i>	<i>Caenohalictus dolator</i> (Vacilar, 1903)	<i>C. dolator</i>
<i>Nolana mollis</i> Johnst.	<i>N. mollis</i>	<i>Dihalictus aricencis</i> (Schrottky, 1910)	<i>D. aricencis</i>
<i>Nolana periviana</i> (Gaud) John.	<i>N. peruvian</i>	<i>Sphecodes sp.1</i>	<i>Sph.sp.1</i>
<i>Nolana paradoxa</i> Lindl.	<i>N. paradox</i>		
<i>Nolana villosa</i> (Phil.) Johnst.	<i>N. villosa</i>	MEGACHILIDAE	
<i>Nolana sp</i>	<i>Nolana sp</i>	<i>Anthidium sp.</i>	<i>Anthidium sp.</i>
<i>Philippianra celosioides</i> (P)OK	<i>P. celosioi.</i>	<i>Anthidium chilense</i> Spinola, 1851	<i>A. chilense</i>
<i>Polyuchirus cinereus</i> Ric. et Wel.	<i>P. cinereus</i>	<i>Trichothurgus atacamensis</i> Sielfeld, 1973	<i>T. atacam.</i>
<i>Senecio cachinalensis</i>	<i>S. cachinal</i>	<i>Megachile sp.1</i>	<i>Megachile 1</i>
<i>Tigridia philippiana</i> Johnst.	<i>T. philipp.</i>	<i>Megachile sp.2</i>	<i>Megachile 2</i>

Los ejemplares de abejas colectados fueron guardados en sobres y humedecidos posteriormente en el laboratorio, para montaje e identificación. La determinación a nivel de especies fué realizada por el primer autor, utilizando claves o comparación con material determinado depositado en la colección de la Universidad Católica de Valparaíso. En casos de duda o desconocimiento del taxon se indica el nombre del género más un número para señalar situación específica. En la parte sistemática se sigue a Michener *et al.* (1994)

Para los datos de Apoidea de las muestras de diferentes fechas, quebradas o plantas asociadas se estudiaron las siguientes medidas comunitarias: número de ejemplares por especie (=N); número de especies (=S); diversidad específica, medida por la función  $H' = \sum P_i \log_2 P_i$  (Pielou, 1969). En este análisis no se incluyeron los datos tomados en Enero que aparecieron en 1996 muy modificados por situaciones climáticas particulares.

Las especies identificadas se anotan en los gráficos con la siguiente abreviatura:

NOMBRE DE LA ESPECIE	ABREV.
COLLETIDAE	
<i>Caupolicana dimidiata</i> Herbst, 1917	<i>C. dimidiata</i>
<i>Chilicola (Heteroediscelis) sp.</i>	<i>Ch. (H).sp.</i>
<i>Chilicola neffi</i> Toro y Mold. 1979	<i>Ch. neffi</i>
<i>Chilimelissa rozeni</i> Toro y Mold. 1979	<i>Ch. rozeni</i>
<i>Chilimelissa sp.1</i>	<i>Ch.sp1</i>
<i>Chilimelissa sp.2</i>	<i>Ch.sp2</i>
<i>Xenochilicola fulva</i> Toro y Mold. 1979	<i>X. fulva</i>
<i>Colletes araucariae</i> Friese, 1910	<i>C. araucariae</i>
<i>Colletes atripes</i> Smith, 1851	<i>C. atripes</i>
<i>Colletes sp.2</i>	<i>C. sp2</i>
<i>Mourecotelles sp.</i>	<i>M. sp</i>
<i>Leioproctus sp.1</i>	<i>L. sp1</i>

#### ANTHOPHORIDAE

<i>Alloscirtetica chilena</i> Urban, 1971	<i>A. chilena</i>
<i>Svastrides melanora</i> (Spinola, 1851)	<i>S. melanura</i>
<i>Svastra flavitarsis</i> (Spinola, 1851)	<i>S. flavitarsis</i>
<i>Centris buchholzi</i> Herbst, 1918	<i>C. buchholzi</i>
<i>Centris chilensis</i> (Spinola, 1851)	<i>C. chilensis</i>
<i>Centris escomeli</i> Cockerell, 1920	<i>C. escomeli</i>
<i>Mesonychium garleppi</i> (Schrottky, 1910)	<i>M. garleppi</i>

## RESULTADOS Y DISCUSION

En un total de 891 ejemplares colectados se determinaron 29 especies de Apoidea (Tabla I), lo que representa un 8,3% de las especies conocidas para el país (Toro, 1986). La colecta total representa una cantidad muy baja de especímenes, para Chile central o para la zona norte, en relación a las horas esfuerzo de colecta.

La poca abundancia de material la estimamos directamente relacionada con falta de lluvias en el área, este factor determina disminución de plantas floridas, situación que se acentuó fuertemente en los últimos años (1994-95), hasta presentar un paisaje con muy pocos ejemplares de plantas verdes. Lo anterior también parece explicar la escasa coincidencia de plantas o asociaciones vegetales frecuentes en otros recuentos (Gajardo, 1994) que no aparecen mencionadas en este trabajo.

Se observa una mayor porcentaje de especies de Colletidae (41.1 %) y Anthophoridae (24.1 %) y opuestamente, una muy baja diversidad en Andrenidae (6.9%), mientras que Halictidae (10.3%) y Megachilidae (17.2%) alcanzan valores intermedios. La proporción es semejante a la que muestran los mismos grupos en el resto del país (Toro, 1986), observándose como situación particular la falta de representación en Apidae y Fideliidae. La ausencia de abeja de miel es en cierto

TABLA I  
ESPECIES DE APOIDEA ENCONTRADAS EN LA  
2ª REGION

	SEXO		LOCALIDAD				MESES				
	m	h	C	T	P	NP	IX	X	XI	XII	I
<b>COLLETIDAE</b>											
<i>C. dimidiata</i>	3	1	x	x	x		2	0	2	0	0
<i>(Ch. (H). sp.</i>		1	x				0	0	0	0	1
<i>Ch. nefii</i>	15	7			x	x	2	19	1	0	0
<i>Ch. rozeni</i>	25	45		x			0	1	7	21	41
<i>Ch. sp1</i>	9	44		x			0	1	7	21	41
<i>Ch. sp2</i>		2		x			0	13	0	0	40
<i>X. fulva</i>	9	48		x			0	29	0	11	17
<i>C. atripes</i>	10	14	x				9	6	0	6	3
<i>C. araucariae</i>	25	20	x				0	3	9	0	33
<i>C. sp.2</i>	1		x				0	0	0	0	1
<i>M. sp.</i>	1	1	x				2	0	0	0	0
<i>L. sp1.</i>	7		x				1	6	0	0	0
<b>ANDRENIDAE</b>											
<i>S. longirost.</i>	3	2		x	x	x	2	3	0	0	0
<i>P. atacam.</i>	6	4	x	x			0	10	0	0	0
<b>HALICTIDAE</b>											
<i>C. dolator</i>	15	10	x	x	x		2	14	0	2	7
<i>D. aricencis</i>	48	47	x	x	x	x	10	2	7	29	47
<i>Sph. sp.1</i>	1	1	x				0	2	0	0	0
<b>MEGACHILIDAE</b>											
<i>Anthidium sp</i>	14	29		x		x	4	35	4	0	0
<i>A. chilense</i>	44	79	x	x	x	x	12	15	23	17	56
<i>T. atacam.</i>		3			x		0	0	0	0	3
<i>Megachile 2</i>		12			x	x	0	5	0	0	7
<i>Megachile 1</i>	13	27	x	x	x	x	7	9	5	6	13
<b>ANTHOPHORIDAE</b>											
<i>A. chilena</i>	8	24	x	x	x		0	9	0	3	20
<i>S. melanura</i>	1				x		0	0	0	0	1
<i>S. flavitars.</i>	42	8		x			0	0	0	0	50
<i>C. buchholz.</i>	64	47	x	x	x	x	3	21	11	13	63
<i>C. chilensis</i>	9	19	x	x			1	11	0	14	2
<i>C. escomeli</i>	10	7	x	x	x	x	1	3	0	4	9
<i>M. garleppi</i>	3	3	x				0	6	0	0	0
	386	505					58	222	69	126	416

C= Quebrada de Cifuncho; h=hembras; m=machos; NP=Quebradas del norte de Paposo; P=Quebrada de Paposo; T=Quebrada de Taltal; X=presencia.

modo interesante, ya que pequeñas colonias se encuentran, viviendo "asilvestradas", en otras áreas desérticas del país (Toro *et al.*, 1992)

La más alta frecuencia de especies de Colletidae es debida principalmente a la contribución abundante de Xeromelissinae (*Chilicola*, *Chilimelissa* y *Xenochilicola*)(Fig. 1); estos géneros incluyen la mitad de las especies de la familia presentes en la zona, por su pequeño tamaño y

preferencia de estratos bajos pasan facilmente desapercibidas, por lo que generalmente son escasas en las colecciones.

La subfamilia Diphaglossinae, se observa sólo representada por *Caupolicana dimidiata*, especie abundante en la III y IV Región y relativamente frecuente en la zona central, de manera que este recuento fija ahora su distribución más septentrional en Paposo. Otras dos especies chilenas del mismo género (*C. vestita* y *C. albiventris*), siguen más hacia el norte en su distribución geográfica. Colletini es conocida por su enorme distribución particularmente en el género *Colletes*, el cual se encuentra representado en la zona por tres especies, mientras que de los Paracolletini, abundantes en el centro-sur, sólo fue posible encontrar una especie en la zona en este período de sequía.

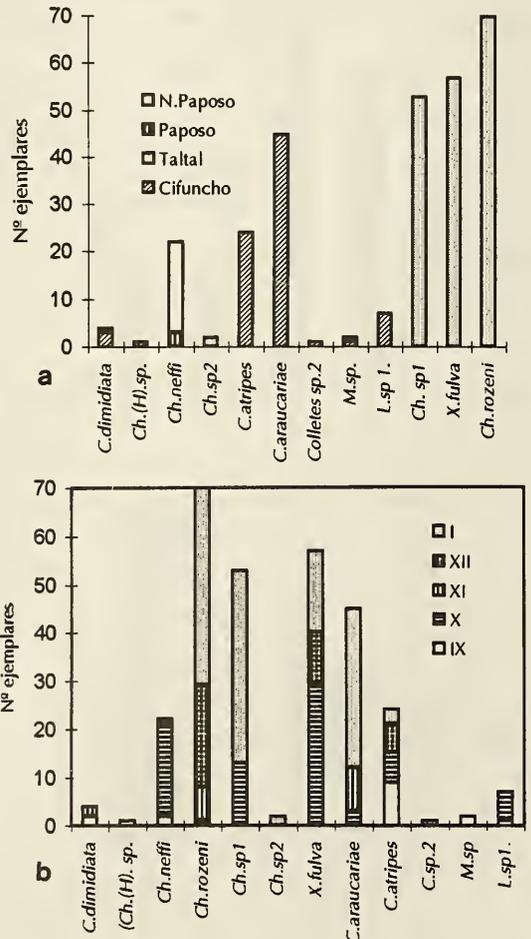


Figura 1: Abundancia de especies de Colletidae: a) en la zona y b) en la temporada

Es interesante notar que el número de especies de Colletidae disminuye mientras se avanza hacia las quebradas ubicadas más al norte, hasta encontrarse sólo con ejemplares de *Ch.neffi*, que se mantiene abundante desde Paposo al norte. Dos factores pudieran ser explicativos al respecto: - las especies de distribución sur tienen dificultades en condiciones de sequía de extender su rango hacia el norte y, - la incorporación de especies del norte está fuertemente limitada por áreas desérticas que se extienden tanto hacia el Oeste como hacia el norte.

Las dos especies de Panurginae (Andrenidae), están poco representadas (Fig.2), una de ellas *Spinoliella longirostris*, es de descripción reciente (Toro, 1995) y parece ser más bien escasa, por lo que provisoriamente la consideramos como endémica. *Parasarus atacamensis* es muy abundante en la III y IV Región donde se encuentra asociada con *Nolana rostrata* y según Ruz

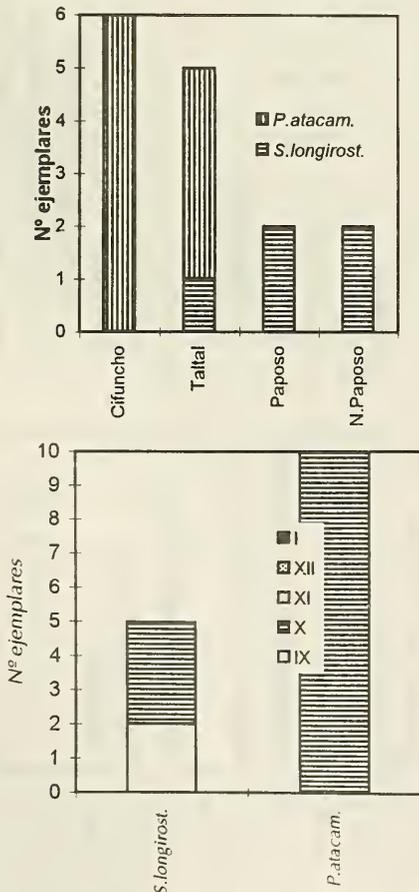


Figura 2: Abundancia de Andrenidae en el área y en la temporada

(comunicación personal), con *Encelia*, *Calandrinia* y *Cristaria*, pero en la zona sólo se han encontrado escasos machos lo que parece indicar que, en condiciones de alta pluviometría la densidad de ejemplares puede aumentar notablemente.

Halictidae aunque es pobre en especies, presenta abundancia de ejemplares de vida libre en toda la zona de estudio (Fig.3), mientras que la única especie de *Sphcodes* encontrada es escasa, posiblemente en relación con su vida parásita. La presencia de *Dihalictus aricensis* en todas las épocas de muestreo hace pensar en que se puedan encontrar adultos a lo largo del año, como ocurre también con algunas especies del mismo género en la Zona Central.

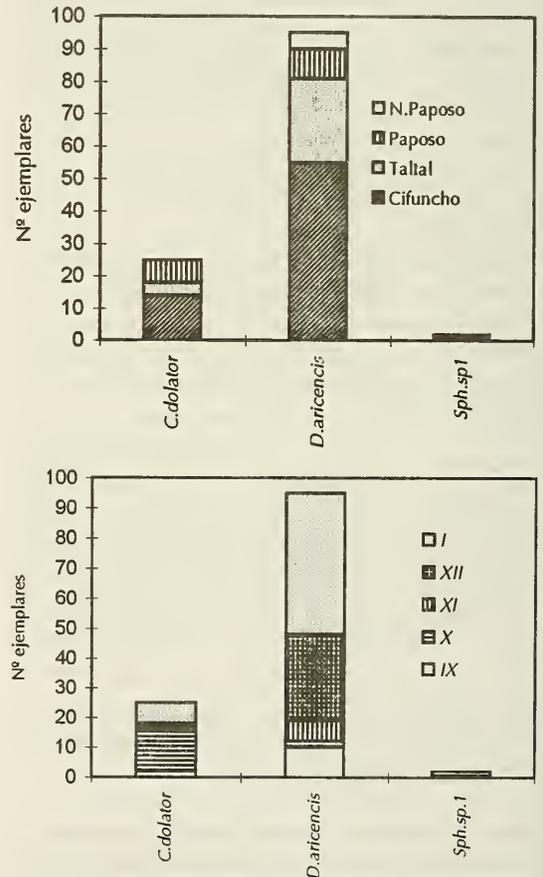


Figura 3: Abundancia de Halictidae en el área y en la temporada

Megachilidae (Fig.4) está representado por las dos subfamilias. La única especie de Lithurginae encontrada en la zona es escasa, aunque se pudo ubicar nidos en troncos caídos de "quiscos" (*Eulichnia*). Las celdillas encontradas, aunque no

contenían larvas, se corresponden bien con las descripciones de Rozen (1973) sobre nidos de *Trichothurgus dubius*. Los túneles eran ocupados por ejemplares de *Centris buchholzi*, como sitios de alojamiento.

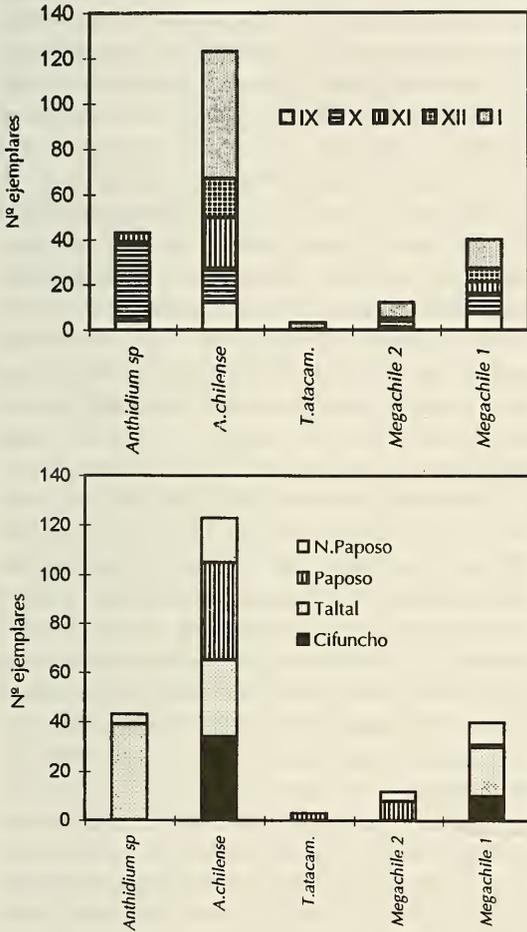


Figura 4: Abundancia de Megachilidae en el área y en la temporada.

De las dos especies de *Megachile* encontradas, una es abundante en ejemplares, de distribución geográfica amplia y asociada a una diversidad importante de plantas, la otra se restringe sólo a las quebradas de más al norte.

Las especies de Anthidiinae son distintas en cuanto a abundancia, *Anthidium sp.* es frecuente sólo en la parte alta de la Quebrada de Taltal (Agua Verde). *A. chilense* en cambio, se encuentra siempre, aunque es más frecuente en los meses de Diciembre y Enero, esta especie, junto con *A. funereum* (no representada en la zona) son las

especies de Anthidiinae de más amplia distribución geográfica en Chile ocupando ambientes muy distintos entre la II y X Región, en una extensión latitudinal superior a los 2.000 km.

En Anthophoridae (Fig.5), *Svastra flavitarsis* y *Svastrides melanura* sólo se colectaron durante el mes de Enero; la alta frecuencia comparativa de *S. flavitarsis* se debe a búsqueda de material en los alrededores de un área de nidificación cubierto por *Tessaria*, la distribución de esta especie, en todo caso se extiende tanto hacia el norte como hacia el centro-sur en Chile, por lo que en años más favorables se espera encontrar una mayor frecuencia tanto temporal como espacial. El único macho de *S. melanura*, permite fijar en Taltal su límite de distribución norte.

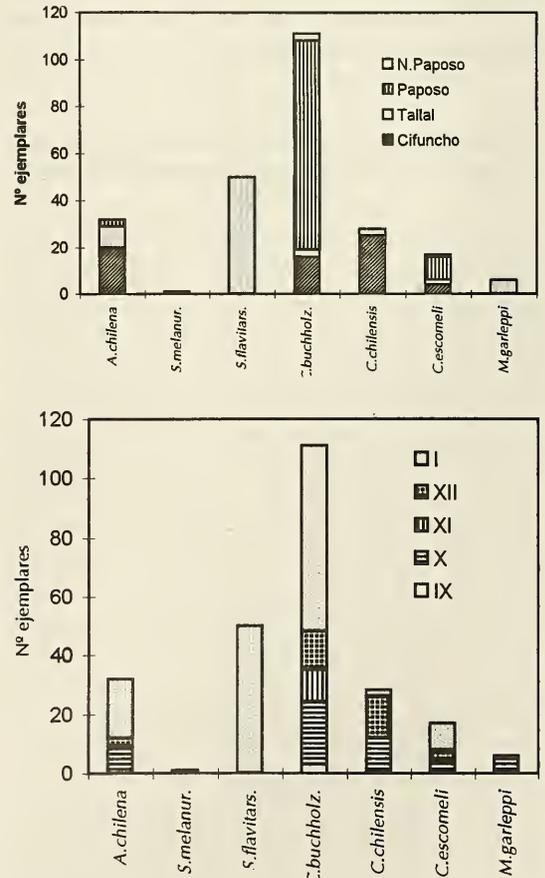


Figura 5: Abundancia de Anthophoridae en el área y en la temporada.

La otra especie de Eucerini presente, *Alloscirtetica chilena* Urban, es interesante por

encontrarse prácticamente todo el año en las áreas de estudio hasta Paposo por el norte. Urban (1971), extiende la distribución de esta especie hasta Antofagasta. La misma situación muestra *Centris buchholzi* y *C. escomeli*, siendo la primera mucho más abundante que la segunda; para estas dos especies las quebradas del sur de la 2ª Región corresponden a su límite más austral, hacia el norte tienen una distribución amplia tanto en altura como en latitud. *C. chilensis*, en cambio, es más frecuente en la 3ª Región, alcanzando a la zona Central con menos ejemplares. Las dos especies de *Centris* del norte, particularmente *C. buchholzi*, parecen estar asociadas con *Mesonychium garleppi*, que los parasita en casi toda su distribución geográfica, la presencia de esta última en Taltal, corresponde también a su límite de distribución más austral.

En la zona se advierte un mayor número de especies desde el norte hacia el sur con un ligero

TABLA 2  
ABUNDANCIA, DIVERSIDAD Y EQUIPARIDAD DE  
APOIDEA EN LA ZONA PARA UN PERIODO DE  
TRES AÑOS

CIFUNCHO					
	IX	X	XI	XII	TOTAL
N	16	42	18	51	267
S	6	10	3	7	16
H'	1,9	3,1	1,38	2,47	3,37
J	0,7	0,9	0,87	0,88	0,84
TALTAL					
	IX	X	XI	XII	TOTAL
N	19	105	21	60	205
S	4	13	4	4	18
H'	1,6	2,8	1,9	1,94	3,35
J	0,8	0,7	1	0,97	0,80
PAPOSO					
	IX	X	XI	XII	TOTAL
N	9	34	29	7	79
S	4	8	2	1	14
H'	1,66	2,19	0,96	0	2,36
J	0,83	0,73	0,96	—	0,62
N. PAPOSO					
	IX	X	XI	XII	TOTAL
N	15	41	1	8	65
S	6	6	1	2	9
H'	2,47	2,01	0	0,81	2,66
J	0,96	0,78	—	0,81	0,84

N=Número de especies; S=Índice de diversidad; H'=Índice de diversidad; J=Índice de equiparidad; TOTAL=Total por localidades.

aumento en la Quebrada de Taltal (Tabla 2).

En relación a la abundancia de ejemplares (N) los valores varían ampliamente para cada quebrada, el análisis de varianza a un criterio dió F (3,12)=1,82 con  $p > 0,05$ , por lo que se asume que no hay diferencias significativas entre quebradas para esta variable. La variación entre quebradas para el número total de especies (S), con los datos de cuatro fechas tampoco es significativa, ya que el análisis de varianza da F(3,12)=0,819 con  $p > 0,05$ .

En cuanto a las variaciones según el factor "fecha" con los datos de las 4 quebradas tanto para N como para S, se encuentra, en el primer caso (N) F(3,12)= 2,74, con  $p > 0,05$  y en el segundo caso (S) F(3,12)=7,48 con  $p < 0,01$ , o sea que las variaciones globales de abundancia entre fechas no son significativas, pero si lo son las variaciones de S, siendo para esta variable los valores globales de Octubre más altos que los otros tres meses estudiados.

En la tabla 2 se entrega también para cada fecha el valor del índice de diversidad H' de Shannon-Wiener y el valor del índice de equiparidad (J)(=evenness); en todas las quebradas se observa que la variación de H' sigue estrechamente al número de especies (S), que es entonces el componente principal de la diversidad en este caso; el otro componente, la equiparidad (J) en cambio, se mantiene relativamente constante en fechas y localidades.

Para la sumatoria de S total por quebrada, se observa tanto para S como para H', valores mayores en las quebradas de Cifuncho y Taltal; respecto a Paposo y Norte de Paposo, donde esta última sería la más diversa. La situación puntual de Taltal puede deberse a mejores condiciones de humedad presentes en la temporada, ya que la quebrada se mantiene verde hasta niveles superiores a 300 msm., presentando otro punto húmedo en altura (Agua Verde), con vegetación abundante de *Adesmia* y *Atriplex*.

El mismo incremento ocurre con las especies de distribución no compartida, sin que esto signifique endemismo, ya que en varios casos, particularmente las especies de Cifuncho, prolongan su distribución hacia el sur (*vide supra*).

De distribución geográfica no compartida, en sentido estricto, sólo existen dos especies en Cifuncho (*Chilicola (Heteroediscelis) sp. y Colletes sp.2*) y dos especies en Qda. de Taltal

(*Chilimelissa sp.1* y *sp.2*), ninguna de estas especies parece haber sido conocida antes para Chile.

Se consideran además como endémicas para el área: *Chilicola neffi* Toro y Moldenke, *Spinoliella longirostris* Toro, ambas descritas para la zona y encontrada en los muestreos de Paposos y quebradas costeras de más al norte, *Anthidium sp.* que siendo abundante en Taltal puede alcanzar hasta un poco más al norte y *A. chilena*, descrita por Urban (1971) en base de dos machos. Las hembras de esta especie aun no descritas, son muy semejantes a *A. porteri* de la 4ª Región, pero diferenciables por la placa pigidial, que es un poco más ancha en *A. chilena*.

Aunque los endemismos están relacionados con adaptaciones a condiciones particulares (como es la situación que ocurre en la zona de estudio), ellos aparecen más frecuentes en áreas de alta precipitación (Huston, 1994). Las adaptaciones desde el punto de vista morfológico, se muestran espectaculares y en cierto modo convergentes, dentro de especies de distintos grupos, las más notables están organizadas para permitir un más fácil acceso a las fuentes de néctar, que son ofrecidas por las distintas especies de *Nolana* presentes en la zona. En este sentido las modificaciones corresponden a un mayor alcance de las piezas bucales, con alargamiento de la cabeza, particularmente el área malar, además de una mayor longitud del labio o partes distales de las maxilas. Tales caracteres alcanzan situaciones extremas en el caso de *S. longirostris*, que presenta el área malar y sobre todo la glosa más larga que el resto de las especies de su género (carácter enfatizado, curiosamente, mucho más en los machos que en las hembras) y en *Ch. rozeni* con área malar más larga que el ojo, cardos y estípites enormemente alargados, lo mismo que los palpos labiales.

Los registros obtenidos a lo largo del año en cuanto a abundancia de ejemplares por especie en cada temporada se indican en Tabla 1.

Se puede observar que: 10 especies de abejas se presentan en una sola fecha; 5 especies en dos fechas; 5 especies en tres fechas; 5 en cuatro fechas y 4 especies se presentan en todas las temporadas. Estas últimas constituyen la fauna más constante, en cambio las 10 primeras tienen una estrecha estacionalidad, encontrándose un gradiente entre estos extremos con 3 tramos de 5 especies cada uno.

Hay una mayor cantidad de especies recolectadas

en enero (19) y octubre (21), mientras que las cifras están reducidas apreciablemente en noviembre y diciembre. Esta situación puede estar influida por factores pluviométricos, ya que el primer muestreo de X-1993, presentaba mejores condiciones vegetacionales debido a lluvia en años previos, mientras que I-1996 se vió favorecido por algunas precipitaciones tardías ocurridas en diciembre 1995 y a comienzos del mismo mes (R. Espejo, Universidad de Antofagasta, información personal).

La condición multivoltina podría favorecer el aprovechamiento de lluvias ocasionales, en especial si el estado de diapausa es realizado durante la prepupa (Roubik, 1989), de esta manera la emergencia de adultos puede responder más rápidamente a condiciones favorables del medio producidas por las precipitaciones, tal podría ser el caso de todas las especies presentes a lo largo del año como *Centris buchholzi*, *C. escomeli*, *Alloscirtetica chilena* y *Dihalictus aricensis*.

Suponemos una condición univoltina para la mayoría de las especies, que se presentan en una temporada restringida, en este aspecto parecen distinguirse dos períodos distintos favorables para la aparición de adultos: de septiembre a noviembre y de diciembre a enero; propias del primer período son: *Caupolicana dimidiata*, *Chilicola neffi*, *Spinoliella longirostris*, *Parasarus atacamensis*, *Caenohalictus dolator*, *Megachile sp.2* y *Mesonychium garleppi* (Tabla 1), mientras que a comienzos del verano aparecen *Chilicola (Heteroediscelis) sp.*, *Chilimelissa sp.2*, *Colletes sp.2*, *Trichothurgus atacamensis*, *Svastra flavitarsis* y *Svastrides melanura*. Esta separación se corresponde con observaciones realizadas para las mismas especies, cuando tienen una distribución más amplia, en otras zonas más centrales en Chile como *C. dimidiata* y *P. atacamensis*.

En las cantidades totales de ejemplares colectados a lo largo de la temporada, las cifras mayores también corresponde a Colletidae con 32,3%, aunque hay cinco especies que se muestran escasas o muy escasas dentro de la familia. Los Anthophoridae aparecen como abundantes, pero estas cifras son fuertemente influidas por *C. buchholzi* y también de manera importante por *S. flavitarsis*, encontrada en un sólo muestreo. La cantidad de Andrenidae es claramente baja en relación a los demás grupos, situación que



Los datos obtenidos pueden estar fuertemente influenciados por condiciones ambientales, tanto pluviométricas como situaciones puntuales que tienen un efecto muestral, como es el caso determinado por neblinas persistentes a lo largo del día en que se realiza el muestreo. En condiciones de día nublado no se encuentran ejemplares en el medio, pudiendo presentarse así varias especies con discontinuidades, tal puede ser la causa de una importante cantidad de ejemplares de *Xenochilicola fulva* en los muestreos de octubre, diciembre y enero, sin tener representación en noviembre, de la misma manera se presentan *Chilimelissa sp.1* o *Megachile sp.2*.

El análisis de frecuencia de machos con respecto a hembras dentro de las familias (Tabla 1) muestra una mayor abundancia de hembras para Colletidae (63%) y Megachilidae (67,9%), mientras que la situación opuesta se produce en Anthophoridae, donde sólo se alcanza a 44,1%, el porcentaje, en este último caso, es muy influenciado por la asimetría que muestran *C. buchholzi* y *S. flavitarsis*. La proporción de esta última especie, puede ser debida a una ligera protandria, ya que todos los ejemplares se encontraron en un área de nidificación y en una sola colecta. Se aprecia cierta semejanza en las cifras de machos y hembras de Halictidae (47,5% de hembras) y Andrenidae (43% de hembras).

La asociación de las especies de abejas con la vegetación se indica en Tabla 3.

De las 72 especies de plantas con flores, encontradas en la zona en algún período durante los años 1993-1995 (Villaseñor, en preparación), 26 fueron visitadas por lo menos por algún ejemplar de Apoidea. Lo anterior deja sin ávido polinizador al 63,9% de las plantas presentes; para este alto porcentaje quedarían las siguientes posibilidades: utilizar el viento u otro animal como polinizador, ser autógeno o no ser polinizado. Esta última posibilidad hace pensar en una fuerte disminución de semillas en épocas de sequía extrema, no sólo por la falta de flores sino también por no haber abejas en el medio.

Datos de relaciones cuantitativas totales entre especies de abejas visitantes y especies de plantas visitadas se entregan en Tabla 4.

De la sección A de la tabla observamos que 58,6% de las especies de abejas (17) visita una o dos especies de planta, mientras que un 31% de las especies se muestra como poliléctico amplios

TABLA 4

A			B		
Nº de especies de Apoidea	%	Nº de especies de plantas	Nº de especies de plantas	%	Nº de especies de Abejas
11	37,9	1	9	34,6	1
6	20,7	2	5	19,2	2
3	10,3	3	3	11,5	3
2	6,9	4	2	7,7	4
3	10,3	5	2	7,7	5
1	3,4	6	1	3,8	6
2	6,9	8	1	3,8	7
1	3,4	11	2	7,7	9
			1	3,8	11
29	99,9		26	100	

A. Distribución de las 29 especies de abejas según visiten 1, 2... n, plantas; B. Distribución de las 26 especies de plantas según si son visitadas por 1, 2... n especies de abejas.

estando asociados a 4 ó más especies de plantas; ninguno de estos últimos alcanza a visitar al 50% de las plantas presentes. La condición de generalista o especialista se discute más adelante a nivel de grupos supraespecíficos (familias).

En la sección B de la tabla 4 se observa también que más de la mitad de las especies de plantas se encuentran asociadas a pocas especies de abejas (1 ó 2), mientras que sólo un 34% son visitadas por 4 ó más especies. A semejanza de los que sucede con las abejas no hay ninguna especie de planta que sea visitada por más del 45% de las especies registradas.

A nivel de la categoría familia, Megachilidae es el visitante de espectro más amplio, a pesar de tener un número de especies relativamente escaso, habiéndose colectado ejemplares sobre un 57,7% de las plantas visitadas, lo opuesto ocurre con Andrenidae que se encuentra sólo en relación con 11,5%, observándose valores intermedios semejantes para Colletidae (50%), Anthophoridae (42,3%) y Halictidae (46,1%).

Dos especies de Megachilidae se encuentran asociadas a un número importante de plantas, particularmente *Megachile sp.1* encontrada sobre 11 especies diferentes y en menor grado *Anthidium chilense*, asociado a 6 especies (Fig.6). La condición de amplio generalista ayuda a explicar su larga permanencia en el tiempo y en todas las quebradas estudiadas.

El mayor rol como polinizador mutualista (Pellmyr, 1992), o comensal (Roubik, 1989), no fué determinado. En este sentido, pareciera más bien haber una gradiente entre ambos tipos de asociación, que debiera depender en buena parte de su posible especialización diaria, haciéndose mayor la interacción comensalista mientras más generalistas sean las especies de abejas; opuestamente, las especies más oligolécticas o monolécticas debieran funcionar más como mutualistas considerando que se transporta polen sólo de una o pocas especies.

Los individuos juveniles de los polilécticos parecen ser necesariamente poco discriminantes en cuanto al tipo de polen que les sirve de alimento, ya que es extraído de plantas pertenecientes a familias a veces muy alejadas filogenéticamente. Este comportamiento puede influir de manera primaria en la amplitud del rango geográfico de las especies de abejas; las posibilidades de mayor distribución de generalistas (como *A. chilense* que alcanza en su distribución a más de 2.500 km hacia el sur del área estudiada), se entienden mejor por esta amplia aceptación de sus larvas de distintos tipos de polen.

En situación opuesta están *Anthidium sp.* y *T. atacamensis*, oligolécticos y con fuerte tendencia a monolectia según el muestreo. *Anthidium sp.* está asociado, en forma casi exclusiva, con *Adesmia tarapacensis*, mientras que *T. atacamensis*, como casi todas las otras especies chilenas del grupo, se encuentra asociado con cactáceas. Provisoriamente no es posible tener una idea más clara de la segunda especie de *Megachile* debido a la poca cantidad de ejemplares colectados.

Aunque *Nolana villosa* y *Frankenia chilensis* muestran una frecuencia de visitas de las dos especies polilécticas proporcionalmente semejante, se advierte una utilización muy diferenciada en *Loasa fruticosa* y *Nolana sp.* que atraen solamente a *A. chilense*; mientras *N. leptophylla*, *N. chilensis* y *C. foliosa* hacen lo propio con *Megachile sp.1*. (considerando sólo especies de Megachilidae) (Fig. 6). *Adesmia tarapacensis* se la encontró visitada sólo por *Anthidium sp.*, lo que no es frecuente en Chile para las especies de este género que son ampliamente atractivas. Tal situación también puede deberse a falta de lluvias, ya que sólo se encontraron plantas floridas en la parte alta de la Qda. de Taltal, en el resto de las zonas de muestreo los ejemplares estaban secos.

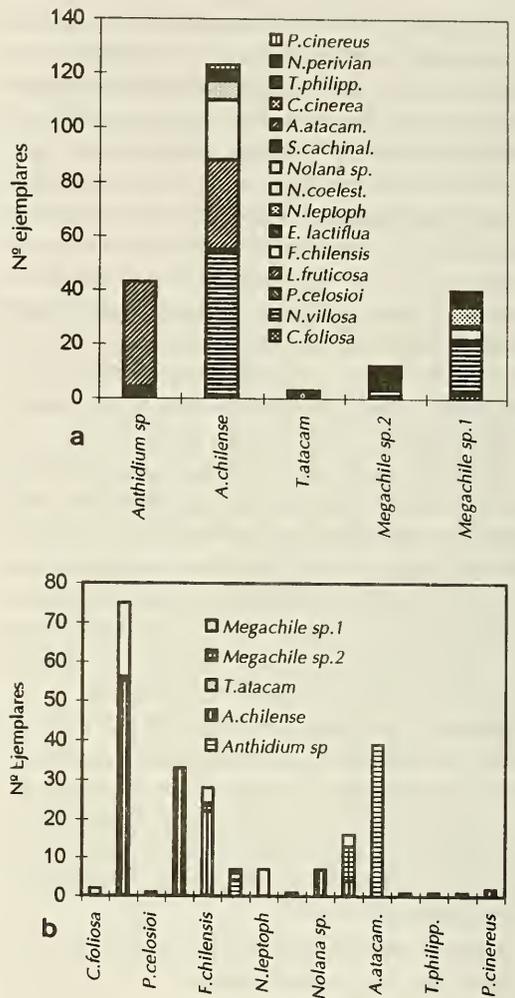


Figura 6: Asociación de Megachilidae y plantas en el área: a.- preferencias de las especies de Megachilidae; b.- Frecuencia de ejemplares de cada especie en las plantas visitadas.

Las dos especies de Andrenidae no comparten plantas visitadas. La asociación de un Panurginae indeterminado visitando *Dinemagonum*, es señalada por Simpson (1989); parece posible que la especie observada por este autor corresponda a *Parasarus atacamensis*, lo que ampliaría su rango de polilectia de acuerdo a lo señalado más arriba.

Las especies de Halictidae con vida libre (*Dihalictus aricence* y *Caenohalictus dolator*) se encuentran también como polilécticos de amplio rango (Fig.7), esta situación es bastante general para otras especies de los mismos géneros en la zona central del país.

De las 8 especies de plantas las cuales se asocia

*Dihalictus*, sólo *Cristaria foliosa* y *Loasa fruticosa* se encuentran compartidas con *Caenohalictus*; se observa en ésta última una cierta preferencia por plantas arbustivas como es el caso de *Cristaria* y *Loasa*, sin embargo para *C. foliosa*, *Dihalictus* parece ser más importante atendiendo el número de ejemplares colectados.

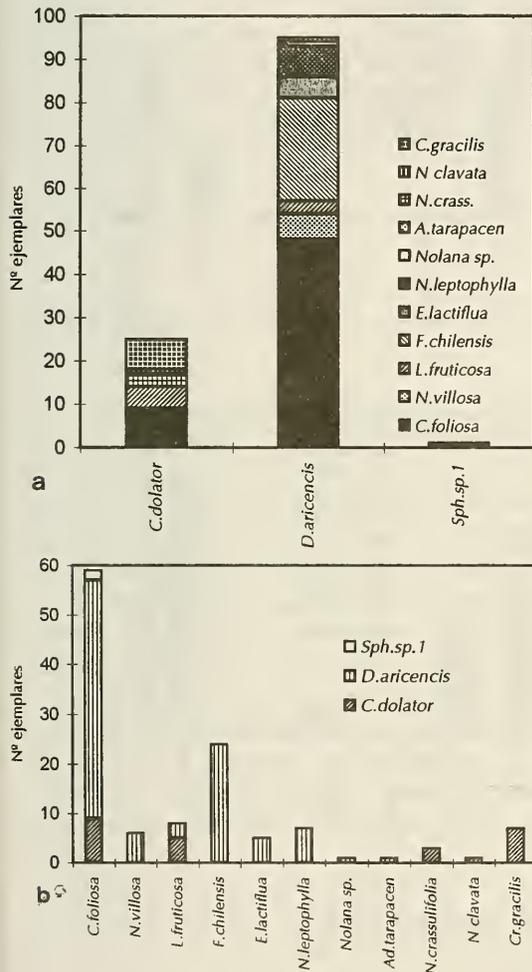


Figura 7: Asociación de Halictidae con plantas: a.- preferencia de ápidos; b.- preferencia de plantas.

Las especies de Colletidae de la zona presentan cierta tendencia a ser oligoléticas; sólo 25% de las especies se encontraron asociadas a 3 o más especies de plantas (Fig. 8), mientras que el 58,3% se encontró asociado a una sola especie. *Ch. neffi*, aunque asociada a 4 especies de plantas tiene alguna preferencia por *C. foliosa*, mientras que los pocos ejemplares colectados de *C. dimidiata* no muestran ninguna preferencia.

Es interesante la abundancia de ejemplares de *Chilicola sp. 1* y *Xenochilicola fulva* lo que sugiere una buena sobrevivencia actuando como monoléticos en condiciones de sequía. De ambas especies se colectaron machos y hembras, observándose acercamiento de sexos sobre *Philippiamra celosioides*, ambos hechos parecen ser indicadores de una actividad reproductiva normal. No se observó acercamiento de sexos en *Ch. rozeni* pero la abundancia de machos y hembras pareciera también sugerir un periodo de reproducción activa. La dependencia de *Ch. rozeni* de *Nolana coelestis* es especialmente estrecha, ya que sus flores son utilizadas como lugar de alojamiento para machos y hembras, es posible que la nidificación se haga también en túneles excavados en los tallos de esta misma planta.

*Cristaria foliosa* resultó atractiva para un mayor número de Colletidae estando visitada por un 50% de las especies (Fig. 8), los ejemplares comparten con *A. vidalii* y *L. fruticosa* la visita frecuente de *C. araucariae* y conservan una sola especie propia *C. atripes*; sin embargo esta última de amplia distribución geográfica se encuentra asociada con numerosas especies de plantas en su rango de distribución sur, por lo que es posible esperar que, en condiciones de una mejor floración, *C. atripes* se muestra como polilético amplio dentro de la zona.

La mayor cantidad de ejemplares fué encontrada asociada a *P. celosioides*. las pequeñas flores de esta especie, permanecen abiertas solamente en un corto período diario de tres a cuatro hrs siendo asiduamente visitadas por *X. fulva* y *Chilimelisa sp. 1*, que se comportan en la zona como monoléticos. Sin embargo, fuera de Colletidae, la especie también se encuentra asociada a algunos Megachilidae, Anthophoridae y en menor grado a Halictidae. Aparte de su buena sobrevivencia existen dos características que aparentemente favorecen la predilección de los forrajeadores por *Philippiamra*: - las flores en agregados son por lo general más atractivas y, - la abundancia que alcanza en la zona asegura un stock importante de néctar (Johnson y Hubbell, 1975; Pike, 1984, Roubik, 1989).

De todas la especies de Anthophoridae, *Centris buchholzi* es el generalista más amplio (Fig. 9), sin tener una preferencia muy marcada por ninguna de las especies con las que se encontró asociado; su presencia a lo largo del año, el amplio rango

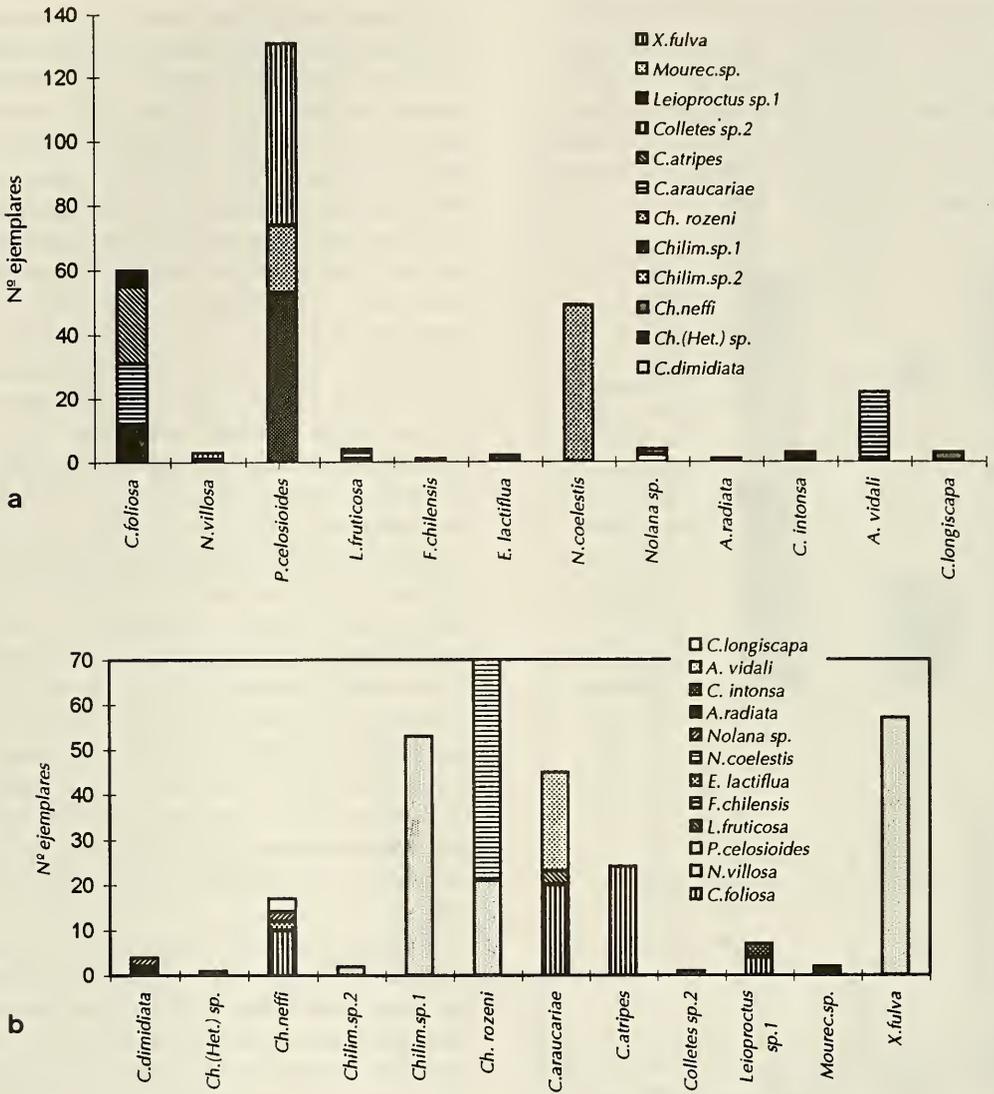


Figura 8: Asociación de Colletidae con plantas: a.- preferencia de plantas; b.- preferencia de ápidos.

geográfico que habita y la abundancia de ejemplares le asigna un rol ecológico importante.

Las tres especies de *Centris* todas poliléticas se encontraron compartiendo especies de plantas de la siguiente manera:

	<i>C. chilensis</i>	<i>C. escomeli</i>
<i>C. buchholzi</i>	<i>Nolana villosa</i> <i>Nolana leptophylla</i> <i>Nolana crassulifolia</i>	<i>Cristaria foliosa</i> <i>P. celosioides</i> <i>Lousa fruticosa</i>
<i>C. chilensis</i>		0

*C. buchholzi* no comparte con los otros, 2 especies de plantas; mientras que sólo una especie visitada por *C. buchholzi*, no es compartida por *C. escomeli* y *C. chilensis*. Considerando que el rango geográfico de dos de las 3 especies de *Centris* se extiende hacia el norte, donde se asocian a varias especies de plantas diferentes, es de esperar que en condiciones de pluviometría alta su espectro generalista les permita asociarse a otras especies floridas. Lo mismo se puede aplicar para *C. chilensis* con respecto a su distribución ampliada hacia el sur.

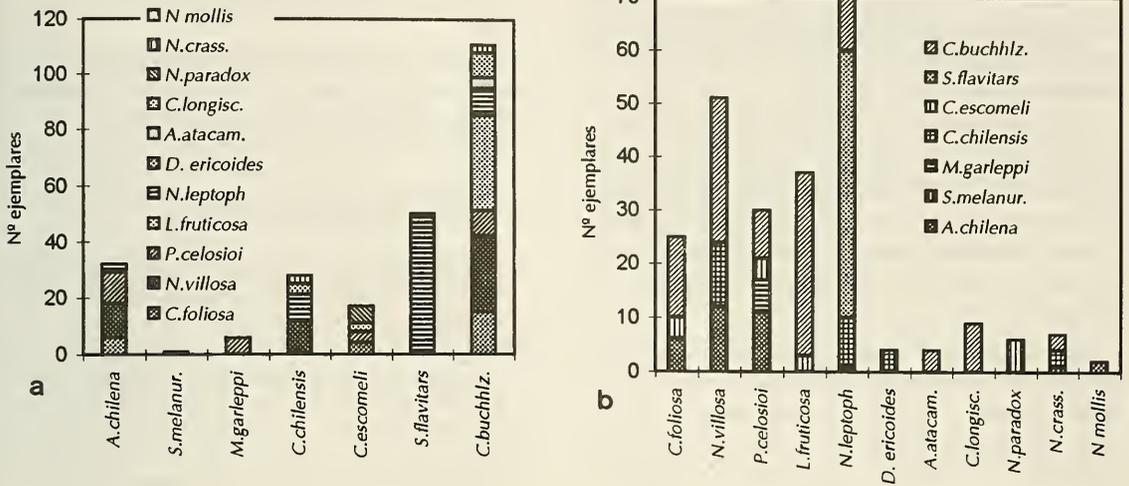


Figura 9: Asociación de Anthophoridae con plantas: a.- preferencia de ápidos; b.- plantas visitadas.

De acuerdo a Simpson (1989) hay una estrecha relación entre especies de *Centris* y *Dinemandra* a través de utilización de aceites; esta relación no fué bien documentada por nosotros durante el muestreo debido al bajísimo número de ejemplares de *Dinemandra* que se encontraban floridos.

La otra especie de Anthophoridae generalista amplio, *Alloscirtetica chilena*, comparte plantas en forma diferenciada con las especies de *Centris*.

Las tres especies de abejas que aparecen como monoléticas en el muestreo (*S. flavitarsis*, *S. melanura* y *M. garleppi*) son poliléticos en su distribución amplia, por lo que debiera esperarse un comportamiento distinto en períodos de alta floración.

De las 11 especies de plantas asociadas a Anthophoridae (Fig. 9) *N. leptophylla* y *P. celosioides* son visitadas por 4 especies compartiendo entre ellas solamente a *C. buchholzi*. La alta frecuencia de visitas de *S. flavitarsis* sobre *N. leptophylla* parece deberse a un hecho muy particular, ya que la abundancia es puntual tanto en la temporada como en el espacio, dado por la concurrencia de dos circunstancias: a) vecindad del área de nidificación y b) presencia de *Tessaria*, pudiendo ser esta última planta la que está realmente asociada a *Svastra*. Dos observaciones favorecen esta interpretación: asociación de *S. flavitarsis* con *Tessaria* en otras áreas geográficas y ausencia de *Svastra* en otras quebradas o zonas donde hay *N. leptophylla*, pero donde no existe

*Tessaria*.

*C. foliosa*, *N. villosa* y *N. crassulifolia* se encuentran asociadas a 3 especies de Anthophoridae, compartiendo la mayoría de ellas, aunque con distinta frecuencia de individuos. Todas las especies de plantas visitadas por un solo Anthophoridae están también asociadas a distintas especies de otras familias de Apoidea dentro de las quebradas estudiadas.

En el conjunto de especies de plantas la mayor cantidad de visitantes la mostró *Cristaria foliosa*, *Nolana villosa* y *Philippiamra celosioides*, toda la abundancia de especies de abejas que mantienen estas plantas, hace pensar que ellas puedan jugar un rol especialmente importante en la mantención de la diversidad de ápidos en tiempos de escasa precipitación.

Un rol algo menor, en este mismo sentido, se advierte para varias especies de *Nolana* que se observaron en buenas condiciones, floreciendo a lo largo del año; dependiendo aparentemente en forma casi exclusiva de las neblinas costeras. La alta cantidad de sal que recubre las hojas de *Nolana* parece favorecer la retención de agua atmosférica, aparte de ser probablemente disuasivo para la acción de herbívoros mayores (camélidos), junto a un fuerte sabor picante que fué advertido en las hojas.

La semejanza de formas de las flores en distintas especies de *Nolana* puede ser otro factor interesante como mecanismo atractivo (Little, 1983), las

mismas disposiciones pueden favorecer mecanismos de memorización de forrajeadores, lo que representa una ventaja importante para especies generalistas.

Desde otro punto de vista, las pocas especies de plantas que se mantienen en buenas condiciones de floración, permiten la permanencia de un número interesante de abejas que pueden tener un rol significativo en períodos de floración más extenso, cuando las condiciones pluviométricas son favorables.

Las especies de ápidos polilécticos, considerando sus asociaciones dentro de todo su rango de distribución geográfica, corresponden a 65,5%; estos constituyen la gran mayoría de las especies presentes en el área a los que habría que agregar *Trichothurgus* que es oligoléctico para cactáceas. Las asociaciones de los Xeromelissinae y de *Anthidium sp.*, que se muestran como oligolécticos, provisoriamente no son claras, debido a que hasta ahora no habían sido colectadas o, son de descripción reciente y de biología desconocida.

La gran cantidad de generalistas, en un medio de condiciones extremadamente selectivas, puede presentar algunos problemas de interpretación considerando una mayor frecuencia de especies oligolécticas en este tipo de ambiente, especialmente adaptadas a condiciones particulares (Michener, 1954). Tomando en cuenta observaciones prospectivas iniciales, llevadas a cabo en años con precipitaciones abundantes, parece probable que la composición de la apidofauna cambie profundamente en esas otras condiciones y se constituya mostrando una alta frecuencia de oligolécticos; estos podrían ser también endémicos, altamente adaptados a las condiciones locales, por lo que pueden modificar sus períodos reproductivos respondiendo a los mismos estímulos del medio que estimulan y permiten la aparición de vegetación abundante. Parece también probable que estas especies presenten fenómenos sucesionales concordantes con la sucesión vegetal presente. La mayor presencia de generalistas habría que interpretarla entonces como respondiendo a una extrema escasez de recursos que no permite la sobrevivencia en base a una sola especie de planta.

## AGRADECIMIENTOS

Al Sr. Rodrigo Villaseñor por toda la colaboración prestada en la elaboración de este trabajo y la identificación de plantas.

## LITERATURA CITADA

- AGUIRRE, M. Y P. OVALLE. 1974. Plantas vasculares nativas de las Quebradas de Antofagasta. (Primera parte). Tesis, Universidad de Chile Sede Antofagasta. 147 pp.
- BAWA, K.S. 1983. Patterns of flowering in tropical plants. En: Jones, C. y R. Little, ed. Handbook of experimental pollination biology pp: 394-410. Van Nostrand Reinhold Co., N.Y.
- CEI, J.M. 1962. Batracios de Chile. Ed. Universitaria, Santiago.
- COMITEE ON INTERNATIONAL SCIENCE'S. Task force on global biodiversity. 1989. Loss of Biological Diversity: A global crisis requiring international solutions.
- CONAF. 1994. Informe técnico justificativo Creación Reserva Nacional Pajoso. CONAF Departamento Técnico. 14 pp.
- CORTÉS, R. 1974. Taquípidos de Tarapacá y Antofagasta. Addendum I. (Diptera: Tachinidae). Idesia, 3: 111-125.
- CORTÉS, R. 1983. Tachinid flies (Diptera: Tachinidae) from Tarapacá & Antofagasta provinces, Chile. Addendum III. Florida Entomol., 66(4): 377-389.
- CORTÉS, R. Y L. CAMPOS. 1971. Taquípidos de Tarapacá y Antofagasta (Diptera: Tachinidae). An. Univ. Norte, 8: 104 pp.
- DI CASTRI, F. Y E. HAJEK. 1976. Bioclimatología de Chile. Ed. Universidad Católica de Chile, Santiago.
- DONOSO-BARROS, R. 1966. Reptiles de Chile. Ed. Universitaria, Santiago.
- EICKWORT, G., Y H. GINSBERG. 1980. Foraging and mating behavior in Apoidea. Ann. Rev. Entomol., 25: 421-446.
- ETCHEVERRY, M. 1952. Syrphidae de la Provincia de Tarapacá. Rev. Chilena Ent., 2. 307-310.
- GAJARDO, R. 1994. La vegetación natural de Chile. Clasificación y distribución geográfica. Ed. Universitaria, Santiago.
- HUSTON, M. 1994. Biological Diversity. The coexistence of species on changing landscapes. Cambridge Univ. Press.
- JOHNSON, L. Y S. HUBBELI. 1975. Contrasting foraging strategies and coexistence of two bee species on a single resource. Ecology, 56: 1398-1406.
- JONG, T. Y P. KIINKHAMER. 1994. Plant size and reproductive success through female and male function. J. Ecol., 82: 399-402.
- LITTLE, J. 1983. A review of floral food deception mimics with comments on floral mutualism. En: Jones, C. y R. Little, ed. Handbook of experimental pollination biology. Van Nostrand Reinhold Co., N.Y.
- MESA, A. 1981. Monographie des Nolanacées. Tesis Universidad de Rennes. 199pp.
- MICHENER, C. 1954. Bees of Panamá. Bull. Amer. Mus. Nat. Hist., 104:1-176.
- MICHENER, C., R. MCGINLEY Y B. DANFORTH. 1994. The Bee genera of North and Central America. Smithsonian Inst. Press, N.Y.

- MOLLER, A. Y M. ERIKSSON. 1995. Pollinator preference for symmetrical flowers and sexual selection in plants. *Oikos*, 73: 15-22
- MUÑOZ, C. 1959. Sinopsis de la Flora Chilena. Ed. Universitaria, Santiago.
- OLTREMARI, J., F. SCHIEGEL Y R. SCHLATTER. 1987. Antecedentes básicos sobre Recursos Naturales de 10 Sectores costeros de la 11 y 12ª Región. Conaf. (documento n°6).
- ORTIZ, J.C. 1980. Estudios comparativos de algunas poblaciones de *Tropidurus* de la costa chilena. *An. Mus. Hist. Nat. Valparaíso*, 13: 267-279.
- PELLMYR, O. 1992. Evolution of Insect pollination and Angiosperm diversification. *Tree*, 7(2): 46-49.
- PIELOU, E.C. 1977. *Mathematical Ecology*. Wiley and Sons, N.Y.
- PLATNICK, N. 1992. Patterns of Biodiversity. En: *Systematics, Ecology and the Biodiversity crisis*. N. Eldredge (ed.), Columbia Univ. Press., N.Y.
- PYKE, G. 1984. Optimal foraging theory. *Ann. Rev. Ecol. Syst.*, 15: 523-575
- QUINTANILLA, P. 1989. Fitogeografía y cartografía de la vegetación de Chile árido. *Contribuciones Científicas y Tecnológicas. INIA*, 18: 5-82.
- ROUBIK, D. 1989. *Ecology and natural history of tropical bees*. Cambridge Univ. Press., N.Y.
- ROUBIK, D. 1995. Pollination of cultivated plants in the tropics. *FAO Agricultural Service Bull.* 198 pp.
- ROZEN, J. 1973. Immature stages of Lithurginae Bees with descriptions of the Megachilidae and Fidelidae based on mature larvae (Hymenoptera, Apoidea). *Amer. Mus. Novit.*, 2527: 1-14.
- SANTORO, A. Y J. FLORES. 1990. Informe Técnico-justificativo, Declaración área de interés científico "Paposo". Informe Técnico CONAF, 23 pp.
- SIMPSON, B.B. 1989. Pollination biology and taxonomy of *Dinemandra* and *Dinemagonum* (Malpighiaceae). *Systematics, Ecology and Botany*, 14 (3): 408-426.
- TORO, H. 1986. Lista preliminar de los Apidos chilenos (Hymenoptera: Apoidea). *Acta Ent. Chilena*, 13: 121-132.
- TORO, H. 1995. Una nueva especie de *Spinoliella* (Apoidea: Andrenidae) del norte de Chile. *Acta Ent. Chilena*, 19: 105-107.
- TORO, H., CHIAPPA, E., R. COVARRUBIAS Y R. VILLASEÑOR. 1992. Transporte de polen por *Apis mellifera* en la Pampa del Tamarugal. *Acta Ent. Chilena*, 17: 95-99.
- URBAN, D. 1971. As especies de *Alloscirtetica* Holmberg, 1909 (Hymenoptera: Apoidea). *Bol. Univ. Federal Paraná*, 16(3): 307-369.
- WADDINGTON, K. 1979. Divergence in inflorescence height: An evolutionary response to pollinator fidelity. *Oecologia*, 40: 43-50.