

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/280090777>

Parasitismo del minador de la hoja de los cítricos (Phyllocnistis citrella Stainton) en limón persa en Xalisco, Nayarit

Article · May 2015

CITATIONS

0

READS

62

6 authors, including:



[Orlando Estrada](#)

Universidad Autónoma de Nayarit

4 PUBLICATIONS 4 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)



[Agustin Robles](#)

Universidad Autónoma de Nayarit

17 PUBLICATIONS 12 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)

[Gabriela R Peña Sandoval](#)

Universidad Autónoma de Nayarit

12 PUBLICATIONS 246 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)



[Juana María Coronado-Blanco](#)

Autonomous University of Tamaulipas

199 PUBLICATIONS 180 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)

Some of the authors of this publication are also working on these related projects:



Proyecto: PRODEP 2016-2017. [View project](#)



Braconidae de Latinoamérica [View project](#)

All content following this page was uploaded by [Juana María Coronado-Blanco](#) on 16 July 2015.

The user has requested enhancement of the downloaded file. All in-text references [underlined in blue](#) are added to the original document and are linked to publications on ResearchGate, letting you access and read them immediately.

PARASITISMO DEL MINADOR DE LA HOJA DE LOS CITRICOS (*Phyllocnistis citrella* Stainton) EN LIMON PERSA EN XALISCO, NAYARIT

Francisco Alberto González-Acosta¹, Jhonathan Cambero-Campos^{1,2}, Mario Orlando Estrada-Virgen², Agustín Robles-Bermúdez^{1,2}, Gabriela R. Peña Sandoval^{1,2} y Juana María Coronado-Blanco³.

¹Unidad Académica de Agricultura. Universidad Autónoma de Nayarit, Xalisco, Nayarit, México. Tepic-Compostela Km. 9 C.P. 63780. Tel: (311) 2111163.

²Posgrado en Ciencias Biológico Agropecuarias, Universidad Autónoma de Nayarit, Xalisco, Nayarit, México. Carretera Tepic-Compostela Km. 9

³Centro de Investigación, UAM Agronomía y Ciencias, Universidad Autónoma de Tamaulipas, Cd. Victoria, Tamaulipas, 8714. México.

✉ Correo: jhony695@gmail.com

RESUMEN. El objetivo de la presente investigación fue identificar el parasitismo del minador de la hoja de los cítricos *Phyllocnistis citrella* en el municipio de Xalisco, Nayarit, para lo cual se realizaron muestreos de larvas durante los meses de agosto y septiembre de 2012 y julio, agosto y septiembre del 2013, en el huerto experimental de limón persa de la Unidad Académica de Agricultura (UAA). Los parasitoides fueron obtenidos, conservados en alcohol al 70% y etiquetados para su posterior montaje e identificación. Se realizaron cinco muestreos, en los cuales se recolectaron 986 larvas de *P. citrella*, registrándose un parasitismo total de 15.82%, del cual 1.52% corresponde a *Baryscapus* sp., 0.10% a *Aprostocetus* sp., 0.61% a *Tamarixia* sp. y 1.31% *Cirrospilus* sp. todos pertenecientes a la familia Eulophidae. Dentro de familia Encyrtidae se registraron dos especies, *Ageniaspis citricola* Logvinovskaya que registró un 12.71% de parasitismo, seguido por *Metaphycus* sp. con 0.10%.

Palabras clave: Minador de la hoja de los cítricos, Eulophidae, Encyrtidae, Control Biológico.,

Parasitism of the citrus leafminer (*Phyllocnistis Citrella stainton*) on persa lemon in Xalisco, Nayarit.

ABSTRACT. The objective of this research was to identify the parasitism of the citrus leafminer *Phyllocnistis citrella* in the municipality of Xalisco, Nayarit México. The samples were taken periodically to detect the presence of larvae during the months of August and September of 2012 and July, August and September of 2013, On the orchard of lemon persa at the Unidad Academica de Agricultura (UAA). The parasitoids were collected, conserved in alcohol 70% and labeled for its mounting and identification. 986 larvae of *P. citrella* were collected during five sampling dates obtaining a total parasitism of 15.82% about the 1.52% correspond to *Baryscapus* sp. 0.10% for *Aprostocetus* sp. 0.61% for *Tamarixia* sp. and 1.31% for *Cirrospilus* sp. all of them belonging to the family Eulophidae. About the family Encyrtidae we found two species, *Ageniaspis citricola* Logvinovskaya which obtained 12.71% of parasitism and *Metaphycus* sp. with a 0.10%.

Key words: Citrus leafminer, Eulophidae, Encyrtidae Biological control.

INTRODUCCIÓN.

En México, la superficie establecida de cítricos supera el medio millón de hectáreas lo que sitúa al país como el quinto productor a nivel mundial con un (4.6 % del total de la producción) después de China (21 %), Brasil (18 %), Estados Unidos (8 %) e India (6 %). La superficie establecida de cítricos corresponden a naranja, toronja, mandarina, tangerina y limón SAGARPA (2012), este último de mayor importancia en cuanto a su producción. En México, este cítrico se cultiva en 27 estados, ubicando a Nayarit como el décimo segundo, con una producción de 16,987.73 toneladas (SIAP, 2013).

La problemática fitosanitaria que presenta el limón en México es muy amplia, considerando a las siguientes especies de mayor importancia: la mosca prieta de los cítricos (*Aleurocanthus woglumi* Ashby), psílido asiático (*Diaphorina citri* Kuwayama), mosca mexicana de la fruta (*Anastrepha ludens* Loew), mosquita blanca de los cítricos (*Dialeurodes citri* Ashmead), pulgón verde (*Aphis gossypii* Glover), escama roja de california (*Aonidiella aurantii* Maskell), escama roja de Florida (*Chrysomphalus aonidum* Linnaeus), pulgón negro de los cítricos (*Toxoptera aurantii* Boyer de Fonscolombe) y el minador de la hoja de los cítricos, (*Phyllocnistis citrella* Stainton). (Villalba, 2001; Varela, *et al.*, 2006; Alvarado y Zamora, 2007; Espadas, 2009; Quiroga *et al.*, 2010). El minador de la hoja de los cítricos es una plaga relativamente nueva, fue detectada por primera vez en Florida, Estados Unidos en mayo de 1993. En México se detectó en el estado de Tamaulipas en una huerta de naranja en 1994 (Ruíz y Coronado, 1994). El daño que ocasiona este micro lepidóptero es en estado larvario y penetra el tejido de las hojas entre el haz y el envés, lo que ocasiona galerías que reducen la calidad fotosintética de la planta. Además, facilita la entrada de patógenos (Kerns *et al.*, 1995; Varela *et al.*, 2005; Alvarado y Zamora 2007).

El método de control más usado para el minador de la hoja es la aplicación de insecticidas como la Abamectina e Imidacloprid con resultados alentadores (Kerns *et al.*, 1995; Salas *et al.*, 2006). Sin embargo, el efecto rápido de estos productos y su uso irracional trae como consecuencia el desequilibrio ecológico, la resistencia de insectos a insecticidas así como la aparición de plagas secundarias y la disminución de enemigos naturales. A nivel mundial se encuentran seis familias de himenópteros atacando a *P. citrella* las cuales son: Chalcididae, Encyrtidae, Eupelmidae, Eurytomidae, Pteromalidae y Eulophidae. Cada una de ellas con varios géneros y especies (Global Taxonomic Database of Gracillariidae 2014). Al respecto, Garijo y García (1994) mencionan que un objetivo primordial para el control de minador de la hoja de los cítricos es contar con organismos de control biológico definidos los cuales tengan un buen potencial de control y se adapten a las condiciones del medio ambiente. Ante esta problemática, y en busca de otras alternativas de control de *P. citrella* menos nocivas los objetivos de la investigación fueron: 1) identificar los parasitoides asociados al minador de las hojas de los cítricos *Phyllocnistis citrella* en limón persa en Xalisco, Nayarit, México y 2) determinar su nivel de parasitismo.

MATERIALES Y MÉTODO

El estudio se llevó a cabo en el municipio de Xalisco Nayarit, en la huerta experimental de limón persa de la Unidad Académica de Agricultura (UAA) de la Universidad Autónoma de Nayarit (UAN), ubicada geográficamente a 21°25'45.84" de latitud Norte y 104°53'33.39" de latitud Oeste a 974 msnm.

Para la obtención de los parasitoides, se realizaron muestreos cada 20 días en dos ciclos, el primero de agosto a septiembre de 2012 y el 2 de julio, agosto y septiembre de 2013, en la huerta de limón persa antes mencionada. Se inspeccionaron principalmente los brotes tiernos en busca de *P. citrella* (estado larval) y se colocó una trampa de tela de organza (10 x 20 cm), con los siguientes datos: fecha de recolecta y número de larvas de *P. citrella* capturadas. Al mismo tiempo, a la parte vegetativa cercanas a la trampa, se le cortaron las espinas para evitar la destrucción de la trampa y evitar el escape de parasitoides. La recolección de las trampas fue 20 días después de su colocación, para esperar la posible emergencia de parasitoides. El material biológico se trasladó al laboratorio y fue refrigerado a 0 °C por 10 minutos, esto con la finalidad de inactivar los parasitoides obtenidos. Posteriormente, los parasitoides recuperados en el interior de la trampa se depositaron en tubos eppendorf de 2 mL, con alcohol al 70 % para su conservación, posteriormente se montaron en punta de triangulo de papel para su identificación, como lo sugiere Browning (1995). Los parasitoides obtenidos fueron determinados con la ayuda de microscopios de disección y compuesto, y diversas claves dicotómicas. (Grissell y Schauff, 1990; Graham y LaSalle, 1991; Evans, 1995; Zhu *et al.*, 2002), usando la clasificación de Trjapitzin *et al.*, 2008 y Noyes, 2014. El porcentaje de parasitismo fue calculado mediante el conteo de parasitoides emergidos, mediante la relación $(A/B)*100$, donde A se refiere a los parasitoides emergidos y B el número de larvas cuantificadas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De las 986 larvas recolectadas, 156 (15.82 %) fueron parasitadas por himenópteros pertenecientes a las familias Eulophidae y Encyrtidae. El mayor porcentaje de parasitismo se registró durante septiembre del 2012 y 2013 con un 28.09% y 27.14% respectivamente (Cuadro 1).

Cuadro 1. Porcentaje de parasitismo de *Phyllocnistis citrella* durante 2012 y 2013 en Xalisco Nayarit, México.

Fecha de Muestreo	Larvas recolectadas	Especie de parasitoides	Número de parasitoides	% de parasitismo	Parasitismo por fecha de muestreo
Ago-12	180	<i>Baryscapus</i> sp.	2	1.11	13.89
		<i>Aprostocetus</i> sp.	1	0.56	
		<i>Ageniaspis citricola</i>	21	11.66	
		<i>Metaphycus</i> sp.	1	0.56	
Sep-12	267	<i>Baryscapus</i> sp.	12	4.49	28.09
		<i>Ageniaspis citricola</i>	63	23.60	
Jul-13	267	<i>Ageniaspis citricola</i>	15	5.62	6.74
		<i>Cirrospilus</i> sp.	3	1.12	
Ago-13	202	<i>Cirrospilus</i> sp.	10	4.95	9.40
		<i>Ageniaspis citricola</i>	3	1.48	
		<i>Tamarixia</i> sp.	6	2.97	
Sep-13	70	<i>Baryscapus</i> sp.	1	1.43	27.14
		<i>Ageniaspis citricola</i>	18	25.71	

Total	986	156	15.82
-------	-----	-----	-------

La familia Eulophidae está representada con cuatro especies no identificadas de cuatro géneros diferentes (*Aprostocetus* sp., *Baryscapus* sp., *Cirrospilus* sp. y *Tamarixia* sp.) y Encyrtidae con dos especies (*Ageniaspis citricola* Logvinovskaya y *Metaphycus* sp.) (Cuadro 2). Estos resultados difieren con los obtenidos por Nahed (2008) en el cual registró para Oaxaca un 42 % de parasitismo, del cual registro las especies *Chrysocharodes* sp. y *Cirrospilus floridensis* Evans. Al respecto Avendaño *et al.*, (2005) registran un porcentaje de parasitismo de 40.6 % en Michoacán, México, por la especie *Cirrospilus phyllocnistoides* Naravan. Zappalá y Hoy (2004) mencionan que la especie *A. citricola* oviposita tres huevos por huésped en cada una de sus puestas, y que generalmente dos corresponden a especímenes, hembras y uno solo a macho. Considerado lo anterior, se intuye el motivo que *A. citricola* fue la especie más abundante en este estudio.

Cuadro 2. Parasitoides de *Phyllocnistis citrella* recolectados en Xalisco, Nayarit; México (2012-2013).

Familia	Sub-familia	Genero	Especie	2012			2013		Total	% parasitismo
				Ago	Sep	Jul	Ago	Sep		
Eulophidae	Tetrastichinae	<i>Baryscapus</i>	sp.	2	12	0	0	1	15	1.52
		<i>Aprostocetus</i>	sp.	1	0	0	0	0	1	0.10
		<i>Tamarixia</i>	sp.	0	0	0	6	0	6	0.61
	Eulophinae	<i>Cirrospilus</i>	sp.	0	0	3	10	0	13	1.31
Encyrtidae	Encyrtinae	<i>Ageniaspis</i>	<i>citricola</i>	21	63	15	3	18	120	12.17
		<i>Metaphycus</i>	sp.*	1	0	0	0	0	1	0.10
				25	75	18	19	19	156	15.81

*= Nuevo registro para Nayarit, México (de acuerdo a Trjapitzin *et al.*, 2008)

Nota: 986 larvas recolectadas de *P. citrella* en total

En México, en el año 2008 se inició la Campaña Nacional contra el Huanglongbing (HLB), con el objetivo de detectarlo oportunamente y realizar acciones para su control. Sin embargo, en los años siguientes (2010 al 2013) se detectó su vector y a la enfermedad en 23 estados cítricos incluido Nayarit, por lo cual se inició la campaña para control de HLB con la aplicación de productos químicos (SENASICA, 2014). Dicha campaña coincide con las fechas de muestreos del presente estudio, por lo cual se puede percibir que los productos aplicados están relacionados con los porcentajes bajos de parasitismo, debido a que dichos productos son de amplio espectro y no son aplicados con las medidas de seguridad necesarias con lo cual los organismos plaga pueden generar tolerancia y causan la eliminación de organismos benéficos.

La familia Encyrtidae fue la más representada, con un 12.27% de parasitismo y la especie más importante es *A. citricola*, que mostró el mayor porcentaje de parasitismo (15.81%), esto coincide con lo registrado por Ruíz *et al.* (2001), quienes mencionan que *A. citricola* es un buen agente de control, el cual puede alcanzar un 17% de parasitismo. En este trabajo se reporta al género *Metaphycus* por primera vez para el estado de Nayarit.

La familia Eulophidae, aun cuando se capturó un mayor número de especies parasitoides, sólo está representada con un 3.54% de parasitismo total. *Baryscapus* sp. se considera la especie más abundante con 1.52%, lo cual contrasta con los resultados obtenidos por Naime y Nedim (2013) que obtuvieron 0.035% para la región del Mediterráneo en Turquía. Por otra parte, *Aprostocetus* sp. presentó un porcentaje de parasitismo muy bajo (0.10%), dicha especie es considerada algunas veces como parasitoide primario y otras como hiperparasitoide por lo cual es difícil determinar un porcentaje de parasitismo real. Avendaño *et al.* (2005) citan que el porcentaje de parasitismo que ejerce *Cirrospilus* sp. sobre *P. citrella* en Michoacán oscila entre 7.5 y 14.2%, lo anterior contrasta con el 1.31% obtenido para Xalisco, Nayarit. Para el caso de Eulophidae sólo se cuenta en México con la lista comentada de la subfamilia Entedoninae (Myartseva y Ruíz, 2001), por lo que no se tiene información de la distribución en el país de los cuatro géneros colectados.

CONCLUSIONES

En el control biológico natural del minador de la hoja de los cítricos *Phyllocnistis citrella* se registra la participación de seis especies de parasitoides para Xalisco, Nayarit, pertenecientes a dos familias. Se registró a *Baryscapus* sp. con 1.52% de parasitismo, *Aprostocetus* sp. con 0.10%, *Tamarixia* sp. y *Cirrospilus* sp. con 0.61% y 1.31%, respectivamente, todos de la familia Eulophidae. En Encyrtidae, se detectó a *Ageniaspis citricola* y *Metaphycus* sp. con 12.86% y 0.10% de parasitismo, respectivamente.

Se registra por primera vez la presencia del género *Metaphycus* sp. para el estado de Nayarit.

Los resultados obtenidos enriquecen el conocimiento de la fauna benéfica de Hymenoptera Parasítica del estado de Nayarit, esta información sienta las bases para establecer un manejo integrado del cultivo.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen el apoyo brindado a la Unidad Académica de Agricultura y al Posgrado en Ciencias Biológico Agropecuarias de la Universidad Autónoma de Nayarit por el apoyo brindado para la realización del presente estudio.

LITERATURA CITADA

- Alvarado, O. A. y Zamora, E. J. 2007. Guía práctica de plagas y enfermedades en cítricos. 64 p. 40-41. Disponible en: <http://academic.uprm.edu/aalvarado/HTMLobj-118/citricas-PDF.pdf> .
- Avendaño, G. F.; Equihua, M. A.; Carrillo, S. J. L. y Bautista, N. M. 2005. Identificación de parasitoides y nivel de parasitismo en *Phyllocnistis citrella* Stainton (Lepidoptera: Gracillariidae) en limón Mexicano en Nueva Italia y Zicuirán, Michoacán, México. *Vedalia* 12 (2): 129-138.
- Browning, H. W. 1995. Approaches to collecting and processing natural enemies with emphasis on citrus leafminer. In: citrus leafminer natural enemy evaluation method. University of Florida. IFAS. CREC. 6 pp.
- Espadas A. L. 2009. Plagas y enfermedades de los cítricos en la región de Murcia. 112 p. 15-18. Disponible en: <file:///C:/Users/Francisco%20alberto/Downloads/1227->

González-Acosta *et al.*: **Parasitismo del minador de la hoja de los cítricos...**

[Texto%20Completo%201%20Plagas%20y%20enfermedades%20de%20los%20c%20C3%ADtrico s%20en%20la%20Regi%C3%B3n%20de%20Murcia.pdf.pdf](#) .

- Evans, G. A. 1995. Discovery of the male of *Ageniaspis citricola* (Hymenoptera: Encyrtidae), parasitoid of the citrus leafminer *Phyllocnistis citrella* (Lepidoptera: Gracillariidae). *Florida Entomologist* 78: 134-136.
- Garijo, C. y García, J. E. 1994. *Phyllocnistis citrella* (Stainton, 1856) (Insecta: Lepidoptera: Gracillariidae: Phyllocnistidae) en los cultivos de cítricos de Andalucía (Sur de España): Biología, ecología y control de la plaga. *Boletín Sanidad Vegetal Plagas* 20 (4) 815-826.
- Global Taxonomic Database of Gracillariidae (Lepidoptera) consultado el 14 de marzo del 2014. Disponible en. <http://www.gracillariidae.net/species/show/2124> .
- Graham, M.W.R de V. and La Salle J. 1991. New synonymy in European Tetrastichinae (Hymenoptera: Eulophidae), including designation of some neotypes, lectotypes, and new combinations. *Entomologist's Gazette*, 42: 89-96.
- Grissell, E. E. and Schauff, M. E. 1990. A handbook of the families of nearctic chalcidoidea Hymenoptera. Entomological Society of Washington. 1:1-85.
- Kerns, D; Wright, G; and Loghry, J. 1995. Citrus leafminer (*Phyllocnistis citrella*). University of Arizona, College of Agriculture, Tucson, Arizona. Disponible en: <http://ag.arizona.edu/crop/citrus/insects/leafminer.pdf> .
- Myartseva S.N. y E. Ruíz C. 2001. Annotated checklist of the Entedoninae (Chalcidoidea: Eulophidae) of Mexico. *Folia Entomológica Mexicana* 40(2): 189-211.
- Nahed, B. U. 2008. Parasitoides del minador de la hoja de los cítricos y el Psílido asiático en la costa de Oaxaca. Instituto Politécnico Nacional. Tesis profesional de maestría en ciencias en conservación y aprovechamiento de recursos naturales. Santa Cruz Xoxocotlán, Oaxaca. 57 P.
- Naime, Z. E. and Nedim, U. 2013. Population fluctuation of citrus leafminer, *Phyllocnistis citrella* Stainton (Lepidoptera: Gracillariidae) and its parasitoids in the Eastern Mediterranean region of Turkey. *Pakistan Journal of Zoology* 45 (5). 1393-1403
- Noyes, J. S. 2014. Universal Chalcidoidea Database. World Wide Web electronic publication. Consultado el 14 de marzo del 2014. Disponible en <http://www.nhm.ac.uk/research-curation/research/projects/chalcidoids/database/index.dsm>l .
- Quiroga, J; Francy, L; Hernández, P; Silva, M; Javier, O. y Rodríguez, O. 2010. Comportamiento de la producción de lima Tahití (*Citrus latifolia* Tanaka), injertada sobre el patrón de mandarina Cleopatra (*Citrus reticulata* Blanco) y la influencia del virus de la tristeza (CTV) en condiciones del piedemonte del Meta, 1997-2008. *Orinoquia* 14 (1): 5-15
- Ruíz, C. E; Martínez, C.; Coronado B., J.M.; Mateos J.; Peña J. 2001. Himenópteros parasitoides de *Phyllocnistis citrella* Stainton (Lepidoptera: Gracillariidae) en Tamaulipas y norte de Veracruz, México con una clave para las especies. *Folia Entomol. Mex.* 40 (1): 83-91.
- Ruíz, C. E. y Coronado, B. 1994. Minador de la hoja de los cítricos *Phyllocnistis citrella* Stainton (Lepidoptera: Gracillariidae). Centro de Investigaciones, facultad de agronomía, Universidad Autónoma de Tamaulipas, Tamaulipas, México. Folleto Entomológico Núm. 1. 2 pp.
- Salas, H.; Goane, L.; Casmuz, A. y Zapatiel, S. 2006. Control del minador de la hoja de los cítricos *Phyllocnistis citrella* Stainton en plantas de limonero en vivero con insecticidas sistémicos. *Revista industrial Agrícola de Tucumán*, 83(1-2): 1-8.
- Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). 2013. Disponible en: <http://www.siap.gob.mx/cierre-de-la-produccion-agricola-por-estado/>.
- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). 2012. México, entre los líderes en la producción de cítricos a nivel mundial. Consultado el 11 de marzo del 2014. Disponible

- en. <http://www.sagarpa.gob.mx/Delegaciones/sanluispotosi/boletines/Paginas/BOL1301112.aspx>.
- Servicio Nacional de Sanidad Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (SENASICA). 2014. Evaluación de la campaña contra el HLB en 2008, 2009 y 2010. Disponible en: http://www.iica.int/Esp/regiones/norte/mexico/Publicaciones%20de%20la%20Oficina/libro/HBL2008_2009_2010.pdf
- Trjapitzin V.A., Myartseva S.N., Ruíz C. E. y J.M. Coronado B. 2008. Claves de géneros de Encyrtidae (Hymenoptera: Chalcidoidea) de México y un catálogo de las especies. Serie Avispas parasíticas de plagas y otros insectos. Cd. Victoria, Tamaulipas. Editorial Planea-UAT. 265 pp.
- Valera, S.; Morales, C.; Iracheta, M.; y Domínguez, A. 2005. Manejo de maleza en cultivos tropicales. 14 P.
- Varela, S.; Moncada, J.; Aguirre, G.; García, C.; y Moreno, N. 2006. Manual para el manejo y producción de cítricos en Tamaulipas. CFICET-UARCT-Fundación Produce Tamaulipas. 105 pp.
- Villalba, B. D. 2001. Plagas de los cítricos más importantes en la comunidad valenciana. 57 p.
- Zappalá, L. and Hoy, M. A. 2004. Reproductive strategies and parasitization behavior of *Ageniaspis citricola*, a parasitoid of the citrus leafminer *Phyllocnistis citrella*. *Entomologia Experimentalis et Applicata*. 113,135-143.
- Zhu, C. D.; La Salle, J. and Huang, D. W. 2002. A study of Chinese *Cirrospilus* Westwood (Hymenoptera: Eulophidae). *Zoological Studies* 41 (1): 23-46.