

## ESTUDIO ENTOMOFAUNÍSTICO DEL CULTIVO DE AMARANTO (*Amaranthus hypochondriacus* L.) EN PUEBLA, MÉXICO\*

### ENTOMOFAUNISTIC STUDY IN OF THE CULTIVATION OF AMARANTH (*Amaranthus hypochondriacus* L.) IN PUEBLA, MEXICO

**Betzabeth Cecilia Pérez Torres<sup>1</sup>, Agustín Aragón García<sup>2§</sup>, Ricardo Pérez Avilés<sup>1,3</sup>, Luis Ricardo Hernández<sup>4</sup> y Jesús Francisco López Olguín<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Posgrado en Ciencias Ambientales. Instituto de Ciencias. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. 14 sur 6301. Puebla, México. C. P. 72570. Tel. 01 222 2295500. Ext. 7357. (cs002445@siu.buap.mx). <sup>2</sup>Departamento de Agroecología y Ambiente. Instituto de Ciencias. BUAP. (aragon@siu.buap.mx), (cs000305@siu.buap.mx). <sup>3</sup>Departamento Universitario para el Desarrollo Sustentable. Instituto de Ciencias. BUAP. (cs002116@siu.buap.mx). <sup>4</sup>Departamento de Ciencias Químicas-Biológicas de la Universidad de las Américas, Puebla. (luis.hernandez@udlap.mx). <sup>§</sup>Autor para correspondencia: aragon@siu.buap.mx.

#### RESUMEN

El amaranto es un cultivo de gran importancia para la asociación de productores agrícolas de los alrededores del Popocatepetl, Puebla; por su alto contenido de nutrientes y por la elaboración de diferentes productos que enriquecen su alimentación; pero las pérdidas por daños que ocasionan los insectos plaga, hacen que los rendimientos no sean satisfactorios para los agricultores. El objetivo del presente estudio fue determinar taxonómicamente a los insectos asociados al cultivo de amaranto y describir el rol de cada una de las especies en el agrosistema. Para la captura de insectos, durante el ciclo agrícola 2008 se realizaron muestreos en tres parcelas donde se efectuaron colectas con aspirador, red y de forma manual, revisando tallos, nudos, entre nudos, hojas (haz y envés), panoja y raíz. Los organismos colectados en etapa larval fueron conservados en alcohol al 70%, mientras que los adultos fueron montados en alfileres entomológicos; todo el material fue identificado y depositado en la colección entomológica del Instituto de Ciencias de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP). Se obtuvo un total de 1 883 morfoespecies de las cuales se identificaron 20 géneros y 18 especies que fueron las más abundantes durante el ciclo agrícola; ocho especies fueron las causantes de los

#### ABSTRACT

Amaranth is a very important crop for the agricultural producers association around the Popocatepetl, Puebla, for its high nutrients content and for the preparation of various enriched food products. But losses from damage caused by insect pests, make not satisfactory yields for farmers. The aim of this study was to taxonomically determinate the amaranth cultivation related insects and to describe each species role in the agrosystem. To catch insects during the 2008 agricultural cycle, surveys were conducted at three plots where collections were made with vacuum, netting and manually; looking at the stems, knots, between knots, leaves (beam and back), panicle and roots. The larval stage organisms collected were preserved in 70% alcohol, while adults were mounted on entomological pins, all the material was identified and deposited in the entomological collection of the Institute of Sciences of the Autonomous University of Puebla (BUAP). Obtaining 1 883 morphospecies out of which 20 genera and 18 species were identified as the most abundant during the crop cycle, the next eight species were the cause of crop damage: *Sphenarium purpurascens*, *Epicauta cinerea*, *Spodoptera exigua*,

\* Recibido: agosto de 2010  
Aceptado: mayo de 2011

daños que presenta el cultivo: *Sphenarium purpurascens*, *Epicauta cinerea*, *Spodoptera exigua*, *Pholisora catullus*, *Ligys lineolaris*, *Herpetogramma bipunctalis*, *Amauromyza abnormalis* y *Phyllophaga ilhuicaminai*.

**Palabras clave:** *Amauromyza abnormalis*, *Herpetogramma bipunctalis*, *Phyllophaga ilhuicaminai*, *Sphenarium purpurascens*.

## INTRODUCCIÓN

Durante la llegada de los españoles al nuevo mundo, encontraron entre los cultivos comestibles, al amaranto. Evidencias arqueológicas realizadas por Setien y Velasco (1999), han confirmado que las especies cultivadas para grano, son originadas en América, siendo uno de los alimentos más importantes en México prehispánico. La cuna de la agricultura y de la irrigación en Mesoamérica es el Valle de Tehuacán Teotitlán durante la fase Coxcatlán, Puebla en México (5200 a 3400 años AC), donde se localizaron los primeros vestigios de semilla de *Amaranthus hypochondriacus* L., indicando que la domesticación del amaranto tuvo lugar en la misma época que el maíz.

En la época de los Aztecas uno de los cultivos más importantes fue el amaranto (*A. hypochondriacus*), debido a su alto valor nutricional; produciendo de 15 000 a 20 000 toneladas por año (Trinidad *et al.*, 1990). Pero este cultivo fue desplazado y muchas veces prohibido por los españoles hasta casi desaparecerlo ya que lo relacionaban con ritos paganos religiosos. Para la década de los 60's se cultivaba en pequeñas áreas agrícolas, en los años 80's este cultivo ha sido revalorado por la sociedad, por ser uno de los cereales más ricos en proteínas y minerales esenciales para el hombre, entre ellos la lisina (Moreno *et al.*, 2005), además que se adapta fácilmente a diferentes condiciones agroecológicas. En México los estados que se dedican a la siembra de este cultivo son: Distrito Federal, Estado de México, Morelos, Oaxaca, Puebla, Querétaro y Tlaxcala produciendo 3 863.2 toneladas (Anónimo, 2008).

Puebla es considerado uno de los principales estados en la producción de amaranto con 2 510.8 toneladas, sembrando más de 50% del total nacional (Anónimo, 2008). Hay cuatro regiones productoras de semilla: el Popocatepetl colindando con el estado de Morelos incluye los municipios de Acteopan, Atzizihuacán, Huaquechula y Tochmilco; en

*Pholisora catullus*, *Ligys lineolaris*, *Herpetogramma bipunctalis*, *Amauromyza abnormalis* and *Phyllophaga ilhuicaminai*.

**Key words:** *Amauromyza abnormalis*, *Herpetogramma bipunctalis*, *Phyllophaga ilhuicaminai*, *Sphenarium purpurascens*.

## INTRODUCTION

When the Spanish arrived into the New World, they found the amaranth in food crops. Archaeological evidence for Setien and Velasco (1999), have confirmed that the grain crop species are originated in America, being one of the most important foods in prehispanic Mexico. The cradle of agriculture and irrigation in Mesoamerica, the Tehuacan Teotitlan Valley during Coxcatlan phase, Puebla in Mexico (5200 to 3400 BC), where the first *Amaranthus hypochondriacus* L. seeds remains were found, Indicating that the amaranth domestication was held at the same time as maize.

At the Aztecs period, amaranth (*A. hypochondriacus*) was one of the most important crops, due to its high nutritional value, producing 15 000 to 20 000 tons per year (Trinidad *et al.*, 1990). But the crop was displaced and even prohibited by the Spanish until it almost disappeared, since it was linked to pagan religious rites. In the 60's it was grown in small agricultural areas, at the 80's this crop was revalued by the society because is one of the richest protein and essential minerals grain for humans, including lysine (Moreno *et al.*, 2005), and that is easily adapted to different agroecological conditions. In Mexico, states engaged to this cultivation are the Federal District, Mexico State, Morelos, Oaxaca, Puebla, Querétaro and Tlaxcala, producing 3 863.2 tons (Anónimo, 2008).

Puebla is considered one of the leading states in amaranth production with 2 510.8 tons, growing more than 50% of the national total (Anónimo, 2008). Four seed-producing regions: the Popocatepetl adjacent to Morelos state, includes the municipalities of Acteopan, Atzizihuacan, Huaquechula and Tochmilco; in Ixtazihualt the municipalities of San Felipe Teotlalcingo (San Juan Tetla), San Martín Texmelucan and San Salvador El Verde, In the Mixteca of Puebla municipalities of San

el Ixtazihualt los municipios de San Felipe Teotlalcingo (San Juan Tetla), San Martín Texmelucan y San Salvador El Verde; en la Mixteca Poblana los municipios de San Juan Ixcaquixtla, San Martín Atexcal y Tepexi de Rodríguez y por último en el municipio de Tehuacán (Martínez *et al.*, 2004).

A medida que la producción de amaranto se ha incrementado, se han ido realizado más estudios sobre insectos asociados a este cultivo. En la década de los 80's, se realizaron algunos reportes aislados sobre especies de insectos que se encontraron causando daños, tal es el caso de Pérez y Domínguez (1989), quienes citan a las especies *Herpetogramma bipunctalis* y *Conotrachelus* sp., ocasionando daños importantes a la planta de *Amaranthus hybridus* L., mientras que Espitia (1990) cita a cinco especies de insectos que dañaban la planta en la Mesa Central de México: el "barrenador del tallo" *Lixus truncatulus* Fab. (Curculionidae), la "pulga saltona" *Disonycha melanocephala* Jacoby (Chrysomelidae), la "chinche lygus" *Lygus lineolaris* P. de Beau (Miridae), el "gusano verde" (no identificado) y un "pulgón negro" (Aphididae, no identificado).

Aragón *et al.* (1997) clasificaron en tres grupos a las especies perjudiciales para el cultivo de amaranto en el Valle de Tehuacán, Puebla: barrenadores del tallo, defoliadores y plagas del sistema radical. Entre las plagas de importancia destacan, el complejo de barrenadores: *L. truncatulus* y *Amauromyza abnormalis* Malloch (Agromyzidae); los insectos que dañan el follaje y la panoja: *Spodoptera exigua* (Hübner) (Noctuidae), *Pholisora catullus* Fab. (Hesperiidae), el "chapulín" *Sphenarium* sp. (Acrididae), el "pulgón" *Macrosiphum* sp. (Aphidae), la "pulga saltona" *D. melanocephala* y hormiga *Atta mexicana* (Smith); mientras que la "gallina ciega" *Phyllophaga cuicateca* Morón y Aragón (Melolonthidae), daña el sistema radical. Asimismo, en la zona productora de amaranto de Tulyehualco en el Distrito Federal, Torres *et al.* (2004), reportan la presencia de *Hypolixus truncatulus* y *A. abnormalis* dañando los tallos de *A. hypochondriacus* en infestaciones de 100%.

Existe poca información sobre los insectos que se encuentran interactuando en el cultivo de *A. hypochondriacus* en la zona del Popocatepetl. Sólo se han reportado al chapulín (*Melanoplus* sp.), al gusano telarañero (*Loxostege similalis*) y el botijón (*Epicauta cinerea*). Los productores también comentan otros insectos que dañan diferentes partes de la planta como catarinitas, pulgón, gallina ciega y diferentes tipos de larvas.

Juan Ixcaquixtla, San Martín Atexcal and Tepexi de Rodríguez and finally Tehuacán municipality (Martínez *et al.*, 2004).

As amaranth production has increased, there have been more studies on insects associated with this crop. In the early 80's, there were some isolated reports of insects species founded damaging, as in the case of Pérez and Domínguez (1989), who cite the species *Herpetogramma bipunctalis* and *Conotrachelus* sp., causing important damage to *Amaranthus hybridus* L. plant; while Espitia (1990) cites five insects species that damaged the plant in the Central Plateau of Mexico: the "stem borer" *Lixus truncatulus* Fab. (Curculionidae), the "jumping flea" *Disonycha melanocephala* Jacoby (Chrysomelidae), the "lygus bug" *Lygus lineolaris* P. de Beau (Miridae), the "green worm" (unidentified) and a "black fleam" (Aphididae, unidentified).

Aragón *et al.* (1997) classified into three groups the amaranth cultivation harmful species in the Tehuacán Valley, Puebla: stem borers, defoliators and root system pests. Among the important pests, stands out: borers complex: *L. truncatulus* y *Amauromyza abnormalis* Malloch (Agromyzidae), foliage and panicle damaging insects: *Spodoptera exigua* (Hübner) (Noctuidae), *Pholisora catullus* Fab. (Hesperiidae), the "grasshopper" *Sphenarium* sp. (Acrididae), the "fleam" *Macrosiphum* sp. (Aphidae), the "jumping flea" *D. melanocephala* *Atta mexicana* ant (Smith), while the "blind hen" *Phyllophaga cuicateca* Morón and Aragón (Melolonthidae), damages the root system. Also in the Tulyehualco amaranth production area in Mexico, Torres *et al.* (2004), report the presence of *Hypolixus truncatulus* and *A. abnormalis* damaging the stems of *A. hypochondriacus* in infestations of 100%.

There is little information about insects interacting in *A. hypochondriacus* cultivation in the Popocatepetl area. There have only been reported the grasshopper (*Melanoplus* sp.), the telarañero worm (*Loxostege similalis*) and botijón (*Epicauta cinerea*). The producers also refer other insects that damage different parts of the plant as beetles, aphids, blind hen and different larvae types.

This aim of this study was to taxonomically determinate, beneficial and harmful insects related to amaranth grown in the Popocatepetl volcano, Puebla, Mexico; further describe the role played by each of the species collected in the crop.

El objetivo del presente trabajo fue determinar taxonómicamente los insectos benéficos y perjudiciales asociados al amaranto que se cultiva en el volcán Popocatepetl, Puebla, México; además describir el rol que juegan cada una de las especies colectadas en el cultivo.

## MATERIAL Y MÉTODOS

Los trabajos para realizar el diagnóstico de los insectos presentes en el cultivo de amaranto se realizaron en campo y laboratorio.

**Trabajo de campo.** El trabajo de campo se realizó en los municipios de San Nicolás de los Ranchos, Tianguismanalco y Tochimilco, situados a altitudes que van desde los 1 820 a los 5 465 m, con coordenadas geográficas entre los paralelos 18° 49' 12" y 19° 01' 24" latitud norte y entre los meridianos 98° 24' 42" y 98° 39' 00" longitud oeste, presentando temperaturas medias anuales que van desde 12 a 22 °C y una precipitación anual que oscila alrededor de 40 mm. En cada municipio, durante el ciclo agrícola 2008, se seleccionó una parcela de amaranto de acuerdo a las condiciones agroecológicas que predominan en la zona, la superficie fue de una hectárea.

En cada una de las parcelas se realizaron muestreos quincenales que iniciaron con la siembra del amaranto y finalizaron en la cosecha (5 de junio al 17 de noviembre de 2008). Para los muestreos se seleccionaron 20 matas al azar con ayuda de una tabla de números aleatorios, por lo que en cada muestreo las matas fueron diferentes. Una mata consistió de tres plantas.

Los insectos pequeños fueron colectados con un aspersor entomológico y después se procedió a revisar minuciosamente todas las plantas, tallos y panojas de las matas seleccionadas, posteriormente se colectaron los insectos de vuelo rápido con una red de golpeo, que se pasó por toda la parcela evitando los cinco surcos de las orillas.

Los imagos colectados se mataron con vapores de acetato de etilo y se pasaron a bolsas de polietileno debidamente etiquetados, los insectos en estado inmaduros (larvas) se depositaron en frascos de plástico, con líquido pampel y se conservaron en alcohol al 70%. Para colectar los insectos que se alimentan del sistema radical y tallo se realizaron dos muestreos, uno en el mes de septiembre y otro en noviembre, en cada uno de ellos se seleccionaron

## MATERIAL AND METHODS

The work made to diagnose the insects present in the amaranth crop, were conducted in field and laboratory.

**Field work.** It was conducted in San Nicolás de los Ranchos, Tianguismanalco and Tochimilco, located at an elevation range from 1 820 to 5 465 m, with geographic coordinates between parallels 18° 49' 12" and 19° 01' 24" north latitude and between the meridians 98° 24' 42" and 98° 39' 00" west longitude, annual mean temperature ranging from 12 to 22 °C and annual rainfall ranging around 40 mm. In each municipality, during the 2008 agricultural cycle, we selected a plot of amaranth according to agroecological conditions prevailing in the area, the area was one hectare.

Each plot was sampled fortnightly, beginning with the amaranth planting and ended at harvest (June 5 to November 17, 2008). 20 bushes were selected randomly using a table of random numbers, so that each sampling had different plants. A bush consisted of three plants.

Small insects were collected with an entomological sprayer and then carefully looking at the all plants, stems and panicles of the selected bushes. Then we collected fast-flying insects with a net that went through the whole plot avoiding the five border rows.

The collected imagos were killed with ethyl acetate fumes and placed inside labeled sealed polyethylene bags; immature insects (larvae) were placed in plastic bottles with Pampel liquid and preserved in 70% alcohol. Two surveys were conducted to collect the insects that feed on the root system and stem, one in September and another in November, 100 random plants were selected in each survey, they were cut to the ground, packaged and transported to the laboratory for examination, at the same sites, soil samples were taken in a 30\*30\*30 cm volume, placing the soil in plastic bags, which were carefully searched and the organisms found were deposited in plastic containers of a half kilo capacity adding some soil.

All materials brought to the entomology laboratory of the Agroecology and Environment Department of the Sciences Institute of BUAP for processing. Location

100 plantas al azar, mismas que se cortaron a ras del suelo, se envasaron y se trasladaron al laboratorio para su revisión; en los mismos sitios, se realizaron muestreos de suelo en un volumen de 30\*30\*30 cm, depositando el suelo en bolsas de plástico, donde se revisó cuidadosamente y los organismos encontrados fueron depositados en recipientes de plástico de medio kilo de capacidad agregándoles un poco de suelo.

Todo el material se llevó al laboratorio de entomología del Departamento de Agroecología y Ambiente del Instituto de Ciencias de la BUAP para su procesamiento, en todos los casos se les colocó una etiqueta de localidad indicando: lugar de colecta, municipio, fecha de colecta, método de colecta o parte de la planta en donde se colectó el ejemplar, número de planta correspondiente y el nombre del colector.

**Trabajo de laboratorio.** Las muestras de insectos se trasladaron al laboratorio de entomología del DAGAM-ICUAP, las larvas encontradas se fijaron en líquido pampel por cinco días y posteriormente se pasaron a alcohol al 70% para su conservación. El 80% de los adultos se conservaron en alcohol al 70% y 20% restante se montaron en alfileres entomológicos, se etiquetaron con los datos de colecta y se clasificaron hasta nivel de especie.

La determinación taxonómica fue realizada por comparación de ejemplares que se encuentran depositados en la colección del Instituto de Ciencias de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (ICUAP), en el caso de los insectos que no se pudieron identificar, se enviaron a diferentes taxónomos especialistas de cada orden. Una vez identificados, los ejemplares se depositaron en la colección de del ICUAP.

De acuerdo a los resultados obtenidos en el diagnóstico, fue preciso identificar las especies perjudiciales y benéficas, además de dividir estas especies de acuerdo a sus hábitos alimenticios como fitófagos (insectos que se alimentan del follaje, tallo y panoja) y rizófagos (insectos que se alimentan de la raíz). El rol que juega cada una de las especies colectadas en el cultivo, se determinó a través de observaciones hechas en campo, así como por estudios bibliográficos.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los insectos presentes en el cultivo de amaranto se ubicaron en cinco órdenes que comprenden 18 familias, 20 subfamilias, 21 géneros y 18 especies. Los órdenes que

were put in all cases, indicating: collection place, county, collection date, collection method or part of the plant where the specimen was collected, corresponding plant number and collector's name.

**Laboratory work.** Insects' samples were taken to the entomology laboratory of DAGAM-ICUAP. The larvae found were fixed in Pampel liquid for five days and then switched to 70% alcohol for preservation. 80% of adults were preserved in 70% alcohol and 20% were mounted on entomological pins, labeled with collection data and classified until species level.

Taxonomic identification was performed by comparing specimens with those deposited in the Sciences Institute of Autonomous University of Puebla (ICUAP) collection; the unidentified insects were sent to different taxonomists specialists. Once identified, copies were deposited in the ICUAP collection.

According to the assessment's results, it was necessary to identify harmful and beneficial species, and to divide them according to their eating habits as phytophagous (insects that feed with leaves, stem and panicle) and rhizophagous (insects feed on the root). The role of each species was determined through field observations as well as literature review.

## RESULTS AND DISCUSSION

The amaranth crop insects were placed in five orders comprising 18 families, 20 subfamilies, 21 genera and 18 species. The orders that have the greatest number of families were Coleoptera and Lepidoptera with 8 and 4 families respectively. The order with the greatest number of species was Coleoptera with 11, while Lepidoptera is represented by 4 species (Table 1).

### Foliage insects

***Sphenarium purpurascens* Charpentier (Pyrgomorphidae).** This species starts its activities when the amaranth plant is emerging and has been found throughout the crop growing season, while Aragón and Tapia (2009), mention that this species is more common in summer and autumn, because the eggs hatch after the rains, all insect's instars feed on different parts of the



presentan el mayor número de familias fueron Coleoptera y Lepidoptera con 8 y 4 familias respectivamente. El orden con mayor número de especies fue Coleoptera con 11, mientras que el orden Lepidoptera está representado por cuatro especies (Cuadro 1).

plant, foliage, stem and panicle. The damage caused is defoliation and 15 to 28 individuals per plant were found, while Tapia *et al.*, (1998), collected during the 1996 crop season, about 5 to 10 individuals in the Tehuacán area. In Tehuacán Valley of Puebla, *Sphenarium* genus is a pest

**Cuadro 1. Insectos presentes en el cultivo del amaranto (*A. hypochondriacus* L.) en Puebla, México.**

**Table 1. Insects of the cultivation of amaranth (*A. hypochondriacus* L.) in Puebla, Mexico.**

Orden	Familia	Subfamilia	Especie	
Orthoptera	Pyrgomorphidae	Pyrgomorphinae	<i>Sphenarium purpurascens</i> (Charpentier)	
	Acrididae	Melanoplinae	<i>Melanophus</i> sp.	
Hemiptera	Miridae	Mirinae	<i>Lygus lineolaris</i> (Palisot de Beauvois)	
	Pentatomidae	Pentatominae	<i>Euschistus</i> sp.	
Coleoptera	Aphididae	Aphidoidea	<i>Macrosiphum</i> sp.	
	Chrysomelidae	Chrysomeloidea	<i>Disonycha melanocephala</i> (Fabricius)	
		Galerucinae	<i>Diabrotica balteata</i> LeConte	
	Coccinellidae	Coccinellinae	<i>Hippodamia convergens</i> (Guerin-Meneville)	
	Curculionidae	Lixinae	<i>Hypolixus truncatulus</i> (Fabricius)	
	Melolonthidae	Cetoniinae	<i>Euphoria subtomentosa</i> (Mannerheim)	
			<i>Euphoria inda</i> (Linné)	
			Melolonthinae	<i>Phyllophaga ilhuicaminai</i> (Morón)
		Meloidae	Meloinae	<i>Epicauta cinérea</i> Förster, <i>Epicauta</i> sp.
		Cantharidae	Chauliognathinae	<i>Chauliognathus limbicollis</i> LeConte
	Tenebrionidae	Pimeliinae	<i>Bothrotres scutatum</i>	
	Elateridae	Elaterinae	<i>Agriotes</i> sp.	
Diptera	Agromyzidae	Phytomyzinae	<i>Amauromyza abnormalis</i> (Malloch)	
Lepidoptera	Noctuidae	Amphiphyrinae	<i>Spodoptera exigua</i> Hubner	
	Hesperiidae	Pyrginae	<i>Pholisora catullus</i> (Fabricius)	
	Arctiidae	Arctiinae	<i>Estigmene acraea</i> (Drury)	
	Pyralidae	Pyraustinae	<i>Herpetogramma bipunctalis</i> (Fabricius)	

**Insectos del follaje**

***Sphenarium purpurascens* Charpentier (Pyrgomorphidae).** Esta especie empieza a realizar sus actividades cuando la planta de amaranto se encuentra en fase de emergencia y se ha encontrado en todo el ciclo vegetativo del cultivo, mientras que Aragón y Tapia (2009), citan que esta especie es más común en verano y otoño, debido que los huevecillos eclosionan después de las lluvias, todos los instares del insecto se alimentan de diferentes partes de la planta, follaje, tallo y panoja. Los daños que realiza es la defoliación y se encontraron entre 15 a 28 individuos por planta, mientras que Tapia *et al.* (1998), recolectaron durante el ciclo agrícola 1996, entre 5 y 10

that is found mostly in the foliage (Aragón *et al.*, 1999) and *S. purpurascens* caused damage to 23% of plants (Aragón and Tapia, 2009).

***Melanophus* sp. (Acrididae).** Was found during June to August, it feeds on young leaves of the crop, since the plant emerges until it has about 30 cm. It is the first time that this genus is reported as one of the insects associated with the amaranth cultivation. This genus was reported in the hibiscus culture as a major pest (Pérez *et al.*, 2009).

***Euschistus* sp. (Pentatomidae).** This genus was found feeding on the panicle's sap; this confirms their phytophagous habit (Metcalf and Flint, 1984), when

ejemplares en la zona de Tehuacán. En el Valle de Tehuacán, Puebla; el género *Sphenarium* es una plaga que se encuentra en mayor abundancia en el follaje (Aragón *et al.*, 1999) y *S. purpurascens* ocasionó daños al 23% de las plantas (Aragón y Tapia, 2009).

***Melanophus* sp. (Acrididae).** Se encontró durante los meses de junio-agosto, alimentándose de las hojas tiernas del cultivo, desde que la planta emerge hasta que tiene aproximadamente 30 cm, es la primera vez que este género es reportado como uno de los insectos asociados al cultivo de amaranto. Este género fue reportado en el cultivo de jamaica como una de las principales plagas (Pérez *et al.*, 2009).

***Euschistus* sp. (Pentatomidae).** Este género se encontró alimentándose de la savia de la panoja, con esto se confirman sus hábitos fitófagos (Metcalf y Flint, 1984); al ser colectada emite un olor desagradable que se impregna fuertemente. Aragón y Tapia (2009). En los Estados Unidos de América *Euschistus servus* y *Euschistus obscurus*, se alimentan de los cultivo de soya y algodón (Bundy y McPherson, 2000), mientras que en Brasil las infestaciones de la chinche *Euschistus heroes* en la fase de desarrollo de la soya antes de la aparición de las vainas, no causan reducciones en el rendimiento y calidad (Corrêa-Ferreira, 2005).

***Macrosiphum* sp. (Aphididae).** A estos organismos se les encuentra de forma agregada en el envés de las hojas, tallos, brotes y en la panoja. Los daños que ocasionan es al penetrar el estilete en los tejidos vegetales y succionan la savia o jugos de las plantas tiernas, acentuándose cuando éstas se encuentran en etapa de desarrollo. Los síntomas que se observan es un amarillamiento de las plantas, además que pueden transmitir enfermedades al cultivo, estos pulgones se han encontrado en el Valle de Tehuacán y la Mixteca Poblana en donde ocasionan daños del 13% (Aragón *et al.*, 1997; Tapia *et al.*, 1998, 2000; Aragón y Tapia, 2009). Los pulgones o áfidos al alimentarse de los brotes y las hojas de las plantas tiernas las deforman o encrespan además, algunas especies infestan también hojas maduras, encontrándose individuos con alas e individuos sin alas, los primeros inician las infestaciones y los segundos permanecen en las hojas formando colonias (Cisneros, 1995), el mayor daño ocasionado por estos vectores es en la transmisión de enfermedades producidas por virus (Pérez *et al.*, 2009).

***Epicauta* spp. (Meloidea).** Se colectaron dos especies de las cuales sólo se identificó a *E. cinerea* Förster, los adultos de esta especie se caracterizan por presentar el cuerpo alargado

it's collected emits an unpleasant odor that permeates strongly, Aragón and Tapia (2009). In the United States, *Euschistus servus* y *Euschistus obscurus* feeding on soybean and cotton crops (Bundy and McPherson, 2000); while in Brazil the *Euschistus heroes* bug infestations, in the development phase of soybeans (before the pods appearance) do not cause reductions in yield and quality (Corrêa-Ferreira, 2005).

***Macrosiphum* sp. (Aphididae).** These organisms are found in aggregate on the leaves undersides, stems, buds and panicle. Damage is occasioned by penetrating the styled in the plant tissues and sucking the sap or juice off the tender plants, it increases when these are under development. The symptom is observed like a yellowing of the plants and they can also transmit diseases to the crop. These aphids have been found in the Tehuacán Valley and the Mixteca Poblana, where they cause 13% damage (Aragón *et al.*, 1997; Tapia *et al.*, 1998, 2000; Aragón and Tapia, 2009). When the aphids feed on buds and leaves of young plants they distort them, plus some species also infest mature leaves, finding individuals with wings and wingless individuals, the first start infestations and second remain in the leaves forming colonies (Cisneros, 1995), the greatest damage caused by these vectors is the transmission of diseases caused by viruses (Pérez *et al.*, 2009).

***Epicauta* spp. (Meloidea).** Two species were collected and only *E. cinerea* Förster was identified, adults of this species are characterized by a dark green elongated body; their antennae are longer than the body. It was collected from late July to September, there were detected 5 to 28 organisms per plant and at the highest infestations the foliage damage was observed up to 80%. The species *Epicauta* sp., is characterized by the glossy black body and three individuals per plant were found.

***Spodoptera exigua* (Hübner), (Noctuidae).** It is characteristic of this species to found larvae in aggregate; they feed on tender leaves, leaving only the midribs. The damage caused is considerable and may cause significant losses in production. Found in July-September, when the plant is under development and before the panicle appears, there were 3 to 8 individuals per plant. Since 1986, *S. exigua* emerged in China as an important pest on different crops, reporting damage in more than 30 000 km<sup>2</sup> in 1999 (Luo *et al.*, 2000), this pest is causing great economic losses of several crops (Jacques *et al.*, 2008). In Mexico,

y de color verde botella, sus antenas son más largas que el cuerpo, se colectó desde finales de julio y hasta septiembre, se detectaron entre 5 y 28 organismos por planta y en las máximas infestaciones, se observaron daños al follaje de hasta 80%. La especie *Epicauta* sp., se caracteriza por presentar el cuerpo de color negro brillante y se encontraron tres individuos por planta.

***Spodoptera exigua* (Hübner), (Noctuidae).** La característica de esta especie es que las larvas se encuentran en forma agregada, se alimentan de las hojas tiernas dejando sólo las nervaduras centrales. Los daños que ocasiona son considerables y llega a producir pérdidas importantes en la producción. Se encuentran en los meses de julio a septiembre, cuando la planta está en etapa de desarrollo y antes de que aparezca la panoja del cultivo, se observaron entre 3 y 8 individuos por planta. Desde 1986 *S. exigua* en China surgió como una plaga de importancia en diferentes cultivos, reportándose daños de más de 30 000 km<sup>2</sup> durante 1999 (Luo *et al.*, 2000); esta plaga es la causante de grandes pérdidas económicas de diversos cultivos (Jacques *et al.*, 2008). En México las larvas se alimentan del follaje de amaranto y causan los mayores daños cerca de la nervadura central, además ataca a crucíferas, chile y tomate de cáscara principalmente (Salas-Araíza y Boradonenko, 2006).

***Pholisora catullus* Fab. (Hesperiidae).** La larva presenta la cabeza totalmente negra y un collar negro, el cuerpo es de color verde claro, se le encontró alimentándose del follaje, el daño es característico porque enrolla las hojas donde se encuentra alimentándose formando un capullo, con lo que evita el crecimiento de la planta, se presenta una larva por planta. En California se encontró que las larvas de *P. catullus* se alimentan de siete especies de *Amaranthus*: *Amaranthus albus*, *A. blitoides*, *A. caudatus*, *A. hybridus*, *A. powellii*, *A. retroflexus*, *A. spinosus* (Graves y Shapiro, 2003).

***Estigmene acraea* (Dury) (Arctiidae).** Las larvas de estas especies ocasionan los daños alimentándose de los tejidos tiernos de las hojas y de la panoja del cultivo. Esta especie se encuentra asociada al cultivo de la col, ocasionando daños y pérdidas ligeras (Barrios-Díaz *et al.*, 2004); así como a crucíferas, solanáceas, gramíneas y leguminosas, presenta una distribución amplia desde Estados Unidos de América hasta Costa Rica (Salas-Araíza y Boradonenko, 2006).

***Disonycha melanocephala* Jacoby (Chrysomelidae).** Se alimenta de las hojas más tiernas, en donde realiza perforaciones irregulares, llegando a consumir grandes

the larvae feed on the leaves of amaranth and causing the most damage near the midrib, it also attacks crucifers, chili pepper and tomatillo primarily (Salas-Araíza and Boradonenko, 2006).

***Pholisora catullus* Fab. (Hesperiidae).** The larva has a black head and a black collar, the body is light green. It was found feeding off the foliage; the damage is characteristic because it rolls the leaves where they feed forming a cocoon, which stops the plant's growth. There was a larva per plant. In California it was found that the *P. catullus* larvae feed on seven species of *Amaranthus*: *Amaranthus albus*, *A. blitoides*, *A. caudatus*, *A. hybridus*, *A. powellii*, *A. retroflexus*, *A. spinosus* (Graves and Shapiro, 2003).

***Estigmene acraea* (Dury) (Arctiidae).** The larvae of these species cause damage by feeding on the tender tissues of leaves and the panicle of the crop. This species is associated with green cabbage, causing slight damage and losses (Barrios-Díaz *et al.*, 2004) as well as cruciferous, solanaceous plants, grasses and legumes. It has a wide distribution from the United States of America to Costa Rica (Salas-Araíza and Boradonenko, 2006).

***Disonycha melanocephala* Jacoby (Chrysomelidae).** It feeds on the tender leaves, making irregular holes, consuming large amounts of foliage. It occurs from August to October, being most abundant in October. There were five individuals per plant. In Puebla, the adults of this species have been reported causing crop damage on hibiscus plants (Pérez *et al.*, 2009).

We found *Euphoria subtomentosa* Mannerheim, *Euphoria inda* (Linné) and *Cotinis mutabilis* (G & P) from Melolonthidae family. Adults of these species were found during September and October. Damage is caused when they feed on the seeds of amaranth, especially when they are in a milky stage (September). *C. mutabilis* also feeds on corn, cactus flower, sorghum and tuna, pers. Com. (Aragón, 2010).

***Lygus lineolaris* (Palisot de Beauvois) (Miridae).** There were between 12 and 17 bugs per plant, the collections were made on the cob when they were feeding on the seeds during the ripening process, the damage is occasioned by the nymphs and adults. Data are consistent with those reported by Salas-Araíza and Boradonenko (2006),



cantidades de follaje, se presenta entre los meses de agosto a octubre, siendo su mayor abundancia en el mes de octubre; encontrando cinco individuos por planta. En el estado de Puebla, los adultos de esta especie se han reportado ocasionando daños al cultivo de la jamaica (Pérez *et al.*, 2009).

Se encontraron *Euphoria subtomentosa* Mannerheim, *Euphoria inda* (Linné) y *Cotinis mutabilis* (G & P) de la familia Melolonthidae. Los adultos de estas especies se encontraron durante los meses de septiembre a octubre. Los daños los ocasionan cuando se alimentan de la semilla de amaranto, sobre todo cuando éste se encuentra en su estado lechoso (septiembre). *C. mutabilis* también se alimenta del cultivo de maíz, pitahaya, sorgo y tuna, com. pers. (Aragón, 2010).

***Lygus lineolaris* (Palisot de Beauvois) (Miridae).** Se encontraron entre 12 y 17 chinches por planta, las colectas se realizaron en la panoja cuando se alimentaban de las semillas durante el proceso de maduración, los daños los ocasionan las ninfas y adultos. Estos datos concuerdan con lo reportado por Salas-Araíza y Boradonenko (2006), quienes mencionan que esta especie se alimenta de la semilla madura del *A. hypochondriacus*, sin embargo no es considerada como plaga en Guanajuato, pero en Estados Unidos de América es una plaga de importancia en este cultivo.

### **Insectos del tallo**

***Hypolixus truncatulus* (Fabricius) (Curculionidae).** La larva causa daños en el tallo, al hacer una serie de galerías a lo largo de éste y por ende los nutrientes necesarios no son absorbidos, ya que no llegan a los tejidos apicales, llegando a debilitarse hasta romperse. Estos organismos se presentan entre los meses de septiembre a noviembre cuando la planta se encuentra al inicio de la antesis (caída del polen) y empieza su maduración. En Tulyehualco, D. F., observaron que el número de larvas y el porcentaje de tallos barrenados por esta especie no afecta el rendimiento en grano y producción de amaranto. (Torres *et al.*, 2004).

***Amauromyza abnormalis* Malloch (Agromyzidae).** Esta especie es una mosca y la larva es la que barrena el tallo de la planta de *A. hypochondriacus*, el daño lo realiza desde la base de la planta, pero en ocasiones lo hace desde la raíz a una distancia aproximada de 10 cm del tallo, las larvas se alimenta del gineceo de la planta realizando una galería, lo que hace que no absorba nutrientes y se encuentre frágil,

who mentioned that this species feeds on the ripe seed of *A. hypochondriacus*, however, is not considered a pest in Guanajuato, but in the United States of America is an important pest in this crop.

### **Insects of the stem**

***Hypolixus truncatulus* (Fabricius) (Curculionidae).** The larvae cause damage in the stem by making a series of galleries along it and therefore the necessary nutrients are not absorbed and do not reach the apical tissues, leading to weaken until they break. These organisms appear from September to November, when the plant is at the beginning of anthesis (pollen drop) and begins to mature. In Tulyehualco, D. F., noted that the number of larvae and the percentage of stems drilled by this species does not affect grain yield and production of amaranth. (Torres *et al.*, 2004).

***Amauromyza abnormalis* Malloch (Agromyzidae).** This species is a fly and the larva is the one who damages the *A. hypochondriacus* plant, the damage is done from the base and sometimes it does from the root to a distance of about 10 cm from the stem, the larvae feed on plant gynoecium by making a gallery, which does not allow the plant to absorb nutrients, making them fragile, so it tends to die. It has been found in Canada, USA and Mexico (Torres *et al.*, 2004), while in Mexico it was first reported by Bautista *et al.* (1997), scuttling stems and roots of three species of amaranth: *A. cruentus*, *A. hybridus* y *A. hypochondriacus*. In Tamaulipas, Tlaxcala, Distrito Federal and Mexico State; Palacios-Torres *et al.* (2008), reported ten species of the Agromyzidae family. Founding *A. abnormalis* among these species, reporting that the larvae feeds on the stem of *A. hypochondriacus*, when fully developed, they make an exit hole to pupate in the ground and complete their cycle.

***Herpetogramma bipunctalis* (Fabricius) (Pyralidae).** This larva has six black spots on the back of the body and is green; it has been found feeding on the leaf, panicle and stem. The damage it causes are characteristically because when it feeds on the cob, it tends to dry and then continue to consume the stem, making a cavity where it enters to consume all the xylem and phloem leaving the stem completely hollow, allowing the entry to other pathogens. This species has been found since September when the plant tends to have a spike, and through November, when the Amaranth is in the process of maturation and pupation

por lo que tiende a acamarse y muere. Se ha encontrado en Canadá, Estados Unidos de América y México (Torres *et al.*, 2004), mientras que en México se registró por primera vez por Bautista *et al.* (1997), barrenando tallos y raíces de tres especies de amaranto: *A. cruentus*, *A. hibridus* y *A. hypochondriacus*.

En los estados de Tamaulipas, Tlaxcala, Distrito Federal y Estado de México, Palacios-Torres *et al.* (2008), reportaron a diez especies de la familia Agromyzidae. Entre estas especies se encuentra *A. abnormalis* reportando que las larvas son las que se alimentan del tallo del *A. hypochondriacus* barrenándolos, las larvas al completar su desarrollo realizan un orificio de salida para pupar en el suelo y completar su ciclo.

#### ***Herpetogramma bipunctalis* (Fabricius) (Pyralidae).**

Esta larva presenta seis manchas negras en la parte dorsal del cuerpo y es de color verde cristalino, se ha encontrado alimentándose de la hoja, panoja y tallo. Los daños que ocasiona se caracterizan porque cuando se alimenta de la panoja tiende a secarse y cuando termina de alimentarse de ésta continua consumiendo el tallo, realizando una oquedad al tallo por donde entra, para así, poder consumir todo el xilema y floema dejando el tallo completamente hueco, permitiendo la entrada de otros organismos patógenos. Esta especie se ha encontrado a partir de septiembre cuando la planta tiende a presentar la espiga y hasta el mes de noviembre, época en que el amaranto se encuentra en proceso de maduración y realiza la pupación en la base del tallo. *H. bipunctalis* se reportó dañado el follaje de *A. viridis* y *A. dubius* (Harris y Fleischer, 2003).

#### **Insectos de la raíz**

***Phyllophaga ilhuicaminai* Morón, (Melolonthidae).** Los síntomas que se observan en las plantas es la flacidez y tienden a marchitarse; además, al no haber suficiente raíz, se presenta el acame de las plantas de amaranto. Se encontraron infestaciones de hasta 9 larvas m<sup>-2</sup>. Aragón y Morón (1998), registraron que *P. ilhuicaminai* es una de las especies que más daño ocasiona en el cultivo de flores de “estatis” [*Limonium sinuatum* (L.)] encontrando 11 larvas m<sup>-2</sup>. Aragón *et al.* (2008), refieren que esta especie se encontró en el cultivo de maíz en localidades cercanas a la ciudad de Puebla; de la misma forma Aragón *et al.* (2005), mencionan que las larvas de *P. ilhuicaminai* se encontraron alimentándose de la raíz del amaranto, flor de cempazuchitl, frijol, pastos ornamentales, maíz, rábano y tomate.

is performed at the stem base. *H. bipunctalis* was reported damaging the foliage of *A. viridis* and *A. dubius* (Harris and Fleischer, 2003).

#### **Root insects**

##### ***Phyllophaga ilhuicaminai* Morón, (Melolonthidae).**

The symptom observed in plants is sagging and tend to wilt, besides, not having enough root makes lodging to present. Infestations were found up to 9 larvae m<sup>-2</sup>. Aragón and Morón (1998) recorded that *P. ilhuicaminai* is one of the species that causes more damage in [*Limonium sinuatum* (L.)] flower cultivation, finding 11 larvae m<sup>-2</sup>. Aragón *et al.* (2008), report that this species was found in the maize crop in villages near Puebla, in the same way Aragón *et al.* (2005) mentions that the larvae of *P. ilhuicaminai* was found feeding on the root of the amaranth, cempazuchitl flower, beans, ornamental grasses, corn, radish and tomato.

#### **Predators insects**

##### ***Hippodamia convergens* Guérin-Méneville, Coccinellidae.**

Coleopteron which is the main benefit insect for the amaranth. It is considered a predator because it feeds on both adult and larval state of several organisms; primarily found eating aphids, as well as eggs, larvae, nymphs and pupae of other individuals that feed on plants; however, they could not be identified. *H. convergens* was found throughout the entire phenology of amaranth. This work matches with the report of Pérez *et al.* (2009) where they found that both adults and larvae of *H. convergens* feed with *Aphis gossypii* y *Macrosiphum* sp., in Brazil it was found that *H. convergens* consume aphids that were feeding on *Conara* sp. and *Pinus* sp. (Cardoso and Lazzari, 2003). In Puebla, *H. convergens* was reported feeding on the cabbage aphid (*Brevicoryne brassicae*) in May (Barrios-Díaz *et al.*, 2004).

#### **CONCLUSION**

In the lower parts of Popocatepetl Puebla State, the cultivation of amaranth is attacked by a wide range of insects, of which seven species are considered as potential pests. Insects that feed on foliage and panicle are *Sphenarium purpurascens*, *Epicauta cinerea*, *Spodoptera exigua* and *Pholisora catullus*; while insects

## Insectos depredadores

### *Hippodamia convergens* Guérin-Méneville, Coccinellidae.

Insecto coleóptero benéfico del amaranto, es considerado una especie depredadora ya que se alimenta tanto en estado adulto como larval de varios organismos, se encontró consumiendo pulgones, además de huevos, larvas, ninfas y pupas de otros individuos que se alimentan de las plantas o que suelen encontrarse cerca de ellos; sin embargo, no se pudieron identificar. *H. convergens* se encontró durante toda la fenología del amaranto. Este trabajo coincide con Pérez *et al.* (2009) donde encontraron que tanto los adultos como las larvas de *H. convergens* se observaron alimentándose de *Aphis gossypii* y *Macrosiphum* sp., en Brasil se encontró que *H. convergens* consume áfidos que se encontraban alimentándose de *Conara* sp. y *Pinus* sp. (Cardoso y Lazzari, 2003). En el estado de Puebla, se reportó a *H. convergens* alimentándose del pulgón cenizo de la col (*Brevicoryne Brassicae*), en el mes de mayo (Barrios-Díaz *et al.*, 2004).

## CONCLUSIÓN

En las partes bajas Popocatepetl del estado de Puebla, el cultivo de amaranto es atacado por una amplia gama de insectos de los cuales siete especies son consideradas como plagas potenciales. Los insectos que se alimentan del follaje y panoja son: *Sphenarium purpurascens*, *Epicauta cinerea*, *Spodoptera exigua* y *Pholisora catullus*; mientras que los insectos que dañan el tallo son *Herpetogramma bipunctalis* y *Amauromyza abnormalis*. Por otro lado se encontró que los insectos que dañan la raíz es *Phyllophaga ilhuicaminai*. De los insectos benéficos se reporta a *Hippodamia convergens*.

## AGRADECIMIENTOS.

Los autores de este trabajo agradecen a la Fundación PRODUCE, Puebla por el apoyo otorgado a través del proyecto "Transferencia de tecnología para el control de plagas del amaranto"; al Dr. Néstor Bautista Martínez del Colegio de Postgraduados Campus Montecillos, Estado de México y al Dr. Miguel Ángel Morón Ríos del Instituto de Ecología A. C. Xalapa, Veracruz, por la clasificación taxonómica de los ejemplares; asimismo, a los productores de amaranto, donde fueron realizadas las colectas de insectos, en las áreas bajas del Popocatepetl, Puebla, México.

that damages the stem are *Herpetogramma bipunctalis* and *Amauromyza abnormalis*. It also was found that the insect that causes root damage is *Phyllophaga ilhuicaminai*. *Hippodamia convergens* was reported as a beneficial insect.

*End of the English version*



## LITERATURA CITADA

- Anónimo 2008. Anuario estadístico de la producción agrícola. <http://www.siap.gob.mx/agricola.siap>.
- Aragón, G. A. y Tapia, R. A. M. 2009. Amaranto orgánico: métodos alternativos para el control de plagas y enfermedades. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Alternativas y procesos de participación Social A. C. Puebla, México. 63 p.
- Aragón, G. A. y Morón, M. A. 1998. Evaluación del daño ocasionado por el complejo "gallina ciega" (Coleoptera: Melolonthidae) en el estado de Puebla, México. *In*: Morón, M. A. y Aragón, A. (eds.). Avances en el estudio de la diversidad, importancia y manejo de los Coleópteros Edafícolas Americanos. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla y Sociedad Mexicana de Entomología, Puebla, México. Memoria. 143-149 pp.
- Aragón, G. A.; Tapia, A. M. y Huerta, S. I. M. T. 1997. Insectos asociados con el cultivo de amaranto *Amaranthus hypochondriacus* L. (Amaranthaceae) en el Valle de Tehuacán Puebla, México. *Folia Entomológica Mexicana*. Xalapa, Veracruz, México. 100:33-43.
- Aragón, G. A.; Nochebuena-Trujillo, C. D.; Morón, R. M. A. y López-Olguín, J. F. 2008. Use of fluorescent light traps for management of white grub (Coleoptera: Melolonthidae) in maize (*Zea mays* L.). *Agrociencia*. 42:217-223.
- Aragón, G. A.; López-Olguín, J. F. y Tapia, R. A. M. 1999. Estimación de pérdidas y generación de tecnología autóctona para combatir plagas de amaranto en la región de Tehuacán, Puebla. Segundo Foro de Evaluación del Sistema de Investigación Ignacio Zaragoza. Area de Desarrollo Industrial. 10 p.

- Aragón, G. A.; Morón, R. M. A.; López-Olguín, J. F. y Cervantes, P. L. M. 2005. Ciclos de vida y conducta de adultos de cinco especies de *Phyllophaga* Harris, 1827 (Coleoptera: Melolonthidae: Melolonthinae). *Acta Zool. Mex.* 21(2):87-99.
- Barrios, D. B.; Alatorre, R. R.; Calyecac, C. H. G. and Bautista, M. N. 2004. Identification and population fluctuation of cabbage pests (Brassica oleracea cv. Capitata) and their natural enemies in Acatzingo, Puebla, México. *Colegio de Postgraduados en Ciencias Agrícolas. Agrociencia.* 38(2):239-348.
- Bautista, M. N.; Vejar, C. G. and Van Tschirnhaus, M. 1997. First record of the amaranth borer fly *Amauromyza abnormalis* (Malloch) (Diptera: Agromyzidae) in Mexico. *Southwestern Entomologist.* 22(4):461-463.
- Bundy, C. S. and McPherson, R. M. 2000. Dynamics and seasonal abundance of stink bugs (Heteroptera: Pentatomidae) in a cotton-soybean ecosystem. *J. Econ. Entomol.* 93:697-706.
- Cardoso, J. T. and Lazzari, S. M. N. (2003). Consumption of *Cinara* sp. (Hemiptera: Aphididae) by *Cycloneda sanguinea* (Linnaeus, 1763) and *Hippodamia convergens* Guérin-Meneville, 1842 (Coleoptera: Coccinellidae). *Rev. Bras. Entomol.* 47(4):559-562.
- Cisneros, V. F. 1995. Control de plagas agrícolas. Segunda edición. Impresión Full Print S. R. L. La Molina, Lima, Perú. 313 p.
- Corrêa, F. B. S. 2005. Susceptibility of soybean stink bugs prior to pod development. *Pesquisa Agropecuaria Brasileira. Brazilia.* 40(11):1067-1072.
- Espitia, R. E. 1990. Situación actual y problemática del cultivo del amaranto en México. *In: Trinidad, S.; Gómez, L. F.; y Suárez, R. G. (comp.). El amaranto Amaranthus spp. su cultivo y aprovechamiento. Colegio de Posgraduados. México.* 101-109 pp.
- Graves, S. D. y Shapiro, A. M. 2003. Exotics as hot plants of the California butterfly fauna. *Biological Conservation.* 110:413-433.
- Harris, D. C. and Fleischer, S. J. 2003. Sequential sampling and biorational chemistries for management of lepidopteran pests of vegetable amaranth in the Caribbean. *J. Econ. Entomol.* 96(3):798-804.
- Jacques, M. M.; Ema, D. and Jacqueline, C. B. 2008. Nutrient utilization by caterpillars of the generalist beet armyworm, *Spodoptera exigua*. *Physiol. Entomol.* 33:51-61.
- Luo, L. Z.; Cao, Y. Z. and Jiang, X. F. 2000. Occurrence characteristics and analysis on trend of *Spodoptera exigua* (Hübner). *Plant Prot.* 26:37-39.
- Martínez, G. J. C.; Bonilla, B. J. J.; Aragón, F. A. y Arellano, H. A. 2004. Amaranto. Cadenas Agroalimentarias: el papel estratégico de la tecnología y su prospectiva en el estado de Puebla. Consejo Estatal de Ciencia y Tecnología de Puebla. Fundación PRODUCE Puebla, A. C. Puebla, Puebla. 137-143 pp.
- Metcalf, C. L. y Flint, W. P. 1984. Insectos destructivos e insectos útiles, sus costumbres y su control. Editorial Continental S. A. de C. V. Distrito Federal, México. 1206 p.
- Moreno, V. M.; Yáñez, M. M. J.; Rojas, M. M. J.; Zavala, M. R. I.; Trinidad-Santos, A. E. y Arellano, V. J. L. 2005. Diversidad de hongos en la semilla de amaranto (*Amaranthus hypochondriacus* L.) y su caracterización molecular. *Rev. Mex. Fitopatol.* 23:111-118.
- Palacios-Torres, R. E.; Romero, N. J.; Étienne, J.; Carrillo, S. J. L.; Valdez, C. J. M.; Bravo, M. H.; Koch, S. D.; López, M. V. y Terán, V. A. P. 2008. Identificación, distribución y plantas hospederas de diez especies de agromyzidae (Insecta: Diptera), en interés agronómico en México. *Acta Zool. Mex.* 24(003):7-32.
- Pérez, P. A. y Domínguez, V. A. 1989. Entomofauna y patógenos de *Tithonia tubaeiformis* (Jac) Cass. y *Amaranthus hybridus* L. En Chapingo, México y Tecatitlán, Jalisco. Resúmenes del XXIV Congreso Nacional de Entomología. Sociedad Mexicana de Entomología. A. C. Morelos. México. 192-193 pp.
- Pérez, T. B. C.; Aragón, G. A.; Bautista, M. N.; Tapia, R. A. M. y López-Olguín, J. F. 2009. Entomofauna asociada al cultivo de jamaica (*Hibiscus sabdariffa* L.) en el municipio de Chiautla de Tapia, Puebla. *Acta Zool. Mex.* 25(2):239-247.
- Salas-Araíza, M. D. y Baradonenko, A. 2006. Insectos asociados al amaranto (Amaranthaceae) en Irapuato, Guanajuato, México. Universidad de Guanajuato. Guanajuato, México. *Acta Universitaria.* 16(001):50-56.
- Setien, G. E. y Velasco, P. A. 1999. Tehuacán horizonte del tiempo. Club Reforma Tehuacán Manantiales. Alternativas y Procesos de Participación Social A. C. Tehuacán, Puebla. 523 p.



- Tapia, R. A. M.; Aragón, G. A.; Huerta, I. M. T. y Rojas, R. 1998. Fluctuación poblacional de insectos asociados con el cultivo de Amaranto *Amaranthus hypochondriacus* L. IX Encuentro regional de investigadores en flora y fauna del centro-sur de la república mexicana. Universidad Autónoma del Estado de Morelos. Cuernavaca, Morelos, México. Resúmenes. 32-33 pp.
- Torres, S. G.; Trinidad, S. A.; Reyna, T. T.; Castillo, J. H.; Bautista, M. N. y De León, G. F. 2004. Barrenación del tallo del amaranto por *H. truncatulus* (Coleoptera: Curculionidae) y *Amauromyza abnormalis* (Diptera: Agromyzidae). Acta Zool. Mex. 20(1):131-140.
- Trinidad, S. A.; Gómez, L. F. y Suárez, R. G. 1990. El amaranto (*Amaranthus* spp.) su cultivo y aprovechamiento. Colegio de Postgraduados en Ciencias Agrícolas. México. 577 p.