



El parasitoide *Conura annulifera*, especialista de la mosca vampiro en Sudamérica. Dibujo de Charles Lehnen.

Dr. George E. Heimpel

Dept. de Entomología.
Universidad de
Minnesota (St. Paul,
Estados Unidos)

El control biológico como ciencia de la conservación

Las principales causas de la pérdida de biodiversidad son la proliferación de especies invasoras, el uso excesivo de pesticidas, el cambio climático y la degradación del hábitat. El control biológico puede abordar todos estos procesos y, por lo tanto, puede ser un jugador importante en la conservación de la biodiversidad nativa. El control biológico de la importación dirigido a las especies invasoras en los ecosistemas naturales es a menudo la única manera de limitar la pérdida de biodiversidad atribuida a las especies invasoras. Además, el control biológico tiene una larga historia de disminución del uso de pesticidas y, por lo tanto, puede proteger a las especies nativas de los efectos de la intoxicación por pesticidas. La fabricación, el transporte y la aplicación de pesticidas conducen a la producción de altos niveles de emisiones de gases de efecto invernadero y, por lo tanto, el control biológico puede reducir estas emisiones y de este modo frenar el cambio climático global. Y, por último, el control biológico apoya prácticas agrícolas más eficientes al proteger los rendimientos de las plagas y, por lo tanto, limita la conversión del hábitat nativo a la producción agrícola. En este artículo proporciono ejemplos de todos estos efectos positivos del control biológico sobre la biodiversidad nativa.

En este artículo enfatizaré cómo el control biológico puede ser visto como una ciencia de la conservación. Si bien es obvio que el control biológico promueve el objetivo de conservación, el asunto se ha desarrollado por separado de la biología de la conservación, por lo que puede ser útil pensar cómo el control biológico puede contribuir a los objetivos que enfrentan los biólogos de la conservación. Debería tener claro que cuando digo conservación me refiero a la conservación de la biodiversidad nativa. La pérdida de biodiversidad se debe a cuatro causas principales: la pérdida de hábitat, el cambio climático, las especies invasoras y el uso de pesticidas. Y estas dos últimas causas están conectadas, ya que los pesticidas se usan para controlar las especies invasoras. El control biológico puede ayudar a aliviar todas estas causas de pérdida de biodiversidad y en este artículo intentaré explicar cómo y dar algunos ejemplos.

El control biológico puede proteger la biodiversidad mediante el control de especies invasoras

La importación de agentes efectivos de control biológico puede controlar las especies invasoras en áreas naturales y así proteger a las especies nativas de los efectos negativos de las especies invasoras. Si bien las introducciones de control biológico se han usado tradicionalmente contra las plagas agrícolas, hay una tendencia creciente a atacar a las especies invasoras que impactan las áreas naturales. Hasta la fecha, al menos setenta especies de malezas, insectos o vertebrados que son invasoras en áreas naturales han sido objeto de control utilizando introducciones de control biológico (van Driesche y col., 2010). Y la buena noticia es que una alta tasa de estos proyectos ha sido exitosa: el 90% de las introducciones ha beneficiado a la biodiversidad nativa en términos de riqueza o abundancia de especies. Y dado que la mayoría de estos proyectos se han realizado en las últimas décadas, se han realizado utilizando protocolos modernos de evaluación de riesgos (Heimpel y Cock, 2018). Esto significa que estos beneficios para la biodiversidad se lograron al tiempo que incurrieron en

riesgos ecológicos mínimos.

Proporcionaré una breve muestra de algunos de estos proyectos para dar una idea de los tipos de beneficios de conservación que se han obtenido a través de esta vía. Todos estos casos han sido revisados con más detalle por van Driesche y col. (2016). Primero, el control de los árboles de melaleuca en el ecosistema Everglades de Florida (Estados Unidos). El árbol de melaleuca es originario de Australia y ha invadido el ecosistema de los Everglades, donde está transformando diversos humedales en rodales monoespecíficos de estos árboles que desplazan a casi toda la vegetación nativa y la vida silvestre. El proyecto de control biológico ha involucrado la introducción de dos insectos especializados para controlar melaleuca y está protegiendo todo el ecosistema de los Everglades, incluidas muchas especies de plantas y animales nativos de los efectos de asfixia de este árbol. En segundo lugar, el control de la 'mistflower' invasora en Hawái y Nueva Zelanda. La 'mistflower' es nativa de los neotrópicos e invadió Hawái y Nueva Zelanda, donde estaba desplazando a las especies de plantas endémicas en los bosques naturales. En el proyecto de control biológico se introdujeron un hongo especializado y una mosca de agalla para controlar 'mistflower' y esto ha llevado a la protección de las especies nativas, incluidas algunas que eran endémicas y estaban muy amenazadas por la competencia con 'mistflower'. Tercero, el control de la escama algodonosa en las Islas Galápagos. Esta es la misma escama australiana que ha amenazado a los cítricos en todo el mundo y fue controlada por el famoso escarabajo coccinélido *Rodolia cardinalis*. Este mismo escarabajo se introdujo en las Islas Galápagos para controlar la escama algodonosa, que amenazaba a las especies de plantas nativas y endémicas con la extinción. El proyecto fue un gran éxito y probablemente salvó algunas especies de plantas endémicas de la extinción.

Antes de pasar al siguiente tema, voy a describir brevemente un proyecto en el que estoy involucrado actualmente en las Islas Galápagos. Este proyecto implica la invasión de una mosca parasitaria de aves, *Philornis downsi*, en las Islas Galápagos que pone en peli-

gro muchas especies de los pinzones de Darwin. Las moscas depositan sus huevos en los nidos de las aves y las larvas se alimentan de los polluelos, a menudo matándolos (Fessl y col., 2018). *P. downsi* es originario del Ecuador continental y hemos estado buscando parasitoides especializados allí para posiblemente introducir en Galápagos. Según nuestros estudios, hay al menos dos especies de parasitoides especializados prometedoras de *P. downsi* (Bulgarella y col., 2017). Actualmente estamos en el proceso de realizar más pruebas de seguridad ecológica y podemos introducir una o más de estas especies de parasitoides en Galápagos para proteger los pinzones (Boulton y Heimpel, 2017; Heimpel 2017; Boulton y col., 2019).

El control biológico puede proteger la biodiversidad nativa al limitar el uso de pesticidas

La reducción del uso de pesticidas ha sido quizás el objetivo más importante del control biológico desde la publicación de 'Silent Spring' por Rachel Carson en 1962. En los más de cincuenta años desde 'Silent Spring', este mensaje sigue siendo muy relevante. Los pesticidas están todavía una grave amenaza para la biodiversidad nativa y el control biológico sigue siendo una forma importante de reducir su uso. Sin embargo, a menudo no mostramos exactamente qué aspectos de la biodiversidad nativa (es decir, qué especies) están protegidos cuando el control biológico disminuye el uso de pesticidas.

En este contexto, me gustaría hablar sobre un proyecto en el que he estado involucrado que trata de vincular el control biológico con el uso reducido de pesticidas y la conservación de la biodiversidad nativa. El proyecto involucra el control biológico del áfido de la soja en América del Norte (Ragsdale y col., 2011). El áfido de la soja es originario de Asia y se encontró por primera vez en América del Norte en el año 2000. Desde entonces, se ha convertido en la plaga más grave de la soja en América del Norte y ha dado lugar a aplicaciones masivas de insecticidas en áreas que no se habían rociado previamente. Los primeros estudios establecieron

un umbral económico de 250 áfidos por planta como un nivel por encima del cual se aconsejó a los agricultores que apliquen insecticidas. Hicimos experimentos para ver en qué medida los insectos depredadores mantenían a los áfidos por debajo de este umbral y esto condujo a una estimación de que el control biológico mantenía a los áfidos por debajo de los niveles de umbral en el 80% de los campos (Landis y col., 2008; Gardiner y col., 2009). En otras palabras, habría habido cinco veces más fumigación en ausencia de control biológico natural.

Esto muestra lo importante que puede ser el control biológico para reducir el uso de pesticidas, y hay muchos otros estudios que indican lo mismo. Sin embargo, para nuestro próximo paso, nos gustaría estimar los efectos de estas reducciones en aspectos particulares de la biodiversidad nativa. Para nuestro sistema, nos centramos en algunas mariposas de pradera nativas: 'Dakota Skipper' y 'Poweshiek Skipperling' (Runquist y Heimpel, 2017). Estas dos mariposas se especializan en pastos de la pradera y persisten en el hábitat de la pradera adyacente al lugar donde se cultiva la soja. Solían ser comunes en América del Norte, pero sus poblaciones comenzaron a disminuir al mismo tiempo que la fumigación del pulgón de la soja comenzó en 2001 y ahora están cerca de la extinción. La mejor hipótesis para explicar este declive es la aplicación de insecticidas contra el áfido de la soja. Entonces, aunque los insectos depredadores residentes limitaron la fumigación contra los áfidos de la soja durante estos años, hubo suficiente fumigación para tener fuertes efectos en las poblaciones de estas mariposas nativas.

Sin embargo, ahora tenemos un nuevo agente de control biológico en el sistema: el parasitoide asiático *Aphelinus certus*, que se introdujo accidentalmente y se encontró por primera vez en nuestra área en 2011 (Heimpel y col., 2010). Nuestros experimentos muestran que este parasitoide puede causar una mortalidad sustancial del áfido de la soja hasta el punto de reducir significativamente el crecimiento de la población (Kaser y Heimpel, 2018). Actualmente estamos utilizando un enfoque de modelado matricial, junto con estudios toxicológicos,

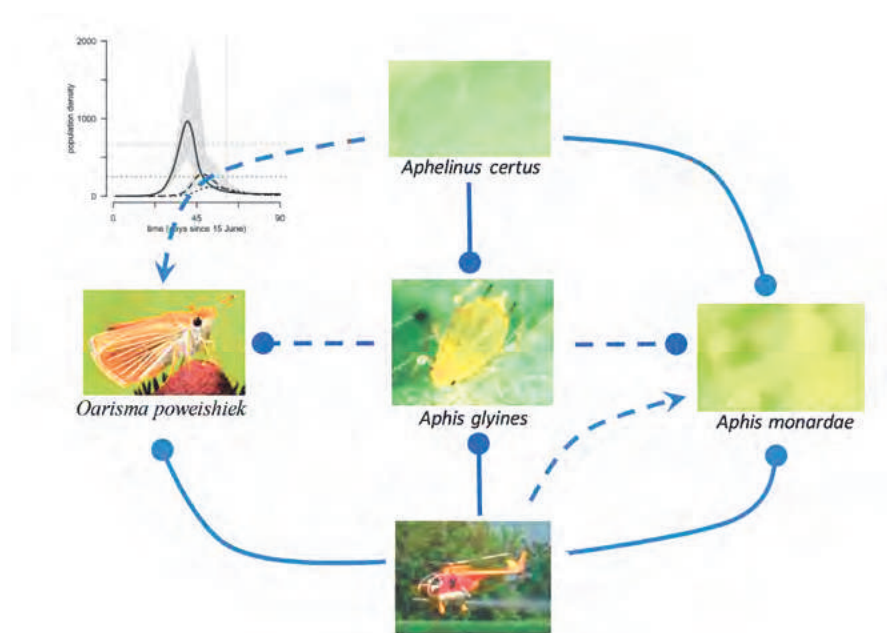


Figura 1. Interacciones directas e indirectas entre los áfidos de la soja (*Aphis glycines*), uno de sus principales enemigos naturales, el parasitoide *Aphelinus certus* y el 'Poweshiek Skipperling', *Oarisma poweshiek*, una especie nativa de mariposas en peligro de extinción y el pulgón nativo *Aphis monardae*. Las flechas muestran cómo *A. certus* puede beneficiar indirectamente a *O. poweshiek* al reducir el uso de insecticidas a través del uso de un umbral de aspersión, pero también puede atacar a los áfidos nativos. Las líneas continuas indican interacciones directas y las líneas discontinuas indican interacciones indirectas; las flechas indican interacciones positivas y clubes negativos (fila superior: J.R. Miksanek y M. Kaiser; fila central: E. Runquist, Z. Wu y M. Kaiser; fila inferior: G.E. Heimpel).

para estimar si este parasitoide disminuirá la aplicación de insecticidas lo suficiente para salvar a estas mariposas de la extinción (Figura 1). Al mismo tiempo, estamos estimando los riesgos para los áfidos nativos en estas praderas de *A. certus*.

El control biológico puede proteger la biodiversidad al limitar el cambio climático

Ya es bien sabido que el calentamiento global es una amenaza para la biodiversidad nativa y también que las emisiones de gases de efecto invernadero inducidas por el hombre son un importante motor del cambio climático global. Por lo tanto, cualquier práctica que pueda disminuir sustancialmente las emisiones de gases de efecto invernadero puede desacelerar el cambio climático global y, por lo tanto, proteger la biodiversidad nativa a largo plazo. El control biológico puede ayudarnos a lograr este objetivo al reducir la necesidad de fabricar, transportar y aplicar pesticidas. Me gustaría volver al ejemplo del áfido de la soja para ilustrar cómo el control biológico puede reducir las emisiones de gases de efecto invernadero. Usando los mismos cálculos que men-

cioné anteriormente, estimamos que el control biológico ha llevado a una reducción en las emisiones de gases de efecto invernadero de 200 millones de kg de equivalentes de CO₂/año en los Estados Unidos (Heimpel y col., 2013). Esto se basa en la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero asociadas con la fabricación, el transporte y la aplicación de insecticidas que se habrían aplicado contra el áfido de la soja si los insectos depredadores no hubieran frenado el crecimiento de la población. Para poner eso en perspectiva, esta cantidad es equivalente a quemar 88 millones de litros de gasolina o a retirar alrededor de sesenta mil vehículos de la circulación durante un año entero.

El control biológico puede proteger la biodiversidad al reducir la pérdida de hábitat

La pérdida de hábitat se reconoce como la mayor amenaza para la biodiversidad y hay dos formas en que el control biológico puede reducir la pérdida de hábitat. La primera es que el control biológico pueda aprovechar las prácticas de uso sostenible de la tierra que conservan el hábitat. Si los agricultores ven un beneficio en la



CULTIVANDO TU FUTURO

COMPROMISO

Tras más de 50 años en el sector agrícola en Sapec Agro nos renovamos y adoptamos una nueva identidad corporativa: ASCENZA.

Nuestra nueva imagen está inspirada en el bosque mediterráneo caracterizado por su alta capacidad de resiliencia y de regeneración. Con él nos identificamos como símbolo de estabilidad y renovación constante al servicio de nuestros clientes y la agricultura. Entendemos tu realidad y queremos seguir creciendo para ofrecerte soluciones completas con las que conseguir una agricultura sostenible y de calidad. Nuestra apuesta es la agricultura y los agricultores.

www.ascenza.es



conservación del hábitat nativo, tendrán más probabilidades de hacerlo que si los beneficios son difusos y se centran en el medio ambiente o la sociedad en general.

En un ejemplo de este enfoque, Gurr y col. (2016) compararon el control de plagas de insectos del arroz en los arrozales regulares con el control de estas plagas en los arrozales en los que se incluyeron las plantaciones de flores. Las flores se plantaron en áreas que de otra manera no contienen vegetación. Los investigadores encontraron que estas flores llevaron a un mejor control biológico de plagas por parte de las especies nativas de parasitoides y, por lo tanto, disminuyeron la necesidad de la aplicación de insecticida. Este proyecto está alentando a los cultivadores de arroz en toda

el área a usar estas franjas de flores que sirven como hábitat y una base de recursos para numerosas especies nativas, incluidos insectos y quizás también aves.

Otra forma en que el control biológico puede reducir la pérdida de hábitat es aumentar la eficiencia de la agricultura. Cuanto mayor es el rendimiento que se puede extraer de una parcela de tierra determinado, menos se debe destruir el hábitat nativo para producir ese producto agrícola. Por ejemplo, un estudio reciente mostró que la pérdida de rendimiento causada por la invasión de la cochinilla de la yuca en el sureste de Asia llevó a una expansión de la tierra utilizada para crecer a la yuca, destruyendo el hábitat forestal. El control biológico exitoso de esta cochinilla por el para-

sitoide *Anagyrus lopezi* ha restaurado los rendimientos de la yuca y ha reducido la deforestación en un 30% a 90% (Wyckhuys y col., 2019).

Me gustaría concluir señalando que no hay ninguna razón por la que el control biológico no deba ampliarse en gran medida para proporcionar aún más servicios de este tipo en el futuro. La razón es que el campo ha visto enormes mejoras en la evaluación de riesgos que respalda las introducciones de control biológico y en la producción comercial en masa de agentes de control biológico en los últimos veinte años (Heimpel y Mills, 2017). Lo que esto significa es que realmente no hay excusa para que el control biológico no se convierta en un componente cada vez más grande de las ciencias de la conservación.

Bibliografía

- Boulton, R.A. and Heimpel, G.E.** 2017. Potential for biological control of a parasite of Darwin's finches. Pages 23-28 in R. G. Van Driesche and R. C. Reardon, editors. Suppressing Over-Abundant Invasive Plants and Insects in Natural Areas by Use of their Specialized Natural Enemies. FHTET, USDA Forest Service, Morgantown, WV, USA.
- Boulton, R.A., Bulgarella, M., Ramirez, I.E., Causton, C.E.** 2019. Management of the invasive avian parasitic fly, *Philornis downsi*, in the Galapagos Islands: is biological control a viable option? In: Veitch, C.R., M.N. Clout, A.R. Martin, J.C. Russell & C.J. West (eds): Island Invasives: scaling up to meet the challenge, pp. 360-363. Occasional Paper SSC no. 62. Gland Switzerland: IUCN.
- Bulgarella, M., M. A. Quiroga, R.A. Boulton, I.E Ramirez, R.D. Moon, C.E. Causton, & G. E. Heimpel.** 2017. Life cycle and host specificity of the parasitoid *Conura annulifera* (Hymenoptera: Chalcididae), a potential biological control agents of *Philornis downsi* (Diptera: Muscidae) in the Galapagos Islands. *Annals of the Entomological Society of America* 110: 317-328.
- Carson, R.** 1962. Silent Spring. Houghton Mifflin, Boston USA.
- Fessl, B., G.E. Heimpel, and C.E. Causton.** 2018. Invasion of an avian nest parasite, *Philornis downsi*, to the Galápagos Islands: Colonization history, adaptations to novel ecosystems, and conservation challenges. Pages 213-266 in P. G. Parker, editor. Disease Ecology: Social and Ecological Interactions in the Galapagos Islands. Springer, Dordrecht, The Netherlands.
- Gardiner, M.M., D.A. Landis, C. Gratton, C.D. Difonzo, M.E. O'Neal, J. Chacon, M. Wayo, N. Schmidt & G.E. Heimpel** 2009a. Landscape diversity enhances biological control of an introduced crop pest in the north-central USA. *Ecological Applications* 19:143-154. Gurr y col. 2016
- Heimpel, G.E.** 2017. Could biological control protect Darwin's finches from an invasive parasite? *Biocontrol News and Information* 38: 21N-22N.
- Heimpel, G.E. & M.J. Cock.** 2018. Shifting paradigms in the history of classical biological control. *BioControl*. 63:27-37
- Heimpel, G.E. & N.J. Mills.** 2017. Biological Control: Ecology and Applications. Cambridge University Press. Cambridge, U.K. Heimpel y col. 2010
- Heimpel, G.E., Y. Yang, J. Hill, and D.W. Ragsdale.** 2013. Environmental consequences of invasive species: greenhouse gas emissions of insecticide use and the role of biological control in reducing emissions. *PLoS One* 8:e72293.
- Kaser, J.M & G.E. Heimpel.** 2018 Impact of the parasitoid *Aphelinus certus* on soybean aphid populations. *Biological Control* 127: 17-24.
- Landis D.A., Gardiner M.M., van der Werf W., Swinton S.M.** (2008) Increasing corn for biofuel production reduces biocontrol services in agricultural landscapes. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 105: 20552-20557.
- Ragsdale, D.W., D.A. Landis, J. Brodeur, G.E. Heimpel, and N. Desneux.** 2011. Ecology and management of soybean aphid in North America. *Annual Review of Entomology* 56:375-399.
- Runquist, E. & Heimpel, G.E.** 2017. Potential causes of declines in Minnesota's prairie butterflies with a focus on insecticidal control of the soybean aphid. Report to the Minnesota Invasive Terrestrial Plant and Pest Center, University of Minnesota.
- Van Driesche RG y col. (48 other authors).** 2010. Classical biological control for the protection of native ecosystems. *Biol Contr* 54:S1-S33
- Van Driesche R., Pratt P.D., Center T.D., Rayamajhi M.B., Tipping P.W., Purcell M., Fowler S., Causton C., Hoddle M.S., Kaufman L, Messing R.H., Montgomery M.E., van Klinken R., Duan J.J., Meyer J.-Y.** (2016) Cases of biological control restoring natural systems. In : Van Driesche R.G., Simberloff D., Blossey B., Causton C., Hoddle M., Marks C., Heinz K., Wagner D., Warner K. (eds) Integrating biological control into conservation practice, Wiley/Blackwell, Oxford, UK, pp 298-246
- Wyckhuys, K.A.G., Hughes, A.C., Buamas, C., Johnson, A.C., Vasseur, L., Reymondin, L., Deguine, J.P. and Sheil, D.** 2019. Biological control of an agricultural pest protects tropical forests. *Communications Biology*, 2: 10.