

REJ
63240

HARVARD UNIVERSITY



Library of the
Museum of
Comparative Zoology



326
ISSN 0034 - 740X

VOL. 26 (2000)

*Conspice naturam,
Inspice structuram!*

REVISTA CHILENA
DE
ENTOMOLOGIA

Santiago
2000

REVISTA CHILENA DE ENTOMOLOGIA

Propietaria de la Revista:

SOCIEDAD CHILENA DE ENTOMOLOGIA

Domicilio legal:

Sección Entomología, Museo Nacional de Historia Natural,
interior Quinta Normal, Santiago

Personería Jurídica concedida por
Decreto Ministerio de Justicia N°2.204, del 10 de Agosto de 1965

Fundada en Santiago el 4 de Junio de 1922,
con el nombre de Sociedad Entomológica de Chile

Consolidada y reorganizada con el nombre de
Sociedad Chilena de Entomología el 30 de Marzo de 1933

Toda correspondencia y colaboraciones deben ser dirigidas a:
Correspondence and contributions should be addressed to:

SOCIEDAD CHILENA DE ENTOMOLOGIA
Casilla 21132, Santiago (21) - Chile

Ordenes de suscripción (excepto para Chile)
deben dirigirse a nuestros distribuidores oficiales:

Subscriptions orders (except for Chile)
should be addressed to our official distributors:

IBEROAMERICANA

K.D. Vervuet oHG
Wielandstrasse 40
D - 6000 FRANKFURT 1

MCZ
LIBRARY
JUL 12 2000
THE UNIVERSITY
ISSN 0034 - 740X

VOL. 26 (2000)

*Conspice naturam,
Inspice structuram!*

REVISTA CHILENA
DE
ENTOMOLOGIA

La publicación del presente volumen
ha sido posible gracias al generoso legado efectuado a nuestra Sociedad
por el Dr. Charles P. Alexander

S U M A R I O

Pág.

VISCARRET, M. M.; E. N. BOTTO AND A. POLASZEK. Whiteflies (Hemiptera: Aleyrodidae) of economic importance and their natural enemies (Hymenoptera: Aphelinidae, Signiphoridae) in Argentina	5
RODRÍGUEZ, S. M.; S. E. BORDAKIEVICH; G. BILOTTI; S. RUSSO Y S. DELFINO. Relación de la fluctuación poblacional de <i>Schizaphis graminum</i> (Rond.) y <i>Metopolophium dirhodum</i> (Walk.) (Hemiptera: Aphididae) con la concentración de ácido hidroxámico en cereales de invierno	13
MORONI B., J. C. Aporte al conocimiento de los coleópteros hidrofílicos Sphaeridiini de Chile. <i>Andotyphus perezdearcei</i> n. sp. (Coleoptera: Hydrophilidae: Sphaeridinae)	23
MORONI B., J. C. Aporte al conocimiento de los coleópteros hidrofílicos Hydrobiini de Chile. <i>Enochrus (Hugoscottia) concepcionensis</i> n. sp. (Coleoptera: Hydrophilidae: Hydrophilinae)	29
TURK, S. Z. Y A. L. AQUINO. Biología poblacional de <i>Cylindrotettix santarosae</i> Roberts, 1975 (Orthoptera: Acrididae: Leptysminae). Fecundidad y estructura de edades (Tucumán – Argentina)	35
SÁIZ, F. Y C. NÚÑEZ. Aspectos ecológicos de las cecidias del Norte árido de Chile: Segunda Región	41
 NOTAS CIENTÍFICAS	
GONZÁLES, W. L.; E. FUENTES-CONTRERAS Y H. M. NIEMEYER. Registro de un nuevo áfido introducido en Chile: <i>Takecallis taiwanus</i> (Takahashi) (Hemiptera: Aphididae: Drepanosiphinae)	53
BURCKHARDT, D. AND M. ELGUETA. <i>Blastopsylla occidentalis</i> Taylor (Hemiptera: Psyllidae), a new introduced eucalypt pest in Chile	57
LOAYZA-FREIRE, A. AND R. LOAYZA-MURO. Pollination and fruit production of two species of <i>Alstroemeria</i> (Amaryllidaceae) in pure and mixed plant patches	63
COSTA-ARBULÚ, C. AND A. M. SÁNCHEZ. Does patch density of <i>Gnaphalium robustum</i> Phil. influence herbivory by <i>Helicoverpa zea</i> (Boddie) larvae?	69
BOTTO-MAHAN, C. AND M. OJEDA-CAMACHO. The importance of floral damage for pollinator visitation in <i>Alstroemeria ligu</i>	73
COLLANTES, H. G. AND M. CISTERNAS. Feedin pattern of <i>Helicoverpa zea</i> (Boddie) caterpillars on flowers of <i>Gnaphalium robustum</i> Phil.	77
RIOS-ARAMAYO, R. AND M. JIMÉNEZ. Do armored scale insects influence visit rate and feeding activity of ants on <i>Echinopsis chilensis</i> ?	81
OLIVERA, M. A. AND B. I. LAVANDERO. The effect of herbivory rates on the production of leaves and flowers by three species of the matorral of central Chile	85
CABALLERO, P. C. AND H. LORINI. Does resource concentration affect attack by galling and folivorous insects on <i>Schinus polygamus</i> (Cav.) Cabr. (Anacardiaceae)?	89
GONZÁLES, W. I. AND R. FERNÁNDEZ. Do host plant traits and galling insects affect the abundance of <i>Issus</i> sp. (Hemiptera: Issidae) on <i>Colliguaja odorifera</i> Mol. along an altitudinal gradient?	93
INSTRUCCIONES A LOS AUTORES	97
CONTENIDO	99

REVISTA CHILENA DE ENTOMOLOGIA ISSN 0034 - 740X

Publicación oficial de la Sociedad Chilena de Entomología,
Casilla 21132, Santiago (21) - Chile
debe citarse: Rev. Chilena Ent.

Representante legal: El Presidente en ejercicio de la Sociedad
Director Responsable: el Editor

Editor

MARIO ELGUETA D. (este volumen)
DOLLY LANFRANCO L. (vol. 27 en adelante)

Comité Editorial

JAIME APABLAZA H.
JORGE ARTIGAS C.
RENÉ COVARRUBIAS B.
ROBERTO GONZÁLEZ R.
VICENTE PÉREZ D'A.
HAROLDO TORO G.

Consultores de este volumen:

Jaime Araya C. (Universidad de Chile), Ariel Camousseight M. (Museo Nacional de Historia Natural), María E. Casanueva (Universidad de Concepción), Roberto Carrillo Ll. (Universidad Austral), Jorge Cepeda P. (Universidad de La Serena), René Covarrubias B. (Universidad Metropolitana de Ciencias de la Educación), Eduardo Fuentes C. (Universidad de Talca), Wilfredo L. González (Universidad de Chile), Audrey Grez V. (Universidad de Chile), Hermann M. Niemeyer (Universidad de Chile), Ernesto Prado C. (Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias), Vicente Pérez D'A. (Universidad de Magallanes), Fresia Rojas A. (Museo Nacional de Historia Natural), Jaime Solervicens A. (Universidad Metropolitana de Ciencias de la Educación).

Sociedad Chilena de Entomología

Directorio 1997 - 1998 y 1998 - 1999

Presidente: DR. ERNESTO PRADO C.
Vicepresidente: M. Sc. AUDREY GREZ V.
Secretario: LIC. EDUARDO FUENTES C.
Tesorero: DR. ARIEL CAMOUSSEIGHT M.
Custodio y Bibliotecario: SR. FRANCISCO RIESCO V.

Directorio 1999 - 2000

Presidente: DR. LUIS E. PARRA
Vice-Presidente: DRA. VIVIANE JEREZ R.
Secretario: ING. AGR. TANIA ZAVIEZO
Tesorero: DR. ARIEL CAMOUSSEIGHT M.
Custodio y Bibliotecario: SR. FRANCISCO RIESCO V.

**Impreso por:
Impresos OGAR
Padre Orellana 1348 - Santiago
en el mes de Marzo de 2000**

WHITEFLIES (HEMIPTERA: ALEYRODIDAE) OF ECONOMIC IMPORTANCE AND THEIR NATURAL ENEMIES (HYMENOPTERA: APHELINIDAE, SIGNIPHORIDAE) IN ARGENTINA

MARIANA M. VISCARRET¹, EDUARDO N. BOTTO², ANDREW POLASZEK³

ABSTRACT

This paper presents the results obtained from the survey studies conducted since 1993 until now on the host plants/whiteflies/natural enemies associations in Argentina. The whiteflies found were: *Bemisia tabaci* (Gennadius)-complex, *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood), *Siphoninus phillyreae* (Haliday), *Aleurotrhixus floccosus* (Maskell), *Aleurotrhixus aepim* (Goeldi), *Dialeurodes citri* (Ashmead).

The greenhouse whitefly *Trialeurodes vaporariorum* and the *B. tabaci*-complex were the most frequent species. The first was observed, as a new record, on *Zinnia* sp., *Coleus blumes* and flax.

The *B. tabaci* complex was found in Buenos Aires province, a locality further south its original distribution, but not on new host plants. The "ash whitefly" *Siphoninus phillyreae*, recently cited for Argentina also was first recorded on *Cotoneaster* sp. in the province of Mendoza.

The following parasitoids were recorded: Aphelinidae: *Encarsia formosa* Gahan, *Encarsia lycopersici* De Santis, *Encarsia porteri* (Mercet), *Encarsia protransvena* Viggiani, *Encarsia transvena* (Timberlake), *Encarsia pergandiella* Howard group, *Encarsia hispida* De Santis, *Encarsia* sp., *Eretmocerus corni* Haldeman, *Eretmocerus* sp., *Cales noacki* Howard; and the hyperparasitoids of the family Signiphoridae: *Signiphora aleyrodis* Ashmead, and *Signiphora* sp. The species *S. aleyrodis*, *Encarsia protransvena* and *E. transvena* represent new records for Argentina.

Key words: whiteflies, host plants, natural enemies.

RESUMEN

Este trabajo presenta los resultados obtenidos de un relevamiento de las asociaciones plantas hospederas/moscas blancas/enemigos naturales, en Argentina, desde el año 1993 hasta el presente. Las moscas blancas encontradas fueron: complejo *Bemisia tabaci* (Gennadius), *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood), *Siphoninus phillyreae* (Haliday), *Aleurotrhixus floccosus* (Maskell), *Aleurotrhixus aepim* (Goeldi) y *Dialeurodes citri* (Ashmead).

Las especies más frecuentes fueron: la "mosca blanca de los invernaderos" *T. vaporariorum* y el complejo *B. tabaci*. La primera fue encontrada en hospederas no citadas con anterioridad, como: *Zinnia* sp., *Coleus blumes* y lino. La "mosca blanca de los fresnos" *Siphoninus phillyreae*, citada recientemente para la Argentina (Viscarret y Botto, 1997) fue encontrada en la provincia de Mendoza en una hospedera no citada anteriormente: *Cotoneaster* sp. *Dialeurodes citri* se cita por primera vez en este trabajo para la Argentina.

Los parasitoides encontrados fueron: Aphelinidae: *Encarsia formosa* Gahan, *Encarsia lycopersici* De Santis, *Encarsia porteri* (Mercet), *Encarsia protransvena* Viggiani, *Encarsia transvena* (Timberlake), grupo *Encarsia pergandiella* Howard *Encarsia hispida* De Santis, *Encarsia* sp., *Eretmocerus corni* Haldeman, *Eretmocerus* sp., *Cales noacki* Howard; y los hiperparasitoides de la familia Signiphoridae: *Signiphora aleyrodis* Ashmead, y *Signiphora* sp. *Signiphora aleyrodis*, *Encarsia protransvena* y *Encarsia transvena* no han sido citadas anterioriamente para la Argentina.

Palabras clave: moscas blancas, plantas hospederas, enemigos naturales.

¹ Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires, INTA, C. C. 25, (1712) Castelar, Buenos Aires-Argentina.

² Instituto de Microbiología y Zoología Agrícola, Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), C. C. 25, (1712)

Castelar, Buenos Aires-Argentina.

³ International Institute of Entomology, 56, Queen's Gate, London SW7 5JR, UK

(Recibido: 25 de abril de 1998. Aceptado: 1 de octubre de 1998)

INTRODUCTION

Several whiteflies (Hemiptera: Aleyrodidae) are serious pests on a variety of ornamentals, cotton, soybean, citrus, and other crops, both in the greenhouse and the field (Butler *et al.*, 1983; Coudriet *et al.*, 1985; Bethke *et al.*, 1991). Whitefly damage to crops reduces primarily plant vigor and foliage production. The amount of honeydew that nymphs produce facilitates the establishment of opportunistic fungi on the host plant reducing the photosynthetic area of the leaves (Byrne and Bellows, 1991). On ornamental crops, the fungi reduces the aesthetic quality which causes reduced marketability. Also, many whiteflies are vectors viruses that are very harmful to host plants (Dodds *et al.*, 1984; Duffus *et al.*, 1986; Fishpool and Burban, 1994).

In Argentina, whiteflies have been poorly studied. Most research have covered taxonomical (Tapia, 1970) and/or bioecological (Peterlin and Helman, 1994a, 1994b) studies. In 1993, a biological control project on the greenhouse whitefly *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood) was started at Instituto de Microbiología y Zoología Agrícola (IMYZA), Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) Castelar. Soon after, in 1994, a Specific Cooperative Agreement between INTA and the USDA (United States Department of Agriculture) was reached to study the natural enemies of the sweetpotato whitefly *Bemisia tabaci* (Gennadius)-complex in Argentina (Botto *et al.*, 1994).

Until now, in Argentina, the information produced on whiteflies and their natural enemies refers mainly to the most conspicuous species, *T. vaporariorum* and *B. tabaci* on crops such as cotton, soybean and vegetables (López and Botto, 1995, 1997; Viscarret and Botto, 1996).

The objective of this research is to present a list of the host plant/whitefly/natural enemy associations recorded from 1993 until now. This study will provide information for the development of biological control and/or IPM strategies for whiteflies in Argentina.

MATERIAL AND METHODS

The whiteflies determined in this study were obtained during a survey initiated in 1993 and in-

clude the work started a year earlier in Castelar. The list also includes material from samples sent by collaborators and colleagues from different locations. Samples of immature and adult whiteflies were collected on cultivated and non-cultivated crops from different agroecological areas in Argentina (Fig. 1).

The following data were recorded for each sample: 1. locality; 2. host plant; 3. treatments (e.g. pesticide use); 4. greenhouse or field production; 5. date; 6. collector and any other data considered important.

The "pupae" and "pupal" cases of the whiteflies collected without signs of parasitism were used for identification. This material was cleared with chlorolactophenol and mounted in modified Faure's solution on a glass microscope slide.

Observations were made under a light compound microscope, and in some cases (*Bemisia* spp.) with a scanning electron microscope (SEM).

The "pupae" of the whiteflies which presented signs of parasitism were placed individually in a glass tube with a trace of honey until the emergence of the adult parasitoids, which were stored in 70% alcohol for identification. Voucher specimens were kept at the collection of the Insectario de Investigaciones para Lucha Biológica, IMYZA, INTA Castelar (whiteflies and parasitoids) and in the collections of the Department of Entomology, The Natural History Museum, London, U. K. (BMNH).

RESULTS AND DISCUSSION

Whiteflies and natural enemies recorded during the survey are listed in the Table 1.

The most common species of whiteflies observed, regarding their wide host range that they attack and their frequency in the samples were *T. vaporariorum* and the *B. tabaci*-complex.

T. vaporariorum was recorded on *Zinnia* sp. (Asteraceae), *Coleus blumes* Benth (Lamiaceae) and flax. These are new records for Argentina, which also do not appear as host plants in the whitefly catalogue of the world (Mound and Halsey, 1978; Greathead, 1986; Vázquez and Jiménez, 1995; Vázquez *et al.*, 1997; Carver and Reid, 1996). The *Bemisia tabaci*-complex was mainly recorded in the Northwestern region of the country, on cotton, soybean, and *Ipomoea* sp.



Figure 1: Survey areas in Argentina; A: Province of Buenos Aires (Sites: Balcarce; San Pedro; nearby Buenos Aires City; Castelar, Gorina, Hurlingham, Ituzaingo; and nearby La Plata City: Colonia Urquiza, Los Hornos, El Peligro, UEEA Gran Buenos Aires, Villa Elisa). B: Province of Corrientes (Sites: Bella Vista; Colonia Urquiza/Goya). C: Province of Entre Ríos (Site: EEA Paraná). D: Province of Formosa (Site: Formosa City). E: Province of Mendoza (Sites: Luján de Cuyo; Mendoza City). F: Province of Santiago del Estero (Sites: INTA La María; Santiago del Estero City). G: Province of Tucumán (Sites: Los Ralos; Los Reales; Cañete)

During this study the presence of *B. tabaci*-complex for Argentina was not only confirmed but also new records were added to its geographical distribution (e.g., the Buenos Aires province).

Dialeurodes citri Ashmead is a new record for Argentina.

The following whitefly parasitoids are new records for Argentina: *Encarsia protransvena* Viggiani and *Encarsia transvena* (Timberlake) (Aphelinidae). These species have a virtually cosmopolitan distribution (Polaszek et al., 1992). Also

Signiphora aleyrodis Ashmead (probably an hyperparasitoid)(Signiphoridae) is a new record for Argentina. The remaining parasitoid species in Table 1 were recorded by De Santis (1967). Other known whitefly natural enemies previously recorded from Argentina, but not encountered during the present surveys are *Amitus spiniferus* Bréthes, *Encarsia citrella* (Howard), *E. desantisi* Viggiani (as *E. bicolor* De Santis), *E. gallardoi* Marelli, *E. lopezi* Blanchard, *E. nigricepsphala* Dozier, *Eretmocerus paulistus* Hempel and *Neopomphale aleurothrixii* (Dozier) (De Santis, 1967, 1989; De Santis and Fidalgo, 1994). De Santis (1967) also recorded several *Signiphora* species in association with Aleyrodidae. Since the species-level taxonomy of that genus needs attention, these records require confirmation.

ACKNOWLEDGEMENTS

M. Viscarret is specially grateful to Dr. J. Martin for his kind guidance with the identification of the whiteflies, for the loan of whiteflies material from The Natural History Museum, London, UK (BMNH), and his confirmation of the identification of *Dialeurodes citri*. M. Viscarret also thank, Dr. R. Gill for his help with *Bemisia* species.

A. Polaszek is grateful to Prof. J. B. Woolley (Texas A&M University) for his guidance with identification of Signiphoridae, Dr. J. S. Noyes for the use of his world Chalcidoidea database, and to the Trustees, Keeper and staff of the Natural History Museum, London, for access to collections and facilities.

The authors are also grateful to: Cristian O. Juan for technical support; M. Bondoni, S. Cáceres, L. Dagnino, R. Fernández, M. E. Funes, D. Gandolfo, S. N. López, N. Mesquiriz, A. Polack, C. Vecchio, and A. M. Vincini for their collaboration in the survey.

REFERENCIAS

- BETHKE, J. A., PAYNE, T. D. & G. S. NUESSLY. 1991. Comparative biology, morphometrics and development of two populations of *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae) on cotton and poinsettia. Annals of the Entomological Society of America 84: 407-411.
- BOTTO, E. N.; VIÑCARRET, M. M. y S. N. LOPEZ. 1994. Informe anual, Specific Cooperative Agreement Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria-United States Department of Agriculture N° 58-4012-3-F069.

- BUTLER, G. D., Jr.; HENNEBERRY, T. J. & T. E. CLAYTON. 1983. *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae): Development, oviposition, and longevity in relation to temperature. Annals of the Entomological Society of America. 76: 310-13.
- BYRNE, N. D. & T. S. Jr. BELLOWS 1991. Whitefly biology. Annual Review of Entomology 36: 431-457.
- CARBER, M. & I.A. REID. 1996. Aleyrodidae (Hemiptera: Sternorrhyncha) of Australia. Systematic Catalogue, Host Plant Spectra, Distribution, Natural enemies and Biological Control. Div. Entomol. Technical Paper N° 37, CSIRO, Canberra, Australia.
- COUDRIET, D. L.; PRABHAKER, N.; KISHABA, A. N. & D. E. MEYERDIRK. 1985. Variation in development rate on different hosts and overwintering of the sweetpotato whitefly, *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae). Environmental Entomology 14: 516-519.
- DE SANTIS, L. 1989. Catálogo de los himenópteros calcidoideos de América al sur de los Estados Unidos. Tercer Suplemento. Serie de la Academia Nacional de Agronomía y Veterinaria 13: 1-154.
- DE SANTIS, L. y P. FIDALGO. 1994. Catálogo de los himenópteros calcidoideos (Hymenoptera) al sur de los Estados Unidos. Segundo Suplemento. Acta Entomológica Chilena 15: 9-90.
- DODDS, J. A.; J. E. LEE; S.T. NAMETH & F. F. LAEMMIEN. 1984. Aphid and whitefly-transmited cucurbit viruses in Imperial County, California. Phytopathology 74: 221-225.
- DUFFUS, J. E.; R.C. LARSEN & H. Y. LIU. 1986. Lettuce infectious yellows virus-a new type of whitefly-transmitted virus. Phytopathology 76: 97-100.
- FISHPOOL, L. D. C. & C. BURBAN. 1994. *Bemisia tabaci*: the whitefly vector of African cassava mosaic geminivirus. Science. 34: 55-57.
- GREATHEAD, A.H. 1986. Host Plants. En: COCK, M.J. W. (ED.), Whiteflies: Their bionomics, pest status and management, Intercept Ltd., Andover, U.K., pp. 13-46.
- LOPEZ, S. N. y E. N. BOTTO, 1995. Parámetros biológicos del parasitoide *Encarsia formosa* (Gahan) [Hymenoptera: Aphelinidae] en condiciones de laboratorio. Ecología Austral 5: 105-110.
- LOPEZ, S. N. y E. N. BOTTO, 1997. Biological parameters of the parasitoid *Eretmocerus* sp. [Hymenoptera: Aphelinidae] in laboratory conditions. Biological Control 9: 1-5.
- MOUND, L. A. & S. H. HALSEY. 1978. Whitefly of the world. a systematic catalogue of the Aleyrodidae (Homoptera) with host plants and natural enemy data. British Museum (Natural History) & John Wiley & Sons, Chichester. 340 pp.
- MUÑOZ, R. G. y M. C. BEECHE. 1995. Antecedentes sobre dos especies de reciente identificación para Chile (Homoptera: Aleyrodidae, Aphididae). Revista Chilena Entomología 22: 89-91
- PETERLIN, O. y S. HELMAN. 1994a. Some aspects of the population dynamics of *Bemisia tabaci* as a cotton pest in Santiago del Estero, NW Argentina. International *Bemisia* Workshop. Shores, Israel October 3-7, 1994, 11 pp.
- PETERLIN, O. y S. HELMAN. 1994b. Parasitoids of *Bemisia tabaci* in Santiago del Estero cotton, NW Argentina. International *Bemisia* Workshop. Shores, Israel October 3-7, 4 pp.
- POLASZEK, A.; G. A. EVANS & F.D. BENNETT. 1992. *Encarsia* parasitoids of *Bemisia tabaci* (Hymenoptera: Aphelinidae, Homoptera: Aleyrodidae)-A preliminary guide to identification. Bulletin of Entomological Research 82: 375-392.
- TAPIA, E. A. 1970. Estudio preliminar de los Aleirodidos hallados en la Argentina (Homoptera). Actas del IV Congreso Latinoamericano de Zoológia 1: 219-234.
- VÁZQUEZ, L.L. & R. JIMÉNEZ. 1995. Moscas blancas (Homoptera: Aleyrodidae) Detectadas en los principales cultivos agrícolas de Cuba. M.I.P. (Costa Rica) 36: 18-21.
- VÁZQUEZ, L.L.; JIMÉNEZ, R.; DE LA IGLESIAS, M.; MATEO, A. & M. BORGES. 1997. Plantas Hospederas de *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae) en Cuba. Revista de Biología Tropical, 44 (3)/45 (1): 143-148 (1996-1997).
- VISCARRET, M. M. y E. N. BOTTO. 1996. Descripción e identificación de *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood) y *Bemisia tabaci* (Gennadius), (Hemiptera, Homoptera: Aleyrodidae). Revista Chilena de Entomología 23: 51-58.
- VISCARRET, M. M. y E. N. BOTTO. 1997. Presencia de *Siphoninus phillyreae* (Haliday), «la mosca blanca de los fresnos» (Homoptera: Aleyrodidae), en la Argentina. Revista de la Sociedad Entomológica Argentina 56 (1-4): 90.

TABLE 1. WHITEFLIES COLLECTED DURING THIS STUDY, THEIR HOST PLANTS AND PARASITOIDS OBTAINED.

WHITEFLY/LOCALITY	HOST PLANT	PARASITOIDS
<i>Trialeurodes vaporariorum</i> EEA Balcarce, Buenos Aires. July 7, 1996	sunflower. (I)	—
<i>T. vaporariorum</i> EEA Paraná, Entre Ríos. August 14, 1996	soybean. (I)	—
<i>T. vaporariorum</i> Colonia Carolina, Goya, Corrientes. September 5, 1996	<i>Lycopersicum lycopersici</i> and squash. (I)	—
<i>T. vaporariorum</i> EEA Balcarce, Buenos Aires. September 24, 1996	<i>Zinnia</i> sp.(I)	—
<i>T. vaporariorum</i> El Peligro, La Plata. October 31, 1996	weeds and <i>Lycopersicum lycopersici</i> . (I)	—
<i>T. vaporariorum</i> Formosa. October 28, November 1, 1996.	<i>Solanum melongena</i> .	—
<i>T. vaporariorum</i> EEA Bella Vista, Corrientes. November 11, 1996	<i>Lycopersicum lycopersici</i> ("TOMY") (I)	—
<i>T. vaporariorum</i> Villa Elisa, La Plata. November 11, 1996	<i>Callistephus chinensis</i> . (I) and <i>Sonchus oleraceus</i> .	—
<i>T. vaporariorum</i> Los Hornos, La Plata November 11, 1996	<i>Phaseolus vulgaris</i> . (I)	—
<i>T. vaporariorum</i> Ituzaingó, Buenos Aires. December 4, 1996	<i>Coleus blumes</i> . (II)	—
<i>Trialeurodes vaporariorum</i> El Peligro, La Plata. January 28, 1997.	<i>Lycopersicum lycopersici</i> . (I)	—
<i>T. vaporariorum</i> San Pedro, Buenos Aires. April 11, 1997	<i>Lycopersicum lycopersici</i> .	—
<i>T. vaporariorum</i> EEA Gorina, Buenos Aires. April 23, 1997.	<i>Lycopersicum lycopersici</i> . (II)	—
<i>T. vaporariorum</i> EEA Paraná, Entre Ríos. May 30, 1997	<i>Linum usitatissimum</i>	—
<i>Trialeurodes</i> sp. EEA Bella Vista, Corrientes. October 17, 1996	<i>Eucalyptus</i> sp. and <i>Lycopersicum lycopersici</i> (I)	—

WHITEFLY/LOCALITY	HOST PLANT	PARASITOIDS
<i>Siphoninus phillyreae</i> Mendoza City, Mendoza. April 9, 1996	<i>Crataegus</i> sp. (V) <i>Cotoneaster</i> sp.(V)	—
<i>S. phillyreae</i> Luján de Cuyo, Mendoza. May 23, 1996	<i>Pyrus</i> sp. (III)	—
<i>S. phillyreae</i> Mendoza City, Mendoza. December 5, 1996	<i>Fraxinus excelsior.</i> (IV)	—
<i>Aleurothrixus floccosus</i> INTA, San Pedro, Buenos Aires. September 17, 1996	citric plants. (I)	—
<i>Aleurothrixus aëpim</i> Hurlingham, Buenos Aires. July 18, 1996	<i>Solanum bonaerensis.</i> (V)	—
<i>Dialeurodes citri</i> INTA San Pedro, Buenos Aires. September 17, 1996	citrics plants	—
<i>Trialeurodes vaporariorum</i> Castelar, Buenos Aires. April 2, 1993	<i>Lycopersicum lycopersici</i> . (I)	<i>Encarsia formosa</i>
<i>T. vaporariorum</i> Colonia Urquiza, La Plata. May 1, 1994	<i>Lycopersicum lycopersici.</i> (I)	<i>Eretmocerus corni</i>
<i>T. vaporariorum</i> UEEA Gran Buenos Aires, La Plata. December 12, 1996	<i>Lycopersicum lycopersici.</i>	<i>Eretmocerus corni</i>
<i>T. vaporariorum</i> Hurlingham, Buenos Aires. December 10, 1997	<i>Solanum melongena</i> (I)	<i>Eretmocerus</i> sp
<i>T. vaporariorum</i> Arana, La Plata. December 11, 1997.	<i>Lycopersicum lycopersici</i> ("CHERRY") (II)	<i>Eretmocerus</i> sp.
<i>T. vaporariorum</i> Buenos Aires city. March 1, 1998.	? (V)	<i>Encarsia lycopersici</i>
<i>T. vaporariorum</i> INTA Castelar, Buenos Aires. April 1998.	<i>Nicotiana tabacum</i> (II)	<i>Encarsia lycopersici</i>
<i>Bemisia tabaci</i> -complex Los Reales, Tucumán. March 3-8, 1994	<i>Ipomoea</i> sp. (III)	?
<i>B. tabaci</i> -complex INTA La María, Santiago del Estero. March 9, 1994	<i>Gossypium hirsutum</i> ("Guazuncho") (III)	<i>Eretmocerus</i> sp. <i>Encarsia porteri</i> <i>Signiphora</i> sp.

WHITEFLY/LOCALITY	HOST PLANT	PARASITOIDS
<i>Bemisia tabaci</i> -complex Los Ralos, Tucumán. March 10, 1994	soybean. (III)	<i>Eretmocerus</i> sp. <i>Encarsia porteri</i> <i>Signiphora</i> sp.
<i>Bemisia tabaci</i> -complex Los Ralos, Tucumán. March 30, 1994	soybean. (III)	<i>Eretmocerus</i> sp. <i>Encarsia porteri</i>
<i>Bemisia tabaci</i> -complex Cañete, Tucumán. February 1995	soybean. (III)	<i>Encarsia pergandiella</i> group <i>Encarsia</i> sp.
<i>B. tabaci</i> -complex Cañete, Tucumán. February 1995	soybean. (III)	<i>Encarsia porteri</i>
<i>B. tabaci</i> -complex INTA La María, Santiago del Estero. April 6, 1995	<i>Gossypium hirsutum</i> . (III)	<i>Eretmocerus</i> sp. <i>Encarsia transvena</i>
<i>B. tabaci</i> -complex Santiago del Estero. July 1995	<i>Gossypium hirsutum</i> (III)	<i>Signiphora aleyrodis</i>
<i>Trialeurodes vaporariorum</i> <i>Bemisia</i> sp. Ituzaingó, Buenos Aires. November 12, 1996	<i>Salvia splendens</i> (II)	<i>Encarsia porteri</i> <i>Eretmocerus corni</i>
<i>Siphoninus phillyreae</i> Mendoza City, Mendoza. April 9, 1996	<i>Fraxinus excelsior</i> . (IV)	<i>Encarsia hispida</i>
<i>Aleurothrixus floccosus</i> Buenos Aires city, Buenos Aires March 15, 1998.	citric plants (V)	<i>Cales noacki</i> <i>Signiphora</i> sp.
<i>Dialeurodes citri</i> Buenos Aires city, Buenos Aires March 15, 1998	citric plants (V)	<i>Encarsia protransvena</i>
<i>D. citri</i> Buenos Aires city, Buenos Aires April 1, 1998	ligustrum (V)	<i>Encarsia protransvena</i>

Referencias Tabla 1: Greenhouse with pesticides, II: Greenhouse without pesticides, III: Field crops with pesticides, IV: public woodland, V: particular garden. (-): no parasitoids found, ?: Identification pending.



RELACIÓN DE LA FLUCTUACIÓN POBLACIONAL DE *SCHIZAPHIS GRAMINUM* (ROND.) Y *METOPOLOPHIUM DIRHODUM* (WALK.) (HEMIPTERA: APHIDIDAE) CON LA CONCENTRACIÓN DE ÁCIDO HIDROXÁMICO EN CEREALES DE INVIERNO

SILVIA M. RODRÍGUEZ¹, SANDRA E. BORDAKIEVICH¹, GUSTAVO BILOTTI²,
SERAFINA RUSSO¹ Y SUSANA DELFINO³.

RESUMEN

Se evaluó la dinámica poblacional de los áfidos *Schizaphis graminum* (Rond.) y *Metopolophium dirhodum* (Walk.) en relación a la concentración de ácido hidroxámico presente en los cereales de invierno en las primeras etapas fenológicas del cultivo y a las condiciones meteorológicas. Se consideraron tres cultivos: trigo, avena y cebada, diseñando cuatro parcelas de cada una de ellas, la unidad de muestreo fue la planta. Se cosecharon muestras de dichos cultivos a los 5, 11 y 18 días de emergidos, analizándose en éstas la concentración de ácido hidroxámico. La máxima concentración de ácido hidroxámico se registró a los 5 días de emergido el cultivo, en los tres cereales, siendo mayor en avena. La relación entre número de pulgones y concentración de ácido hidroxámico a los 5, 11 y 18 días fue negativa. Se observaron diferencias en la abundancia de áfidos en relación a las condiciones meteorológicas.

Palabras clave: *Schizaphis graminum*, *Metopolophium dirhodum*, ácido hidroxámico.

ABSTRACT

Population dynamic of *Schizaphis graminum* (Rond.) and *Metopolophium dirhodum* (Walk.) in related to the hydroxamic acid concentration in winter cereals, in different phenological stages of the crop and different meteorological conditions were evaluated. Four plots of three crops were studied: wheat, oat and barley. Samples were gathered at 5, 11 and 18 days after plants had risen, from which hydroxamic acid concentration was analyzed. In the three cereals, the maximum hydroxamic acid concentration was registered during the first 5 days. The maximum concentration was observed on oat. The relationship between the number of aphids per plant and hydroxamic acid concentration at 5, 11 and 18 days was negative. The meteorological conditions affected the population dynamic of *S. graminum* and *M. dirhodum*.

Key word: *Schizaphis graminum*, *Metopolophium dirhodum*, hydroxamic acid.

INTRODUCCION

Los pulgones (Hemiptera, Aphididae) son considerados unas de las plagas más importantes en los cereales de invierno, dañando a las plantas a

través del consumo de nutrientes, inyección de toxinas y transmisión importante de virus.

Los cereales tienen distintos mecanismos de resistencia contra los áfidos (Dixon, 1987). Ciertas especies de cereales pueden restringir el aumento de la población mediante el mecanismo denominado antibiosis, otras en cambio pueden tolerar las toxinas segregadas por los mismos, a ésto se lo denomina tolerancia.

Estudios químicos permitieron detectar la presencia de metabolitos secundarios en gramíneas, entre ellas el ácido hidroxámico (Woodward *et al.*, 1979 a). Estas sustancias presentan un rol de defensa para las plantas contra insectos como

¹ Cátedra de Zoología Agrícola. FAUBA, Av. San Martín 4453, 1417 Buenos Aires, Argentina

² Cátedra de Bioquímica. FAUBA, Av. San Martín 4453, 1417 Buenos Aires, Argentina

³ Cátedra de Estadística. FAUBA, Av. San Martín 4453, 1417 Buenos Aires, Argentina

(Recibido: 25 de junio de 1998. Aceptado: 19 de marzo de 1999)

Metopolophium dirhodum (Argandoña, 1980), *Sitobion avenae* (Leszczynski *et al.*, 1989, Leszczynski y Dixon, 1992; Givovich *et al.*, 1995), *Schizaphis graminum* (Argandoña *et al.*, 1981), *Ostrinia nubilalis* (Klun, 1967) y contra numerosos patógenos como *Helminthosporium turicum* (Argandoña, 1980).

DIMBOA [2,4-Dihidroxy-7-methoxy-2H-1,4-benzoxazin-3(4H)-one] es el ácido hidroxámico más abundante en los cereales (Niemeyer, 1988). El ácido hidroxámico ha sido aislado de numerosas gramíneas: trigo (Argandoña *et al.*, 1981; Givovich *et al.*, 1992; Leszczynski *et al.*, 1989, Leszczynski y Dixon 1992; Nicol *et al.*, 1992; Zuñiga *et al.*, 1990), avena (Argandoña *et al.*, 1981) y maíz (Klun y Brindley, 1967; Corcuera *et al.*, 1978; Woodward *et al.*, 1979; Woodward *et al.*, 1978; Long *et al.*, 1977). También se ha estudiado su presencia en cebada (Zuñiga y Corcuera, 1986).

En plantas intactas, el ácido hidroxámico está presente como glicósido, el mismo es hidrolizado enzimáticamente cuando el tejido es dañado y el compartimiento intracelular es destruido (Hofman y Hofmanova, 1970). En la planta se localiza en la savia floemática, la principal ingesta de los pulgones, y en las células del mesófilo (Givovich *et al.*, 1992).

La concentración de ácido hidroxámico varía según la especie de gramínea, la edad de la planta y el órgano considerado (Argandoña *et al.*, 1981). El ácido hidroxámico comienza a ser detectado en análisis químicos alrededor del segundo día después de la germinación de la semilla, incrementando su concentración abruptamente y siendo máxima al cuarto día, luego decrece con la edad de la planta. Se ha observado su presencia en coleoptile, hojas y raíces, siendo más alta su concentración en hojas y más baja en raíces. En ambos casos, la cantidad decrece a medida que envejece la planta.

El agregado de ácido hidroxámico a dietas artificiales afecta seriamente la alimentación, crecimiento y reproducción de los pulgones de los cereales (Argandoña *et al.*, 1983; Niemeyer *et al.*, 1993). La presencia de ácido hidroxámico en plantas de trigo afecta el comportamiento alimentario de los áfidos a través de un mayor período entre la inserción del estilete y colonización del tejido floemático (Givovich y Niemeyer, 1991).

Bajas concentraciones de DIMBOA inhiben la síntesis de ATP y reduce la actividad de la enzima ATPasa en pulgones, y a concentraciones más altas, inhibe el transporte mitocondrial de electrones. (Niemeyer *et al.*, 1986)

Asimismo, el ácido hidroxámico presenta distinto comportamiento en la resistencia de los áfidos según la localización de la toxina. (Givovich y Niemeyer, 1995) Una alta concentración de DIMBOA en el mesófilo provoca un deterioro en la alimentación de los áfidos durante la penetración del estilete. En cambio, con altos niveles de DIMBOA en la savia floemática no sólo se afecta la alimentación de los áfidos sino que provoca antibiosis.

La concentración de ácido hidroxámico en la planta regula la distribución de pulgones en los distintos órganos de las plantas (Nicol *et al.*, 1992). Estos resultados concuerdan con los hallados por Argandoña *et al.* (1981) quienes establecen una relación negativa entre el número de *S. graminum* y el contenido de ácido hidroxámico en las tres primeras hojas de plantas de trigo y de cebada.

Las condiciones meteorológicas determinan el desarrollo de las poblaciones de áfidos. El rango óptimo de temperatura para el desarrollo del pulgón amarillo de los cereales (*M. dirhodum*) oscilaría entre 18 y 22°C, siendo su umbral inferior de 3 a 6°C y el superior de 27°C. (Botto *et al.*, 1979) Asimismo, la temperatura óptima para el pulgón es de 20°C y temperaturas mayores a 27,5°C le ocasionan la muerte. (Dean, 1974). La plaga se incrementa considerablemente con temperaturas comprendidas entre los 14 y 18°C. (Caballero, 1972)

Algunas especies de pulgones se benefician bajo condiciones de sequía y otras bajo condiciones de humedad. Estas favorecen el rápido aumento de enfermedades fúngicas, pudiendo reducir la población de áfidos. Las precipitaciones abundantes reducen la actividad de algunos parasitoides. (Borne, 1970).

El objetivo de este trabajo fue evaluar la dinámica poblacional de los áfidos *S. graminum* y *M. dirhodum* en relación a la concentración de ácido hidroxámico presente en los cereales de invierno, en las primeras etapas fenológicas del cultivo, considerando la influencia de las condiciones meteorológicas.

MATERIALES Y METODOS

Material vegetal

El ensayo se llevó a cabo en parcelas de 9 m² cada una en el predio de la Facultad de Agronomía de Buenos Aires. Se consideraron tres cultivos: trigo var. Redomón, avena var. Gringa y cebada var. Bordenave INTA. La siembra se realizó el 29 de septiembre de 1995. La densidad de siembra utilizada fue la siguiente: trigo 600 pl/m², avena 577 pl/m² y cebada 500 pl/m².

Para cada uno de los cultivos se consideraron 4 parcelas. En cada una de ellas se seleccionaron 5 plantas con muestreo sistemático y arranque al azar, sobre las cuales se realizó el monitoreo semanal de pulgones, desde los 5 días de emergido los cultivos hasta la madurez de los mismos (desde el 16/10 hasta el 4/12). Sobre estas muestras se determinó la concentración de ácido hidroxámico a los 5, 11 y 18 días posteriores a la emergencia.

Cuantificación del ácido hidroxámico en planta

El método empleado para la determinación directa del ácido hidroxámico en extractos de planta fue el desarrollado por Klun y Brindley (1967), basado en la absorción colorimétrica del complejo ácido hidroxámico-cloruro férrico.

En un mortero se malaxó aproximadamente 1 g de tejido fresco con 5 ml de agua, luego se pasó por tamiz y se dejó 15 minutos a temperatura ambiente. El extracto se ajustó a pH 3 con HCl 0.1 N y se centrifugó a 5.000 g por 15 minutos. Se extrajo el sobrenadante 3 veces con éter etílico. El residuo final se llevó a sequedad. Este residuo que contenía la aglicona del ácido hidroxámico se mezcló con el reactivo de cloruro férrico y el complejo coloreado formado se leyó en el espectrofotómetro a 590 nm. La concentración de ácido hidroxámico en los tejidos se determinó comparando la absorbancia de los extractos con una curva estandar hecha con DIMBOA patrón.

Los valores registrados representan los equivalentes de DIMBOA (en mmol de sustancia/kg de tejido verde).

Análisis estadístico

El ensayo, para cada uno de los cultivos, se llevó a cabo según un diseño completamente al azar, siendo la planta la unidad experimental considerada.

La diferencia en la concentración de ácido hidroxámico (DIMBOA) entre los cultivos y según la edad de la planta se analizó mediante un análisis de variancia (ANDEVA) con enfoque univariado para un diseño completamente aleatorizado. Las comparaciones múltiples posteriores se hicieron según Prueba de Tukey.

La relación entre la fluctuación de pulgones en planta y la concentración de ácido hidroxámico en planta a los 5, 11, y 18 días de emergido los cultivos se analizó mediante modelos de regresión lineal, siendo la ecuación general del modelo la siguiente:

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \beta_4 X_1 \cdot X_3 + \beta_5 X_2 \cdot X_3 + Ei$$

- Y : variable dependiente (número de pulgones por planta)
 X1 : tipo de pulgón (1 pulgón verde, 2 pulgón amarillo)
 X2 : tiempo (semana de monitoreo)
 X3 : concentración de DIMBOA (mmol/planta)

La relación entre la fluctuación de los áfidos en el tiempo y las variables meteorológicas (precipitaciones y temperaturas) fueron analizadas también con modelos de regresión lineal múltiple cuya ecuación es:

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_1^2 + \beta_3 X_1^3 + \beta_4 X_2 + \beta_5 X_3 + \beta_6 X_4 + \beta_7 X_5 + \beta_8 X_2 \cdot X_3 + \beta_9 X_1 \cdot X_2 + \beta_{10} X_1^2 \cdot X_2 + \beta_n X_n + Ei$$

- Y : variable dependiente (número de pulgones por planta)
 X1-X5 : variables independientes
 X1 : tiempo (semana del monitoreo : 16/10 : 1, 23/10 : 2, 30/10 : 3, etc.)
 X2 : temperatura media (promedio semanal, en °C)
 X3 : precipitaciones (sumatoria semanal, en mm)
 X4 : repetición
 X5 : Di (días transcurridos desde el último muestreo)

RESULTADOS Y DISCUSION

Concentración de ácido hidroxámico en extractos vegetales

El análisis estadístico de los resultados determinó diferencias significativas en la concentración de DIMBOA en hoja según edad de la planta ($P < 0,05$), a los 5, 11 y 18 días de emergido el cultivo mostrando una tendencia a variar en los tres cultivos analizados, ($F = 4,136$; $P < 0,08$) coincidiendo con Argandoña *et al.* (1981). Los valores oscilaron entre 0,1097 y 0,0145 mmol de sustancia por kg de tejido verde (Fig. 1).

La máxima concentración fue registrada en avena, en cada uno de los períodos considerados. La cebada fue la que menores valores de ácido hidroxámico presentó, siendo su concentración un 30% menor que la correspondiente a avena. En trigo los valores hallados fueron intermedios entre las anteriores (Fig. 1).

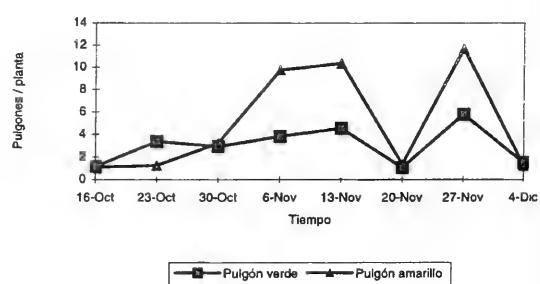
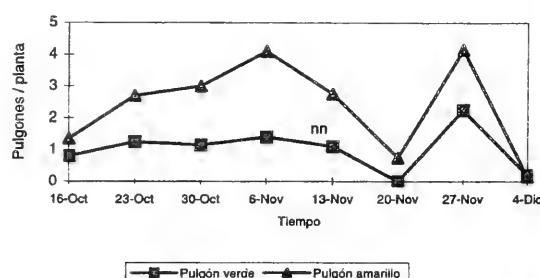
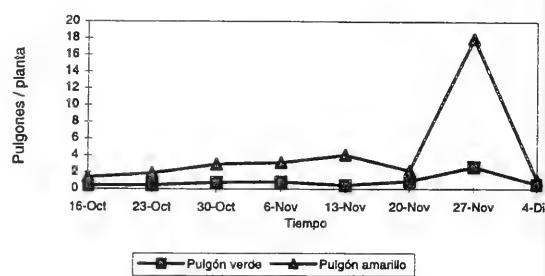
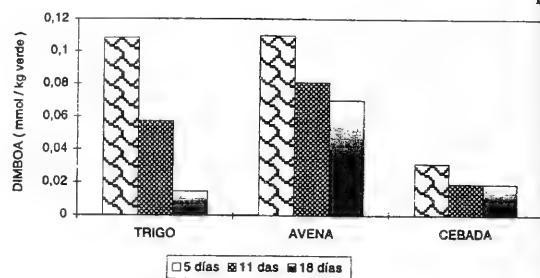
En los tres cereales analizados, la máxima concentración de ácido hidroxámico se detectó a los 5 días de emergido el cultivo, disminuyendo la misma a medida que envejecía la planta (Fig. 1). La magnitud de disminución de la concentración de la sustancia varió entre los cultivos y períodos considerados, coincidiendo con lo citado por Argandoña *et al.* (1981).

Las diferencias resultan significativas a lo largo del tiempo, específicamente cuando se comparan los niveles de concentración de DIMBOA a los 5 días y a los 18 días de emergido el cultivo ($P < 0,05$). No se encontraron diferencias significativas en los períodos comprendidos entre los días 5-11 y 11-18 respectivamente según prueba de Tukey.

En trigo se observó una disminución abrupta de la concentración de ácido hidroxámico en el tiempo. La concentración disminuyó un 47 % entre los días 5 y 11 de emergido el cultivo y un 40 % entre los días 11 y 18 (Fig. 1). En avena, la concentración de ácido hidroxámico disminuyó 27 % entre los días 5 y 11 de emergido el cultivo y 10 % entre los días 11 y 18 (Fig. 1). En cebada la disminución del ácido hidroxámico fue mayor a la ocurrida en avena para los 5 y 11 días (39 %), variando solo un 1 % a partir del día 11 (Fig. 1).

Distribución de los áfidos en planta

En los tres cultivos analizados, la densidad de *S. graminum* fue menor que la de *M. dirhodum* para cada uno de los períodos considerados (Figs. 2 -4).



Figuras 1-4: 1. Contenido de ácido hidroxámico (DIMBOA) en cereales. 2. Avena: Fluctuación de pulgones en el tiempo. 3. Trigo: Fluctuación de pulgones en el tiempo. 4. Cebada: Fluctuación de pulgones en el tiempo.

Asimismo, se observó una disminución en el número de *S. graminum* y *M. dirhodum* por planta en la semana del 20 de noviembre y un aumento de ambos pulgones en la semana del 27 de noviembre. En ambas fechas, los aumentos y disminuciones fueron más significativos para *M. dirhodum*.

En trigo, la densidad de *M. dirhodum* aumentó en las primeras semanas, registrando dos picos pronunciados la semana del 6 de noviembre y 27 de noviembre. La densidad de *S. graminum* se mantuvo estable en las primeras semanas, aumentando hacia final del ciclo (Fig. 2). En avena se registró una pequeña variación en la densidad de ambos pulgones en las primeras semanas, aumentando la densidad de *M. dirhodum* en la semana del 27 de noviembre (Fig. 3). En cebada, la densidad de *M. dirhodum* aumentó a partir de la semana del 30 de noviembre hasta la del 13 de noviembre, presentando un segundo pico poblacional en la semana del 27 de noviembre. La tendencia de la fluctuación poblacional de *S. graminum* fue semejante a *M. dirhodum*, manteniéndose la primera a un nivel inferior respecto de la segunda (Fig. 4).

Relación de la fluctuación poblacional de los áfidos con la concentración de ácido hidroxámico en planta

Según los modelos de regresión lineal múltiple, la relación existente entre la densidad de pulgones en planta y la concentración de ácido hidroxámico a los 5, 11 y 18 días de emergido el cultivo varió entre cultivos y tipo de pulgón analizado.

En todos los modelos se observó una relación negativa entre la variable dependiente «número de pulgones/planta» y la variable independiente «concentración de DIMBOA en planta» (Tabla 1) en correspondencia con lo citado por Nicol *et al.* (1992) y Argandoña *et al.* (1981).

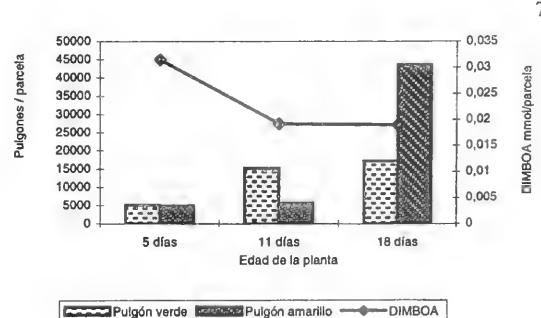
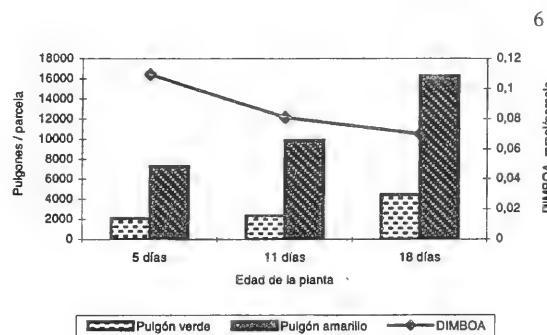
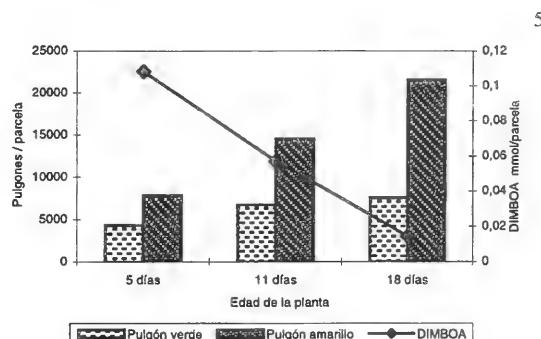
En las figuras 5, 6 y 7, se observa la relación entre número de pulgones verdes y amarillos y contenido de DIMBOA para cada uno de los cultivos analizados.

En trigo, hubo un aumento significativo en la densidad de *M. dirhodum* en los períodos comprendidos entre los días 5-11 y 11-18 de emergido el cultivo. La variación en la densidad de los pulgones verdes fue menor que la registrada para los pulgones amarillos (Fig. 5).

En avena, si bien fue pequeña la variación del contenido de DIMBOA en parcela entre los días 11 y 18, la densidad de ambos pulgones aumentó,

siendo más significativo el aumento para los pulgones amarillos (Fig. 6).

En cebada, entre los días 5 y 11, la disminución en el contenido de DIMBOA en parcela se relaciona con el aumento en la densidad de pulgones, siendo mayor dicho aumento para los pulgones verdes. Si bien a partir del día 11 el contenido de DIMBOA se estabilizó, hubo aumentos en la densidad de ambos pulgones, siendo mayor para los pulgones amarillos (Fig. 7).



Figuras 5-7: Relación entre el número de pulgones verdes y amarillos y el contenido de DIMBOA en parcela. 5. Trigo. 6. Avena. 7. Cebada.

Relación de la fluctuación poblacional de pulgones con las condiciones meteorológicas

La temperatura media osciló entre 16,31 y 25,54 °C siendo la precipitación semanal máxima de 70,6 mm (Tabla 2).

En los tres cultivos analizados, los modelos de regresión múltiple mostraron diferencias en cuanto a la influencia de las condiciones meteorológicas en la fluctuación de *S. graminum* y *M. dirhodum*. Asimismo, en cada modelo analizado, fueron distintas las variables independientes que mejor se relacionaron con la variable dependiente «número de pulgones por planta» (Tablas 3 - 5).

El número de pulgones por planta no solo está relacionado con la evolución natural del cultivo sino que determinadas condiciones meteorológicas

pueden afectar negativamente la población de los mismos.

Con respecto a las precipitaciones semanales (Figs. 8-10), en trigo y cebada, la densidad de ambos pulgones se relacionó en forma negativa con las precipitaciones. En la semana del 20 de noviembre y en ambos cultivos, se observó un descenso significativo de la densidad de *S. graminum* y *M. dirhodum*, en correspondencia con un aumento de precipitaciones ocurridas en las últimas dos semanas, coincidiendo con lo citado por Bierne (1970) (Figs. 8 y 9). En avena, la respuesta a la variable precipitaciones fue mayor para *S. graminum* que *M. dirhodum* (Fig. 9).

En cuanto a las temperaturas medias (Figs. 11 - 13), en los tres cultivos analizados, la densidad de

TABLA 1
RELACIÓN ENTRE EL NÚMERO DE PULGONES POR PLANTA Y LA CONCENTRACIÓN DE DIMBOA SEGÚN CULTIVO

Cultivo	Coeficiente de regresión	R2 (%)	Error Estandar	Valor P del Modelo
Trigo	- 0,317082	10,05	1,96	0,0004
Avena	- 0,266529	6,58	1,67	0,0046
Cebada	- 0,372274	13,86	5,96	0,0000

TABLA 2
PRECIPITACIONES SEMANALES Y TEMPERATURAS MEDIAS SEMANALES

Semana	Precipitaciones (mm)	Temperatura. media (°C)
19-octubre	0,0	16,31 ± 3 °C
23-octubre	13,6	21,28 ± 2 °C
31-octubre	0,0	18,31 ± 3 °C
07-noviembre	70,6	23,68 ± 1 °C
14-noviembre	33,3	18,84 ± 2 °C
22-noviembre	7,7	20,60 ± 2 °C
28-noviembre	11,6	22,35 ± 3 °C
07-diciembre	26,9	25,54 ± 2 °C

TABLA 3
TRIGO: MODELO DE REGRESIÓN MÚLTIPLE

Modelo para la fluctuación de los pulgones verdes y amarillos:

$$Y = Bo + B1. \text{pulgón} + B2. \text{tiempo 3} + B3. \text{tiempo 2} \times \text{Precipitación} + Ei$$

Variables	Coeficiente estimado	Valor P de los coeficientes	R 2 (%)	Error Estándar	Valor P del modelo
Pulgón	1,3375	0,0000			
Tiempo3	4,278917	0,0000	22,6	1,89	0,0000
Precip.x tiempo	-1,59268	0,0000			

TABLA 4
AVENA: MODELO DE REGRESIÓN MÚLTIPLE.

Modelo para la fluctuación de los pulgones verdes y amarillos:

$$Y = Bo + B1. \text{pulgón} + B2. \text{tiempo 3} + B3. \text{tiempo 3} \times \text{Precipitación} + Ei$$

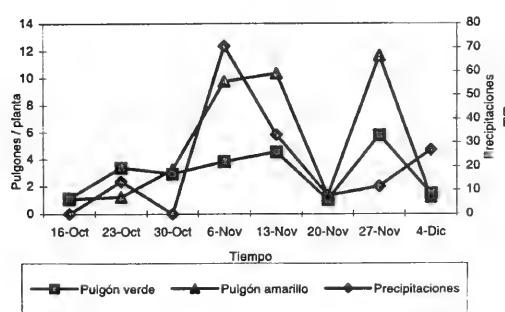
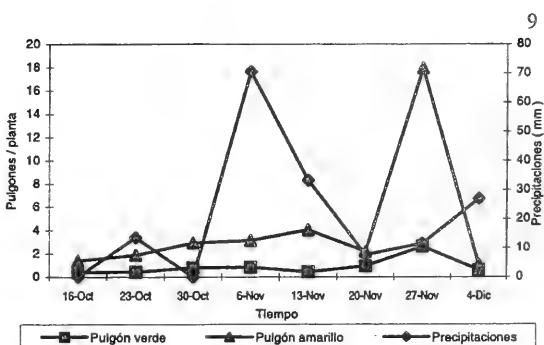
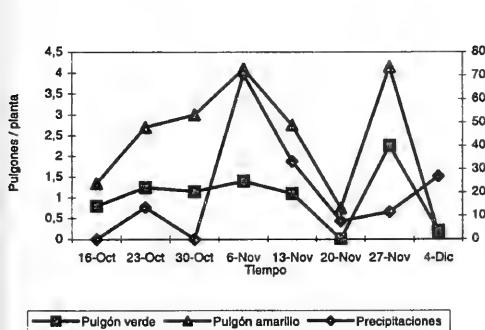
Variables	Coeficiente estimado	Valor P de los coeficientes	R 2 (%)	Error Estándar	Valor P del modelo
Pulgón	3,44375	0,0000			
Tiempo3	2,249369	0,0000	31,21	4,98	0,0000
Precip.x tiempo	-8,36299	0,0000			

TABLA 5
CEBADA: MODELO DE REGRESIÓN MÚLTIPLE.

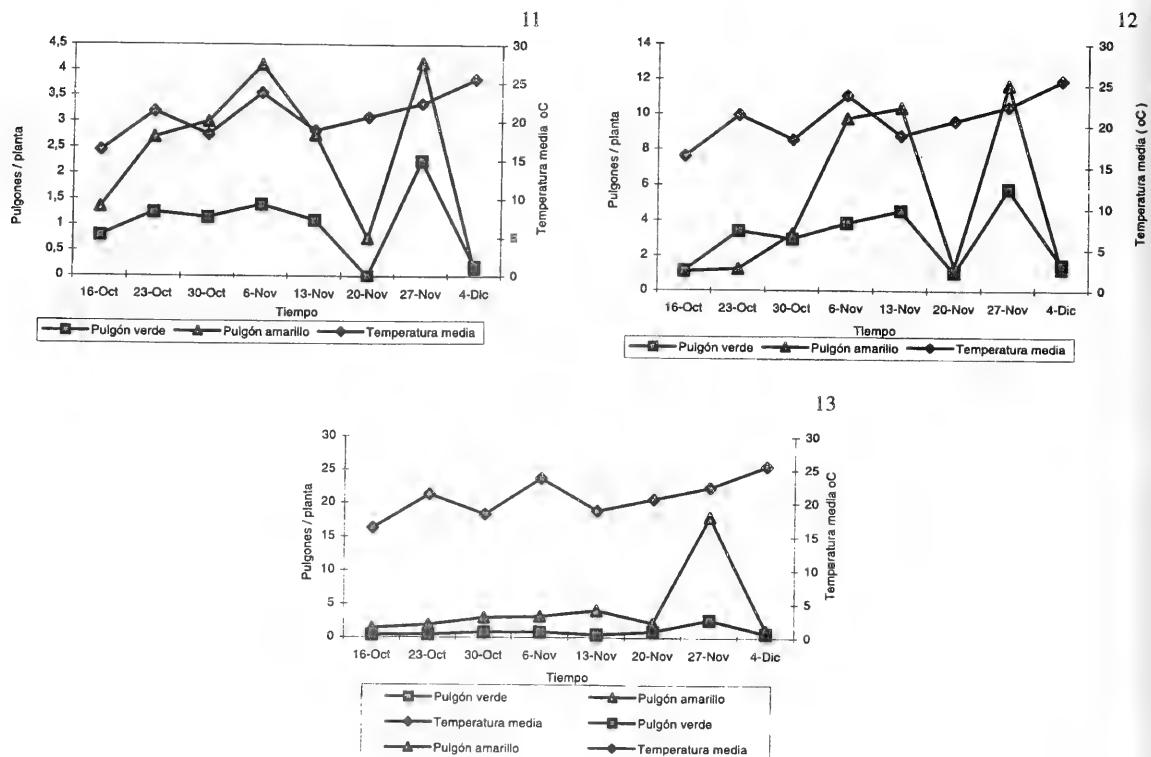
Modelo para la fluctuación de los pulgones verdes y amarillos

$$Y = Bo + B1. \text{pulgón} + B2. \text{tiempo 3} + B3. \text{Temperatura} + B4. \text{precipitación} + B5. \text{Tiempo3. Precipitación} + Ei$$

Variables	Coeficiente estimado	Valor P de los coeficientes	R 2 (%)	Error Estándar	Valor P del modelo
Pulgón	1,9	0,0017			
Tiempo	2,143085	0,0000			
Temperatura	-1,107429	0,0002	24,59	5,37	0,0000
Precipitación	0,140062	0,0000			
Prec. x Tiempo	-7,96377	0,0000			



Figuras 8-10. Relación entre el número de pulgones verdes y amarillos y las precipitaciones semanales. 8. Trigo, 9. Avena. 10. Cebada.



Figuras 11-13. Relación entre los pulgones verdes y amarillos y la temperatura. 11. Trigo, 12. Avena, 13. Cebada.

M. dirhodum aumentó cuando la temperatura media fluctuó entre 18 y 22°C, en concordancia con lo citado por Botto *et al.* (1979), Caballero (1972) y Dean (1974). En cuanto a la fluctuación poblacional de *S. graminum*, en trigo y cebada, se observó que ante aumentos y disminuciones de la temperatura media, la densidad de aquellos varió en igual sentido (Figs. 11 y 12); en avena, no hubo relación entre dichas variables (Fig. 13).

CONCLUSIONES

La máxima concentración de ácido hidroxámico fue registrada en avena, mientras que cebada presentó valores mínimos de concentración en cada uno de los períodos considerados.

En los tres cereales analizados la máxima concentración de ácido hidroxámico se detectó a los 5 días de emergidas las plantas, disminuyendo la misma a medida que envejecían.

Existieron diferencias entre cultivos en cuanto a la fluctuación poblacional de los pulgones analizados. Respecto a *M. dirhodum*, presentó dos

picos en la primera y última semana de noviembre en trigo y tres picos en la primera, segunda y cuarta semana de noviembre en cebada, mientras que en avena lo hizo solamente en la última semana de noviembre. En los tres cultivos, *S. graminum* siguió la tendencia del anterior pero con valores inferiores, excepto en la segunda semana de monitoreo de octubre, donde *S. graminum* supera a *M. dirhodum*.

La relación entre la densidad de pulgones en planta y la concentración de ácido hidroxámico a los 5, 11 y 18 días de emergido el cultivo, varió entre cultivos y tipo de pulgones analizados. Se observó una relación negativa entre la variable dependiente «número de pulgones por planta» y la variable independiente «concentración de ácido hidroxámico en planta».

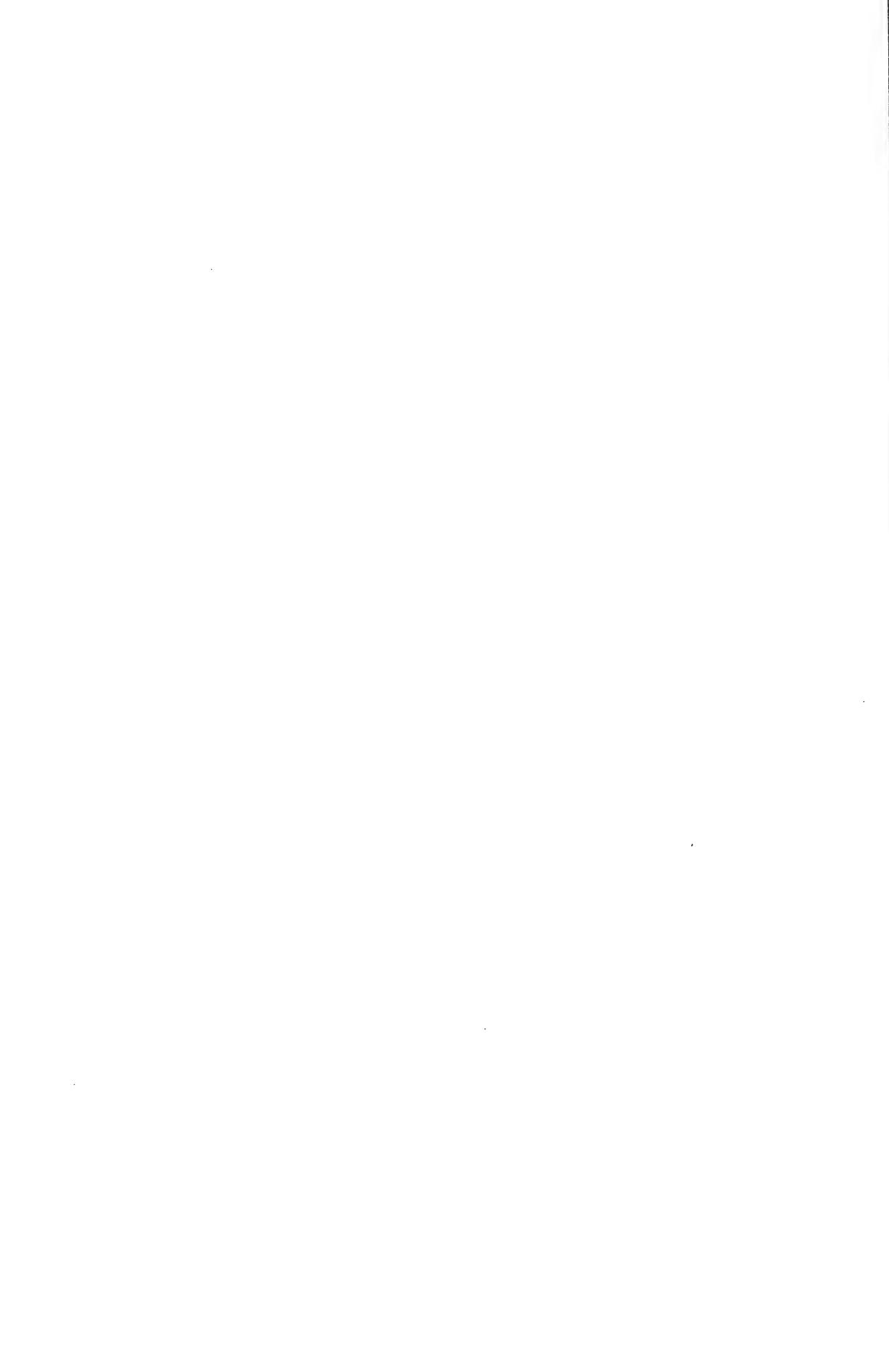
Con respecto a las precipitaciones semanales, en los tres cultivos la densidad de *M. dirhodum* y *S. graminum* se relacionó en forma negativa con las precipitaciones, siendo las que tuvieron mayor influencia sobre los pulgones las ocurridas hacia el final del ciclo de los cultivos.

En cuanto a las temperaturas medias, en trigo, avena y cebada, la densidad de pulgones amarillos

aumentó ante oscilaciones de temperatura media entre 18 y 22 °C. En cambio, la densidad de pulgones verdes, en trigo y cebada fluctuó en igual sentido que la temperatura media, ante aumentos y disminuciones de la misma. En avena no hubo relación entre dichas variables.

LITERATURA CITADA

- ARGANDOÑA, V.H.; J.G. LUZA; H.M. NIEMEYER Y L.J. CORCUERA, 1980. Role of hydroxamic acids in the resistance of cereals to aphids. *Phytochem.* 19: 1665-1668.
- ARGANDOÑA, V.H.; H.M. NIEMEYER Y L.J. CORCUERA, 1981. Effect of content and distribution of hydroxamic acids in wheat on infestation by the aphid *Schizaphis graminum*. *Phytochem.* 4: 673-676.
- ARGANDOÑA, V.H.; L.J. CORCUERA; H.M. NIEMEYER Y B.C., CAMPBELL, 1983. Toxicity and feeding detergency of hydroxamic acids from gramineae in synthetic diets against the greebug *Schizaphis graminum*. *Entom. experim. appl.* 34: 134-138.
- BEIRNE, B.P., 1970. Effect of precipitation on crop insect. *The Can. Entomol.* 102: 1360-1373.
- BOTTO, E. N.; M. C. HERNÁNDEZ, M.E. BOGGIATTO Y L. S. CROUZEL, 1979. Resultados preliminares de estudios bioecológicos sobre el pulgón amarillo de los cereales *Metopolophium dirhodum* realizados en Castelar, Buenos Aires durante 1976 a 1979. *Estudios de Campo. Rev. Soc. Entom. Arg.* 38: 37-46.
- CABALLERO, C.V., 1972. Incidencia del ataque del pulgón amarillo de los cereales *Metopolophium dirhodum* (Walker-1948) en los rendimientos de trigo. *Rev. Per. Entom.* 15: 195-200.
- CORCUERA, L.J.; M.D. WOODWARD; J.P. HELGESON; A. KELMAN Y C.D. UPPER, 1978. 2,4-Dihydroxy-7-Methoxy-2H-1,4-benzoxazin-3(4H)-one, an inhibitor from *Zea mays* with differential activity against soft Rotting *Erwinia* Species. *Plant Physiol.* 61: 791-795.
- DEAN, G.J., 1974. Effect of temperature on the cereal aphids *Metopolophium dirhodum* Walk., *Rhopalosiphum padi* L. and *Macrosiphum avenae* F. (Hom. Aphididae). *Bull. Entom. Res.* 63: 401-409.
- DIXON, A. F.G., 1987. Cereal aphids as an applied problem. *Agric. Zool. Rev.* 2: 1-57.
- GIVOVICH, A.Y H. M. NIEMEYER, 1991. Hydroxamic acids affecting barley yellow dwarf virus transmission by the aphid *Rhopalosiphum padi*. *Entom. Exp. et Aplic.* 59: 79-85.
- GIVOVICH, A.; S. MORSE; H. CERDA; H.M. NIEMEYER; S.D. WRATTEN Y P.J. EDWARDS, 1992. Hydroxamic acid glucosides in honeydew of aphids feeding on wheat. *Jour. of Chem. Ecol.* 18 (6): 841-846.
- GIVOVICH, A. Y H.M. NIEMEYER, 1995. Comparasion of the effect of hydroxamic acids from wheat on fives species of cereal aphids. *Entom. Exp. et Aplic.* 74: 115-119.
- HOFMAN, J Y O. HOFMANOVA, 1970. 1,4 Benzoxazines derivatives in plants. Shephadex fractionation and identification of a new glucoside. *Europ. Jour. of Biochem.* 18: 109-112.
- KLUN, J.A. Y T.A. BRINDLEY, 1967. 2,4-Dihydroxy-7-methoxy-1,4-benzoxazin - 3-one (DIMBOA), an active agent in the resistance of maize to the european corn borer. *Jour of Econ. Entom.* 60 (6): 1529-1533.
- LESZCZYNSKI, B., L.C. WRIGHT Y T. BAKOWSKI, 1989. Effect of secondary plant substances on winter wheat resistance to grain aphid. *Entomol. exp. appl.* 52: 135-139.
- LESZCZYNSKI, B. Y A.F.G. DIXON, 1992. Resistance of cereals to aphids: the interaction between hydroxamic acids and glutathione S-transferases in the grain aphid *Sitobion avenae* (F.) (Hom., Aphididae). *J. Appl. Ent.* 113: 61-67.
- LONG, B.J.; G.M. DUNN Y D.G. ROUTLEY, 1977. Relationship of hydroxamic acid content in corn and resistance to the corn leaf aphid. *Crop Scien.* 17: 55-58.
- LONG, B.J.; G.M. DUNN Y D.G. ROUTLEY, 1978. Relationship of hydroxamic concentration in maize and field reaction to *Helminthosporium turicum*. *Crop Scien.* 18: 573-575.
- NICOL, D.; S.V. COPAJA; S.D. WRATTEN Y H.M. NIEMEYER, 1992. A screen of worldwide wheat cultivars for hydroxamic acid levels and aphid antixenosis. *Ann. Appl. Biol.* 121 (1): 11-18.
- NIEMEYER, H.M.; N.B. CALCATERRA Y O.A. ROVERI, 1986. Inhibition of mitochondrial energy-linked reactions by 2,4-dihydroxy-7-methoxy-1,4-benzoxazin-3-one (DIMBOA), a hydroxamic acid from gramineae. *Biochem. Pharmacol.* 35: 3909-3914.
- NIEMEYER, H.M., 1988. Hydroxamic acids (4-hydroxy-1,4-benzoxazin-3-ones) defence chemicals in the gramineae. *Phytochem.* 26: 3349-3358.
- NIEMEYER, H.M.; A. GIVOVICH Y H.R. COPAJA, 1993. Hydroxamic acid chemical defences in wheat against aphids. *Pest Contr. and Sustain. Agric.*, CSIRO, Australia, 39-43.
- WOODWARD, M.D.; L.J. CORCUERA; J.P. HELGESON; A. KELMAN Y C.D. UPPER, 1978. Factors that influence the activity of 2,4-dihydroxy-7-methoxy-2H-1,4-benzoxazin-3(4H)-one on *Erwinia* species in growth assays. *Plant Physiol.* 61: 803-805.
- WOODWARD, M.D.; L.J. CORCUERA; J.P. HELGESON Y C.D. UPPER, 1978. Decomposition of 2,4-dihydroxy-7-methoxy-2H-1,4-benzoxazin-3(4H)-one in aqueous solutions. *Plant Physiol.* 61: 796-802.
- WOODWARD, M.D.; L.J. CORCUERA; J.P. HELGESON; A. KELMAN Y C.D. UPPER, 1979. Quantitation of 1,4-Benzoxazin-3-ones in maize by gas-liquid chromatography. *Plant Physiology* 63: 14-19.
- WOODWARD, M.D.; L.J. CORCUERA; H.K. SCHNOES; J.P. HELGESON Y C.D. UPPER, 1979. Identification of 1,4-Benzoxazin-3-ones in maize extracts by gas-liquid chromatography and mass spectrometry. *Plant Physiology* 63: 9-13.
- ZUÑIGA, G.E. Y L.J. CORCUERA, 1986. Effect of gramine in the resistance of barley seedlings to the aphids *Rhopalosiphum padi*. *Entomol. exp. appl.* 40: 259-262.
- ZUÑIGA, G.E.; S.V. COPAJA; H.R. BRAVO; Y V.H. ARGANDOÑA, 1990. Hydroxamic acids accumulation by wheat callus. *Phytochem.* 29(7): 2139-2141.



APORTE AL CONOCIMIENTO DE LOS COLEÓPTEROS HIDROFÍLIDOS SPHAERIDIINI DE CHILE. ANDOTYPUS PEREZDEARCEI N. SP. (COLEOPTERA: HYDROPHILIDAE: SPHAERIDIINAE)

JUAN C. MORONI B.¹

RESUMEN

Se describe e ilustra el adulto de una segunda especie del género *Andotypus* Spangler: *A. perezdearcei* n. sp., recolectada en la zona central de Chile. Se comparan los caracteres morfológicos que la diferencian de *A. ashworthi* Spangler, se entrega un mapa de la distribución geográfica de ambas y se comenta sus hábitos alimentarios.

Palabras clave: Coleoptera, Hydrophilidae, Sphaeridiini, *Andotypus perezdearcei* n. sp., descripción, Chile.

ABSTRACT

The adult of a second species of the genus *Andotypus* Spangler: *A. perezdearcei* n. sp., collected in Central Chile is described and illustrated. The morphological characters are compared with *A. ashworthi* Spangler, a territorial distribution map for both species is given and their behaviour feeder are commented.

Key words: Coleoptera, Hydrophilidae, Sphaeridiini, *Andotypus perezdearcei* n. sp., description, Chile.

El género *Andotypus* Spangler, 1979 fue propuesto para incluir una nueva especie: *A. ashworthi*, recolectada en las provincias de Osorno y Magallanes. Basado en especímenes recolectados en localidades de las provincias de Santiago y Ñuble, en la zona central de Chile, se describe una nueva especie para este género.

ANDOTYPUS PEREZDEARCEI MORONI n. sp. (Figs. 1-7)

Holotipo macho: largo 4,5 mm, ancho máximo 2,5 mm, depositado en el Museo Nacional de Historia Natural de Santiago.

Alotipo: largo 4,0 mm; ancho máximo 3,0 mm; depositado en el Museo Nacional de Historia Natural de Santiago.

Medidas (N=8): Largo 4,0-4,5 mm ($\bar{x} = 4,25$ mm); ancho máximo 2,5-3,0 mm ($\bar{x} = 2,75$ mm).

Diagnosis: Cuerpo ancho, suboval alargado, comprimido dorsoventralmente, con series elitrales de puntos bien marcados, coloración general café negruzco brillante, antenas y palpos maxilares y labiales café amarillento a amarillo rojizo, patas café rojizo, abdomen cubierto de pubescencia hidrófuga amarillenta.

Descripción (Macho): Forma corporal: suboval, con los márgenes elitrales subparalelos (Fig. 1), y suavemente plano convexo en la región discal de los élitros y fuertemente convexos en su declividad posterior (Fig. 2a).

Coloración: cabeza negra, con excepción de los ángulos anterolaterales enfrente de los ojos, que son café rojizo. Pronoto en general negro, con sus bordes anteriores, laterales y posteriores, y especialmente sus ángulos lateroanteriores y posteriores café rojizos. Élitros negros, con la sutura elital

¹ Servicio Agrícola y Ganadero, Casilla 4088. Santiago, Chile.

(Recibido: 2 de septiembre de 1998. Aceptado: 13 de octubre de 1998)

café rojizo. Superficie ventral café rojizo, exceptuando las antenas, palpos maxilares, palpos labiales y lígula de color amarillo a café amarillento. Región ventral, detrás del mentón, total y densamente cubierta de fina pubescencia hidrófuga amarillenta.

Tegumento: cabeza brillante, con abundante puntuación fina, regularmente distribuida en la superficie discal, estando los puntos separados por una distancia igual al diámetro de los puntos, y puntuación más fina y apretada en el margen anterior del clípeo; área posterior de la cabeza u occipucio lisa, sin puntuación en su zona media, con algunos puntos finos y separados hacia los costados. Clípeo levemente expandido delante de los ojos, con el margen anterior redondeado, cubriendo el labro. Superficie ventral de la cabeza, con microescultura y pubescencia fina, que le da cierta opacidad, con excepción del mentón, maxilas y demás apéndices, que son lisos. Cardos y estípes de las maxilas glabros, brillantes, con puntuación moderada y separada. Mentón marginado anterior y lateralmente, cóncavo apicomedialemente, con una puntuación notable, uniformemente distribuida, con los puntos separados por una distancia igual a una o dos veces el diámetro de los puntos. Antena de nueve segmentos: 2 basales, 3 intermedios, 1 cupular y 3 formando capítulo. El segmento basal tan largo como el capítulo, segundo levemente más corto que los segmentos tercero al quinto reunidos, segmentos séptimo al noveno grandes, conformando un capítulo oval, laxo y densamente pubescente. Palpo maxilar robusto, constituido por cuatro segmentos: 1º muy corto, 2º o seudo basal subigual en longitud que el 3º o el 4º, pero de mayor diámetro distalmente; un tercio más corto que la antena; relación longitud antena/longitud palpo maxilar: 0,63. Palpo labial pequeño, de tres segmentos subiguales en longitud, siendo el 1º subcilíndrico, el 2º de mayor diámetro apicalmente y el 3º levemente cónico.

Pronoto levemente más del doble de ancho que largo, fuertemente arqueado lateralmente, brillante y punteado uniformemente en toda su superficie, siendo la distancia entre los puntos igual al diámetro de los puntos, semejante a la puntuación de la cabeza; bordes laterales marginados, borde anterior finamente marginado y con una notable escotadura recta y tan ancha como el ancho posterior de la cabeza y borde posterior sin marginación, a ex-

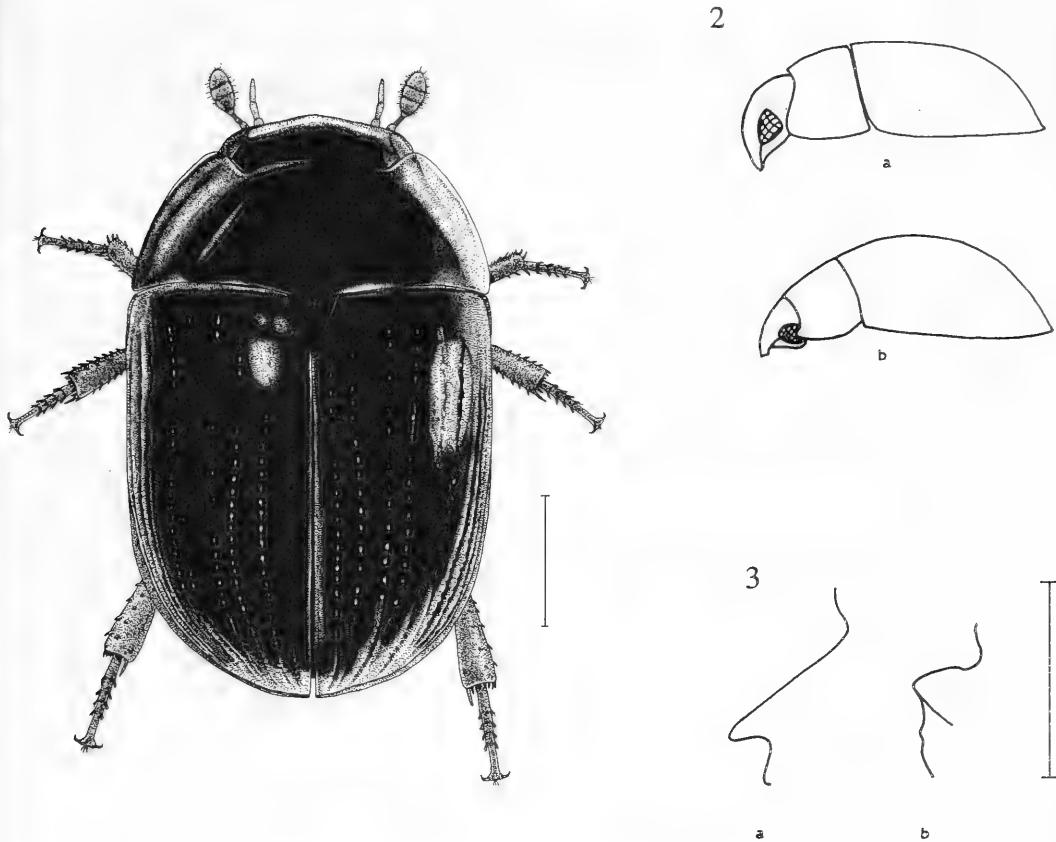
cepción de los ángulos posteriores; ángulos anterolaterales subredondeados y ángulos posterolaterales obtusos; bordes laterales de la hipopleura y epipleura finamente punteados.

Escutelo con forma de triángulo equilátero, con puntuación fina, homogéneamente distribuida y separada por una distancia igual o menor que el diámetro de los puntos, muy semejante a la puntuación del pronoto.

Élitros anchos, levemente más largos que anchos, 3 veces más largos que el pronoto, relación longitud élitros/longitud pronoto: 0,33; suavemente convexos en la región discal y abruptamente convexos en su declividad posterior; bordes laterales subparalelos; tegumento brillante, con estría sutural en el tercio apical, con 10 series longitudinales de puntos excavados que llegan a constituir surcos, las que nacen en el 1/10 anterior, sin tocar el borde basal y confluyen en el tercio posterior; además existe una serie adicional de puntos, adyacente al margen elital cuyos puntos están casi fusionados y desaparecen hacia el ápice; epipleura ancha y oblícua basalmente, estrechándose gradualmente hasta llegar a ser casi vertical frente al primer esterno abdominal.

Prosterno suavemente elevado medialmente, conformando una tenue carina mediolongitudinal que termina hacia adelante en un pequeño espolón elevado y subagudo y posteriormente en un agudo ápice que se extiende parcialmente entre las coxas anteriores. Mesosterno (Figura 3b, vista lateral), con un proceso glabro, ancho, en forma de cabeza de lanza apicomedialemente y posteriormente con un proceso en forma de diente tectiforme, ubicado entre las mesocoxas; alas mesosternales cóncavas, amplias, bordeadas por un ribete café oscuro y cubiertas de una fina pubescencia hidrófuga. Metasterno estrechado apicalmente y formando un proceso como espolón romo entre las coxas medianas; disco metasternal liso, brillante, más elevado que los costados (alas metasternales), glabro y con fina puntuación uniformemente distribuida, sin presentar carina media longitudinal; el metasterno termina ampliamente redondeado delante de las metacoxas.

Patas anteriores con los fémures cubiertos con fina pubescencia hidrófuga en toda su superficie, la que da cierta opacidad, con excepción del 1/4 apical que es glabro y brillante; patas medias y posteriores con fémures cubiertos por una abundante



Figuras 1-3: 1. *Andotypus perezdearcei* n. sp., aspecto dorsal (escala = 1 mm). 2. Forma corporal, vista lateral, a: *A. perezdearcei* n. sp.; b: *A. ashworthi* Spangler. 3. Proceso mesosternal, vista lateral, a: *A. ashworthi* Spangler, b: *A. perezdearcei* n. sp. (escala = 0,5 mm)

microrugosidad, que no produce opacidad en la superficie, sin presencia de pilosidad hidrófuga; los fémures medios con notoria puntuación excavada, fina, espaciada, con los puntos separados por una distancia igual a una vez el diámetro de los puntos; fémures posteriores con puntuación más fina y menos evidente; todos los tarsos ventralmente cubiertos con una densa y corta pilosidad amarillenta. Fórmula tarsal 5:5:5; tarsos anteriores con los segmentos 2° al 4° de igual longitud, el 1° el doble del largo que los anteriores, 5° levemente más largo que los segmentos 2° al 4° reunidos; tarsos medios con el 2° segmento un tercio más corto que el 1°, segmentos 3° y 4° de igual longitud, 5° segmento levemente más largo que el 1°; tarsos posteriores con el 1° segmento de mayor longitud, segmentos 2° al 4° subiguales, 5° el doble del largo del 2°. Todas las uñas pequeñas, simples y delgadas.

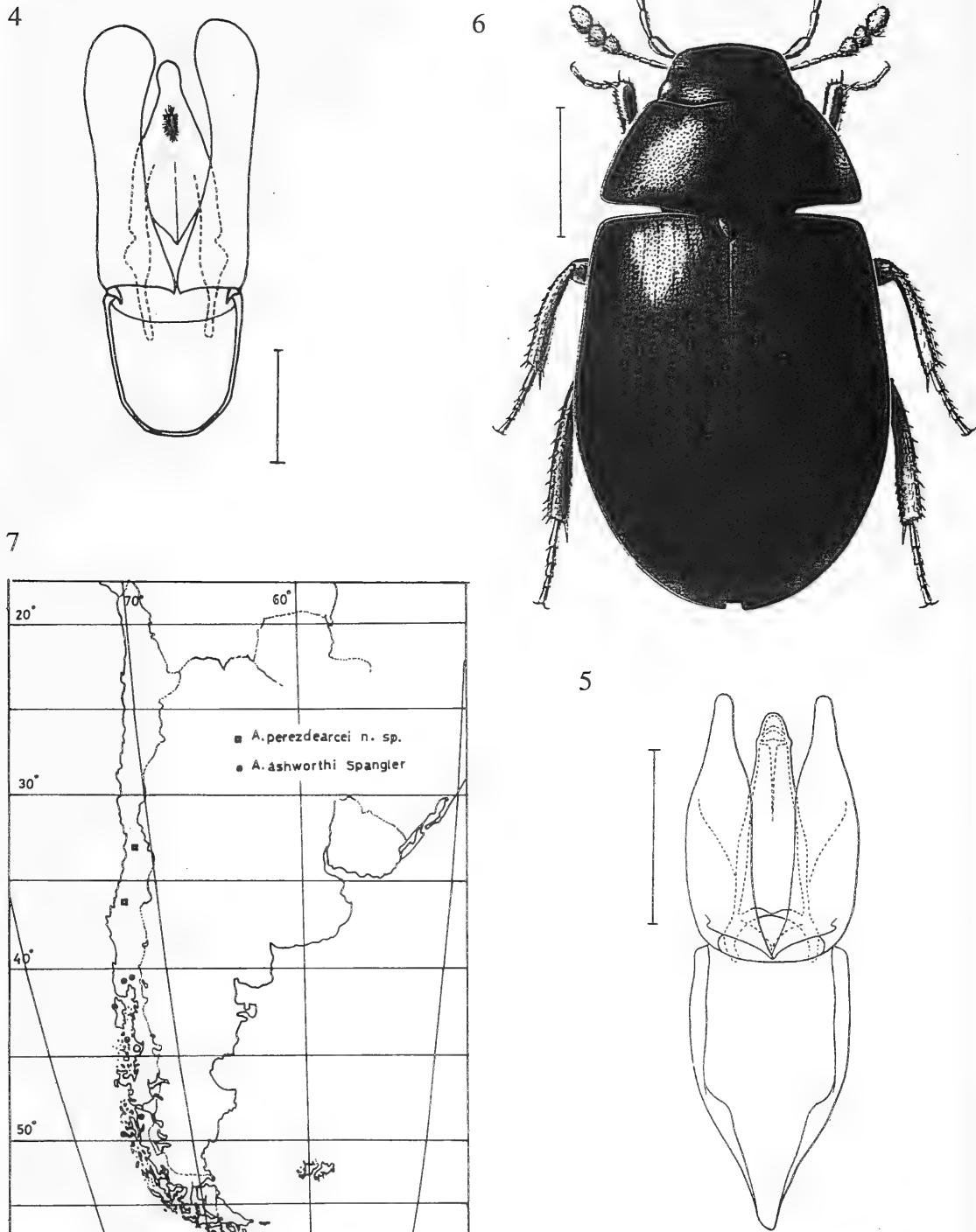
Abdomen con cinco esternos visibles, cubiertos con finísima pubescencia hidrófuga amarillenta; esternos 1° y 5° de mayor longitud, 5° segmento urosternal redondeado, no emarginado apicomedialmente.

Genitalia como la ilustrada en la figura 4.

Alotipo similar al macho, no encontrándose diferencias sexuales externas.

Material examinado: CHILE: Holotipo macho de Santiago, La Reina, 13 de enero de 1981, G. González leg.; Alotipo: iguales datos que el holotipo.

Paratipos: 1 macho, Santiago, 1987, D. Jackson leg.; 1 hembra, Santiago, Santiago (Parque Costanera - Río Mapocho), marzo de 1987, C. Pérez de Arce, leg.; 1 hembra, Santiago, Maipú, 15 de noviembre de 1982, R. Honour leg.; 1 macho, San-



Figuras 4-7: 4. *Andotypus perezdearcei* n. sp., genitalia masculina, vista dorsal. 5. *Andotypus ashworthi* Spangler, genitalia masculina, vista dorsal (Tomado de Spangler, 1979). 6. *Andotypus ashworthi* Spangler, aspecto dorsal (Tomado de Spangler 1979). 7. Distribución geográfica de las especies de *Andotypus* de Chile (Figuras 4 y 5 escala = 0,25 mm; figura 6 = 10 mm)

tiago, Pudahuel (Aeropuerto Arturo Merino Benítez), 12 de febrero de 1987, J. Moroni leg.; 1 hembra, provincia de Ñuble, Chillán, 21 de marzo de 1999, J. Moroni leg.; 1 macho, Santiago, Provincia, 6 de febrero de 1995, C. Pérez de Arce leg. Paratipos en la colección del autor.

Discusión: Todos los ejemplares de esta nueva especie fueron recolectados en las provincias de Santiago (comunas de La Reina, Santiago, Maipú y Pudahuel) y Ñuble (comuna de Chillán), de manera que la dispersión actual abarca la zona central de Chile, en tanto que *Andotypus ashworthi* Spangler se distribuye en las provincias de Osorno, Llanquihue, Chiloé, Aysén y Magallanes, es decir, en la zona sur austral del país (Spangler, 1979; Moroni, 1985 y referencia en etiquetas de ejemplares de la colección del autor).

Referente al hábito alimentario, *A. ashworthi* ha sido encontrada asociada a algas marinas, acumuladas en una playa solitaria, deshabitada de humanos y animales domésticos, sólo con presencia de unos pocos mamíferos nativos, en la isla Mornington; también recolectada en una trampa cebada con excremento humano en un típico bosque lluvioso valdiviano del Parque Nacional Puyehue (Spangler, 1979) y además sobre estiércol de vacuno en Ensenada, Osorno, según indican

las etiquetas de los ejemplares depositados en colección del autor (M. Diéguez leg.).

Paul Spangler, 1979, referente a la recolección en la isla Mornington, comenta: "...so it seems likely thats *Andotypus ashworthi* is a scavenger typical of many sphaeridiinae hidrophilids" lo que estaría siendo avalado por las posteriores recolecciones.

En cuanto a *Andotypus perezdearcei*, aún cuando no tenemos antecedentes de su hábitat, su área de distribución cuenta con los recursos hídricos y desechos orgánicos de origen animal y vegetal, para que esta especie pueda comportarse como carroñera.

En Tabla 1 se entrega un conjunto de caracteres comparados, para la diferenciación de ambas especies.

Etimología: dedicamos esta especie a los hermanos Cristián y Roberto Pérez de Arce Figueroa, quienes se han caracterizado por su desinteresada cooperación con la Entomología chilena.

LITERATURA CITADA

- MORONI, J. 1985. Addenda y corrigenda al Elenco sistemático, sinónímico y distribución de coleópteros acuáticos chilenos. Revista Chilena de Entomología, 12:169-175.
SPANGLER, P. J. 1979. A new genera of water scavenger beetle from Chile. (Coleoptera, Hydrophilidae, Sphaeridiini). The Coleopterists Bulletin, 33(3):303-308.

TABLA I
COMPARACIÓN DE LAS ESPECIES DE *ANDOTYPUS* SPANGLER

<i>A. ashworthi</i> Spangler	<i>A. perezdearcei</i> Moroni n. sp.
<ol style="list-style-type: none"> Coloración corporal general café rojizo a café amarillento. En vista lateral, cuerpo regularmente convexo (Fig. 2b). Clípeo con margen anterior truncado. Prosterno no carinado medialmente. Proceso mesosternal como en la figura 3a. Los 3 segmentos del capítulo antenal laxamente unidos. Fémures anteriores, medios y posteriores cubiertos de fina pilosidad hidrófuga. Tarsos ventralmente con densa cubierta de largos y finos pelos dorados. Genitalia como la ilustrada en la figura 5. Aspecto dorsal como en la figura 6. Distribución en la región sur y austral de Chile (Fig. 7). 	<ul style="list-style-type: none"> - Coloración general negra. - En vista lateral, cuerpo plano convexo en la zona discal de los élitros (Fig. 2a). - Clípeo con margen anterior redondeado. - Prosterno tenuemente carinado medialmente. - Proceso mesosternal como en la figura 3b. - Los 3 segmentos del capítulo antenal compactamente unidos. - Fémures anteriores cubiertos de fina pilosidad hidrófuga y fémures medios y posteriores sólo con microrugosidad. - Tarsos ventralmente cubiertos de una densa y corta pilosidad amarillenta. - Genitalia como la ilustrada en la figura 4. - Aspecto dorsal como en la figura 1. - Distribución en la región central de Chile (Fig. 7).



**APORTE AL CONOCIMIENTO DE LOS COLEÓPTEROS HIDROFÍLIDOS HYDROBIINI
DE CHILE. ENOCHRUS (HUGOSCOTTIA) CONCEPCIONENSIS N. SP.
(COLEOPTERA: HYDROPHILIDAE: HYDROPHILINAE)**

JUAN C. MORONI B.¹

RESUMEN

Se describe e ilustra una nueva especie de *Enochrus (Hugoscottia)*: *E. (H.) concepcionensis* n. sp., recolectada en la zona centro sur de Chile.

Se presenta una clave e ilustraciones para separar la nueva especie de las previamente descritas que se encuentran en Chile.

Palabras Clave: Coleoptera, Hydrophilidae, Hydrobiini, *Enochrus (Hugoscottia) concepcionensis* n. sp., descripción, clave, Chile.

ABSTRACT

Enochrus (Hugoscottia) concepcionensis, a new species collected in central south zone of Chile, is described and illustrated.

A key and drawings to the identification of *Enochrus (Hugoscottia)* species present in Chile is provided.

Key words: Coleoptera, Hydrophilidae, Hydrobiini, *Enochrus (Hugoscottia) concepcionensis* n. sp., description, key, Chile.

En la más reciente revisión del género *Enochrus* Thomson, se establece que el subgénero *Hugoscottia* Knisch se encuentra representado por ocho especies en el cono sur de Sudamérica (Fernández, 1994). De éstas, solo tres han sido reportadas en Chile: *E. fulvipes* (Solier), *E. vicinus* (Solier) y *E. darwini* (Knisch), las dos primeras ampliamente distribuidas entre las provincias de Antofagasta y Magallanes (Moroni, 1973) y la última solo registrada de las provincias de Quillota y Cordillera (Fernández, 1994).

En este aporte, basado en ejemplares reunidos previamente de donaciones y de la Colección del Museo de Zoología de la Universidad de Concepción, describimos una nueva especie de *Enochrus* de Chile, que se diferencia de todas las especies

del subgénero conocidas, por su mayor tamaño corporal y su notable variación en el colorido del tegumento dorsal.

**ENOCHRUS (HUGOSCOTTIA)
CONCEPCIONENSIS MORONI, n. sp.**
(Figs. 1 - 5)

Holotipo macho: Largo: 6,0 mm; ancho máximo: 3,5 mm, depositado en el Museo Nacional de Historia Natural.

Alotipo: Largo: 5,8 mm; ancho máximo: 3,0 mm, similar al holotipo, no encontrándose diferencias sexuales externas.

Localidad tipo: Cruce a Ramuntcho, provincia de Concepción, Chile.

Medidas (N=62): Largo: 4,83 - 6,33 mm ($\bar{x} = 5,58$ mm); ancho máximo: 2,67 - 3,33 mm ($\bar{x} = 3,0$ mm).

Diagnosis: cuerpo oval alargado, poco menos del doble del ancho; bastante convexo en el área discal

¹ Servicio Agrícola y Ganadero, Casilla 4088. Santiago, Chile.

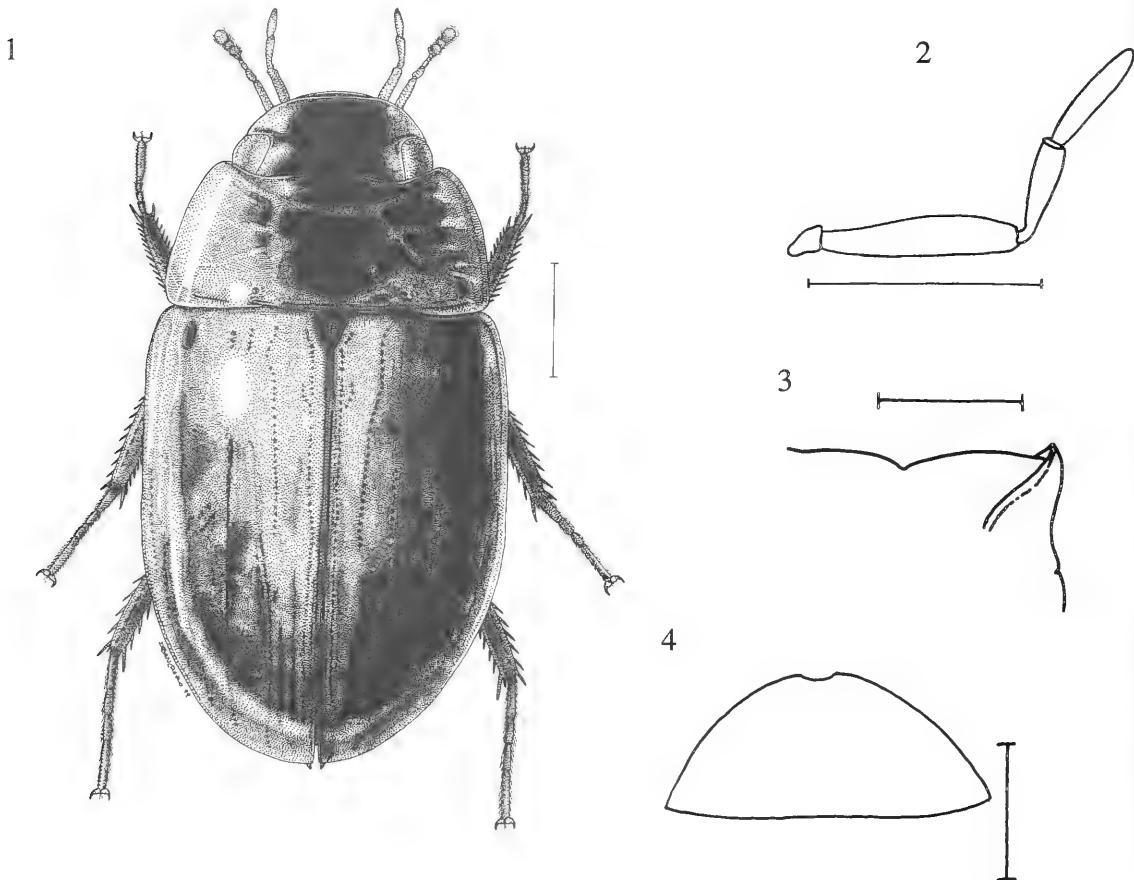
(Recibido: 2 de septiembre de 1998. Aceptado: 13 de octubre de 1998)

de los élitros; tegumento dorsal en general brillante, de color castaño rojizo a amarillento, cabeza negra; palpos labiales y maxilares y funículo antenal castaño claro; élitros con series longitudinales de puntos; tegumento ventral de color castaño rojizo oscuro.

Descripción (macho):

Forma corporal: oval alargado, relación largo/ancho 2:1; muy convexo dorsalmente (Fig.1).

Coloración: cuerpo en general castaño rojizo a castaño amarillento; cabeza negra, a excepción de una área triangular, ubicada delante de los ojos y que alcanza hasta el ángulo anterior del clípeo; pronoto con una zona irregular más oscurecida en la porción discal y con coloración café amarillento hacia los bordes laterales y con dos pequeñas manchas subcirculares negras cerca del borde posterior



Figuras 1-4: *Enochrus (Hugoscottia) concepcionensis* n. sp., 1. Aspecto dorsal. 2. Palpo maxilar. 3. Proceso mesosternal en vista lateral. 4. Ultimo urosternito visible. (Fig. 1 escala = 1 mm; figs. 2-4 = 0,5 mm).

y a ambos costados de la línea media longitudinal; élitros con diez series longitudinales completas de puntos negros cada uno; la primera serie bifurcada en el 1/5 anterior con su rama adyacente a la serie 2, más corta. Región ventral de la cabeza, tórax y abdomen de color castaño rojizo, algo más oscura que la región dorsal.

Tegumento: cabeza, pronoto y élitros con puntuación visible, similar en tamaño, pero con una densidad mayor en la cabeza, donde los puntos están contiguos, casi anastomosados, en tanto que en el pronoto y élitros la distancia entre los puntos es igual o mayor que el diámetro de los puntos; cabeza y pronoto sin series sistemáticas de puntos. Palpo maxilar castaño claro en toda su longitud a excepción de la mitad distal más oscura del último segmento; longitud total: 1,11 mm ($1^{\circ}=0,05$ mm; $2^{\circ}=0,49$ mm; $3^{\circ}=0,26$ mm; $4^{\circ}=0,31$ mm); tercer

segmento levemente mayor que la mitad del segundo (Fig.2). Palpo labial castaño claro; longitud total: 0,34 mm. Antenas castaño rojizo en los tres últimos segmentos que conforman la maza antenal y castaño claro en los segmentos anteriores que constituyen el funículo; longitud total: 1,10 mm, levemente más corta que el palpo maxilar. Prementón con puntuación uniforme, bien impresa, densa, con los puntos separados por una distancia menor o igual al diámetro de los puntos. Proceso prosternal carenado longitudinalmente, terminado en un diente subagudo, elevado y apenas sobresaliente del margen anterior. Proceso mesosternal robusto, con sus cuatro crestas no confluyendo en un mismo punto (Fig.3). Último urosternito visible con una pequeña escotadura subcircular, poco profunda (Fig.4).

Genital masculino (Fig.5): parámeros más largos que el edeago o lóbulo dorsal, más anchos en

su base, redondeados en su extremo apical donde se distribuyen puntos notorios, separados, diferentes de los puntos finos que se encuentran a lo largo del parámero; esclerito ventral ancho, ocupando aproximadamente un tercio del ancho del lóbulo dorsal; falobase ancha, bien esclerosada en sus bordes laterales; relación largo falobase/largo parámero: 1,17; relación largo parámero/largo lóbulo dorsal: 1,29; relación largo total/largo parámero: 2,16. Las figuras 2,3,4 y 5 se confeccionaron sobre la base de tres ejemplares (2 machos y 1 hembra), provincia de Bío Bío, Cabrero, 2 de junio de 1969, T. Cekalovic leg., provenientes de la colección del autor.

Distribución geográfica: Octava región del Bío Bío (provincia de Bío Bío: Cabrero; provincia de Concepción: Hualpén, Cruce a Ramuntcho, Escuadrón, Talcahuano (Estero Lenga), El Manzano).

Material examinado: Chile: Holotipo macho de Concepción, Cruce a Ramuntcho, 29 de julio de 1990, T. Cekalovic leg.; Alotipo: Igualas datos que Holotipo.

Paratipos: 3 machos y 1 hembra, Bío Bío, Cabrero, 2 de junio de 1969, T. Cekalovic leg.; 14 machos y 8 hembras, Concepción, Hualpén, 31 de julio de 1990, T. Cekalovic leg.; 9 machos y 6 hembras, El Manzano, 15 de agosto de 1986, T. Cekalovic leg.; 4 machos y 13 hembras, Cruce a Ramuntcho, 29 de julio de 1990, T. Cekalovic leg.; 1 hembra, Talcahuano (Estero Lenga), 16 de noviembre de 1960, Ficher leg.; 1 hembra, Escuadrón, 2 de septiembre de 1986, T. Cekalovic leg.

CLAVE DE IDENTIFICACION DE ESPECIES DE *Enochrus (Hugoscottia)* PRESENTES EN CHILE

1. Mesosterno en forma de cabeza de lanza, con sus cuatro bordes o crestas confluyendo en un mismo punto. 2
- Mesosterno no con forma de cabeza de lanza, con sus cuatro bordes o crestas no confluyendo en un mismo punto. 3
2. Prosterno con suave giba longitudinal media, sin formar diente; relación longitud palpo maxilar/longitud antena igual a 1,08; proceso mesosternal y genitalia macho como en las figs. 6-7; longitud corporal 4,00-4,64 mm; provincias de Quillota y Cordillera. *E. darwini* (Knisch)

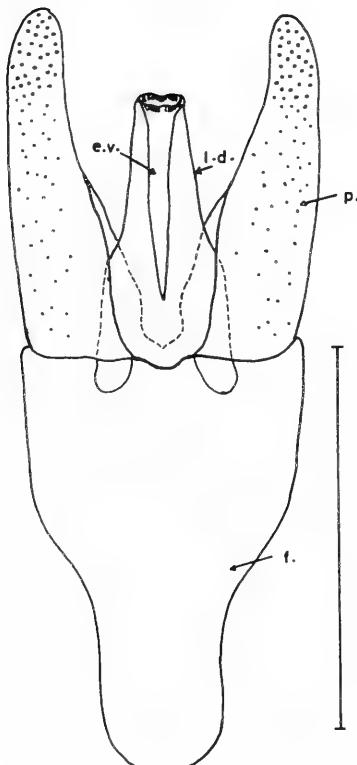
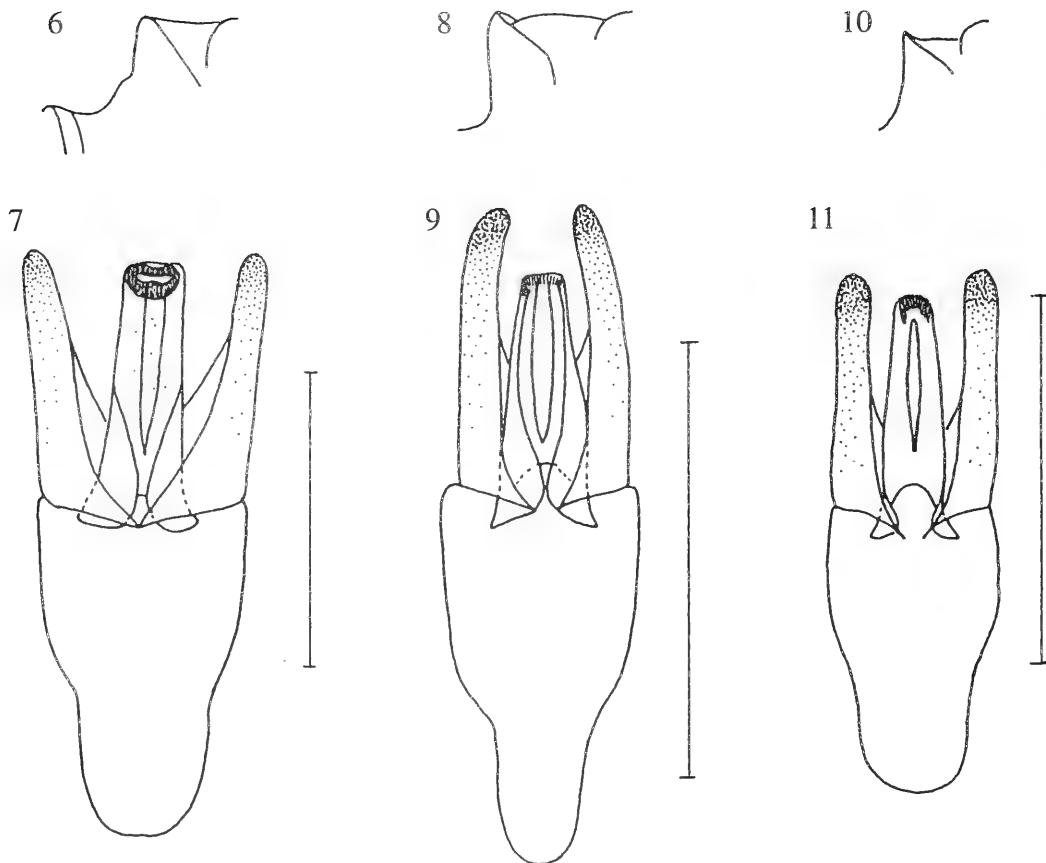


Figura 5. *Enochrus (Hugoscottia) concepcionensis* n. sp., genitalia ♂ vista dorsal. (l.d.: lóbulo dorsal; e.v.: esclerito ventral; p.: parámero; f.: falobase; escala = 0,5 mm).

- Prosterno con su mitad anterior carenada, formando un pequeño diente; relación longitud palpo maxilar/longitud antena igual a 1,00; proceso mesosternal y genitalia macho como en las figs. 10-11; longitud corporal 4,06-4,87 mm; desde provincia de Antofagasta hasta provincia de Magallanes. *E. vicinus* (Solier)
- 3. Prosterno robusto, con suave giba longitudinal media en los 2/3 anteriores, terminada en un diente; palpo maxilar levemente más largo que la antena; proceso mesosternal y genitalia macho como en las figs. 8-9; longitud corporal 4,98-5,56 mm; desde la provincia de Limarí hasta la provincia de Llanquihue. *E. fulvipes* (Solier)
- Prosterno con su mitad anterior carenada longitudinalmente, terminando en un diente; palpo maxilar de igual longitud que la antena; proceso mesosternal y genitalia macho como en las figs. 2 y 5; longitud corporal 4,83-6,33 mm; provincias de Bío Bío y Concepción. *E. concepcionensis* n. sp.

Discusión: *E. concepcionensis* n. sp. es relativamente abundante en localidades del área costera de la provincia de Concepción y en la localidad de Cabrero, en la provincia de Bío Bío, al parecer es endémica de esta zona pues no ha sido recolectada fuera de su actual distribución. Es más cercana a *E.*



Figuras 6-11: 6-7. *E. darwini*; 8-9. *E. fulvipes*; 10-11. *E. vicinus*. 6, 8 y 10. Proceso mesosternal; 7, 9 y 11. Genitalia masculina (Tomado de Fernández, 1994; escala = 0,5 mm)

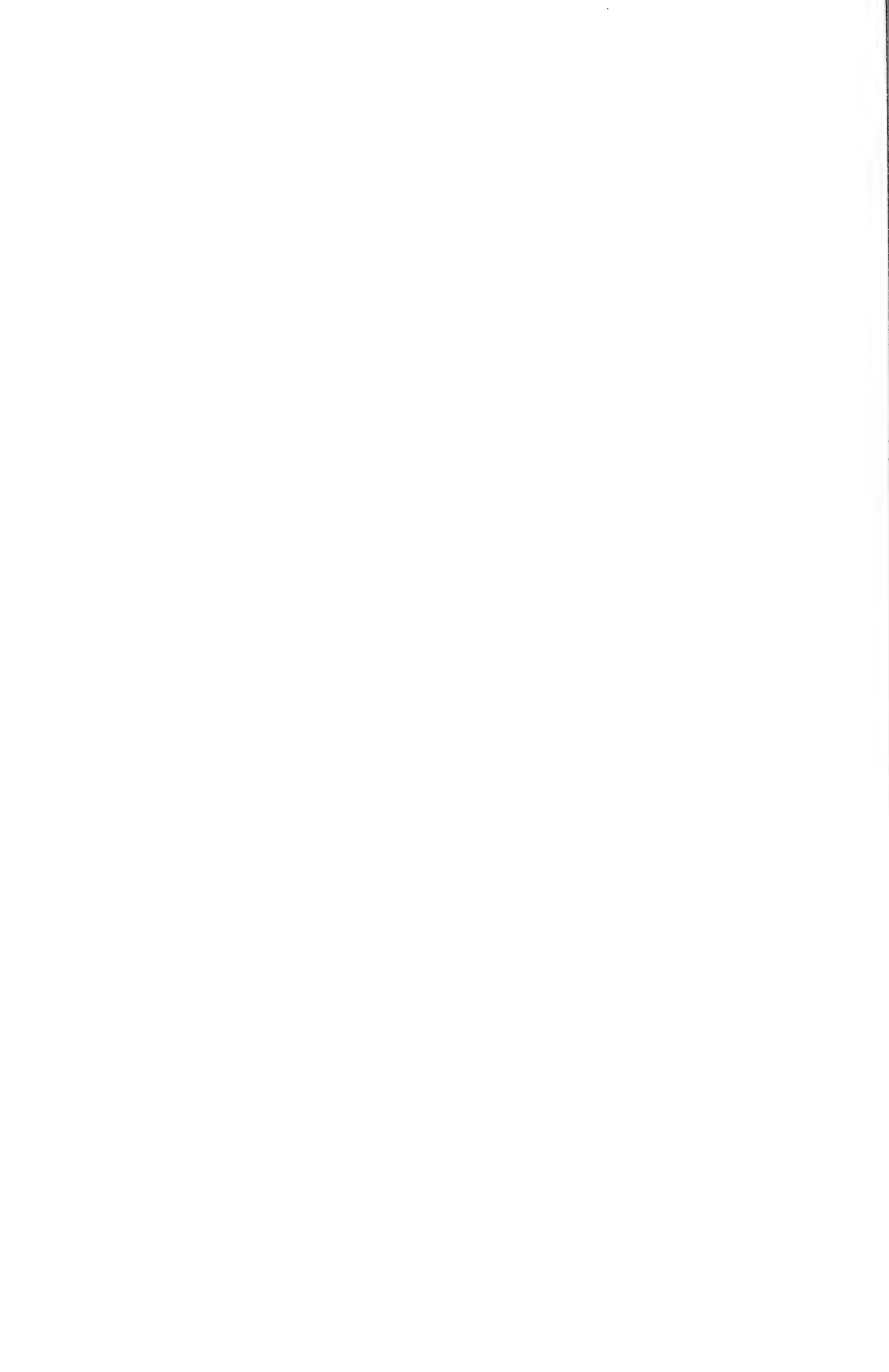
fulvipes (Solier) por su semejanza en la conformación del proceso mesosternal, con sus crestas confluyentes a un mismo punto y por ser las de mayor tamaño corporal. Las especies restantes *E. vicinus* (Solier) y *E. darwini* (Knisch) a su vez son diferentes, por presentar el proceso mesosternal con sus crestas no confluyentes y por su tamaño menor.

Agradecimientos: Al Dr. Jorge Artigas por facilitarnos para su estudio el material perteneciente a la Colección del Museo de Zoología de la Universidad de Concepción; al Sr. Tomás Cekalovic por la donación de material de sus colectas, y en

forma especial al Licenciado Sr. Mario Elgueta , investigador de la Sección Entomología del Museo Nacional de Historia Natural, por la lectura crítica del manuscrito.

LITERATURA CITADA

- FÉRNANDEZ, L.A. 1994. Contribución al conocimiento del género *Enochrus* Thompson. (Coleoptera: Hydrophilidae) II. El subgénero *Hugoscottia* en la Argentina. *Physis* (Buenos Aires) , Secc. B, 49 (116-117): 37-45 (1991).
- MORONI, J.C. 1973. Elenco sistemático, sinonímico y distribución de coleópteros acuáticos chilenos. *Revista Chilena de Entomología*, 7: 193-206.



BIOLOGÍA POBLACIONAL DE *CYLINDROTETTIX SANTAROSAE* ROBERTS, 1975 (ORTHOPTERA: ACRIDIDAE: LEPTYSMINAE). FECUNDIDAD Y ESTRUCTURA DE EDADES (TUCUMÁN - ARGENTINA)

SONIA Z. TURK^{1,2} Y ANA L. AQUINO²

RESUMEN

Cylindrotettix santarosae Roberts 1975 constituye poblaciones discretas con una sola generación anual. Los adultos se encuentran en diapausa reproductiva durante el período otoño - primavera temprana, con los nacimientos teniendo lugar principalmente de diciembre a enero y ninfas en verano. La especie es gramíñivora generalista y de oviposición endofítica, preferentemente en tallos de *Brachiaria extensa* Chase, *Eleusine indica* (L.) Gaertner y *Paspalum notatus* Fluegge. La información sobre su ciclo de vida y fecundidad fue obtenida en laboratorio. La estructura de edades para una población de *C. santarosae* se determinó a partir de recolecciones quincenales efectuadas en San Pablo, (Tucumán, Argentina). El ciclo de vida comprende: desarrollo embrionario: 28 días; número de estadios ninfales: 5 ó 6 según tengan un cuarto estadio extra; longevidad media del adulto: 280 días; duración media del ciclo 403 ó 422 días, dependiendo del número de estadios. Con respecto a la fecundidad los valores promedio son: longitud del período de oviposición: 44 días; número de desoves por hembra: 4,2; número de huevos por desove: 7; fecundidad promedio: 29,4 huevos/hembra; tasa de oviposición: 0,668 huevos/hembra/día. La estructura de edades fue típica de una población discreta con reemplazo total entre una generación y la siguiente, con presencia de ninfas en verano y adultos solamente a comienzos de otoño.

Palabras Clave: *C.santarosae*, biología poblacional, edades, fecundidad, Orthoptera, Acrididae.

ABSTRACT

Cylindrotettix santarosae Roberts 1975 has discrete populations with only one generation a year. Reproductive diapause occurs from fall to early spring, eggs hatch mainly in December and January. Nymphs are present throughout the summer. The species is a graminivorous generalist; endophytic oviposition takes place mainly in *Brachiaria extensa* Chase, *Eleusine indica* (L.) Gaertner y *Paspalum notatus* Fluegge. Data on life cycle and fecundity were obtained under laboratory conditions; the age structure of a population was determined by captures in San Pablo, Tucumán provence, Argentina. Embryo development lasted 28 days; the number of nymphal stages was 5 or 6; mean adult longevity was 280 days; the life cycle lasted 403 to 422 days and the oviposition period 44 days; mean number of egg-pods per female was 4,2 and the number of eggs per egg-pods was 7. The mean fecundity was 29,4 eggs/female and the rate of oviposition 0,668 eggs/female/day. The age structure was typical of discrete populations with total replacement from one generation to the next; only nymphs were found in summer and only adults from the beginning of fall.

Key Words: Acrididae, grasshoppers *C. santarosae*, population biology, age, fecundity, Acrididae, grasshoppers.

INTRODUCCION

Los Leptysminae están adaptados en su comportamiento, ciclos vitales, y morfología, a vivir en medios acuáticos o higrófilos. *Cylindrotettix* Bruner

1906, es uno de los pocos géneros citados como habitante de lugares permanente o transitoriamente secos (Carbonell, 1981).

La revisión taxonómica del género *Cylindrotettix* Bruner 1906, realizada por Roberts (1975), incluye 13 taxones entre especies y subespecies. Son de distribución Neotropical y para la Argentina cita a *C. santarosae* Roberts 1975, *C. dubius dubius* Roberts 1975, *C. chacoensis* Roberts 1975 y *C.*

¹ Fundación Miguel Lillo, Miguel Lillo 251, 4000 S. M. de Tucumán, Argentina.

² Facultad de Ciencias Naturales (UNT), Miguel Lillo 205, 4000 S. M. de Tucumán, Argentina.

(Recibido: 8 de enero de 1999. Aceptado: 21 de Julio de 1999)

obscurus (Thunberg) 1927, solamente estas dos últimas para el noroeste.

La información sobre el hábitat y comportamiento de las especies que integran el género es escasa. Sin embargo, Roberts (1975) observó que *C. obscurus*, la especie más abundante y ampliamente distribuida del taxón, se encuentra comúnmente en áreas perturbadas o deforestadas considerándola una especie colonizadora. *C. santarosae* y *C. d. dubius* fueron colectadas en áreas próximas a zonas anegadas, *C. riverae riverae* Roberts 1975 en regiones secas con pendiente y *C. d. peruvianus* Roberts 1975 en el altiplano de Perú a 2600 msnm, máxima altura registrada para el género.

En el año 1994 se ha encontrado a *C. santarosae* como integrante de una taxocenosis de acrididos en la zona del pedemonte tucumano, el cual se encuentra en un acelerado proceso de modificación y transformación que afectan su biodiversidad. Roberts (1975) describe a esta especie en base a especímenes procedentes de Brasil, Este de Bolivia, Paraguay y Argentina. En este último país hay registros de unos pocos ejemplares de Chaco y Misiones. No existe específicamente información publicada sobre aspectos biológicos tales como ciclo de vida, fenología, y relaciones ecológicas del acrido respecto a los recursos alimentarios y de oviposición.

Considerando este desconocimiento, el presente trabajo tiene como objetivos: determinar su ciclo estacional, fecundidad y naturaleza de los desoves; su asociación con el estrato herbáceo; analizar la estructura por edades y la proporción de sexos durante el período mayo 1994 - mayo 1995.

El material de estudio se halla depositado en las colecciones del Instituto - Fundación Miguel Lillo (I.F.M.L.).

MATERIALES Y METODOS

El área de estudio, el pedemonte o selva de transición de los Yungas en las Sierras Subandinas, se extiende desde los 350 a 900 m de altura. El clima es subtropical húmedo con precipitaciones de 600 a 1000 mm anuales, de carácter definidamente monzónico, con verano lluvioso e invierno seco. Es una ecoregión que se puede considerar prácticamente extinta en la provincia, salvo algunos relictos, ya que la selva originaria, tipa- pacará- cebil, fue reemplazada por cultivos y centros urbanos.

Los registros en el campo se llevaron a cabo en forma periódica durante el término de un año, en la localidad de San Pablo (26° 50' S, 65° 15' O; 412 msnm), Tucumán (Argentina).

El relevamiento se realizó en un pastizal alterado colindante con cultivos de caña de azúcar, *Saccharum officinarum* L., sometido esporádicamente a la acción del fuego y al laboreo de limpieza por su proximidad con la carretera. La fisonomía está dada fundamentalmente por *Sorghum halepense* (L.) Persoon, una poácea.

Para determinar el ciclo estacional, fecundidad y naturaleza de los desoves, los adultos pre-reproductivos colectados en el mes de mayo fueron mantenidos en laboratorio hasta su muerte. A partir de sus posturas se efectuaron crías en condiciones de humedad y temperatura de S.M. de Tucumán. Durante el período agosto- abril, época de reproducción y desarrollo ninfal, las precipitaciones han sido de 756 mm y las temperaturas máxima y mínima medias de 27,56 °C y 16 °C respectivamente.

Se separaron en jaulas por pareja, 12 hembras y 12 machos adultos y se registró el número de huevos, posturas, y frecuencia de oviposición durante sus vidas reproductivas. En base a valores promedio, se calculó fecundidad y tasa de oviposición.

Los desoves fueron incubados a 30°C en cápsulas de Petri sobre papel de filtro humedecido. El número de huevos por oviposición se calculó con posterioridad a los nacimientos, sumando los nacidos más los huevos no viables.

La duración del período ninfal se prefijó hasta que la mayoría de los individuos alcanzaron el estado adulto. Los estadios ninfales fueron medidos y caracterizados para su uso como patrones de referencia.

Asociación con el estrato herbáceo

El test de selectividad alimentaria (Gangwere y Morales Agacino, 1973) se realizó con las especies vegetales estacionalmente disponibles en el lugar, asimismo la selección del sustrato y las preferencias para la oviposición.

Para establecer el grado de asociación con el estrato herbáceo se efectuaron observaciones en otras localidades con pastizal- arbustal. Dentro de los recursos suministrados para la selectividad se incluyó monocotiledoneas (poáceas, ciperáceas, canáceas y tifáceas) y dicotiledoneas

(amarantáceas, asteráceas, crucíferas, malváceas, buplejáceas y labiadas).

Estructura por edades y proporción de sexos

El material fue recolectado por remoción mediante red entomológica a lo largo de transectas de 1000 x 5 m con un esfuerzo de búsqueda de 3 h/hombre. En laboratorio, los especímenes fueron observados con un microscopio estereoscópico binocular. Los estadios se agruparon en base al tamaño y morfología para estimar la proporción por clase de edad y graficar la estructura. Se observó la terminalia de los mismos para calcular la proporción de sexos.

RESULTADOS

Ciclo Estacional

El primer registro de *C. santarosae* en el noroeste argentino es para la provincia de Tucumán, con poblaciones extremadamente localizadas y muy poco densas desde los 426 hasta los 1300 msnm.

Los resultados muestran que constituye poblaciones discretas, con una generación anual bajo las condiciones climáticas de la zona de estudio: adultos en diapausa reproductiva durante el período otoño - primavera temprana, oviposiciones hasta enero, nacimientos principalmente de diciembre a enero y ninfas en verano.

Período pre-reproductivo:

El período pre-reproductivo ocupa la mayor parte del ciclo biológico de *C. santarosae*. Incluye los estados de huevo, ninfa y adulto invernante.

La oviposición es endofítica y su manifestación externa es una abertura que se halla obliterada por una sustancia esponjosa que se prolonga hacia arriba en forma de un triángulo. La parte inferior presenta el tallo deflecado por el proceso previo de excavación. Fig. 1. El estado de huevo carece de diapausa y el desarrollo embrionario comienza después de la postura. Los nacimientos se produjeron entre los 23 y 36 días, con un promedio de 28 días ± 0,62 (X± error estándar; n = 15 desoves).

El ciclo ninfal consta de 5 ó 6 estadios, según tengan un cuarto estadio extra (Tabla 1).

De los individuos que llegaron al estadio 3, el 24 % pasó por el estadio de ninfa 4.

La longevidad media de los adultos fue de 280 días, con un máximo de 303 días y la longitud total del ciclo fue de 403 y 422 días, según el número de estadios.

Los estadios inmaduros en el campo durante el período enero a febrero correspondieron a ninfas las que se agruparon relacionando sus caracteres morfológicos y tamaño con las crías de laboratorio Tabla 2.

Fecundidad

La tabla 3 registra los resultados de la fecundidad media de 12 hembras durante su estado reproductivo entre octubre y principios de enero.

TABLA 1

DURACIÓN DE LOS ESTADIOS INMADUROS DE *C. SANTAROSAE* EN CUATRO CICLOS SIMULTÁNEOS EN LABORATORIO (TIEMPO EN DÍAS: PROMEDIO Y DESVIACIÓN ESTÁNDAR; NÚMERO INICIAL: 10 DESOVES)

	huevo	ninfa 1	ninfa 2	ninfa3	Ninfa 4	ninfa 5	ninfa 6	total
X	29	21	11	14,5	19	24,25	23	141,75
					0			122,75 *
d.e.	5,72	9,89	2,94	1,29	1,83	9,84	2,49	
N	65	44	42	42	10	38	35	

* Ciclo con 5 estadios ninfales

TABLA 2

LONGITUD TOTAL DE NINFAS COLECTADAS (EN CM: PROMEDIO Y DESVIACIÓN ESTÁNDAR; N: 10 POR ESTADIO)

	N1	N2	N3	N4	N5mach	N5hemb	N6mach	N6 hemb.
X	1,33	1,72	2,36	2,88	3,11	3,24	3,82	3,98
d.e.	0,14	0,089	0,15	0,13	0,13	0,226	0,25	0,29

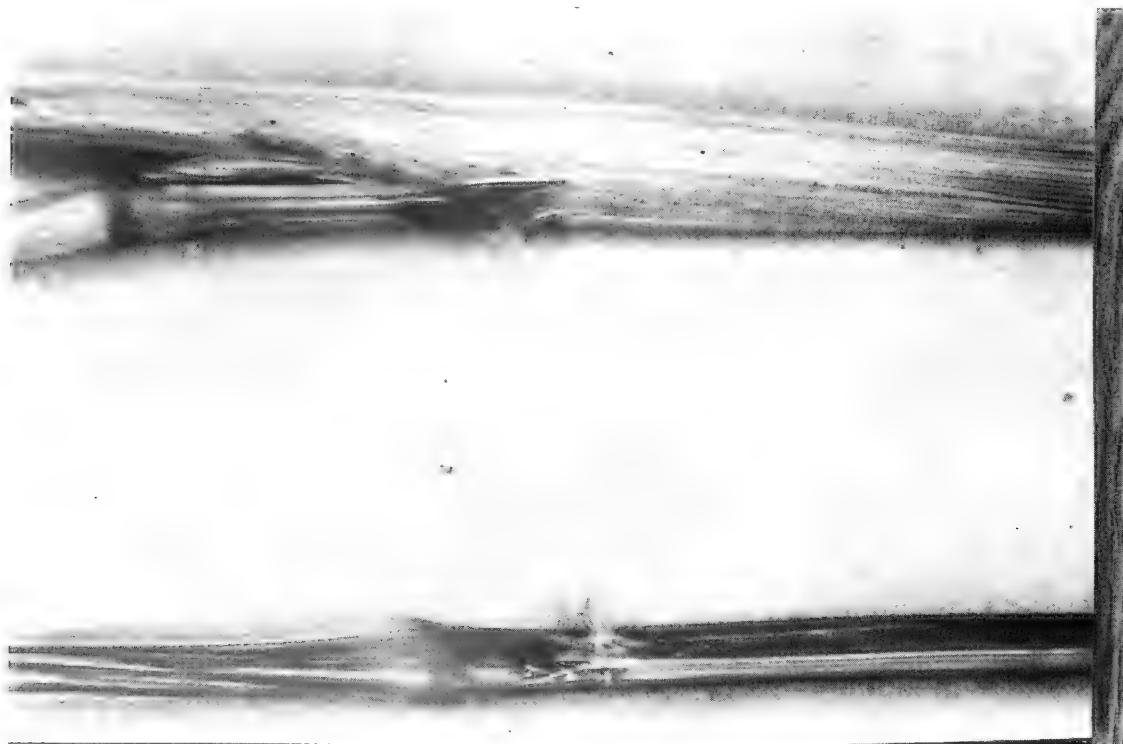


Figura 1: Manifestación externa de desoves endofíticos de *Cylindrotettix santarosae* en *Brachiaria extensa* (Poaceae).

TABLA 3

FECUNDIDAD DE C. SANTAROSAE CALCULADA EN CONDICIONES DE LABORATORIO (N= 12 HEMBRAS)

Período de oviposición días (Promedio ± error estándar):	44 ± 2,57
Número promedio de huevos por desove:	7 (Rango: 8 - 5)
Fecundidad Promedio (huevos / hembra):	29,4
(desoves / hembra):	4,2
Tasa de oviposición (huevos/hembra/día):	0,668
Frecuencia máxima de oviposición (huevos/hembra/semana):	8,4 (primera semana)

Asociación con el Estrato Herbaceo

La especie siempre ha sido hallada sobre pastizales en el estrato herbáceo.

El resultado de las pruebas de preferencias alimentarias permite afirmar que es básicamente graminívora, ya que sobre el ofrecimiento de especies de 4 familias de monocotiledóneas y 6 de dicotiledóneas pertenecientes al pastizal - arbustal, seleccionó a las gramíneas. Dentro de ellas no mostró especificidad alimentaria; sin embargo para la oviposición ha utilizado como sustrato a gramíneas higrófilas estacionales, *Brachiaria extensa* Chase,

Eleusine indica (L.) Gaertner y *Paspalum notatus* Fluegge.

Estructura poblacional

En el mes de febrero se encontraron en el campo solamente individuos en estadios ninfales. La estructura poblacional, no discriminada por sexo, contenía la mayor proporción de ninfas en estadio 3 y el 24 % en los últimos estadios (Fig 2 A). El estadio 4 representaba el 14% de la población colectada. Su seguimiento en laboratorio al 18 de marzo mostró un 43% de ninfas en último estadio y un 17% de individuos adultos (Fig 2 B).

La estructura de edad por sexo resultó marcadamente asimétrica a partir de los datos de campo de marzo (Fig. 2 C). En el quinto estadio el mayor porcentaje para los machos, 23 %, se corresponde con el 6 % de hembras y en el sexto la relación se invierte siendo de 17% y 31 % respectivamente. La proporción de hembras / machos en estadio 5 es de 0,3: 1 mientras que en el último estadio ninfal esta relación es 1,8 : 1 y se mantiene en adultos.

A fines del mismo mes, el 57 % se encontraba en el último estadio ninfal y el 38 % de la población en estado de adulto (Fig 2 D).

Cuando todos los individuos alcanzaron el estadio adulto, la proporción de sexos (hembras/machos) fue 0,5 : 1.

DISCUSION

Los aspectos biológicos de la mayoría de los 42 taxones incluidos en la Tribu Leptysmini son desconocidos, lo mismo que el aprovechamiento que hacen de los recursos del hábitat. Hasta el momento existe información sobre *Stenacris vitreipennis* (Marschall 1836), *Leptysma marginicollis marginicollis* (Serville, 1839) (Rehn y Eades, 1961 y Hilliard, 1982), *L. argentina* Bruner 1906 (Aquino y Turk, 1997), y *Leptysmina gracilis* Bruner 1911 (Turk y Aquino 1998). *L. m. marginicollis* y *S. vitreipennis* son habitantes del hemisferio norte, llegando hasta México y Costa Rica respectivamente, mientras que las 2 últimas son exclusivamente de distribución Neotropical, lo mismo que *Cylindrotettix santarosae*.

Roberts (1975) cita a *C. santarosae* desde niveles próximos al mar (noreste argentino) hasta los 600 m (Minas Gerais, Brasil). Con este estudio se amplia la distribución altitudinal hasta 1300 msnm y fue recolectada desde el pedemonte hasta la selva montana en la ecoregión de los Yungas.

A partir de la información disponible sobre las historias naturales, todas las especies se caracterizan por su oviposición endofítica y su asociación con vegetación higrófila para la oviposición. Sin embargo, difieren en el número de generaciones anuales y los recursos aprovechados.

L. argentina y *L. gracilis* tienen 2 generaciones, con adultos en estado reproductivo, oviposiciones y ninfas en diferentes estadios durante todo el año. Un caso particular se manifiesta en *S. vitreipennis* ya que Rehn y Eades (1961) citan una generación

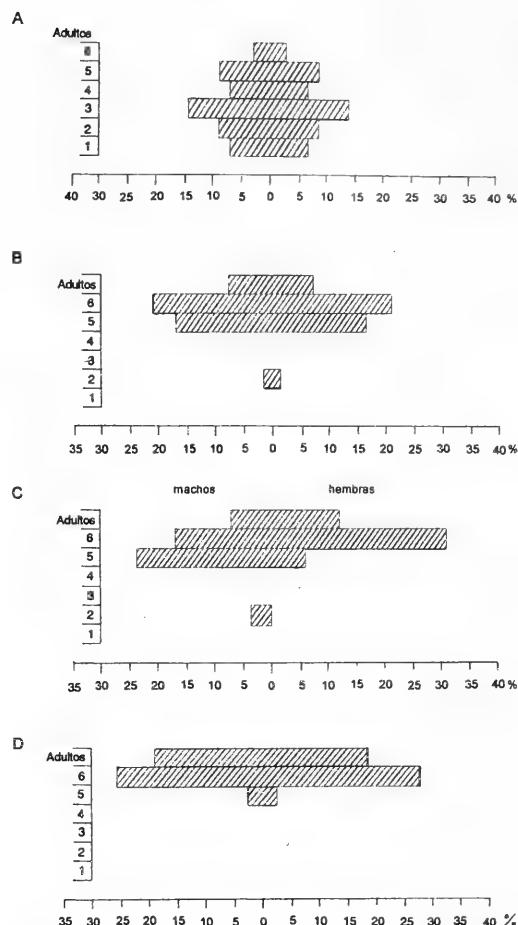


Fig. 2. Estructura de edades de *C. santarosae* para una población de San Pablo ($26^{\circ} 50' S$, $65^{\circ} 15' O$, Tucumán, Argentina). A: datos de campo (febrero); B: seguimiento en laboratorio; C: datos de campo analizados por estadio y sexo (marzo); D: seguimiento en laboratorio.

para Florida y Hilliard (1982) 2 para el Este de Texas. *L. m. marginicollis* presenta 1 generación anual con adultos invernantes y ninfas de primavera a verano lo mismo que *C. santarosae*.

Respecto al uso de los recursos del hábitat, *L. argentina* y *L. gracilis* se alimentan de gramíneas y ciperáceas, *L. m. marginicollis* y *S. vitreipennis* presentan una alimentación variada, consistente en tifáceas, ciperáceas, gramíneas, pontederiáceas, con el agregado de alismatáceas y ciertas dicotiledóneas para *S. vitreipennis* (Hilliard 1982). En cuanto al sustrato para oviposición, las 4 especies utilizan ciperáceas y tifáceas.

Existen algunos comentarios fragmentarios acerca de *C. santarosae*. Según Roberts (1975) es habi-

tante de pastizales, en cercanía de pantanos y zonas anegables en Brasil.

En Tucumán dicha especie se encuentra en pastizales continuamente alterados, coincidiendo su período reproductivo y desarrollo ninfal con la estación lluviosa y la aparición de *Eleusine indica* y *Brachiaria extensa*, gramíneas estacionales que constituyen el sustrato preferencial para la oviposición. Conjuntamente con otras especies de poáceas forman parte de su dieta.

Si bien se desconocen los factores determinantes, las poblaciones de *C. santarosae* tienden a agregarse en grupos pequeños de bajas densidades, aún cuando existe continuidad aparente en la vegetación.

La tasa de oviposición de *C. santarosae* calculada en 0,668 huevos / hembra / día es mucho más baja que la de *L. argentina*, 1,27 huevos / hembra / día, único estudio previo realizado sobre fecundidad dentro de la tribu Leptysmini (Turk y Aquino, antecedentes no publicados).

La abundancia poblacional resulta entre otros factores de la capacidad reproductiva 29,4 huevos / hembra en 44 días de la especie y en *C. santarosae* fue. Asumida en un ambiente ilimitado, esta baja tasa de oviposición, sería un efecto de ciclos generacionales anuales con adultos pre-reproductivos invernates, poco número de huevos y período de oviposición corto. El caso contrario se plantearía en *L. argentina* que prácticamente la duplica y presenta dos ciclos generacionales anuales, mayor número de huevos y período de oviposición mas prolongado.

Los valores de estas tasas generalmente presentan fluctuaciones generacionales según determinantes ambientales, tanto físicos como biótico. Sin embargo, al menos para la provincia de Tucumán, las observaciones indican que *L. argentina* es numéricamente dominante con respecto a *C. santarosae*, hecho que se evidencia en los frecuentes casos de simpatría.

La estructura poblacional en *C. santarosae* es característica de poblaciones discretas y univoltinas, con reemplazo total entre dos generaciones sucesivas. A fines de febrero, compuesta solamente por ninfas, contenía una alta proporción en tercer estadio. Esto indicaría según los datos de laboratorio que la mayoría de los nacimientos se producen a mediados de enero con una máxima frecuencia de oviposición en diciembre. La presencia de un esta-

dio cuarto cercano a un 14 % en la muestra colectada (Fig 2 A), sugiere que una apreciable cantidad de individuos pasa por 6 estadios, correspondiendo en gran parte a los machos (Fig 2 C).

En referencia a otras especies tales como *L. argentina* y *L. gracilis* se puede inferir que la estructura es mas compleja por la existencia de una constante superposición de los estadios pre-reproductivos y reproductivos durante el año.

La diferencia en la proporción entre el número de hembras y machos, parecería ser una característica general del grupo. Roberts (1975) examinó, entre otros, 48 ejemplares colectados en Descalvados, Mato Grosso, con una relación entre sexos de 0,6 : 1, mientras que las autoras para San Pablo, Tucumán, la establecieron en 0,5 : 1. Si bien no se efectuaron cuantificaciones en este aspecto para otras especies, características similares fueron observadas reiteradamente durante las campañas de recolección.

AGRADECIMIENTOS

Al Dr. Prof. Carlos Carbonell por ratificar la identificación de la especie.

LITERATURA CITADA

- AQUINO, A.L. y S.Z. TURK, 1997. Ciclo de vida de *Leptysma argentina* Bruner 1906. (Arididae: Leptysminae: Leptysmini). Variabilidad en el esquema pre-reproductivo y reproducción. Acta Ent. Chilena 21: 93-99.
- CARBONELL, C.S. 1981. Aquatic Biota of Tropical South America. Part 1. Arthropoda. Ed. Hurlbert, Rodríguez y Díaz Dos Santos. 92-99 pp.
- GANGWERE Y MORALES AGACINO, 1973. Food selection and feeding behavior in Iberian Orthopteroidea. An. Inst. nac. Investnes agron., 3: 99 pp.
- HILLIARD, J. R., 1982. Endophytic oviposition by *Leptysma marginicollis marginicollis* and *Stenacris vitreipennis* (Orthoptera: Acrididae: Leptysminae), with life history notes. Trans. Amer. Ent. Soc. 108: 153- 180.
- REHN, J.A. y D.C. EADES, 1961. The tribe Leptismini (Orthoptera: Acrididae: Cyrtacanthacridinae) as found in North America and Mexico. Proc. Acad. Nat. Sci. Phil., 113 (5): 81- 134
- ROBERTS, H.R., 1975. A revision of the genus *Cylindrotettix* including new species (Orthoptera:Acrididae: Leptysminae). Proc. Acad. Nat. Sc. Phil. 127 (4): 29-43.
- TURK, S.Z. y A.L. AQUINO, 1998. Acridoideos del NOA IX. Contribución al conocimiento de los Leptysminae Neotropicales. Ciclo de vida de *Leptysmina gracilis* Bruner (Leptysmini). Acta zool. illoana 44 (1): 185-190.

ASPECTOS ECOLÓGICOS DE LAS CECIDIAS DEL NORTE ÁRIDO DE CHILE: SEGUNDA REGIÓN

FRANCISCO SÁIZ Y CARLOS NÚÑEZ²

RESUMEN

Se estudian algunos aspectos ecológicos de las cecidias del Norte árido de Chile, Segunda Región. La obtención del material se hizo mediante tres excursiones realizadas en 1996-1997.

En total se colectaron 27 cecidias diferentes, 26 nuevas para Chile.

Entre las familias de plantas hospederas destacan las Asteraceae con el 55,5% de las cecidias detectadas y entre los huéspedes los órdenes Diptera (55,5%, Cecidomyiidae y Tephritidae) y Lepidoptera (29,6%).

En cuanto a distribución, las cecidias tienden a concentrarse en las zonas ecológicas de altura (Tropical Marginal y Tropical de Altura), en relación con la intensidad del estrés hidrotérmico y la altitud.

La relación Nitrógeno/Cenizas es mayor en las plantas hospederas que en las no hospederas.

Se comprueba la hipótesis de que a mayor desfavorabilidad ambiental (mayor estrés hidrotérmico) mayor es la diversidad y abundancia de cecidias en el norte árido de Chile.

Palabras claves: Cecidias, Hospederos, Huéspedes, Parasitoides, Norte árido, Chile.

ABSTRACT

Ecological aspects of galls from the Arid North of Chile, Second Region, were studied. Samples were obtained in three trips carried out during 1996-1997.

Twenty six out of twenty seven of the detected galls, are first described for Chile. Fifty five percent of the detected galls came from plants of the Asteraceae family, and the most frequent gall-makers were Diptera (55,5%, Cecidomyiidae, Tephritidae) and Lepidoptera (29,6%).

The gall's distribution showed a tendency to concentrate toward higher altitude ecological zones, directly related with the increase of hydrotemal stress.

High Nitrogen /Ashes rates in plants are prefered by gall-makers.

The present study corroborates the hypothesis which predicts that galling species richness is higher in higrothermally stressed habitats.

Key words: Galls, Gall-Makers, Host Plants, Parasitoids, Arid North, Chile.

INTRODUCCION

Las cecidias corresponden a una forma de fitofagia (Strong *et al.* 1984), siendo su biodiversidad (cecidias) concurrente a la de la fitofagia. Su desarrollo, diversidad e incidencia es-

tarían condicionados por la susceptibilidad del hospedero, por las características del huésped y por las condiciones ambientales en que la relación ocurre (Abrahamson y Weis 1987).

Debido a la estrecha relación que se establece entre la planta hospedera y el agente formador de las cecidias, al proveer aquella nutrientes, protección y un microclima propicio, se esperaría una alta especificidad de la relación antedicha (Abrahamson y Weis 1987, Shorthouse y Rohfritsch 1992).

Comparativamente con los animales las plantas no son ricas en proteínas, por lo que el contenido de nitrógeno pasa a ser un factor determinante

¹ Proyecto Fondecyt 5960017/96

² Ecología, Universidad Católica de Valparaíso, Casilla 4059, Fax 56-32-212746, fsaiz@ucv.cl

(Recibido: 8 de julio de 1999. Aceptado: 6 de octubre de 1999)

de la naturaleza, calidad e intensidad de la cecidiogénesis (Maynard & Loosli, 1978, Abrahamson y Weis 1987, Hagen *et al.* 1984). Ello se refleja en la tendencia prioritaria al uso de tejidos meristemáticos y de hojas y ramas nuevas, donde habría una mayor concentración de este elemento, junto a una menor especialización celular (Mattson 1980, Meyer y Maresquelle 1983, Ananthakrishnan 1984, Abrahamson & Weis, 1987 Weis *et al.* 1988, Shorthouse y Rohfritsch 1992).

Desde otro ángulo, en el norte de Chile se han desarrollado condiciones especiales de aridez, las que gestan una especial diversidad vegetacional junto a una alta heterogeneidad espacial de la misma, situación que, por la vía de los hospederos, afecta a la cantidad, diversidad y calidad de los elementos cecidiógenos. Según Fernandes y Price (1992), en las zonas con estrés hidrotérmico se produce un incremento de la diversidad de cecidias respecto de aquéllas que no lo presentan o en que es poco marcado, en consecuencia habría más cecidias en ambientes xéricos que mésicos. En ello influiría también la reducción de los factores de mortalidad del huésped como parasitismo, parasitoidismo y depredación los cuales son menores en ambientes xéricos.

Al rol de la calidad del recurso trófico y de las limitantes ambientales en la diversidad de las cecidias se agrega la temporalidad de las plantas hospederas y la complejidad de su arquitectura, la que provee mayor o menor diversidad de microambientes y mayor o menor variedad de nutrientes (Lawton 1989). Es así que algunas familias de plantas aparecen como más susceptibles para desarrollar cecidias. De las recopilaciones de Houard (1933), Mani (1964), Felt (1965) y Ananthakrishnan (1984), se desprende que las familias más afectadas son Asteraceae y Fabaceae. El conocimiento de las cecidias de Chile es muy escaso. En efecto, la recopilación de Houard (1933) informa de 54 cecidias, agregándose solamente 1 hasta 1994. Los trabajos de Núñez y Sáiz (1994), Sáiz y Núñez (1997), Sáiz y Castro (1997), Sáiz y Paz (1999) y Sáiz *et al.* (1999) elevan a 100 el número de cecidias conocidas de la vegetación nativa chilena, con el 36% centrado en la familia Asteraceae. Respecto a la zona norte del país el conocimiento era mínimo, ya que del conjunto de cecidias consideradas, solamente una era conocida de hospederos presentes en la zona: la foliar de

Schinus molle formada por *Calophya schini* Tuthill (Houard 1933, Núñez y Sáiz 1994). Como un primer resultado de la presente investigación Sáiz y Núñez (1998) describen 26 nuevas entidades para Chile. En consecuencia, Asteraceae concentra el 39,7% de las cecidias conocidas de la vegetación nativa de Chile, seguida por Anacardiaceae (11,9%), Myrtaceae (7,9%) y Euphorbiaceae (7,1%). En cada familia es un género el predominante: *Baccharis*, *Schinus*, *Myrceugenia* y *Colliguaja* respectivamente. El 33,3% restante está distribuido en 17 familias dentro de las que podemos citar a Fagaceae, Monimiaceae, Mimosaceae, Papilionaceae, Winteraceae, Hydrangeaceae, Ericaceae, Verbenaceae, etc.

Dentro del contexto anterior, sustentamos las siguientes hipótesis: a) a mayor desfavorabilidad ambiental mayor es la importancia de los elementos cecidiógenos y b) en cada situación ambiental la formación de cecidias se vería facilitada por el mayor aporte de nitrógeno y agua de las plantas hospederas.

Como objetivos hemos propuesto: 1) establecer la identidad de la relación «hospedero-tipo de cecidia-órgano del hospedero-huésped», 2) evaluar la importancia relativa de las especies hospederas en el elenco de las cecidias detectadas, 3) relacionar la diversidad y abundancia de cecidias con las zonas ecológicas, consideradas éstas como representantes de diferentes grados de favorabilidad ambiental y de altitud y, 4) relacionar la presencia de cecidias con las características nutricionales de las plantas hospederas: agua, nitrógeno y cenizas.

MATERIAL Y METODO

El estudio se realizó en la II Región del país, mediante un transecto en sentido longitudinal desde la Costa a la Cordillera de Los Andes, de manera tal que cruza las cuatro zonas bioclimáticas definidas en di Castri (1968) para esa región. Ellas son: **Desierto Litoral**, entre el mar y la Cordillera de la Costa, 0- 500 m, precipitaciones de 0-15 mm, ambiente caracterizado por neblinas costeras que favorecen el desarrollo de vegetales; **Desierto Interior**, planicie entre las cordilleras de la Costa y los Andes, 1000- 2200 m, con ausencia casi total de precipitaciones (0-10 mm) y humedades relativas muy bajas; **Tropical Marginal**, 2200-3800 m aproximadamente, correspondiente a los primeros

cordones y valles de la Cordillera de los Andes, bajo la influencia parcial de las lluvias de verano (50-100 mm) y presencia de abundantes cursos de agua que favorecen el desarrollo vegetacional; y **Tropical de Altura**, zona sobre los 3800 m en la Cordillera de los Andes, afectada por las lluvias de verano (100-200 mm) y por limitantes térmicas. En consecuencia, el estudio implica, además de zonas ecológicas diferentes, un gradiente altitudinal, con variadas expresiones climáticas.

El transecto involucra a las siguientes localidades en cada zona ecológica:

Desierto Litoral: Paposo y Cachinales (25° 03' S, 70° 27' O; 50 m).

Desierto Interior: Agua Verde (25° 23' S, 70° 00' O; 1600 m) y La Unión (23° 05' S, 69° 29' O; 1050 m).

Tropical Marginal: Lasana (22° 16' S, 68° 38' O; 2590 m), Camino Calama-San Pedro de Atacama (Calama 22° 27' S, 68° 55' O, 3050 m, San Pedro de Atacama 22° 55' S, 68° 12' O; 2438 m) Camino San Pedro de Atacama-Toconao (2450 m), (Toconao 23° 12' S, 60° 02' O; 2475 m), Salar de Atacama (23° 33' S, 68° 12' O; 2305 m), Caspana (22° 20', 68° 13' O; 3305 m).

Tropical de Altura: Ascotán (21° 31' S, 68° 18' O; 4000 m); Altos de Caspana (22° 26' S 68° 09' O; 4100 m), Quebrada Chita (22° 25' S 68° 08' O; 3850 m).

En total se realizaron tres recolecciones: 1.- 27 de julio al 2 de agosto de 1996; 2. 30 de octubre al 11 de noviembre de 1996 y 3. 15 al 27 de julio de 1997.

La recolección de las cecidias se hizo por extracción directa desde los órganos vegetales afectados, colectándose en proporción a su abundancia en terreno. El material se trasladó al laboratorio donde se procedió a abrir aproximadamente el 70% de ellas, obteniéndose información sobre: a) En la cecidia: tamaño, forma, color, consistencia cavidades, orificio de emergencia de huéspedes y parasitoídes, signos externos de depredación y, b) De los huéspedes y parasitoídes: taxa, estado de desarrollo y número.

El 30% restante, conformado por cecidias con mayor desarrollo, se guardaron en forma individual en frascos de crianza, a excepción de los de hoja en que se guardó la unidad hoja, con el fin de obtener adultos de huéspedes y de parasitoídes. Los fras-

cos se sometieron a una revisión periódica para detectar los avances del desarrollo.

El contenido de agua se midió por el método gravimétrico, nitrógeno por el método de Kjeldhal y las cenizas mediante mufla.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En 17 especies de plantas hospederas se detectaron 27 tipos diferentes de cecidias (Tabla 1), 26 de las cuales eran nuevas para Chile (Sáiz y Núñez 1998). El conjunto involucra 9 familias de vegetales (Fig. 1), concentrando Asteraceae el 55% de las cecidias estudiadas y el 41% de las especies hospederas, pasando así a concentrar el 40,5% de las cecidias conocidas de la vegetación nativa de Chile.

En cuanto a distribución por zonas ecológicas, se manifiesta una definida tendencia a concentrarse en zonas de altura: Desierto Litoral (12,9%), Desierto Interior (6,4%), Tropical Marginal (48,4%) y Tropical de Altura (32,3%) (Tabla 1). En dichas zonas las cecidias permitirían a sus huéspedes obviar las limitantes del viento y de las bajas temperaturas. Otro factor que podría influir en esta tendencia es la presencia de metabolitos secundarios especiales en las plantas, la mayoría de las cuales son resinosas y aromáticas. Se ha demostrado que algunos aleloquímicos favorecen la diversidad y abundancia de cecidias (v. gr. tanino en cecidias de cinipiedros) (Fernandes y Price, 1991, 1992), debido al aumento de la resistencia a los parasitoídes. En consecuencia, la diversidad de cecidias guarda relación con la mayor intensidad de estrés hidrotérmico y con la altitud. Lo anterior se opone al planteamiento de Fernandes y Price (1991, 1992), el que aparentemente es válido solamente en ambientes templados y tropicales.

En el conjunto de las especies hospederas destacan *Baccharis petiolata* y *B. incarum* en cuanto a diversidad de cecidias y de órganos afectados, concentrando el 33,3% de las cecidias estudiadas. Esta concentración es concordante con los resultados de Fernandes et al (1996) quienes encuentran mayor diversidad de cecidias en especies de *Baccharis* neotropicales que viven en ambientes áridos.

Entre los huéspedes resaltan los órdenes Diptera (55,5%) y Lepidoptera (29,6%) para el conjunto de cecidias de la Segunda Región. La familia Cecidomyiidae concentra el 53,3% de los dípteros

TABLA 1
ESPECIES VEGETALES HOSPEDERAS DE CECIDIAS, ORGANO AFECTADO Y TAXA DE HUÉSPEDES Y PARASITOIDEOS DE LA II REGIÓN.

ZONAS ECOLOGICAS	HOSPEDEROS		HUESPEDES	
	Especies	Organo	Huésped *	Parasitoide sp
Desierto Litoral (DL)	<i>Nolana crassulifolia</i> <i>Nolana crassulifolia</i> <i>Euphorbia lactiflua</i> <i>Nicotiana solanifolia</i>	Rama Hoja Rama Fruto	Cecidomyiidae: <i>Rhopalomyia</i> sp y n.gen. Cecidomyiidae: <i>Rhopalomyia</i> sp Cecidomyiidae: n. gen Lepidoptera	Chalcidoidea 2 Chalcidoidea 1 Chalcidoidea 1 Chalcidoidea 1
Desierto Interior (DI)	<i>Schinus molle</i> <i>Pluchea absinthioides</i>	Hoja Rama a	Psylloidea: <i>Calophya schini</i> Tut. Tephritidae: <i>Acinia fucata</i> (Fabr.)	Chalcidoidea 1
Tropical Marginal (TM)	<i>Baccharis petiolata</i> <i>Baccharis petiolata</i> <i>Baccharis petiolata</i> <i>Baccharis petiolata</i> <i>Baccharis juncea</i> <i>Baccharis juncea</i> <i>Pluchea absinthioides</i> <i>Adesmia atacamensis</i> <i>Baccharis incurum</i> <i>Baccharis incurum</i> <i>Ephedra multiflora</i> <i>Acantholippia trifida</i> <i>Prosopis tamarugo</i> <i>Adesmia villanuevae</i> <i>Chuquiraga ulicina</i>	Hoja Hoja Bolsa Hoja Nervadura Botón Foliar Capítulo Rama Verruga Rama a Rama Rama Huso b Botón Foliar c Rama Rama Hoja Rama Botón Foliar d	Eriophyidae Lepidoptera Cecidomyiidae Cecidomyiidae Tephritidae: <i>Trupanea</i> sp ? Eriophyidae Tephritidae: <i>Acinia fucata</i> (Fabr.) Lepidoptera Lepidoptera Cecidomyiidae Lepidoptera Lepidoptera Eriophyidae Lepidoptera Diptera	Chalcidoidea 1 Chalcidoidea 2 Chalcidoidea 1 Chalcidoidea 1 Chalcidoidea 1 Chalcidoidea 1 Chalcidoidea 1 Chalcidoidea 1 Chalcidoidea 2 Chalcidoidea 1 Chalcidoidea 2 Chalcidoidea 1 Chalcidoidea 2 Chalcidoidea 1 Chalcidoidea 1
Tropical de Altura (TA)	<i>Parastrephia lepidophylla</i> <i>Parastrephia lepidophylla</i> <i>Parastrephia quadrangularis</i> <i>Baccharis incurum</i> <i>Baccharis incurum</i> <i>Baccharis incurum</i> <i>Baccharis incurum</i> <i>Chuquiraga ulicina</i> <i>Adesmia horrida</i> <i>Adesmia horrida</i>	Botón Foliar Rama Espuma Botón Floral Rama Espuma Botón Foliar c Rama Huso b Hoja Botón Foliar d Botón Floral Rama	Cecidomyiidae: n. gen Tephritidae Cecidomyiidae: <i>Rhopalomyia</i> sp ? Tephritidae: <i>Icericodes</i> sp ? Cecidomyiidae: <i>Rhopalomyia</i> sp Lepidoptera Cecidomyiidae: <i>Rhopalomyia</i> sp Diptera Diptera Lepidoptera	Chalcidoidea 1 Chalcidoidea 1 Chalcidoidea 2 Chalcidoidea 2 Chalcidoidea 1 Chalcidoidea 1

* Determinación de Cecidomyiidae por Dr. R. Gagné

La misma letra indica el mismo tipo de cecidia

Tephritidae: identificación según Malloch (1933), Nomenclatura según Foote (1967). *Acinia fucata* (Fabr.) (= *Urophora tessariae* Kief. y Jörg.)

cecidiógenos, mientras que Tephritidae es responsable del 33,3% de ellos, siendo muy probable que los dos casos en que no se ha identificado con certeza la familia correspondiente del díptero huésped

esta sea Cecidomyiidae¹. De acuerdo a Gagné (1994), el género *Rhopalomyia* sería dominante en la zona estudiada. Este género es eminentemente holártico (135 sp) y básicamente asociado a Asteraceae. Nueve especies son neotropicales formando cecidias en diferentes familias vegetales (2 en Asteraceae), a las que habría que agregar las de este trabajo. Es también el orden Diptera quien afec-

¹ El Dr. R. Gagné, quien estudia nuestros cecidómidos plantea respecto a nuestro material: "They appear to be all new species either in known or unknown genera. In short, all of what you have is new to science".

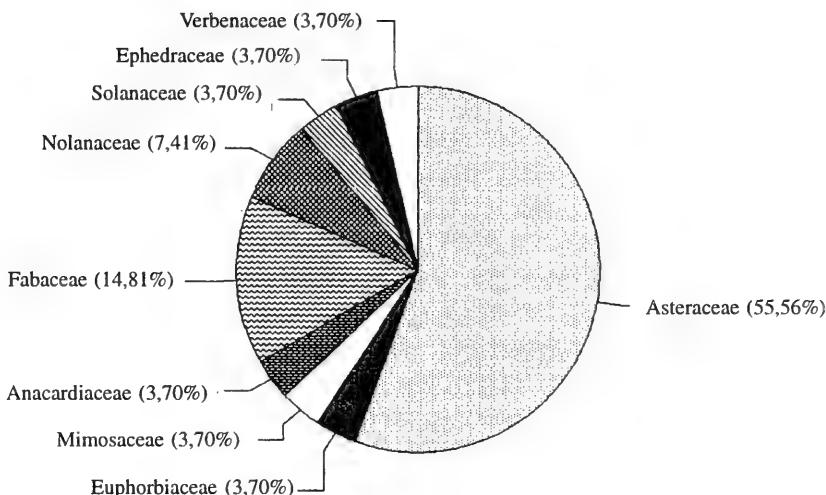


Figura 1. Distribución de cecidias según familias hospederas.

ta a una mayor diversidad de órganos vegetales y el que está presente en todas las zonas ecológicas estudiadas (Tabla 1 y Figs. 2 y 4). Los parasitoides, con una o más especies por tipo de cecidia, se han detectado en el 61,3% de los casos, convirtiéndose en un evidente factor de mortalidad.

Los órganos más afectados son: rama (44,4%), hoja (33,3%) y botón foliar (18,5%). Es destacable

que las cecidias derivadas de botón foliar se encuentran sólo en las zonas de altura (Tropical Marginal y Tropical de Altura) y que las de rama lo hagan preferentemente en dichas zonas. Las situaciones menos frecuentes corresponden a fruto (*Nicotiniana solanifolia*) y flor (*Baccharis junccea*) (Tabla 1 y Fig. 3)

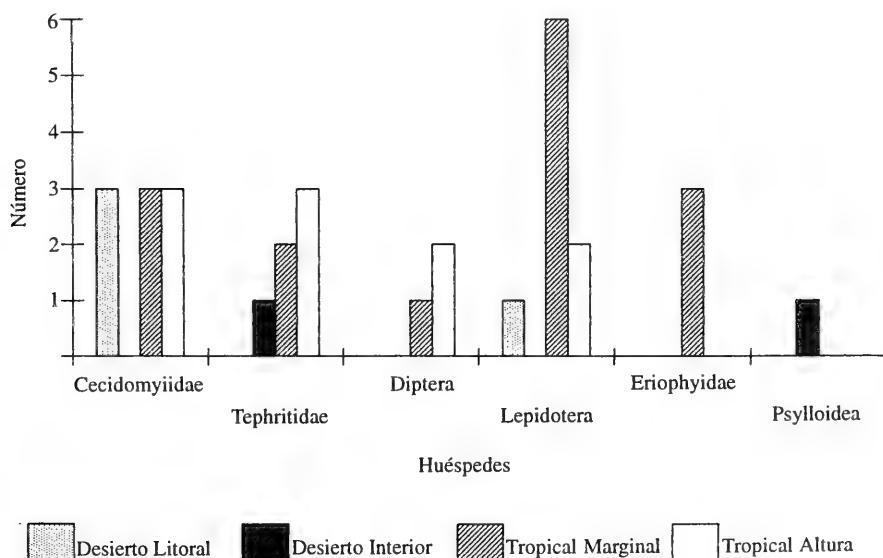


Figura 2. Distribución de cecidias según tipo de huespedes y zonas ecológicas.

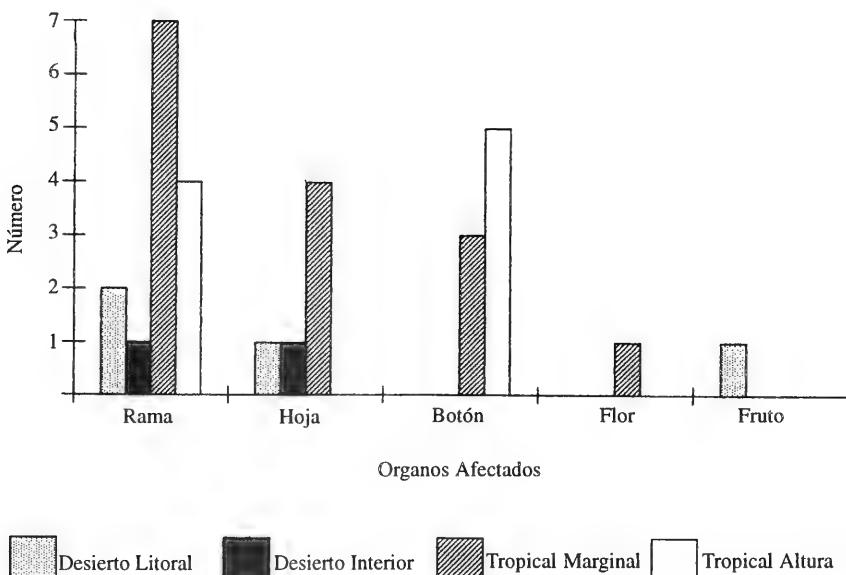


Figura 3. Distribución de cecidias según órgano afectado de la planta hospedera y zonas ecológicas.

En cuanto a la relación huésped-órgano vegetal, la familia Cecidomyiidae afecta a hojas, botones y ramas, mientras que Tephritidae lo hace básicamente en rama. Lepidoptera genera cecidias casi exclusivamente en ramas y predominantemente de tipo lisenquímático, especialmente en Asteraceae, Fabaceae y Verbenaceae. Por su parte, Eriophyidae desarrolla cecidias verrucosas en hojas y ramas (Fig. 4).

Altitudinalmente la oferta nutricional de las plantas es decreciente tanto para agua como para nitrógeno y cenizas, siendo menos evidente para nitrógeno. Comparados los contenidos nutricionales de las plantas hospederas de cecidias con las no hospederas se constata que, en general, los contenidos de agua de las primeras son superiores al promedio de las no hospederas. Algo similar ocurre con el

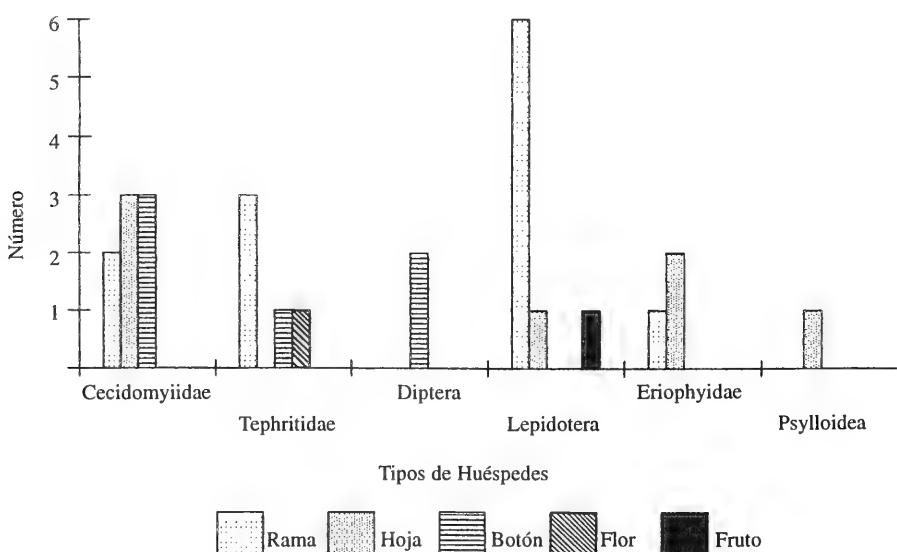


Figura 4. Relación entre tipo de huéspedes y órgano afectado de la planta hospedera.

CUADRO 2
CONTENIDOS PORCENTUALES DE AGUA, NITRÓGENO Y CENIZAS DE PLANTAS HOSPEDERAS DE CECIDIAS POR ESPECIE, ZONA ECOLÓGICA VERSUS PLANTAS NO HOSPEDERAS.

ZONAS	ESPECIES	Agua				Nitrógeno				Cenizas			
		HO	NHO	H	T	HO	H	T	H	HO	H	T	H
DL	<i>Nolana crassifolia</i>	80,5	-	75,6 (n = 21)	-	1,16	0,97	1,76 (n = 21)	1,09 (n = 22)	38,9	27,3	24,9 (n = 21)	13,1 (n = 22)
	<i>Euphorbia lacistema</i>	77,3	-			2,12	1,57			16,8	9,7		
	<i>Nicotiana solanifolia</i>	89,4	-			3,12	2,69			19,1	14,1		
DI	<i>Schinus molle</i>	-	-	52,3 (n = 1)	-	-	-	1,40 (n = 1)	0,79 (n = 2)	-	-	24,3 (n = 1)	11,6 (n = 2)
	<i>Pluchea absinthoides</i>	72,9	-			1,36	0,70			23,5	14,3		
TM	<i>Baccharis petiolata</i>	70,1	-	56,9 (n = 14)	-	1,46	1,38	1,59 (n = 14)	1,01 (n = 12)	9,2	6,2	19,2 (n = 14)	8,1 (n = 12)
	<i>Baccharis juncea</i>	80,7	-			1,67	1,35			15,3	8,0		
	<i>Baccharis incarum</i>	55,2	-			1,50	1,02			6,6	5,1		
	<i>Pluchea absinthoides</i>	62,4	-			1,08	0,65			22,5	10,6		
	<i>Chuquiraga ulicina</i>	40,1	-			0,68	0,55			3,9	3,9		
	<i>Adesmia atacamensis</i>	59,0	-			1,93	1,16			15,1	6,0		
	<i>Adesmia villanuevae</i>	49,6	-			2,10	0,82			10,2	3,4		
	<i>Ephedra multiflora</i>	-	-			-	1,08			-	5,5		
	<i>Prodotis tamarugo</i>	57,2	-			1,92	0,94			11,0	3,2		
	<i>Acantholippia trifida</i>	43,3	-			1,65	0,64			8,9	3,1		
	<i>Parastrephia lepidophylla</i>	42,2	-	35,5 (n = 11)	-	0,79	0,72	1,15 (n = 11)	0,93 (n = 9)	3,9	3,9	10,9 (n = 11)	6,2 (n = 9)
	<i>P. quadrangularis</i>	40,9	-			0,72	0,77			4,9	3,9		
TA	<i>Baccharis incarum</i>	41,2	-			0,86	0,62			5,7	4,2		
	<i>Chuquiraga ulicina</i>	29,9	-			0,85	0,58			10,3	4,9		
	<i>Adesmia horrida</i>	42,3	-			1,29	0,85			9,1	3,6		

HO= Planta hospedera; NHO= Planta no hospedera; H= Hoja; T= Tallo; n = nº de especies consideradas

contenido de nitrógeno, al menos en las zonas ecológicas más bajas, tendiendo a ser contrario en altura. Una situación inversa tiende a darse en cuanto a la cantidad de cenizas (Tabla 2). Considerando que la importancia del nitrógeno como nutriente atrayente para los agentes cecidiógenos puede ser neutralizada por la presencia de minerales (cenizas) se analiza la razón "Nitrógeno/Cenizas", com-

probándose que los agentes cecidiógenos muestran preferencia por las especies vegetales con valores más altos de la razón (Figs. 5 y 6). Ello indicaría un mejor aprovechamiento del nitrógeno aunque su valor absoluto no sea el más alto. Por otra parte, se ha comprobado que las cecidias presentan una mayor concentración de nitrógeno soluble que el órgano vegetal en que se desarrollan (Raman, 1993).

TABLA 3
RELACIÓN ENTRE PLANTAS HOSPEDERAS Y CECIDIAS PRESENTES EN VARIOS AMBIENTES.

Variables	Especies vegetales hospederas presentes en más de una localidad (Asteraceae)							
	<i>Pluchea absinthioides</i>			<i>Baccharis incarum</i>			<i>Chuquiraga ulicina</i>	
	D.L.	T.M.		T.M.	T.A.		T.M.	T.A.
	La Unión	Lasana	Salar	Caspana	Ascotán	Qda. Chita	Calama-S.Pedro	Ascotán
Plantas hospederas								
Abundancia	+	+++	++	+	++	++++	+	+++
Altura (cm)	161,13	90,22	78,18	73,63	61,13	67,95	37,27	40,00
pH suelo	7,96	7,51	8,15	7,08	4,79	5,36	7,25	4,49
Aqua hojas %	72,9	78,8	62,3	55,2	53,1	55,1	40,1	37,3
Nitrógeno / Cenizas								
Hojas	0,058	0,047	0,017	0,227	0,166	0,172	0,173	0,069
Tallo	0,049	0,073	0,032	0,197	0,126	0,276	0,144	0,113
Cecidias	De rama			Botón (A en Sáiz y Núñez 1998)			De rama	
Largo	10,80	8,20	9,77	9,28	8,45	8,6	7,54	8,81
Ancho	5,37	4,73	6,37	4,79	5,33	5,55	5,87	6,78

DL: Desierto Litoral; DI: Desierto Interior; TM: Tropical Marginal; TA: Tropical de Altura

Para evaluar en alguna medida el efecto de las condiciones ambientales y las características de los hospederos en el desarrollo de las cecidias se analizaron tres casos de especies hospederas presentes en más de una localidad y región ecológica.

A) *Pluchea absinthioides* vive en ambientes ligeramente alcalinos significativamente diferentes, presentando evidente disminución de la talla en función del aporte hídrico. En el caso del Desierto Interior corresponde a una situación de alto aporte hídrico artificial y Lasana por cercanía de río. Esta situación lleva a diferencias significativas en la talla de las correspondientes cecidias (Tablas 3 y 4),

las que se relacionan con la disminución de la razón Nitrógeno/Cenizas.

B) *Baccharis incarum* vive en ambientes que van de neutros a decididamente ácidos (significativamente diferentes), lo que no conlleva diferencias en la talla de las plantas. Solamente las cecidias de Caspana (ambiente más higrófilo) tienden a diferenciarse de las zonas de altura (Tablas 3 y 4).

C) *Chuquiraga ulicina* muestra las mismas características de *B. incarum* en cuanto a pH del suelo y talla, difiriendo significativamente la talla de las cecidias (Tablas 3 y 4).

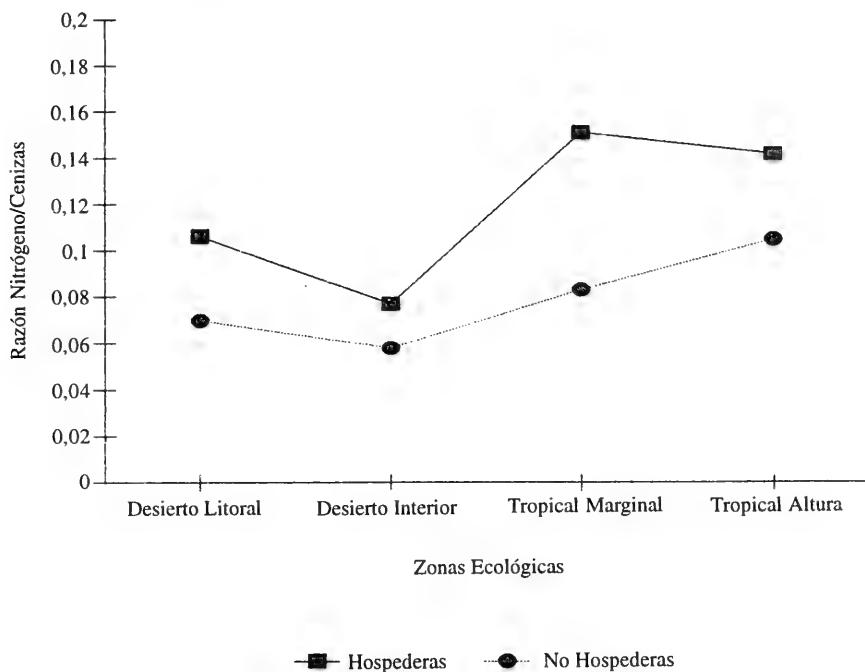


Figura 5. Comparación de la relación Nitrógeno/Cenizas en hojas de plantas hospederas y no hospederas.

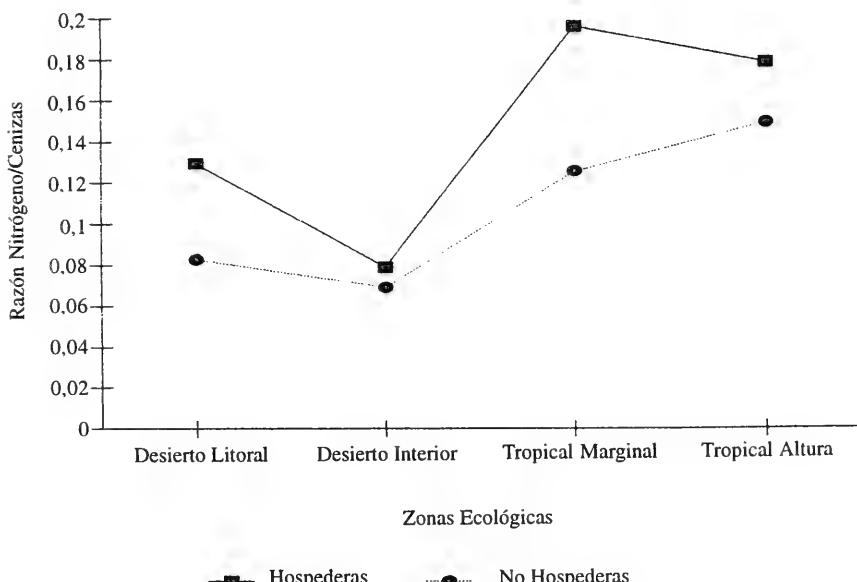


Figura 6. Comparación de la relación Nitrógeno/Cenizas en tallos de plantas hospederas y no hospederas.

TABLA 4
SIGNIFICACIÓN ENTRE VARIABLES DEL CUADRO 3.
(t Student, p=0,05)

	pH \ Altura plantas hospederas			Ancho cecidias \ Largo cecidias		
<i>Pluchea absinthiooides</i>	La Unión	Lasana	Salar	La Unión	Lasana	Salar
La Unión		S	S		S	NS
Lasana	S		NS	S		S
Salar	S	S		S	S	
<i>Baccharis incarum</i>	Caspiana	Ascotán	Qda. Chita	Caspiana	Ascotán	Qda. Chita
Caspiana		NS	NS		S	NS
Ascotán	S		NS	S		NS
Qda. Chita	S	S		S	NS	
<i>Chuquiraga ulicina</i>	Calama- S. Pedro	Ascotán		Calama- S. Pedro	Ascotán	
Calama-S. Pedro		NS			S	
Ascotán	S					

CONCLUSIONES

Se establece el rol preponderante de la familia Asteraceae como sustrato para el desarrollo de las cecidias y dentro de ella del género *Baccharis*. Igualmente se establece el rol fundamental de Diptera como agente formador de cecidias, especialmente por sus familias Cecidomyiidae (género *Rhopalomyia*) y Tephritidae. Lepidoptera es el segundo agente formador. Los órganos afectados son, en orden decreciente: rama, hoja, botón foliar, flor y fruto. Cecidomyiidae afecta a la mayor diversidad de órganos, mientras que Lepidoptera lo hace casi exclusivamente en ramas.

La participación de los parasitoides como factor de mortalidad de huéspedes se destaca.

Se comprueba la hipótesis de que a mayor desfavorabilidad ambiental (mayor estrés hidrotérmico) mayor es la diversidad y abundancia de cecidias en el norte árido de Chile. Igualmente se confirmaría la hipótesis de la dependencia del desarrollo de las cecidias respecto de la disponibilidad de nitrógeno, especialmente medida por la razón Nitrógeno/Cenizas. Para una misma especie hospedera las condiciones ambientales influyen en el desarrollo de las cecidias.

LITERATURA CITADA

- ABRAHAMSON, W. & A. WEIS. 1987. Nutritional Ecology of Arthropod Gall Makers, en F. Slansky Jr. and Rodriguez (eds), Nutritional Ecology of Insects, Mites, Spiders and relate Invertebrates, pp. 235-258. Ed. John Wiley & Sons. New York: 235-258.
- ANANTHAKRISHNAN, T.N., 1984. Biology of Gall Insects. Oxford & I.B.H. Publishing Co., New Delhi.
- DI CASTRI, F., 1968. Esquisse écologique du Chili. Biol. Amér. Australie, 4:7-52.
- FELT, E. 1965. Plant Galls and Gall-Makers. Hafner Publishing Company, New York.
- FERNANDES, G. & P. PRICE, 1991. Comparison of Tropical and Temperate Galling Species Richness: The Roles of Environmental Harshness and Plant Nutrient Status; en Plant-Animal Interactions, P. Price, G. Fernandes, T. Lewinsohn y W. Benson (eds), pp. 91-115. Wiley Interscience Pub.
- FERNANDES, G. & P. PRICE, 1992. The adaptive significance of insect gall distribution: survivorship of species in xeric and mesic habitats. Oecologia, 90:14-20.
- FERNANDES, G., M. CARNEIRO, A. LARA, L. ALLAIN, G. ANDRADE, G. JULIAO, T. REIS & I. SILVA, 1996. Galling insects on neotropical species of *Baccharis* (Asteraceae). Tropical Zoology, 9: 315-332.
- FOOTE, R. 1967. A catalogue of the Diptera of the Americas south of the United States. 57. Family Tephritidae. Departamento de Zoología, Secretaria da Agricultura, São Paulo: 57.1-57.90.
- GAGNE, R., 1994. The gall midges of the neotropical Region. Cornell University Press, Ithaca.

- HAGEN, K., R. DADD & J. REESE, 1984. The food of insects. En Ecological Entomology, ed. C. Huffaker y R. Rabb (eds), pp. 79-112. John Wiley & Sons, New York.
- HOUARD, C., 1933. Les zoocecidies des plantes de l'Amérique du Sud et de l'Amérique Centrale. Lib. Scientifique Hermann et Cie., Paris.
- LAWTON, J. 1989: Plant architecture and the diversity of phytophagous insects. Ann. Rev. Entomol., 28: 23-39.
- MANI, M.S., 1964. Ecology of Plant Galls. Dr. W. Junk Publishers, The Hague.
- MALLOCH, J.. Diptera of Patagonia and South Chile, Part I. Fascicle 1, Acalyptrata 6(4):177-391, 7 pls. British Museum (Natural History), London.
- MATTSON, W. 1980. Herbivory in relation to plant nitrogen content. Ann. Rev. Ecol. Syst. II: 119-161.
- MAYNARD, L. y J. LOOSLI, 1978: Animal nutrition. McGraw-Hill, New York.
- MEYER, J. & H. MARESQUELLE, 1983. Anatomie des Galles. Gebrüder Borntraeger, Berlin.
- NÚÑEZ, C. & F. SAIZ, 1994. Cecidias en vegetación autóctona de Chile de clima mediterráneo. An. Mus. Hist. Nat. Valparaíso, 22: 57-80.
- RAMAN, A. 1993. Chemical ecology of gall insect-host plant interactions: substances that influence the nutrition and resistance of insects and the growth of galls. En T. Ananthakrishnan y A. Raman (eds) Chemical ecology of phytophagous insects, Science Publishers Inc.: 227-250.
- SÁIZ, F. & C. NÚÑEZ, 1997. Estudio ecológico de las cecidias de hoja y rama de *Schinus polygamus* y *S. latifolius* (Anacardiaceae), Chile. Acta Ent. Chilena, 21:39-53.
- SÁIZ, F. & C. CASTRO, 1997. Aspectos ecológicos de las cecidias de *Baccharis linearis* (R. et P.) Pers., en Chile Central. Acta Ent. Chilena, 21:55-67.
- SÁIZ, F. & M. PAZ, 1999. Aspectos ecológicos de las cecidias de *Baccharis salicifolia* (R. et P.) Pers., en Chile Central. An. Hist. Nat. Valparaíso, 24: 43-56.
- SÁIZ, F., A. MORALES & M. OLIVARES, 1999. Sobre el complejo de cecidias de *Colliguaja odorifera* Mol. (Euphorbiaceae). An. Mus. Hist. Nat. Valparaíso., 24: 57-74.
- SÁIZ, F. & C. NÚÑEZ, 1998. Cecidias del norte árido de Chile: Segunda Región. Descripción de 26 entidades nuevas. Rev. Chilena Ent., 25:55-67.
- SHORTHOUSE, J. & O. ROHFRITSCH (eds), 1992. Biology of insect-induced galls. Oxford University Press, New York
- WEIS, A., R. WALTON & C. CREGO, 1988. Reactive Plant Tissue Sites and the Population Biology of Gall Makers. Ann. Rev. Entomol., 33: 467-486.



REGISTRO DE UN NUEVO ÁFIDO INTRODUCIDO EN CHILE: *TAKECALLIS TAIWANUS* (TAKAHASHI) (HEMIPTERA: APHIDIDAE: DREPANOSIPHINAE)

WILFREDO L. GONZÁLES¹, EDUARDO FUENTES-CONTRERAS^{1,2}, HERMANN M. NIEMEYER¹

RESUMEN

Una nueva especie de Drepanosiphinae, *Takecallis taiwanus* (Takahashi, 1926), fue detectada en Chile y por primera vez en la Región Neotropical. Los áfidos fueron colectados en el Área Metropolitana asociados a plantas de la subfamilia Bambusoideae (Poaceae). Características morfológicas y biológicas de esta especie son revisadas brevemente.

ABSTRACT

A new species of Drepanosiphinae, *Takecallis taiwanus* (Takahashi, 1926), was detected in Chile and for first time in the Neotropical Region. The aphids were collected in the Área Metropolitana associated to plant of the subfamily Bambusoideae (Poaceae). Morphological characters and biological features of this species are briefly reviewed.

TAKECALLIS TAIWANUS (TAKAHASHI, 1926) (Figuras 1A-D)

= *Myzocallis taiwanus* Takahashi, 1926: 160
= *Theroaphis tectae* Tissot, 1932: 11 (en
Remaudière & Remaudière, 1997)

El género *Takecallis* está estrechamente relacionado con el género *Myzocallis*, pero puede ser distinguido de éste por los siguientes caracteres: la relación entre la longitud del proceso terminal y de la base del VI antenito es casi 1:1, el rostro corto apenas alcanza el borde posterior de la coxa anterior, el clípeo en forma alargada y el segmento abdominal VIII con 2 a 4 setas (Higuchi, 1972).

Caracterización morfológica

Sólo se presentan hembras aladas vivíparas (figura 1A); cuerpo oblongo de 1,4 a 2,3 mm de lon-

gitud incluida la cauda. Cabeza lisa, sin tubérculos antenales, con 4 pares de setas ventrales.

Longitud antenal aproximadamente 0,8 veces el largo del cuerpo incluyendo la cauda. Antenitos I y II con tres setas finas y agudas. Antenito III algo imbricado, con 8 a 13 setas finas y cortas, y usualmente con 5 ó 6 rinarias secundarias acomodadas en el tercio basal. Los antenitos del IV al VI están imbricados. La longitud relativa al largo total de la antena de los antenitos está en la relación aproximada de: I-4,8; II-4,2; III-34,5; IV-19,8; V-18,3; VI-10,3 + 9,7; de acuerdo a lo señalado por Higuchi (1968) (Figura 1B). Rostro corto, alcanzando apenas el borde posterior de la coxa anterior; último segmento 0,6 veces la longitud del segundo tarsito del tercer par de patas, con 7-9 setas. Lámina mandibular con 1 ó 2 setas, clípeo con un par de setas anteriores (Figura 1C).

Tibia posterior con muchas setas finas, con 4 espinas delgadas hacia el ápice. Segmento I de todos los tarsos con 5-7 setas. Segmentos abdominales I a IV con tubérculos imbricados, especialmente grandes en I y II. Los segmentos V y siguientes con tubérculos frecuentemente pequeños e inconspicuos. Tubérculos abdominales con una seta.

¹Departamento de Ciencias Ecológicas, Facultad de Ciencias, Universidad de Chile, Casilla 653, Santiago, Chile

²Dirección actual, Departamento de Producción Agrícola, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad de Talca, Casilla 747, Talca, Chile.

(Recibido: 29 de enero de 1999. Aceptado: 20 de mayo de 1999)

La parte ventral de cada segmento abdominal con muchas setas puntiagudas o finas, y el segmento VI con 18 a 24 setas ventrales. Cornículos cortos y sin setas (Figura 1D), 0,5 a 0,7 veces el largo del antenito I. Cauda en forma de tapón, con 14 a 16 setas. Placa anal bilobulada y placa genital con 17 a 20 setas (Figura 1E).

Aspectos biológicos y antecedentes de la colecta

Se han encontrado únicamente hembras vivíparas aladas principalmente de color verde y otras de color anaranjado. Se ubican en las hojas jóvenes, aún enrolladas y sobre nuevos brotes de bambúes. $2n = 16$ (Blackman & Eastop, 1984).

En octubre de 1998, se colectaron ejemplares de *T. taiwanus* sobre *Phyllostachys aurea*. Este bambú es usado como planta ornamental (Parodi, 1959) en parques y jardines de la Región Metropolitana de Santiago, así como en los campus Juan Gómez Millas y Antumapu de la Universidad de Chile (Santiago). Las colonias encontradas son densas, de aproximadamente 100 individuos, en los tejidos jóvenes de la planta. Los niveles de actividad de parasitoides *Lysiphlebus testaceipes* (Cresson) y de coccinélidos depredadores fueron altos.

Plantas hospederas

T. taiwanus ha sido reportado en *Sasa* spp, *Arundinaria anceps*, *Arundinaria gigantea*, *Phyllostachys dulcis*, *Phyllostachys nigra* y *Phyllostachys castukkinis* (Blackman & Eastop, 1994), todas especies de la subfamilia Bambusoideae (Poaceae).

Distribución geográfica

T. taiwanus, al igual que las otras especies del

género *Takecallis*, podría ser de origen Oriental o del Paleártico-este (Higuchi, 1968). Fue citado para Japón y China por Higuchi (1968). Posteriormente, ha sido reportado como especie introducida a Nueva Zelanda, Sudáfrica, Europa y E.E. U.U. de Norteamérica (Blackman & Eastop, 1994). El presente trabajo corresponde al primer registro en la Región Neotropical.

AGRADECIMIENTOS

El presente trabajo fue realizado gracias al apoyo de LANBIO (Latin American Network for Research on Bioactive Natural Compounds), IPICS (International Program in the Chemical Sciences at Uppsala University) y la Cátedra Presidencial en Ciencias otorgada a Hermann M. Niemeyer.

LITERATURA CITADA

- BLACKMAN, R.L. & V. F. EASTOP. 1984. Aphids on the world's crops. John Wiley & Sons, New York.
- BLACKMAN, R.L. & V. F. EASTOP. 1994. Aphids on the world's trees. An identification and information guide. CAB International, Wallingford.
- HIGUCHI, H. 1968. A revision of the genus *Takecallis* Matsumura (Homoptera: Aphididae). Insecta Matsumurana 31: 25-33.
- HIGUCHI, H. 1972. A taxonomic study of the subfamily Callipterinae in Japan (Homoptera: Aphididae). Insecta Matsumurana 35:19-126.
- PARODI, L. R. 1959. Descripción de las plantas cultivadas. Enciclopedia argentina de agricultura y jardinería (Vol. I). Editorial ACME S.A.C.I. Buenos Aires.
- REMAUDIÈRE, G.N. & M. REMAUDIÈRE. 1997. Catalogue des Aphididae du monde. Institut National de la Recherche Agronomique, París.
- TAKAHASHI, R. 1926. The aphids of *Myzocallis* infestating bamboo. Proceedings of the Entomological Society of Washington 28: 159-162

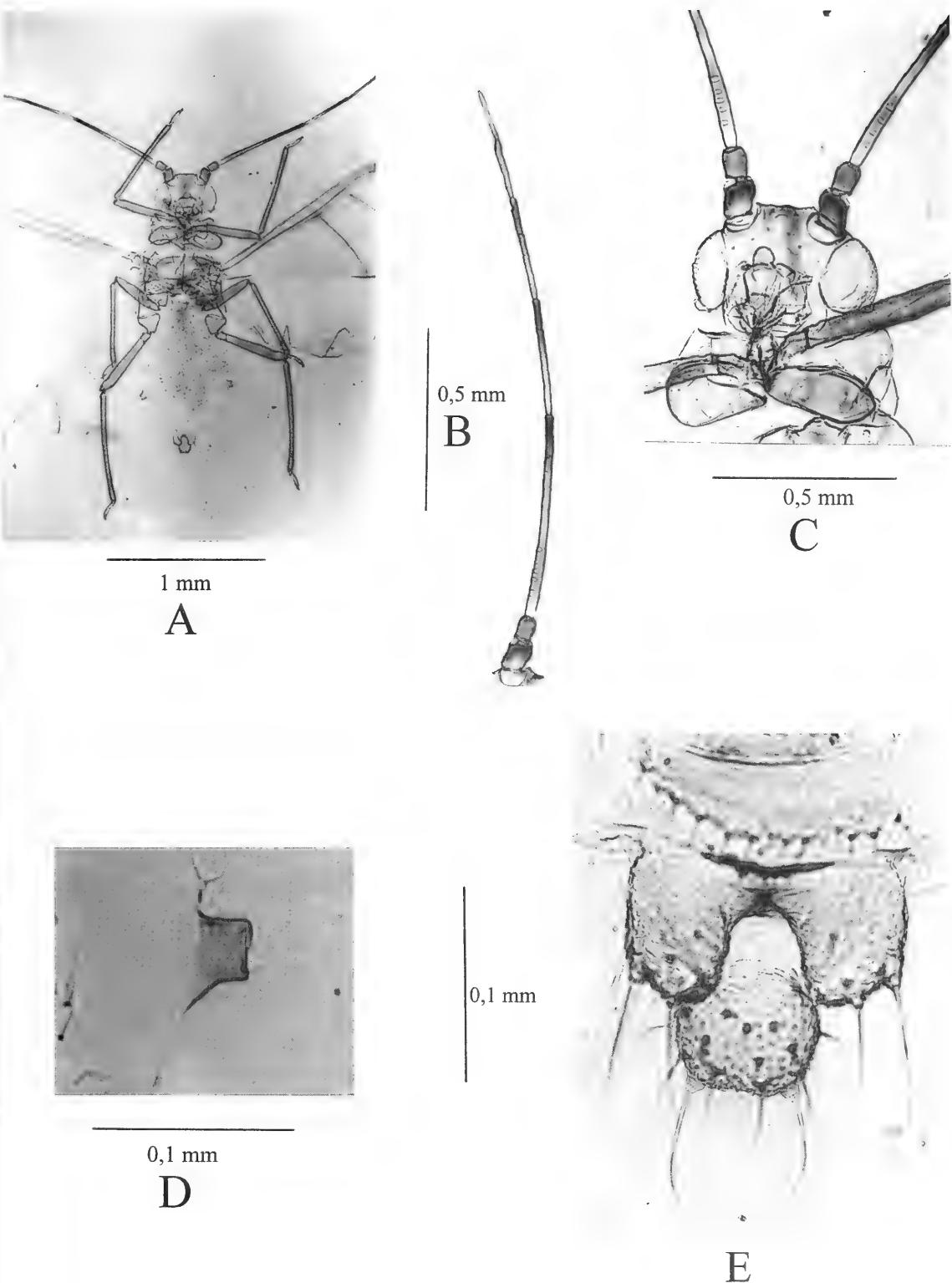


Figura 1A-D: *Takecallis taiwanus*. A, hembra adulta alada; B, antena; C, cabeza; D, cornículo; E, cauda, placa anal y placa genital.



BLASTOPSYLLA OCCIDENTALIS TAYLOR (HEMIPTERA: PSYLLIDAE), A NEW INTRODUCED EUCALYPT PEST IN CHILE

DANIEL BURCKHARDT¹ AND MARIO ELGUETA²

ABSTRACT

Blastopsylla occidentalis Taylor is reported for first time from Chile, based upon collections on *Eucalyptus globulus* in localities of the 5th Region (Los Andes and San Felipe Provinces). Adult and larva are described and figured, and locality and date records are given.

Key words: Hemiptera, Psyllidae, pest, eucalypts, Chile, taxonomy, distribution.

RESUMEN

Se establece por primera vez la presencia de *Blastopsylla occidentalis* Taylor en Chile Central, Quinta Región (Provincias de Los Andes y San Felipe). Se entrega una descripción del adulto y larva, incluyendo figuras, aportando los registros de distribución y de presencia temporal sobre su hospedero: *Eucalyptus globulus*.

Palabras clave: Hemiptera, Psyllidae, plagas, eucaliptos, Chile, taxonomía, distribución.

INTRODUCTION

Eucalypts are planted for a variety of uses in many warmer regions throughout the world. Recently, the surface of eucalypt plantations has greatly increased in South America. In Chile e.g. eucalypts covered over 300'000 ha in 1996. In their native range in Australia eucalypts bear a diverse insect fauna. Some of these insects have become pests. The subfamily Spondylaspidae, a group of jumping plant-lice or psylloids, is diverse on Myrtaceae and eucalypts in particular. A few species have become established outside Australia and are responsible for sometimes severe damage to plantations (Burckhardt, 1998). Up to a few years ago the eucalypt psyllids were unknown, and probably absent, from South America. Since 1995

three species have become established in Brazil and two in Uruguay (Burckhardt *et al.*, 1999). One of them, *Blastopsylla occidentalis* Taylor, was discovered in February 1999 in Chile.

The present paper records the distribution of *B. occidentalis* in Chile. The adult and larval morphology are described, diagnostic characters are illustrated and differences to other taxa are discussed with the aim to help entomologists recognising the species.

MATERIAL AND METHODS

The material recorded here is deposited in the Museo Nacional de Historia Natural, Santiago, and the Naturhistorisches Museum, Basel. Morphological terminology follows Ossiannilsson (1992). Drawings and measurements (in mm) were made from slide mounted specimens.

Adult description: Coloration. Head and thorax yellow with dark pattern as follows: a longitudinal stripe along outer side of genal processes; vertex with transverse band along anterior margin,

¹ Naturhistorisches Museum, Augustinergasse 2, CH-4054 Basel, Switzerland.

² Museo Nacional de Historia Natural, Casilla 787, Santiago-Chile.

(Recibido: 7 de octubre de 1999. Aceptado: 30 de noviembre de 1999)

longitudinal bands along lateral margins, and semicircular dot in the middle on either side of midline; four dots on the pronotum; two oval dots along foremargin of mesothoracic praescutum; five broad longitudinal stripes on mesothoracic scutum; entire abdominal tergites. Antennae greyish brown, segments 9 and 10 almost black. Forewings with light brown veins and greyish membrane, darker along outer and posterior margin. Genitalia of male yellow, of female dark brown with yellow base of subgenital plate. Males predominantly yellow, females with more extended dark coloration.

Structure. Head (fig. 2) as wide as thorax, strongly inclined from longitudinal body axis. Vertex trapezoidal, shortly setose, more or less evenly covered in microsculpture; genal processes shorter than vertex along mid-line, irregularly tapered, bearing a small blunt apical tubercle. Preocular sclerite forming small tubercle. Antenna (fig. 3) short, 0.96-0.98 times head width; with each a subapical rhinarium on segments 4, 6, 8 and 9; segment 10 bearing a short truncate and a long curved seta. Ultimate two rostral segments 0.31-0.32 times as long as head width. Forewing (fig. 1) elongate, 2.42-2.48 as long as wide, 2.64-2.90 times as long as head width, vein R_s weakly curved. Surface spinules present in all cells; apart from basal cells forming hexagonal pattern, leaving narrow spinule-free stripes along the veins. Metacoxa without meracanthus but with angular hump; metafemur with an inner apical lobe at tibial insertion, outer apical margin straight; metatibia 0.42-0.52 times as long as head width, strongly inflated towards apex, lacking a basal spine, bearing

2+3 small sclerotised apical spurs; metatarsus with 1 outer, claw-like sclerotised spur.

Male genitalia as in figs 4, 5, sparsely covered in relatively long setae. Proctiger 2-segmented, proximal segment with narrow lateral lobes which are longer than distal segment, 0.49 times as long (measured from base of distal to apex of proximal segment) as head width. Paramere lamellar, curved backwards, outer face covered in long setae, inner face with some long setae basally, with a row of 5-7 heavily sclerotised pegs along foremargin in apical two thirds, with a group of 15-18 moderately sclerotised pegs apically, 0-6 sclerotised pegs along hind margin and a row of moderately long setae in the middle along hind margin. Basal portion of aedeagus broadly rounded proximally, straight distally; distal portion straight, apical inflation relatively short, oval; sclerotised end tube of ductus ejaculatorius S-shaped.

Female genitalia (fig. 6) cuneate, sparsely covered in relatively long setae. Proctiger 0.76 times as long as head width, 4.22 times as long as subgenital plate, 1.81 times as long as circumanal ring, with strongly concave dorsal outline, apex separated from base by a membranous portion in apical three quarters, narrowly rounded apically. Subgenital plate weakly curved ventrally, acute apically. Valvula dorsalis with a row of dorso-apical teeth, valvula ventralis weakly sinuous, smooth (fig. 7).

Measurements. Head width 0.47-0.52; antenna length 0.45-0.51; forewing length 1.24-1.51; male proctiger length (measured from base of distal to apex of proximal segment) 0.23; paramere length

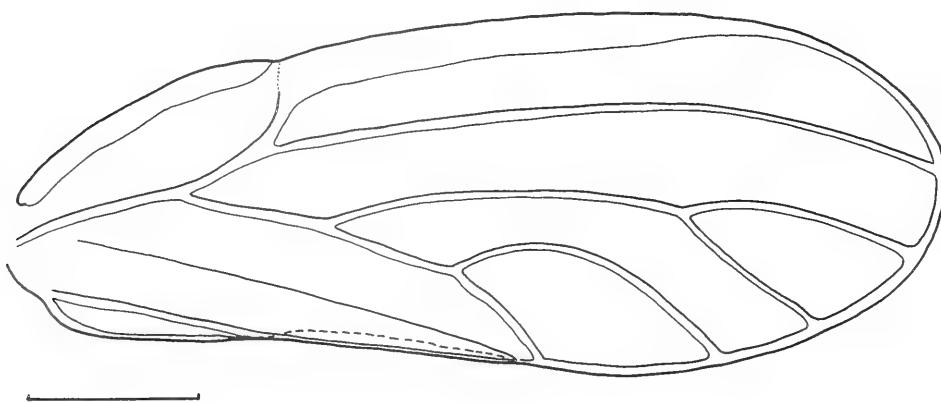
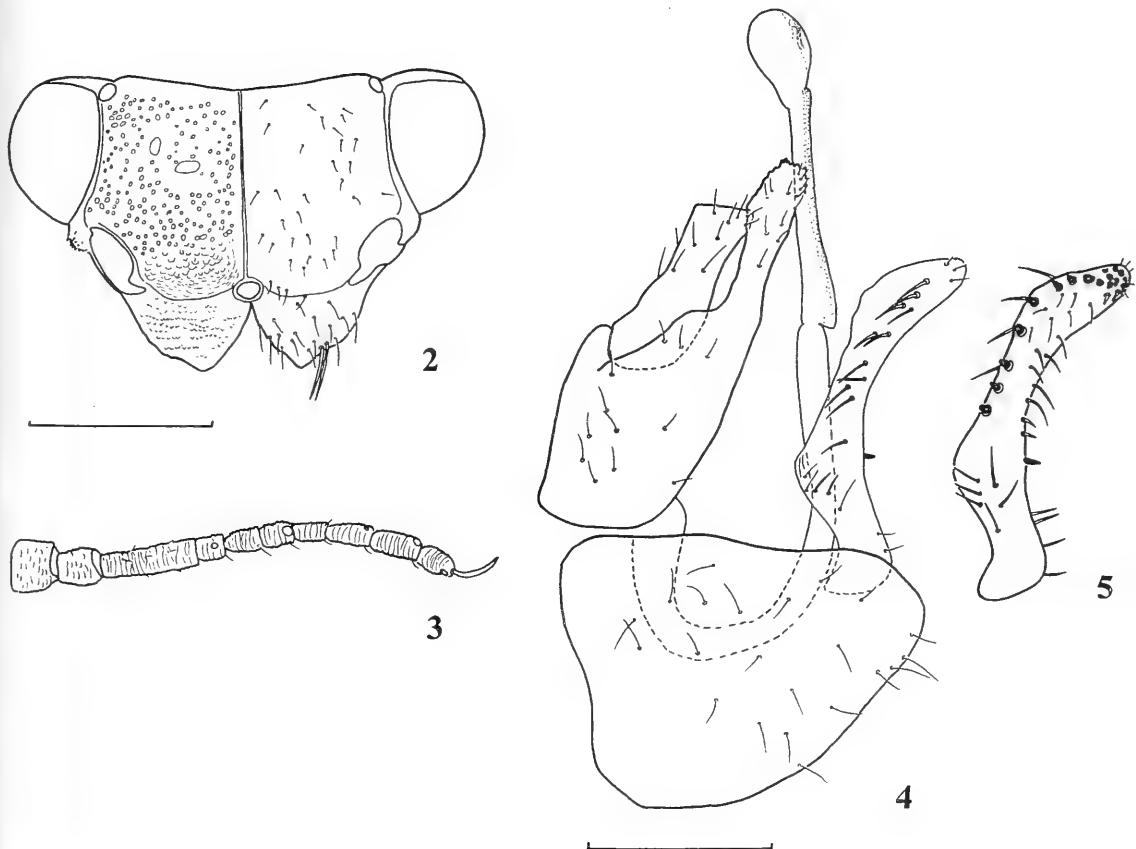


Figura 1. Forewing of female (scale 0,3 mm).



Figuras 2-5. 2. Head, dorsal aspect, of female (scale 0.2 mm). 3. Antenna of female (scale 0.2 mm). 4. Male genitalia, in profile (scale 0.1 mm). 5. Paramere, in profile, inner face (scale 0.1 mm).

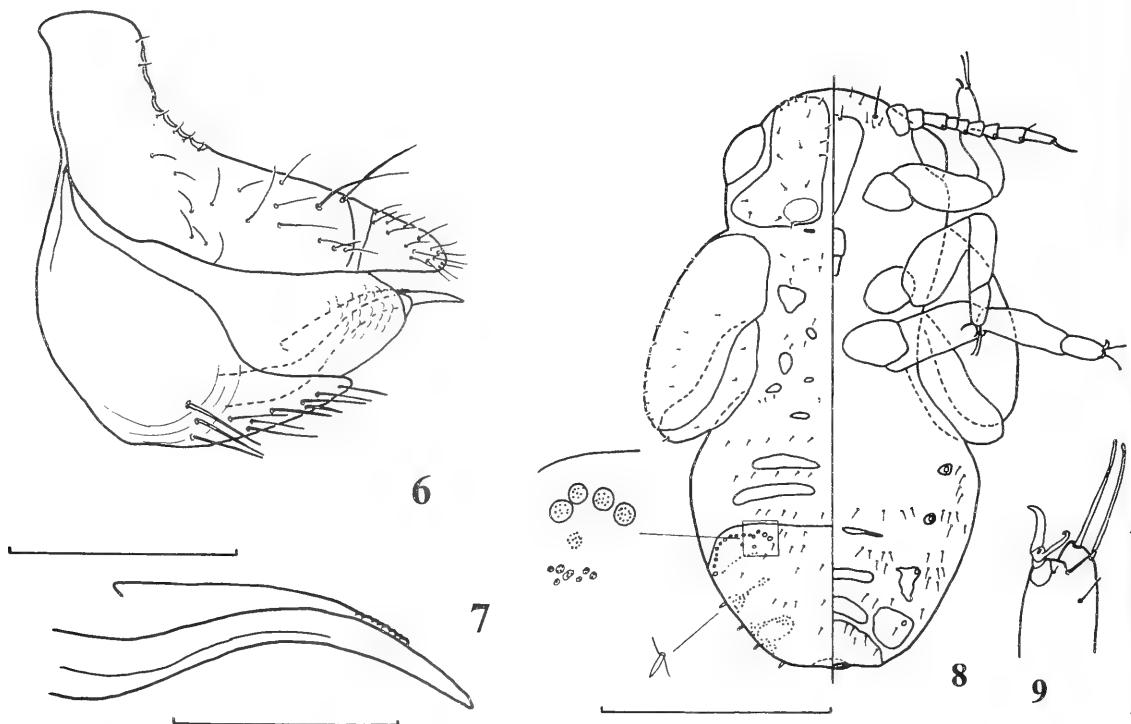
0.20; length of distal segment of aedeagus 0.17; female proctiger length 0.40.

Last instar larva description: Coloration. Yellowish with antennal tips brown to dark brown.

Structure. Body (fig. 8) elongate, shortly setose. Thoracic tergites small. Forewing buds without humeral lobes, lacking specialised setae. Antennae 9-segmented, bearing a single subapical rhinarium on each of segments 3, 5, 7 and 8, segment 9 with a short truncate and a long curved seta. Caudal plate irregularly rounded, truncate apically, bearing 8-10 marginal lanceolate setae on each side. Anus terminal, circumanal ring small, consisting of a single row of pores. Additional pore fields present consisting of 1+1 transverse, lateral rows of 11-15 circular, margined areas along foremargin, and 3+3 transverse, lateral rows or groups of pores lacking

the margined circular arrangement and, therefore, appearing fainter. Tarsi with outer apical tubercle bearing 2 long setae, claws in subapical position, small (fig. 9). Tarsal arolium very small and membranous, often not visible (not drawn in fig. 9).

Comments. Within the Chilean psylloid fauna, *Blastopsylla* can be recognised by the angular metacoxae, lacking meracanthi as well as the terminal antennal segment bearing one curved long and one truncate short seta, in the adult, and the very membranous, hardly visible tarsal arolium combined with 9-segmented antennae and additional pore fields on the caudal plate in the larva. For a key to Chilean genera see Burckhardt (1994). *Blastopsylla* differs from other Spondyliaspidini by the very long posterior lobes



Figuras 6-9. 6. Female genitalia, in profile (scale 0.2 mm). 7. Inner and ventral valvulae, in profile (scale 0.1 mm). 8. Fifth instar larva; left dorsal view with details of pores and seta; right ventral view (scale 0.5 mm, details scale 0.1 mm). 9. Tarsal apex of fifth instar larva (scale 0.1 mm).

on the basal segment of the male proctiger and often in the presence of a single spur on the metabasitarsus. From *Ctenarytaina*, another spondyliaspideine genus whose introduction into Far Northern and Central Chile is also recent (Anonymous, 1999; González, 1999), *Blastopsylla* can be separated by the lack of an outer subapical comb of bristles on the mesotibia (Taylor, 1985).

Distribution and host plants: *Blastopsylla occidentalis* Taylor, 1985 was described from Western Australia, South Australia, New South Wales, Queensland, New Zealand and California. Subsequently it was reported from Mexico (Hodkinson, 1991) and Brazil (Burckhardt *et al.*, 1999).

According to Taylor (1985), *B. occidentalis* was collected on following *Eucalyptus* species (* species on which larvae were collected): *E. microtheca* F. Muell., *E. rufida* Endl., *E. gomphocephala* DC, *E. camaldulensis* Dehn., **E. platypus* Hook., **E.*

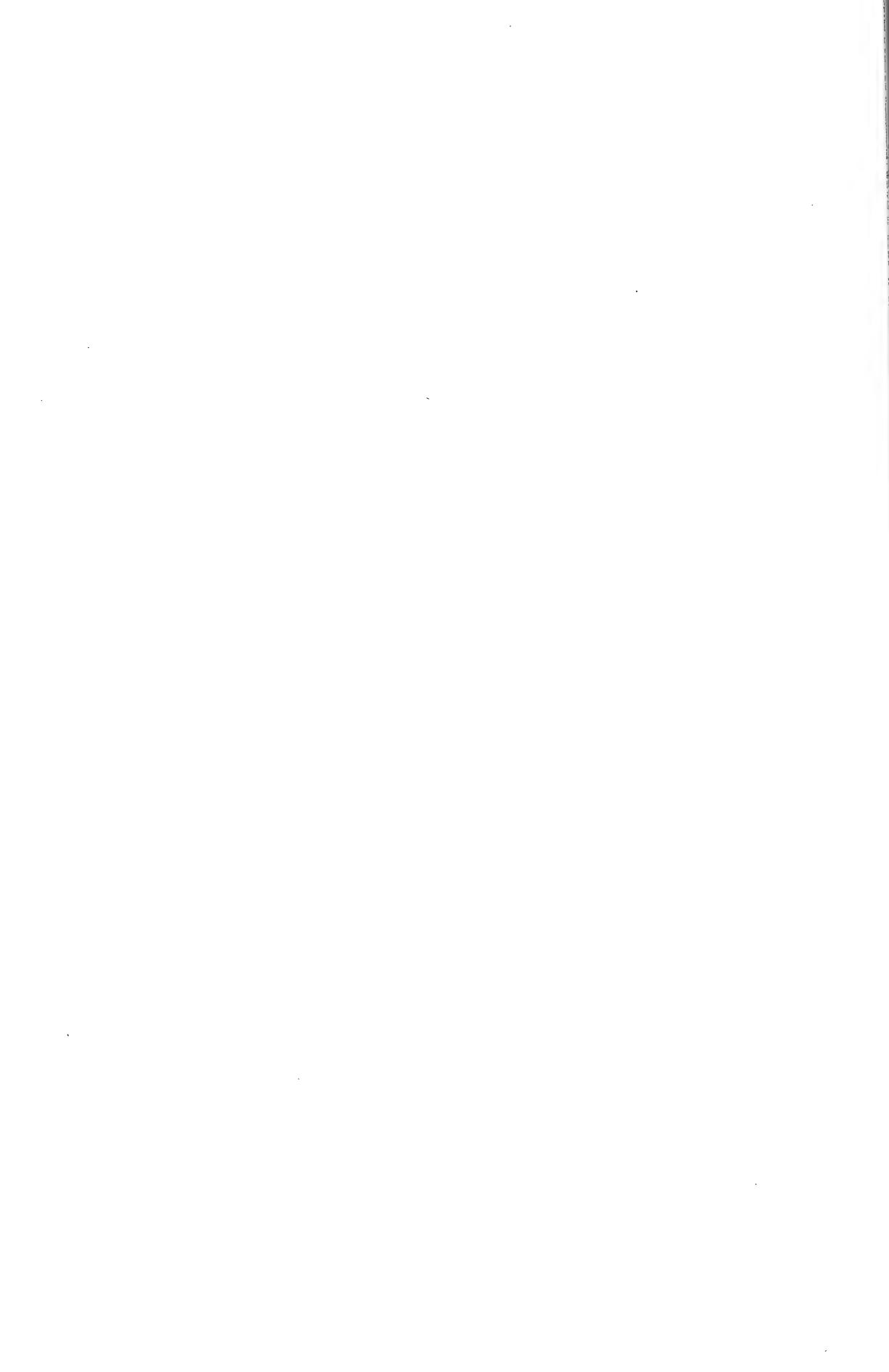
oleosa F. Muell., **E. forrestiana* Diels., *E. microneura* Maiden & Blakely, **E. nicholii* Maiden & Blakely, *E. spathulata* Hook. In the New World, the psyllid was collected on *E. spathulata* in California, on *E. sp.* in Mexico, on *E. urophylla* and hybrids of *E. urophylla* and *E. grandis* in Brazil, and on *E. globulus* in Chile.

In Chile *B. occidentalis* was recently founded in localities of the 5th Region: Los Andes Province, Los Graneros (32° 46' 22" S, 70° 35' 25" W), Los Quillayes (32° 50' 44" S, 70° 31' 51" W), El Castillo (32° 53' 08" S, 70° 38' 37" W), and San Felipe Province, Fundo 7 Amigos (32° 43' 59" S, 70° 44' 52" W); all collections on *Eucalyptus globulus* in January, February, May, June, September, October, November and December - 1999 by J. Mondaca, M. Guerrero and M. Elgueta. This record is added to the previous detection of *Ctenarytaina eucalypti* (Maskell), established in some localities of the Provinces of Arica and Iquique in the Far North of Chile, and Provinces of San Felipe and Los Andes in Central Chile.

Despite intensive field work by both authors, including sampling in eucalypt plantations, no eucalypt psyllids were found prior to 1999 (personal observations). Considering the large distance from the countries where *B. occidentalis* was previously recorded, its presence in Argentina is expected, as is that of *C. eucaleypti* in neighbouring areas of Peru and/or Bolivia.

LITERATURE CITED

- ANONYMOUS. 1999. SAG detecta nuevo insecto. CORMA, Revista Informativa de la Corporación Chilena de la Madera A.G., 271: 14.
- BURCKHARDT, D. 1994. Generic key to Chilean jumping plant-lice (Homoptera: Psylloidea) with inclusion of potential exotic pests. Revista Chilena de Entomología, 21: 57-67.
- BURCKHARDT, D. 1998. *Ctenarytaina eucaleypti* (Maskell) (Hemiptera, Psylloidea) neu für Mitteleuropa mit Bemerkungen zur Blattflohfauna von *Eucalyptus*. Mitteilungen der Entomologischen Gesellschaft Basel, 48(2): 59-67.
- BURCKHARDT, D., SANTANA, D. L. Q., TERRA, A. L., DE ANDRADE, F. M., PENTEADO, S. R. C., IEDE, E. T. & MOREY, S. S. 1999. Psyllid pests (Hemiptera, Psylloidea) in South American eucalypt plantations. Mitteilungen der Schweizerischen Entomologischen Gesellschaft, 72: 1-10.
- GONZÁLEZ E., P. 1999. *Ctenarytaina eucaleypti* Hem., Psyllidae. Informativo Fitosanitario, Servicio Agrícola y Ganadero (Chile), 10: 2 pp. (not paginated).
- HODKINSON, I. D. 1991. First record of the Australian psyllid *Blastopsylla occidentalis* Taylor (Homoptera; Psylloidea) on *Eucalyptus* (Myrtaceae) in Mexico. Pan-Pacific Entomologist, 67(1): 72.
- OSSIANNILSSON, F. 1992. The Psylloidea (Homoptera) of Fennoscandia and Denmark. Fauna Entomologica Scandinavica, 26, 346 pp.
- TAYLOR, K. L. 1985. Australian psyllids: A new genus of Ctenarytainini (Homoptera: Psylloidea) on *Eucalyptus*, with nine new species. Journal of the Australian entomological Society, 24: 17-30.



POLLINATION AND FRUIT PRODUCTION OF TWO SPECIES OF *ALSTROEMERIA* (AMARYLLIDACEAE) IN PURE AND MIXED PLANT PATCHES¹

ANDREA LOAYZA-FREIRE² AND RAÚL LOAYZA-MURO³

ABSTRACT

When a pollinator visits flowers of two or more species during a single foraging bout it may lose the pollen grains of one species while visiting another. However, some pollinators will visit the same plant species in a mixed plant patch, therefore increasing the probability of fruit and seed set. In the present study visit rates by insect pollinators to plants of *Alstroemeria ligu* L. and *A. angustifolia* Herb. growing together or in mixed patches were evaluated. Overall fruit and seed production and mortality was determined in pure and mixed patches. Insect visits to both species of *Alstroemeria* were significantly fewer in mixed patches. When both species grew together individuals of *A. angustifolia* were more visited than individuals of *A. ligu*. Seed and fruit production were approximately the same in mixed and pure patches, but the number of non-developed seeds was significantly higher for *A. angustifolia* when it grew in pure patches.

Key words: *Alstroemeria ligu*, *Alstroemeria angustifolia*, pollination, mixed patches.

RESUMEN

Cuando un polinizador visita flores de dos o más especies durante una visita, puede perder granos de polen de la primera especie cuando está visitando una segunda. Por otro lado, cuando los polinizadores visitan la misma especie de planta en un parche mixto, la probabilidad de generar frutos y semillas aumenta. En el presente estudio, se evaluó la tasa de visita por polinizadores a plantas de *Alstroemeria ligu* L. y *Alstroemeria angustifolia* Herb. que crecían en parches puros o mixtos, y también la producción de frutos y de semillas, y la mortalidad de estas últimas. Cuando ambas especies crecían juntas, los individuos de *A. angustifolia* fueron más visitados que los de *A. ligu*. La producción de frutos y semillas fue aproximadamente igual en parches puros y mixtos, pero el número de semillas que no se desarrollaron fue significativamente mayor en *A. angustifolia* cuando crecía en parches puros.

Palabras claves: *Alstroemeria ligu*, *Alstroemeria angustifolia*, polinización, parches mixtos.

INTRODUCTION

A pollinator that visits flowers of two or more

¹ This work was produced during the International Field Course on Insect-Plant Interactions held at Reserva Nacional Río Clarillo and Laboratorio de Química Ecológica, Departamento de Ciencias Ecológicas, Facultad de Ciencias, Universidad de Chile, from November 28 to December 14, 1999. The results presented are based on 6 days of field work.

² Herbario Nacional de Bolivia, Instituto de Ecología, Universidad Mayor de San Andrés, Casilla 100 77, La Paz, Bolivia, email: rodyand@ceibo.entelnet.bo; interacciones@hotmail.com

³ Laboratorio de Química Ecológica, Departamento de Ciencias Ecológicas, Facultad de Ciencias, Universidad de Chile, Casilla 653, Santiago, Chile, email: rloayza@abulafia.ciencias.uchile.cl.

(Recibido: 3 de diciembre de 1999. Aceptado: 5 de junio de 2000)

plant species during a single foraging bout may lose some pollen grains of one species while visiting another (Murcia & Feinsinger, 1996). This "interspecific pollen transfer" may reduce the reproductive success of the plants involved (e.g. Waser, 1978; Feinsinger, 1987; Feinsinger *et al.*, 1991). Two aspects of pollinator behavior which may affect pollen dispersal: are directionality of movement and the ability of some insects to discriminate between different flower colors or flower forms in a mixed population (Proctor *et al.*, 1996).

Pollinating animals sometimes restrict their visits to flowers of a single species or morph within a species, even when rewarding alternative flowers must be bypassed in the process (Waser, 1986). This

tendency has been referred to as *flower constancy* (Heinrich, 1976, 1979), and there is good evidence for constancy based solely on color (Waser, 1986). However constancy can also be determined by other factors, such as travel costs, flower density, morphology and the energetic rewards of the flowers (Brown & Clegg, 1984).

Coexisting flower species often differ in morphology, odor, color, flowering time, nectar and pollen rewards. These patterns have been interpreted as adaptations to reduce competition for pollinators by promoting specific plant-pollinator associations (Heinrich, 1976; Waser, 1978; Brown & Kodric-Brown, 1979). However there are some exceptions to this general pattern, where plants of similar characteristics grow and flower together (e.g. Grant & Grant 1968), presumably leading to increased pollinator competition and reduced pollinator effectiveness.

This paper examines the pollinators visit rate and behavior, as well as fruit and seed production and mortality in two species of *Alstroemeria* coexisting together and separately in patches within the Central Chilean Matorral.

METHODS

Alstroemeria ligtu L. and *A. angustifolia* Herb. are frequently seen growing in the Río Clarillo National Reserve (33°51' S, 70°29' W, 45 km southeast of Santiago, Chile) either forming almost pure monocultures or together in mixed patches. Flowering shoots range from 20 to 60 cm in height, each producing a terminal umbelliform inflorescence of 3 – 15 flowers (Hoffmann, 1998). Both species present androecy, having male and hermaphrodite flowers in the same inflorescences. The two species can be recognized mainly by flower color, *A. ligtu* being reddish and *A. angustifolia* pink.

Twenty-four flowering patches of approximately 16 m² each were chosen along equatorial facing slopes at an altitude of between 850 and 900 m. These sites were divided into three sets of eight patches each. Each set was categorized as either a pure patch of *A. ligtu* (red patches), a pure patch of *A. angustifolia* (pink patches), or as mixed patches with both species growing together. There were no apparent differences among patches in light conditions (flowering patches were under full light); however, in some sites patch size had to be adjusted

prior to the experiment, so that all sites would have approximately the same size.

Four different floral traits in both species of *Alstroemeria* were measured in order to assess flower morphology: 1) total length (measured as the length from the base of the stigma to the tip of the flower), 2) stigma length, 3) male flower anther length and 4) hermaphrodite flower anther length. These measurements were then compared between species with a t-test for two independent samples.

The foraging hours of flower visitors for both species of *Alstroemeria* were determined with one-day observations in red and pink patches. The total number of visits per insect species was quantified every hour from 9:00 a.m. to 6:30 p.m. The visits were then plotted in relation to time of day and the activity of the flower visitors was obtained. To assess the way in which the flower resource was used by different insect species in red and pink patches, a Kolmogorov-Smirnov test for two samples was performed. This was repeated for all main visitors.

The insects found foraging at *Alstroemeria* flowers were collected and identified. However, in all the analyses only the most frequent species of visitors were considered, since others were observed only seldom during the study.

The number of visits and the number of flowers visited per 20-minute periods were observed in pure and mixed patches. During this period the time spent per visitor at each flower and the total time spent at the patch were also registered. To evaluate differences among these variables between pure and mixed patches, Mann-Whitney tests were performed. To see if the mean number of visits differed significantly in each type of patch, a Kruskall-Wallis test was used, and multiple comparisons between treatments to see which groups were different. In mixed patches, the number of pink and red flowers visited by an insect during a foraging bout was observed, and also the movements between species were recorded.

The number of inflorescences that had at least one fruit was counted and this number was divided by the total number of inflorescences in the patch. In mixed patches each species was assessed separately, considering the total number of inflorescences per species. Differences in a species between patches were tested with a Mann-Whitney test.

TABLE I
FLOWER BIOMETRY (MEASUREMENTS IN CENTIMETERS).

	Mean anther length in male flowers	Mean anther length in hermaphrodite flowers	Mean stigma length	Mean total length
<i>A. ligtu</i>	7.08	3.00	36.5♣	41.4♣
<i>A. angustifolia</i>	6.73	3.13	23.7♣	27.2♣

♣ Statistical difference, $P < 0.05$.

To evaluate the proportion of fruits per inflorescence in each patch, the total number of fruits in each plant of *Alstroemeria* were counted and divided by the total number of flowers and flower buds in each inflorescence. This procedure was repeated for all inflorescences in a patch for all 24 patches. Differences between patches were tested with Mann-Whitney tests.

The mortality of fruits per patch was estimated by dividing the number of aborted fruits over the total number of fruits produced in a patch. Mann-Whitney tests were performed to detect differences between patches.

To determine if seed mortality was different within a species in different patches, the proportion of aborted and non-fertilized seeds per fruit per patch was calculated. Both of these parameters were categorized as non-developed seeds, and the values obtained were divided by the total number of developed seeds per fruit.

RESULTS

The biometry of *A. ligtu* and *A. angustifolia* flowers is shown in Table 1. No differences were found in the mean length of the two types of anthers between both species, suggesting that the pollen offer - in terms of quantity - is approximately the same. However, stigma length ($t = 7.26$, $d.f. = 28$, $P < 0.009$) and total length ($t = 13.86$, $d.f. = 48$, $P < 0.009$) were greater in *A. ligtu* than in *A. angustifolia*.

Seven morphospecies of flower visitors were identified which were present in both *Alstroemeria* species. They were (in order of abundance): white bumblebee, black bumblebee, black Nemestrinidae, striped Nemestrinidae, yellow Nemestrinidae, Scarabidae, and bee fly.

The activity peaks of the flower visitors in *A. ligtu* and *A. angustifolia* are illustrated in figures

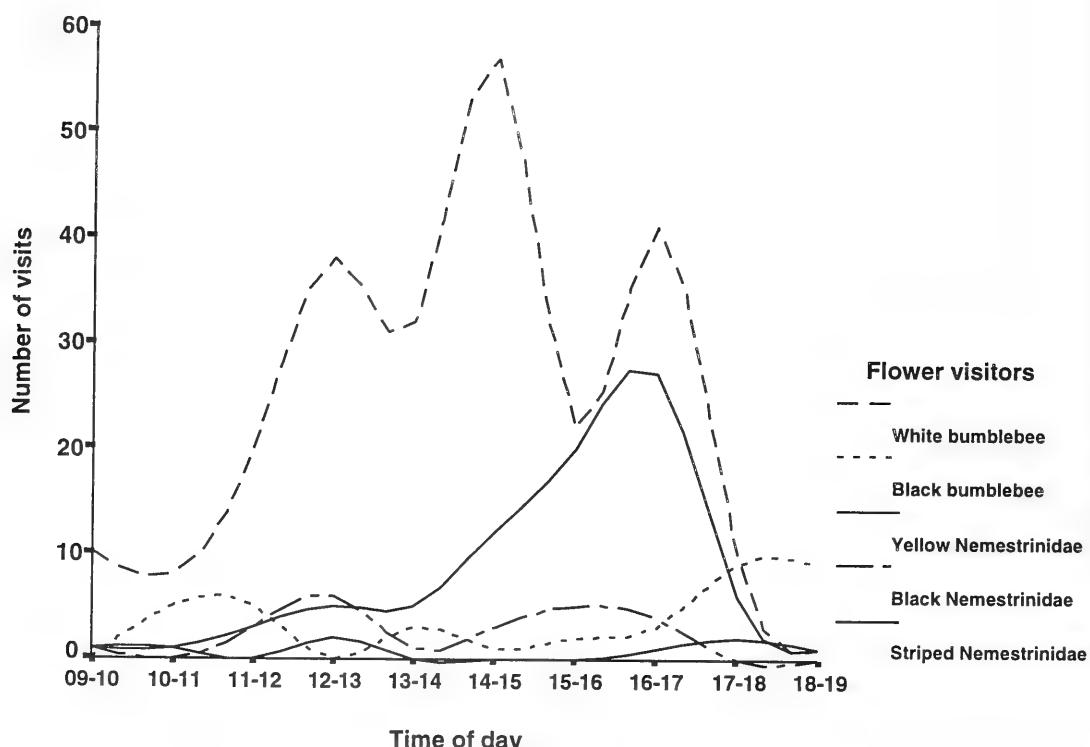
1A and 1B, respectively. Among the species of flower visitors, only the white bumblebee ($D_{obs} 0.46 > D_{a_{0.05}} 0.24$) and the black bumblebee ($D_{obs} 0.51 > D_{a_{0.05}} 0.32$) differed in the resource exploitation behavior between *A. ligtu* and *A. angustifolia*. All other species used the resource similarly in pink and red patches.

Insect visits to both species of *Alstroemeria* were higher in pure patches than in mixed patches. Flowers of *A. ligtu* were more visited in pure patches ($Me = 8.5$, range = 21, $n = 8$) than in mixed patches ($Me = 1.0$, range = 2, $n = 8$) ($U = 12.5$, $P = 0.03$). The same pattern was observed for *A. angustifolia* ($U = 10.0$, $P = 0.02$), the number of visits in pure patches ($Me = 7.5$, range = 19, $n = 8$) being higher than in mixed ones ($Me = 2.5$, range = 6, $n = 8$). Additionally, in mixed patches, flowers of *A. angustifolia* ($Me = 2.5$, range = 6, $n = 8$) were more visited than those of *A. ligtu* ($Me = 1.0$, range = 2, $n = 8$) ($U = 13.0$, $P = 0.04$). No evidence was found for differences in the time spent per visitor at each flower ($U = 26.5$, $P = 0.56$), nor in the total number of flowers visited in the patch ($U = 26.5$, $P = 0.5$). Finally, the average number of visits in red, pink and mixed patches were different from each other ($H = 9.46$, $d.f. = 2$, $P < 0.009$); however, only the number of visits between pink and mixed patches were statistically different ($|R_1 - R_2| = 11.16 > Z\alpha_{0.05} 9.72$), the number of visits in mixed patches being lower than in pink patches.

All insects visiting the mixed patches were constant with flower type during each foraging bout. If a pollinator chose flowers of *A. ligtu*, it would only forage the flowers of that species during the visit; the same happened in case it chose flowers of *A. angustifolia*. Only on one occasion during the study a pollinator was observed to change from visiting pink flowers to visiting red ones.

The average proportion of inflorescences of *A. ligtu* ($U = 29.0$, $P = 0.75$) and *A. angustifolia* ($U = 28.0$, $P = 0.88$) with fruit per patch did not differ

A



B

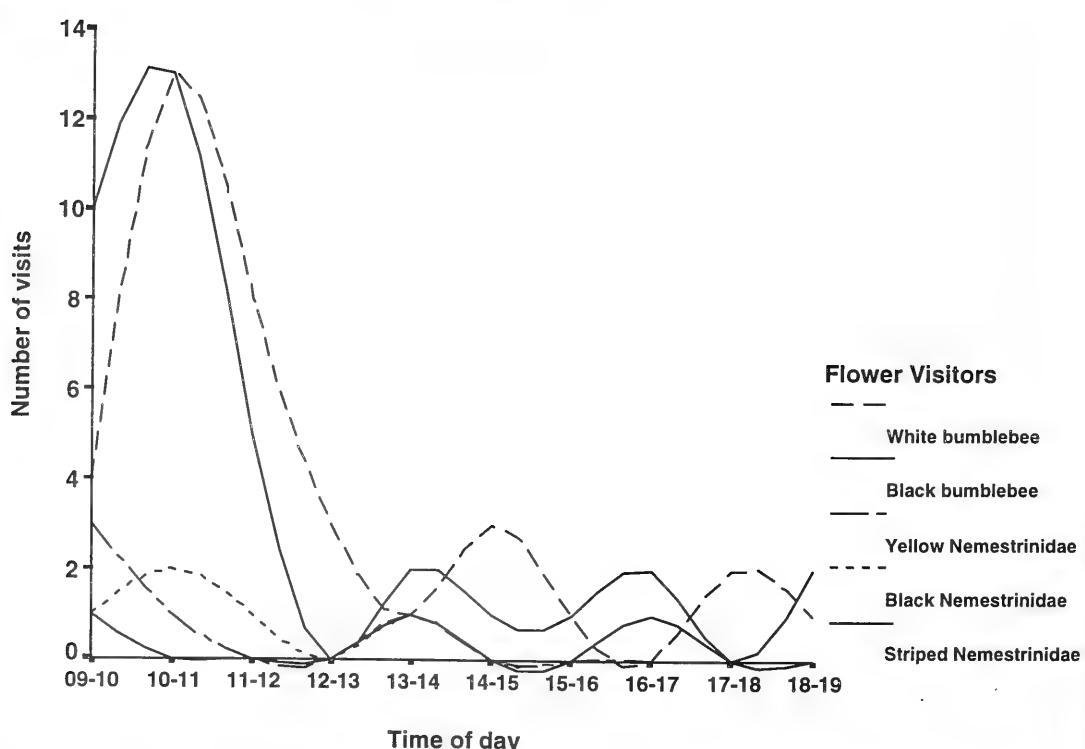


Figure 1. Activity peaks of the main flowers visitors of *Alstroemeria ligtu* (A) and *Alstroemeria angustifolia* (B). Numbers are based on one-day observations.

with patch type. Both species of *Alstroemeria* in pure and mixed patches presented approximately the same proportion of fruits per inflorescence. There were no evidences of a patch effect either on *A. ligtu* ($U=27$, $P=0.59$) or on *A. angustifolia* ($U=22.5$, $P=0.32$). The average proportion of aborted fruits did not differ in *A. ligtu* ($U=58$, $P=0.33$) or *A. angustifolia* ($U=2.48$, $P=0.09$) between mixed and red patches. The average proportion of non-developed seeds per fruit of *A. ligtu* in each patch did not differ with patch type ($U=24.0$, $P=0.37$). However, there was a patch effect on seed of *A. angustifolia* ($U=27$, $P=0.03$), indicating that there were, on average, less non-developed seeds per fruit in mixed patches ($Me=0.33$, range= 0.32, $n= 8$) than in pure ones ($Me=0.45$, range= 0.18, $n= 8$).

DISCUSSION

In this study, pollination and fruit production were examined in two species of *Alstroemeria* when they grew in pure or mixed patches. The results suggest that the mean number of visits is related to the patch type - flowers had a greater chance of being visited when they grew in pure patches, than when they grew in mixed patches. Also, when both species are found together, individuals of *A. angustifolia* are more visited than those of *A. ligtu*. Seed mortality also seemed related to patch type, at least for *A. angustifolia* since there was evidence that more developed seeds were present in mixed patches. However, no differences were found between pure and mixed patches in pollinator behavior, or fruit and seed production.

The fact that pure patches were more visited than mixed ones could be explained on the basis that the spatial distribution of resources is an important determinant of searching behavior and searching success (Bell, 1991) and eventually visitation rates. Pure patches of *A. ligtu* and *A. angustifolia* may be considered more "apparent" – and therefore easier to locate - to insects than mixed patches. Plants in monoculture patches in the study area were usually more aggregated than plants in mixed patches - where the presence of an additional species *per se* reduced the aggregation of the first species- so it is reasonable to predict that a group of more aggregated plants (more evident) will have a greater chance of being found, and therefore visited, by an insect.

Within a mixed patch flowers of *A. angustifolia* were more visited than flowers of *A. ligtu*. A possible reason for this is that floral rewards, such as nectar, are more accessible in *A. angustifolia* than in *A. ligtu*. The mean length from the base of the stigma -presumably where the nectaries are- to the tip of the flower in *A. angustifolia* was significantly smaller than in *A. ligtu*. Presumably, a shorter distance to the nectaries will increase the spectrum of pollinators with access to them and consequently the chances a flower has of being visited. Alternatively, both species could be offering differing quantities or quality of the resource, and hence the visits would simply reflect resource availability. Although nectar production was not measured, based on the same mean length of anthers for both species, it may be inferred that the pollen reward should be the same for both species.

During a single foraging bout the pollinators always visited the same plant species. This indicates that, at least during each visit, pollinators presented high flower constancy. This constancy could have been due to fixed preferences for a flower species a pollinator may have, or to the choice by pollinators of flowers partly on the basis of their energetic rewards. It has been suggested that if a pollinator encounters a highly energetic reward within the flowers of a given plant species, it will continue visiting those flowers versus visiting new ones. This can go on until the reward received from the current flower is less than a certain threshold, in which case the pollinator leaves in search of new flowers (Pyke, 1979; Hodges, 1985a, 1985b). However, these hypotheses remain to be tested in the present study system.

Fewer visits to mixed patches could eventually lead to fewer fruits produced per plant in a particular patch or fewer seeds produced per fruit in a plant. Although differences were found in the visitation rates between mixed and pure patches, no differences were observed in the proportion of either of the variables mentioned above. This suggests that a greater occurrence of pollinator visits does not necessarily indicate an increase in pollinator effectiveness. However it is important to stress at this point that the fruit production and seed set observed are the consequences of past events. Since some of the patches in this study were experimentally modified, the visitation rates observed cannot be directly related to the pollination events that took place before it.

The presence of non-developed seeds was higher in pure patches than in mixed patches for *A. angustifolia*. No differences were observed for *A. ligtu*. Again this result stresses the fact that more visits does not imply a "better" seed set, measured as the proportion of developed seeds per fruit. On the contrary, it suggests that patches more visited by insects are also the ones that have fewer developed seeds. It may be speculated that this could be related with the optimal foraging distance. If an insect forages within a patch where plants are close together, pollination effectiveness will be reduced because of the degree of spatial autocorrelation between plants. Plants that are neighboring are likely to be similar than plants that are far away from each other. If there are too many visits within a small patch, the mixing and recombination of genes could cause recessive features to express themselves, some of which could make the seeds non-viable and cause abortion within the fruit. However, this hypothesis needs further study.

ACKNOWLEDGMENTS

Many people contributed to this study. We would like to particularly thank Hermann M. Niemeyer, Christer Björkman, Mattias Jonsson, Richard J. Hopkins, Cecilia Smith and Claudio C. Ramírez, for their comments, help and most of all support. We would also like to say a very big thank you to all our classmates in the International Field Course on Insect-Plant interactions; no doubt their help, support and good mood was essential in finishing this manuscript. We gratefully acknowledge the financial support of MISTRA/IFS for our participation in the course, and the help and advice received from staff at CONAF.

LITERATURE CITED

- BARTH, F.Q. 1991. Insects and flowers. The Biology of a partnership. Princeton Science Library, Princeton, New Jersey, 408 pp.
- BELL, W.J. 1991. Searching behaviour. Chapman and Hall, London, 358 pp.
- BROWN, H. B. & KODRIC-BROWN, A. 1979. Convergence, competition, and mimicry in a temperate community of hummingbird-pollinated flowers. *Ecology* 60: 1022-1035.
- BROWN, B.A. & CLEGG, M. T. 1984. Influence of flower color polymorphism on genetic transmission in a natural population of the common morning glory, *Ipomoea purpurea*. *Evolution* 38: 796-803.
- GRANT, K.A. & GRANT, V. 1968. Humming birds and their flowers. Columbia University Press, New York, USA.
- FEINSINGER, P. 1987. Approaches to nectarivore-plant interactions in the new world. *Revista Chilena de Historia Natural* 60: 285-320.
- FEINSINGER, P., TIEBOUT, III, H. M. & YOUNG, B. E. 1991. Do tropical bird-pollinated plants exhibit density-dependent interactions? Field experiments. *Ecology* 72: 1953-1963.
- HEINRICH, B. 1976. The foraging specializations of individual bumblebees. *Ecological Monographs* 46:105-128.
- HEINRICH, B. 1979. "Majoring" and "minoring" by foraging bumblebees, *Bombus vagans*; an experimental analysis. *Ecology* 60:245-255.
- HODGES, C. M. 1985a. Bumblebees foraging: the threshold departure rule. *Ecology* 66:179-187.
- HODGES, C. M. 1985b. Bumblebee foraging: energetic consequences of using a threshold departure rule. *Ecology* 66: 188-197.
- KEARNS, C.A. & INOUYE, D.W. 1993. Techniques for pollination biologist. University Press of Colorado, Colorado, 583 pp.
- LEVIN, D.A. 1970. Competition for pollinators between simultaneously flowering plant species. *American Naturalist* 104: 455-467.
- MURCIA, C. & FEINSINGER, P. 1996. Interspecific pollen loss by hummingbirds visiting flowers mixtures: Effects of floral architecture. *Ecology* 77: 550-560.
- PROCTOR, M., YEO, P. & LACK, A.. 1996. Natural History of Pollination. Timber Press, Portland Oregon, 479 pp.
- PYKE, G. H. 1978. Optimal foraging in bumblebees: rule of movement between flowers within inflorescences. *Animal Behavior* 27:111-117.
- WASER, N. M. 1978. Competition for hummingbird pollination and sequential flowering in two Colorado wildflowers. *Ecology* 59: 934-944.
- WASER, N. M. 1986. Flower constancy: Definition, cause, and measurement. *The American Naturalist* 127:593-603.

DOES PATCH DENSITY OF *GNAPHALIUM ROBUSTUM* PHIL. INFLUENCE HERBIVORY BY *HELICOVERPA ZEA* (BODDIE) LARVAE?¹

CÉSAR COSTA-ARBULÚ² AND ANA M. SÁNCHEZ³

ABSTRACT

The consumption of inflorescences of *Gnaphalium robustum* Phil. (Asteraceae) by larvae of *Helicoverpa zea* (Boddie) (Lepidoptera: Noctuidae) was studied as a function of patch density. Plants in low density patches had a greater number of branches than in high density patches (3.82 ± 0.83 , 1.90 ± 0.15 , mean \pm SE, respectively, $P < 0.001$). Low density patches had a greater number of larvae per plant than high density patches (4.18 ± 1.14 , 1.32 ± 0.20 , mean \pm SE, respectively, $P < 0.001$). The number of branches per plant was positively correlated with the number of larvae per plant (Spearman rank order correlation, $R = 0.37$, $P < 0.001$). The results suggest that the distribution of larvae between patches may be explained by the edge effect.

Key words: *Gnaphalium robustum*, herbivory, *Helicoverpa zea*.

RESUMEN

El consumo de inflorescencias de *Gnaphalium robustum* Phil. (Asteraceae) por larvas de *Helicoverpa zea* (Boddie) (Lepidoptera: Noctuidae) fue estudiado como función de la densidad de parche. Plantas en parches de baja densidad tuvieron un mayor número de ramas que aquellas en parches de alta densidad (3.82 ± 0.83 , 1.90 ± 0.15 , promedio \pm EE, respectivamente, $P < 0.001$). Los parches de baja densidad tuvieron un mayor número de larvas por planta que aquellos de alta densidad (4.18 ± 1.14 , 1.32 ± 0.20 , promedio \pm EE, respectivamente, $P < 0.001$). El número de ramas por planta correlacionó positivamente con el número de larvas por planta (correlación de Spearman, $R = 0.37$, $P < 0.001$). Los resultados sugieren que la distribución de larvas entre los parches es consistente con el efecto de borde.

Palabras claves: *Gnaphalium robustum*, herbivory, *Helicoverpa zea*.

INTRODUCTION

Plants and insects are united by intricate relationships (Crawley, 1997; Jones, 1992; Karban

et al., 1989; Price, 1997); in fact, insects with their overwhelming variation in form and life history may have been one of the forces in shaping the plant world - the primary source of energy-rich compounds (Schoonhoven *et al.*, 1998; Rosenthal & Welter, 1995). Two main strategies that explicitly include spatial arrangement of patches have been proposed to explain the behavior an insect may follow in search for food or for an oviposition site (Folgarait *et al.*, 1995). The resource concentration hypothesis, proposed by Root (1973), states that herbivores are most likely to find and remain on hosts that are growing in dense of nearly pure stands. The "edge effect" (see Jones, 1992) explains the cases where isolated plants receive more eggs per plant than plants in groups, and plants in sparse patches receive more eggs per plant than plants in

¹ This work was produced during the International Field Course on Insect-Plant Interactions held at Reserva Nacional Río Clarillo and Laboratorio de Química Ecológica, Departamento de Ciencias Ecológicas, Facultad de Ciencias, Universidad de Chile, from November 28 to December 14, 1999. The results presented are based on 6 days of field work.

² Laboratorio de Química Ecológica, Departamento de Ciencias Ecológicas, Facultad de Ciencias, Universidad de Chile, Casilla 653, Santiago, Chile, email: cosarb@abulafia.ciencias.uchile.cl.

³ Dirección General de Salud Ambiental, Ministerio de Salud, Las Amapolas 350, Lima 14, Perú, email: asanchez@digesa.sld.pe.

(Recibido: 3 de diciembre de 1999. Aceptado: 5 de enero de 2000)

dense groups. Thus, the density of host-plant patches may affect the distribution of herbivorous insects (Folgarait *et al.*, 1995; Jones, 1992; Kareiva, 1982; Rosenthal & Welter, 1995).

The annual species, *Gnaphalium robustum* Phil. (Asteraceae) present at Río Clarillo National Reserve (Hoffmann, 1998), suffers herbivory at its inflorescence by larvae of *Helicoverpa zea* (Boddie) (Lepidoptera: Noctuidae) (Artigas, 1994). In this study, we address the effect of patch density and architecture (number of branches) of *G. robustum* on abundance of *H. zea* larvae. We hypothesize that decreased patch density increases branching in *G. robustum* plants and herbivory by *H. zea* larvae.

MATERIAL AND METHODS

Gnaphalium robustum was found to grow in degraded sun-exposed terrains of the Río Clarillo Natural Reserve ($33^{\circ}51'S$, $70^{\circ}29'W$, 45 km southeast of Santiago, Chile) in patches of different sizes (Hoffmann, 1998). Ten patches of low plant density (≤ 5 plants per $3m \times 3m$ quadrant) and eleven at high plant density (≥ 24 plants per $3m \times 3m$ quadrant) were selected.

The inflorescences in each patch were thoroughly examined for the presence of the larvae. All plants in the low density patches were sampled, while only 20% of the plants were inspected in the high-density patches. A total of 428 plants were sampled. The parameters recorded were: number of larvae per branch, number of branches per plant, and plant height.

The data did not meet the assumptions of a parametric distribution, hence a Kruskal – Wallis ANOVA was employed.

RESULTS

Plants in low density patches had a greater number of branches than in high density patches (3.82 ± 0.83 , 1.90 ± 0.15 , mean \pm SE, respectively, $P < 0.001$). Plant height in low density patches did not differ significantly from high density patches (67.73 ± 3.50 , 66.29 ± 0.96 , mean \pm SE, respectively, $P > 0.05$). Low density patches had a greater number of larvae per plant than high density patches (4.18 ± 1.14 , 1.32 ± 0.20 , mean \pm SE, respectively, $P < 0.001$). Likewise, low density patches had a greater number of larvae per branch

per plant than high density patches (1.44 ± 0.29 , 0.73 ± 0.07 , mean \pm SE, respectively, $P < 0.001$). The number of branches per plant was positively correlated with the number of larvae per plant (Spearman rank order correlation, $R = 0.3716$, $P < 0.001$), but not with the number of larvae per branch per plant ($R = 0.056$, $P = 0.226$).

DISCUSSION

The evaluation of the structure of the plant suggests that plants on high density patches were under a competition for light, and also soil resources, hence tended to keep apical dominance, while plants found in places with low density may have experienced less competition and showed an increased number of branches (biomass).

The number of larvae per branch was independent of patch density, suggesting that larvae will not overload each branch, which could be an strategy to avoid competition, aggression, or depletion of the resource.

Each plant contained fewer larvae in the high density patches, a result that held after correction for branches per plant was introduced. In fact, a positive and significant correlation was found between the number of branches per plant (biomass) and the number of larvae per plant. Hence, the results suggest that the presence of *H. zea* larvae in *G. robustum* is better explained by the “edge effect”.

ACKNOWLEDGEMENTS

We thank helpful criticism on this manuscript, particularly from Christer Björkman, Eduardo Fuentes-Contreras, Ernesto Gianoli, Wilfredo González, Richard J. Hopkins, Mattias Jonsson, Claudio C. Ramírez and Sebastián Teillier. We gratefully acknowledge the financial support of MISTRAL/IFS for our participation in the course, and the help and advice received from staff at CONAF.

LITERATURE CITED

- ARTIGAS, J.N. 1994. Entomología Económica. Vol 2. Universidad de Concepción, Concepción, Chile.
- CRAWLEY, M.J. 1997. Plant Ecology, pp. 73-131, 401-474. Blackwell Science. University Press, Cambridge.
- FOLGARAIT, P., MARQUIS, R., INGVARSSON, P., BRAKER, H. E. & ARGUEDAS, M. 1995. Patterns of attack by insect herbivores and fungus on saplings in a tropical tree plantation. Environmental Entomology 24: 1487-1494.

- HOFFMAN, A. 1998. Flora silvestre de Chile. Zona Central. Ediciones Fundación Claudio Gay, Santiago. p. 164.
- JONES, R.E. 1992. Search behaviour: strategies and outcomes. In S.B.J. Menken, J.H. Visser, & P Harrewijn (eds.), Proceedings of the 8th International Symposium on Insect-Plant Relationships, pp. 93-102. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.
- KARBAN, R., BRODY, A. K. & SCHNATHORST, W.C. 1989. Crowding and a plant's ability to defend itself against herbivores and diseases. *The American Naturalist* 134: 749-760.
- KAREIVA, P.M. 1982. Influence of vegetation texture on herbivore populations: resource concentration and herbivore movement. In R.F. Denno & M.S. McClure (eds.), Plants and herbivores in natural and managed systems, pp. 259-289. Academic Press, New York.
- PRICE, P.W. 1997. Hypotheses on plant and herbivore interactions. In *Insect Ecology*, pp. 105-138. John Wiley & Sons, New York.
- ROOT, R.B. 1973. Organization of a plant - arthropod association in simple and diverse habitats: the fauna of collards (*Brassica oleracea*). *Ecological Monographs* 43: 95-12.
- ROSENTHAL, J.P. & WELTER, S.C. 1995. Tolerance to herbivory by a stemboring caterpillar in architecturally distinct maizes and wild relatives. *Oecologia* 102: 149-155.
- SCHOONHOVEN, L.M., JERMY, T. & VAN LOON, J.J.A. 1998. *Insect-Plant Biology*. Chapman and Hall, London.



THE IMPORTANCE OF FLORAL DAMAGE FOR POLLINATOR VISITATION IN *ALSTROEMERIA LIGTU* L.¹

CAREZZA BOTTO-MAHAN² AND MANUEL OJEDA-CAMACHO²

ABSTRACT

The effect of artificial damage on flowers of *Alstroemeria ligtu* L. on the rate of visitation by pollinators was studied. Floral damage (10 and 20% of red petals removed, leaving a symmetrical or asymmetrical flower) had no significant effect on pollinator visits. Removal of yellow petals with putative nectar-guides had an important impact on pollinator service: no pollinators were observed to visit these damaged flowers.

Key words: floral damage, floral symmetry, nectar guides, *Alstroemeria ligtu*, plant-insect interactions, pollinator visitation rates.

RESUMEN

Se estudió el efecto del daño floral en *Alstroemeria ligtu* L. sobre la tasa de visita de polinizadores. El daño floral (10 y 20% de los pétalos rojos removidos, dejando la flor simétrica o asimétrica) no afectó la tasa de visita de polinizadores. La remoción de los pétalos amarillos, que contienen guías de néctar putativas, tuvo un efecto importante sobre los polinizadores: las flores dañadas no fueron visitadas en absoluto.

Palabras claves: daño floral, simetría floral, guías de néctar, *Alstroemeria ligtu*, interacciones insecto-planta, tasa de visita de polinizadores.

INTRODUCTION

Flower-eating insects may reduce the reproductive success of plant species (Krupnick *et al.*, 1999). This reduction in plant fitness may be due to direct loss of reproductive structures (Krupnick & Weis, 1999), and/or to indirect effect by reducing the rate of visits by pollinators (Krupnick *et al.*, 1999). A reduction in pollinator

service after flowers have been damaged may be due to a degraded floral appearance, loss of symmetry, reduced quantity and/or quality of nectar (Aizen & Raffaele, 1996; Krupnick *et al.*, 1999), or decrease in size of the floral display (Krupnick & Weis, 1999). Several studies have shown that pollinators respond to variation in flower attributes, such as flower size, color (Waser & Price, 1981), scent (Galen, 1985), as well as nectar and pollen rewards (Krupnick *et al.*, 1999).

In this study, floral damaging experiments were conducted to examine the effects of different levels of floral loss, floral asymmetry, and removal of petals with putative nectar-guides, on the rate of pollinator visitations in *Alstroemeria ligtu* L. (Alstroemeriaceae). The following hypotheses were tested: (i) floral damage decreases the visitation rate by pollinators, (ii) visitation rate decreases with increasing levels of floral damage, (iii) floral asymmetry produced by partial or total petal removal has a negative impact on pollinator visits, and (iv) floral damage on petals with putative nectar-

¹ This work was produced during the International Field Course on Insect-Plant Interactions held at Reserva Nacional Río Clarillo and Laboratorio de Química Ecológica, Departamento de Ciencias Ecológicas, Facultad de Ciencias, Universidad de Chile, from November 28 to December 14, 1999. The results presented are based on 6 days of field work.

² Departamento de Ciencias Ecológicas, Facultad de Ciencias, Universidad de Chile, Casilla 653, Santiago, Chile; emails: carezza@pregrado.ciencias.uchile.cl; miniquero@abulafia.ciencias.uchile.cl

(Recibido: 3 de diciembre de 1999. Aceptado: 5 de enero de 2000)

guides has a larger impact on pollinator service than the same type of damage on other petals.

MATERIALS AND METHODS

Alstroemeria ligtu is a perennial herb native to Chile. In the Río Clarillo National Reserve (33° 51'S, 70° 29'W, 45 km southeast of Santiago, Chile), this herb grows mainly associated to road sides or underneath sclerophyllous vegetation. Flowering shoots are 25-60 cm height, and flowers are zygomorphic and arranged in umbels of 3 to 15 raddii with 1 to 4 flowers each. Flowers of this species present four red petals (two lateral, one top, one bottom; Figure 1) and two distinctive yellow petals streaked with brownish lines, probably nectar guides. The area of each of the four red petals correspond to roughly 20% of the total floral area. The remaining 20% is shared between the two yellowish petals.

Eight study sites with large patches of *A. ligtu* flowers with similar biotic and abiotic characteristics were chosen. All flowers in the inflorescences studied were at the same reproductive stage. In addition to the focal flower (treated or control), a total of four neighboring flowers were kept in each inflorescence.

One-hundred-and-eighty focal flowers were randomly marked and observed. They randomly received one out of six treatments, each one with 30 replicates. Treatment 1 (T1) and treatment 2 (T2) were included to assess the importance of floral asymmetry (T1 had asymmetrical damage, and T2 symmetrical damage), both treatments presenting 10% of total floral damage in the lateral petals. Treatment 3 (T3) and treatment 4 (T4) were designed to assess the effect of floral asymmetry (T3 had symmetrical damage, and T4 asymmetrical damage), and to evaluate the importance of different levels of damage in the lateral petals when comparing them with T2 and T1, respectively (T3 and T4 had 20% total floral damage). Damage to flowers in treatments T1 to T4 involved the red lateral petals. Treatment 5 (T5) involved the complete removal of the two yellow petals with putative nectar-guides. The control treatment consisted of an undamaged focal flower.

Pollinator activity on each focal flower was observed during 30 minutes. Visitor species and its contact time with the focal flower were recorded.

To determine pollen export of *A. ligtu* by the visiting insects, four species of potential pollinators were collected and examined for pollen grains under a microscope. These pollen samples were compared with *A. ligtu* pollen grains isolated from anthers of freshly collected flowers.

The importance of floral symmetry and floral damage was evaluated with a two-way ANOVA with floral damage (two levels, 10% and 20%) and floral symmetry (two levels) as factors. The response variable studied was the rate of pollinator visits. For the analysis, the response variable was normalized using square root transformation. The effect of yellow petal removal (T5) on rate of visits by pollinators was independently compared to the control and T3 using the Wilcoxon rank-sum test.

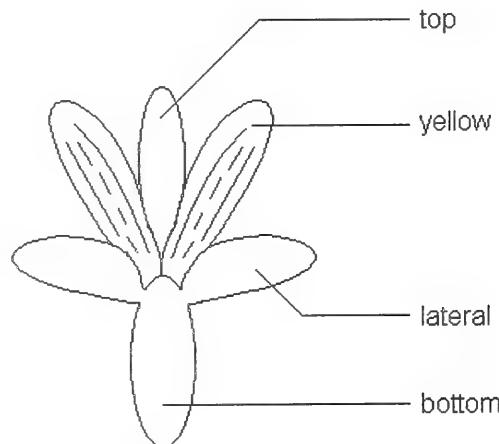


Figure 1. Schematic disposition of petals in a flower of *Alstroemeria ligtu*.

RESULTS

Four potential pollinators were included in this study: one morphospecies from the family Nemestrinidae (NEM), *Lasia corvina* (Acroceridae) (LA), and two morphospecies from the superfamily Apoidea (APO 1 and APO 2) (Daly *et al.*, 1978; Peña, 1998; Richards & Davies, 1983; Sáiz *et al.*, 1989), all of which were shown to carry pollen of *Alstroemeria ligtu*.

A total of 54 out of 180 flowers observed (treated and control) were visited at least once by these pollinators. A total of 81 visits were made by the

potential pollinators included in the analysis. APO 1, APO 2, and NEM were the morphospecies most frequently observed (35, 29, and 16 visits, respectively). LA was observed only once. The average time spent by these potential pollinators in contact with focal flowers differed. Nemestrinidae showed the longest mean visit time (10.25 s). APO 1, APO 2, and LA spent less than half of the time in contact with the focal flower when compared to NEM (4.61 s, 2.19 s, and 2.19 s, respectively).

Rate of visits for each treatment with their standard deviations are shown in Fig. 2. A two-way ANOVA showed no effect of levels of floral damage (F1), floral asymmetry (F2) nor interactive effects between these two factors (F3), on the rate of visits by pollinators ($F_1 = 0.592, P > 0.1$; $F_2 = 0.985, P > 0.1$; $F_3 = 0.415, P > 0.1$).

Total removal of petals with nectar-guides (T5) had a statistically significant effect on the rate of visitation by pollinators when compared to control flowers (Wilcoxon test: $z = -3.8121, P = 0.0001$). In addition, the average numbers of pollinator visits in flowers belonging to T5 and T3 showed statistically significant differences (Wilcoxon test: $Z = 2.7726, P < 0.01$)

DISCUSSION

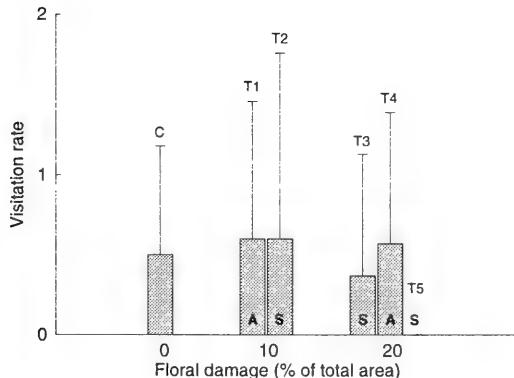


Figure 2. Effect of treatments (see Materials and Methods for detailed descriptions) on the rate of visits by pollinators. C corresponds to control flowers. Flowers with T5 were not visited at all.

Removal of yellow petals (T5) had an important effect on the rate of visitation by pollinators. The number of visits to flowers lacking the two yellow

petals was zero. At least two hypotheses can explain these findings. Firstly, the two yellow petals have several brownish lines which might play a role in floral species recognition by potential pollinators. Flowers without these two petals become completely red-coloured, possibly acquiring the appearance of a different flower species. This new floral display might not be included in the search image pollinators have according to their instinctive foraging behavior and/or learning foraging experience. Secondly, the brownish lines might also be important as nectar-guides, highlighting the form and architecture of the flower as the visitor approaches (Proctor *et al.*, 1996). Hence, flowers lacking these two yellow petals could be of no interest to insects because the lack of an easy and direct way to nectar.

Different levels of floral damage and floral asymmetry on the red lateral petals had no significant effect on the rate of pollinator visits. Krupnick *et al.* (1999) reported that pollinators visited damaged flowers of *Isomeris arborea* at a lower rate than undamaged ones. These two systems may differ in relevant flower traits such as quantity and quality of nectar, and/or in the intrinsic behavior of associated pollinators.

Floral damage affecting distinctive flower petals, such as petals with nectar guides, reduces pollinator service and would indirectly reduce reproductive success in plants. Further work is needed to assess the importance of other petals for pollinator service. In addition, different levels of floral damage and asymmetry on distinctive petals might show an effect on visiting rates by potential pollinators.

ACKNOWLEDGEMENTS

We gratefully acknowledge the financial support of MISTRA/IFS for our participation in the course, and the help and advice received from staff at CONAF.

LITERATURE CITED

- AIZEN, M. A. & RAFFAELE, E. 1996. Nectar production and pollination in *Alstroemeria aurea*: responses to level and pattern of flowering shoot defoliation. *Oikos* 76: 312-322.
- DALY, H. V., DOYEN, J. T. & EHRLICH, P. R. 1978. Introduction to insect biology and diversity. International Student Edition. McGraw-Hill Kogakusha, Ltd., New York.
- GALEN, C. 1985. Regulation of seed-set in *Polemonium viscosum*: floral scents, pollination, and resources. *Ecology* 66: 792-797.

- HOFFMANN, A. 1998. Flora Silvestre de Chile. Zona Central. 4^a ed. Ediciones Fundación Claudio Gay, Santiago.
- KRUPNICK, G. A. & WEIS, A. E. 1999. The effect of floral herbivory on male and female reproductive success in *Isomeris arborea*. *Ecology* 80: 135-149.
- KRUPNICK, G. A., WEIS, A. E. & CAMPBELL, D. R. 1999. The consequences of floral herbivory for pollinator service to *Isomeris arborea*. *Ecology* 80: 125-134.
- PEÑA, L. E. 1998. Introducción al estudio de los insectos de Chile. Editorial Universitaria, Santiago.
- PROCTOR, M., YEO, P. & LACK, A. 1996. The natural history of pollination. Timber Press, Portland.
- RICHARDS, O.W. & DAVIES, R.G. 1983. IMMS' general textbook of entomology. Volume 2 Classification and Biology. Tenth Edition. Chapman and Hall, London.
- SÁIZ, F., SOLERVICENS, J. & OJEDA, P. 1989. Coleópteros del Parque Nacional La Campana y Chile central. Ediciones Universitarias de Valparaíso, Valparaíso.
- WASER N.M. & PRICE, M.V. 1981. Pollinator choice and stabilizing selection for flower color in *Delphinium nelsonii*. *Evolution* 35: 376-390.

FEEDING PATTERN OF *HELICOVERPA ZEA* (BODDIE) CATERPILLARS ON FLOWERS OF *GNAPHALIUM ROBUSTUM* PHIL.¹

HUGO G. COLLANTES² AND MÓNICA CISTERNAS³

ABSTRACT

The feeding pattern of *Helicoverpa zea* caterpillars on flowers of *Gnaphalium robustum* was assessed by comparing the number of flowers eaten with the total number of flowers in a glomerule, and by observing several behavioral sequences. Caterpillars ate only a small number of flowers (2.7 ± 0.2) compared to the total number of flowers in a glomerule (15.2 ± 1.5), and they did not return to feed on the same glomerule. A "dispersed feeding" pattern was found and the use of chemical cues for the selection of glomerules was proposed. Two predictions were tested: i) *H. zea* caterpillars should reject eaten glomerules, either by the same caterpillar or by a conspecific, and ii) *H. zea* caterpillars should reject glomerules with frass, either of the same larvae or of a conspecific. Both predictions were confirmed.

Key words: *Helicoverpa zea*, *Gnaphalium robustum*, caterpillars, glomerules, feeding pattern, chemical cues, induced responses.

RESUMEN

Se evaluó el patrón de alimentación de orugas de *Helicoverpa zea* sobre flores de *Gnaphalium robustum*, comparando el número de flores comidas con el número total de flores por glomérulo y observando diferentes secuencias de comportamiento. El número de flores que comen las orugas fue pequeño (2.7 ± 0.2), en comparación con el número total de flores por glomérulo (15.2 ± 1.5), y nunca regresaron a comer en el mismo glomérulo. Se observó un patrón de "alimentación dispersa" y se propuso la utilización de señales químicas para la selección de los glomérulos. Se pusieron a prueba dos predicciones: i) las orugas de *H. zea* deberían rechazar los glomérulos comidos, ya sea por la misma oruga o por un conspecífico, y ii) las orugas de *H. zea* deberían rechazar los glomérulos con heces, ya sean de la misma oruga o de un conspecífico. Ambas predicciones fueron confirmadas.

Palabras claves: *Helicoverpa zea*, *Gnaphalium robustum*, orugas, glomérulos, patrón de alimentación, señales químicas, respuestas inducidas.

INTRODUCTION

Caterpillars often show preference for feeding on plant parts that are easy to chew and digest, high

¹ This work was produced during the International Field Course on Insect-Plant Interactions held at Reserva Nacional Río Clarillo and Laboratorio de Química Ecológica, Departamento de Ciencias Ecológicas, Facultad de Ciencias, Universidad de Chile, from November 28 to December 14, 1999. The results presented are based on 6 days of field work.

² Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Prolongación Primavera 2390, Monterrico, Lima 33, Perú, email: pcmahcol@upc.edu.pe.

³ Departamento de Ciencias Ecológicas, Facultad de Ciencias, Universidad de Chile, Casilla 653, Santiago, Chile, email: amarilis@abulafia.ciencias.uchile.cl.

(Recibido: 3 de diciembre de 1999. Aceptado: 5 de enero de 2000)

in nutrients and water, and low in allelochemicals (Slansky & Scriber, 1985). Amongst other explanations, dispersed feeding in insects may be interpreted as a way to avoid induced responses of the plant which are deleterious to the insect. Preliminary observations in the Río Clarillo National Reserve suggest that inflorescences of *Gnaphalium robustum* Phil. (Asteraceae) suffer disperse feeding, i.e. often only a small proportion of the flowers contained in a glomerule appears with feeding damage. The damage is caused by the caterpillar of the moth *Helicoverpa zea* (Boddie) (Lepidoptera: Noctuidae). The feeding pattern of *H. zea* on *G. robustum* was further studied to test the following hypotheses: 1) dispersed damage in

glomerules of *G. robustum* is produced by caterpillars' behavior; and 2) caterpillars use the presence of frass as a cue for rejection of damaged glomerules.

METHODS

Helicoverpa zea (Lepidoptera : Noctuidae) is a moth which in its larval stages (caterpillars) is a major pest affecting many crop species worldwide because of its generalist habit. In Chile it is an introduced species which is found in wild plant species. In Río Clarillo National Reserve ($33^{\circ} 51' S - 70^{\circ} 29' W$, 45 km southeast of Santiago, Chile) it was found feeding on *Gnaphalium robustum* (Asteraceae), an annual or biannual herb found in degraded lands and sunny slopes. Flowering occurs from October to March. Flowers are white, small, and are arranged in glomerules.

The feeding pattern of *H. zea* was determined by comparing the number of flowers eaten and the total number of flowers in each of 46 glomerules sampled. Each glomerule belonged to a different plant. The Spearman correlation test was applied.

Twenty-three observations were made on the feeding behavior of the caterpillars. The behavioral patterns were determined by counting the number of observations for each of the three behavioral sequences described in Table 1.

In order to test the rejection by caterpillars of partially eaten glomerules, actively eating caterpillars (1.5 to 2.0 cm long) were collected and subjected to fasting for two hours. Thereafter, they were allowed to feed on intact glomerules until they moved and fed in another glomerule, thus making sure caterpillars left the glomerule for reasons other than satiation. They were again collected and subjected to fasting for two additional hours. Finally, caterpillars were assigned to three different groups, which fed on: i) the same glomerules each caterpillar ate before, ii) glomerules that were eaten by a conspecific, and iii) not eaten glomerules (control group). Each of these groups were tested in a different day.

In order to test the rejection of glomerules with frass, actively eating caterpillars (1.5 to 2.0 cm long) were collected, subjected to fasting for two hours, and thereafter assigned to two different groups, which fed on: i) intact glomerules with frass of the same caterpillar, and ii) intact glomerules with frass

of a conspecific. The control group of the previous experiment was used as control. Each of these groups were tested in a different day.

Comparisons between groups of the rejection experiments were made using the two tailed Fisher Exact Test. Due to multiple comparisons, the Bonferroni correction was applied. Differences were considered significant when the *P*-value was less or equal to 0.0125.

RESULTS

The number of flowers eaten by *Helicoverpa zea* caterpillars on glomerules of *Gnaphalium robustum* was 2.7 ± 0.2 with a range of 1 to 5 flowers, while the total number of flowers in a glomerule was 15.2 ± 1.5 with a range of 4 to 40 flowers ($r_{\text{Spearman}} = 0.081$, $P = 0.63$).

The number of observations for each of the three behavioral sequences of *H. zea* caterpillars feeding on glomerules of *G. robustum* showed that caterpillars did not return to eat in the same glomerule they were eating before (Table 1).

The experiments of food selection behavior by *H. zea* caterpillars showed that they rejected glomerules previously eaten both by the same caterpillar or a conspecific, and that they also rejected glomerules with frass of both of the same caterpillar or a conspecific (Table 2).

DISCUSSION

The feeding pattern of *Helicoverpa zea* caterpillars on glomerules of *Gnaphalium robustum* and their behavioral sequence clearly suggest a food selection behavior, i.e. caterpillars eat a small number of flowers within a glomerule and then move away to feed in another glomerule (Table 1). They also reject damaged glomerules, regardless if it is a glomerule previously eaten by the same caterpillar or a conspecific (Table 2).

The latter results also suggest the release of chemicals from the damaged glomerules which may be acting as a cue for the caterpillars to reject those previously eaten. Alternatively, rejection of glomerules with frass, either their own or that of a conspecific, also suggests the presence of some chemical in the frass which may be used by the caterpillars as an indirect cue to reject previously eaten glomerules.

TABLE 1
BEHAVIORAL SEQUENCE OF *HELICOVERPA ZEA* CATERPILLARS FEEDING ON GLOMERULES OF *GNAPHALIUM ROBUSTUM*

Question	Behavioral sequence	Observations	Answer
Do caterpillars move to feed in another glomerule after have been feeding?	F → F*	12	Yes
Do caterpillars move to feed in another glomerule after have been resting?	F → R → F*	11	Yes
Do caterpillars continues feeding in the same glomerule after have been resting?	F → R → F+	0	No

F : feeding in a glomerule, F* : feeding in another glomerule, R : rest, F+ : feeding in the same glomerule.

TABLE 2
REJECTION OF GLOMERULES OF *GNAPHALIUM ROBUSTUM* BY *HELICOVERPA ZEA* CATERPILLARS

Question	Contrast	P-value*	Answer
Do caterpillars reject glomerules previously eaten by themselves?	EATo vs CON	0.0013	Yes
Do caterpillars reject glomerules previously eaten by a conspecific?	EATc vs CON	0.0001	Yes
Do caterpillars reject glomerules with presence of their own frass?	FRAo vs CON	0.0038	Yes
Do caterpillars reject glomerules with presence of a conspecific frass?	FRAc vs CON	0.0060	Yes

CON : feeding on not eaten glomerules, EATo : feeding on glomerules eaten by the same caterpillar, EATc : feeding on glomerules eaten by another caterpillar, FRAo : feeding on glomerules with frass of the same caterpillar, FRAc : feeding on glomerules with frass of another caterpillar.

*Fisher Exact Test. Differences between groups are considered significant when the P-value is less or equal to 0.0125, according to the Bonferroni correction for multiple comparisons.

At least four possible explanations can account for this food selection behavior of *H. zea* caterpillars: i) they look for more palatable flowers (i.e. more easy to chew and digest, high in nutrients or water, or showing a different allelochemical profile), ii) they avoid induced responses which may decrease the palatability of flowers, iii) they avoid intraspecific competition, and iv) they avoid natural enemies that could be attracted by plant volatiles released upon damage.

Concerning the first hypothesis, it was observed that damaged flowers within a glomerule very often occur one next to the other. Hence, there appears to be no selection process in the movement between flowers.

The second hypothesis may explain the rejection of previously eaten glomerules by *H. zea* caterpillars, given that results refute satiation as the cause of caterpillar's rejection of attacked flowers; instead, observations indicate that a change in the

quality of the food occurs after *H. zea* feeding (i.e. an induced response: Karban & Baldwin, 1997).

The hypothesis of avoidance of intraspecific competition is sustained by the observation of aggressiveness among *H. zea* caterpillars when two of them meet and at least one of them is feeding. This behavior has been well described for caterpillars of *H. zea* (Artigas, 1994). From this point of view, rejection of both previously eaten glomerules and glomerules with frass, would be a caterpillar's response to cues indicating possible proximity of a conspecific.

In support of the last hypothesis, there is evidence on natural enemies of caterpillars (i.e. predators and parasitoids) being attracted by damaged plants (Dicke & Sabelis, 1988, Dicke *et al.*, 1990, Steinberg *et al.*, 1993, Turlings *et al.*, 1995), and also on defensive behaviors of caterpillars, such as moving away from the feeding site (Slansky, 1993). In the present case, this hypothesis is weakened by

the fact that *H. zea* caterpillars are observed resting in the vicinity of attacked glomerules.

Even if some of the hypotheses presented appear more likely than others, it should be pointed out that the observed food selection behavior of *H. zea* caterpillars might well be the result of the interaction between these phenomena.

Further studies are needed to clarify the reasons underlying food selection behavior of *H. zea* caterpillars feeding on flowers of *G. robustum*. It would be specially rewarding to study the chemical variation of flowers within a glomerule, as well as the chemical variation of glomerules within and among plants after feeding damage. It is also necessary to address dietary changes upon aging of caterpillars, as well as the costs and benefits of moving to other glomerules instead of remaining feeding on the same glomerule until all its flowers are consumed.

ACKNOWLEDGMENTS

We gratefully acknowledge the financial support of MISTRA/IFS for our participation in the course, and the help and advice received from staff at CONAF.

LITERATURE CITED

- ARTIGAS, J. N. 1994. Entomología Económica, Vol 2. Ediciones Universidad de Concepción, Concepción.
- DICKE, M. & SABELIS, M. W.. 1988. How plants obtain predatory mites as bodyguards. *Netherlands Journal of Zoology* 38: 148-165.
- DICKE, M., SABELIS, M. W., TAKABAYASHI, J., BRUIN, J. & POSTHUMUS, M. A. 1990. Plant strategies of manipulating predator-prey interactions through allelochemicals: prospects for application in pest control. *Journal of Chemical Ecology* 16: 3091-3118.
- KARBAN, R. & BALDWIN, I.T. 1997. Induced Responses to Herbivory. The University of Chicago Press, Chicago.
- SLANSKY, JR., F. 1993. Nutritional ecology: the fundamental quest for nutrients. In: N. E. Stamp & T. M. Casey (eds.), Caterpillars. Chapman & Hall, New York.
- SLANSKY, JR., F. & SCRIBER, J. M. 1985. Food consumption and utilization. In: G. A. Kerkut & L. I. Gilbert (eds.), Comprehensive Insect Physiology, Biochemistry and Pharmacology, Vol.4. Pergamon Press, Oxford.
- STEINBERG, S., Dicke, M. & VET, L.E.M. 1993. Relative importance of infochemicals from the first and second trophic levels in long-range host location by the larval parasitoid *Cotesia glomerata*. *Journal of Chemical Ecology* 19: 47-60.
- TURLINGS, T. C. J., LOUGHRIAN, J.H., ROSE, U., McCALL, P. J., LEWIS, W. J. & TUMLINSON J. H. 1995. How caterpillar-damaged plants protect themselves by attracting parasitic wasps. *Proceedings of the National Academy of Science U.S.A.* 9: 4169-4174.

DO ARMORED SCALE INSECTS INFLUENCE VISIT RATE AND FEEDING ACTIVITY OF ANTS ON *ECHINOPSIS CHILENSIS*?¹

RODRIGO RIOS-ARAMAYO² AND MILAGROS JIMÉNEZ³

ABSTRACT

The feeding activity of the ant *Camponotus hellmichi* was evaluated on *Echinopsis chilensis* Friedr. et Rowl. cacti. The mean number of ant visits was estimated on non-infested *E. chilensis*, on *E. chilensis* infested by the mistletoe *Tristerix aphyllus* Van Tiegh. Ex Barlow et Wiens, and on *E. chilensis* with *T. aphyllus* infested by the armored scale insect *Saissetia oleae*. Rate of ants visits to *E. chilensis* with *T. aphyllus* infested by the armored scale insect ($x = 15.3$) was twice as much as the other two types of cacti ($x = 7.6$). Ants seem to forage for sugary secretions generated by armored scale insects, however ants do not tend armored scale insects and spend more time feeding on branches of *T. aphyllus* than on armored scale insects, possibly because most sugar secretions are left over *T. aphyllus*. We hypothesize that there are no mutual benefits between ants and armored scale insects and therefore it is an opportunistic interaction within *E. chilensis*.

Key words: Ant visits, sugary secretions, *Camponotus hellmichi*, *Echinopsis chilensis*, *Saissetia oleae*, *Tristerix aphyllus*.

RESUMEN

Se estudió la actividad alimenticia de la hormiga *Camponotus hellmichi* en el cactus *Echinopsis chilensis* Friedr. et Rowl. Se estimó la media del número de visitas de hormigas en *E. chilensis* sin infestación, en *E. chilensis* infestados por el muérdago *Tristerix aphyllus* (Miers ex DC.) Van Tiegh. Ex Barlow et Wiens, y en *E. chilensis* con *T. aphyllus* infestados por la conchuela *Saissetia oleae*. Las hormigas visitaron *E. chilensis* con *T. aphyllus* infestados por la conchuela ($x = 15.3$) el doble de veces que los otros tipos de cactus ($x = 7.6$). Al parecer, las hormigas forrajean las secreciones generadas por las conchuelas; sin embargo, las hormigas no atienden a las conchuelas y pasan más tiempo alimentándose de las ramas de *T. aphyllus* que de las secreciones de las conchuelas probablemente debido a que la mayoría de las secreciones azucaradas son depositadas sobre *T. aphyllus*. Se sugiere que no existen beneficios mutuos entre hormigas y conchuelas, y que mas bien sería una interacción oportunista en *E. chilensis*.

Palabras claves: Visita de hormigas, Secreciones azucaradas, *Camponotus hellmichi*, *Echinopsis chilensis*, *Saissetia oleae*, *Tristerix aphyllus*.

INTRODUCTION

Mutually beneficial interactions between sap-sucking homopterans, such as armored scale insects

and ants are well known (Price, 1997). Ants from the genus *Camponotus* include a diverse source of food in their diet, which can range from vertebrate excrement and insects, to plant material and sugary secretions (Hunt, 1973; Grez *et al.*, 1986). However, the use of sugary secretions and its influence over ant activity has been less studied.

Sugary secretions can be collected by ants as droplets directly from the armored scale insect *Saissetia oleae*. This insect must ingest much sap from its host in order to obtain its requirements of protein, minerals and vitamins. Much of this fluid bypasses the midgut of *S. oleae* by means of a filter chamber, and accumulates on its host or becomes

¹ This work was produced during the International Field Course on Insect-Plant Interactions held at Reserva Nacional Río Clarillo and Laboratorio de Química Ecológica, Departamento de Ciencias Ecológicas, Facultad de Ciencias, Universidad de Chile, from November 28 to December 14, 1999. The results presented are based on 6 days of field work.

² Herbario Nacional de Bolivia, Instituto de Ecología, Universidad Mayor de San Andrés, Casilla 10077, La Paz, Bolivia, email: rodyand@ceibo.entelnet.bo, interacciones@hotmail.com.

³ Instituto Regional de Ciencias Ambientales, Universidad Nacional San Agustín, Arequipa, Perú, email: milijimenez@yahoo.com, ireca@unsa.edu.pe.

(Recibido: 3 de diciembre de 1999. Aceptado: 5 de enero de 2000)

directly available to ants. *S. oleae* infests the endophytic mistletoe *Tristerix aphyllus* Van Tiegh. Ex Barlow et Wiens, a widespread and abundant parasite of the columnar cacti *Echinopsis chilensis* Friedr. et Rowl. Therefore, the presence of *T. aphyllus* and *S. oleae* could determine ant activity on *E. chilensis*.

The purpose of this study was to determine if the number of visits of the ant *Camponotus hellmichi* Menozzi to *E. chilensis* vary in relation to the presence of *T. aphyllus* and *S. oleae*, and to describe their feeding activity on individuals of *T. aphyllus* infested by *S. oleae*.

METHODS

Studies were carried out at the Río Clarillo National Reserve ($33^{\circ} 51' S$ - $70^{\circ} 29' W$, 45 km southeast of Santiago, Chile). In order to determine the peak of ant activity on cacti during the day, the number of ants climbing up a pair of stems of two cacti were simultaneously evaluated during a 15 minute-period every 45 minutes. Data was recorded from 9:00 until 19:00 hours on December 6th 1999. Ants were collected to avoid counting them twice. At the beginning of each observation period, the ambient temperature was measured. A Spearman rank correlation was used to determine the degree of association between temperature and ant activity on cacti.

Influence of the presence of *T. aphyllus* and *S. oleae* on visit rate of ants to *E. chilensis* was examined by choosing 14 blocks of three cacti in an area of approximately 200 ha. Each block consisted of the following treatments: a) *E. chilensis* only, b) *E. chilensis* infested by *T. aphyllus*, and c) *E. chilensis* with *T. aphyllus* infested by *S. oleae*. Within each block, cacti were separated no more than 30m, to ensure that possible factors that could influence ant activity would be similar for all of the three treatments. Evaluations were performed only from 9:00 to 13:00 hours during the day and for no more than 45 minutes for each group. The 14 blocks were evaluated once within four days. On every cactus chosen, the number of ants going up four stems was determined during a 10 minute period. Ants were collected to avoid counting them twice. The number of flower buds and flowers was also recorded. A one-way ANOVA was used to examine the effects of cactus type on number of ant visits,

and means were compared using Tukey multiple comparison test.

Ant behaviour was observed to determine preferences between sugar secretions from *S. oleae* and sugar secretions on *T. aphyllus*. Individual ants were observed for a 10 minute-period, registering the time they spent ingesting sugary secretions of *S. oleae*, sugary secretions on *T. aphyllus*, or feeding on other resources. Twenty different ants foraging in cactus with *T. aphyllus* infested by *S. oleae* were evaluated. A Kruskal-Wallis one-way ANOVA by ranks was used to examine the effects of food resource on the time spent ingesting sugary secretions. The time ants spent foraging on 27 individuals of *T. aphyllus* with different number of *S. oleae* was also evaluated, and a Spearman rank correlation was used to determine if foraging time varied with the density of *S. oleae*.

RESULTS

Ants showed two peaks of activity during the day (Fig. 1). The first began around 9:00 to 10:00 hours and dropped at 13:00 hours, while the second began around 16:00 to 17:00 and dropped at 19:00 hours. Activity was greater in the morning. Ants did not respond to changes in ambient temperature, as there was no association between the temperature registered and the number of ants visiting the cacti ($r_s = -0.144$; $n = 28$; $P = 0.464$).

The rate of ant visits varied according to the treatments ($F_{2,39} = 7.319$; $P = 0.02$; $n = 14$). Ants visited cacti with *T. aphyllus* infested by *S. oleae* ($\bar{x} = 15.28$, $sd = 8.00$, $n = 14$) almost twice as much as they visited cacti with only *T. aphyllus* ($\bar{x} = 8.57$, $sd = 4.78$, $n = 14$) or with no *T. aphyllus* at all ($\bar{x} = 6.57$, $sd = 5.53$, $n = 14$; Fig. 2); the latter two however did not differ (Tukey test, $P = 0.68$). The visit rate in *T. aphyllus* infested by *S. oleae* differed from the other two treatments: *E. chilensis* infested by *T. aphyllus*, and *E. chilensis* only (Tukey test, $P = 0.002$ and 0.021 , respectively). The number of flowers on each cacti was used as a covariate for the one-way ANOVA since ants could be foraging in flowers for nectar or aphids, but no effect was found of this variable on the number of visits that ants made to each treatment ($F_{2,1} = 0.262$, $P = 0.612$, $n = 42$).

Feeding time spent by ants on the three different resources varied ($H = 9.38$, $P = 0.009$, $n = 20$).

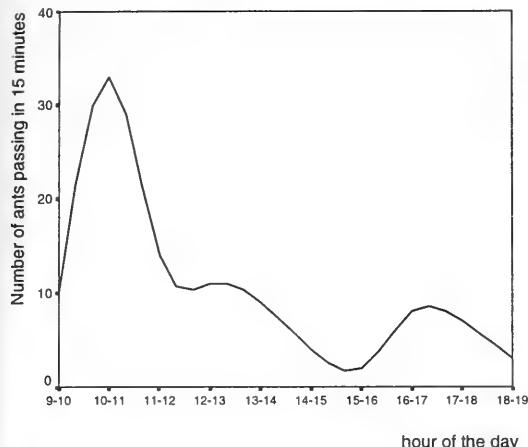


Figure 1. Number of ants visiting two individuals of *E. chilensis* during one day. Data was recorded on cacti with *T. aphyllus* infested by *S. oleae* on an average day. A greater peak of activity is found in the morning and a second, smaller, during the afternoon.

Ants spent more time feeding on honeydew found on branches of *T. aphyllus* ($Me = 18.13$, range = 65.13, $n = 20$) than the honeydew found on *S. oleae* ($Me = 12.29$, range = 42.33, $n = 20$) (Tukey analog, $P = 0.078$) or other resources such as aphids or fungi ($Me = 0.00$, range = 55.33, $n = 20$) (Tukey analog, $P = 0.071$). The foraging time spent by ants on individuals of *T. aphyllus* did not vary with the number of *S. oleae* found on them ($r_s = 0.24$, $n = 20$, $P = 0.236$).

DISCUSSION

Cacti with *T. aphyllus* infested by *S. oleae* received almost twice the rate of visits by *C. hellmichi* as the other sets of cacti evaluated. This pattern of ant activity on *E. chilensis* is probably due to the presence of *S. oleae* on *T. aphyllus*. However, within *E. chilensis* with *T. aphyllus* infested by *S. oleae* ants spend more time feeding on sugary secretions on *T. aphyllus* branches than on sugary secretions found on *S. oleae*. A reason for this might be that honeydew produced by *S. oleae* forms a sticky deposit on *T. aphyllus* branches and is eventually accumulated in greater quantities which are easily found by ants. Sugary secretions coming directly from *S. oleae*, even though ingested by ants, might however be less easy to encounter.

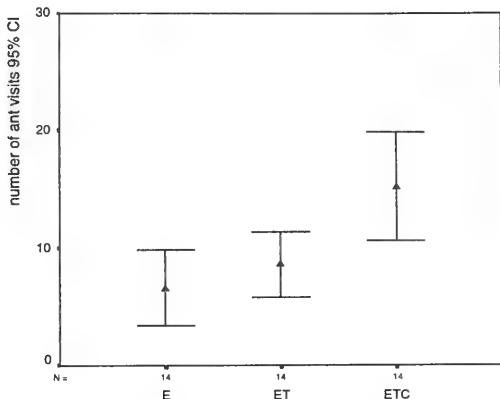


Figure 2. Mean and 95% confidence interval of the number of ant visits to *E. chilensis* alone (E), *E. chilensis* infested by *T. aphyllus* (ET) and to *E. chilensis* with *T. aphyllus* infested by *S. oleae* (ETC). Ants visit E and ET in lower numbers than they do ETC.

The presence of *T. aphyllus* on cacti does not seem to determine an increase in number of visits of ants on the populations of *E. chilensis*, even though sugary secretions can be found frequently in rotten fruits or dripping out of broken branches of *T. aphyllus*.

The relationship between coccids and ants differs from other interactions (i.e. between aphids and ants). No evidence such as ant patrolling or ant feeding was observed to suggest that ants tend *S. oleae* in order to obtain sugary secretions, a common activity, for example, in aphid-ant interactions. Hence, the relationship observed between *C. hellmichi* and *S. oleae* infesting *T. aphyllus* is not apparently mutualistic; rather, ants behave opportunistically, foraging on cacti in search of sugary secretions. This however does not discard the possibility that ants could also search for nectar and insects that are less common on cacti.

ACKNOWLEDGEMENTS

We wish to thank our dearest friends Richard Hopkins and Mattias Jonsson, who discussed with us and helped us to improve this manuscript. We also want to thank Wilfredo González for his kind assistance in the lab, even when he had to type his own manuscript. We gratefully acknowledge the financial support of MISTRA/IFS for our participation in the course, and the help and advice received from staff at CONAF.

LITERATURE CITED

GREZ, A.A., SIMONETTI, J.A. & IPINZA-REGLA, J.H. 1986. Hábitos alimenticios de *Camponotus morosus* (Smith, 1858) (Hymenoptera: Formicidae) en Chile Central. Revista Chilena de Entomología 13: 51-54.

- HUNT, J. H. 1973. Comparative ecology of ant communities in Mediterranean regions of California and Chile. Ph. D. dissertation, 132 pp. University of California, Berkeley. 132 pp.
- PRICE, P. 1997. Insect Ecology. 3rd Edition. John Wiley & Sons, New York.

THE EFFECT OF HERBIVORY RATES ON THE PRODUCTION OF LEAVES AND FLOWERS BY THREE SPECIES OF THE MATORRAL OF CENTRAL CHILE¹

MANUEL A. OLIVERA² AND BLAS I. LAVANDERO³

ABSTRACT

The relationship between herbivory damage and the production of new leaves and flowers in *Quillaja saponaria* Mol., *Escallonia pulverulenta* (R. et P.) Pers. and *Cryptocarya alba* (Mol.) Looser was studied. No relation was found production of new leaves and flowers by the three species and herbivory damage. A multiple regression was significant in *E. pulverulenta*: the number of leaves with galls damage explained 99 % of the variability in the number of flowers. In spite of finding differences between species in the ratio between the number of new leaves and the number of flowers and in the proportion of damaged old leaves, these did not lead to any type of correlation.

Key words: herbivory, vegetative growth, flowering, central Chilean Matorral, *Quillaja saponaria*, *E. pulverulenta*, *Cryptocarya alba*.

RESUMEN

Se estudió la posible relación entre daño por herbivoría y producción de hojas nuevas y flores en *Quillaja saponaria* Mol., *E. pulverulenta* (R. et P.) Pers. y *Cryptocarya alba* (Mol.) Looser. No se encontró relación entre estas variables en ninguna de las tres especies. Una regresión múltiple resultó significativa en *E. pulverulenta*: el número de hojas dañadas con agallas predijo el 99% de la variabilidad en el número de flores. A pesar de que se encontró diferencias entre las especies en la razón hojas nuevas/flores, éstas no fueron significativas.

Palabras claves: herbivoría, crecimiento vegetativo, floración, matorral de Chile central, *Quillaja saponaria*, *E. pulverulenta*, *Cryptocarya alba*.

INTRODUCTION

The transition from the vegetative growth stage to the sexual reproductive stage in the angiosperms is quite dramatic. In the vegetative state, plants continuously generate new leaves, while the switch

to flowering involves a major change in the pattern of differentiation so that the plants must invest generally greater amounts of nutrients and energy (Taiz & Zeiger, 1991). The amount of resources allocated to flower production can be affected by several external and internal factors (Raven *et al.*, 1986). For instance, flower production may be affected by direct attack on flower meristems, or indirectly by defoliation by sap-sucking, skeletonizing, stem-boring and gall-formation (Crawley, 1989, 1997). Severe herbivory during vegetative growth may affect negatively the following flowering process. Such damage may imply lower photosynthetic surface, thus affecting directly energy intake. Damage may also induce the production of costly defences and/or the allocation of resources to tissue reparation, which in turn may reduce the plant budget allocated to flowering.

¹ This work was produced during the International Field Course on Insect-Plant Interactions held at Reserva Nacional Río Clarillo and Laboratorio de Química Ecológica, Departamento de Ciencias Ecológicas, Facultad de Ciencias, Universidad de Chile, from November 28 to December 14, 1999. The results presented are based on 6 days of field work.

² Intituto de Ecología Universidad Mayor de San Andres, La Paz, Bolivia, email: manuelolivera@latinmail.com.

³ Laboratorio de Entomología, Universidad de Talca, Casilla 747, Talca, Chile, email: blavande@pehuenc.ugalca.cl.

(Recibido: 3 de diciembre de 1999. Aceptado: 5 de enero de 2000)

The Chilean central 'matorral' (Montenegro *et al.*, 1989) is occupied by species which develop under different herbivory exposure through the year and are thus affected in different scales and ways (Fuentes *et al.*, 1981). In the present work, a study was undertaken of the effect of damage due to past herbivory on the production of new leaves and flowers in three matorral species.

METHODS AND MATERIALS

Sampling was carried out in the Río Clarillo Natural Reserve ($33^{\circ}51'S$, $70^{\circ}29'W$, 45 km southeast of Santiago, Chile). Two hundred grams of branches of *Quillaja saponaria* Mol., *E. pulverulenta* (R. et P.) Pers. and *Cryptocarya alba* (Mol.) Looser were collected, with 10 replicates for each species. The number of old and new leaves with and without damage was recorded as well as the number of flowers (buds and mature flowers). The damage in old and new leaves was classified according to different types of herbivory: chewing, sap-sucking, skeletonizing and gall-forming.

The existence of a relation between herbivory of old leaves and the production of new leaves or new flowers, Spearman rank correlations were performed for each tree species. Multiple regressions were also used to identify any tendencies in flower and leaf production in relation to previous herbivory.

RESULTS

In *Quillaja saponaria* the total number of new leaves was higher than both the number of old damaged leaves and the total number of flowers. Contrastingly, in *E. pulverulenta* there was a lower

number of vegetative structures and similar number of flowers as in *Q. saponaria*. *Cryptocarya alba* had a very small number of flowers and a higher number of old and new leaves with and without damage (Figure 1).

Chewing damage was the most frequent type in *Q. saponaria*, and was far more frequent than all other types of damage. In *E. pulverulenta*, damage levels were very low and no marked differences existed between damage types. In *C. alba*, sucking and chewing were the most frequent damage types and all other damage types were negligible (Figure 2).

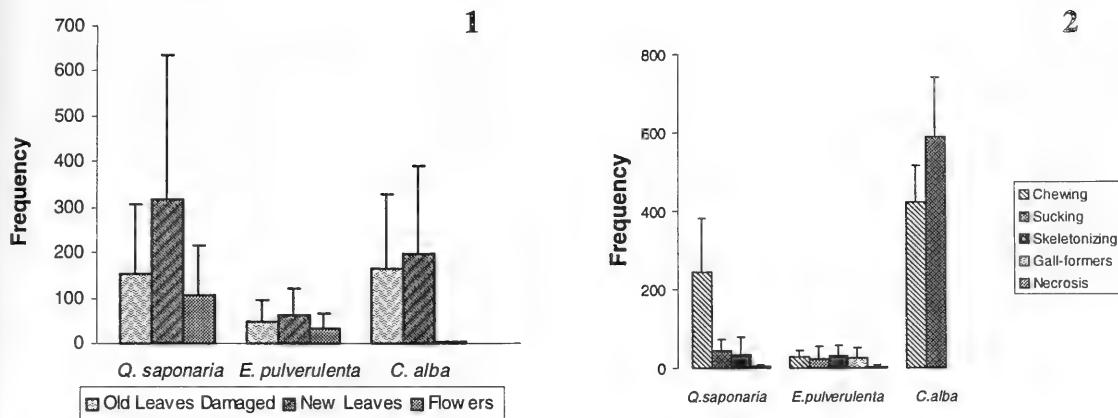
Only in *Q. saponaria* there was a negative correlation between the number of total new leaves and the number of old leaves with damage ($r_s = -0.66$; $P = 0.04$). A multiple regression to assess the relative importance of different types of damage on new leaf production (using frequency of new leaves as a dependent variable and frequency of each type of damage on old leaves as independent variables), gave no significant correlations in any of the species studied. However, when flower frequency was used as the dependant variable a significant correlation ($P < 0.0001$) was found in *E. pulverulenta*; in this case, the number of gall-damaged old leaves explained 99 % of the variability in flower frequency. No other significant correlations were found with any of the other species (Table 1).

Significant differences were found between species in the number of new leaves / number of flowers ratio ($F_{2,27} = 15.53$; $P = 0.00003$; one-way ANOVA). Through Tukey multiple range test ($P < 0.05$), significant differences were found between *C. alba* and the other two species, *C. alba* exhibiting the highest ratio. The same was true for the proportion of damaged old leaves between species

TABLE I
SUMMARY OF REGRESSION ANALYSIS. DEPENDENT VARIABLE: NUMBER OF FLOWERS; INDEPENDENT VARIABLES: NUMBER OF OLD LEAVES WITH DIFFERENT TYPES OF HERBIVORY

	Beta	St. error of Beta	B	St. error of B	t(6)	P-level
Intercept			1.911	6.778	0.282	0.787
Chewing damage ^a	0.146	0.078	0.303	0.161	1.879	0.109
Sucking damage ^a	0.057	0.079	0.067	0.091	0.732	0.491
Gall damage ^a	0.998	0.079	1.289	0.102	12.57	0.000015

^a Number of old leaves with stated type of damage



Figures 1-2. 1. Number of damaged old leaves, new leaves, and flowers in *Quillaja saponaria*, *Escallonia pulverulenta*, and *Cryptocarya alba* 2. Damage type in old leaves of *Quillaja saponaria*, *Escallonia pulverulenta*, and *Cryptocarya alba*

($F_{2,27}=131.74$, $P < 0.0001$; one-way ANOVA). In this case, three different groups were found through Tukey multiple range tests ($P < 0.05$), where *Q. saponaria* presented the highest proportion of damaged old leaves, followed by *E. pulverulenta* and *C. alba*.

DISCUSSION

In none of the species studied there was evidence of a relationship between the number of leaves per flower produced by the plant and herbivory of the old generation of leaves in these species. Such relation was expected since it has been suggested that there are direct and indirect effects of old herbivory on the general performance of a plant (Crawley, 1989; Waterman & Mole, 1989), its vegetative growth (Quiring & McKinnon, 1999), its reproductive success (Crawley, 1989) and the final decision of the plant to choose the developing course of their meristems and buds (Crawley, 1997). All these factors seem to be conditioned by external and internal factors, besides the herbivory, as has been reported in other species (Waterman & Mole, 1989). The present results should be taken cautiously because of the limitations of the sampling period.

Despite this limitation, the present results suggest that for *Q. saponaria* and *C. alba* damage due to past herbivory does not affect subsequent vegetative growth and flowering. This may indicate that the

assumption of trade-off underlying the pattern of energy allocation in plants does not hold. Thus, in these species damage does not imply decreasing allocation to flowering. On the other hand, availability of resources to life history demands may not be limiting in these cases. Further studies are needed in order contrast these hypotheses.

E. pulverulenta showed a positive correlation between damage in old leaves by gall-formers and the number of flowers produced. This suggests that not only the assumption of trade-off underlying the pattern of energy allocation in the plant does not hold, but a possible mechanism of flowering induced by galling may be occurring.

The fact that *C. alba* showed more flowers per old leaf than the other species may be attributed to a delay in the flowering of this species during the present season.

Future work should address how damage affects photosynthetic capacity of tissues (i.e. to look at area damaged instead of frequency of damaged leaves), and carry out evaluations in different time and space coordinates, as well as incorporating experiments with artificial damage.

ACKNOWLEDGEMENTS

We gratefully acknowledge the financial support of MISTRA/IFS for our participation in the course, and the help and advice received from staff at CONAF.

LITERATURE CITED

- CRAWLEY, M. 1989. The relative importance of vertebrate and invertebrate herbivores in plant population dynamics. In: E. Bernays (ed.), *Insect-Plant Interactions*, vol. 1, pp. 45-72. CRC Press, USA.
- CRAWLEY, M. 1997. Plant-herbivory dynamics. In: M. Crawley (ed.), *Plant Ecology*, 2nd ed., pp. 401-474. Blackwell Sciences, Australia.
- FUENTES, E. R., ETCHEGARAY, J., ALJARO, M.E. & MONTENEGRO, G. 1981. Shrub defoliation by matorral insects. In: di Castri, F., D. W. Goodall & R. Specht (eds.), *Mediterranean-type shrub lands*, pp. 345-359. Elsevier, Amsterdam.
- MONTENEGRO, G., ÁVILA, G., ALJARO, M.E., OSORIO, R. & GÓMEZ, M. 1989. In: G. Orshan (ed.), *Plant pheno-morphological studies in mediterranean type ecosystems*, pp. 347-387. Kluwer Academic Publishers. Netherlands.
- QUIRING, D. T. & MCKINNON, L. 1999. Why does early-season herbivory affect subsequent budburst? *Ecology* 80: 1724-1735.
- RAVEN, P., EVERETT, R. & EICHORN, S. 1986. *Biology of the plants*. 4th ed. Worth Publishers, Inc. New York.
- SOLERVICENS, J., ESTRADA, P. & MÁRQUEZ, M. 1991. Observaciones sobre entomofauna de suelo y follaje en la Reserva Nacional Río Clarillo, Región Metropolitana, Chile. *Acta Entomológica Chilena* 16: 161-182.
- TAIZ, L. & ZEIGER, E. 1991. *Plant physiology*. The Benjamin/Cummings Publishing Company Inc., California.
- WATERMAN, P. & MOLE, S. 1989. Extrinsic factors influencing production of secondary metabolites in plants. In: E. Bernays (ed.), *Insect-Plant Interactions*, vol. 1, pp. 107-134. CRC Press, USA.

DOES RESOURCE CONCENTRATION AFFECT ATTACK BY GALLING AND FOLIVOROUS INSECTS ON *SCHINUS POLYGAMUS* (CAV.) CABR. (ANACARDIACEAE)?¹

PAULA P. CABALLERO² AND HORACIO LORINI³

ABSTRACT

The resource concentration hypothesis states that the concentration or dispersion of host resources has a direct influence on herbivore insect populations. Plant consumers tend to concentrate at places in which the plant resources are abundant and easy to find. Results with *Schinus polygamus* (Cav.) Cabr. (Anacardiaceae), a shrub showing high levels of attack by different herbivorous insects, suggest that the concentration of resources influences the level of attack by galling insects, but not in the case of folivorous insects. This difference could be related with the biological features of the species involved, such as size, searching behaviour and flight capacity. Different degrees of specialization could also explain the differences between attack of galling and folivorous insects.

Keywords: concentration of resources, gall makers, folivory insects, specialization degree.

RESUMEN

La hipótesis de concentración de recursos plantea que la concentración o dispersión de recursos influye directamente en las poblaciones de insectos herbívoros que los utilizan. Los consumidores de plantas tienden a concentrarse en lugares donde el recurso es abundante y fácil de encontrar. En este estudio se trabajó con *Schinus polygamus* (Cav.) Cabr., un arbusto que presenta un alto nivel de ataque por diferentes insectos herbívoros. Los resultados sugieren que la concentración de recursos puede influenciar el nivel de ataque por insectos agalladores, mientras que no lo hace para insectos defoliadores. Esta diferencia puede estar relacionada con la diferencias en la biología de las especies involucradas tales como tamaño, conducta de búsqueda de hospederos o capacidad de vuelo. Diferencias en el grado de especialización también podrían explicar las diferencias entre el ataque de insectos agalladores y defoliadores.

Palabras claves: concentración de recursos, insectos agalladores, insectos defoliadores, grado de especialización.

INTRODUCTION

Several studies indicate that the concentration or dispersion of food resources has a direct influence

on insect populations (Price, 1997). Thus, consumers tend to concentrate at places where resources are abundant and easy to find. Root (1973) formalized this phenomenon as the resource concentration hypothesis. This lies on the assumptions that herbivores, particularly specialists, 1) are more likely to find hosts that are spatially concentrated, 2) once arrived, are likely to remain there; and 3) reproductive success is likely to be greater (Price, 1997). According to Root (1973), the concentration of the resource could benefit the development of some specialized herbivores, but the situation could be different with respect to non-specialized ones. Adults of these latter species may find adequate oviposition sites, but these sites may constitute

¹ This work was produced during the International Field Course on Insect-Plant Interactions held at Reserva Nacional Río Clarillo and Laboratorio de Química Ecológica, Departamento de Ciencias Ecológicas, Facultad de Ciencias, Universidad de Chile, from November 28 to December 14, 1999. The results presented are based on 6 days of field work.

² Laboratorio de Química Ecológica, Departamento de Ciencias Ecológicas, Facultad de Ciencias, Universidad de Chile, Casilla 653, Santiago, Chile, email: paulac@abulafia.ciencias.uchile.cl.

³ Universidad Mayor de San Andrés, La Paz, Bolivia, email: horacec@yahoo.com.

(Recibido: 3 de diciembre de 1999. Aceptado: 5 de enero de 2000)

inadequate larval food (Price, 1997). Thus, members of these species may tend to emigrate from the patch.

Schinus polygamus (Cav.) Cabr. (Anacardiaceae) is an abundant shrub in the semi-arid matorral of Central Chile. High levels of attack by different herbivorous insects have been reported in this species (Hoffmann, 1998; Navas, 1976). In addition, the family Anacardiaceae concentrates 9.2 % of all types of galls described in the Chilean flora (Nuñez & Sáiz, 1994). In particular, in *S. polygamus* seven types of galls have been reported, five of which are rather common (Nuñez & Sáiz, 1994, 1997). The aim of this study was to examine the effect of the degree of aggregation of resources on the number of leaves showing herbivory and the number of galls present in plants of *S. polygamus*.

MATERIALS AND METHODS

Data were collected between December 5 and 10, 1999 at the Río Clarillo National Reserve ($33^{\circ}51' S$, $70^{\circ}29' W$, 45 km southeast of Santiago, Chile). *Schinus polygamus* is an abundant, polymorphic evergreen shrub of 1–2.5 m height, with high to low aggregated distribution. Twenty-one patches with different degrees of aggregation of *S. polygamus* individuals were defined. Each patch was identified as a focal plant surrounded (or not) by other conspecifics in the centre of a circle with 10 m radius. The height and approximate cover of each individual in the experimental unit was measured. The number of neighbouring individuals and the distance between each of them and the focal plant were also assessed.

To analyze the effect of the aggregation degree on the abundance of galls and incidence of folivory, standardized samples of 100 g of fresh biomass (branches, leaves, etc), were randomly collected

from the focal plant of each patch. Samples were stored in plastic bags until analyzed. The following parameters were recorded for each sample: number of galls, type of galls, number of damaged leaves (chewed, sucked, etc.) and number of undamaged leaves.

Multiple regression analysis was performed separately for the dependent variables "number of galls" and "incidence of folivory". First, a basic multiple regression was performed where all the independent variables were tested at the same time, followed by a multiple regression with the forward stepwise form, to identify the most relevant variables. An exploratory analysis indicated the need to $\ln(x + 1)$ - transform some data sets to deal with the assumptions of the parametric statistics.

RESULTS

The results of the multiple regression showed no relation between folivory and different variables related to aggregation ($R = 0.60$, $P = 0.31$). The multiple regression for the number of galls showed a different scenario. There was a significant relationship between the number of galls and variables related to aggregation of resources ($R = 0.82$, $P = 0.006$). The variables with positive significant correlations with number of galls were focal shrub height ($P = 0.030$) and height of highest neighbour ($P = 0.021$), whereas cover area of neighbours had a negative significant correlation ($P = 0.027$).

In order to determine the most important independent variables on the multiple regression, a forward stepwise analysis was performed. The variables that arose as the most important determinants of the increase of the number of galls, were the heights of the highest neighbour and of the focal plant, and the coverage of the neighbouring plants (Table 1).

TABLE 1
FORWARD STEPWISE ANALYSIS FOR INCIDENCE OF GALLING INSECTS IN PATCHES WITH DIFFERENT DEGREES OF AGGREGATION OF *SCHINUS POLYGAMUS*.

	β	Partial correlation	P-level
Height of focal shrub	0.542	0.648	0.0025
Height of highest neighbour	0.891	0.650	0.0024
Area covered by neighbours	-0.634	-0.518	0.022

DISCUSSION

In general, it may be hypothesized that the volume of the plants is the most important cue for the visual finding of the host by the gall makers. At the level of multiple regressions made with the forward stepwise procedure, the height of the neighbours, the height of the focal plant and the coverage of the neighbours inside the experimental units, determine the most significant level of relation with the number of galls.

The presence of galls correlated directly with variables related to the height of shrubs in each patch, and inversely with the area covered by neighbors in the patch. Both types of variables are related to how conspicuous the resource was. On the other hand, field observations showed that in patches with numerous conspecifics, the presence of galls tended to be homogeneous, i.e. all neighbouring plants had galls. Thus, the results suggest that a conspicuous patch, with high plants, is able to recruit a high number of galling insects, but the presence of several conspecifics in the patch results in homogenization of the attack by these insects.

Although the presence of galls showed a significant relation with variables related to concentration of resources, no such relation was found with the incidence of folivory. These differences could be attributed to two major facts: insect-host specialisation and the capacity of the insects for searching and finding the resources.

The insects that are involved in the production of galls in *S. polygamus* are species from the families Psyllidae, Cecidomyiidae and Cecidosidae, generally smaller than 5 mm (Sáiz & Nuñez, 1997; Artigas, 1994). Small insects tend to have restricted capacity to explore distant places. For example, psyllids are jumping homopterans with poor capacity to maintain prolonged flights (Artigas, 1994). Assuming that these incapacities decrease the probability to colonize farther away patches, the correlation encountered in this work supports this fact.

The formation of galls reflects a high level of specificity between plants and galling insects (Dreger - Jauffret & Shorthouse, 1992). In contrast, folivorous insects tend to be relatively polyphagous species, foraging on a wider range of resources. In

this sense, generalist folivorous insects could have less difficulty in finding suitable hosts than could have specialized gall makers. Thus, for small and specialist organisms such as the galling insects present in the system studied, the effect of distance could be a real barrier between the potential host plants, comparable to the presence of other kinds of vegetation or other physical barriers such as rivers, hills, etc. These barriers would decrease the probability of arrival to the host plants, and could be particularly important in explaining the differences of folivorous and galling insects in relation to resource concentration.

Few studies have discussed the biology of galling insects present in the Central Chilean matorral, and none of them has addressed their flight capacities and host searching abilities. These are relevant data to record in the future. The relations found between the presence of galls and variables related to concentration of resources suggest that the dispersion capacity of galling insects in *S. polygamus* are related with the conspicuity of patches, but a high concentration of resources could lead to a dilution of attack by the insect. In other words, those patches containing tall plants could be more attractive to galling insects, but if they are highly dense, this effect would be diluted.

ACKNOWLEDGEMENTS

We thank Richard J. Hopkins, Mattias Jonsson, Claudio C. Ramírez, Ernesto Gianoli, Rodrigo Ríos, Andrea Loayza and Wilfredo González for comments on this manuscript. We gratefully acknowledge the financial support of MISTRA/IFS for our participation in the course, and the help and advice received from staff at CONAF.

REFERENCES

- ARTIGAS, J. N. 1994. Entomología Económica. Insectos de interés agrícola, forestal, médico y veterinario. Vol. 1. Ediciones Universidad de Concepción. Concepción.
- DREGER-JAUFFRET, F. & SHORTHOUSE, J.D. 1992. Diversity of gall-inducing insects and their galls. In: J. Shorthouse & O. Rohfritsch (eds.), Biology of insectinduced galls, pp. 8-33. Oxford University Press Inc., New York.
- GRENZ, A. A. 1988. *Procalus lenzi* y *Procalus malaisei* (Coleoptera: Crysomelidae): dos especialistas del matorral. Revista Chilena de Entomología 16: 65-67.
- HOFFMANN, A. 1998. Flora silvestre de Chile. Zona Central. Ediciones Claudio Gay, Santiago.

- NAVAS, M. A. 1976. Flora de la Cuenca de Santiago de Chile, vol. 2. Dicotiledoneae, Archiclamydeae. Editorial Universitaria, Santiago.
- NUÑEZ, C. & SÁIZ, F. 1994. Cecidios en vegetación autóctona de Chile de clima mediterráneo. Anales del Museo de Historia Natural de Valparaíso. 22: 57-80.
- PRICE, P.W. 1992 Evolution and ecology of gall-inducing sawflies. In: J. Shorthouse & O. Rohfritsch (eds.), Biology of insect-induced galls, pp. 208-224. Oxford University Press Inc., New York.
- PRICE, P. W. 1997. Insect Ecology. John Wiley & Sons, Inc. USA. pp. 626-628.
- ROOT, R.B. 1973. Organization of a plant – arthropod association in simple and diverse habitats: the fauna of collards (*Brassica oleracea*). Ecological Monographs 102: 149-155.
- SÁIZ, F. & NUÑEZ, C. 1997. Estudio ecológico de las cecidias del género *Schinus*, especialmente las de hoja y de rama de *S. polygamus* y *S. latifolius* (Anacardiaceae), en Chile Central. Acta Entomológica Chilena 21: 39-59.

DO HOST PLANT TRAITS AND GALLING INSECTS AFFECT THE ABUNDANCE OF ISSUS SP. ON *COLLIGUAJA ODORIFERA* MOL. ALONG AN ALTITUDINAL GRADIENT?¹

WILFREDO L. GONZÁLES² AND ROSARIO FERNÁNDEZ³

ABSTRACT

The association between the abundance of the jumping Hemiptera *Issus* sp. and host plant traits (fruits, flowers, buds, plant size and cover) and galling insects in *Colliguaja odorifera* Mol. along altitudinal gradient, was evaluated. Two contrasting sites were studied: low (850 m.a.s.l.) and high (1150 m.a.s.l.). At the low site, the number of fruits and buds, cover and plant size were larger (t-test, $P<0.05$, for each trait) than in the high site. The number of galling insects and isids was higher in the low site. The ratio of isids to galls was not significantly different in low and high sites. The ratio of fruits to isids was significantly larger in the low site (t-test, $P<0.05$) than in the high site. Using multivariate approaches in each site, in the low site plant cover was significantly ($F_{2,97}=4.89$, $P<0.01$) and positively associated with isid abundance. Whilst at the high site the number of fruits was significantly ($F_{3,36}=3.18$, $P<0.05$) and positively associated with isid abundance.

Key words: *Colliguaja odorifera*, Issidae abundance, galling insects, altitudinal gradient.

RESUMEN

Se evaluó la asociación entre la abundancia de *Issus* sp. y el número de insectos agalladores y los atributos de la planta hospedera *Colliguaja odorifera* Mol. (frutos, flores, yemas, cobertura y dimensiones de la planta), a lo largo de un gradiente altitudinal. Se estudió dos zonas contrastantes: una baja (850 msnm) y otra alta (1150 msnm). En la zona baja, el número de frutos y yemas, y la cobertura y dimensiones de la planta fueron mayores (t-test, $P<0.05$ para cada carácter) que en la zona alta. El número de insectos agalladores e isídios fue mayor en la zona baja. La proporción isídios/agallas no fue significativamente diferente entre ambos lugares. La proporción frutos/isídios fue significativamente mayor en la zona baja (t-test, $P<0.05$) con respecto a la alta. Utilizando regresiones múltiples en cada área, se observó que en la zona baja la cobertura de la planta estuvo asociada significativa ($F_{2,97}=4.89$, $P<0.01$) y positivamente con la abundancia de isídios. Por otro lado, en la zona alta el número de frutos estuvo asociado significativa ($F_{3,36}=3.18$, $P<0.05$) y positivamente con la abundancia de isídios.

Palabras claves: *Colliguaja odorifera*, abundancia de Issidae, insectos formadores de agallas, gradiente altitudinal.

INTRODUCTION

Herbivore-plant interactions may be affected in

¹ This work was produced during the International Field Course on Insect-Plant Interactions held at Reserva Nacional Río Clarillo and Laboratorio de Química Ecológica, Departamento de Ciencias Ecológicas, Facultad de Ciencias, Universidad de Chile, from November 28 to December 14, 1999. The results presented are based on 6 days of field work.

² Laboratorio de Química Ecológica, Departamento de Ciencias Ecológicas, Facultad de Ciencias, Universidad de Chile, Casilla 653, Santiago, Chile, email: willy@abulafia.ciencias.uchile.cl.

³ Laboratorio de Ecofisiología, Área de Biodiversidad Animal, Facultad de Ciencias Naturales y Matemáticas, Universidad Nacional Federico Villareal, Lima-Perú, email: rosariofi@hotmail.com.

(Recibido: 3 de diciembre de 1999. Aceptado: 5 de enero de 2000)

time and space by environmental conditions (Crawley, 1986; Thompson, 1988; Price, 1997). In particular, altitudinal range can affect the pattern of host plant distribution and consequently that of its closely related herbivores (Boecklen & Spellenberg, 1990; Aguilar & Boecklen, 1992). The common shrub *Colliguaja odorifera* Mol. shows an altitudinal distribution range between 600 to 1200 meters above sea level, is scarcely attacked by folivorous insects (Montenegro *et al.*, 1980), but strongly attacked by gall makers (Martínez *et al.*, 1992). Work in this system has focused on different aspects of the galling insect-*C. odorifera* relationship, emphasizing the relevance of plant traits such as specificity of attacked organs or plant phenology (Núñez & Sáiz, 1994; Sáiz *et al.*, 1999;

Martinez *et al.*, 1992), and the influence of altitudinal gradient (Fuentes-Contreras *et al.*, 1999). A common insect found associated to *C. odorifera* is the jumping Hemiptera, *Issus* sp. (Fulgoromorpha: Issidae), but it has been poorly studied. In this work, the pattern of abundance of *Issus* sp. on *C. odorifera* growing at two sites of different altitude was evaluated in relation to plant traits and galling insect abundance.

METHODS AND MATERIALS

C. odorifera occurs at the Río Clarillo National Reserve ($33^{\circ} 51' S$ - $70^{\circ} 29' W$, 45 km southeast of Santiago, Chile) mostly on equatorial facing slopes. Two sites of different altitude (850 and 1150 m above sea level) were chosen. Modular plants separated by at least 5 m were selected at each site ($n = 100$ in low site, and $n = 40$ in high site). The size of each plant (breath and length) and approximate area covered by it were recorded. A representative volume (40cm x 40cm x 40cm) of each plant was chosen and the number of fruits, flowers, buds and galls present in this volume was determined. Only the galls corresponding to the last season were considered, i.e. galls which were either completely green or at least green at their base. A

beating trap (0.5m x 0.8 m) was placed under the representative plant volume chosen and the canopy was shaken to collect and determine the number of isids fallen.

For comparisons between low and high sites, a t-test was used for plant traits, herbivore abundance (galling insects and isids), and the ratios of fruits to isids and isids to galls. Multiple regression analyses considering plant traits and galling insects as variables affecting isid abundance, were used for both sampling areas.

RESULTS

At the low site, the number of fruits and buds, and the cover and dimension of the plants were significantly (t-test, $P < 0.005$, for each plant trait evaluated) greater than at the high site. The number of flowers was not significantly different (t-test, $P > 0.1$) between low and high sites (Figure 1).

At the low site, the number of galling insects and isids were significantly higher (t-test, $P < 0.005$, for each herbivore evaluated) than at the high site. Multiple regressions showed that at the low site only the cover of the plant was positively associated ($F_{2,99} = 4.899$, $P < 0.01$) with isid abundance. At the high site, the number of fruits was positively associated

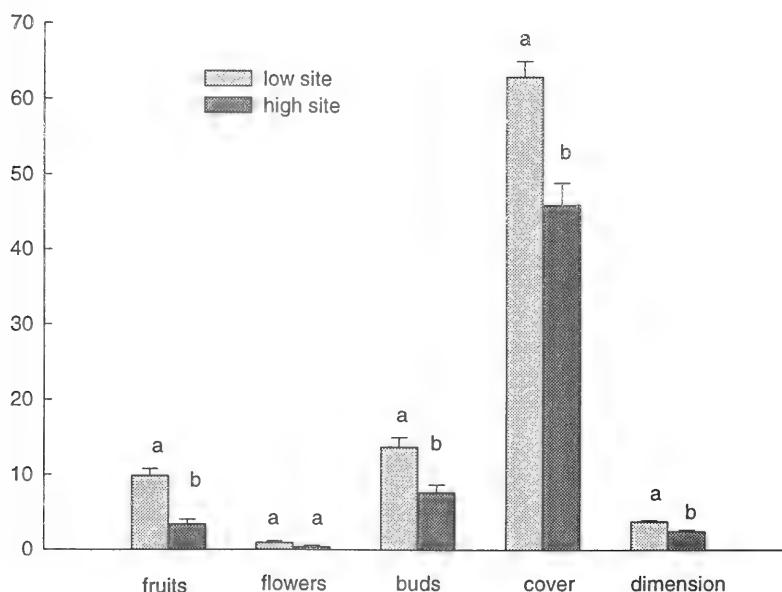


Figura 1. Comparison of plant traits in *Colliguaja odorifera* growing at low and high altitudes. Different letters mean significant differences (t-test, $P < 0.05$). Fruits, flowers and buds are represented as number; cover as porcentage of total plant area, and total dimension as square meters.

($F_{3,36} = 3.18$, $P < 0.05$) with isid abundance. The ratio of isids to galls was not significantly different (t-test, $P > 0.2$) between the low and high sites. The ratio of fruits to isids was significantly larger (t-test, $P < 0.05$) at the low site than at the high site.

DISCUSSION

Environmental conditions may affect some host plant traits and act directly or indirectly on herbivores. Plant traits showed significant differences between sites of different altitudes: number of fruits and buds, and plant cover and dimension were greater at low altitude (Figure 1). These traits suggest that *C. odorifera* represents a resource of poorer quality at the high site than at the low site. Hence, fewer herbivores (galling insects and isids) were expected at the high site than at the low one. The multivariate approach which considered both plant traits and number of galling insects at each site (low and high) as independent variables, showed that these variables were relevant to explain isid abundance.

At the low site, cover of the plant explained the number of isids at this site. This suggests that for this jumping insect, the host plant with larger cover will be a better habitat (microclimatic advantage or refuge zone, etc.) than that with smaller cover.

On the other hand, at the high site the number of fruits showed a positive association with isid abundance, but cover was not relevant. At this site, some plant traits were significantly smaller than at the low site, in particular the number of fruits (Figure 1). Given the lower host plant quality and the lower fruits to isids ratio, the resource could well be limiting, and hence the number of fruits is a relevant plant trait affecting isid abundance. The lack of significance of number of fruits in the multiple regression for the low site where the fruits to isids ratio is higher, may be explained by a time lag between the insect population dynamics and the availability of the resource. Interestingly, most females in the low site were gravid; hence, it is expected that later on the season the isid population would increase, and the number of fruits would explain isid abundance.

On the other hand, the abundance of galling insects was not relevant to explain the pattern of isid abundance (low and high site). Possibly, galling insects and isids have different patterns of host plant use, thus avoiding possible negative interactions. However, at high density of isids the pattern could change.

ACKNOWLEDGEMENTS

We thank all participants to the course for their enthusiastic and helpful criticism of the manuscript, specially Christer Björkman, Mattias Jonsson, Ernesto Gianoli, Richard J. Hopkins, and Claudio C. Ramírez. We gratefully acknowledge the financial support of MISTRA/IFS for our participation in the course, and the help and advice received from staff at CONAF.

REFERENCES

- AGUILAR, J.M. & BOECKLEN, W.J. 1992. Patterns of herbivory in the *Quercus grisea* x *Quercus gambelii* species complex. *Oikos* 64: 498-504.
- BOECKLEN, W.J. & SPELLENBERG, R. 1990. Structure of herbivore communities in two oak (*Quercus* spp.) hybrid zones. *Oecologia* 85: 92-100.
- CRAWLEY, M.J. 1986. Plant Ecology. Second edition. Blackwell, Oxford.
- FUENTES-CONTRERAS, E., GIANOLI, E., CABALLERO, P.P. & NIEMEYER, H.M. 1999. Influence of altitude and host-plant species on gall distribution in *Colliguaja* spp. (Euphorbiaceae) in Central Chile. *Revista Chilena de Historia Natural* 72: 305-313.
- MARTÍNEZ, E., MONTENEGRO, G. & ELGUETA, M. 1992. Distribution and abundance of two gallmakers on the euphorbiaceous shrub *Colliguaja odorifera*. *Revista Chilena de Historia Natural* 65: 75-82.
- MONTENEGRO, G., JORDAN, M. & ALFARO, M.E. 1980. Interactions between chilean matorral shrubs and phytophagous insects. *Oecologia* 45: 346-349.
- NÚÑEZ, C. & SÁIZ, F. 1994. Cecidios en vegetación autoctona de Chile de clima mediterráneo. *Anales del Museo de Historia Natural de Valparaíso* 22: 57-80.
- PRICE, P.W. 1997. Insect Ecology . Third edition. Wiley, New York
- SÁIZ, F., MORALES, A. & OLIVARES, M. (in press). Sobre el complejo de cecidios de *Colliguaja odorifera* Mol. (Euphorbiaceae). *Anales del Museo de Historia Natural de Valparaíso*.
- THOMPSON, J. N. 1988. Variation in interspecific interactions. *Annual Review of Ecology and Systematics* 19: 65-87.



INSTRUCCIONES A LOS AUTORES

Las colaboraciones para la Revista Chilena de Entomología (publicada anualmente) deberán corresponder a investigaciones originales, inéditas, sobre Entomología en cualquiera de sus especialidades, aspectos o relaciones, con las citas bibliográficas o revisión de literatura necesarias para fundamentar el nuevo aporte, y con especial referencia a Chile o a la región Neotropical.

La recepción de trabajos será continua. La aceptación dependerá de la opinión expresada por al menos dos revisores. La publicación se hará en estricto orden de recepción, condicionado por su aceptación, dejándose expresa constancia de las fechas de recepción y aceptación definitiva de los manuscritos.

Los trabajos deberán estar escritos a máquina, a doble espacio, en hoja tamaño carta, con un margen de 2,5 cm. por lado; cada hoja se numerará correlativamente y llevará el apellido de los autores. Los autores de trabajos que utilicen impresoras para sus originales, deberán poner especial atención en cuanto a que el texto sea absolutamente legible. Deberá evitarse el uso de neologismos y de abreviaturas no aceptadas internacionalmente.

Los autores deberán financiar parte de los costos de impresión.

Los originales, incluyendo 2 copias, se deben dirigir a:

Editor
Revista Chilena de Entomología
Casilla 21132
Santiago (21), CHILE

Los trabajos redactados en español o inglés, deben incluir un resumen en ambos idiomas. La aceptación de aportes redactados en otro idioma, está sujeta a autorización por parte del Comité Editorial.

Se sugiere que cada artículo científico conste de las siguientes secciones: Resumen y Abstract, Introducción, Materiales y Métodos, Resultados,

Discusión (pudiéndose refundir estos últimos), Agradecimientos, Literatura Citada.

El título debe ser breve, escrito en español e inglés, y se debe incluir palabras claves (key words) a continuación de cada resumen.

Los trabajos taxonómicos deben ceñirse a las recomendaciones del Código Internacional de Nomenclatura Zoológica; las descripciones de nuevos taxa deben incluir figuras adecuadas a tal propósito.

Indique mediante notas marginales en el texto la localización preferida de Tablas y Figuras.

Las llamadas al pie de página deberán indicarse mediante un número, con numeración correlativa a lo largo del manuscrito.

Las menciones de autores en el texto deberán ser hechas sólo con inicial mayúscula ej.: González; los nombres de autores de la Literatura Citada deberán ser escritos con mayúscula, ej.: GONZALEZ. El término Bibliografía se reserva para aquellos casos en que se efectúa una recopilación exhaustiva sobre un determinado tema.

Ejemplos de menciones de citas bibliográficas:
FRIAS L., D., 1986. Biología poblacional de *Rhagoletis nova* (Schiner) (Diptera: Tephritidae). Rev. Chilena Ent. 13: 75-84.

TORO, H. y F. ROJAS, 1968. Dos nuevas especies de *Isepeolus* con clave para las especies chilenas. Rev. Chilena Ent., 6: 55-60.

GREZ, A.A.; J.A. SIMONETTI y J.H. IPINZA-REGLA, 1986. Hábitos alimenticios de *Camponotus morosus* (Smith, 1858) (Hymenoptera: Formicidae) en Chile Central. Rev. Chilena Ent., 13: 51-54.

Note que se resalta los nombres científicos y el volumen de la revista. En el caso de títulos que incluyan nombres genéricos o específicos, deberá llevar en paréntesis el Orden y la Familia a que pertenecen, separados por dos puntos. Se aceptará la cita abreviada del nombre de la Revista (propuesta por sus editores) o en su defecto el nombre completo de la misma, cuidando adoptar un criterio uniforme.

Ejemplos de menciones de citas de libros, capítulos de ellos y publicaciones en prensa:

CLOUDSLEY-THOPSON, J.L., 1979. El hombre y la biología de zonas áridas. Editorial Blumé, Barcelona.

BRITTON E.B., 1979. Coleoptera: In: CSIRO (ed.), The insects of Australia, pp. 495-621. Melbourne University Press, Carlton.

BURCKHARDT, D. (en prensa). Jumping plant lice (Homoptera: Psylloidea) of the temperate Neotropical region. Part. 3: Calophyidae and Triozidae. Zoological Journal of the Linnean Society.

BLANCHARD, C.E., 1851. Fasmianos. In: C. Gay (ed), Historia Física y Política de Chile. Zoología, 6: 23-29. Imprenta de Maulde et Renou, Paris.

Nótese que en el penúltimo caso no se indica fecha ni volumen de supuesta publicación.

Las citas en el texto se hacen por la mención del apellido del autor seguido del año de publicación, separados por una coma. Varios trabajos de un mismo autor publicados en el mismo año, deberán diferenciarse con letras minúsculas (ejemplo: Rojas, 1981a, 1981b y 1981c); para citas de trabajos de dos autores se deben mencionar los apellidos de ambos (ejemplo: Rojas y Cavada 1979); trabajos de más de dos autores deberán ser citados por el apellido del primer autor seguido de *et al.*, varios trabajos citados dentro de un paréntesis deberán ser separados por punto y coma (ejemplo: Frías, 1986; Toro & Rojas, 1968; Grez *et al.*, 1986 y Rojas & Cavada, 1979).

La primera vez que se cite en el texto un nombre científico, deberá llevar el nombre de su descriptor (ejemplo: *Peloridora kuscheli* China, 1955) y en lo posible el año de su descripción. Todas las palabras en latín, incluso abreviaturas en latín, deberán ser subrayadas.

Gráficos, diagramas, mapas, dibujos y fotografías

llevarán la denominación de Figuras (abreviado como Fig. en el texto); se usará el término Tabla para designar cualquier conjunto de datos presentados en forma compacta.

Se deberá proporcionar en una hoja aparte, un encabezamiento de página (título acortado) de no más de 80 caracteres, incluyendo espacios y apellido del autor (ejemplo: Guerrero *et al.*: Acción parasitaria de himenópteros sobre *Plutella xylostella* L.).

Los dibujos deben ser hechos con tinta china negra y papel diamante o en papel blanco de buena calidad pudiendo usarse además, materiales autoadhesivos (letra set u otros). Las fotografías deberán ser en blanco y negro, papel brillante y con buen contraste e intensidad. La impresión a color será de cargo de los autores.

Las figuras llevarán leyenda corta, precisa y autoexplicativa y serán numeradas correlativamente. Para su confección se deberá tener en cuenta las proporciones de la hoja impresa de la revista.

Las figuras que excedan el tamaño de la hoja deberán ser diseñadas considerando la reducción que sufrirá el original. Usar escalas gráficas.

Las leyendas y explicaciones de figuras deberán mecanografiarse en hoja aparte.

Cada ilustración deberá llevar además del número, el nombre del autor, las cuales deben escribirse con lápiz grafito en su margen o en el reverso en el caso de fotografías.

El número de cuadros y figuras debe limitarse al mínimo indispensable para comprender el texto.“

Pruebas de impresión: el autor recibirá una prueba que deberá devolver corregida dentro de los 10 días posteriores a su envío.

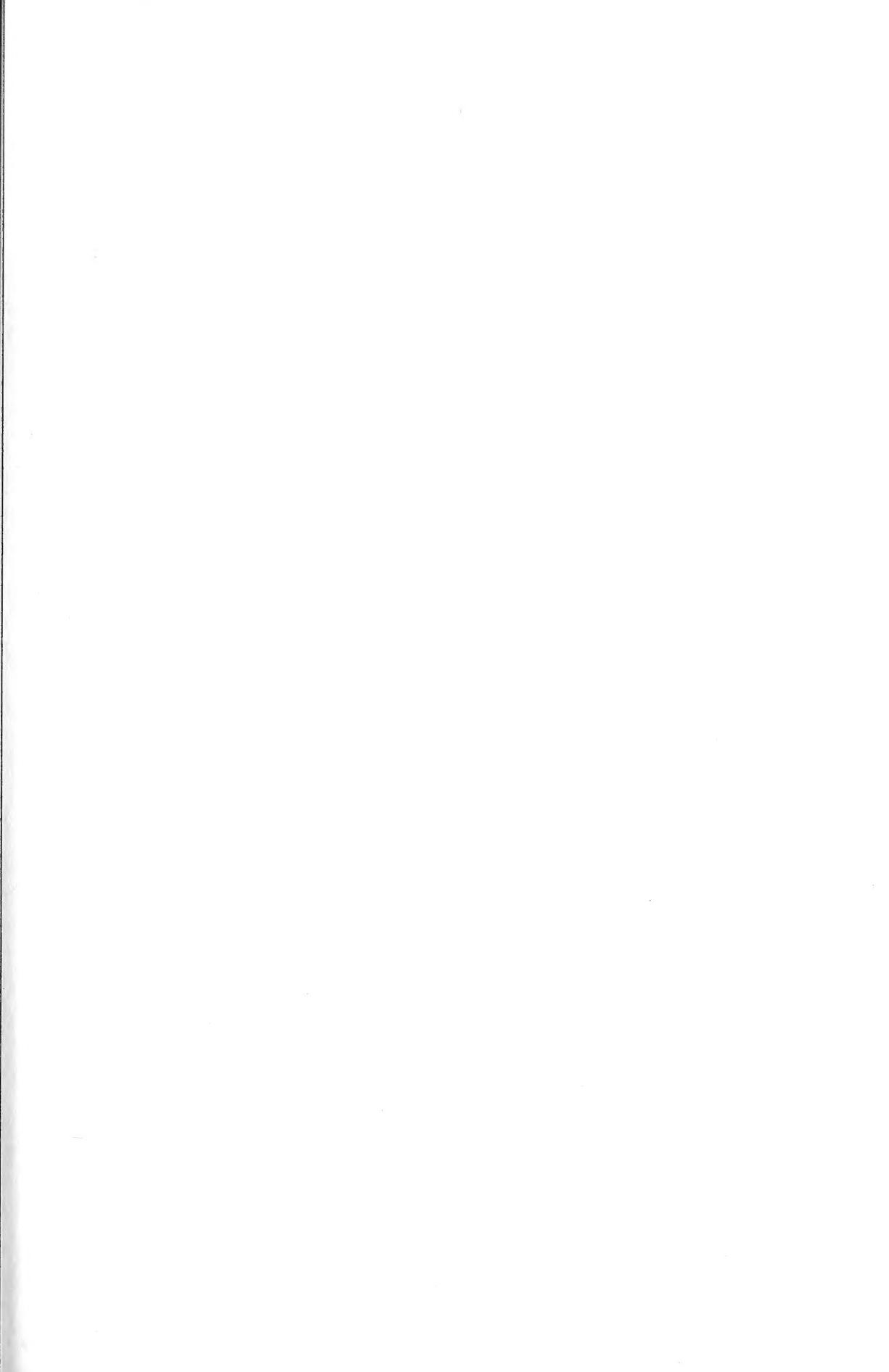
Separatas: el o los autores recibirán gratuitamente un total de 50 separatas por trabajo. Si desea un número mayor, deben solicitarse y cancelarlas anticipadamente. La cantidad adicional debe ser indicada al devolver las pruebas de impresión.

C O N T E N I D O

AQUINO, A. L. véase TURK y AQUINO	15
BILOTTI; G. véase RODRÍGUEZ <i>et al</i>	13
BORDAKIEVICH, S. E. véase RODRÍGUEZ <i>et al</i>	13
BOTTO, E. N. véase VISCARRET <i>et al</i>	5
BOTTO-MAHAN, C. AND M. OJEDA-CAMACHO. The importance of floral damage for pollinator visitation in <i>Alstroemeria ligtu</i>	73
BURCKHARDT, D. AND M. ELGUETA. <i>Blastopsylla occidentalis</i> Taylor (Hemiptera: Psyllidae), a new introduced eucalypt pest in Chile	57
CABALLERO, P. C. AND H. LORINI. Does resource concentration affect attack by galling and folivorous insects on <i>Schinus polygamus</i> (Cav.) Cabr. (Anacardiaceae)?	89
CISTERNAS, M. véase COLLANTES AND CISTERNAS	77
COLLANTES, H. G. AND M. CISTERNAS. Feedin pattern of <i>Helicoverpa zea</i> (Boddie) caterpillars on flowers of <i>Gnaphalium robustum</i> Phil.	77
COSTA-ARBULÚ, C. AND A. M. SÁNCHEZ. Does patch density of <i>Gnaphalium robustum</i> Phil. influence herbivory by <i>Helicoverpa zea</i> (Boddie) larvae?	69
DELFINO, S. véase RODRÍGUEZ <i>et al</i>	13
ELGUETA, M. véase BURCKHARDT AND ELGUETA	57
FERNÁNDEZ, R. véase GONZÁLES AND FERNÁNDEZ	93
FUENTES-CONTRERAS, E. véase GONZÁLES <i>et al</i>	53
GONZÁLES, W. L.; E. FUENTES-CONTRERAS Y H. M. NIEMEYER. Registro de un nuevo áfido introducido en Chile: <i>Takecallis taiwanus</i> (Takahashi) (Hemiptera: Aphididae: Drepanosiphinae)	53
GONZÁLES, W. I. and R. FERNÁNDEZ. Do host plant traits and galling insects affect the abundance of <i>Issus sp.</i> (Hemiptera: Issidae) on <i>Colliguaja odorifera</i> Mol. along an altitudinal gradient?	93
JIMÉNEZ, M. véase RIOS-ARAMAYO AND JIMÉNEZ	81
LAVANDERO, B. I. véase OLIVERA AND LAVANDERO	85
LOAYZA-FREIRE, A. AND R. LOAYZA-MURO. Pollination and fruit production of two species of <i>Alstroemeria</i> (Amaryllidaceae) in pure and mixed plant patches	63
LOAYZA-MURO, R. véase LOAYZA-FREIRE and LOAYZA-MURO	63
LORINI, H. véase CABALLERO AND LORINI	89
MORONI B., J. C. Aporte al conocimiento de los coleópteros hidrofílidos Sphaeridiini de Chile. <i>Andotypus perezdearcei</i> n. sp. (Coleoptera: Hydrophilidae: Sphaeridinae)	23
MORONI B., J. C. Aporte al conocimiento de los coleópteros hidrofílidos Hydrobiini de Chile. <i>Enochrus</i> <i>(Hugoscottia) concepcionensis</i> n. sp. (Coleoptera: Hydrophilidae: Hydrophilinae)	29
NIEMEYER, H. M. véase GONZÁLES <i>et al</i>	33
NÚÑEZ, C. véase SÁIZ Y NÚÑEZ	41
OJEDA-CAMACHO , M. véase BOTTO-MAHAN AND OJEDA-CAMACHO	71
OLIVERA, M. A. AND B. I. LAVANDERO. The effect of herbivory rates on the production of leaves and flowers by three species of the matorral of central Chile	85
POLASZEK, A. véase VISCARRET <i>et al</i>	5
RIOS-ARAMAYO, R. AND M. JIMÉNEZ. Do armored scale insects influence visit rate and feeding activity of ants on <i>Echinopsis chilensis</i> ?	81
RODRÍGUEZ, S. M.; S. E. BORDAKIEVICH; G. BILOTTI; S. RUSSO Y S. DELFINO. Relación de la fluctuación poblacional de <i>Schizaphis graminum</i> (Rond.) y <i>Metopolophium dirhodum</i> (Walk.) (Hemiptera: Aphididae) con la concentración de ácido hidroxámico en cereales de invierno	13
RUSSO S. véase RODRÍGUEZ <i>et al</i>	13

SÁIZ, F. Y C. NÚÑEZ. Aspectos ecológicos de las cecidias del Norte árido de Chile: Segunda Región	41
SÁNCHEZ, A. M. véase COSTA-ARBULÚ AND SÁNCHEZ	69
TURK, S. Z. Y A. L. AQUINO. Biología poblacional de <i>Cylindrotettix sanctarosae</i> Roberts, 1975 (Orthoptera: Acrididae: Leptysminae). Fecundidad y estructura de edades (Tucumán – Argentina)	35
VISCARRET, M. M.; E. N. BOTTO AND A. POLASZEK. Whiteflies (Hemiptera: Aleyrodidae) of economic importance and their natural enemies (Hymenoptera: Aphelinidae, Eulophidae, Signiphoridae) in Argentina	5

SOCIEDAD CHILENA DE ENTOMOLOGIA
CASILLA 21132
SANTIAGO 21
CHILE



ERNST MAYR LIBRARY



3 2044 114 255 854

