

Distribución potencial del parasitoide *Ibalia leucospoides* (Hymenoptera: Ibalidae) en la Argentina

The Potential Distribution of the Parasitoid Ibalia leucospoides
(Hymenoptera: Ibalidae) in Argentina

J. M. Villacide¹ y J. C. Corley²

Recibido en febrero de 2002, aceptado en septiembre de 2002.

RESUMEN

Utilizando un modelo de predicción ecoclimático (CLIMEX), se evaluó la potencial distribución del parasitoide *Ibalia leucospoides* en la Argentina, con especial énfasis en la Patagonia. La especie, es un importante agente de control biológico de la avispa barrenadora de la madera *Sirex noctilio*, una plaga exótica distribuida en todas las regiones forestadas con pinos de nuestro país. El modelo utiliza datos climáticos de 164 localidades del país y los compara con aquellos de donde la especie es nativa. Para la Argentina, el modelo predice altos índices ecoclimáticos (reflejan mejor acople entre las características de la especie y de la región) en las áreas en donde el parasitoide está actualmente distribuido, lo que indica un buen ajuste entre modelo y campo. En general el país muestra índices compatibles con el establecimiento del parasitoide, con la excepción de la Patagonia extra andina y austral. Discutimos los resultados en el contexto del control de las poblaciones de la avispa barrenadora de la madera.

Palabras Clave: *Ibalia leucospoides*, *Sirex noctilio*, Climex, modelo ecoclimático, distribución

ABSTRACT

We used an ecoclimatic matching model (CLIMEX), to evaluate the potential distribution of the parasitoid *Ibalia leucospoides* in Argentina, with special emphasis on Patagonia. The species is an important agent for the biological control of the exotic woodwasp *Sirex noctilio*, a widely distributed pest of pine forestation in our country. The model compares climate of 164 localities from the country with that of the region of the world from where the parasitoid is native to. For Argentina, the model predicts high ecoclimatic indices (which reflect a good match between species characteristics and local climatic conditions) for areas in which the parasitoid is actually established. This is an indication of a good match between model and field data. Generally, the country offers conditions compatible for the establishment of the parasitoid throughout, with the exception of the more arid and austral parts of Patagonia. We discuss the implications of this in the control of woodwasp populations.

Key words: *Ibalia leucospoides*, *Sirex noctilio*, Climex, ecoclimatic model, distribution.

¹ -Laboratorio de Ecología de Insectos-INTA CFGSM El Bolsón CC 26 (8430). El Bolsón, Río Negro, E-mail: jvillacide@red42.com.ar

² Laboratorio de Ecología de Insectos -INTA EEA Bariloche CC 277 (8400). SC de Bariloche, Río Negro, E-mail: jcorley@bariloche.inta.gov.ar

1. INTRODUCCIÓN

La avispa de la madera *Sirex noctilio* (Hymenoptera: Siricidae) es una de las más temibles plagas de coníferas implantadas del hemisferio sur (Madden 1988). Distribuida actualmente a nivel mundial, se halla presente en las forestaciones de la Argentina desde hace unos 15 años, abarcando desde el norte de nuestro país (Jujuy y la Mesopotamia) hasta el NO de la Patagonia. Esto sugiere que en sitios en donde sea posible plantar pinos, la plaga es capaz de establecerse (Klasmer *et al.* 1997).

El parasitoide *Ibalia leucospoides* (Hymenoptera: Ibalidae) es un importante agente de control de *S. noctilio*, que ha sido introducido en nuestro país posiblemente en forma conjunta con la plaga a través de un proceso denominado *ecesis* (Quintana de Quinteros y Fidalgo 1993). *I.leucospoides* es un parasitoide arrenotoco de origen holártico, considerado un importante agente de control por poseer atributos poblacionales, tales como robustez, excelente capacidad reproductiva y rápida y distante capacidad de dispersión (Taylor 1967; Taylor 1981; Carvalho 1992).

I.leucospoides es originario de Europa mediterránea, y ha sido utilizado con éxito relativo en ambientes de clima templado, templado-cálido y subtropicales para regular poblaciones de *S. noctilio*. El parasitoide fue introducido en Nueva Zelanda sin éxito en su establecimiento, a fines de la década del '20. Un nuevo intento en 1949-1951 concluyó con poblaciones instaladas en el campo en 1957, contribuyendo poco satisfactoriamente a controlar la plaga. En la década del '60 es llevado a Tasmania, isla ubicada al sur de Australia con climas más fríos, en donde se concluyó que era mejor agente regulador de la plaga que otras especies de parasitoides, particularmente varias especies de los géneros *Rhyssa* y *Megarhyssa*. Con la sola excepción de sur de Nueva Zelanda en donde el carácter isleño incrementa la influencia oceánica sobre el clima, este parasitoide no ha sido introducido en el hemisferio sur en latitudes superiores a los 45° S (Madden 1988).

El éxito de un determinado agente de control biológico depende en esencia de dos atributos elementales: la capacidad de establecimiento en un área determinada y la capacidad de reducir la población de la plaga (Waage 1990). Tanto la capacidad de supresión de la plaga como la de regulación (equilibrio) concentran un esfuerzo de investigación para cada sistema plaga-enemigo, en particular en cultivos perennes como los sistemas forestales (ejemplos en Berryman 1987). Sin embargo, la capacidad de establecimiento en ambientes nuevos, usualmente evaluada de modo empírico, se ha constituido en uno de los principales factores de fracaso en los programas de control biológico clásico (Waage 1990; Kidd and Jervis 1996).

La Argentina cuenta con una superficie forestada cercana a las 800.000 ha., de las cuales el 50 % corresponde a bosque de cultivo del género *Pinus*. Se prevé la expansión de la actividad forestal con estas especies en distintas regiones, particularmente en la Patagonia, para la cual se ha estimado que existen unas 3.360.000 ha. de suelos con aptitud forestal (CONSUR y Zobel Forestry Associates, Inc. 1999).

Las condiciones ambientales que ofrece la Patagonia podrían limitar el número e intensidad del ataque de plagas como *S. noctilio*. Por ejemplo, las bajas temperaturas invernales y la baja humedad ambiental en verano, entre otros factores, pueden prolongar su ciclo de vida, alterando la dinámica de sus poblaciones y afectando la interacción con los enemigos naturales (Corley 2001). Aunque, por otro lado, la falta de enemigos naturales y competidores para aquellas especies capaces de tolerar el régimen climático, son factores importantes que influyen en su capacidad de invasión y persistencia en la región (Farji-Brener y Corley 1998). En este contexto, la condición ambiental que ofrece la Patagonia para las plagas se ve disminuida por las rigurosas condiciones del clima, pero incrementada por la ausencia de factores biológicos de regulación poblacional.

El objetivo del presente trabajo es evaluar mediante el empleo de un modelo de simulación, el establecimiento potencial del parasitoide *I. leucospoides* en la Argentina en general y en la región Patagónica en particular, abarcando sitios aún no forestados, en donde el enfoque empírico es inaplicable. De este modo, pretendemos establecer *a priori* la utilidad de este agente para controlar las posibles invasiones de *S. noctilio* en los actuales y futuros bosques de cultivo del país.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Climex (Sutherst *et al.* 1999) es un modelo de simulación que permite predecir la distribución de una especie, usando datos climáticos y biológicos. El modelo compara la distribución nativa de una especie con la de otras áreas, por ejemplo en donde ha sido o será introducida (ejemplos en Sutherst *et al.* 1999; D'Adamo *et al.* 2002.). Proveyendo al programa de parámetros fisiológicos y datos meteorológicos, el modelo construye un índice Ecoclimático (*EI*) que describe la condición ambiental que ofrece un determinado sitio para el establecimiento de la especie en estudio. El *EI* integra el índice Anual de Crecimiento (*GIA*) que describe el crecimiento potencial de una población con los factores de estrés anuales que limitan su crecimiento en las épocas menos favorables. El *EI* toma valores entre 0 y 100, describiendo sitios inhabitables y óptimo, respectivamente. Un *EI* cercano a 0 indica que la localidad no es favorable para la supervivencia de largo plazo de la especie, en cambio un *EI* de 100 corresponde a un sitio bajo condiciones constantes e ideales. En términos prácticos, un *EI* mayor de 30 representa un sitio muy favorable para la especie (Sutherst *et al.* 1999), ya que significa que, por ejemplo, durante 6 meses apropiados para el crecimiento poblacional, con un *GIA* máximo de 50, la especie ha logrado 60% de su crecimiento potencial, bajo el supuesto de ausencia de eventos de estrés.

El índice Ecoclimático, (*EI*), se computa del siguiente modo:

$$EI = GI_A \times SI \times SX$$

donde el índice de Crecimiento Anual, (*GIA*):

$$GI_A = 100 \sum_{i=1}^{52} GI_{wi} / 52$$

el índice de Estrés Anual, (*SI*):

$$SI = (1 - CS/100)(1 - DS/100)(1 - HS/100)(1 - WS/100)$$

Y el índice de Interacción de Estrés, (*SX*) :

$$SX = (1 - CDX/100)(1 - CWX/100)(1 - HDX/100)(1 - HWX/100)$$

Donde:

GI_{wi} describe el índice de crecimiento semanal; *CS*, *DS*, *HS*, *WS* son los índices anuales de frío, sequía, calor y humedad respectivamente, mientras que, *CDX*, *CWX*, *HDX*, y *HWX* son los índices anuales de frío-seco, frío-humedad, calor-sequedad y calor-humedad respectivamente (Sutherst *et al.* 1999).

Los parámetros utilizados para *I. leucospoides* e incorporados al CLIMEX (Tabla 1), fueron estimados a partir de la distribución conocida del parasitoide en su área nativa (Spradbery y Kirk 1978). Las variables climáticas incluidas corresponden a la temperatura media máxima y mínima y la precipitación de 10 años, además de la correspondiente altitud, latitud y longitud de 164 localidades en la Argentina.

Tabla 1. Valores de los parámetros fisiológicos para *Ibalia leucospoides* utilizados por CLIMEX. Los mismos son estimados a partir de la distribución nativa de la especie, obtenida de Spradbery y Kirk 1978

Humedad		
SM0	Mínimo limitante del suelo	0.0005
SM1	Mínimo óptimo del suelo	0.6
SM2	Máximo óptimo del suelo	1.0
SM3	Máximo limitante del suelo	2.0
Temperatura		
DV0	Mínima limitante	8.0 °C
DV1	Mínima óptima	18.0 °C
DV2	Máxima óptima	25.0 °C
DV3	Máxima limitante	35.0 °C
PDD	Mínimo días-grado	240.0
Indices de Estrés		
DTCS	Umbral días-grado de estrés por frío	10.0
DHCS	Tasa días-grado de estrés por frío	0.00014
TTHS	Umbral días-grado de estrés por calor	35.0 °C
THHS	Tasa días-grado de estrés por calor	0.0035
SMDS	Umbral humedad suelo por déficit	0
HDS	Tasa estrés por déficit de humedad	0.006
HWS	Tasa estrés por déficit de humedad	0.002
TTHW	Umbral calor-humedad (exceso)	26.0 °C
MTHW	Umbral calor-humedad (déficit)	0.8
PHW	Tasa estrés calor-humedad	0

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La distribución potencial del parasitoide *I. leucospoides* en la Argentina se muestra en la Figura 1. De acuerdo a la predicción ecoclimática, la especie puede establecer poblaciones persistentes en gran parte del territorio Argentino, muchas de ellas con actual y potencial producción de especies del género *Pinus*, pero especialmente en el centro y el NE del país. En general las buenas condiciones para el crecimiento sostenido del parasitoide, enfatizan la posibilidad de cría masiva y su posterior distribución para el incremento de sus poblaciones en el ámbito nacional.

Actualmente *I. leucospoides* se halla presente en varias regiones de nuestro país (la Mesopotamia, el NO de la Patagonia, Córdoba y sur de Jujuy) probablemente asociado con el ingreso accidental de *S. noctilio*. A estas áreas corresponden $EI > 25$, lo que sugiere que la predicción ecoclimática se encuentra avalada por la distribución actual de parasitoide. En

particular la región Mesopotámica ofrece un hábitat óptimo ($EI > 50$) para el establecimiento de las poblaciones del parasitoide (Fig.1).

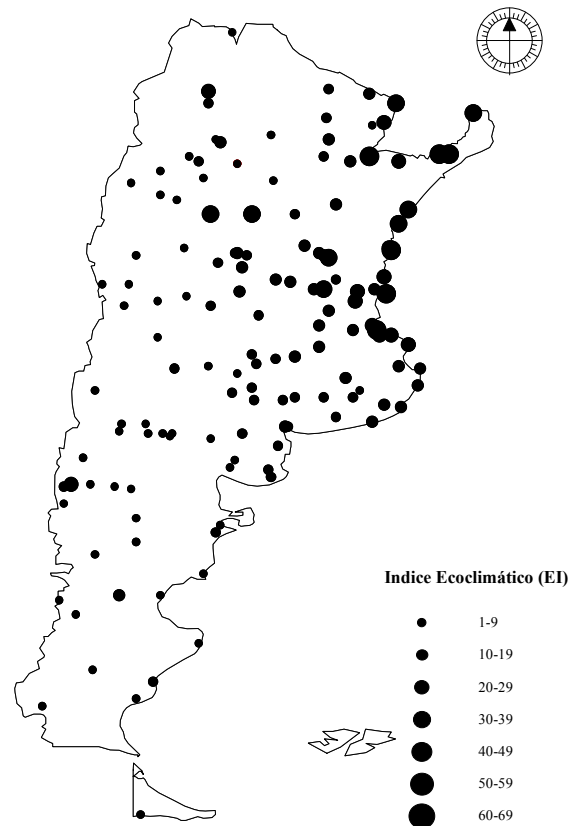


Figura 1. Distribución potencial del parasitoide *I. leucospoides* (Hymenoptera: Ibalidae) en la Argentina, determinada por Climex

En la Patagonia, el panorama es ligeramente diferente. *I. leucospoides* parece ser más sensible respecto de *S. noctilio*, a las condiciones de mayor y extrema aridez y frío, y días con menor cantidad de horas con luz, característicos de la región. De hecho, por encima de los 45° LS, su establecimiento parece poco probable. Solo existen evidencias del establecimiento del parasitoide en altas latitudes en Nueva Zelanda (Madden 1988) donde el carácter insular reduce la crudeza de las bajas temperaturas.

Los índices ecoclimáticos estimados para *I. leucospoides* en áreas más australes de la Patagonia, adquieren relevancia en vista de la proyección de crecimiento de la producción forestal. Si bien es posible que la situación sea también extrema para la invasión de *S. noctilio*, ligeras diferencias ecofisiológicas entre ambas especies incrementan la posibilidad de invasión de plaga sin el parasitoide. Por ejemplo, en las regiones más áridas, con fotoperíodos más cortos y mayor frecuencia e intensidad de heladas, es posible que la disponibilidad de flores sea menor. A diferencia de los adultos de *S. noctilio* que no se alimentan durante toda su vida, los parasitoides requieren del néctar de flores o exudados para subsistir.

Es importante destacar, no obstante, que las predicciones del modelo están limitadas por un número de supuestos (ver Sutherst *et al.* 1999). Por ejemplo, el mapa de predicción surge a

partir de los parámetros fisiológicos estimados desde la distribución nativa de la especie. Sin embargo, estas estimaciones se basan en la colección en el campo de ejemplares en determinados sitios de muestreo (Spradbery y Kirk 1978). En aquellos sitios donde por factores distintos al clima (ej: altas tasa de depredación) la especie es menos abundante, la probabilidad de capturarla es menor. Adicionalmente, las capturas de parasitoides casi exclusivamente monófagos como *I. leucospoides* en su área nativa, están siempre asociadas a la presencia de su huésped y por ello las predicciones ecoclimáticas a partir de las distribuciones nativas para ambas especies serán similares, mientras que en áreas invadidas es posible hallar a la plaga y no al parasitoide. Por ello, la corroboración del bajo potencial para el establecimiento del parasitoide en determinadas áreas forestales del país debe aún estudiarse experimentalmente.

Sin embargo, modelos predictivos, avalados por la distribución real de la especie, permiten sugerir la importancia de iniciar, conservar o aumentar las investigaciones sobre métodos alternativos para el control de la plaga en especial en regiones con las condiciones únicas como las que ofrece la Patagonia. Para *S. noctilio*, la implementación del manejo de sus poblaciones con cambios en aspectos silvícolas y con la inoculación con el nematodo parásito *Deladenus siricidicola*, pueden ser particularmente relevantes.

AGRADECIMIENTOS

A P. Klasmer; P. Sackmann y a los revisores anónimos por su contribución con importantes discusiones y apoyo. Este trabajo fue parcialmente financiado por los PIAs 08/98 y 02/00 del Proyecto Forestal de Desarrollo, SAGPyA.

REFERENCIAS

- Berryman, A.A. 1987. The theory and classification of outbreaks. En Barbosa, P. y J.C. Schultz (eds.) Insect Outbreaks, p.1-30. Academic Press Inc.
- Carvalho, A. 1992. Aspectos bioecológicos de *Ibalia leucospoides* (Hockenwarth), (Hymenoptera: Ibalidae). En: Conferencia regional da Vespa da Madeira *Sirex noctilio*, na América Do Sul, p. 111-125, EMBRAPA-CNPQ; FAO-ONU; USDA-Forest Service, Brasil.
- CONSUR y Zobel Forestry Associates, Inc. 1999. Argentina, oportunidades de inversión en bosques cultivados. SAGPyA- Proyecto Forestal de Desarrollo, 210 p
- Corley, J.C. 2001. La diapausa prolongada y su papel en la dinámica poblacional de sistemas huésped-parasitoide. Tesis doctoral FCEyN(UBA).
- Coutts, M.P. 1969. Emplacement of fungal spores by the woodwasp *Sirex noctilio* during oviposition. Forest Science 15: 412-416.
- D'Adamo, P; P. Sackmann; M. Rabinovich and J.C. Corley. 2002. Potential distribution of the German Wasp (*Vespula germanica*) in Argentina. New Zealand Journal of Zoology. 29:79-85
- Farji-Brener A.G. and J.C. Corley. 1998. Successful invasion of hymenopteran insects into NW Patagonia. Ecología Austral 8: 237-249.
- Kidd, N. and M. Jervis. 1996. Population dynamics. En: Jervis. M. and N. Kidd (eds.) Insect natural enemies. Practical approaches to their study and evaluation. P.21-284 Chapman & Hall. UK
- Klasmer, P; G. Fritz; E. Botto and J.C. Corley. 1997. Current status of research on *Sirex noctilio* in the andean Patagonia region (Argentina). En: Iede, E.T.; E. Schaitza; S. Penteado; R. Reardon and S.T. Murphy (eds). Proceedings of the training workshop for the control of *Sirex noctilio* by natural enemies, p.98-90, Forest Health Technology Enterprise Team 98-13, USA
- Madden, J. 1988. *Sirex* in Australasia. En AA Berryman (ed.). Dynamics of forest insect populations: patterns, causes and implications, p 407-427, Plenum Press

- Quintana de Quinteros, S y P. Fidalgo. 1993. Registro de una nueva plaga forestal en el NOA. C.I.R.P.O.N. Boletín MIP N° 36: 2-3.
- Spradbery, J.P. and A. Kirk. 1978. Aspects of the ecology of siricid woodwasps (Hymenoptera: Siriciade) in Europe, North Africa and Turkey with special reference to the biological control of *Sirex noctilio* F. Australia. Bull. Ent. Res. 68:341-359.
- Sutherts, R.W., G.F. Maywald; T. Yonow and P.M. Stevens. 1999. *CLIMEX*. Predicting the effects of climate on plants and animals. User Guide. CSIRO Publishing, Australia, 88 p.
- Taylor, K.L. 1967. The introduction and establishment of insect parasitoids to control *Sirex noctilio* in Tasmania 1962-67. Aust. CSIRO Div. Entomol. Tech.Pap. n° 8
- Taylor, K.L. 1981. The *Sirex* woodwasp: ecology and control of an introduced forest insect. En: Kitching and Jones (eds.) *The ecology of pest. Some Australian case historias*, cap. 12, CSIRO, Australia
- Waage, J.K. 1990. Ecological theory and the selection of biological control agents. En Mackauer, M; L.E. Elher and J. Roland (eds.). *Critical Issues in Biological Control*, p 135-157. Intercept. Andover

