

**MANEJO DEL COMPLEJO GALLINA CIEGA
(Coleoptera: melolonthidae) ASOCIADO AL CULTIVO DE AMARANTO
(*Amaranthus hypochondriacus* L.) EN PUEBLA, MÉXICO**

**HANDLING OF THE WHITE GRUB COMPLEX (Coleoptera: melolonthidae)
ASSOCIATED WITH AMARANTH (*Amaranthus hypochondriacus* L.)
CROPS IN PUEBLA, MEXICO**

Víctor A. Cuate-Mozo¹, Agustín Aragón-García¹, Betzabeth C. Pérez-Torres¹,
Jesús F. López-Olgún¹, Miguel Á. Morón², Reyna I. Rojas-Martínez³

¹Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Centro de Agroecología, Maestría en Manejo Sostenible de Agroecosistemas, Instituto de Ciencias. Ciudad Puebla, (agustin.aragon@correo.buap.mx). ²Instituto de Ecología, A. C. Red de Biodiversidad y Sistemática. 91000. Apartado Postal 63. Xalapa, Veracruz, México. (miguel.moron@inecol.edu.mx). ³Fitopatología, Campus Montecillo, Colegio de Postgraduados. 56230. Km 36.5. Carretera México-Texcoco. Montecillo, Estado de México, México. (rojas@colpos.mx).

RESUMEN

El amaranto (*Amaranthus hypochondriacus* L.) se cultiva en zonas agrícolas de secano en Puebla, México, y entre los factores que ocasionan pérdidas en su producción está el complejo gallina ciega; para su control se aplican cantidades abundantes de insecticidas sin lograr disminuir los daños. En este estudio se evaluó el efecto del manejo agroecológico del complejo gallina ciega asociado a amaranto en una parcela de 32 800 m², y se diagnosticó la densidad poblacional. El manejo se realizó en una parcela dividida en secciones: en una (tratamiento) de 8000 m², después del barbecho se colocó una trampa de luz mercurial tipo pantalla; otra de 16 800 m², como barrera; el testigo fue una parcela de 8000 m². Después del diagnóstico se recolectaron 280 larvas, del tercer estadio, de los géneros *Paranomala* y *Strigoderma*. El periodo de vuelo de los melolontidos adultos fue del 9 de mayo al 22 de junio. El género más abundante, con 70 % de la muestra, fue *Phyllophaga*, y las especies más abundantes fueron *Phyllophaga ilhuicaminai* y *Ph. ravidata*. Los muestreos de suelo se realizaron en febrero del 2014 y mostraron un total de 417 larvas del complejo gallina ciega, de los géneros *Phyllophaga*, *Paranomala*, *Strigoderma* y *Diplotaxis*. El análisis estadístico mostró diferencia significativa ($p \leq 0.001$) en el número de larvas y

ABSTRACT

Amaranth (*Amaranthus hypochondriacus* L.) is grown in dryland farming areas of Puebla, Mexico. One of the main factors that contributes to production losses is the white grub complex; vast quantities of insecticides are used to control it, but they do not manage to reduce damages. This study focuses on the effect of the agroecological handling of the white grub complex associated with amaranth crops (32 800 m²) and a population density diagnosis was carried out. For this purpose, a plot was divided as follows: an 8000 m² (treatment); a 16 800 m² barrier section; and an 8000 m² control section; after the land was prepared for sowing, a mercury light trap with a sheet was placed in the first one. After the diagnosis, 280 third-stage larvae of the *Paranomala* and *Strigoderma* genus were collected. The adult melolonthidae flight period began on May 9 and ended on June 22. Seventy percent of the sample was composed by the *Phyllophaga* genus, while *Phyllophaga ilhuicaminai* and *Ph. Ravidata* were the most abundant species. Soil sampling was carried out on February, 2014, and 417 larvae of the white grub complex in all were collected, of the *Phyllophaga*, *Paranomala*, *Strigoderma* and *Diplotaxis* genera. The statistical analysis showed a significant difference ($p < 0.001$) in the amount of larvae and a greater output (26.79%) in the plants of the treatment section, compared with those in the control section.

*Autor responsable ❖ Author for correspondence.

Recibido: junio, 2015. Aprobado: mayo, 2016.

Publicado como ARTÍCULO en *Agrociencia* 50: 889-900. 2016.

Key words: *Phyllophaga ilhuicaminai*, *Ph. ravidata*, white grub, physical control, larva.

rendimiento mayor (26.79 %) en las plantas de la sección de tratamiento respecto al testigo.

Palabras clave: *Phyllophaga ilhuicaminai*, *Ph. ravidia*, gallina ciega, control físico, larva.

INTRODUCCIÓN

La actividad agrícola cubre necesidades de los humanos pero la alimentación demanda una superficie mayor y la de impactos territoriales más extensos (López y Llorente, 2010). La industrialización de los cultivos de exportación para la alimentación del ganado y la demanda creciente para la elaboración de biocombustibles están fortaleciendo la agricultura de monocultivos; pero esto tiene un impacto negativo en la salud, la integridad de los ecosistemas y la calidad alimentaria (Holt-Giménez y Patel, 2009). Las consecuencias de la especialización de monocultivos son variadas, e incluyen uso frecuente y abundante de agroquímicos relacionados con problemas ambientales e incremento de la severidad de las infestaciones de insectos plaga (Gliessman, 1998). El conocimiento del impacto ambiental, social y cultural de ciertas prácticas agrícolas plantea la necesidad de un cambio hacia un modelo agrícola sustentable (Gliessman, 2002; Sarandón, 2002).

De acuerdo con Muñoz (2004) el aspecto más conocido de la producción agroecológica de alimentos es la sustitución del uso de agroquímicos por prácticas menos contaminantes y agresivas con el ambiente. Martínez (2002) proponen una agricultura bajo un enfoque ecológico, con un marco teórico nuevo para analizar los procesos agrícolas. Koochafkan y Altieri (2010) presentan modelos para promover la diversidad biológica, sostener el rendimiento sin agroquímicos, y promover la integridad ecológica. Los sistemas de producción agroecológicos son biodiversos, resistentes, energéticamente eficientes, socialmente justos y conforman una estrategia de soberanía energética, productiva y alimentaria (Gliessman, 1998). El control de plagas en la agroecología se realiza con prácticas que contribuyen a mantener bajas las poblaciones de organismos dañinos; por tanto, básicamente es preventivo y se realiza antes de que las plagas se manifiesten (Villalobos, 1995).

El barbecho y el rastreo de los terrenos se realizan con doble propósito, ya que además de preparar el terreno para la siembra, eliminan larvas y

INTRODUCTION

Agricultural activity satisfies human needs, but food is the one that requires a bigger surface and causes greater territorial impacts (López and Llorente, 2010). The industrialization of export crops for livestock feed and the growing demand for the production of biofuels have strengthened monoculture farming; however, this has a negative impact on health, ecosystem integrity, and food quality (Holt-Giménez and Patel, 2009). Monoculture specialization has various consequences, including the frequent and abundant use of agrochemicals related to environmental problems and the increase of insect infestations (Gliessman, 1998). The knowledge about the environmental, social and cultural impact of certain agricultural practices has led us to consider that changing towards a sustainable agricultural model is necessary (Gliessman, 2002; Sarandón, 2002).

According to Muñoz (2004), the best known aspect of the agroecological food production is the substitution of agrochemicals with less pollutant and aggressive practices. Martínez (2002) propose an ecological approach to agriculture, using a new theoretical framework to analyze agricultural processes. Koochafkan and Altieri (2010) show models to promote biodiversity, support output without agrochemicals, and promote ecological integrity. Agroecological production systems are biodiverse, resilient, energy efficient, socially fair, and they make up a strategy for energy, production, and food sovereignty (Gliessman, 1998). Pest control in agroecological farming is carried out by means of practices that contribute to keeping low the population of harmful organisms. Therefore, control is preventive and occurs before the pest manifestation (Villalobos, 1995).

The preparation for sowing and the raking of the plots has a double purpose: besides preparing the plot for the sowing, the larvae and the pests are eliminated from the soil where they live, such as pre-pupae and motionless pupae, which are more sensitive to predators (birds); the desiccation by temperature and the overwhelming action of the tools of cultivation; this reduces the populations' annual and biannual cycle. Aragón *et al.* (2001) consider that the species' identity and their life cycle is a key point to establish the adequate time to prepare the plot for sowing

plagas que viven en el suelo, como las pre-pupas o pupas inmóviles, que son más susceptibles a los depredadores (aves); la desecación por efecto de la temperatura y la acción contundente de los implementos del cultivo, lo que disminuye las poblaciones de ciclo anual y bianual. Aragón *et al.* (2001) consideran que la identidad de las especies y su ciclo de vida es fundamental para definir el momento adecuado para realizar el barbecho o el rastreo. En cambio, Aragón *et al.* (2008) proponen la recolección de adultos de Melolonthidae con trampas de luz en terrenos agrícolas, ya que reduce el número de adultos y por consecuencia la población de larvas en el cultivo.

Debido al aumento de la población humana y a la demanda creciente de productos agrícolas, la Organización para la Agricultura y la Alimentación (FAO), la Organización Mundial de la Salud y la Academia Nacional de Ciencias de los Estados Unidos (NAS) están interesadas en cultivos con valores nutricionales y proteicos adecuados que cubran las necesidades alimenticias de la población global, como el amaranto (*A. hypochondriacus* L.), que es uno de los pseudoce reales más promisorios para el consumo humano.

El amaranto destaca por su contenido alto de lisina y otros aminoácidos, proteínas, vitaminas y minerales, como calcio (Mapes *et al.*, 1997); además, se adapta a condiciones agrícolas, altitudes, climas y tipos de suelos diversos. El amaranto es fuente importante de empleo en actividades agrícolas, industriales, comerciales, y servicios; además, aporta ingreso a los campesinos, por lo que más productores se interesan por cultivarlo en México (Hernández y Herrerías, 1998).

En el estado de Puebla se siembra más de 70 % del total nacional de amaranto, con rendimiento promedio de 1.4 Mg h⁻¹ con manejo convencional (SIAP, 2014). El amaranto en cultivo es invadido y dañado por insectos plaga como escarabajos (Melolonthidae), larva de colaspis (*Colaspis* sp.) y gusano alfilerillo (*Diabrotica balteata*; Chrysomelidae), gusano de alambre (*Agriotes* sp.; Elateridae), y gusano trozador (*Spodoptera* sp.; Noctuidae). Entre las especies más importantes por su abundancia y daño al sistema radical, está el complejo gallina ciega compuesto por larvas de los géneros *Phyllophaga*, *Diplotaxis*, *Macrodactylus*, *Paranomala* y *Cyclocephala*, que junto con los barrenadores y defoliadores ocasiona 65 % de las pérdidas (Aragón y Tapia, 2009). Según

or raking. Later, Aragón *et al.* (2008) proposed collecting adult Melolonthidae, using light traps in agricultural plots, since this reduces the number of adults in the crops and, in consequence, the larvae population.

Owing to the increase of human population and the increasing demand for agricultural products, the Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), the World Health Organization, and the National Academy of Science (NAS) are interested in crops with appropriate nutritional and protein values that meet the food needs of the global population, like amaranth (*A. hypochondriacus* L.), which is one of the most promising pseudocereals for human consumption.

Amaranth stands out due to its high content of lysine and other amino acids, proteins, vitamins and minerals, such as calcium (Mapes *et al.*, 1997); in addition, it adapts to different conditions (agricultural, altitude, climate, and soil type). Amaranth is an important source of jobs for the agricultural, industrial, commercial, and services sectors; it also provides earnings to the farmers and, therefore, an increasing number of producers are interested in growing amaranth in Mexico (Hernández and Herrerías, 1998).

More than 70% of the amaranth sowing in Mexico is carried out in the state of Puebla, with an average output of 1.4 Mg ha⁻¹, using conventional handling (SIAP, 2014). Amaranth crops are invaded and harmed by insect infestations, such as beetles (Melolonthidae), colaspis larvae (*Colaspis* sp.), cucumber beetles (*Diabrotica balteata*; Chrysomelidae), wireworms (*Agriotes* sp.; Elateridae), and fall armyworms (*Spodoptera* sp.; Noctuidae). The most abundant species which cause the greatest harm to the root system include the white grub complex, made of larvae of the *Phyllophaga*, *Diplotaxis*, *Macrodactylus*, *Paranomala*, and *Cyclocephala* genera which, along with borer and defoliator insects, are responsible for 65% of those losses (Aragón and Tapia, 2009). According to Aragón and López-Olguín (2001), Aragón *et al.* (2004 and 2005), and Pérez-Torres *et al.* (2005), this complex is one of the most important phytosanitary problems that this crop faces.

The larvae of agricultural crops are not fully understood; therefore, identifying species and studying this complex's eating habits in every region

Aragón y López-Olguín (2001), Aragón *et al.* (2004 y 2005) y Pérez-Torres *et al.* (2005), este complejo es uno de los problemas fitosanitarios más importantes en este cultivo.

Debido a que se conocen parcialmente las larvas de las parcelas agrícolas es necesario identificar las especies y conocer los hábitos alimenticios de este complejo en cada región para resolver el problema (Pinzón, 2006). También es necesario el diagnóstico para conocer el grado de infestación desde la siembra hasta la cosecha de amaranto para desarrollar acciones para el manejo de la plaga y conocer su importancia ecológica. Los problemas que causa el complejo gallina ciega en cada zona dependen del manejo y las condiciones climatológicas. En la zona agrícola de San Jerónimo Coyula Atlixco, Puebla, las especies en los cultivos de amaranto se desconocen, aunque los productores aseguran que causan pérdidas.

El objetivo de esta investigación fue evaluar el efecto del manejo agroecológico del complejo gallina ciega asociado a amaranto, accesible para el productor y efectivo para aumentar el rendimiento de grano, sin ocasionar daños al ambiente.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se desarrolló en los ciclos agrícolas 2012 y 2013, en la localidad de San Jerónimo Coyula, Atlixco, a 1903 m de altitud. Para determinar la densidad de las especies del complejo gallina ciega se efectuó un muestreo de larvas en una parcela de 32 800 m², cuando aún había tocones de las plantas de amaranto del ciclo agrícola previo (noviembre 2012 y febrero 2013). Para los muestreos se trazaron tres transectos de 310 m de longitud con separación de 20 m entre sí; 20 sitios de muestreo se seleccionaron a lo largo de cada uno, separados 15 m entre sí. De cada sitio se obtuvo un cubo de suelo de 30×30×30 cm, y se separaron manualmente las larvas.

Las larvas recolectadas se depositaron en recipientes de plástico, se trasladaron al laboratorio de Entomología del Centro de Agroecología del Instituto de Ciencias de la Benemérita, Universidad Autónoma de Puebla (CENAGRO-ICUAP) para analizarlas. En el laboratorio, las larvas se separaron conforme a los caracteres morfológicos propuestos por Morón (1986). De la población recolectada 30 % se fijó en líquido pampel, 4 d después se transfirió a alcohol al 70 % (Morón y Terrón, 1988) y luego se identificó de acuerdo con las claves dicotómicas propuestas por Morón (1986) y Aragón *et al.* (2005).

is necessary to solve the problem (Pinzón, 2006). In addition, making a diagnosis is necessary in order to find out the infestation degree, from sowing to harvesting, with the aim of developing actions to handle the pest and to find out its ecological importance. The problems created by the white grub complex in each region depend on the handling and the weather conditions. The species that live in the amaranth crops in the agricultural zone of San Jerónimo Coyula, Atlixco, Puebla are unknown, although the farmers declare that these pests cause losses.

The aim of this research was to evaluate the agroecological handling of the white grub complex associated with amaranth, a handling that farmers can afford and which effectively increases the grain output, without causing environmental damage.

MATERIALS AND METHODOLOGY

The study was carried out in the 2012 and 2013 agricultural cycles, in San Jerónimo Coyula, Atlixco, at an altitude of 1903 m. In order to determine the species density of the white grub complex, larvae samples were taken in a 32 800 m² plot, when the amaranth stumps from the previous agricultural cycle (November 2012 and February 2013) were still there. To take the samples, three 310 meter-long transects were traced, with a 20 m separation between them; 20 sample sites were selected along each one, and they had 15 m separations between them. A 30×30×30 cm cube of soil was obtained from each site, and the larvae were manually separated from them.

The collected larvae were placed in plastic containers and were taken for analysis to the Entomology lab of the Agroecology Center of the Instituto de Ciencias of the Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (CENAGRO-ICUAP). In the lab, the larvae were separated in accordance with the morphological characters proposed by Morón (1986). Thirty percent of the collected population was fixed in Pampel's fluid; 4 d later, they were transferred to a 70 % alcohol solution (Morón and Terrón, 1988) and then they were identified according to the dichotomous keys proposed by Morón (1986) and Aragón *et al.* (2005).

The remainder of the population was kept alive, in 500 mL polyethylene containers, with soil from the site of collection, inside a brood chamber, with a 26±2 °C temperature and a 70±10 % relative humidity, in order to verify its taxonomic identity and to determine the larvae-adult ratio. Adults were left in the same recipients for a month, until they reached their sexual maturity. The dichotomous keys for the Coleoptera:

El resto de la población se mantuvo viva, en recipientes de polietileno de 500 mL, con suelo del sitio de recolecta, dentro de una cámara de cría, a 26 ± 2 °C y humedad relativa de 70 ± 10 %, para verificar su identidad taxonómica y determinar la relación larva-adulto. Los adultos se dejaron en los mismos recipientes por un mes, para su madurez sexual. Para corroborar la identidad larva-adulto e identificación taxonómica de los adultos se utilizaron las claves dicotómicas para las faunas de Coleoptera: Scarabaeoidea propuestas por Morón (1986; 1994). Larvas y adultos se depositaron en la colección del CENAGRO.

Para el manejo agroecológico del complejo gallina ciega, la parcela de estudio donde se realizó el diagnóstico se sembró con amaranto, en el ciclo agrícola 2013, y se dividió en tres secciones: 1) tratamiento de 8000 m²; 2) barrera 16 800 m²; 3) 8000 m², el testigo. Con el propósito de destruir larvas y pupas en la sección de tratamiento se realizó un barbecho profundo (30 cm), el 25 de febrero de 2013, y otro el 22 de abril 2013, en ambas fechas se encontraron larvas del tercer estadio y pupas, que se expusieron al efecto de sus depredadores naturales y la incidencia solar; además, para atrapar y recuperar los escarabajos se colocó una trampa de luz mercurial tipo pantalla, con su generador portátil, que funcionó de 20:00 a 22:00 h. Los muestreos se realizaron en la época en que los adultos volaban, del 27 de abril al 30 de junio. La determinación taxonómica de los adultos se realizó con las claves propuestas por Morón (1986; 1994) y comparación con las colecciones del laboratorio de Entomología en CENAGRO-ICUAP.

Muestreos sistemáticos de suelo en las secciones tratamiento y testigo permitieron detectar la efectividad del manejo agroecológico en la densidad poblacional de larvas; en cada sección se muestrearon al azar 100 plantas de amaranto y muestras de suelo de 30×30×30 cm. Los muestreos se realizaron durante febrero de 2014. Las larvas del complejo gallina ciega se identificaron con la misma metodología que para el diagnóstico. El análisis estadístico incluyó la prueba de comparación de dos muestras independientes, para evaluar si existió diferencia ($p \leq 0.05$) entre el número de larvas entre las secciones tratamiento y testigo.

Para determinar la relación de los factores del suelo que regulan las poblaciones de especies de gallina ciega, muestras de suelo se extendieron sobre papel, se mantuvieron 48 h bajo sombra, y se pasaron por un tamiz con aperturas de 2 mm. En las muestras se evaluó: 1) pH, con un potenciómetro en la suspensión acuosa (1:2); 2) textura, con un hidrómetro de Bouyoucos y; 3) materia orgánica, con el método de Walkley y Black. También se determinó si el barbecho y la recolección de adultos con la trampa de luz (manejo agroecológico), afectaron la producción de amaranto. Para esto, en 100 plantas tomadas

Scarabaeoidea fauna proposed by Morón (1986; 1994) were used to corroborate the larvae-adult identity and the taxonomic identification of the adults. Larvae and adults were added to the CENAGRO collection.

In order to carry out an agroecological handling of the white grub complex, amaranth was planted, during the agricultural cycle 2013, in the study plot where the diagnosis was made; the plot was divided in three sections: 1) an 8000 m² treatment section; 2) a 16 800 m² barrier; and 3) a 8000 m² control section. With the purpose of destroying the larvae and the pupae in the treatment section, the soil was prepared for sowing to a depth of 30 cm, on February 25, 2013, and on April 22, 2013; in both cases third stage larvae and pupae were found; they were exposed to the effect of their natural predators and solar irradiance; in addition, to catch and recover the beetles, a mercury light trap with a sheet (with its own portable generator) was placed in the plot, and it turned on from 8:00 pm to 10:00 pm. The samples were taken in the adults' flight season, from April 27 to June 30. The taxonomic determination of the adults was made with the keys proposed by Morón (1986; 1994) and they were compared with the collections of CENAGRO-ICUAP's Entomology lab.

The effectiveness of agroecological handling in the larvae population density was detected by means of the systematic soil sampling in the treatment and control sections; 100 amaranth plants and 30×30×30 soil samples were randomly taken from each sections. Sampling was carried out during February 2014. White grub complex larvae were identified using the same methodology that was used for diagnosis. Statistical analysis included a comparison test between two independent samples, in order to evaluate if there was any difference ($p \leq 0.05$) between the number of larvae in the treatment and the control sections.

In order to determine the connection of soil factors that regulate the population of white grub species, soil samples were laid on paper, and were kept 48 hours in the shade, before being put through a sieve with 2 mm holes. The following elements were evaluated: 1) pH, using a potentiometer in a watery suspension (1:2); 2) texture, using a Bouyoucos hydrometer; and 3) organic matter, using the Walkley-Black method. Additionally, the effect on amaranth production of the preparation for sowing and adult collection with the light trap (agroecological handling) was determined. With this purpose, production was determined in 100 plants, from the treatment, control, and barrier sections, randomly chosen before harvest (measured in kg, and kg per ha⁻¹ output was calculated).

Results were analyzed with ANOVA and a Tukey test ($p \leq 0.05$), using the Statgraphics Centurion XVI statistics software (Statgraphics, 2010), and a 95 % trust level.

al azar antes de la cosecha de la sección tratamiento, testigo y barrera, se determinó la producción (en kg, y se calculó el rendimiento en kg ha^{-1}).

Los resultados se analizaron con ANDEVA y prueba de Tukey ($p \leq 0.05$), con el programa estadístico Statgraphics Centurion XVI (Statgraphics, 2010).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el muestreo de suelo, previo a la siembra (noviembre 2012 - febrero 2013), se detectaron 203 larvas de tercer estadio del género *Paranomala* y 33 no identificadas. Después del barbecho se detectaron 37 larvas del género *Paranomala* y ocho de *Strigoderma*, con intervalo de cero a ocho larvas por cepellón. Este resultado mostró 80.93 % de disminución de larvas por efecto del barbecho.

El vuelo nocturno de los melolontidos se registró en 32 recolectas, entre el 9 de mayo y el 22 de junio (Figura 1), y la abundancia mayor se registró el 30 de mayo (677 ejemplares adultos). *Paranomala foraminosa* fue la primera especie en emerger, inició su vuelo el 9 de mayo, su abundancia máxima se registró el 15 de mayo y el 30 de mayo (29 y 28 individuos), luego descendió paulatinamente y su actividad finalizó el 21 de junio. Esta especie se presentó durante el periodo de recolectas, con excepción de los días con lluvias y viento. Esto coincide con lo reportado por Castro-Ramírez *et al.*, (2004) quienes señalaron que en condiciones ambientales adversas los melolontidos no vuelan.

RESULTS AND DISCUSSION

In the soil sampling carried out before the sowing (November 2012-February 2013), 203 third stage *Paranomala* larvae and 33 larvae from unidentified genera were detected. After the preparation for sowing was carried out, 31 *Paranomala* and 8 *Strigoderma* larvae were detected, with a 0-8 larvae gap per rootball. This result showed that the number of larvae diminished by 80.93% as a result of the said preparation process.

The nocturnal flight of Melolonthidae was recorded in 32 collection activities, carried out between May 9 and June 22 (Figure 1); most of them were registered on May 30 (677 adult specimens). *Paranomala foraminosa* was the first species to appear; it began its flight on May 9; its maximum abundance was recorded on May 15 and May 30 (29 and 28 individuals, respectively); afterwards, it gradually diminished, and its activity stopped on June 21. This species was found during the collection period, except for rainy and windy days. These results match the findings of Castro-Ramírez *et al.*, (2004) who pointed out that Melolonthidae do not fly under adverse environmental conditions.

Overall, 2591 adult specimens from 32 species were collected, including 13 genus and 7 Scarabaeoidea subfamilies; 78.1 % of the species were represented by few specimens (<15) (Table 1). The specific richness and abundance of species in this study contrast with the findings of Aragón *et*

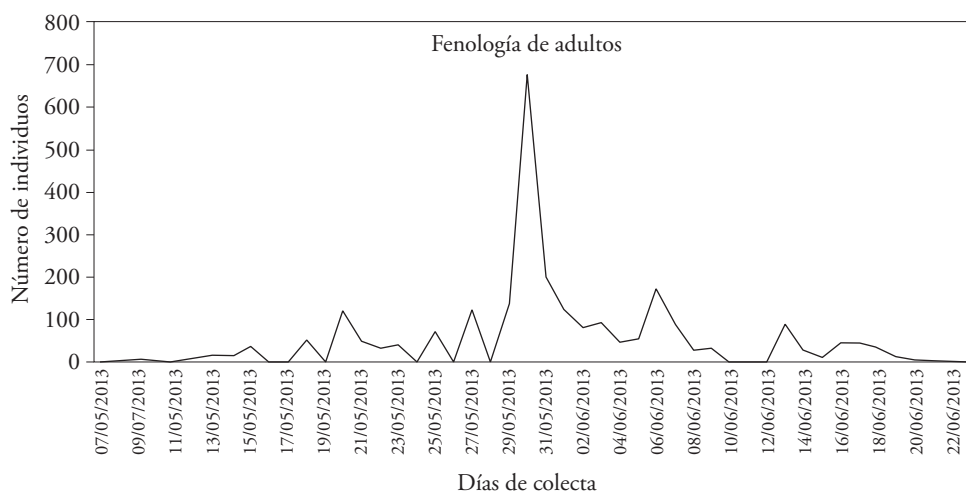


Figura 1. Variación de los adultos de melolontidos capturados en la zona agrícola de la localidad de San Jerónimo Coyula, Atlixco, México.

Figure 1. Variation of melolonthidae adults captured in the agricultural zone of San Jerónimo Coyula, Atlixco, México.

En total se recolectaron 2591 ejemplares adultos de 32 especies, incluidas en 13 géneros y siete subfamilias de Scarabaeoidea; 78.1 % de las especies estuvieron representadas por pocos ejemplares (<15) (Cuadro 1). La riqueza específica y abundancia de especies de este estudio contrastan con las obtenidas por Aragón *et al.* (2008) en cultivo de maíz de Santa Cruz Alpuyeca, Puebla, quienes recolectaron 91 486 individuos, con lámparas de luz fluorescente negra de (20W), de 19 especies de 14 géneros, seis subfamilias y cuatro familias. Los resultados también difirieron de los documentados por Lugo-García *et al.* (2011); ellos capturaron 61 198 ejemplares adultos, con trampa tipo embudo de luz fluorescente negra de 20 watts, en cultivo de maíz en Sinaloa, y correspondieron a

al., (2008), in a maize crop at Santa Cruz Alpuyeca, Puebla; these researchers collected 91 486 specimens, from 19 species out of 14 genus, 6 subfamilies, and four families, using black fluorescent lamps (20W). The results also differed from those documented by Lugo-García *et al.* (2011), who collected 61 198 adult specimens, using a 20W black fluorescent funnel trap, in a maize crop, at Sinaloa, and which belonged to 8 species, seven genus, and four subfamilies; in the last case, despite the abundance of individuals, the richness of species was low, in comparison with the variety found in our study.

In the Melolonthidae species of the white grub complex, the *Ph. ilhuicaminai*, *Ph. ravidata*, *P. foraminosa*, *Cyclocephala lunulata*, *C. borealis*, *S.*

Cuadro 1. Lista de especies y abundancia relativa de Coleópteros: Lamellicornia presentes en San Jerónimo Coyula, Atlixco, México (2013).

Table 1. List of species and relative abundance of Coleoptera: Lamellicordia found in San Jerónimo Coyula, Atlixco, México (2013).

Familia	Subfamilia	Género	Especie	Número de individuos	Abundancia relativa %	
Melolonthidae	Melolonthinae	<i>Phyllophaga</i>	<i>Phyllophaga ilhuicaminai</i>	1059	41.0	
			<i>Ph. ravidata</i>	635	24.6	
			<i>Ph. setifera</i>	82	3.2	
			<i>Ph. macrocera</i>	15	0.6	
			<i>Ph. lenis</i>	4	0.2	
			<i>Ph. martinezpalaciosi</i>	1	0.05	
			<i>Ph. obsoleta</i>	1	0.05	
			<i>Ph. balsana</i>	1	0.05	
			<i>Ph. sp.</i>	1	0.05	
			<i>Diplotaxis bifida</i>	447	17.3	
			<i>D. angularis</i>	11	0.4	
			<i>D. atramentaria</i>	9	0.3	
			<i>Macroductylus</i>	<i>Macroductylus mexicanus</i>	1	0.05
	Rutelinae	<i>Paranomala</i>	<i>Paranomala cincta</i>	13	0.5	
			<i>P. inconstans</i>	8	0.3	
			<i>P. atomograma</i>	7	0.3	
			<i>P. sticticoptera</i>	1	0.05	
			<i>P. parvula</i>	2	0.1	
			<i>P. foraminosa</i>	163	6.3	
			<i>P. undulata</i>	1	0.05	
			<i>P. denticollis</i>	1	0.05	
			<i>Cyclocephala</i>	<i>Cyclocephala lunulata</i>	11	0.4
			<i>C. borealis</i>	44	1.7	
Dynastinae	<i>Strategus</i>	<i>Strategus aloeus</i>	36	1.4		
		<i>Phileurus</i>	<i>Phileurus valgus</i>	4	0.2	
		<i>Ligyris</i>	<i>Ligyris sallei</i>	1	0.05	
Trogidea	Troginae	<i>Omorgus</i>	<i>Omorgus fuliginosus</i>	5	0.2	
Pasalidae	Passalinae	<i>Ptichopus</i>	<i>Ptichopus angulatus</i>	3	0.1	
		<i>Ataenius</i>	<i>Ataenius liogaster</i>	3	0.1	
Scarabaeidea	Aphodiinae	<i>Ataenius</i> sp.		2	0.1	
		<i>Aphodius</i>	<i>Aphodius pseudolividus</i>	7	0.3	
	Hybosorinae	<i>Hybosorus</i>	<i>Hybosorus illigeri</i>	1	0.05	

ocho especies, siete géneros y cuatro subfamilias; en este último caso, a pesar de la abundancia de individuos la riqueza de especies fue baja comparada con la de nuestro estudio.

En las especies de Melolonthidae del complejo gallina ciega en estado adulto, las hembras de *Ph. ilhuicaminai*, *Ph. ravidata*, *P. foraminosa*, *Cyclocephala lunulata*, *C. borealis*, *S. aloeus* y *D. bifida* mostraron fototactismo positivo (Cuadro 2), Este resultado coincide con los de Castro-Ramírez *et al.* (2003) y Aragón *et al.* (2008), quienes señalaron que en recolectas con trampa de luz sobresalió el fototactismo positivo de las hembras de *Phyllophaga ravidata*. En *Ph. setifera* hubo cantidad mayor de machos; *Phyllophaga* sp., *Ph. martinezpalciosi*, *Ph. obsoleta*, *Ph. balsana*, y *Paranomala atomograma* estuvieron representadas solo por un macho; en contraste, *Macrodactylus mexicanus*, *Paranomala sticticoptera*, *P. undulata*, *P. denticollis*, *Ligyris sallei*, *Hybosorus illigeri*, y *Ataenius* sp. estuvieron representadas solo por una hembra. Esto puede indicar que no todas las especies son atraídas a la trampa de luz mercurial y la relevancia de hacer las recolectas solo con trampas de luz, ya que estas podrían atraer un solo sexo.

La captura de hembras fue mayor (60.4 %) que la de machos (39.6 %); por lo que repercutirá en reducción de la población de larvas en el siguiente ciclo. Al respecto, Aragón *et al.* (2005) indicaron que cada hembra oviposita en el suelo entre 18 y 32 huevos. Pero Méndez-Aguilar *et al.* (2005) señalaron que para determinar el efecto del tipo de recolecta no es suficiente considerar la abundancia de hembras respecto a la de los machos. Así, para diagnosticar las especies con importancia agrícola y sus proporciones

aloeus, and *D. bifida* adult females showed positive phototaxis (Table 2). This result matches the findings of Castro-Ramírez *et al.* (2003) and Aragón *et al.* (2008), who pointed out that the positive phototaxis of *Phyllophaga ravidata* females stood out in collecting activities carried out using light traps. More males were found in *Ph. setifera*; only one male represented *Phyllophaga* sp., *Ph. martinezpalciosi*, *Ph. obsoleta*, *Ph. balsana*, and *Paranomala atomograma*; in contrast, *Macrodactylus mexicanus*, *Paranomala sticticoptera*, *P. undulata*, *P. denticollis*, *Ligyris sallei*, *Hybosorus illigeri*, and *Ataenius* sp. were only represented by one female. This may mean that not all species are attracted to mercury light traps and that using only light traps for collections is a relevant factor, since these may only attract one sex.

More females were collected than males (60.4% vs. 39.6%); therefore, this will have reductive repercussions in the larvae population in the next cycle. In this regard, Aragón *et al.* (2005) pointed out that each oviposit female lays 18-23 eggs on the ground. However, Méndez-Aguilar *et al.* (2005) stated that taking into account the abundance of females with regard to males is not enough to determine the effect of the kind of collection. Therefore, in order to make a diagnosis of agricultural important species and their ratio, capture methods must be combined, in order to optimize a response from most species.

A sampling carried out in February 2014, has proven the effectiveness of agroecological handling in the soil's larvae population. Ninety-four white grub larvae were found in the treatment section. Based on larvae development, adults collected, and their identification, the following number of larvae

Cuadro 2. Proporción sexual de ocho especies de Melolonthidae en San Jerónimo Coyula, Atlixco, Puebla, México.

Table 2. Sex ratio of eight Melolonthidae species in San Jerónimo Coyula, Atlixco, Puebla, Mexico.

Especie	Número de individuos		Total	Proporción	
	♀	♂		♀	♂
<i>Phyllophaga ilhuicaminai</i>	693	366	1059	1.89	1
<i>Phyllophaga ravidata</i>	385	261	646	1.48	1
<i>Phyllophaga setifera</i>	39	43	82	0.91	1
<i>Diploptaxis bifida</i>	241	206	447	1.17	1
<i>Paranomala foraminosa</i>	84	79	163	1.06	1
<i>Cyclocephala lunulata</i>	8	3	11	2.67	1
<i>Cyclocephala borealis</i>	31	13	44	2.38	1
<i>Strategus aloeus</i>	22	14	36	1.57	1

deben combinarse los métodos de captura, para optimizar la respuesta de la mayoría de las de las especies.

La efectividad del manejo agroecológico en la población de larvas en el suelo se demostró con muestreos, en febrero del 2014. En la sección de tratamiento hubo 94 larvas de gallina ciega. Con base en el desarrollo de la larva, la obtención del adulto y su identificación, tres larvas correspondieron a *Ph. brevidens*, siete a *Ph. ilhuicaminai*, 11 a *Paranomala hoepfneri*, 13 a *P. affinis binotata*, 32 a *P. foraminosa*, nueve a *Paranomala* sp. y 19 a *Diplotaxis* sp. En el testigo se contabilizaron 323 larvas, de ellas siete correspondieron a *Ph. brevidens*, cinco a *Ph. ilhuicaminai*, 16 a *Strigoderma costulipennis*, 29 a *Paranomala hoepfneri*, cuatro a *P. affinis binotata*, 168 a *P. foraminosa*, 36 a *Paranomala* sp. y 58 a *Diplotaxis* sp. No todas las especies de melolonthidos presentan fototropismo positivo y fue el caso del género *Strigoderma* que, de acuerdo con Alcázar-Ruiz *et al.* (2003) y Morón *et al.* (1997; 1998), es diurna y probablemente también *P. affinis binotata*.

La prueba de comparación entre dos muestras independientes mostró diferencia significativa en el número de larvas en las secciones de tratamiento y testigo ($p \leq 0.001$). El número de larvas por cepellón fue de cero a nueve en el área del testigo, y de cero a tres en el área del tratamiento. Del total de los adultos capturados, *Ph. ilhuicaminai* y *P. foraminosa* coincidieron con las recolectadas en estado de larva, por lo tanto corresponden al complejo gallina ciega asociado al cultivo de amaranto en San Jerónimo Coyula.

Paranomala fue el género con más riqueza. Morón (1983) señaló que las larvas de este género presentan hábitos rizófagos facultativos, que al parecer solo se alimentan de raíces en el suelo con escasa materia orgánica cuando están bajo presión de competencia inter o intraespecífica. En la parcela pudo haber un problema ocasionado por este género, clasificado como facultativo, que predomina en las muestras de Melolonthidos edafícolas. Por tanto, sería necesario conocer los hábitos alimenticios de las especies del complejo gallina ciega, pues en algunos estudios se generaliza erróneamente como plaga a las especies del género *Phyllophaga*, y en realidad puede estar presente un complejo de géneros y especies, algunos con hábitos rizófagos, potencialmente dañinos, y otros con hábitos saprófagos, que realmente sean benéficos para el mantenimiento de los suelos (Ramírez-Salinas *et al.*, 2001).

was found: 3 *Ph. brevidens*, 7 *Ph. ilhuicaminai*, 11 *Paranomala hoepfneri*, 13 *P. affinis binotata*, 32 *P. foraminosa*, 9 *Paranomala* sp., and 19 *Diplotaxis* sp. Meanwhile, 323 larvae were found in the control section, including: 7 *Ph. brevidens*, 5 *Ph. ilhuicaminai*, 16 *Strigoderma costulipennis*, 29 *Paranomala hoepfneri*, 4 *P. affinis binotata*, 168 *P. foraminosa*, 36 *Paranomala* sp., and 58 *Diplotaxis* sp. Not all Melolonthidae species have positive phototropism, such as the case of the *Strigoderma* genus, which, according to Alcázar-Ruiz *et al.* (2003) and Morón *et al.* (1997, 1998) is likely diurnal, and probably *P. affinis binotata* also.

The comparison test between two independent samples showed a significant difference between the number of larvae in the treatment and control sections ($p < 0.001$). The number of larvae per rootball had a 0-9 range in the control area, and a 0-3 range in the treatment area. Of all the adults captured, *Ph. ilhuicaminai* and *P. foraminosa* matched the number of larvae collected; therefore, they belong to the white grub complex associated with amaranth crops in San Jerónimo Coyula.

Paranomala was the richest genus. Morón (1983) pointed out that the larvae of this genus have optional rhizophagus habits, and that they seem only to feed on roots in soils with scarce organic matter, when they are facing inter or intra-specific competition. There may have been a problem in the plot caused by this optional genus which dominates the edaphic Melolonthidae samples. Therefore, understanding the feeding habits of the white grub complex species is necessary, because some studies mistakenly generalize the *Phyllophaga* genus species as a pest, when in fact a genus and species complex may be present (some of which may have potentially-damaging rhizophagus habits), while others (with saphrophagus habits) are actually beneficial for soil conservation (Ramírez-Salinas *et al.*, 2001).

The soil's 7.3 pH was optimum for plant growth. The organic matter content in the cultivated plot was very low (0.31 %), mainly owing to the intense cultivation and high-density crop rotation in the plot, which leave behind very few residues because they are extracted to be used as stubble for livestock. The soil had a high permeability level (sand: 82 %; slime: 12 %, and clay: 6 %) with regard to water and nutrients (washed-away and inert soils).

Since the *Paranomala* genus includes the most frequent and abundant species found in the samples

El pH 7.3 del suelo fue óptimo para el crecimiento de las plantas. El contenido de materia orgánica en la parcela cultivada fue muy bajo (0.31 %), debido principalmente al intenso laboreo de la parcela y a las rotaciones de cultivos con densidades alta, que dejan pocos residuos porque se extraen como rastrojo para el ganado. El suelo tuvo permeabilidad alta (arena: 82 %, limo: 12 % y arcilla: 6 %), de agua y nutrientes (suelos lavados e inertes).

Dado que las especies del género *Paranomala* son las más frecuentes y abundantes en las muestras en San Jerónimo Coyula, y que la materia orgánica es muy escasa en el área de estudio, es probable que larvas se alimenten facultativamente de raíces y ahí causen daños.

La producción de semillas de amaranto fue diferente ($p \leq 0.05$) entre las secciones (Cuadro 3). La sección del tratamiento mostró mayor producción (26.79 %) respecto al testigo cuya producción fue menor que el tratamiento y la barrera ($p \leq 0.05$).

Los beneficios del manejo del complejo gallina ciega con prácticas culturales como parte de la agricultura sustentable, aumentan la producción, sin usar productos químicos. Estas prácticas son alternativas saludables para los humanos, benéficas para el ambiente, mejoran la biodiversidad a través de un impacto mínimo en la diversidad biológica. El tratamiento agroecológico como el de este estudio podría replicarse en otros sitios.

CONCLUSIONES

El barbecho y la recolección de adultos de Melolonthidae con trampas de luz en la época de vuelo es una alternativa ecológica y económica para disminuir

collected in San Jerónimo Coyula, and that organic matter is very scarce in the area under study, the larvae likely feed from roots and consequently harm them.

The production of amaranth seeds was different ($p \leq 0.05$) in each section (Table 3). The treatment section had a greater production (26.79 %), compared with the control, which showed a lower production ($p \leq 0.05$) than the treatment and the barrier.

Handling the white grub complex with cultural practices, within a sustainable agricultural framework, has the benefit of increasing the output, without using chemical products. These practices are healthy alternatives for humans, are beneficial for the environment, and improve biodiversity, due to their minimal impact. Agroecological treatments, such as the one employed in this study, may be repeated in other sites.

CONCLUSIONS

Preparing the land for sowing and collecting adult Melolonthidae with light traps during their flight season is a green and inexpensive alternative that reduces the larvae population of the white grub complex. Farmers from San Jerónimo Coyula, Puebla, use it as an alternative to increase the grain output per hectare. The integrated, non-pollutant control of white grub in amaranth increased the output by one third with regard to the control section.

—End of the English version—



Cuadro 3. Producción media de amaranto, con tres tratamientos en San Jerónimo Coyula, Puebla, México.
Table 3. Average production of amaranth, with three treatments in San Jerónimo Coyula, Puebla, México.

Secciones	Promedios* + Error estándar (kg ha ⁻¹)	Incremento de producción con relación al testigo (%)
	Producción kg ha ⁻¹	
Testigo	1400.6 ± 39.01 a	—
Barrera	1577.0 ± 9.07 b	12.59
Tratamiento: barbecho/ colecta de adultos	1775.8 ± 23.22 c	26.79

*Valores promedio con letra diferente indican diferencias significativas (Tukey; $p \leq 0.05$) v *Mean values with different letter indicate significant differences (Tukey; $p \leq 0.05$).

las poblaciones de larvas del complejo gallina ciega. Para los productores de San Jerónimo Coyula, Puebla, es una alternativa para incrementar el rendimiento de grano por ha. El manejo integrado, sin contaminar el ambiente, para el control de gallina ciega en amaranto incrementó cerca de un tercio el rendimiento respecto al testigo.

LITERATURA CITADA

- Alcázar-Ruiz J., A., A. Morón-Ríos, y M. A. Morón. 2003. Fauna de Coleoptera Melolonthidae de Villa las Rosas, Chiapas, México. *Acta Zool. Mex.* (n.s.) 88: 59-86.
- Aragón G., A., y J. F. López-Olguín. 2001. Descripción y control de las plagas de amaranto. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. *Alternativas y Procesos de Participación Social*. A. C. SIZA-CONACYT. Puebla, México. pp: 19-22.
- Aragón G., A., y A. M. Tapia R. 2009. Amaranto orgánico. Métodos alternativos para el control de plagas y enfermedades. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. *Alternativas de Procesos de Participación Social*. A. C. SIZA-CONACYT. Puebla, México. 63 p.
- Aragón G., A., M. A. Morón., J. F. López-Olguín, y B. C. Pérez T. 2001. Fundamentos para el manejo integrado de las especies del género *Phyllophaga* (Coleoptera: Melolonthidae) en Agricultura Sostenible. *In: Ruiz C. J., y E. Torres (eds). Manejo Sostenible de los Suelos. Avances en el Estudio de Suelos*. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla y el Instituto de Suelos de Cuba. Puebla, Puebla. México. pp: 135-144.
- Aragón G., A., A. M. Tapia R., J. F. López-Olguín, y B. C. Pérez T. 2004. Insectos plaga del cultivo de amaranto (*Amaranthus hypochondriacus* L.) en el Valle de Tehuacán, Puebla, México. Segundo Encuentro de Transferencia y Tecnología Agropecuaria y Agroindustrial en el estado de Puebla. En la Región Altiplano del Estado de Puebla. Consejo Estatal de Ciencia y Tecnología de Puebla. Fundación PRODUCE Puebla, A. C. Pue. pp: 86-90.
- Aragón G., A., M. A. Morón R., J. F. López-Olguín, y L. M. Cervantes P. 2005. Ciclos de vida y conducta de adultos de cinco especies de *Phyllophaga* Harris, 1827 (Coleoptera: Melolonthidae: Melolonthinae). *Acta Zool. Mex.* (n.s.) 12: 87-99.
- Aragón G., A., C. D. Nochebuena T., M. A. Morón, y J. F. López-Olguín. 2008. Uso de trampas de luz fluorescente para el manejo de la "gallina ciega" (Coleoptera: Melolonthidae) en maíz (*Zea mays* L.). *Agrociencia* 42: 217-223.
- Badilla F., M. Chacón, y C. Sáenz. 1999. Utilización de trampas de luz para la captura de adultos de *Phyllophaga* spp., en caña de azúcar en Costa Rica. *Manejo Integrado de Plagas* 51: 59-65.
- Castro-Ramírez A., E., J. A. Cruz-López., C. Ramírez-Salinas., H. Perales Rivera, y J. A. Gómez. 2003. Manejo de la "gallina ciega" (Coleoptera: Melolonthidae) con trampas de luz en Chiapas, México. *In: Onore, G., P. Reyes-Castillo y M. Zunino. (Comps). Escarabeidos de Latinoamérica: estado del conocimiento. Monografías tercer milenio Vol. 3, SEA, Zaragoza, España. pp: 81-86.*
- Castro-Ramírez A., E., C. Ramírez-Salinas, y C. Pacheco Flores. 2004. Guía ilustrada sobre "gallina ciega" en la Región Altos de Chiapas. El Colegio de la Frontera Sur Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. México. 48 p.
- Gliessman S. R. 1998. *Agroecology: Ecological Processes in Sustainable Agriculture*. Ann Arbor Press, Chelsea, Michigan. 197 p.
- Gliessman S., R. 2002. *Agroecología: Procesos Ecológicos en Agricultura Sostenible*. Segunda edición. Editorial Universidade/ UFRGS. Porto Alegre, Brasil. 356 p.
- Hernández G., R., y G. Herrerías G. 1998. *Amaranto: Historia y Promesa*. Horizonte del Tiempo. Patrimonio Histórico de Tehuacán A. C. México. 529 p.
- Holt-Gimenez, E., and R. Patel. 2009. *Food Rebellions: The Real Story of the World Food Crisis and what we can do about it*. Fahumu Books and Grassroots International. Oxford. 260 p.
- Koohafkan, P., and M. A. Altieri. 2010. *Globally Important Agricultural Heritage Systems: A Legacy for the Future Food and Agriculture Organization of the United Nations*. (UN-FAO). Rome. 41 p.
- López G., D., y Llorente S. M. 2010. *Agroecología: Hacia un nuevo modelo agrario sistema agroalimentario, producción ecológica y consumo responsable*. *Ecologistas en acción*. Madrid España, 34 p.
- Lugo-García G., A., L. D. Ortega-Arenas, H. González-Hernández, A. Aragón-García, J. Romero-Nápoles, R. Rubio-Cortés, y M. Á. Morón. 2011. Melolonthidae nocturnos (Coleoptera) recolectados en la zona agrícola agavera de Jalisco, México. *Acta Zool. Mex.* (n. s.) 27: 341-357.
- Mapes C., F. Basurto, and R. Bey 1997. Ethnobotany of quintonil: Knowledge, use and management of edible greens *Amaranthus* ssp. (Amaranthaceae) in the Sierra Norte of Puebla, Mexico. *Economic Bot.* 5: 293-306.
- Martínez C. R. 2002. Atributos Agroecológicos de Sustentabilidad, *InterSedes, Rev. De las Sedes regionales*, No. 5 Universidad de Costa Rica y Universidad Nacional de Costa Rica. pp: 25-45.
- Méndez-Aguilar M., J., A. E. Castro-Ramírez, R. Alvarado Barrantes, C. Pacheco-Flores, y C. Ramírez-Salinas. 2005. Eficacia de dos tipos de recolecta para registrar la diversidad de Melolontidos nocturnos (Coleoptera:Scarabaeoidea). *Acta Zool. Mex.* (n.s.) 21: 109-124.
- Morón M., A. 1983. Introducción a la sistemática y ecología de los Coleópteros Melolonthidae edáficos en México. *In: II Mesa Redonda sobre Plagas del Suelo*. Sociedad Mexicana de Entomología. Chapingo, Estado de México. pp: 1-14.
- Morón M., A. 1986. El género *Phyllophaga* en México. *Morfología, Distribución y Sistemática Supraespecífica*. (Insecta: Coleoptera). Publ. No 20 Instituto de Ecología. México, D. F. 341 p.
- Morón, M. A. 1994. La diversidad genérica de los Coleópteros: Melolonthidae en México. *Acta Zool. Mex.* (n. s.) 61: 7-19.
- Morón M., A., y R. A. Terrón, 1988. *Entomología Práctica*. Publicación 22. Instituto de Ecología A. C. México, D. F. 534 p.
- Morón M., A., B. C. Ratcliffe, y C. Deloya, 1997. Atlas de los escarabajos de México. Coleóptera; Lamellicornia Vol. I Familia Melolonthidae. Publicación especial de la Sociedad Mexicana de Entomología; A. C. y CONABIO. México. pp: 2-7.

- Morón M., A., C. Deloya, A. Ramírez C., y S. Hernández-Rodríguez. 1998. Fauna de Coleóptera Lamellicornia de la región de Tepic, Nayarit. *Acta Zool. Méx.* (n.s.) 79: 77-102.
- Muñoz L., P. 2004. Productores orgánicos mexicanos: El trecho del dicho al hecho. *CONABIO. Biodiversitas* 55: 8-12.
- Pérez-Torres B., C., A. Aragón, G., A. M. Tapia, y J. F. López-Olguín. 2005. Plaga de importancia económica en el sistema radicular del cultivo de amaranto y su control. Memorias del Tercer Encuentro de Transferencia y Tecnología Agropecuaria y Agroindustrial en el estado de Puebla. En la Región Mixteca del Estado de Puebla. Consejo Estatal de Ciencia y Tecnología de Puebla. Fundación PRODUCE Puebla, A. C. Pue., México (CD).
- Pinzón F., O., P. 2006. Problemas Fitosanitarios en plantaciones forestales. *In: Seminario establecimiento y manejo de plantaciones El Semillero. Colombia.* p. 11.
- Ramírez-Salinas, C., A. E. Castro-Ramírez, y M. A. Morón. 2001. Descripción de la larva y pupa de *Euphoria basalis* (Gory & Percheron, 1833) (Coleoptera:Melolonthidae: Cetoniinae) con observaciones sobre su biología. *Acta Zool. Mex.* (n.s.) 83: 73-82.
- Sarandón S., J. 2002. El desarrollo y uso de indicadores para evaluar la sustentabilidad de los agroecosistemas. *In: Sarandón S., J. (ed). Agroecología. El Camino hacia una Agricultura Sustentable. Ediciones Científicas Americanas. La Plata.* pp: 393-414.
- SIAP (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera). 2014. Producción anual de amaranto para México. <http://www.siap.gob.mx/cierre-de-la-produccion-agricola-por-estado/> (Accessed: August 2014).
- Statgraphics. 2010. Statgraphics Centurion XVI User Manual. Stat Point Technologies, Incorporated (Inc.) E. S. A. 305 p.
- Villalobos F., J. 1995. El manejo sostenible de plagas del suelo: El caso de las larvas de Melolonthidae. *In: Aragón, G. A. (ed). Control de plagas con Métodos Alternativos al Químico. Publicación Especial de la Sociedad Mexicana de Entomología Puebla, Puebla. México.* pp: 69-89.