

CONSERVANDO LA MARIPOSA MONARCA (*Danaus plexippus* L.), CONSERVANDO ENEMIGOS NATURALES DE PLAGAS

PRESERVING THE MONARCH BUTTERFLY (*Danaus plexippus*L.), PRESERVING NATURAL ENEMIES OF PEST

Hipólito Cortez-Madrigal¹; Fabián García-González²; Adriana Guzmán-Larralde³.

¹Instituto Politécnico Nacional-CIIDIR. Justo Sierra núm. 28, col. Centro. C. P. 59510. Jiquilpan, Michoacán, MÉXICO. Correo-e: hcortezm@ipn.mx Tel.: +52 353 53 3 02 18 (*Autor para correspondencia).

²Universidad Autónoma Chapingo, Unidad Regional de Zonas Áridas. Carretera Gómez Palacio-Cd. Juárez. C. P. 35230. Bermejillo, Durango, MÉXICO.

³Departamento de Parasitología Agrícola, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Calzada A. Narro, col. Buenavista. C. P. 25315. Saltillo, Coahuila, MÉXICO.

RESUMEN

El potencial de la mariposa monarca (*Danaus plexippus* L.) como hospedera alterna de enemigos naturales de plagas, se investigó (marzo de 2012 a marzo de 2013) en una plantación de *Asclepias curassavica* L. en la Ciénega de Chapala, Villamar, Michoacán. Para ello, se colectaron muestras de huevos del fitófago y se incubaron en cajas Petri para el registro de parasitismo. Los resultados indican que *D. plexippus* estuvo presente durante todo el año en la región de estudio, con los niveles máximos de oviposiciones durante agosto-diciembre. *Trichogramma pretiosum* Riley fue el parasitoide predominante, con niveles de parasitismo hasta de 100 %; su mayor actividad coincidió con los niveles máximos de oviposiciones del fitófago. La emergencia múltiple de parasitoides en cada huevo de la mariposa contribuye al incremento de las poblaciones de *T. pretiosum* en campo. Basados en ello, *D. plexippus* puede considerarse un excelente hospedero alternativo de *T. pretiosum*, enemigo natural de lepidópteros plaga. Adicionalmente, la estrategia propuesta busca contribuir con la conservación e incremento de las poblaciones de la monarca, tanto mediante la conservación de su hospedera *A. curassavica* como por la eventual reducción en el uso de insecticidas para eliminar plagas.

PALABRAS CLAVE: Hospederos alternos, *Asclepias*, *Trichogramma*, lepidópteros plaga.

ABSTRACT

The potential of the monarch butterfly (*Danaus plexippus* L.) as alternate host of natural enemies of pests was studied (from March 2012 to March 2013) at a plantation of *Asclepias curassavica* established at the Chapala Cienega, Villamar, Michoacán, Mexico. Therefore, Phytophagous eggs samples were collected and incubated in Petri dishes for the parasitism record. Results show that *D. plexippus* was present throughout the year in the study region, with the highest levels of oviposition during August-December. *Trichogramma pretiosum* Riley was the predominant parasitoid, with levels up to 100 % of parasitism; its major activity coincided with the highest levels of the phytophagous oviposition. Multiple emergences of parasitoids in each butterfly egg contribute to the increase of *T. pretiosum* populations in field. Therefore, based on this, *D. plexippus* can be considered an excellent alternate host of *T. pretiosum*, natural enemy of Lepidoptera pests. In addition, the proposed strategy seeks to contribute to the conservation and increase of monarch populations; both through the preservation of its host (*A. curassavica*), and by the eventual reduction in the use of insecticides to kill pests.

KEYWORDS: Alternate host, *Asclepias*, *Trichogramma*, lepidopteran pests.



Recibido: 26 de mayo, 2014
Aceptado: 03 de noviembre, 2014
doi: 10.5154/r.rchscfa.2014.05.022
<http://www.chapingo.mx/revistas>

INTRODUCCIÓN

La mariposa monarca *Danaus plexippus* L. es un insecto que ha llamado enormemente la atención en las últimas décadas, debido al descubrimiento de sus rutas migratorias y a los sitios de hibernación denominados “santuarios”. En México se han registrado los santuarios de la mariposa monarca más grandes del mundo (Reserva de la Biosfera Mariposa Monarca, 2010), lo que ha propiciado atracción turística notable (Barkin, 2003) y, presumiblemente, beneficios económicos para la región. Por otra parte, programas transnacionales importantes se han desarrollado (Canadá, EE. UU. y México) para el estudio y conservación de la mariposa monarca y sus sitios de hibernación (Fernández & Jordano, 2009; Reserva de la Biosfera Mariposa Monarca, 2010).

Las larvas de *D. plexippus* se alimentan exclusivamente de plantas conocidas como “algodoncillo”, “venenillo” o “yamate”, todas pertenecientes al género *Asclepias* (Asclepiadaceae) (Reserva de la Biosfera Mariposa Monarca, 2010). Desafortunadamente, la deforestación, la expansión de la frontera agrícola y el uso desmedido de herbicidas químicos han propiciado la merma de las poblaciones de asclepias, lo que a su vez amenaza las poblaciones de la mariposa monarca. Diversos estudios han documentado algunas causas de mortalidad de *D. plexippus*: depredadores como arañas (Araneae), chinches “asesinas” (Reduviidae), catarinitas (Coccinellidae) y ninfas de mántidos (Mantidae); parasitoides de larvas como las moscas taquínidas (Malcolm, 1994) y, aunque pobremente documentado, parasitoides de huevos como la avispa *Trichogramma* (Querino, Morales, & Zucchi, 2002).

Una alternativa para la conservación de la mariposa monarca pudiera ser el incremento de las poblaciones de su planta hospedera *Asclepias curassavica* L. en áreas agrícolas; con ello se incrementarían las poblaciones de *D. plexippus* y las de otros organismos asociados, como sus enemigos naturales. Dado que *D. plexippus* no representa riesgo como plaga de cultivos, la mariposa podría aprovecharse como hospedera alterna de enemigos naturales como los parasitoides, cuya actividad es denso dependiente tipo III. Esto significa que los parasitoides sólo aumentan con densidades muy altas del fitófago y parasitan menos a densidades bajas, por lo que no representarían peligro de extinción para *D. plexippus* (Morrison, 1986; Fernández-Arhex & Corley, 2004). El uso de hospederos alternos es una estrategia recomendada ampliamente en el control biológico por conservación, ya que contribuye al equilibrio natural de los agro-ecosistemas (Altieri & Letourneau, 1982; Ehler, 1998; Ferro & McNeil, 1998; Landis, 2000; Jacas & Urbaneja, 2010). Por lo anterior, el objetivo de este estudio fue conocer el potencial de la mariposa monarca *D. plexippus* como hospedera alterna de enemigos naturales de plagas.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se estableció en la localidad de Emiliano Zapata, municipio de Villamar en el estado de Michoacán,

INTRODUCTION

The monarch butterfly *Danaus plexippus* L. is an insect that has greatly attracted attention in recent decades due to the discovery of its migration routes and wintering sites called “sanctuaries”. Mexico has recorded the greatest monarch sanctuaries in the world (Reserva de la Biosfera Mariposa Monarca, 2010), encouraging remarkable tourist attraction (Barkin, 2003) and presumably economic benefits for the region. Moreover, major transnational programs have been developed (Canada, USA and Mexico) for the study and conservation of the monarch butterfly and its hibernation sites (Fernández & Jordano, 2009; Reserva de la Biosfera Mariposa Monarca, 2010).

D. plexippus larvae feed exclusively on plants known in Mexico as “algodoncillo”, “venenillo” or “yamate”, all belonging to the genus *Asclepias* (Asclepiadaceae) (Reserva de la Biosfera Mariposa Monarca, 2010). Unfortunately, deforestation, expansion of the agricultural frontier and the excessive use of chemical herbicides have led to the decline of milkweed populations, which in turn threatens the populations of the monarch butterfly. Several studies have documented some killers of *D. plexippus*: predators such as spiders (Araneae), “assassin” bugs (Reduviidae), beetles (Coccinellidae) and nymphs of mantids (Mantidae); larvae parasitoids such as Tachinid flies (Malcolm, 1994) and, although poorly documented, egg parasitoids such as wasp *Trichogramma* (Querino, Morales, & Zucchi, 2002).

An alternative for the conservation of the monarch butterfly may be the population increase of their host plant *Asclepias curassavica* L. in agricultural areas; with this, populations of *D. plexippus* and other partners such as natural enemies would increase. Since *D. plexippus* carries no risk as crop pests, the butterfly could be used as an alternate host of natural enemies such as parasitoids, whose activity is dependent dense type III. This means that parasitoids only increase with very high phytophagous densities and parasitize less at low densities, so these parasitoids would not represent endangered for *D. plexippus* (Morrison, 1986; Fernández-Arhex & Corley, 2004). The use of alternate hosts is a widely recommended strategy for conservation biological control, because it contributes to natural balance of agro-ecosystems (Altieri & Letourneau, 1982; Ehler, 1998; Ferro & McNeil, 1998; Landis et al., 2000; Jacas & Urbaneja, 2010). Therefore, the aim of this study was to determine the potential of the monarch butterfly *D. plexippus* as alternate host of natural enemies of pests.

MATERIALS AND METHODS

The experiment was established on Emiliano Zapata, Villamar, Michoacán, Mexico, from March 2012 to March 2013. *A. curassavica* plants were collected from canals and streams from the region of Cienega de Chapala, Michoacán. The plants were individually transplanted into plas-

México, de marzo de 2012 a marzo de 2013. Las plantas de *A. curassavica* se obtuvieron de canales y riachuelos de la región Ciénega de Chapala, Michoacán. Las plantas se trasladaron individualmente a macetas de plástico (17 x 21 cm) que contenían una mezcla de suelo más *peat most*. Junto con el sustrato se mezcló una cantidad de gel absorbente de agua (silos de agua[®]), para conservar el agua aplicada en los riegos. En total se utilizaron 50 plantas distribuidas entre 20 árboles de limón persa (cinco macetas por cada dos árboles) de tres años de edad, en una superficie de 1 ha; esto forma parte de un proyecto más amplio donde se evaluó *A. curassavica* como reservorio de enemigos naturales asociados al áfido *Aphis nerii* y su impacto en las principales plagas del limón. Las plantas de *Asclepias* se regaron manualmente y la frecuencia de riego varió de acuerdo con la época del año, siendo más esporádicos durante el periodo de lluvias. Los huevos de *D. plexippus* se muestrearon semanalmente en 20 plantas de *A. curassavica* seleccionadas aleatoriamente. Una muestra de huevos junto con hojas de la planta hospedera se llevó al laboratorio de entomología del CIIDIR-IPN en Jiquilpan, Michoacán; los huevos se colocaron dentro de cajas Petri junto con una porción de hoja de *A. curassavica* y se mantuvieron a temperatura ambiente hasta la emergencia de larvas o parasitoides. El número de huevos colectados dependió de la cantidad registrada durante el periodo, pero siempre se procuró perturbar lo menos posible las poblaciones del fitófago. Las variables registradas fueron las especies de parasitoides y el porcentaje de parasitismo. Los parasitoides obtenidos se depositaron en alcohol al 75 %. La identificación se realizó con base en características morfológicas y claves dicotómicas (Pinto, 1998); ésta se confirmó mediante la secuenciación de la región intergénica ITS2 (Stouthamer, Hu, Van Kan, Platner, & Pinto, 1999). Los datos se analizaron mediante estadísticas descriptivas y el conocimiento biológico de las especies. Adicionalmente, se obtuvieron datos de temperatura y precipitación de la estación meteorológica de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) más cercana, para la posible correlación con los factores bióticos estudiados.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Basados en las oviposturas, la mariposa monarca *D. plexippus* estuvo presente durante todo el año en la región de estudio de la localidad Emiliano Zapata, Villamar, Michoacán. La Figura 1 muestra la distribución temporal de *D. plexippus*, así como la temperatura y precipitación del lugar. Los mayores niveles poblacionales ocurrieron de agosto a diciembre, coincidiendo con la reducción de temperatura y precipitación en la zona de estudio. Las más bajas poblaciones se presentaron durante el periodo de junio hasta mediados de agosto, coincidiendo con las mayores precipitaciones y el incremento de las temperaturas. La viabilidad de los huevos de la monarca es fuertemente influenciada por la temperatura; los huevos de *D. plexippus* no eclosionan con temperaturas superiores a 36 °C (Reserva de la Biosfera Mariposa Monarca, 2010). Aunque en el presente estudio no se registraron temperaturas superiores a 36 °C, frecuentemen-

tic pots (17 x 21 cm) containing a mixture of soil and peat most. Along with the substrate, an amount of water absorbent gel (water silos[™]) was mixed, to retain water used for irrigation. We used a total of 50 plants distributed among 20 three years old Persian lemon trees (five pots per two trees), in an area of 1 ha; this is part of a larger project where *A. curassavica* was evaluated as a reservoir of natural enemies related to the aphid *Aphis nerii* and its impact on the major pests of lemon. *Asclepias* plants were watered manually and irrigation frequency varied according to the season, being more sporadic during the rainy season. *D. plexippus* eggs were sampled weekly on 20 plants of *A. curassavica* randomly selected. A sample of eggs along with leaves of the host plant was took to the entomology lab of CIIDIR-IPN in Jiquilpan, Michoacán; eggs were placed into Petri dishes together with a portion of *A. curassavica* leaf and kept at room temperature until the emergence of larvae or parasitoids. The number of eggs collected depended on the amount recorded during the period, but always trying to minimize disruption to herbivore populations. The variables recorded were species of parasitoids and parasitism percentage. Parasitoids obtained were placed in 75 % alcohol. The identification was made based on morphological characteristics and dichotomous keys (Pinto, 1998); this was confirmed by sequencing the ITS2 intergenic region (Stouthamer, Hu, van Kan, Platner, & Pinto, 1999). Data were analyzed using descriptive statistics and biological knowledge of the species. Additionally, we obtained temperature and precipitation data from the nearest weather station of the National Water Commission (CNA) in Mexico, for possible correlation with biotic factors studied.

RESULTS AND DISCUSSION

Based on oviposition, *D. plexippus* was present throughout the year in the study region of Emiliano Zapata, Villamar, Michoacán. Figure 1 shows the temporal distribution of *D. plexippus*, and the temperature and precipitation of the place. The greater population levels occurred between August and December, coinciding with the reduction in temperature and precipitation in the study area. The lowest populations occurred from June to mid-August, coinciding with the highest rainfall and increased temperatures. The viability of the eggs of the monarch butterfly is strongly influenced by temperature; *D. plexippus* eggs do not hatch at temperatures above 36 °C (Reserva de la Biosfera Mariposa Monarca, 2010). Although, this study shows no records of temperatures above 36 °C, we often recorded dehydrated eggs which reduced larval and parasitoids emergence.

From the eggs samples preserved in the laboratory, two species of parasitoids were obtained: *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae) and *Trissolcus* sp. (Hymenoptera: Scelionidae). The *Trichogramma* were predominant; higher levels of parasitism correlated with the highest levels of oviposition of *D. plexippus* (Figure 1). The fact that the presence of *Tricho-*

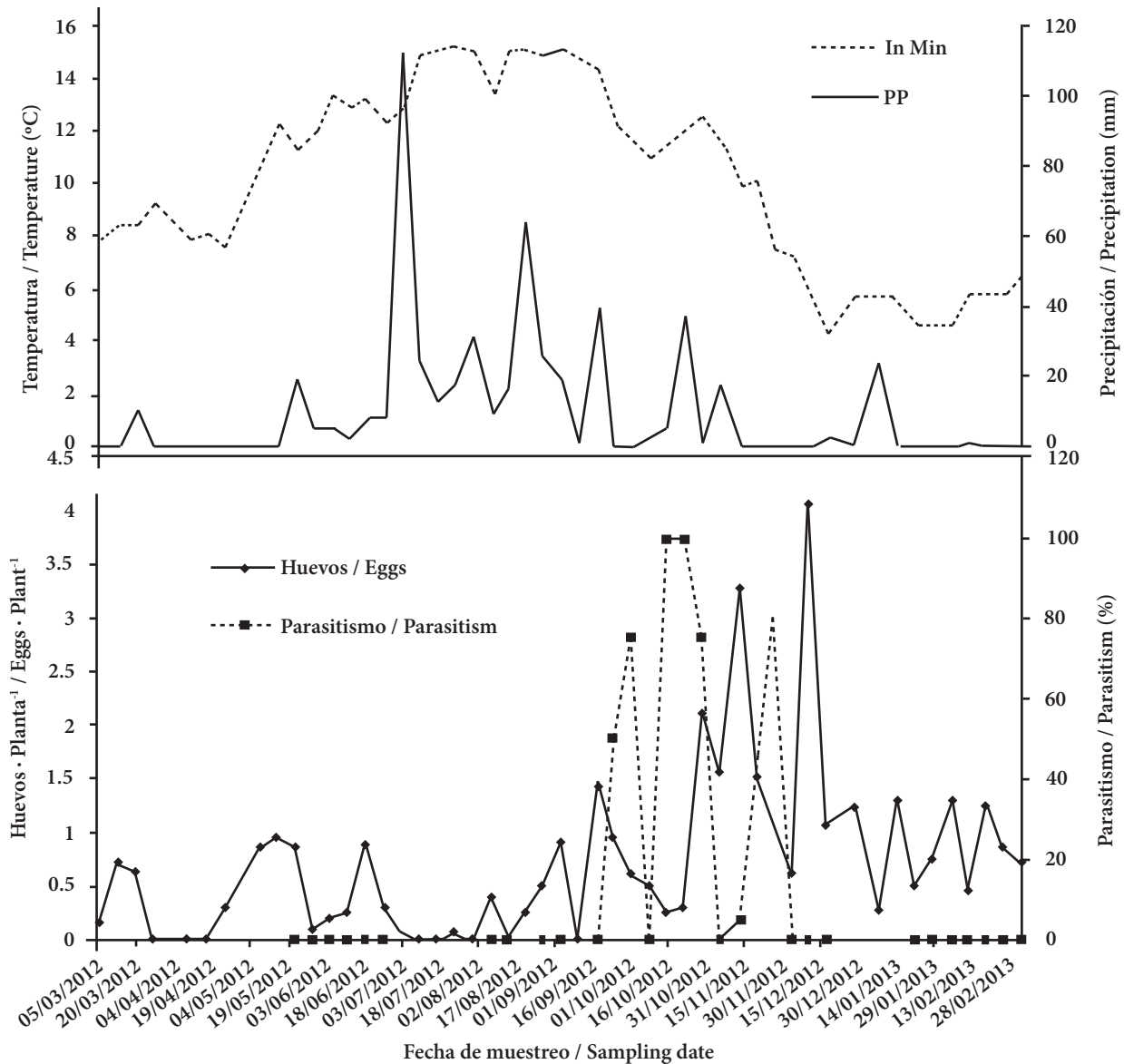


FIGURA 1. Distribución temporal de huevos de *Danaus plexippus*, niveles de parasitismo y su relación con la temperatura y la precipitación en Emiliano Zapata, Villamar, Michoacán.

FIGURE 1. Temporal distribution of *Danaus plexippus* eggs, parasitism levels and their relationship with temperature and precipitation in Emiliano Zapata, Villamar, Michoacán.

te se registraron huevecillos deshidratados lo que redujo la emergencia de larvas y parasitoides.

De las muestras de huevos conservadas en laboratorio se obtuvieron dos especies de parasitoides: *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae) y *Trissolcus* sp. (Hymenoptera: Scelionidae). Las tricogramas fueron las predominantes; los mayores niveles de parasitismo coincidieron con los máximos niveles de oviposaduras de *D. plexippus* (Figura 1). El hecho de que la presencia de *Trichogramma* se registró durante una corta temporada del año, no significa que el parasitismo no ocurriera durante los demás periodos; en esos casos, el tamaño de muestra fue tan pequeña que probablemente no permitió detectar parasitismo.

gramma was recorded during a short season of the year, does not mean that parasitism did not occur during other periods; in such cases, the sample size was so small that it was probably not possible to detect parasitism.

The monarch butterfly *D. plexippus* is an aposematic species; i.e., this butterfly takes toxic substances from its host plant (Malcolm, 1994). This feature is a defense mechanism; however, different species of natural enemies of *D. plexippus* have been identified (De Roode, Chi, Rarick, & Altizer, 2009; Malcolm, 1994), including egg parasitoids such as wasp *Trichogramma* (Querino et al., 2002). The results of this study demonstrate that the monarch butterfly eggs are parasitized by *T. pretiosum* species at levels up to 100%. The

La mariposa monarca *D. plexippus* es una especie aposemática; es decir, captura sustancias tóxicas a partir de su planta hospedera (Malcolm, 1994). Esta característica es un mecanismo de defensa de la mariposa; sin embargo, diferentes especies de enemigos naturales de *D. plexippus* han sido identificados (De Roode, Chi, Rarick, & Altizer, 2009; Malcolm, 1994), incluidos parasitoides de huevos como la avispa *Trichogramma* (Querino et al., 2002). Los resultados del presente estudio demuestran que los huevecillos de la mariposa monarca son parasitados por la especie *T. pretiosum*, en niveles hasta del 100 %. El tamaño relativamente grande de los huevos (1.2 x 0.8 mm) de *D. plexippus* puede contribuir al incremento de las poblaciones de la avispa, pues pueden emerger varios individuos por huevo, tal como se registró en el presente estudio. El conocimiento de que los huevos de *D. plexippus* pueden ser parasitados al menos por dos especies, donde destacó *T. pretiosum*, es una aportación más al abanico de enemigos naturales de la mariposa. La avispa *T. pretiosum* es un parasitoide importante de huevos de especies de lepidópteros y ha sido utilizado ampliamente en programas de control biológico por incremento contra plagas de lepidópteros como los barrenadores *Diatraea* spp. y “gusano elotero” *Heliothis* spp. de la caña de azúcar y maíz, respectivamente (Cano, 2001; Hoffmann & Frodsham, 1993). Sin embargo, poca atención se ha prestado a la conservación e incremento de las poblaciones nativas de tal parasitoide.

Por otro lado, las especies del género *Trissolcus* sp. son parasitoides de huevos de diversas especies, principalmente de chinches (Hemiptera; Johnson, 1985) y esporádicamente se ha reportado como parasitoide de huevos de lepidópteros (Ballal, 2013). En el presente estudio, dicha especie sólo se registró en una fecha de muestreo, lo que sugiere que los huevos de *D. plexippus* no son un hospedero aceptable para *Trissolcus*.

Basados en lo anterior, la mariposa monarca puede ser considerada un excelente candidato para aprovecharse como hospedero alterno de *T. pretiosum*, enemigo natural de plagas. La hembra de *D. plexippus* deposita hasta 400 huevos durante su periodo de vida que alcanza varias semanas (Reserva de la Biosfera Mariposa Monarca, 2010); sin embargo, esto dependerá de la disponibilidad de alimento (para larvas y adultos). En el presente estudio sólo se estableció una pequeña población de *A. curassavica* en macetas y aunque recibieron riegos, éstos fueron insuficientes y las plantas se estresaron frecuentemente. Lo anterior se puede mejorar si las plantas se establecen en suelo directo y durante la temporada de lluvias; de esta forma, el incremento de la densidad de plantas puede potenciar la incidencia de la mariposa monarca y la de sus enemigos naturales. Otros estudios han mostrado un fuerte impacto de los programas de control biológico en las poblaciones de la mariposa monarca (Koch, Venette, & Hutchinson, 2006), lo que es entendible por el origen exótico de los enemigos naturales. Sin embargo, el enfoque del control biológico propuesto en el presente escrito es mediante la conservación e incremento *in situ* de depredadores y parasitoides nativos, utilizando como hos-

relatively large size of eggs (1.2 x 0.8 mm) of *D. plexippus* can help increase the populations of the wasp, because several insects per egg can emerge, as occurred in the present study. The knowledge that *D. plexippus* eggs can be parasitized by at least two species, where *T. pretiosum* distinguished, is another contribution to the range of natural enemies of the butterfly. The wasp *T. pretiosum* is an important egg parasitoid of lepidopteran species and has been widely used in biological control programs by increasing against lepidopteran pests such as borers *Diatraea* spp. and “earworm” *Heliothis* spp. of sugar cane and maize, respectively (Cano, 2001; Hoffmann & Frodsham, 1993). However, little attention has been paid to the conservation and increases of native populations such parasitoid.

Furthermore, the genus species *Trissolcus* sp. are parasitoids of eggs of various species, mainly bugs (Hemiptera; Johnson, 1985) and has been reported sporadically as a parasitoid of lepidopteran eggs (Ballal, 2013). This study recorded this species only on one sampling date, suggesting that *D. plexippus* eggs are not an acceptable host for *Trissolcus*.

Based on the above, the monarch butterfly can be considered a prime candidate to benefit as an alternate host of *T. pretiosum*, natural enemies of pests. The female of *D. plexippus* lays up to 400 eggs during their life reaching several weeks (Reserva de la Biosfera Mariposa Monarca, 2010); however, this will depend on the availability of food (for larvae and adults). This study only established a small population of *A. curassavica* in pots and although they were watering, these plants were insufficient and frequently stressed. This can be improved if the plants are set on direct soil during the rainy season; in this manner, the increased density of plants may enhance the incidence of the monarch butterfly and its natural enemies. Other studies have shown a strong impact of biological control programs on monarch butterfly populations (Koch, Venette, & Hutchinson, 2006), which is understandable for the exotic origin of the natural enemies. However, the biological control approach proposed in this paper is by preserving and increasing *in situ* of predators and native parasitoids, using the monarch butterfly as an alternate host. The proposed strategy can contribute to the “preservation” of the monarch butterfly populations, based on the manipulation of its host plant, but without ignoring that *D. plexippus* is not exempt from the natural regulation by biotic factors such as egg parasitoids here recorded. Additionally, the possible decline of insecticide use, due to increased activity of natural enemies of crop pests, will contribute to the conservation of the butterfly.

The species *A. curassavica* is widely distributed in Mexico and other Latin American countries. The plant is easy to multiply, so different management strategies can be used. Since *A. curassavica* do not host pests of agricultural importance (Cervantes-Peredo & Elizalde-Amelco, 2007), the use as host of the monarch butterfly and their natural enemies can be assessed in different crops, particularly where there

pedero alternativo a la mariposa monarca. La estrategia propuesta puede coadyuvar a la "conservación" de las poblaciones de la mariposa monarca, conservación basada en la manipulación de su planta hospedera, pero sin desconocer que *D. plexippus* no está exenta de la regulación natural por factores bióticos como son los parasitoides de huevos aquí registrados. Adicionalmente, la reducción eventual de uso de insecticidas, debido a la mayor actividad de enemigos naturales de plagas en los cultivos, contribuirá a la conservación de la mariposa.

La especie *A. curassavica* se encuentra distribuida ampliamente en México y otros países de América. La planta es fácil de multiplicar, por lo que pueden utilizarse diferentes estrategias para su manejo. Dado que *A. curassavica* no hospeda plagas de importancia agrícola (Cervantes-Peredo & Elizalde-Amelco, 2007), el aprovechamiento como hospedera de la mariposa monarca y sus enemigos naturales pudiera evaluarse en diferentes cultivos, particularmente donde existan problemas de lepidópteros plaga como el gusano del fruto del jitomate *Heliothis* spp., gusano perro del naranjo *Papilio* sp., gusano peludo *Estigmene* sp., entre otros.

CONCLUSIONES

Con base en las oviposturas, la mariposa monarca estuvo presente durante todo el año en la región **Ciénega de Chapala**, Michoacán, con los mayores niveles poblacionales durante agosto-diciembre. Los huevos fueron consistentemente parasitados por la especie *Trichogramma pretiosum*, con niveles hasta de 100 % en condiciones de campo. La manipulación de la planta *A. curassavica* favoreció la presencia, incremento y conservación de las poblaciones de *D. plexippus* y las de *T. pretiosum*. Por lo anterior, la mariposa monarca se puede considerar como un excelente hospedero alternativo de enemigos naturales de plagas, en este caso de *T. pretiosum* para la regulación de lepidópteros plaga.

AGRADECIMIENTOS

A la Secretaría de Investigación y Posgrado del Instituto Politécnico Nacional por el financiamiento de la presente investigación. Asimismo, un agradecimiento al Dr. Richard Stouthamer de la Universidad de California en Riverside, por las facilidades en el uso del laboratorio para los análisis moleculares. A los revisores anónimos del escrito.

REFERENCIAS

- Altieri, M. A., & Letourneau, D. K. (1982). Vegetation management and biological control in agroecosystems. *Crop Protection*, 1, 405–430. doi: 10.1016/0261-2194(82)90023-0
- Ballal, C. R. (2013). Other egg parasitoids: Research for utilization. In S. Sithanathan, C. R. Ballal, S. K. Jalali, & N. Bakthavatsalam (Eds.), *Biological control of insect pests using egg parasitoids* (pp. 223–227). Karnataka, India: Springer. doi: 10.1007/978-81-322-1181-5_11
- are problems of Lepidoptera pests such as tomato fruitworm *Heliothis* spp., orange dog caterpillar *Papilio* sp., hairy worm *Estigmene* sp., among others.
- ## CONCLUSIONS
- Based on the oviposition, the monarch butterfly was present throughout the year in the region of the Ciénega de Chapala, Michoacán, with the highest population levels during August to December. Eggs were consistently parasitized by the species *Trichogramma pretiosum*, with levels up to 100 % under field conditions. Manipulation of *A. curassavica* favored the presence, and increase and conservation of *D. plexippus* and *T. pretiosum* populations. Therefore, the monarch butterfly can be considered as an excellent alternate host of natural enemies of pests, in this case of *T. pretiosum* for controlling lepidopteran pests.
- ## ACKNOWLEDGMENTS
- The author thanks the Secretaría de Investigación y Posgrado del Instituto Politécnico Nacional for funding this research. The author also thanks Dr. Richard Stouthamer, University of California, Riverside, for allowing to use the laboratory for molecular analysis. The author also thanks the anonymous reviewers of the paper.
- End of English Version*
-
- Barkin, D. (2003). Alleviating poverty through ecotourism: Promises and reality in the monarch butterfly reserve of Mexico. *Environment, Development and Sustainability*, 5, 371–382. doi: 10.1023/A:1025725012903
- Cano, V. E. (2001). Cría masiva de *Trichogramma pretiosum*, *Sitotroga cerealella* y *Chrysoperla externa*. *Manejo Integrado de Plagas*, 60, 93–96. Obtenido de <http://www.bio-nica.info/Biblioteca/Cano2001CriaChrysoperlaTrichogramma.pdf>
- Cervantes-Peredo, L., & Elizalde-Amelco, E. (2007). Estados de desarrollo y biología de tres especies de Lygaeinae (Hemiptera–Heteroptera: Lygaeoidea: Lygaeidae). *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 78, 339–350. Obtenido de <http://www.journals.unam.mx/index.php/bio/article/view/5335/4861>
- De Roode, J. C., Chi, J., Rarick, R. M., & Altizer, S. (2009). Strength in numbers: High parasite burdens increase transmission of a protozoan parasite of monarch butterflies (*Danaus plexippus*). *Oecologia*, 161, 67–75. doi: 10.1007/s00442-009-1361-6
- Ehler, L. E. (1998). Conservation biological control. In P. Barbosa (Ed.), *Conservation biological control* (pp. 1–8.). San Diego, CA, USA: Academic Press.
- Fernández-Arhex, V., & Corey, J.C. (2004). La respuesta funcional: Una revisión y guía experimental. *Ecología Aus-*

- tral, 14, 83–93. Obtenido de <http://www.scielo.org.ar/pdf/ecoaus/v14n1/v14n1a10.pdf>
- Fernández, H. J., & Jordano, B. D. (2009). La mariposa monarca *Danaus plexippus* (L., 1758) en el Estrecho de Gibraltar (Lepidoptera: Danaidae). *SHILAP Revista de Lepidopterología*, 37, 421–438. Obtenido de <http://www.redalyc.org/comocitar.oa?id=45515028003>
- Ferro, D. N., & McNeil, J. N. (1998). **Habitat enhancement and conservation of natural enemies of insects.** In P. Barbosa (Ed.), *Conservation biological control* (pp. 123–132). San Diego, CA, USA: Academic Press.
- Hoffmann, M. P., & Frodsham, A. C. (1993). *Natural enemies of vegetable insect pests.* Ithaca, NY, USA: Cornell Cooperative Extension.
- Jacas, J. A., & Urbaneja, A. (2010). Biological control in citrus in Spain: From classical to conservation biological control. In A. Ciancio, & K. G. Mukerji (Eds.), *Integrated management of arthropod pests and insect borne diseases* (pp. 61–70). London: Springer.
- Johnson, N. F. (1985). Systematics of new world *Trissolcus* (Hymenoptera: Scelionidae): Species related to *T. basalis*. *The Canadian Entomologist*, 117, 431–445. doi: 10.4039/Ent117431-4
- Koch, R. L., Venette, R. C., & Hutchison, W. D. (2006). Predicted impact of an exotic generalist predator on monarch butterfly (Lepidoptera: Nymphalidae) populations: A quantitative risk assessment. *Biological Invasions*, 8, 1179–1193. doi: 10.1007/s10530-005-5445-x
- Landis, R. D. A. (2000). Habitat management to conserve natural enemies of arthropod pests in agriculture. *Annual Review of Entomology*, 45, 175–201. doi: 10.1146/annurev.ento.45.1.175
- Malcolm, S. B. (1994). Milkweeds, monarch butterflies and the ecological significance of cardenolides. *Chemoecology*, 5-6(3-4), 101–117. doi: 10.1007/bf01240595
- Morrison, G. (1986). “Searching time aggregation” and density dependent parasitism in laboratory host-parasitoid interaction. *Oecologia*, 68, 298–303. doi: 10.1007/s00442-014-2995-6
- Pinto, J. D. (1998). Systematics of the North American species of *Trichogramma* Westwood (Hymenoptera: Trichogrammatidae). USA: Entomological Society of Washington.
- Querino, R. B., Morales, R. C. D., & Zucchi, R. A. (2002). Relative warp analysis to study morphological variations in the genital capsule of *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae). *Neotropical Entomology*, 31, 217–224. doi: 10.1590/S1519-566X2002000200007
- Reserva de la Biosfera Mariposa Monarca. (2010). Monitoreo de las colonias de hibernación de la mariposa monarca (*Danaus plexippus*) en la Reserva de la Biosfera Mariposa Monarca. México: Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. Obtenido de <http://www.conanp.gob.mx/acciones/fichas/mariposa/info/info.pdf>
- Stouthamer, R., Hu, J., Van Kan, F. J. P. M., Platner, G. R., & Pinto, J. D. (1999). The utility of internally transcribed spacer 2 DNA sequences of the nuclear ribosomal gene for distinguishing sibling species of *Trichogramma*. *BioControl*, 43, 421–440. doi: 10.1023/A:1009937108715