



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

LICENCIATURA EN CIENCIAS AMBIENTALES

Centro de Investigaciones en Ecosistemas
Centro de Investigaciones en Geografía Ambiental
Facultad de Ciencias
Facultad de Economía

COMUNIDADES DE ARTRÓPODOS
ASOCIADOS AL CULTIVO DEL MAÍZ EN
PARCELAS ORGÁNICAS Y
CONVENCIONALES EN
ERONGARÍCUARO, MICHOACÁN

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
LICENCIADO EN CIENCIAS AMBIENTALES

P R E S E N T A

ITZEL PONCE GARCÍA

DIRECTORA DE TESIS: DOCTORA, EK DEL VAL DE GORTARI

MORELIA, MICHOACÁN

ENERO, 2012



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

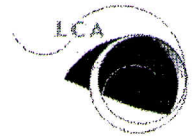
DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
Licenciatura en Ciencias Ambientales



DR. ISIDRO ÁVILA MARTÍNEZ
DIRECTOR GENERAL DE ADMINISTRACIÓN ESCOLAR, UNAM
PRESENTE.

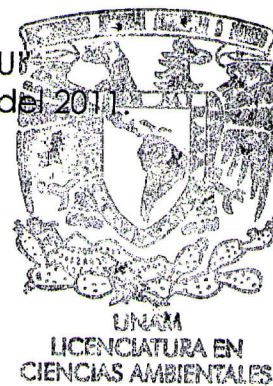
Por medio de la presente me permito informar a usted que en la reunión ordinaria del Comité Académico de la Licenciatura en Ciencias Ambientales, celebrada el día 24 de noviembre del 2011, se acordó poner a su consideración el siguiente jurado para el Examen Profesional de la alumna **ITZEL PONCE GARCÍA** con número de cuenta **303698326** con la tesis titulada: **"Comunidades de Artrópodos asociados al cultivo de maíz en parcelas orgánicas y convencionales en Erongarícuaro, Michoacán."** bajo la dirección del Tutor.- **Dra. Ek del Val de Gortari.**

| | |
|-------------|--------------------------------------|
| Presidente: | Dra. Marta Astier Calderón |
| Vocal: | Dr. Erick de la Barrera Montppellier |
| Secretario: | Dra. Ek del Val de Gortari |
| Suplente: | Dr. John Larsen |
| Suplente: | M. en C. Tamara Ortiz Ávila |

Sin otro particular, quedo de usted.

ATENTAMENTE
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"
Morelia, Michoacán a, 16 de diciembre del 2011.

DRA. EK DEL VAL DE GORTARI
COORDINADORA



CAMPUS MORELIA

Apartado Postal 27-3 (Sta. Ma. de Guído), 58090, Morelia,
Michoacán Antigua Carretera a Pátzcuaro No. 8701, col. Ex-
hacienda de San José de la Huerta 58190, Morelia,
Michoacán, México Tel. (443)322.38.03 y (55) 5623.2803,
fax. (443)322.27.19 y (55)5623.2719 www.oikos.unam.mx



AGRADECIMIENTOS

Primero que nada quiero agradecer a todas las personas que han estado conmigo y que siempre han creído en mí. Gracias a mis padres por todo su apoyo y sobre todo por la gran paciencia que me han tenido.

Quiero agradecer a toda mi familia que se preocupa por mí y me apoya, a todos mis amigos por apoyarme siempre, a mis amigas queridas que han estado conmigo casi toda mi vida, a mis amigos de Morelia que son como otra familia.

También quiero agradecer a todos aquellos que me ayudaron en la elaboración de esta tesis, a mi asesora Ek del Val, a mi jurado Marta Astier, Erick de la Barrera, John Larsen y Tamara Ortiz por sus opiniones y aportaciones a la tesis.

Muchas gracias a los que me ayudaron en campo: Cesar Manrique, Susana Raygadas, Giovanni Russildi, Miguel Ángel García, Ulises Torres, Azucena Rubín, Andrés Basantes, Hugo Ramírez y Rodrigo Orozco, fueron una gran ayuda.

También agradezco a las personas de Erongarícuaro, a Don Federico, Don Agapito, Don Ignacio y a Vincent por permitirme trabajar en sus parcelas.

Por último, pero también muy importante, quiero agradecer al proyecto Semarnat-Conacyt-2008-C01-107918

ÍNDICE

| | |
|---|----|
| 1. Resumen | 1 |
| 2. Summary | 3 |
| 3. Introducción | 5 |
| 3.1 Agricultura Alternativa | 6 |
| 3.2 Agricultura Orgánica | 6 |
| 3.3 Control Biológico | 8 |
| 3.3.1 Artrópodos | 8 |
| 3.3.2 Plagas | 9 |
| 3.3.3 Depredadores | 13 |
| 3.3.4 Parasitoides | 13 |
| 4. Objetivos | 15 |
| 4.1 Objetivo General | 15 |
| 4.2 Objetivos Particulares | 15 |
| 5. Hipótesis | 15 |
| 6. Metodología | 16 |
| 6.1. Sitio de Estudio | 16 |
| 6.2. Sistema de cultivo | 17 |
| 6.3. Muestreo | 17 |
| 6.3.1. Artrópodos | 17 |
| 6.3.2. Herbivoría y desempeño de las plantas | 18 |
| 6.3.3. Suelo | 19 |
| 6.3.4. Análisis estadísticos | 19 |
| 7. Resultados | 20 |
| 7.1. Caracterización de las parcelas | 20 |
| 7.2. Comunidad de Artrópodos | 23 |
| 7.3. Herbivoría y desempeño de las plantas | 30 |
| 7.4. Suelo | 33 |
| 8. Discusión | 35 |
| 8.1. Comunidad de Artrópodos | 35 |
| 8.2. Herbivoría, Crecimiento y Desempeño de las plantas | 36 |

| | |
|---------------------------------|----|
| 9. Implicaciones para el manejo | 37 |
| 10. Conclusiones | 38 |
| 11. Bibliografía | 40 |
| 12. Anexo | 42 |

RESUMEN

Con la llegada de la Revolución Verde el sector agrícola, principalmente el comercial de gran escala, se vio beneficiado con los insumos tecnológicos (maquinaria, pesticidas, fertilizantes, semillas). No obstante, esto dio como resultado suelos compactados y erosionados, pérdida de la fertilidad natural, monocultivos intensivos y extensivos, proliferación de malezas, plagas y enfermedades. En la actualidad la agricultura, sobre todo la de pequeña escala, ya no es una práctica tan redituable como antes de la degradación de los suelos y la expansión de monocultivos; los costos de los insumos sintéticos aumentan y el rendimiento de los cultivos no es suficiente para sustentar a las familias agricultoras, esto ha dado paso a búsquedas de alternativas con bajos costos económicos y ambientales.

La agricultura orgánica permite la regeneración del ambiente, reduciendo o evitando el uso de insumos sintéticos. Agricultores en México están cambiando su sistema de cultivo convencional por el cultivo orgánico. Sin embargo existe la preocupación de que aumente la incidencia de plagas y disminuya la producción en los cultivos.

En el caso del cultivo de maíz en nuestro país existe poca información sobre su desempeño bajo cultivo orgánico, por ello se realizó un estudio enfocado a conocer la abundancia de artrópodos asociados al cultivo de maíz en dos sistemas de siembra, orgánico y convencional, en el municipio de Erongarícuaro, Michoacán, utilizando tres parcelas de cada sistema de siembra entre julio y noviembre de 2009. Se caracterizó la historia de las parcelas por medio de encuestas y en cada parcela se colocaron nueve trampas de caída por cinco días consecutivos al mes. Los artrópodos fueron identificados a nivel de Orden en el laboratorio y posteriormente se separaron por gremios. También se marcaron 30 plantas de maíz en cada parcela, se les tomaron medidas de crecimiento (altura, número de hojas y diámetro basal) y se cuantificó la herbivoría en cada planta y se tomaron muestras de suelo para medir fertilidad.

La caracterización de las parcelas permitió conocer las técnicas utilizadas y, en la mayoría de ellas, las prácticas usadas fueron diferentes, aún en las parcelas del mismo

sistema de cultivo. El desarrollo y desempeño de las plantas no presentaron diferencias significativas entre los sistemas de siembra (número de hojas, diámetro, altura, peso de granos; $P > 0.05$). Así mismo, se observó que los niveles de herbivoría fueron semejantes entre sistemas (30%) y la abundancia total de artrópodos no difirió entre sistemas. La abundancia de los diferentes gremios no difirió con la excepción de los depredadores que tuvieron mayor abundancia en el sistema orgánico.

Las técnicas utilizadas en las parcelas orgánicas proveen mayor materia orgánica al suelo en comparación con las parcelas convencionales. La materia orgánica permite la incorporación de nutrientes al suelo, también proporcionan alimento para algunos insectos, evitando que dañen demasiado a las plantas.

Con estos resultados obtenidos, se puede decir que, para el caso de Erongarícuaro, es más rentable la práctica de la agricultura orgánica, ya que el uso de químicos (fertilizantes, herbicidas e insecticidas) aunado a la contratación de jornaleros es un gasto fuerte, sobre todo porque el producto de los cultivos está destinado para el autoconsumo y no hay remuneración económica de la inversión hecha en el cultivo. Además que el gasto en productos químicos no reflejó una mayor disminución en la abundancia de plagas o en el aumento en el rendimiento del cultivo a comparación del cultivo orgánico.

SUMMARY

With the advent of Green Revolution agriculture, mainly the large-scale commercial, was benefited by technological inputs (machinery, pesticides, fertilizers, seeds). However, this resulted in compacted soil erosion, loss of natural fertility, intensive and extensive monoculture, synthetic input costs increase and crop yields is not enough to sustain farming families, this has given way to search for alternatives with low economic and environmental costs.

Organic farming allows the regeneration of the environment, reducing or avoiding the use of synthetic inputs. Farmers in Mexico are changing the conventional agriculture system for organic farming. However, there is concern about the increase incidence of pests and a reduction crop production.

In the case of maize, in our country there is little information on their performance under organic agriculture, therefore, this study aimed at knowing the abundance of arthropods associated with the cultivation of corn in two agriculture systems, organic and conventional, in Erongaricuaró, Michoacán, using three plots of each agriculture system between July and November 2009. The history of the plots was characterized by a survey and in each plot were planted nine pitfall traps for five consecutive days per month. The arthropods were identified to order in the laboratory and then were separated by guilds. Also 30 corn plants were marked in each plot, measures were taken of growth (height, leaf number and basal diameter) and herbivory was quantified on each plant and soil samples were taken to measure fertility.

The characterization of the plots allowed to know the techniques used and, most of them, the practices used were different, even in the plots of the same agriculture system. The development and performance of the plants is not differ significantly between agriculture systems (number of leaves, basal diameter, height, grain weight, $P>0.05$). Likewise, it was observed that the levels of herbivory were similar between systems (30%) and total abundance of arthropods did not differ between systems. The abundance of

different guilds did not differ except for predators that were more abundant in the organic system.

The techniques used in the organic plots provide more organic matter to soil compared to conventional plots. Organic matter allows the addition of nutrients to the soil; they also provide food for insects, preventing too much damage to plants.

With these results, we can say that, in the case of Erongaricuaro is more cost effective practice the organic agriculture, as the use of chemicals (fertilizers, herbicides and insecticides) coupled with the hiring of day laborers is a strong spending, mainly because the crop product is intended for consumption and there is no financial remuneration of the investment made in the crop. A spending in chemicals showed no further decrease in the abundance of pests or increasing crop yield in comparison to organic farming.

INTRODUCCIÓN

La agricultura tuvo un desarrollo conforme al progreso humano, basado en su avance científico tecnológico y bajo la presión causada por el aumento de la población. El hombre, al desarrollar otras tareas y generar otros conocimientos, enriqueció las prácticas y procedimientos agrícolas. Este es el caso del avance tecnológico durante la Segunda Guerra Mundial (de la Isla, 2009).

Después de la Segunda Guerra Mundial, la modernización de la agricultura fue la respuesta de la Revolución Científica Técnica en los países desarrollados al crecimiento demográfico en los países de Tercer Mundo. Estos países fueron convertidos bajo el modelo de la Revolución Verde, primero en proveedores de alimentos y materias primas para los países industriales, luego en consumidores de insumos tecnológicos (maquinaria, pesticidas, semillas). La Revolución Verde dejó a su paso por las zonas agrícolas de los países dependientes: suelos compactados y erosionados, pérdida de la fertilidad natural, desequilibrio ecológico (que facilita la proliferación de malezas, plagas y enfermedades), contaminación, sistemas de monocultivo (Queitsch et al. 2005).

La totalidad de las revoluciones tecnológicas favorecieron más al sector agrícola comercial de gran escala y no a la gran masa de campesinos de la región. La artificialización de los ecosistemas se asocia al agotamiento de algunos recursos, a la reducción de la fertilidad del suelo, la erosión, la contaminación de aguas, la pérdida de recursos genéticos. Estas son manifestaciones claras de las externalidades de la agricultura. A demás de implicar costos ambientales, estas externalidades, también implican costos económicos (Altieri y Nicholls, 2000).

Hoy en día existe una preocupación por el empobrecimiento (económico y ambiental) en la agricultura, la degradación del ambiente, el aumento de la población y una baja producción de alimentos. Esta preocupación ha dado paso a la búsqueda de alternativas y a la transformación del desarrollo agrícola para lograr que sea una actividad sustentable y

con una producción de alimentos estable, de estas ideas surgen nuevas estrategias como la agricultura alternativa.

Agricultura Alternativa

La agricultura alternativa es el enfoque de la agricultura que intenta proporcionar un medio ambiente balanceado, rendimiento y fertilidad del suelo sostenidos y un control natural de plagas, mediante el diseño de agroecosistemas diversificados y el empleo de tecnologías auto-sostenidas. Algunas de las características de la agricultura alternativa desarrollada por los agricultores son: la mayor diversidad de cultivos, el uso de rotación con leguminosas, la integración de la producción animal y vegetal, el reciclaje y uso de residuos de cosecha y estiércol, y el uso reducido de productos químicos sintéticos (Altieri y Nicholls, 2000). Dentro de la agricultura alternativa existen diversas estrategias que pueden compartir las mismas características, como las mencionadas anteriormente. Una de las estrategias más practicadas es la agricultura orgánica.

Los consumidores son quienes sienten los efectos negativos en la salud, en el deterioro de la naturaleza y del paisaje. Por lo tanto, la demanda de alimentos y materias primas sin residuos químicos y de mejor calidad nutritiva, es un aspecto importante para el desarrollo de la agricultura orgánica (Queitsch et al. 2005).

Agricultura orgánica

La agricultura orgánica se define como un sistema de producción que utiliza insumos naturales a través de prácticas especiales, como composta, abonos verdes, control biológico, repelentes naturales a base de plantas, asociación y rotación de cultivos, y excluye insumos de síntesis química, transgénicos, aguas negras y radiación en los alimentos. Esta forma de producción, además de contemplar el aspecto ecológico incluye en su práctica el mejoramiento de las condiciones de vida de sus practicantes, de tal forma que aspira a una sostenibilidad integral (económica, social y ecológica) del sistema de producción (Gómez et al. 2003).

Los sistemas de agricultura orgánica pueden variar considerablemente de unos a otros porque cada agricultor adapta sus prácticas para satisfacer las necesidades específicas del medio ambiente y económico (Altieri, 1995).

La agricultura orgánica en México ha cobrado importancia durante los últimos años, debido a la necesidad de aplicar alternativas tecnológicas que favorezcan la rentabilidad y la sostenibilidad de los sistemas de producción agrícola (Bolaños et al. 2001). En México hay 262 zonas de producción orgánica ubicada en 28 estados de la república, entre los cuales se destacan Chiapas, Oaxaca, Michoacán, Chihuahua y Guerrero. El café, que representa el 66%, es el producto orgánico más importante; le sigue el maíz que ocupa el segundo lugar, con respecto a la superficie orgánica cultivada en México, con el 4.5% de la superficie (4 670 ha) y una producción de 7800 toneladas (Gómez et al. 2003).

Una de las prácticas utilizadas en la agricultura orgánica es la labranza de conservación, que implica realizar la siembra sobre una superficie del suelo cubierta con residuos del cultivo anterior (rastrajo), se mantiene por lo menos un 30% de la superficie del suelo cubierta, con lo cual se conserva la humedad y se reduce la pérdida de suelo causada por la lluvia y el viento en suelos agrícolas con riesgo de erosión. Con esta práctica se incrementa la capacidad productiva del suelo, se aumentan los rendimientos y se reducen los costos de producción (sagarpa.gob). Bolaños et al. (2001), señalan que la amplia adopción a nivel mundial de la labranza de conservación se debe entre otras cosas: a la disminución de la erosión, la conservación de la humedad de los suelos y los menores costos económicos, en comparación con la labranza convencional.

Por otro lado, la agricultura orgánica es frecuentemente señalada como un sistema que conlleva mayor potencial de daños causados por insectos y enfermedades, así como problemas de emergencia de plántulas (Bolaños et al. 2001) y bajos rendimientos de producción (Altieri, 1995) debido a que se suprime el uso de pesticidas convencionales y de fertilizantes sintéticos. Sin embargo existe poca evidencia empírica que sustente estas afirmaciones.

Contrario a lo anterior, Morón y Rodríguez-del-Bosque (2010) mencionan que el desarrollo de las plagas de insectos fue al parejo con la implementación de monocultivos extensivos, ya sea de tipo alimentario como el maíz, o industrial como el algodón. En ambos casos abundan los ejemplos de carreras interminables entre el crecimiento y la persistencia de las plagas y los medios para tratar de controlarlas. Se pasó de la época del control químico a la época verde del control biológico en una forma gradual, incorporando distintos recursos al control de plagas para no perturbar más el ambiente y conservar la riqueza de los suelos.

Control Biológico de Plagas

El control biológico es la regulación de la población de una plaga mediante enemigos naturales (depredadores, parasitoides o patógenos). Los depredadores, parasitoides y patógenos actúan como agentes de control natural que pueden determinar la regulación de poblaciones de herbívoros en un agroecosistema particular (Altieri y Nicholls, 2000).

El control biológico se considera natural, cuando se refiere a la acción de los enemigos biológicos sin la intervención del hombre, y se le denomina artificial cuando esta acción es afectada o manipulada, de alguna manera, por el hombre. En todos los campos agrícolas existe cierto grado de control biológico natural, pero con frecuencia el agricultor no está consciente de la gran importancia de los enemigos biológicos en la contención de las plagas (avocadosource.com).

Artrópodos

Los artrópodos (*arthron* = articulación; *podus* = pie o pata) son animales invertebrados que tienen patas articuladas o segmentadas (Davidson, 1992). Una sección importante de los artrópodos son los insectos y estos son los animales más abundantes y diversos en la Tierra. Los grupos de insectos útiles son los más numerosos, ya que menos del 1% de todas las especies de insectos se consideran dañinas para el hombre. Aunque muchas especies son herbívoras, muy pocas se convierten en plaga. Sin embargo, este grupo nocivo puede llegar

a causar pérdidas en promedio equivalentes a un 5 a 15% de la producción (Davidson, 1992).

Herbívoros plaga

Una plaga se define como el incremento poblacional de un organismo (insecto, otros animales o patógenos) que afecta valores ecológicos, económicos o sociales asociados a los ecosistemas naturales y antropogénicos (Baldini y Pancel, 2002; Clavijo y Pérez, 2002). En el caso de las plagas que afectan a los vegetales, los organismos atacan durante todo el ciclo de las plantas, afectando raíces, tallos, hojas, flores, frutos y semillas, provocando daños parciales o totales (Reyes et al. 2002).

Las plagas del maíz también son muy diversas y se pueden encontrar dentro de los órdenes de insectos *Coleóptera*, *Diptera*, *Hemiptera*, *Lepidoptera*, *Hymenoptera*, *Actiniedidae*, *Orthoptera* y *Thysanoptera*. En el Cuadro 1 se pueden observar las principales plagas que afectan al maíz, el orden al que pertenece cada una y el órgano de la planta que ataca.

Cuadro 1. Plagas que afectan al maíz de México, recopilado de Deloya y Valenzuela, 1999.

| Orden | Familia | Especie | Nombre Común | Órgano afectado |
|--------------|----------------|--------------------------------------|--------------------------------------|------------------------|
| Homoptera | Aphididae | <i>Hysteroneura setariae</i> | pulgón del capulín y gramíneas | Hojas |
| | | <i>Macrosiphum euphorbiae</i> | pulgón de la papa | Hojas |
| | | <i>Metopolophium dirhodum</i> | pulgón amarillo del follaje de trigo | Hojas |
| | | <i>Myzus persicae</i> | pulgón verde del chile y durazno | Hojas |
| | | <i>Rhopalosiphum maidis</i> | pulgón del cogollo | Hojas |
| | | <i>Rhopalosiphum padi</i> | pulgón negro del follaje | Hojas |
| | | <i>Rhopalosiphum rufiabdominalis</i> | pulgón de la raíz del trigo | Raíz |
| | | <i>Schizaphis graminum</i> | pulgón verde del trigo | Hojas |
| | | <i>Sipha flava</i> | pulgón amarillo de la caña de azúcar | Hojas |
| | | <i>Sitobion avenae</i> | pulgón de la espiga | Hojas, espiga |
| Thysanoptera | Triptidae | <i>Anaphothrips obscurus</i> | | Follaje |
| | | <i>Frankliniella bruneri</i> | | Follaje |
| | | <i>Frankliniella occidentalis</i> | | Follaje |
| | | <i>Frankliniella williamsi</i> | | Follaje |
| | | <i>Thrips tabacci</i> | trips del tabaco o de la cebolla | Follaje |
| Coleoptera | Scarabaeidae | <i>Anomala cincta</i> | gallina ciega | Raíz |
| | | <i>Anomala donovani</i> | gallina ciega | Raíz |
| | | <i>Anomala inconstans</i> | gallina ciega | Raíz |
| | | <i>Anomala undulata</i> | mayate | Flores |
| | | <i>Cotinis mutabilis</i> | mayate verde de junio | Flores, tallo |
| | | <i>Cyclocephala comate</i> | mayate | Flores |
| | | <i>Cyclocephala lurida coahuilae</i> | gallina ciega | Raíz |
| | | <i>Cyclocephala lunulata</i> | gallina ciega | Raíz |

| Orden | Familia | Especie | Nombre Común | Órgano afectado |
|------------|--------------|---------------------------------|-----------------------------------|---------------------|
| Coleoptera | Scarabaeidae | <i>Diplotaxis aenea</i> | mayate pequeño | Hojas, flores |
| | | <i>Diplotaxis atramentaria</i> | mayate pequeño | Hojas |
| | | <i>Diplotaxis consentanea</i> | mayate pequeño, gallina ciega | Hojas, flores, raíz |
| | | <i>Diplotaxis corrosa</i> | mayate pequeño | Hojas, flores |
| | | <i>Diplotaxis cribriceps</i> | mayate pequeño, gallina ciega | Hojas, flore, raíz |
| | | <i>Diplotaxis hallei</i> | mayate pequeño | Hojas, flores |
| | | <i>Eutheola humilis</i> | mayatito del nudo vital | Base del tallo |
| | | <i>Euphoria basalis</i> | mayate de la flor de calabaza | Flores |
| | | <i>Macrodactylus dimidiatus</i> | frailecillo | Flores |
| | | <i>Macrodactylus infuscatus</i> | frailecillo | Flores, hojas |
| | | <i>Macrodactylus murinus</i> | frailecillo | Flores, hojas |
| | | <i>Macrodactylus fulvescens</i> | frailecillo | Flores, hojas |
| | | <i>Macrodactylus maxicanus</i> | frailecillo | Flores, hojas |
| | | <i>Macrodactylus nigripes</i> | frailecillo | Flores, hojas |
| | | <i>Macrodactylus virens</i> | frailecillo de la espiga del maíz | Flores, hojas |
| | | <i>Phyllophaga blanchardi</i> | gallina ciega | Raíz |
| | | <i>Phyllophaga brevidens</i> | gallina ciega | Raíz |
| | | <i>Phyllophaga cavata</i> | gallina ciega | Raíz |
| | | <i>Phyllophaga crinite</i> | gallina ciega | Raíz |
| | | <i>Phyllophaga dentex</i> | gallina ciega | Raíz |
| | | <i>Phyllophaga fulviventris</i> | gallina ciega | Raíz |
| | | <i>Phyllophaga integra</i> | gallina ciega | Raíz |
| | | <i>Phyllophaga lalanza</i> | gallina ciega | Raíz |
| | | <i>Phyllophaga lenis</i> | gallina ciega | Raíz |
| | | <i>Strigoderma sulcipennis</i> | mayate | Flores, hojas |

| Orden | Familia | Especie | Nombre Común | Órgano afectado |
|----------------------------|----------------|---------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------|
| Diptera | Otitidae | <i>Eumecosomyia nubile</i> | mosca del maíz | Larvas en mazorcas tiernas |
| Lepidoptera | Arctiidae | <i>Estigmene acreal</i> | gusano peludo del algodón | Flores, hojas |
| | Gelechiidae | <i>Sitotroga cerealella</i> | palomilla dorada del maíz | Granos |
| | Noctuidae | <i>Agrotis subterranea</i> | gusano trozador subterráneo | Hojas |
| | | <i>Helicoverpa zea</i> | gusano elotero | Frutos |
| | | <i>Mocis latipes</i> | falso medidor del maíz | Hojas |
| | | <i>Peridroma saucia</i> | gusano cortador veteadado | Hojas |
| | | <i>Pseudaletia unipuncta</i> | | Hojas |
| | | <i>Spodoptera exigua</i> | gusano soldado del algodouero | Hojas |
| | | <i>Spodoptera frugiperda</i> | gusano cogollero del maíz | Hojas |
| | | <i>Spodoptera ornithogalli</i> | gusano soldado de franjas amarillas | Hojas |
| | Pyralidae | <i>Diatrea crambidoides</i> | barrenador del maíz | Tallo |
| | | <i>Diatrea lineolata</i> | barrenador neotropical del maíz | Tallo |
| | Sphingidae | <i>Hyles lineata</i> | gusano de cuerno del maíz | Hojas |
| | Hymenoptera | Formicidae | <i>Atta mexicana</i> | hormiga arriera, hormiga agricultora |
| <i>Atta cephalotes</i> | | | hormiga arriera | Hojas |
| <i>Iridomyrmex humilis</i> | | | hormiga argentina | Hojas |
| Actinedidae | Acaridae | <i>Caloglyphus berlesei</i> | ácaros | Cuello |
| | | <i>Caloglyphus mycophagus</i> | ácaros | Cuello, raíz |
| | | <i>Tyrophagus putrescentiae</i> | ácaros | Raíz, follaje, granos almacenados |
| | Tetranychidae | <i>Eotetranychus lewisi</i> | araña roja | Hojas |
| | | <i>Oligonychus mexicanus</i> | araña roja | Hojas |
| | | <i>Oligonychus stickneyi</i> | araña roja | Hojas |
| | Tydeidae | <i>Pronematus spp.</i> | ácaro | Hojas |

Depredadores

Los depredadores se definen como el animal que captura y devora animales (presas) generalmente más pequeños o desvalidos, matándolos inmediatamente después de su captura (Davidson, 1992). Los insectos son los depredadores invertebrados más importantes siguiéndoles en importancia los ácaros y las arañas (avocadosource.com).

Los depredadores se alimentan de insectos plaga como larvas de mariposa (Lepidoptera) y escarabajo (Coleóptera) que atacan cultivos (Nicholls, 2011). Los insectos depredadores se presentan en muchos órdenes, principalmente *Coleóptera*, *Odonata*, *Neuroptera*, *Hymenoptera*, *Diptera* y *Hemiptera*. Los insectos depredadores se alimentan de todos los estados de la presa: huevos, larvas (o ninfas), pupas y adultos. Los depredadores tienen dos tipos de hábitos alimenticios, los masticadores, los cuales simplemente mastican y devoran sus presas, y aquellos con aparatos bucales succionadores que chupan los jugos de sus presas. El tipo de depredadores que se alimenta por medio de la succión generalmente inyecta una sustancia tóxica que rápidamente inmoviliza a la presa (Altieri y Nicholls, 2000).

Entre los depredadores más ignorados y menos entendidos se encuentran las arañas del orden Araneae, las cuales pueden tener un tremendo efecto estabilizador en las poblaciones de sus presas. Una comunidad diversa de arañas puede mantener el control sobre una población de presas asociadas sin llegar a extinguir la. De esta manera, las arañas funcionan como reguladores que limitan el crecimiento exponencial inicial de una población específica de presas (Altieri y Nicholls, 2000).

Parasitoides

Los insectos parasitoides también son enemigos naturales de los insectos que son plaga, son parasíticos en sus estados inmaduros (larva) y llevan una vida libre en su estado adulto. Usualmente consumen todo o casi todo el cuerpo de su huésped y luego pupan, ya sea al interior o al exterior del huésped. El parasitoide adulto emerge de la pupa y comienza así la

próxima generación que busca activamente nuevos huéspedes para poner sus huevos, de ahí el valor de los parasitoides como enemigos naturales (Nicholls, 2011; Altieri y Nicholls, 2000). La mayoría de los parasitoides adultos requieren de alimento suplementario tales como miel, polen o néctar para subsistir (Altieri y Nicholls, 2000).

Los parasitoides se pueden categorizar en ectoparasitoides, los cuales se alimentan externamente de sus huéspedes, y en endoparasitoides, los cuales se alimentan internamente de sus huéspedes. El ciclo de vida de los parasitoides es usualmente corto, algunos lo completan en 10 días y otros tardan hasta cuatro semanas, por lo general son más largos en clima frío. Los principales grupos de parasitoides utilizados en el control biológico de plagas de insectos pertenecen a los órdenes Hymenoptera (la mayoría avispas) y Diptera (Altieri y Nicholls, 2000).

OBJETIVOS

Objetivo general

Comparar la abundancia y riqueza de artrópodos asociados al cultivo del maíz y el efecto de los insectos herbívoros sobre el desempeño de las plantas de maíz en el sistema de siembra orgánico y el sistema de siembra convencional en Erongarícuaro, Michoacán

Objetivos particulares

- ❖ Hacer una caracterización de parcelas orgánicas y parcelas convencionales de siembra de maíz
- ❖ Cuantificar la abundancia de artrópodos en el cultivo del maíz en el sistema orgánico y en el sistema convencional.
- ❖ Cuantificar el daño provocado por herbívoros sobre plantas de maíz y su efecto sobre el desempeño de las plantas en el sistema orgánico y en el sistema convencional de cultivo.
- ❖ Identificar y cuantificar los gremios de artrópodos presentes en el sistema orgánico y en el sistema convencional.
- ❖ Caracterizar el suelo en las parcelas del sistema orgánico y del sistema convencional.

HIPÓTESIS

- En las parcelas donde se emplean técnicas de cultivo convencionales, la abundancia de artrópodos será menor en comparación de las parcelas donde se emplean técnicas orgánicas.
- Habrá diferencias en la abundancia de plagas que ataquen al maíz dependiendo de las técnicas usadas en las parcelas.

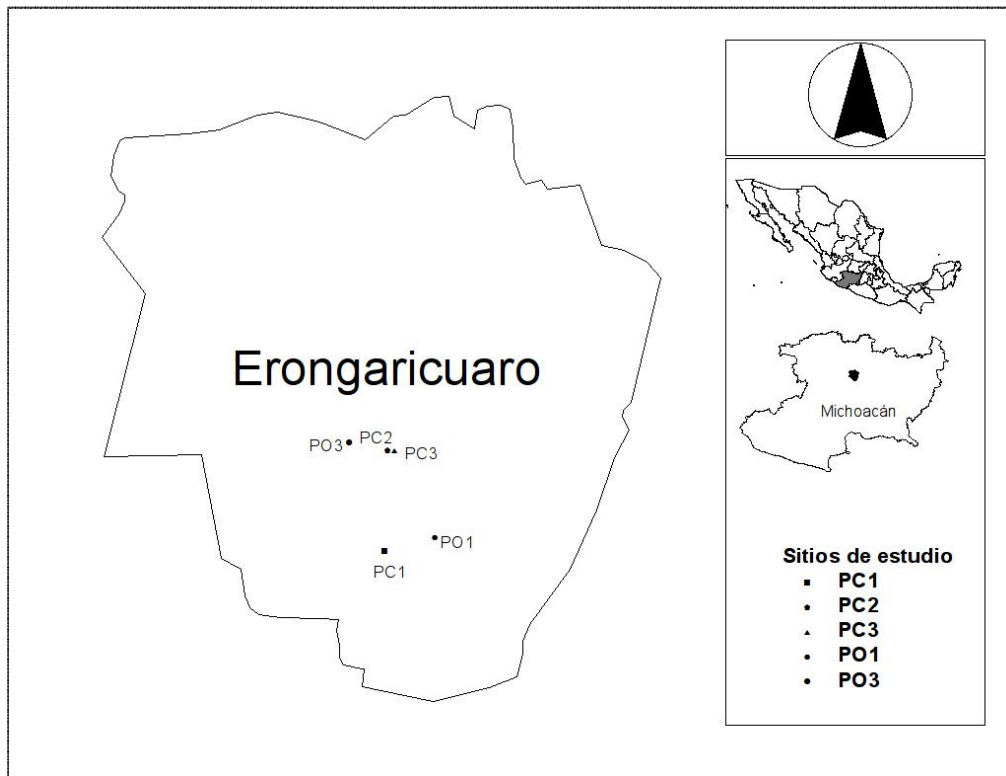
METODOLOGÍA

Sitio de estudio

El estudio se llevó a cabo durante el ciclo agrícola del maíz de julio a noviembre de 2009 en el municipio de Erongarícuaro, Michoacán, situado a los 19°36' de latitud norte y 101°43' de longitud oeste, con una altitud promedio de 2,100 msnm (Figura 1).

Erongarícuaro tiene una superficie de 216 kilómetros cuadrados. Su clima es templado con temperaturas que oscilan entre los 5 y los 26 °C y una precipitación pluvial promedio anual de 1,041 mm.

Figura 1. Mapa de Erongarícuaro, Michoacán, con la ubicación de las parcelas de estudio



Sistemas de cultivo

Para llevar a cabo este trabajo se consideraron dos sistemas de cultivo de maíz de temporal: **1) convencional** donde se utilizan agroquímicos, tanto fertilizantes como insecticidas y herbicidas; y **2) orgánico** donde no se utilizan pesticidas y la fertilización se lleva a cabo con composta. En cada sistema de cultivo se evaluaron tres parcelas que son consideradas como réplicas.

Se localizaron agricultores que tuvieran parcelas con los sistemas de cultivo necesarios para este estudio, y se les asignó un número (uno, dos, tres) y el tipo de sistema de cultivo al que pertenecen, por ejemplo: Parcela orgánica uno, siendo PO1 para las parcelas orgánicas y Parcela convencional uno, siendo PC1 para las parcelas convencionales.

La historia de cada parcela se caracterizó por medio de encuestas (Anexo 1) realizadas a los dueños de las parcelas para conocer la historia de uso de las mismas, particularmente detallando la frecuencia e intensidad de uso de agroquímicos, el tipo de cultivo, la frecuencia de rotación y de descanso de la tierra (Tabla 2).

Muestreo en campo

Artrópodos

En cada parcela se llevó a cabo un muestreo de la diversidad de artrópodos asociados al cultivo del maíz. Para esto, se realizaron colectas una vez al mes durante todo el proceso del cultivo (julio-noviembre, 2009) empleando trampas de caída (en este caso se usaron vasos con un diámetro de 7 cm y una altura de 13 cm). Se enterraron en el suelo y se llenaron a $\frac{1}{4}$ con una mezcla de alcohol etílico al 70% en agua con jabón para disminuir la tensión superficial (Duelli et al. 1999). Encima de los vasos se colocaron techos (platos y tres patas de alambre) que se enterraron dejando un centímetro de espacio entre el suelo y el techo para permitir la entrada de los artrópodos e impedir la entrada de agua de lluvia (Figura 2). En cada parcela se colocaron nueve trampas de caída por 5 días consecutivos al

mes, se ubicaron en el centro de la parcela, en tres hileras con una separación de 10m entre cada trampa.

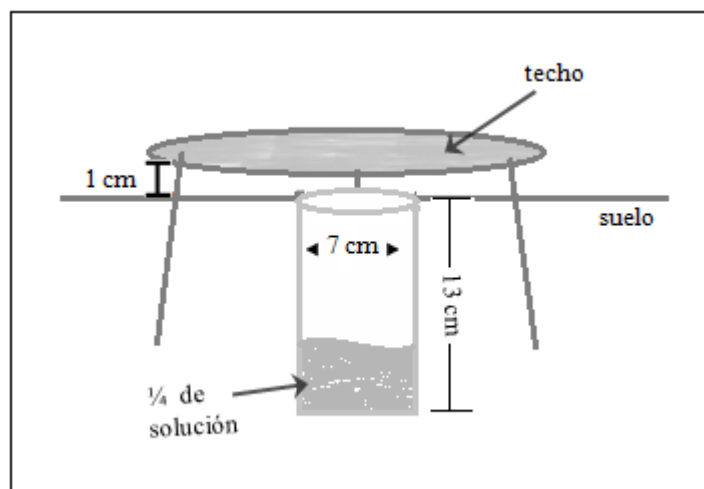


Figura 2. Trampa de caída

Los artrópodos colectados se revisaron en el laboratorio con un microscopio estereoscópico y se identificaron a nivel de Orden con ayuda de claves taxonómicas para artrópodos.

Herbivoría y desempeño de las plantas

En cada parcela se marcaron 30 plantas de maíz al inicio de la temporada y se tomaron medidas de crecimiento (número de hojas, altura y diámetro basal) y se cuantificó la tasa de herbivoría en cada planta una vez por mes. Para medir la tasa de herbivoría se utilizó un acetato transparente con una cuadrícula asignada de 10*10 cm y se contabilizaron el número de puntos que presentaban daño para después calcular el porcentaje de área foliar removida por hoja y por planta en cada fecha de muestreo.

Para evaluar el desarrollo de las plantas al final de la temporada se cosechó una mazorca por planta que fue secada en horno y desgranada para obtener el peso de 100 semillas (g) por cada mazorca, los granos fueron elegidos al azar (Pérez et al, 2007).

Suelo

Para caracterizar el suelo de cada parcela se tomaron muestras al inicio del estudio. Estas muestras se obtuvieron con un barreno a 15 cm de profundidad y se tomaron 16 muestras en forma de zigzag en cada parcela. Con estas 16 muestras se formó una muestra compuesta de suelo, luego se dividió en cuatro y se seleccionó una parte, las tres restantes se volvieron a mezclar y otra vez se dividieron en cuatro, se seleccionó una parte y se volvió a mezclar y así sucesivamente hasta juntar un kilo de toda la muestra (Bautista et al. 2004). Las muestras de suelo de cada parcela se mandaron a analizar al laboratorio de análisis de Suelos del Colegio de Postgraduados para conocer los contenidos de N, P, K, C orgánico, textura y humedad de cada parcela.

Análisis estadísticos

Para los análisis estadísticos se utilizó el programa R (R Core Development 2009). Las diferencias entre la comunidad de artrópodos por sistema de cultivo, fueron analizadas tomando como variables de respuesta la abundancia de artrópodos promedio por parcela y el número de órdenes por parcela y las variables explicativas fueron sistema de cultivo (orgánico vs. convencional), gremio trófico (depredador, herbívoro, detritívoro y otros) y el mes de muestreo, para evitar pseudoréplica temporal los datos se anidaron por mes. El área foliar consumida (herbivoría) se analizó con la variable de respuesta de raíz cuadrada del porcentaje de herbivoría por planta y las variables explicativas fueron sistema de cultivo (orgánico vs. convencional) y el mes de muestreo, también los datos se anidaron por mes. El desempeño de la planta se analizó con las variables explicativas de altura (cm), diámetro basal (cm), número de hojas y peso promedio del grano (g) y las variables de respuesta fueron también sistema de cultivo (orgánica vs. convencional) y el mes de muestreo, anidadas por mes.

RESULTADOS

Caracterización de las parcelas

A la mitad del estudio, por los fuertes vientos y lluvias ocurridas en el año 2009, se perdió la parcela orgánica dos (PO2), por lo que se tuvo que descartar de la caracterización de las parcelas y de la mayoría de los análisis realizados en el estudio.

Los datos obtenidos de las encuestas se dividieron en tres puntos: socio-tecnológico, manejo y económico.

Tabla 1. Caracterización socio-tecnológica de las parcelas

| Parcela | Orgánico | | Convencional | | |
|---------------------------------|---------------------------------|----------------------|---------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|
| | PO1 | PO3 | PC1 | PC2 | PC3 |
| Nombre del agricultor | Agapito Ortiz | Vincent Geerts | Federico Reyes | Iganacio Martínez | Ignacio Martínez |
| Edad | 55 | 47 | 42 | 40 | 40 |
| Tamaño de la parcela | 150 m ² | 7,000 m ² | 2,500 m ² | 15,000 m ² | 10,000 m ² |
| Propiedad de la parcela | Propia | Propia | Renta | A medias/renta | A medias/renta |
| Tenencia | Zona federal | Propiedad privada | Ejido | Ejido | Ejido |
| Proveedor de insumos | Elaboración propia | Elaboración propia | Lo provee el Ayuntamiento | Lo provee SEDRU o el Ayuntamiento | Lo provee SEDRU o el Ayuntamiento |
| Contratación de jornales | si | si | no | si | si |
| Tareas | Siembra, bocashi, quitar maleza | Todas | 0 | Todas | Todas |
| Preparación de suelo | Tractor | Tractor | Tractor | Tractor | Tractor |

Tabla 2. Caracterización del manejo que le dan los agricultores a las parcelas

| Parcela | Orgánico | | Convencional | | |
|---|------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------------|--|--|
| | PO1 | PO3 | PC1 | PC2 | PC3 |
| Clasificación local del suelo | Tierra negra | Rocoso, permeable | Tierra barrosa | Tierra barrosa | Tierra barrosa |
| Tipo de vegetación alrededor | Cultivos de maíz y janamargo | Pasturas, cultivos y cercas vivas | Retama, aceitilla, chayotillo | Retama, vara blanca, aceitilla, chayotillo, grama y cultivos | Retama, vara blanca, aceitilla, chayotillo, grama y cultivos |
| Cultivos sembrados | Maíz criollo y frijol | Maíz amarillo y frijol | Maíz, frijol y calabaza | Maíz | Maíz |
| Tiempo sin uso de químicos | 2 años | 6 años | 0 años | 0 años | 0 años |
| Descanso de tierra | 0 | 1 año | Medio año | 0 | 0 |
| Rotación de cultivos | Medio año | Trienal | 0 | Anual | Anual |
| Insumos principales | Bocashi(*) | Composta(**) | Herbicidas | Biofertilizante, sulfato, urea con sulfato de amonio, foliar | Biofertilizante, sulfato, urea con sulfato de amonio, folia |
| Tiempo de aplicación de fertilizante | Siembra y escarda | Cuando empieza a salir la planta | Cuando empiezan a salir las hierbas | Siembra y 40 días después de la siembra | Siembra y 40 días después de la siembra |
| Plagas potenciales detectadas | Gallina ciega y picudo | Grillos | Gallina ciega, grillos | Grillo, gusano soldado, gallina ciega | Grillo, gusano soldado, gallina ciega |
| Relación clima-plaga | Las lluvias | Pobreza de la tierra | Las lluvias y el suelo pobre | No | No |

(*)Contenido del Bocashi: estiércol de vaca, salvado, piloncillo, polvo de roca, levadura de pan;

(**) Contenido de la composta: cal, estiércol de vaca y polvo de roca

Tabla 3. Caracterización económica

| Parcela | Orgánico | | Convencional | | |
|---|-------------|-------------|--------------|---------|---------|
| | PO1 | PO3 | PC1 | PC2 | PC3 |
| Costo del fertilizante aplicado (\$)/ hectárea | \$50 | \$50 | \$200 | \$3,150 | \$3,150 |
| Cuántas personas contrata Jornales/hectárea | 4 | 2-4 | 0 | 1 | 1 |
| Inversión por mano de obra/hectárea (\$) | \$400 | \$0 | \$0 | \$120 | \$120 |
| Rendimientos (Ton/ha) | 1.5 | 1.5 | 1 | 2 | 2 |
| Cosecha esperada (Ton/ha) | 2.5 | 2 | 1.5 | 2.5 | 2 - 2.5 |
| Destino de la cosecha | Autoconsumo | Autoconsumo | Autoconsumo | Ganado | Ganado |

Las parcelas orgánicas tuvieron de dos a seis años sin el uso de químicos. Además de maíz, se sembraron frijol y/o calabaza. En la parcela orgánica tres (PO3) se deja descansar la tierra de medio año a un año; en las parcelas orgánicas uno y tres (PO1 y PO3) se hace rotación de cultivos, en la parcela orgánica uno (PO1) se hace rotación de cultivos cada medio año y se cultiva janamargo y haba, en la parcela orgánica tres (PO3), la rotación se realiza tres veces al año y se cultiva trigo, avena y centeno. Las técnicas utilizadas en cada parcela para remplazar los químicos son diferentes entre si. En la parcela orgánica uno (PO1) se utiliza bocashi que contiene estiércol de vaca, salvado, piloncillo, polvo de roca y levadura de pan. Se aplica en la siembra y en la escarda. En la parcela orgánica tres (PO3) se utiliza composta, que además de estiércol de vaca contiene cal y polvo de roca y asimismo se aplica cuando emergen las plantas. En ninguna de las parcelas orgánicas se utiliza algún producto para el control de plagas y en para estas parcelas el producto final del cultivo es para el autoconsumo.

En las parcelas convencionales se sembró maíz, pero solamente en la parcela convencional uno (PC1) se agregó al cultivo frijol y calabaza. Igualmente, en esta parcela se deja descansar la tierra medio año y no hay rotación de cultivos. En las otras dos parcelas (PC2 y PC3) no se deja descansar la tierra pero sí hay rotación de cultivos anualmente, se cultiva avena y janamargo. En la parcela convencional uno (PC1) se utiliza herbicida cuando emergen las hierbas y no se utiliza insecticida, el producto del cultivo de esta parcela es para el autoconsumo; en la parcela convencional dos (PC2) se utiliza: biofertilizante que se adquiere en Uruapan y se revuelve con el maíz al sembrar, además se usa fertilizante convencional provisto por SEDRU o por el ayuntamiento, que contiene urea y sulfato de amonio, también se usa foliar, ambos, el fertilizante y el foliar se utilizan en la siembra y 40 días después de la siembra. De igual manera, en la parcela convencional tres (PC3), se utilizan los mismos químicos y es la misma forma de empleo, ambas parcelas utilizan también insecticidas para el control de plagas y el producto del cultivo es destinado al consumo del ganado.

Comunidad de Artrópodos

El muestreo de la comunidad de artrópodos en las parcelas de maíz se llevó a cabo entre Julio y Noviembre de 2009. En total se tomaron 234 muestras y se colectaron 9390 individuos de 20 órdenes: *Actinedidae*, *Araneae*, *Coleóptera*, *Diplura*, *Diptera*, *Entomobryomorpha*, *Hemiptera*, *Hymenoptera*, *Isopoda*, *Lepidoptera*, *Lithobiomorpha*, *Mesostigmata*, *Opiliones*, *Siphonaptera*, *Spirobolida*, *Trichoptera* y *larvas de Diptera*, *Coleoptera* y *Lepidoptera*.

La abundancia de artrópodos en los diferentes órdenes fue similar entre las parcelas orgánicas y las parcelas convencionales: *Actinedidae* ($F_{(1,16)}=1.49$, $P=0.24$), *Araneae* ($F_{(1,16)}=0.58$, $P=0.70$), *Diplura* ($F_{(1,16)}=0.64$, $P=0.67$), *Diptera* ($F_{(1,16)}=1.50$, $P=0.24$), *Entomobryomorpha* ($F_{(1,16)}=0.85$, $P=0.53$), *Hemiptera* ($F_{(1,16)}=0.60$, $P=0.69$), *Hymenoptera* ($F_{(1,16)}=1.15$, $P=0.37$), *Isopoda* ($F_{(1,16)}=0.44$, $P=0.81$), larva *Diptera* ($F_{(1,16)}=0.64$, $P=0.67$), larva *Coleóptera* ($F_{(1,16)}=0.98$, $P=0.45$), larva *Lepidoptera* ($F_{(1,16)}=0.37$, $P=0.86$), *Lepidoptera* ($F_{(1,16)}=0.43$, $P=0.81$), *Lithobiomorpha* ($F_{(1,16)}=1.12$, $P=0.38$), *Mesostigmata*

($F_{(1,16)}=1.92$, $P=0.14$), Opiliones ($F_{(1,16)}=0.25$, $P=0.93$), Orthoptera ($F_{(1,16)}=1.89$, $P=0.15$), Siphonaptera ($F_{(1,16)}=1.18$, $P=0.35$), Trichoptera ($F_{(1,16)}=0.64$, $P=0.67$), con la excepción del orden Coleóptera ($F_{(1,16)}=3.31$, $P=0.03$) que tuvo mayor abundancia en las parcelas orgánicas (Fig. 3).

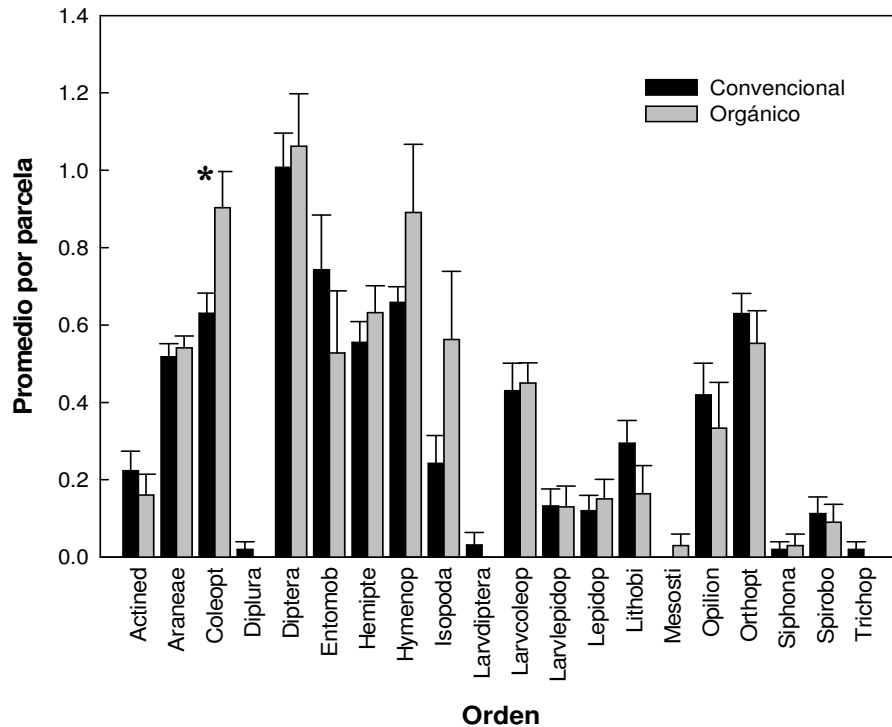
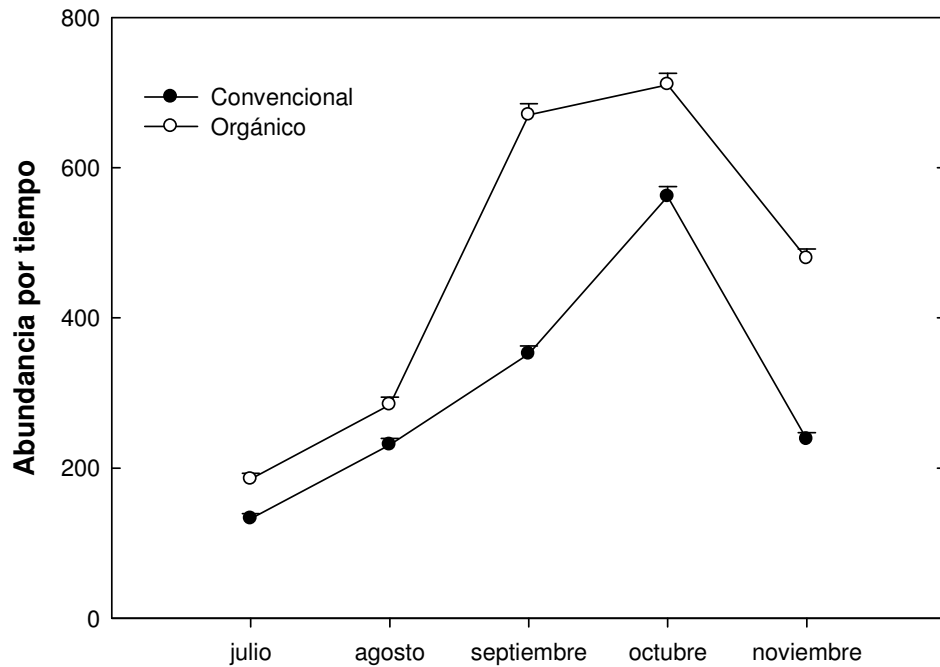


Figura 3. Abundancia total de artrópodos (promedio de las parcelas \pm EE) por Orden taxonómico en parcelas orgánicas y convencionales.

En la Figura 4 se puede apreciar la abundancia de artrópodos presente en ambos sistemas de cultivo (convencional y orgánico) durante el tiempo en el que se realizó este estudio. En general hubo mayor abundancia de artrópodos en el mes de octubre, tanto para las parcelas orgánicas como para las parcelas convencionales, aunque la abundancia de artrópodos fue mayor en las parcelas orgánicas ($F_{(1,18)}=5.95$, $P=0.02$) durante el tiempo de cultivo, sobre todo en los meses de septiembre, octubre y noviembre.

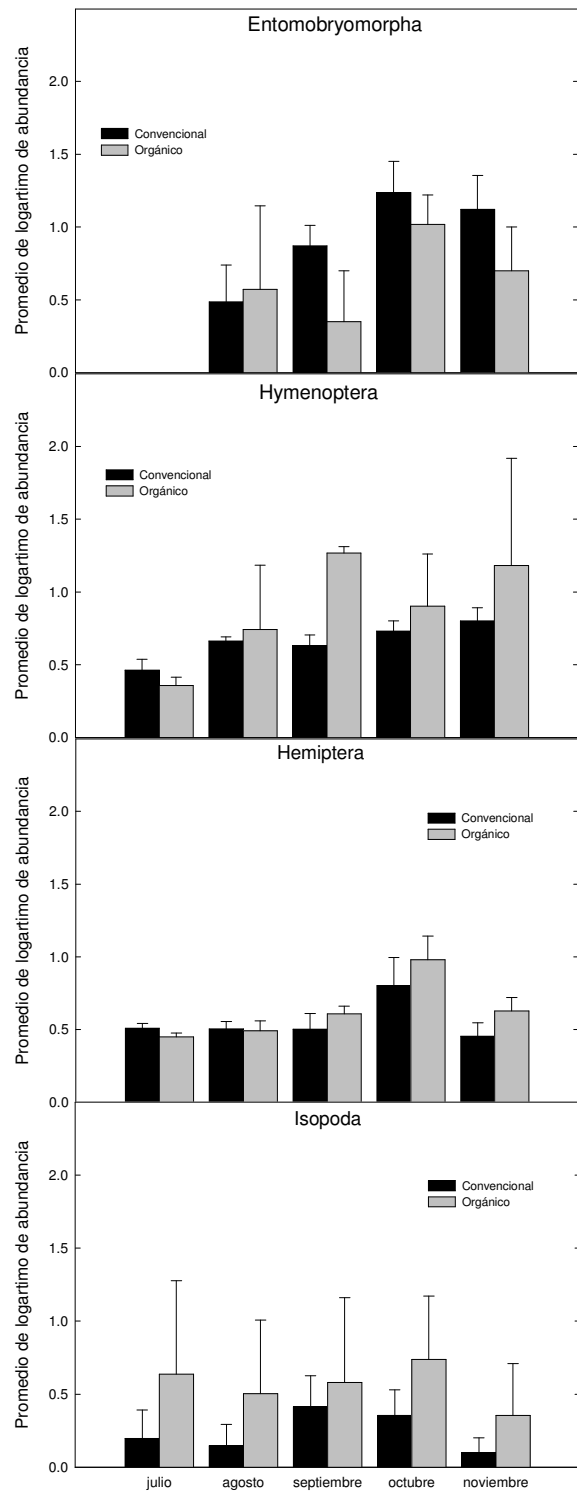
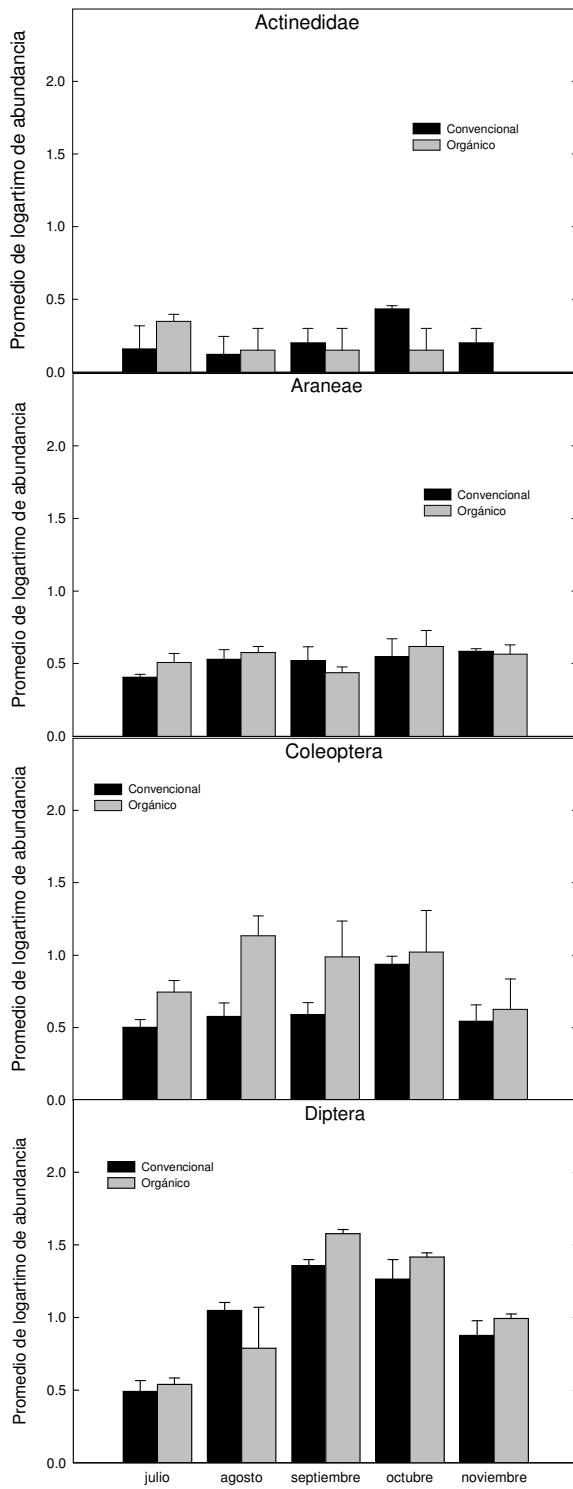


Figuras 4. Abundancia de artrópodos (promedio de las parcelas \pm EE) durante la temporada de cultivo del sistema orgánico y el convencional en el año 2009

Si bien, para la abundancia de artrópodos octubre fue el mes donde se encontró una mayor abundancia, no todos los órdenes presentaron pico de abundancia en ese mes (Fig. 5). Para la mayoría de los órdenes no hubo gran cambio en la abundancia durante el tiempo del estudio, aunque los órdenes Coleóptera, Diptera, Entomobryomorpha, Hemiptera, Opiliones, Orthoptera y larvas de Coleóptera, presentaron diferencias significativas (Tabla 4) entre tratamientos (orgánico y convencional) durante todo el estudio o en algún mes de muestreo.

Tabla 4. Abundancia de los órdenes a través del tiempo de estudio, se muestran los valores de F, los grados de libertad (GL) y valores de P. (*) muestra los Órdenes con diferencia significativa entre fechas de muestreo.

| Orden | F | GL | P |
|-------------------|----------|-----------|----------------------|
| Actinedidae | 1.28 | 1,16 | 0.31 |
| Araneae | 0.94 | 1,16 | 0.46 |
| Coleóptera | *3.26 | 1,16 | 0.03 |
| Diplura | 0.96 | 1,16 | 3.31 |
| Diptera | *22.70 | 1,16 | 1.97e ⁻⁰⁶ |
| Entomobryomorpha | *7.56 | 1.16 | 0.001 |
| Hemiptera | *4.54 | 1,16 | 0.01 |
| Hymenoptera | 1.74 | 0.18 | 0.18 |
| Isopoda | 0.36 | 1,16 | 0.82 |
| larva Diptera | 0.96 | 1,16 | 0.45 |
| larva Coleóptera | *3.76 | 1,16 | 0.02 |
| larva Lepidoptera | 1.62 | 1,16 | 0.21 |
| Lepidoptera | 1.06 | 1,16 | 0.40 |
| Lithobiomorpha | 2.00 | 1,16 | 0.14 |
| Mesostigmata | 1.29 | 1,16 | 0.31 |
| Opiliones | *3.23 | 1,16 | 0.04 |
| Orthoptera | *2.35 | 1,16 | 0.09 |
| Siphonaptera | 0.84 | 1,16 | 0.51 |
| Trichoptera | 0.96 | 1,16 | 0.45 |



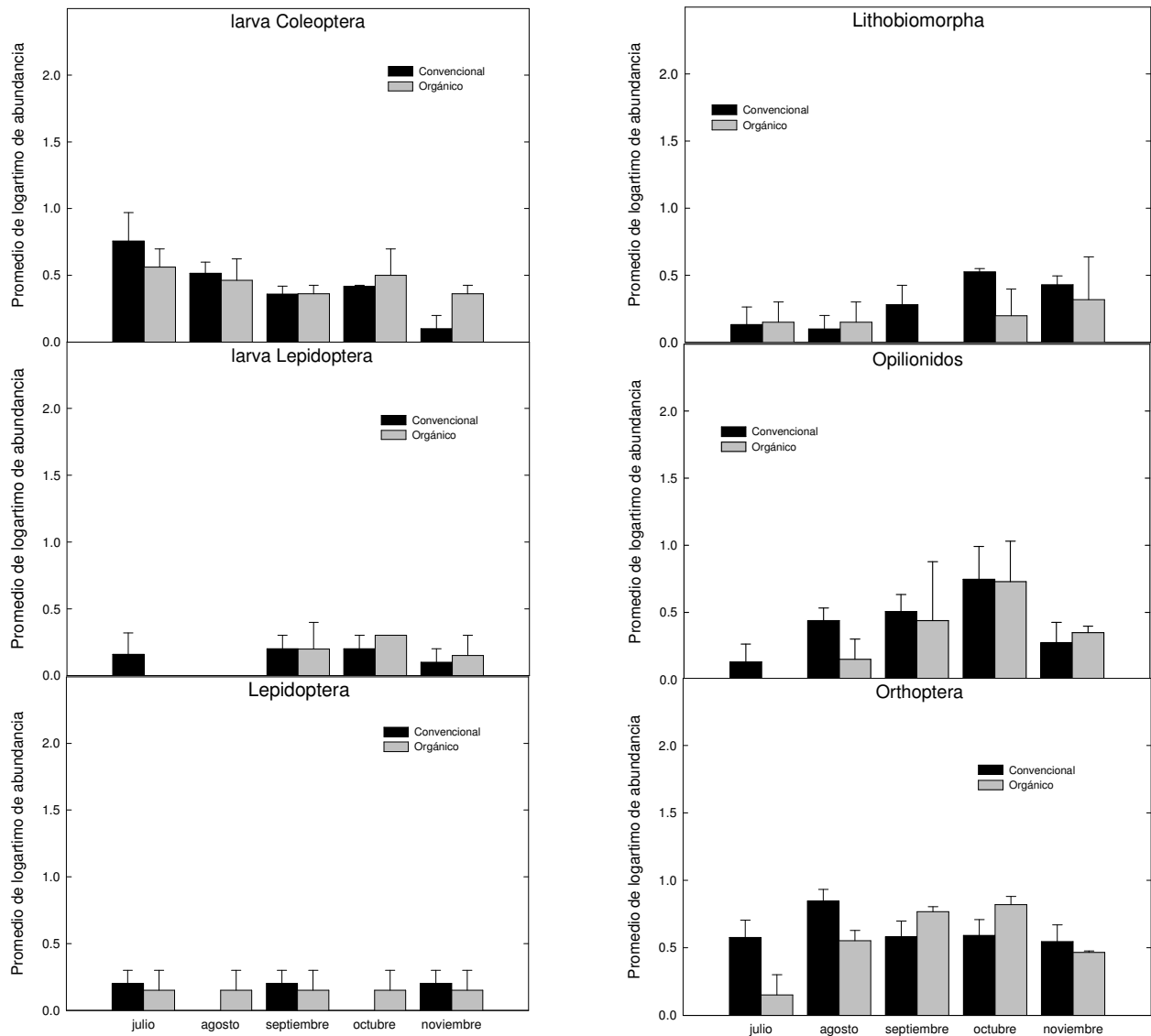


Figura 5. Abundancia de artrópodos por Orden durante el tiempo del estudio (julio-noviembre 2009) asociados al cultivo de maíz en los diferentes tratamientos, orgánico y convencional.

Con los resultados de la abundancia de Órdenes, se clasificaron los individuos en cuatro gremios tróficos: depredadores, detritívoros, herbívoros y otros (porque no se conocen sus preferencias alimenticias). Se calculó el promedio de la abundancia por gremio en las parcelas para el sistema convencional y el sistema orgánico. La Figura 6 muestra que no hay diferencias significativas en los gremios de la comunidad de artrópodos en parcelas orgánicas y convencionales para los: Detritívoros ($F_{(1,3)}=0.02$, $P=0.8$), para los Herbívoros ($F_{(1,4)}=1.8$, $P=0.2$), ni para las especies consideradas como Otros ($F_{(1,3)}=0.008$, $P=0.9$). Sin embargo los Depredadores si presentaron diferencias significativas ($F_{(1,4)}=10.02$, $P=0.03$) con una mayor abundancia en las parcelas orgánicas.

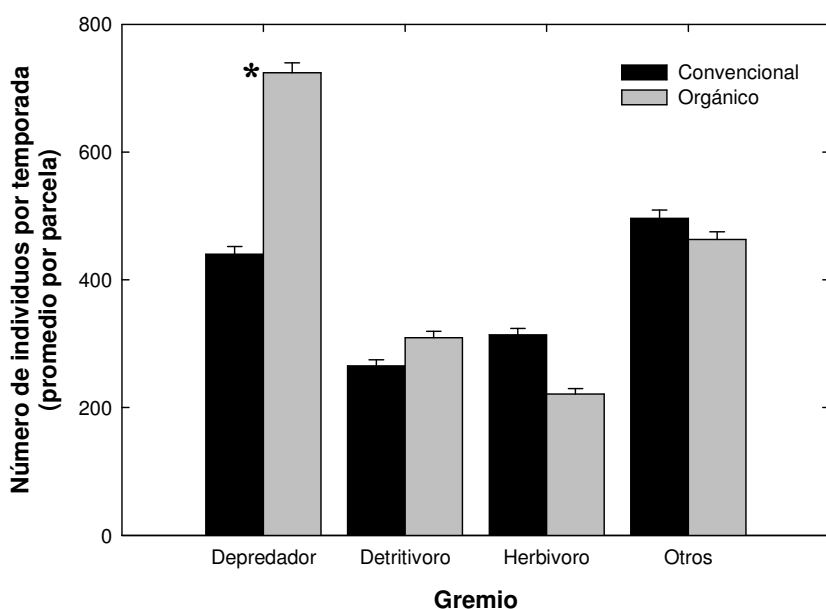


Figura 6. Abundancia total de artrópodos (promedio por parcela \pm EE) clasificada por gremios tróficos en parcelas de cultivo orgánico y convencional

Herbivoría, Crecimiento y Desempeño de las plantas

La herbivoría se midió hasta el mes de octubre, cuando las hojas se empezaron a secar, haciendo difícil la medición de herbivoría. Los niveles de herbivoría en plantas de maíz cultivadas en el sistema convencional y el orgánico fueron semejantes entre sí ($F_{(1,10)}=2.08$, $P=0.1$, Fig. 7), presentando casi un 30 % de área foliar dañada al final de la temporada.

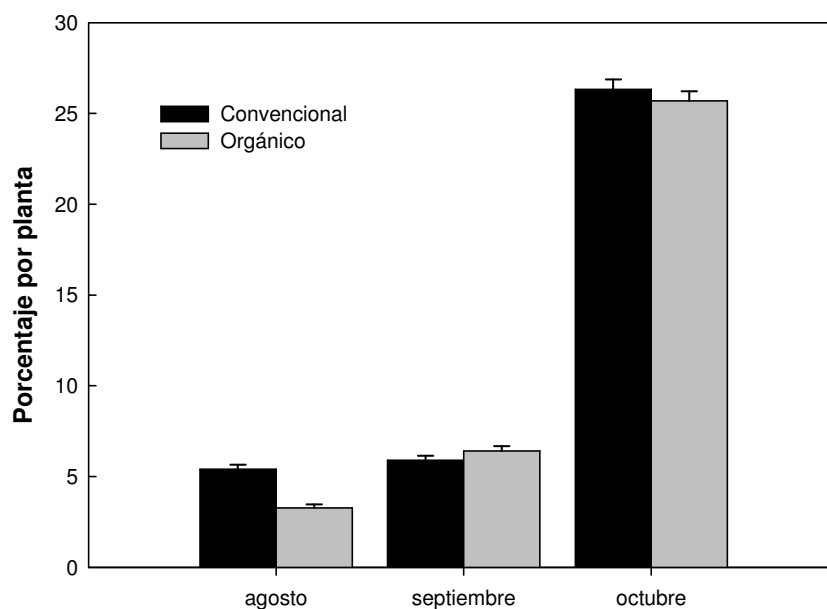


Figura 7. Porcentaje de área foliar consumida (promedio \pm EE) en plantas de maíz a lo largo de la temporada de siembra 2009 en parcelas de cultivo orgánico y convencional.

El desarrollo de las plantas de maíz a lo largo de la temporada de cultivo 2009 fue similar entre sistemas de manejo. No se observaron diferencias significativas entre los sistemas convencional y orgánico en ninguna de las variables medidas: altura ($F_{(1,10)}=0.28$, $P=0.6$), diámetro basal ($F_{(1,10)}=2.86$, $P=0.1$) y número de hojas ($F_{(1,10)}=0.19$, $P=0.6$; Fig. 8).

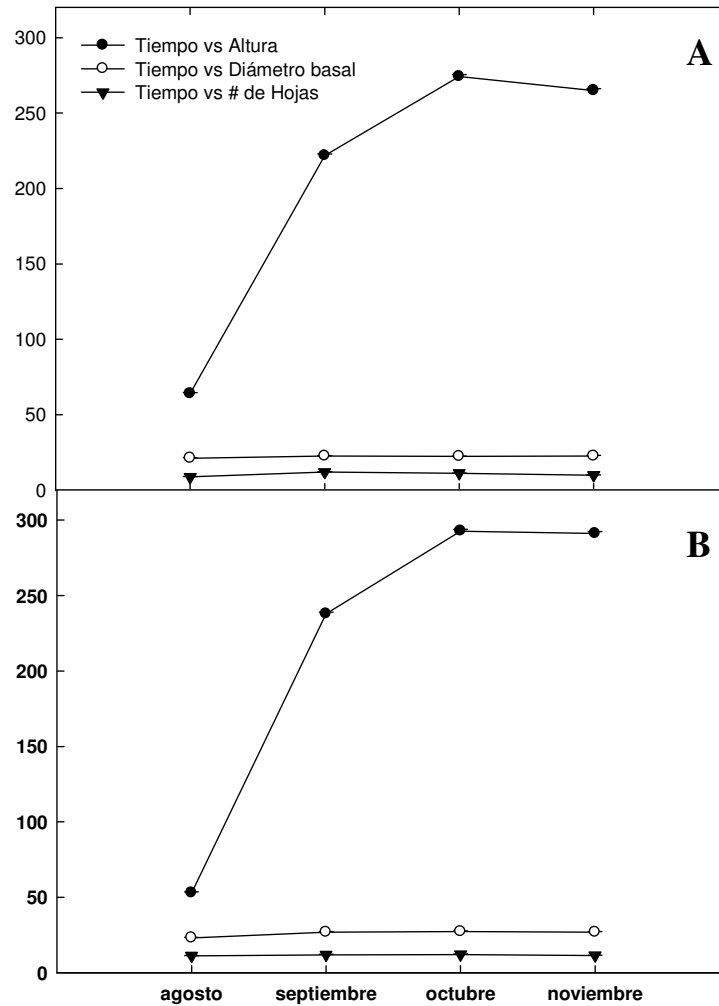


Figura 8. Crecimiento de las plantas de maíz en términos de número de hojas, altura total y diámetro basal en (A) parcelas convencionales y (B) orgánicas, se muestran los promedios \pm EE por mes de muestreo 2009.

En la Figura 8 se observa que hay variación en la altura de las plantas en los meses de agosto y septiembre, en los meses de octubre y noviembre se mantiene constante la altura de las plantas. En julio empiezan a emerger las plantas, en agosto las plantas son de medio metro, en septiembre obtienen mayor altura y la espiga comienza a emerger, en octubre las plantas empiezan a alcanzar su altura máxima.

El diámetro basal fue similar en todos los meses, al igual que el número de hojas. No hubo mucha diferencia entre los meses en los que se llevó a cabo la evaluación del desarrollo de las plantas de maíz.

El desempeño de las plantas de maíz se evaluó como el promedio del peso de 100 granos de las mazorcas de las plantas marcadas de las parcelas en los diferentes sistemas de siembra y no presentó diferencias significativas entre los dos sistemas ($F_{(1,3)}=0.44$, $P=0.5$, Fig. 9).

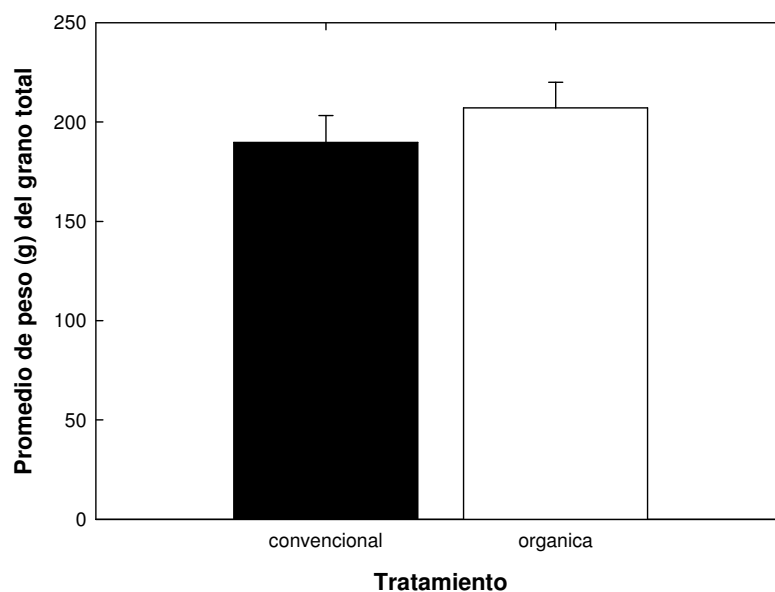


Figura 9. Desempeño de las plantas de maíz medido como peso (g) de 100 granos por planta (promedio \pm EE) en parcelas convencionales y orgánicas

SUELO

Para la caracterización del suelo se tomó en cuenta la parcela orgánica dos (PO2), para apreciar si hay diferencias en la composición del suelo, tanto entre parcelas, como entre tratamientos.

Las características del suelo de cada parcela de cultivo orgánico y convencional muestreado en el mes de julio 2009, evidencian que su clasificación textural es similar (Tabla 5). Existe variación en algunas variables entre parcelas, pero las pruebas estadísticas indican que no hay diferencias significativas ($P > 0.05$). Por ejemplo, se observan valores más elevados en materia orgánica (M.O.), conductividad eléctrica (Ce), carbono total (Ct) y pH en las parcelas orgánicas que en las convencionales. La mayoría de las parcelas tienen suelo franco-arcilloso a excepción de la parcela orgánica uno (PO1) que tiene suelo arcilloso junto con muy bajo nivel de Fósforo y Potasio. Cabe resaltar que las muestras de suelo se tomaron antes de la temporada de siembra, por lo que reflejan la historia de manejo más que la situación del cultivo evaluado.

Tabla 5. Caracterización física y química del suelo de las parcelas de maíz orgánico y convencional en Erongarícuaro, Michoacán durante 2009

| Identificación | pH 1:2 H ₂ O | CE 1:5 H ₂ O mmhos/cm dS m ⁻¹ | M.O. (%) Walkley - Black det | N* (%) | Ct % | P Olsen ppm | K NH ₄ OAc 1 N pH 7 meq/100g | Clasificación Textural |
|-----------------------|-----------------------------------|---|--|--------------------|----------------|--------------------------|--|----------------------------------|
| PO1 | *7.0 | 0.22 | 3.7 | 0.19 | 2.2 | 4 | 0.2 | arcilla |
| PO2 | 6.7 | *0.34 | *6.1 | 0.02 | *3.6 | 57 | 1.0 | franco-arcilloso |
| PO3 | 5.9 | 0.11 | 4.4 | 0.20 | 2.6 | 12 | 2.2 | franco-arcilloso |
| PC1 | 5.3 | 0.22 | 3.6 | 0.17 | 2.1 | 20 | 1.7 | franco-arcilloso |
| PC2 | 6.1 | 0.11 | 4.1 | 0.21 | 2.4 | 26 | 0.3 | franco-arcilloso |
| PC3 | 5.8 | 0.11 | 2.9 | 0.14 | 1.7 | 15 | 1.6 | franco-arcilloso |

DISCUSIÓN

Comunidad de Artrópodos

La abundancia de artrópodos asociados al cultivo de maíz en parcelas orgánicas y en parcelas convencionales fue similar entre los dos tipos de manejo considerados. Sin embargo, la abundancia de individuos del orden Coleóptera fue mayor en las parcelas orgánicas, mientras que los demás órdenes encontrados no presentaron diferencias significativas, aunque los Himenópteros e Isópodos también presentan una tendencia a tener mayor abundancia en parcelas orgánicas. En contraste, en el estudio de Hodgson et al. (2010) encontraron que la abundancia de Lepidópteros en el cultivo orgánico de varios cereales (trigo y centeno) es mayor que en parcelas convencionales, cabe resaltar que en el presente estudio no se evaluaron los adultos del orden Lepidoptera. Otro estudio donde evalúan tres especies de arañas en cultivos convencionales y cultivos orgánicos encontraron resultados diferentes puesto que las arañas son más abundantes en las parcelas convencionales (Harwood et al. 2005). Los autores atribuyeron este resultado a que las arañas en las parcelas convencionales tienen menos competencia por alimento y lo demostraron experimentalmente en el laboratorio, sometiendo a las arañas a diferentes tratamientos de competencia tratando de simular las condiciones encontradas en campo.

En los diferentes gremios dentro de la comunidad de artrópodos no hubo diferencias significativas en parcelas orgánicas y convencionales para los Herbívoros, Detritívoros, ni para las especies consideradas como Otros. Es decir, presentaron abundancias similares. En contraste los Depredadores tuvieron mayor abundancia en las parcelas orgánicas, este gremio estuvo representado principalmente por escarabajos y hormigas. Otros autores obtuvieron algo parecido en su trabajo sobre la producción orgánica y convencional del tomate donde no hubo diferencias significativas entre ambos tratamientos en la abundancia de herbívoros, mientras que para los enemigos naturales (parásitos y depredadores) sí hubo diferencias significativas con una mayor tendencia en parcelas orgánicas (Letourneau y Goldstein, 2001; Jarvis et al, 2007). De tal manera que las poblaciones de detritívoros y herbívoros son similares en las parcelas convencionales, mientras que en las parcelas

orgánicas los depredadores aumentan sus poblaciones lo cual repercute en una disminución de los herbívoros, en la misma magnitud que si se utilizaran insecticidas. Clough et al. (2007) evaluaron la diversidad α y β de artrópodos en parcelas de trigo orgánicas y convencionales encontrando que hay mayor diversidad α de abejas en parcelas orgánicas y mayor diversidad β de arañas en parcelas convencionales, es decir que en este estudio los polinizadores son más afectados por el manejo convencional.

Herbivoría, crecimiento y desempeño de las plantas

A lo largo del muestreo la tasa de herbivoría fue similar entre las parcelas orgánicas y convencionales, con un daño aproximado de 30% de área foliar en las plantas de maíz al final de la temporada. Bolaños et al. (2001) encontraron que la infestación por gusano cogollero fue mayor en las plantas cultivadas bajo labranza convencional, mientras que el daño causado por el gusano soldado fue significativamente mayor en las plantas de labranza de conservación y para el picudo chico del maíz encontraron que no había diferencias significativas entre tratamientos. En el presente estudio no se separaron los tipos de daños, lo cual puede ser un factor para que en la tasa de herbivoría no hubiese diferencias significativas entre los sistemas de cultivos orgánico y convencional. En otro estudio los niveles de daño causados por insectos a los cultivos de tomate varían de entre dos y cien veces entre las parcelas, pero no hubo diferencias significativas entre las parcelas orgánicas y convencionales debido a que había mucha variabilidad dentro de un mismo tipo de manejo (Letourneau y Goldstein, 2001).

El desarrollo de las plantas de maíz, altura, diámetro basal y número de hojas, fue semejante en ambos sistemas de cultivo. Así mismo, en el desempeño (peso de las semillas) de las plantas de maíz no hubo diferencias significativas, lo cual concuerda con los resultados de Bolaños et al. (2001) que no encontraron diferencias significativas en el análisis de varianza en el rendimiento del maíz entre el sistema de labranza de conservación y el convencional, aunque se observó que en promedio el rendimiento tendió a ser mayor en el sistema de labranza de conservación (6,814 kg/ha) que en el sistema de labranza convencional (5,700 kg/ha).

Implicaciones para el manejo

La caracterización de manejo de cada una de las parcelas estudiadas indicó que el objetivo de la producción (grano y forraje) en los diferentes sistemas evaluados es el de autoconsumo, tanto para la familia como para el ganado. Se observaron diferencias en el manejo de las parcelas aunque cayeran en el mismo tratamiento ya sea orgánico o convencional. Los tipos de fertilizante utilizados, la cantidad, fecha de aplicación difieren además del tamaño de las parcelas y el número de jornaleros por hectárea requeridos para realizar las labores del cultivo. La composición vegetal (arvenses) de las parcelas también fue diferente puesto que algunas tienen únicamente pastos, mientras que otras tienen pastos y herbáceas.

Los suelos fueron similares, con textura franco-arcillosa, con excepción del suelo de la parcela orgánica uno (PO1) que presentó textura arcillosa (tabla 5). Se observó que los suelos bajo manejo orgánico presentaron valores más altos en materia orgánica y pH; estos resultados parecen indicar que el manejo orgánico del suelo tiene un efecto evidente sobre estos parámetros. Cabe resaltar que la parcela orgánica uno (PO1) al tener suelo arcilloso no es muy apta para la agricultura.

Al relacionar los valores de materia orgánica, que aumentaron sustancialmente en las parcelas bajo manejo orgánico, con los resultados obtenidos de la comunidad de artrópodos, se puede decir que el manejo orgánico promueve la abundancia de artrópodos depredadores, en particular los Coleópteros. Se observa también que la abundancia de herbívoros y los niveles de herbivoría son similares en las parcelas bajo los dos tipos de manejo. A su vez el rendimiento de las plantas de maíz en ambos sistemas fue similar. Por lo que el manejo orgánico, que conlleva un menor uso de insumos externos (no se utiliza insecticida, ni herbicida) pareciera una alternativa económicamente viable en el caso de Erongarícuaro y, como se ha demostrado en otros estudios similares (Claugh et al., 2007; Letourneau y Goldstein, 2001; Bolaños et al., 2001).

CONCLUSIONES

En este trabajo no se observaron diferencias significativas en la abundancia total de artrópodos, no obstante, en el orden Coleóptera tuvo una abundancia mayor en el sistema orgánico, y esto repercute en que los depredadores fueran más abundantes en el sistema orgánico.

Los herbívoros, en ambos sistemas, tuvieron abundancias similares por lo que la tasa de herbivoría no presentó diferencias en los tratamientos, asimismo el desarrollo (altura, diámetro basal y número de hojas) y el desempeño (peso de las semillas) de las plantas de maíz, no mostraron diferencias significativas entre el sistema convencional y el sistema orgánico.

En este caso los depredadores, en las parcelas orgánicas, desempeñan la labor de los insecticidas en las parcelas convencionales, controlando la abundancia de herbívoros y por ende, el daño que causan a las plantas.

Las técnicas utilizadas en las parcelas orgánicas proveen mayor materia orgánica al suelo a comparación de las parcelas convencionales. La materia orgánica permite la incorporación de nutrientes al suelo, también proporcionan alimento para algunos insectos, evitando que dañen demasiado a las plantas.

Con estos resultados obtenidos, se puede decir, que para el caso de Erongarícuaro, principalmente para los dueños de estas parcelas, es más rentable la práctica de la agricultura orgánica, ya que el uso de químicos (fertilizantes, herbicidas e insecticidas) aunado a la contratación de jornaleros es un gasto fuerte, sobre todo porque el producto de los cultivos está destinado para el autoconsumo, y al mismo tiempo, el cultivo orgánico tendrá menos implicaciones negativas para el medio ambiente y la salud de los pobladores en general por la acumulación de insecticidas, herbicidas y fertilizantes.

Uno de los grandes temas de la agricultura orgánica, es que no existe suficiente información para saber el tiempo en el que las funciones del suelo (incluyendo la biológica) se restablecen cuando hay procesos de reconversión agrícola. Es decir, es necesario generar

sistemas de monitoreo que evalúen diferentes variables y con ello aportar elementos para mejorar las prácticas alternativas en la agricultura.

En el caso de este estudio, el monitoreo de los artrópodos debe ser constante ya que no todos los años tienen la misma abundancia, por ejemplo para las plagas hay años en los que unas predominan más que otras y después su presencia ya no es tan perjudicial. En este estudio faltaron variables a considerar por falta de tiempo, pero que sería bueno tener en cuenta para la elaboración de otros proyectos, como por ejemplo una mayor evaluación de los suelos, sus nutrientes y de cómo los diferentes manejos orgánicos le afectan, otra variable interesante sería el conocer los nutrientes que absorbe la planta del suelo.

Este estudio muestra una pequeña visión de la agricultura orgánica, muestra que al dejar los químicos no significa aumento de plagas, ni pérdida del cultivo del maíz, sino que muestra beneficios del manejo orgánico.

BIBLIOGRAFÍA

Altieri, M. y Nicholls C.I. 2000. Agroecología: Teoría y Práctica para una Agricultura Sustentable. 1ª edición, México. PNUMA

Altieri, M.A. 1995. Agroecology: The Science of Sustainable Agriculture. 2da edición, USA. Westview Press

Baldini, A. y L. Pancel. 2002. Agentes de daño en el bosque nativo. Edit. Universitaria. Santiago de Chile. p. 19-20

Bautista, F., Cram, S. e I. Sommer Cervantes. 2004. Suelos en Bautista, F., Delfín, H., Palacio, J.L. y M. C. Delgado Carranza. Técnicas de Muestreo para manejadores de Recursos Naturales. 1ª edición, México. pp. 73-97

Bolaños, A., Bravo, H., Equihua, A., Trinidad, A., Ramírez y J. A. Dominguez Valenzuela. 2001. Densidad y Daños de Plagas del Maíz, bajo labranza Convencional y de Conservación. Acta Zoologica Mexicana 83:127-141

Cabezas, F. A. 2003. Introducción a la Entomología. Trillas, México, p.19, pp. 148

Clavijo S. y G.G. Pérez. 2000. El Maíz en Venezuela. edit. Fundación Polar. Venezuela. pp 345-350.

Clough, Y., Holzschuh, A., Gabriel, D., Purtauf, T., Kleijn, D., Kruess, A., Steffan-Dewenter, I. y T. Tscharntke. 2007. Alpha and beta diversity of arthropods and plants in organically and conventionally managed wheat fields. British Ecological Society, Journal of Applied Ecology, 44, 804-812

Davidson, R.H. 1992. Plagas de Insectos Agrícolas y del Jardín. Limusa, México. pp. 15 y 16

De la Isla de Bauer, M. L. 2009. Agricultura: Deterioro y Preservación Ambiental. Mundi-Prensa, México. pp. 13

Deloya, A.C. y J.E.Valenzuela. 1999. Catálogo de Insectos y Ácaros Plaga de los Cultivos Agrícolas de México. México

Duelli, P., Obrist, M. K. y D. R. Schmatz. 1999. Biodiversity evaluation in agricultural landscapes: above-ground insects. Agriculture, Ecosystems and Environment 74 (1999) 33–64

Gómez, M. A., Gómez, L. y R. Schwentesius. 2003. La agricultura orgánica en México en Gómez, M. A., Gómez, L., Lobato, A. J., Schwentesius, R. y Ma. del Refugio Meráz.

Producción, comercialización y certificación de la agricultura orgánica en América Latina. Universidad Autónoma de Chapingo, México. pp. 101

Harwood, J.D. y J.J. Obrycki. 2005. Web-Construction Behavior of Linyphiid Spiders (Araneae, Linyphiidae): Competition and Co-Existence Within a Generalist Predator Guild. *Journal of Insect Behavior*, Volume 18, Number 5: 593-607

Hodgson, J.A., Kunin, W.E., Thomas, C.D., Benton, T.G. y D. Gabriel. 2010. Comparing organic farming and land sparing: optimizing yield and butterfly populations at a landscape scale. *Blackwell Publishing Ltd/CNRS, Ecology Letters* 13: 1358–1367

Jarvis, D. I., Padoch, C., y H. D. Cooper. 2007. *Managing Biodiversity in Agricultural Ecosystems*. Columbia University Press, New York, USA

Letourneau, D.K. y B. Goldstein. 2001. Pest damage and arthropod community structure in organic vs. conventional tomato production in California. *British Ecological Society, Journal of Applied Ecology* 38: 557-570

Morón, M.A. y Rodríguez-del-Bosque, L.A. 2010. *Importancia, Historia y Retos en Rodríguez-del-Bosque, L.A. y Morón, M.A. Plagas del Suelo*. 1ª edición. Mundi Prensa México, S.A. de C.V. pp. 4

Nicholls, C.I. 2011. *Identificando enemigos naturales en agroecosistemas*. 1ª edición. Sociedad Científica Latinoamericana de Agroecología

Pérez de la Cerda, F. de J., Córdova, T., Santacruz, A., Castillo, F., Cárdenas, E. y A. Delgado Alvarado. 2007. Relación entre vigor inicial, rendimiento y sus componentes en poblaciones de maíz chalqueño. *Agricultura Técnica en México* Vol. 33 Núm. 1 Enero-Abril 2007 pp. 5-16

Queitsch, J.K. y Promotores de la Autogestión para el Desarrollo Social. 2005. *Agricultura Ecológica y Desarrollo Regional Sustentable. Promotores a la Autogestión para el Desarrollo Social*, Universidad Campesina del Sur. 1ª edición, México. pp. 9-13

Reyes Castañeda, P., Reyes Méndez, C.A. y Reyes Méndez, F.E. 2002. *Introducción a la Agronomía*. Trillas, México, D.F. pp. 187

Revisión electrónica

SAGARPA

<http://www.sagarpa.gob.mx/desarrolloRural/Documents/fichasaapt/Labranza%20de%20conservaci%C3%B3n.pdf> (4/10/11)

http://www.avocadosource.com/books/cisnerosfausto1995/CPA_8_PG_102-147.pdf (10/11/11)

ANEXO 1

Encuesta

Nombre

Parcela

1. ¿Cuánto mide la parcela?
2. ¿Qué tipo de suelo tiene?
3. ¿Qué tipo de vegetación hay alrededor de la parcela?
4. ¿Tipo de cultivo o especies sembradas?
5. ¿Técnica de cultivo empleada en la parcela? (si es Orgánica o Convencional)
6. Si es orgánica, ¿hace cuánto tiempo no emplea químicos?
7. ¿Ha dejado descansar la tierra?
8. Si es así, ¿cuánto tiempo?
9. En el último ciclo de cultivo ¿qué sembró?
10. ¿Hace rotación de cultivos? ¿cada cuánto tiempo rota?
11. ¿Qué cultivos siembra? ¿cada cuándo los siembra?
12. ¿Usa algún producto para mejorar la producción? ¿Qué usa?
13. ¿Dónde lo consigue?
14. ¿Cuánto le cuesta?

15. ¿Qué contiene?
16. ¿Cómo y cada cuándo utiliza el producto?
17. ¿Qué plagas ha detectado en el cultivo?
18. ¿Cuáles causan más daño al cultivo?
19. ¿Utiliza algo para controlar la plaga? ¿Qué usa?
20. ¿Cree que el clima tiene que ver con las plagas? ¿Cómo?
21. ¿Lo que gasta en estos productos, se remunera con la cosecha?
22. Propiedad de la parcela ¿es propia o la renta o es a medias?
23. ¿Es ejido o propiedad privada?
24. ¿Alguien le ayuda a trabajar la tierra? (S/N)
25. ¿Cuántas personas? ¿en qué tareas? ¿Cuántos días?
26. Si paga jornales ¿cuánto dinero invierte por cosecha? ¿Cuánto paga por jornal?
27. ¿Utiliza maquinaria? ¿En qué etapas del cultivo?
28. Rendimiento de la parcela, ¿cuánto cosecha normalmente por ha? ¿cuánto espera cosechar?
29. ¿La cosecha es para autoconsumo o planea venderla o ambas? ¿de qué cultivos?