



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

LICENCIATURA EN CIENCIAS AMBIENTALES

Escuela Nacional de Estudios Superiores
Unidad Morelia

EFFECTOS DE LA COMUNIDAD DE
ARTRÓPODOS ASOCIADA AL CULTIVO
DE MAÍZ EN UN GRADIENTE DE
TECNIFICACIÓN, SITUACIÓN ACTUAL

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

LICENCIADO EN CIENCIAS AMBIENTALES

P R E S E N T A

EMERICH GUSTAVO RAMÍREZ ZAMUDIO

DIRECTORA DE TESIS: DR. EK DEL VAL DE GORTARI

MORELIA, MICHOACÁN

Diciembre, 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
ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS SUPERIORES, UNIDAD MORELIA
SECRETARÍA GENERAL
SERVICIOS ESCOLARES

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

Por medio de la presente me permito informar a usted que la Coordinación de la Licenciatura en Ciencias Ambientales, el día 19 de octubre del 2012, acordó poner a su consideración el siguiente jurado para el Examen Profesional de la alumna **EMERICH GUSTAVO RAMÍREZ ZAMUDIO** con número de cuenta **409077377** con la tesis titulada: "**Efectos de la comunidad de artrópodos asociada al cultivo de maíz en un gradiente de tecnificación, situación actual**" bajo la dirección de la Tutora.- **Dra. Ek del Val de Gortari**

Presidente: Dra. Marta Astier Calderón.
Vocal: Dra. Ana Isabel Moreno Calles.
Secretario: Dra. Ek del Val de Gortari.
Suplente: Dr. John Larsen.
Suplente: Dra. Mayra Elena Gavito Pardo.

Sin otro particular, quedo de usted.

Atentamente
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"
Morelia, Michoacán a, 04 de diciembre del 2012.

DRA. EK DEL VAL DE GORTARI
COORDINADORA

CAMPUS MORELIA

Apartado Postal 27-3 (Santa Ma. De Guido), 58090, Morelia, Michoacán
Antigua Carretera a Pátzcuaro N° 8701, Col. Ex Hacienda de San José de la Huerta
58190, Morelia, Michoacán, México. Tel: (443)322.38.05 y (55)56.23.28.05
www.enesmorelia.unam.mx

RECONOCIMIENTOS

- A mi alma mater, la Universidad Nacional Autónoma de México y a la Licenciatura en Ciencias Ambientales, por guiarme en las puertas del conocimiento e impulsar mis capacidades en los campos de la ciencia.
- A mis tutora de tesis, la Dra. Ek del Val de Gortari y a mis sinodales, por sus acertadas correcciones y comentarios: Dra. Marta Astier Calderón, Dra. Ana I. Moreno Calles, Dr. John Larsen y la Dra. Mayra E. Gavito Pardo.
- Al proyecto **SEMARNAT 2008-C01-107918**, por financiar el apoyo para el trabajo de campo y una beca de licenciatura.

AGRADECIMIENTOS

- A dios, por darme la fe, templanza y fuerza para salir adelante en mi formación profesional.

- A mis padres, les agradezco de todo corazón su apoyo incondicional y su gran cariño, pero sobre todo por ser las luces que siempre han iluminado el sendero de mi vida.

- A mi hermana Marisol, por todos tus sabios consejos, tu cálida compañía y tu apoyo siempre constante.

- A mis abuelos, tíos y primos, por siempre estar al pendiente de mí, por escucharme y aconsejarme.

- A la Dra. Ek del Val, por dirigir mi trabajo de tesis, por la disposición y confianza que me ha brindado a lo largo de mi formación profesional y por ser un gran ejemplo a seguir.

- A Montse, por todo tu apoyo y motivación, cariño y amistad, que sobre todo me ha alentado a ver la vida de una mejor manera, has sido un pilar para lograr esta meta!

- A mi amigo el padre, por ser mi brazo derecho, gracias por la confianza, ayuda y motivo que me has brindado siempre y en todo momento.

- A los "Mastors", por su apoyo en los muestreos de campo, pero antes que eso, por enseñarme a forjar un espíritu libre y aventurero, por su compañía siempre tan reconfortante.

- A Rimsky Korsackoff, Rachmaninoff, Frans List y Lucio Vivaldi por la majestuosidad de sus obras, que a lo largo de mi camino por las veredas de la ciencia, han sido sus melodías las mejores aliadas para mi inspiración y concentración y han contribuido a producir mis ideas mas brillantes.

- Por último y no por eso menos importante, a Rufy, por acompañarme durante las jornadas de trabajo más largas, en tantas noches de redacción y realización del presente trabajo de investigación. Gracias por tu fiel amistad y tu apoyo incondicional.

ÍNDICE

1. Resumen	1
2. Abstract	3
3. Introducción	5
3.1 Agricultura Alternativa	7
3.2 Agricultura Orgánica	8
3.3 Agricultura de Bajos Insumos	10
3.4 Importancia del maíz	11
3.5 Insectos Plaga	15
3.6 Control Biológico	17
3.7 Factores que influyen en la adopción de sistemas con bajos insumos	18
3.8 Efecto de la agricultura de bajos insumos en la ecología de insectos	19
4. Preguntas de Investigación	22
5. Hipótesis	23
6. Objetivos	23
7. Materiales y Métodos	24
7.1 Localización del experimento	24
7.2 Diseño experimental y tratamientos	26
7.3 Muestreo en campo	27
7.4 Herbivoría y desempeño de las plantas	29
7.5 Suelo	29
7.6 Análisis Estadísticos	30
8. Resultados	31
8.1 Caracterización de las parcelas	31
8.2 Comunidad de artrópodos	34
8.3 Plagas e insectos benéficos	41
8.4 Herbivoría, Crecimiento y Desempeño de las plantas	43
8.5 Caracterización del Suelo	47

9. Discusión	48
9.1 Comunidad de Artrópodos	48
9.2 Plagas e insectos benéficos	51
9.3 Herbivoría, Crecimiento y Desempeño de las plantas	54
9.4 Propiedades del suelo	56
10. Conclusiones	57
11. Bibliografía	59
12. Anexos	69

ÍNDICE DE CUADROS Y FIGURAS

- Cuadro 1.** Coordenadas de la ubicación por Municipio de las parcelas (3 réplicas) de bajos insumos de temporal (PBIST), bajos insumos de riego (PBISR), convencionales de temporal (PCONT) y convencionales de riego (PCONR). 25
- Cuadro 2.** Insumos utilizados dentro del tratamiento para cada parcela: parcelas de bajos insumos de temporal (PBIST), bajos insumos de riego (PBISR), convencionales de temporal (PCONT) y convencionales de riego (PCONR). 26
- Cuadro 3.** Fechas de los muestreos realizados durante el ciclo agrícola primavera-verano. 27
- Cuadro 4.** Caracterización socio-económica y tecnológica 31
- Cuadro 5.** Abundancia de los órdenes a través del tiempo de estudio entre los diferentes tratamientos, sistemas de riego y su interacción. Se muestran los valores de F, los grados de libertad (GL) y los valores de P. El signo (*) muestra a los Órdenes con diferencia significativa entre las fechas de muestreo. 37
- Cuadro 6.** Abundancia de artrópodos por gremio, muestra los valores de F, grados de libertad (GL) y los valores de P. (*) muestran las especies con diferencia significativa entre diferentes tratamientos, sistemas de riego y la interacción entre el tratamiento y el riego • 40
- Cuadro 7.** Abundancia de artrópodos por especie, muestra los valores de F, grados de libertad (GL) y los valores de P. (*) muestran las especies con diferencia significativa entre diferentes tratamientos, sistemas de riego y la interacción entre el tratamiento y el riego • 41
- Cuadro 8.** Caracterización físico-química del suelo de las parcelas de maíz entre los diferentes tratamientos y sistemas de riego en los municipios de Cherán y Álvaro Obregón, Michoacán 2010• 48

Figura 1. Plagas del maíz más reconocidas en: raíz, hojas, tallos, flores y frutos	14
Figura 2. Mapa de los municipios de Cherán y Álvaro Obregón	24
Figura 3. Trampa de caída	28
Figura 4. Abundancia total de artrópodos (promedio del logaritmo de la abundancia \pm EE) por Orden taxonómico en el tratamiento convencional (con) y de bajos insumos (bis) dentro del sistema de temporal (A) y el sistema con riego (B)	35
Figura 5. Abundancia total de artrópodos (promedio del logaritmo de los tratamientos \pm EE) durante el ciclo de cultivo en el tratamiento convencional y de bajos insumos dentro del sistema de temporal (A) y el sistema de riego (B) en el año 2010.	36
Figura 6. Abundancia de artrópodos por Orden durante el tiempo de estudio (junio-octubre) asociados al cultivo de maíz en parcelas convencionales y de bajos insumos.	38
Figura 7. Abundancia total de artrópodos (promedio del logaritmo por parcela \pm EE) asignada a gremios alimenticios entre los tratamientos de cultivo de bajos insumos y convencional entre el sistema de riego y temporal.	40
Figura 8. Abundancia de artrópodos por especie (promedio del logaritmo \pm EE) asociados al cultivo de maíz entre los diferentes tratamientos y sistemas de riego	42
Figura 9. Porcentaje de área foliar consumida por herbívoros (promedio \pm EE) en plantas de maíz a lo largo de la evaluación por tratamiento y sistema de riego.	43
Figura 10. Promedio de la altura (promedio \pm EE) de las plantas de maíz entre los diferentes tratamientos y sistemas de riego.	44
Figura 11. Promedio del número de hojas (promedio \pm EE) de las plantas de maíz entre los diferentes sistemas tratamientos y sistemas de riego	45
Figura 12. Desempeño de las plantas de maíz medido como peso (g) de 100 granos por planta (promedio \pm EE) entre los diferentes tratamientos y sistemas de riego	46

RESUMEN

Durante el ciclo primavera–verano del 2010, se llevó a cabo un estudio en campos agrícolas en dos regiones de Michoacán, México: en el municipio de Álvaro Obregón y el municipio de Cherán, con el objetivo de determinar la incidencia y dinámica poblacional de artrópodos asociada a los cultivos de maíz. También se estudiaron las plagas presentes en las parcelas bajo el manejo de la agricultura convencional y la agricultura orgánica (con bajos insumos). Se evaluaron los dos sistemas de manejo, convencional con agroquímicos y orgánico de bajos insumos, bajo dos sistemas de irrigación: agricultura de riego y de temporal. El diseño experimental utilizó tres repeticiones por tratamiento con un total de doce parcelas. La unidad experimental estuvo integrada por parcelas completas con una extensión de entre 10 y 20 ha. Las variables medidas en cada parcela fueron el porcentaje de herbivoría sobre plantas de maíz, así como la diversidad de artrópodos asociada a la parcela, obtenida a través de trampas de caída. Para tal fin se realizaron evaluaciones mensuales entre junio y octubre de 2010. En cada región se consideraron 6 unidades de muestreo y en cada unidad se revisaron visualmente 20 plantas y se colocaron 9 trampas de caída para el muestreo de artrópodos. Se obtuvo un total de 15,354 individuos dentro de 12 órdenes y 213 morfoespecies. Las plagas que mostraron una mayor incidencia fueron: *Nicentrus testaceipes*, *Macroductylus sp.*, *Dalbulus maidis*, *Diabrotica sp.*, *Rhopalosiphum maidis*, *Gryllus Rubens* y *Spodoptera frugiperda*, esta última se presentó en forma exclusiva en los sistemas de riego, con una abundancia significativamente mayor en las parcelas convencionales. Los insectos benéficos más abundantes fueron los depredadores *Forticula sp.*, *Orius sp.* y *Calosoma sp.* En los sitios de agricultura convencional se encontró una mayor incidencia de especies plaga,

mientras que en agricultura de bajos insumos la incidencia de los depredadores (especies benéficas) fue mayor en todos los casos. En cuanto a la herbivoría, aunque alcanzó hasta un 18% de daño en ambos sistemas de cultivo, no hubo diferencias estadísticas significativas, sin embargo el desarrollo y rendimiento del cultivo tendió a ser mayor en sistemas de bajos insumos. Este estudio muestra que la disminución en el uso de agroquímicos tanto en sistemas de riego como de temporal aumenta la diversidad de artrópodos y por lo tanto el control biológico de las poblaciones de insectos plaga.

Palabras clave: Artrópodos, insectos, maíz, agricultura orgánica, agricultura convencional, agricultura de conservación, agricultura de bajos insumos, herbivoría.

ABSTRACT

A study was conducted during the spring-summer cycle of 2010 in agricultural fields of two contrasting regions of Michoacán, México: in Álvaro Obregón's district and Cherán's district, in order to determine the incidence and population dynamics of arthropods associated with maize cropping. The plagues present in plots were evaluated in plots with conventional and organic agriculture (with low inputs) in combination or not with irrigation. The experimental design included three replicates for each treatment with a total of twelve plots. The experimental units were full plots between 10 and 20 ha. The measured variables in each plot were the percentage of herbivory on maize plants, as well as the diversity of arthropods associated to the plot, obtained from pitfall traps. Monthly evaluations were performed between June and October, 2010. Six units of sampling per site and 20 plants and 9 pitfall traps in each unit were checked visually for arthropods. A total of 15,354 individuals from 12 orders and 213 morphospecies were found. The most abundant plagues were: *Nicentrus testaceipes*, *Macroductylus sp.*, *Dalbulus maidis*, *Diabrotica sp.*, *Rhopalosiphum maidis*, *Gryllus Rubens* and *Spodoptera frugiperda*. *Spodoptera frugiperda* appeared only in irrigation systems, with a significantly higher abundance in conventional plots. The most abundant insects were the predators *Forticula sp.*, *Orius sp.* and *Calosoma sp.* Plague species were more abundant in sites with conventional agriculture whereas the incidence of the predators (charitable species) was higher in organic agriculture plots with low inputs. Concerning herbivory, it reached 18 % of damage in both cropping systems and, although there were no

statistical significant differences in herbivory damage, the development and efficiency of the crop tended to be higher in low-input systems.

Key words: Arthropods, insects, maize, organic agriculture, conventional agriculture, conservation agriculture, low-input agriculture, herbivory.

I. INTRODUCCIÓN

La humanidad ha llegado al siglo XXI con grandes avances en materia tecnológica; sin embargo el contar con una población global superior a 7 mil millones de habitantes y con una proyección de llegar a 9.5 mil millones en los próximos cincuenta años, impone grandes retos en materia ambiental y alimentaria (Taboada y Guadarrama, 2004).

Tanto en el norte como en el sur del planeta, la agricultura y el mundo rural padecen graves dificultades. A partir de la segunda Guerra Mundial, los agricultores de los países industrializados se han lanzado en una carrera desenfrenada hacia la productividad. Han mecanizado y especializado sus explotaciones, recurriendo cada vez más y más a carburantes, abonos químicos y pesticidas (FAO 2003).

Desde la llegada de la Revolución Verde se han observado cambios significativos en los sistemas de producción agrícola. La difusión del modelo agrícola occidental que se ha extendido no solo en países en vías de desarrollo sino también a lo largo de todo el mundo, ha dado origen a la llamada **agricultura convencional**, un sistema que se popularizó por lograr abastecer de alimentos al ancho de la población total actual, sin embargo, ha sido perjudicial desde el punto de vista ambiental, ya que ha implicado cierto deterioro de los agroecosistemas debido al empleo de técnicas inadecuadas y el monocultivo intensivo; la contaminación de las tierras y de las aguas por el uso excesivo de insumos químicos; la pérdida de la diversidad biológica debido a la introducción de semillas foráneas y, el aumento de los cultivos industriales. (Catherine, 1999).

Conforme ha progresado la modernización agrícola, los principios ecológicos eventualmente son ignorados o desestimados. En consecuencia, algunos agroecosistemas modernos sufren cierta inestabilidad ya que llegan a manifestarse con mayor frecuencia brotes de plagas y enfermedades en numerosos cultivos, mayor salinización y erosión del suelo, contaminación de aguas, pérdida de biomasa y de riqueza genética etc. El empeoramiento de los problemas de plagas y enfermedades se puede relacionar experimentalmente con la expansión de los monocultivos a expensas de la diversidad vegetal la cual a menudo provee servicios ecológicos claves para asegurar la protección de los cultivos (Altieri y Letourneau, 1992).

En la mayoría de los círculos científicos enfocados a la agricultura, se ha llegado a la percepción general de que la agricultura convencional moderna enfrenta problemas ambientales (Conway y Barbier, 1990; Altieri y Toledo, 2011). La raíz de estos problemas radica en el uso de prácticas agrícolas intensivas basadas en altos insumos que llevan a la degradación de los recursos naturales, lo que finalmente repercute en reducciones progresivas de la productividad. La pérdida de rendimiento por plagas en muchos cultivos, a pesar del incremento substancial en el uso de pesticidas es un síntoma de estos problemas (Pimentel et al., 1980, citado en Altieri 1994).

Uno de los resultados inevitables de todo esto es que la agricultura industrializada depende de muchos insumos externos, lo cual convierte a los agricultores en entidades dependientes de los abastecedores de insumos y equipos de mercados externos. (Altieri y Toledo 2011).

Sin duda, muchas ganancias dejarían de ser percibidas si hubiera un cambio hacia sendas alternativas y tradicionales, lo que conduciría a una menor dependencia de los agricultores en materia de insumos externos (Van den Bosch, 1978; Perelman, 1977). Esta pérdida potencial de ganancias, sin dejar de mencionar el conflicto de intereses y el temor de los agricultores de reducir su productividad, es lo que hace que todo el sistema agrario sea muy renuente al cambio (Hamilton 1994).

En una búsqueda relativamente reciente debido a la preocupación por la degradación de los recursos naturales asociada a la agricultura moderna, se abre paso la necesidad de realizar ajustes a la agricultura convencional, para que ésta se vuelva ambiental, social y económicamente viable y compatible (Edwards et al. 1990). Dentro de estas ideas por reincorporar una racionalidad más ecológica a la producción agropecuaria, los científicos y practicantes agrícolas se han dado a la tarea de desarrollar diferentes sistemas de manejo para una agricultura más autosuficiente y sostenible, dando paso a una agricultura alternativa.

Agricultura alternativa

Altieri (1983) menciona que la agricultura alternativa es un enfoque de la agricultura que intenta proporcionar un ambiente balanceado, rendimiento y fertilidad del suelo sostenido y control natural de plagas mediante el empleo de tecnologías autosostenidas. Las estrategias se apoyan en conceptos ecológicos, de tal manera que el manejo se da como resultado de un

óptimo reciclaje de nutrientes y materia orgánica, flujos cerrados de energía, poblaciones balanceadas de plagas y uso múltiple del suelo.

La agricultura alternativa se ha popularizado por el uso de técnicas diferentes a las utilizadas en la agricultura convencional fundamentada en el uso de fertilizantes solubles, plaguicidas y otros agroquímicos de síntesis artificial, en monocultivos extensivos de plantas mejoradas mediante manipulación genética, transgénicos, empleo intensivo de maquinaria agrícola que compacta y degrada los suelos, etc. (Gliessman, 2002).

Las escuelas, tendencias o movimientos de agricultura alternativa, se diferencian en sus puntos de vista y formas de trabajo por sus fundamentos, paradigmas, formas de actuar y de razonar (Camilo, 2004). Entre los métodos de estas “nuevas” modalidades de producción, podemos mencionar diversos sistemas como; la agricultura de conservación, orgánica, de sustitución, agricultura natural, biológica, ecológica, biodinámica, biointensiva, de bajos insumos, permacultura, organopónica, entre otras, cada uno de ellos con sus principales creadores y con sus obras específicas. Siendo la más conocida y practicada la agricultura orgánica (Vivas, 2004).

Agricultura orgánica

El codex alimentarius (1999) define la agricultura orgánica como un sistema holístico de producción que promueve y mejora la salud del ecosistema, incluyendo la biodiversidad, los ciclos biológicos y la actividad biológica del suelo, prefiriendo el uso de prácticas de manejo dentro de la finca al uso de insumos externos a la finca, tomando en cuenta que condiciones

regionales requieren de sistemas adaptados a las condiciones locales. Esto se logra utilizando en lo posible métodos culturales, biológicos y mecánicos en oposición a materiales sintéticos para satisfacer cualquier función específica dentro del sistema.

Dentro de esta propuesta se debe lograr mejorar la diversidad biológica del sistema, aumentar la actividad biológica del suelo, mantener la fertilidad del suelo a largo plazo, reciclar desechos de origen animal o vegetal para devolver los nutrientes al sistema, minimizando el uso de fuentes no renovables, contar con recursos renovables en sistemas agrícolas localmente organizados, promover el uso saludable del agua, el suelo y el aire, así como minimizar todas las formas de contaminación que pueden resultar de la producción agrícola y manejar los productos agrícolas en su procesamiento con el cuidado de no perder la integridad orgánica en el proceso (ACTAF, 2003).

En la búsqueda de mayor modernidad y competitividad para los sistemas de agricultura tanto en México como en el mundo, se presenta la agricultura orgánica como una alternativa viable y rentable en la que se abaten costos de producción, manteniendo los niveles de producción dentro de una agricultura sustentable; eso hace que esta tecnología haya cobrado vital importancia principalmente en América, en países tales como Estados Unidos de Norteamérica, Argentina, Chile, Brasil, entre otros, en donde tiene un gran impulso su desarrollo (FAO 2003)

Agricultura de bajos insumos

El enfoque principal de la agricultura de bajos insumos ha sido la sustitución de productos agroquímicos por insumos menos nocivos ya que los primeros han resultado responsables de muchos de los problemas asociados con la agricultura convencional.

El énfasis está en el diseño de sistemas agrícolas complejos, en los que las interacciones ecológicas y la sinergia ente componentes biológicos reemplazan a los insumos de síntesis artificial para proporcionar los mecanismos necesarios para el mantenimiento de la fertilidad del suelo, la productividad y la protección de los cultivos (Altieri, 1995).

Sin embargo el concepto de agricultura de bajos insumos ha sido, controversial y difuso, en vista de los intereses en conflicto, y de las diversas definiciones e interpretaciones de su significado. Este concepto ha generado mucha discusión, así como múltiples propuestas para lograr ajustes importantes en la agricultura convencional, de modo que sea más viable a nivel ambiental, social y económico (Tomassino, 2005; Loomis-Connor, 2002; Dahlberg, 1991; Fraume, 2007).

De acuerdo con las diferentes definiciones que dan los autores acerca de la agricultura de bajos insumos, para el presente trabajo de investigación, el sistema de bajos insumos deberá entenderse como aquel en donde hay una mínima o nula utilización de herbicidas, plaguicidas o insecticidas y fertilizantes, no hay quema del rastrojo, es decir se deja una cobertura, mantillo, o composta sobre la superficie del terreno y se realiza una eliminación mecánica de malezas como el chaponeo para controlar las malas hierbas. Debido a que se

manejan indistintamente diversos conceptos tales como: orgánico, de conservación, de sustitución o biológico, y que pueden causar confusión, en este trabajo se utiliza el concepto "Agricultura de Bajos Insumos" (BIS) que involucra a todos.

A pesar de que es en los años más recientes cuando se ha retomado la importancia y utilidad de los agrosistemas que no utilizan insumos externos o intentan substituir los agroquímicos por productos naturales, no podemos decir que son nuevos ya que los principios de la agricultura bajo sistemas que pretenden conservar el medio ambiente, tienen su origen en las costumbres agrícolas más antiguas donde aun cuando los rendimientos de los cultivos eran muy inferiores a los rendimientos actuales, éstos eran más eficientes y equilibrados con respecto a la entrada y salida de energía y protección al ambiente (García, 2000; Violic,1989).

Importancia del Maíz

El cultivo del maíz ocupa el tercer lugar mundial en superficie cultivada, solo superado por el arroz y trigo; se cultiva en más de 70 países, incluidos 53 en vías de desarrollo (FAO, 1988), y se encuentra desde el nivel del mar hasta cerca de los 3000 metros de altitud, por lo que se considera el cultivo con mayor distribución (Robles, 1982).

La importancia de este cereal en México se debe a que se trata de un complejo cultural que no se agota en consideraciones agrícolas, alimenticias, biológicas o costumbristas. Las evidencias indican que el consumo del maíz como alimento principal, ha sido constante a

partir del momento en que se inició la sedentarización de los habitantes de lo que hoy es México; esta planta ha hecho posible la supervivencia y reproducción de la sociedad mexicana (Anónimo, 1987; Massieu y Montenegro, 2007; Toledo, et al., 1989)

El maíz es sin duda uno de los cultivos que más se adapta y maneja bajo sistemas de agricultura alternativa así como entre otras técnicas de cultivo. La planta del maíz, es muy sensible a la competencia de malezas, sin embargo, crece con gran rapidez cuando se encuentra limpio y bien abonado. En zonas agrícolas como en Chile, ha sido posible medir un crecimiento promedio de esta planta hasta de 5 cm diarios y entre la última semana de diciembre y las primeras semanas de enero de hasta 10 cm diarios, dependiendo de las temperaturas registradas en el periodo, de modo que dicha planta puede alcanzar una altura hasta de 3m en 50 días (Crovetto, 1992).

Los rendimientos del maíz en países tropicales rara vez son iguales a los logrados en los climas templados, lo cual se debe a varios factores, tales como altas temperaturas nocturnas, estado del tiempo frecuentemente nublado y consecuentemente en condiciones de baja luminosidad, así como por los daños causados por insectos, enfermedades y malezas (Pendleton, 1979).

Según INEGI (2009) de los 21 millones de ha que se cultivan año con año en México, el 25% corresponde a áreas de riego y el 75% al régimen de temporal, siendo esta última forma de producir la que representa el 20% de la producción total de granos y cereales (Novelo, 2000).

Durante 1996, en México, la conversión a sistemas de manejo con bajos insumos y reducción de labores de labranza fue de aproximadamente 450 mil ha para la siembra, para 1997 la superficie fue de 498 mil ha, en 1998 la superficie sembrada fue estimada en 650 mil ha. En la región Centro-Occidente del país se concentra el 79.9% de la superficie total para 1998, siendo los estados de Guanajuato, Jalisco y Michoacán donde mayor aceptación ha tenido por parte de los productores (Ochoa- Neira, 1996).

El maíz es atacado por más de 70 especies de artrópodos que directa o indirectamente afectan la producción del grano. El daño puede estar dirigido a la semilla, plántula, raíces, tallo, fruto y aún a la cosecha almacenada (Carrillo, 1984).

En la Figura 1 se indican las principales plagas del maíz en raíz, hojas, tallos y frutos en campo y grano en el almacén. Varias de esas plagas son problema mundial, y algunas son regionales, siendo un factor limitante en la producción.

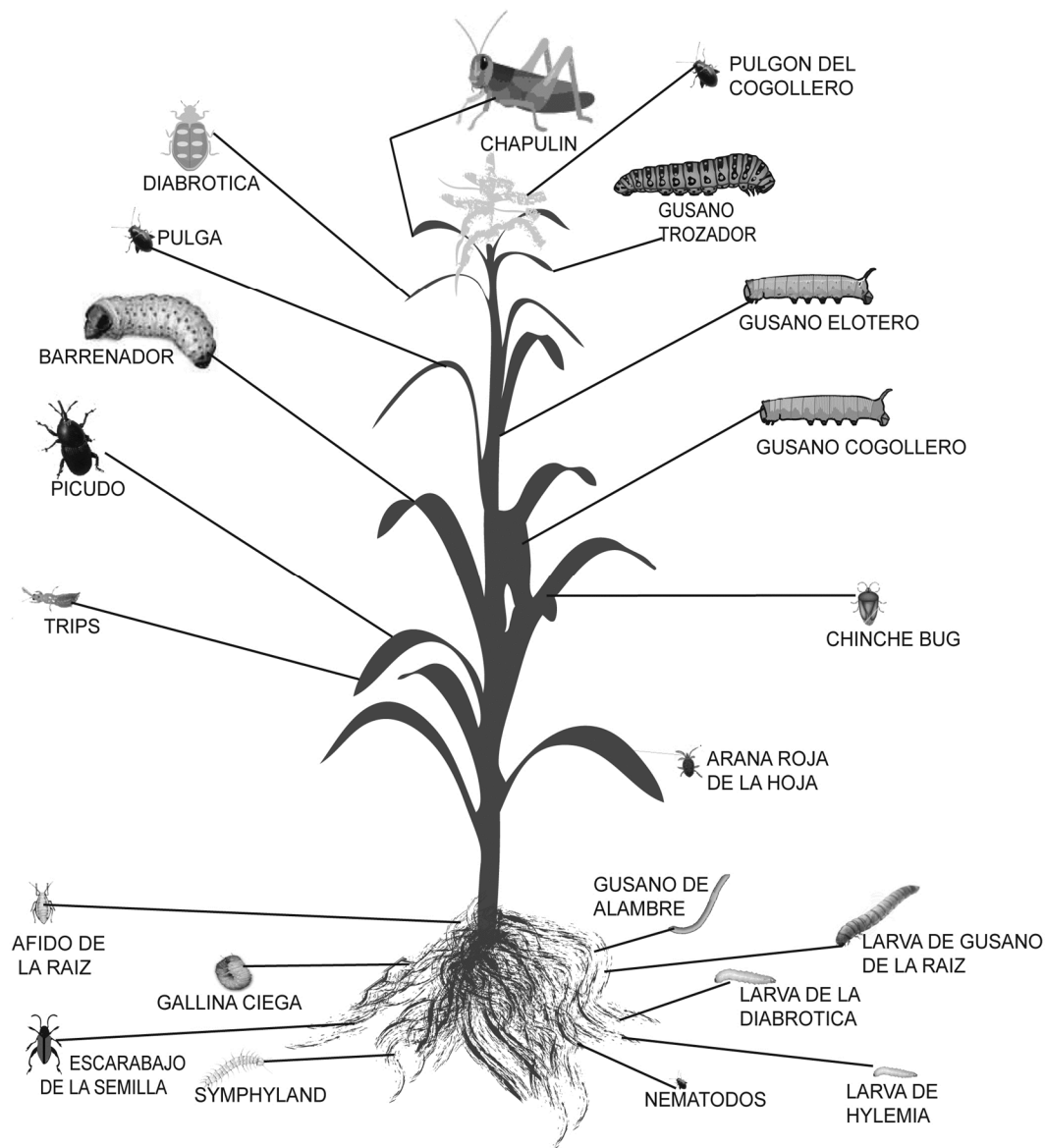


Figura 1. Plagas del maíz más reconocidas en: raíz, hojas, tallos, flores y frutos.

Las prácticas en los sistemas agrícolas con bajos insumos realizadas al cultivo del maíz se orientan hacia la sostenibilidad de los recursos, destacando las acciones de conservación del suelo y el agua, así como la reducción de la contaminación ambiental. Entre las prácticas culturales que se emplean para reducir las poblaciones de las plagas de insectos destacan: la destrucción de residuos de cosecha y los efectos producto de la labranza del suelo. Sin embargo la destrucción de los residuos de cosecha conlleva serios problemas en la fertilidad

de los suelos, ya que al destruir la materia orgánica, también se afecta a las poblaciones de los microorganismos benéficos (Shenk, 1983; Barreto, 1998).

Insectos plaga

Los insectos son animales invertebrados pertenecientes al grupo de los artrópodos (Arthropoda, del griego: arthron, articulación y podos, pata). Los artrópodos constituyen el taxón mas diverso y numeroso del reino animal, concentrando más de un millón de especies que configuran el 80% de las especies animales nombradas científicamente; están formados por un esqueleto externo o exoesqueleto, patas articuladas y cuerpo formado por dos o tres regiones organizadas por un número variable de segmentos. (Davidson, 1992).

Solo un 10% de todas las especies conocidas de insectos son consideradas perjudiciales para el hombre, las cuales pueden causar pérdidas y daños enormes en la agricultura. Se estima que alrededor de 20 a 30% de la cosecha mundial es destruida por ataque de plagas insectiles, atacando de manera directa a las plantas, en cualquiera de las etapas de desarrollo y durante el almacenamiento, alimentándose de ella o causando daños por la ovoposición en tallos, hojas, frutos o raíces de la planta, o indirectamente transmitiendo enfermedades, que entran accidentalmente por la picadura del insecto, o transmitido por el insecto mismo cuando se alimenta de la planta (Helmuth, 2001).

Según el CIMMYT (Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo - 2007) los insectos se convierten en plagas cuando el tamaño de la población o los daños que

causan, o ambos, exceden los valores normales. A estos límites se les conoce como umbral de daño económico, el cual constituye una amenaza para las cosechas y un riesgo para la inversión del agricultor.

Los artrópodos que causan daño al cultivo pueden provenir de sitios diferentes: estar presentes en el suelo en el momento de la siembra; migrar al predio cultivado; aparecer en el cultivo como larvas que provienen de una ovoposición de los adultos; multiplicarse en el predio y habitarlo durante varias generaciones. El origen de la plaga en el campo puede determinarse haciendo muestreos secuenciales de ella y manteniendo un registro de su presencia y abundancia. Las decisiones que se tomen en su manejo, deberán de apoyarse en criterios como la densidad de la plaga y la estimación del daño causado (Pantoja et al., 1997).

Entre las principales técnicas agroecológicas para el control de plagas se pueden mencionar (Nicholls y Altieri, 1998):

- Control cultural: rotaciones de cultivos y asociación de cultivos que disminuyen los problemas de malezas, insectos plaga y enfermedades. Aumentan los niveles de nitrógeno disponible en el suelo, reducen la necesidad de fertilizantes sintéticos y, junto con prácticas de labranza conservadoras del suelo, reducen la erosión edáfica.
- Control manual: labores culturales como aporque, poda de árboles, recogida de rastrojos vegetales, plantas repelentes, plantas atrayentes, plantas trampas etc.

- Control genético: mejoramiento genético de cultivos (transgénicos) para que resistan plagas y enfermedades y para que logren un mejor uso de los nutrientes.
- Manejo integrado de plagas (MIP), que reduce la necesidad de plaguicidas mediante la rotación de cultivos, muestreos periódicos, registros meteorológicos, uso de variedades resistentes, sincronización de las plantaciones o siembras y control biológico de plagas.

Control biológico

Para aquellos productores que buscan implementar sistemas de cultivo con bajos insumos, el control biológico es considerado una de las técnicas preferibles a aplicar en el control de plagas, por sus innegables ventajas ambientales. Consiste en el uso de organismos vivos para disminuir la densidad de población o el impacto de un organismo plaga, y hacerle menos abundante o menos perjudicial de lo que es (Eilenberg et al., 2001).

Al igual que otros organismos vivos, los artrópodos tienen enemigos naturales que limitan sus poblaciones, y que se encuentran de forma espontánea en la naturaleza, por lo que son capaces de disminuir los niveles de población de sus presas hasta valores más bajos de los que alcanzarían sin su presencia, ello constituye el control biológico natural (DeBach y Rosen, 1991; Flint y Dreistadt, 1998). El control biológico puede ser manipulado por el hombre, sin embargo muchos agricultores y practicantes agrícolas desconocen estas alternativas.

Factores que influyen en el proceso de adopción de sistemas con bajos insumos

Altieri (1999) señala que en México como en todos los países, existen circunstancias de origen técnico y social que pueden limitar o favorecer la adopción de tecnologías alternativas a la agricultura convencional. Las consecuencias de la adopción de sistemas con bajos insumos pueden variar y producir diferentes beneficios y costos de adopción.

Existen factores comunes que a lo largo del país pueden ser limitantes del proceso de adopción de este sistema, entre los más importantes destacan (INIFAP, 1997):

- La fuerte demanda sobre los residuos de cosecha para la alimentación del ganado, principalmente del maíz, circunstancia por la cual el terreno queda principalmente limpio de residuos.
- Dificultad en el manejo del método por cambios en la dinámica poblacional de la maleza.
- En algunas áreas, la incidencia del arrendamiento de tierras de cultivo es alta. En casos donde el contrato de tierras es de ciclo anual es difícil imaginar que los agricultores tengan interés de adoptar un sistema, cuyos mayores beneficios se tengan en el mediano y largo plazo, por lo que difícilmente los podrán disfrutar.
- Las poblaciones de insectos y organismos fitopatógenos que producen enfermedades al cultivo pueden ser mayores sin el uso de agroquímicos, debido a que existe un hábitat más propicio para su desarrollo.
- No se tiene el suficiente conocimiento acerca del manejo del sistema, ya que hay pocas alternativas para corregir los errores, comparado con la agricultura convencional.

Algunos aspectos que pueden contribuir al abandono de tecnologías convencionales son los siguientes:

- La no quema de residuos de rastrojo y que los productores estén dispuestos a dejarlos sobre el terreno, así como producir compostas y abonos verdes.
- La reducción de los costos de producción.
- El conocimiento de los productores sobre sistemas de manejo y tecnologías más amigables con el medio ambiente.
- La conciencia para la conservación de los recursos naturales.
- Los incentivos económicos que diferentes dependencias de gobierno ha dedicado a la implementación de sistemas de cultivo alternativos.

Efecto de la agricultura de bajos insumos en la ecología de insectos

La ausencia de agroquímicos puede favorecer el desarrollo de algunas plagas, pero a la vez propicia un ambiente favorable para la persistencia de depredadores, hongos, bacterias y virus entomopatogénicos, controladores de plagas (Bianco, 1998).

La cobertura superficial como la composta y los residuos de las cosechas anteriores proporcionan un ambiente favorable para el desarrollo de los enemigos naturales de las plagas en los cultivos, por lo cual el reducir o cambiar los insumos convencionales puede contribuir a su disminución por el aumento del control biológico o por otros factores como el aumento de la humedad del suelo (Shenk et al., 1983).

Al enfocarnos en este sistema de bajos insumos, es preciso realizar seguimientos de las poblaciones de insectos, tanto perjudiciales como benéficos, para monitorear la existencia de los mecanismos naturales de control biológico y así justificar la disminución del uso de los agroquímicos. Se debe tener en claro que cada cultivo, zona y lote tienen una necesidad propia de análisis y por lo tanto, las extrapolaciones deben de ser mínimas y muy estudiadas al momento de tomar decisiones de control (Aragón, 1988).

Si bien producir sin agroquímicos puede favorecer la evolución de algunos organismos considerados plagas, el aumento de las poblaciones de organismos benéficos es un resultado frecuente en este sistema y en los ambientes donde ocurre mayor diversificación vegetal, como encontró Ponce (2011) en Erongarícuaro, Michoacán.

El éxito de una especie fitófaga no solo depende del efecto provocado por la ausencia de plaguicidas, que resulta favorable, sino también de las consecuencias de otras medidas de manejo, principalmente relacionadas con el rastrojo en la superficie y la comunidad de malezas (Castiglioni y Benitez, 1997).

El manejo del rastrojo y de la maleza, tienen incidencia directa en la evolución de muchas especies de enemigos naturales. Medidas de manejo de rastrojo como la quema, retiro o pulverización con agroquímicos, afecta más a las poblaciones de los habitantes de la superficie, entre ellos muchos enemigos naturales, que a las plagas del suelo (Andow, 1991)

La mayoría de las plagas asociadas a este sistema pueden ser controladas con un mínimo gasto de agroquímicos de muy bajo impacto ambiental. También, se destaca en muchos

casos que el control biológico ejercido por los enemigos naturales, impiden que las plagas alcancen niveles altos de daño económico (Aragón, 1998).

Ya que en los países tropicales existe una mayor riqueza de especies de plantas e insectos, aumenta la posibilidad de que a su vez contemos con una gama más amplia en la diversidad de insectos depredadores que pueden ser benéficos para combatir las plagas en los cultivos de maíz. Esta puede ser la razón por la cual se observa una incidencia menor de infestaciones de insectos plaga en los trópicos (Carballo, 1979).

Ochoa-Neira (1996) encontró en muestras de suelo donde se han venido aplicando abonos verdes, compostas y/o residuos del cultivo, una gran abundancia de especies herbívoras clasificadas como plagas, sin embargo, no había un daño en los predios de cultivo por arriba del uno por ciento, ni se habían originando daños económicos difíciles de recuperar. La razón de esto es simple, los suelos con un índice más elevado de materia orgánica, atraen un mayor diversidad de insectos depredadores, y así mismo, los insectos plaga tienden a reducir su población y a su vez alimentarse de otra materia orgánica disponible (Salinas-García, et al., 1998).

En el sistema de agricultura convencional, el control de las plagas que infestan al cultivo de maíz, se realiza principalmente por medio del uso de plaguicidas, con el cual se reducen las poblaciones de insectos plaga, ya que con la aplicación de químicos sintéticos, se exponen diferentes estados biológicos de los insectos que viven o invernan en el suelo a químicos tóxicos, erradicando parcial o totalmente el insecto plaga, pero a su vez afectan a

insectos benéficos que depredan a los insectos y microorganismos dañinos (Van Driesche, 1994). Por el contrario en sistemas donde el manejo se realiza con bajos insumos, debido a que por las características del propio sistema se evita en todo caso el uso de plaguicidas, fertilizantes y herbicidas, dicho control químico de las poblaciones de insectos no se lleva a cabo (Blanco y Vernal 2003). En virtud de que en México es escasa la información con relación al comportamiento de los insectos bajo sistemas con diferentes gradientes de tecnificación y tomando en cuenta la preocupación de productores y técnicos, ya que ellos consideran que en sistemas de agricultura con bajos insumos el problema de las plagas se incrementa, se llevó a cabo la presente investigación a partir de las siguientes preguntas:

PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

- ¿Cuál es el efecto de la agricultura convencional y la agricultura de bajos insumos sobre la comunidad de artrópodos en el cultivo de maíz, dentro de dos sistemas de manejo en Michoacán, México?
- ¿Cómo varía y que efectos tiene la abundancia de insectos plaga sobre el cultivo de maíz en ambos sistemas de producción?

HIPÓTESIS

- La diversidad (riqueza y abundancia) de artrópodos será mayor en los sitios donde el tratamiento sea de bajos insumos debido a las condiciones favorables del suelo en comparación al tratamiento convencional.
- La abundancia de plagas será mayor en sistemas de altos insumos debido a un reducido control biológico.

OBJETIVOS

Objetivo General

- Evaluar los efectos de los sistemas de agricultura convencional y agricultura de bajos insumos en el cultivo de maíz, sobre la incidencia de los principales insectos plaga del cultivo, en dos sistemas de manejo en Michoacán, México.

Objetivos Particulares

- Evaluar la variación poblacional de artrópodos asociados al cultivo del maíz a través del tiempo en ambos sistemas de producción.
- Estudiar los efectos de ambos sistemas sobre el daño causado por herbívoros en plantas de maíz.
- Evaluar el efecto que tienen ambos sistemas de manejo sobre el desempeño del maíz.

MATERIALES Y MÉTODOS

Sitio de estudio

El estudio se realizó durante el ciclo de cultivo primavera-verano del 2010 dentro de campos agrícolas de maíz en dos municipios de Michoacán: Álvaro Obregón, ubicado a $19^{\circ} 48'$ latitud norte y $101^{\circ} 02'$ longitud oeste, con una altura promedio de 1800msnm; y en el municipio de Cherán, ubicado a $19^{\circ} 41'$ de latitud norte y $101^{\circ} 57'$ de longitud oeste, con un altura promedio de 2400 msnm (Fig. 2).

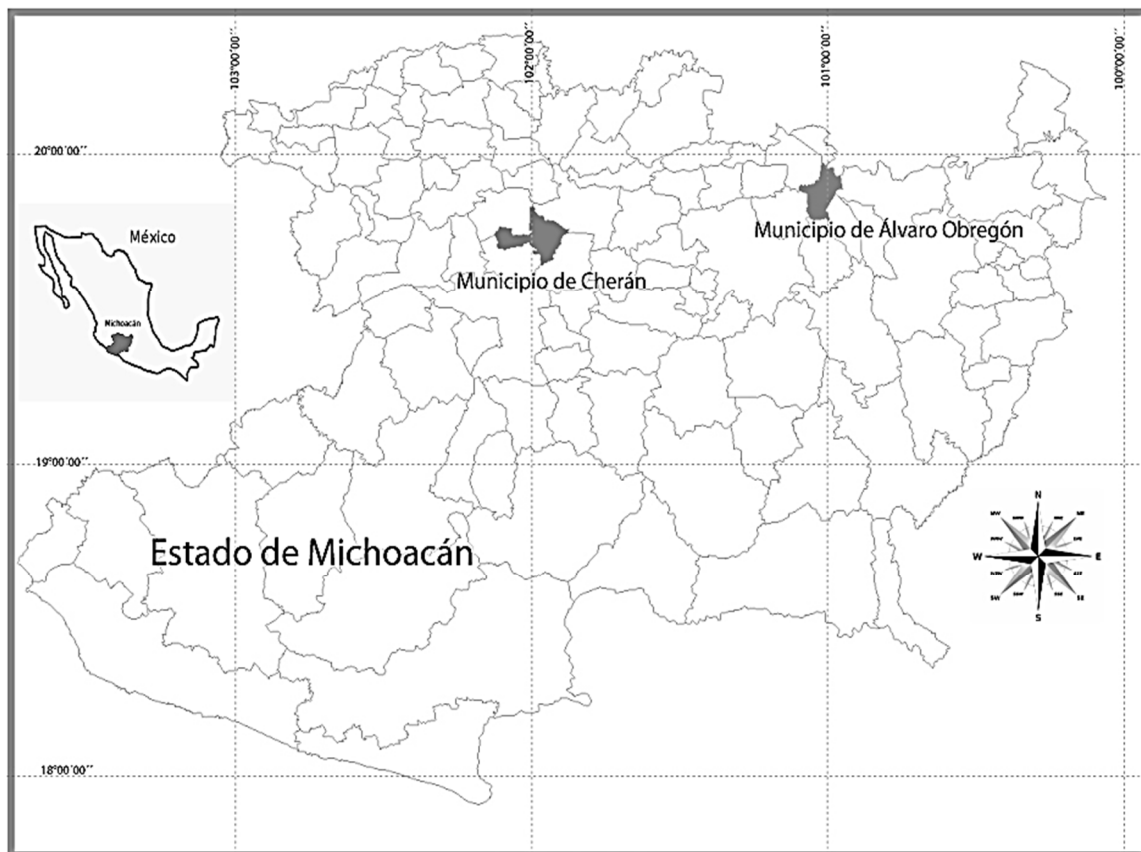


Figura 2. Mapa de los municipios de Cherán y Álvaro Obregón.

Álvaro Obregón tiene una superficie de 162 km² y su clima es templado con lluvias en verano, cuenta con temperaturas que oscilan entre 12 a 27° centígrados, tiene una precipitación pluvial media anual de 918mm. El municipio de Cherán tiene una superficie de 221km². Su clima esta clasificado como templado subhúmedo con lluvias en verano, su temperatura media anual se registra en tres zonas climáticas, la zona éste tiene una temperatura entre 12 y 14°C, la zona intermedia y mayoritaria en el municipio registra un rango entre 14 y 16°C, y finalmente en el extremo oeste es de 16 a 24°C, su precipitación pluvial media anual es de 1000mm (INEGI 2008).

La ubicación de las parcelas para ambos municipios fue de acuerdo a las coordenadas que se indican en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Coordenadas de la ubicación por Municipio de las parcelas (3 réplicas) de bajos insumos de temporal (PBIST), bajos insumos de riego (PBISR), convencionales de temporal (PCONT) y convencionales de riego (PCONR).

Municipio de Cherán		Municipio de Álvaro Obregón	
Parcela	Coordenada	Parcela	Coordenada
PBIST1	19°40'46"N 102°0'46"W	PBISR1	19°51'10"N 101°1'42"W
PBIST2	19°40'46"N 102°1'25"W	PBISR2	19°51'10"N 101°1'48"W
PBIST3	19°40'9"N 102°1'7"W	PBISR3	19°51'12"N 101°1'35"W
PCONT1	19°40'15"N 102°0'54"W	PCONR1	19°52'5"N 100°59'54"W
PCONT2	19°40'18"N 102°0'53"W	PCONR2	19°52'24"N 100°59'53"W
PCONT3	19°40'24"N 102°1'11"W	PCONR3	19°52'27"N 100°59'38"W

Diseño experimental y tratamientos

Los tratamientos evaluados en la investigación consistieron en dos sistemas de cultivo: convencional (CON), y de bajos insumos (BIS). Cada tratamiento fue evaluado bajo sistema de riego y de temporal. En el Cuadro 2 se indica el tipo de insumos aplicados para cada tratamiento, los agroquímicos utilizados se presentan en el Cuadro 4.

Cuadro 2. Insumos utilizados dentro del tratamiento para cada parcela: parcelas de bajos insumos de temporal (PBIST), bajos insumos de riego (PBISR), convencionales de temporal (PCONT) y convencionales de riego (PCONR).

	Bajos insumos		Convencional	
	Temporal	Riego	Temporal	Riego
Parcelas	PBIST	PBISR	PCONT	PCONR
Herbicidas	×	✓	✓	✓
Insecticidas	×	×	✓	✓
Fertilizantes	×	×	✓	✓
Abonos Verdes	✓	✓	×	×

Para cada tratamiento evaluado, se seleccionaron detalladamente agricultores de la región que contarán con los sistemas de cultivo necesarios para poder llevar a cabo el estudio. Los criterios de selección se rigieron mediante la historia de las prácticas culturales para cada parcela, caracterizada por medio de encuestas a los dueños de las fincas, haciendo énfasis en la frecuencia e intensidad del uso de agroquímicos, el tipo de cultivo, la frecuencia de rotación y de descanso de la tierra, siendo éstos factores importantes para determinar el tipo de tratamiento del cultivo. (Ponce 2012).

Muestreo en Campo

Cada tratamiento se alojó bajo un diseño experimental de parcelas al azar, con tres repeticiones (12 parcelas en total). La unidad experimental estuvo integrada por parcelas completas con una extensión entre 10 y 20 ha. Como parcela útil se consideraron las hileras centrales de maíz, eliminando 100m de longitud de la orilla de la parcela.

Las variables respuesta medidas fueron el porcentaje de daño por herbívoros en plantas de maíz así como la diversidad de artrópodos (riqueza y abundancia) por parcela. Para tal fin se realizaron evaluaciones mensuales durante el ciclo agrícola primavera-verano (Cuadro 3). Es importante mencionar que para el cuarto tiempo de muestreo no fue posible recabar datos de las parcelas ubicadas dentro de la región de Álvaro Obregón, pues los agricultores ya habían realizado las labores de cosecha.

Cuadro 3. Fechas de los muestreos realizados durante el ciclo agrícola primavera-verano.

Muestreo	Tiempo	Fecha	Mes	Sitio
1	1	25/06/2010	Junio	Cherán
	2	2/7/2010	Julio	A.O.
2	3	30/07/2010	Julio	Cherán
	4	06/08/2010	Agosto	A.O.
3	5	4 /9 /1 0	Septiembre	Cherán
	6	10/09/2010	Septiembre	A.O.
4	7	9/ 10 / 1 0	Octubre	Cherán
	X	Cosechado	Octubre	A.O.

Para el muestreo de artrópodos, se emplearon 9 trampas de caída ubicadas de forma equidistante al centro de cada parcela, las trampas se elaboraron con vasos de plástico de 7 cm de diámetro por 13cm de alto. Cada mes, las trampas fueron enterradas en diferentes puntos dentro de la unidad experimental durante 5 días con una solución de $\frac{1}{4}$ de alcohol etílico al 70% y $\frac{3}{4}$ de agua con jabón para romper la tensión superficial (Duelli et al. 1999). Se les colocaron techos de plástico a 1 cm del piso (platos de plástico de 15 cm de diámetro sostenidos por alambre) para evitar la filtración de agua de lluvia y permitir la entrada de los artrópodos (Fig. 3).

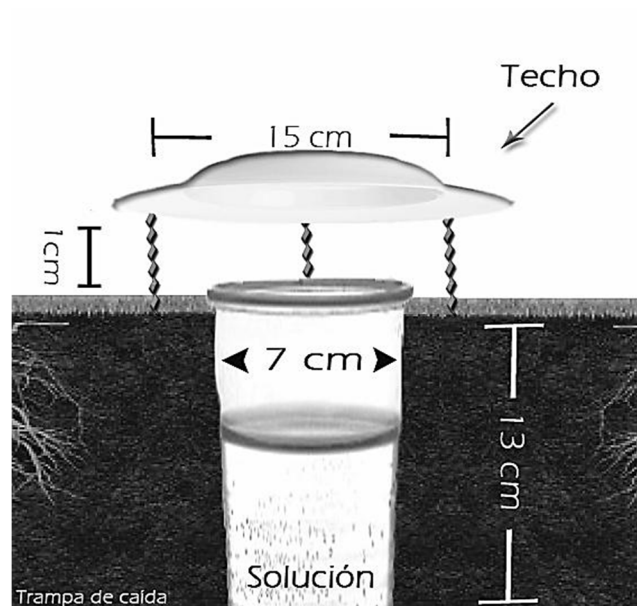


Figura 3. Trampa de caída

Los artrópodos colectados fueron separados en el laboratorio con un microscopio estereoscópico, todos los individuos se identificaron taxonómicamente por medio de claves dicotómicas para artrópodos hasta el nivel de Orden y se les caracterizó por morfoespecies, posteriormente se asignaron a un gremio alimenticio y se identificaron las especies más abundantes consideradas como plagas o insectos benéficos.

Herbivoría y desempeño de las plantas

Para establecer el daño efectuado por los insectos sobre el maíz, se evaluó mensualmente la tasa de herbivoría sobre 20 diferentes plantas por parcela, identificando los daños por herbivoría foliar tomando como referencia cada cuarta hoja desarrollada de la planta, esto se realizó mediante acetatos de vinilo transparente con una cuadrícula definida de 10*10 cm, contabilizando el porcentaje del área foliar dañada en cada ocasión.

Al final del ciclo, se evaluó el desempeño de las plantas de los diferentes sistemas de cultivo recolectando 20 mazorcas por parcela, se midieron y pesaron en seco, analizando el promedio del peso en grano, para ello se pesaron 100 granos por mazorca (Pérez et al. 2007). Es importante aclarar que el desempeño del cultivo, debe entenderse en todo caso como el promedio del peso en gramos de la producción de grano por planta entre los diferentes sistemas de cultivo y, en ningún caso como el rendimiento total de la producción.

Suelo

Para evaluar la composición de los suelos, se homogeneizaron 9 muestras por parcela, tomadas en forma de zigzag con nucleadores edafológicos a lo largo de la unidad experimental, se dejó 1kg de la muestra para hacer las relaciones con la productividad (Bautista et al. 2004). Las muestras fueron analizadas en el laboratorio de suelos del Colegio de Posgraduados (COLPOS), para evaluar el contenido de N, P, K y C orgánico, textura y humedad de la parcela.

Análisis Estadísticos

Todos los datos se analizaron con el Programa Estadístico "R" (R Core Development 2011®), con $\alpha = 0.05$. Los promedios y porcentajes de los datos fueron sometidos a un análisis de varianza de dos vías por evaluación, por representar significancia. Para analizar las diferencias en la comunidad de artrópodos entre los diferentes tratamientos de cultivo se tomó como variable respuesta la abundancia promedio y la cantidad de órdenes de artrópodos por parcela, como variables explicativas se utilizaron: los tratamientos de cultivo BISR, BIST vs. CONR, CONT; los gremios tróficos depredador, herbívoro, detritívoro y "otros"; y el tiempo de muestreo, los datos se anidaron por mes para evitar pseudoréplica. Se aplicó logaritmo donde la dispersión de los datos fuera muy grande, ésta dispersión se evaluó mediante un "scatter plot" de la varianza (diagrama matemático de coordenadas cartesianas que muestra la heterocedasticidad ó dispersión del valor de dos o mas variables dentro de un campo de datos), a través del programa "R". Para el análisis del área foliar dañada por herbivoría, la variable respuesta fue el porcentaje de herbivoría por planta, el porcentaje se transformó aplicando raíz cuadrada a los datos para eliminar la heterocedasticidad (no se aplicó "arcsin" ya que los datos eran procedentes de una distribución tipo "poisson") y como variables explicativas se utilizaron los tratamientos de cultivo mencionados y el mes de muestreo, se anidaron también los datos por mes. Los análisis de desempeño de la planta se analizaron con las variables explicativas: diámetro basal (cm), número de hojas, altura (cm), y peso promedio del grano (g) y las variables de respuesta fueron también los tratamientos de cultivo y el mes de muestreo, anidados por mes.

RESULTADOS

Caracterización de las parcelas

Las encuestas realizadas a los agricultores permitieron hacer una descripción detallada de las actividades que realizan en cada una de las parcelas de cultivo de maíz. El Cuadro 4 nos muestra el tipo de caracterización socio-económica y tecnológica para el manejo de cada tratamiento:

Cuadro 4. Caracterización socio-económica y tecnológica.

	Bajos insumos		Convencional	
	Temporal	Riego	Temporal	Riego
Parcelas	PBIST	PBISR	PCONT	PCONR
Nombre del agricultor	Jacinto Hernández	Mauricio Ponce	Javier S.	José Mejía
Propiedad de las parcelas	A medias/Renta	Propia	Propia	Propia
Tenencia	Propiedad Privada/Comunal	Propiedad Privada	Propiedad Privada	Propiedad Privada
Contratación de jornales	Si	Si	Si	Si
Tareas	Sembradora, rastra, arado, escarda, cultivadora	Todas	Todas	Todas
Preparación de suelo	Tractor	Tractor	Tractor	Tractor
Clasificación local del suelo	Andosoles: "Topure"	Vertisoles	Franco Arcilloso	Vertisoles
Tipo de vegetación alrededor	Cultivos, herbáceas y gramíneas	Cultivos y cercas vivas	Cultivos y Pastizales	Cultivos de Sorgo y maíz

Cuadro 4.1. Caracterización socio-económica y tecnológica.

	Bajos insumos		Convencional	
	Temporal	Riego	Temporal	Riego
Parcelas	PBIST	PBISR	PCONT	PCONR
Cultivos sembrados	Maíz blanco	Maíz Christiani Burcart variedad CRM52 y Alfalfa	Maíz blanco y frijol	Maíz híbrido Monsanto "Dekalb" y "Pionner", trigo y sorgo
Tiempo sin uso de químicos	2 años	2 años	0	0
Descanso de tierra	Año y vez	0	Año y vez	0
Rotación de cultivos	Bianual	Anual	No	Trigo en invierno y maíz en verano
Insumos principales	Composta	Composta, Herbicida (Acxen-Bayer)	Herbicida (Sea Max), Plaguicida (Foly Rex), Fertilizante (Nitrógeno)	Herbicida (Furadan) Plaguicida (Cipermetrina Y Paration Metílico), Fertilizante (NPK)
Tiempo de aplicación de fertilizante	Siembra y escarda	Siembra y cuando espiga la planta	Siembra y escarda	Siembra
Plagas potenciales detectadas	Gusano trozador, gusano elotero	Gusano elotero, gusano cogollero	Picudo del maíz	Gusano cogollero, gusano soldado, trips, diabrotíca, alfilerillo
Relación clima-plaga	Lluvias	No	Lluvias	Lluvias y aumento de la temperatura
Costo de agroquímicos aplicados (\$)/ hectárea	\$0	\$300	\$2,000	\$4,500

Cuadro 4.2. Caracterización socio-económica y tecnológica.

Parcelas	Bajos insumos		Convencional	
	Temporal	Riego	Temporal	Riego
	PBIST	PBISR	PCONT	PCONR
Cuántas personas contrata Jornales/hectárea	4	3	4	4
Inversión por mano de obra/hectárea (\$)	\$600	\$900	\$600	\$800
Rendimientos (Ton/ha)	1.5 a 2	7	4	10
Cosecha esperada (Ton/ha)	4 a 5	10	5	15
Destino de la cosecha	Pretende Exportar	Autoconsumo-ganado	Pretende Exportar	Empresas

En el mes de septiembre, la parcela de bajos insumos de temporal numero dos (PBIT2), fue sustituida por otra réplica que estuvo manejada por el mismo agricultor con el mismo tratamiento, esto se debió a que fuertes lluvias a lo largo del mes de julio destruyeron parte del cultivo, y por ser una parcela tratada sin herbicidas, la cantidad de maleza resultó ser de muy difícil manejo y llevó al agricultor a abandonar esta parcela. La nueva parcela por la cual fue sustituida, puesto que había sido sembrada a la misma fecha, y la ubicación era dentro del mismo predio, tuvo el mismo seguimiento en la evaluación a partir de los siguientes meses, nombrándola así mismo como PBIT2.

Para el último periodo de muestreo (septiembre-octubre) las parcelas de riego BISR y CONR ya habían sido cosechadas, por lo que no se obtuvieron datos y se descartaron los análisis para esta fecha.

Con los datos recabados, se puede observar que las parcelas de bajos insumos llevan 2 años sin uso de químicos. En las parcelas de temporal se deja descansar la tierra año y vez, se rota el cultivo bianualmente con leguminosas y el cultivo se pretende exportar; en las

parcelas de riego, no se descansa la tierra, se hace rotación de cultivos anualmente con alfalfa y el cultivo es para autoconsumo. Para remplazar los químicos en temporal y riego se utiliza la composta elaborada con estiércol de ganado, polvo de roca, harina de pescado y cal, aplicándolo durante la siembra y la escarda. En las parcelas de riego se llega a recurrir a herbicidas de la marca Acxen de Bayer®, una sola vez durante el ciclo, cuando se presenta zacate abundante.

En las parcelas convencionales de temporal se descansa la tierra año y vez, no se realiza rotación de cultivo. Se aplican fertilizantes, plaguicidas y herbicidas de distintas marcas durante la siembra y la escarda, y el cultivo se pretende exportar; en las parcelas de riego no se descansa la tierra, se hace rotación de cultivos cada medio año con trigo y/o sorgo en invierno, se aplican igualmente fertilizantes, plaguicidas, y herbicidas durante la siembra y el cultivo es vendido a otras empresas.

Comunidad de Artrópodos

Dentro de las 378 muestras se obtuvo un total de **15,354** individuos de 12 Órdenes: Araneae, Coleóptera, Dermáptera, Díptera, Entomobryomorpha, Hemíptera, Himenóptera, Isópoda, Lepidóptera, Lithobiomorpha, Ortóptera y Spirobólida. Se encontró una riqueza de 213 morfoespecies, dentro de las cuales se identificaron al menos 7 especies de plagas predominantes y 3 especies de insectos benéficos (Cuadro 7) en ambos tratamientos evaluados.

La abundancia de artrópodos a nivel de Orden se mostró particularmente afectada por el sistema de riego al que estaban expuestos. Específicamente se encontró diferencias significativas ($p < 0.05$) que mostraban una mayor abundancia de los órdenes: Díptera, Spirobólida y Coleóptera dentro del sistema de temporal, y los ordenes Isópoda e Himenóptera en el sistema de riego. Por otro lado la abundancia de los órdenes de artrópodos fue semejante entre el tratamiento convencional y de bajos insumos a excepción de Himenóptera ($F_{(1,3)}=21.66, p=0.02$)*, mostrando mayor abundancia en el tratamiento de bajos insumos con sistema de riego (Fig.4 y Cuadro 5).

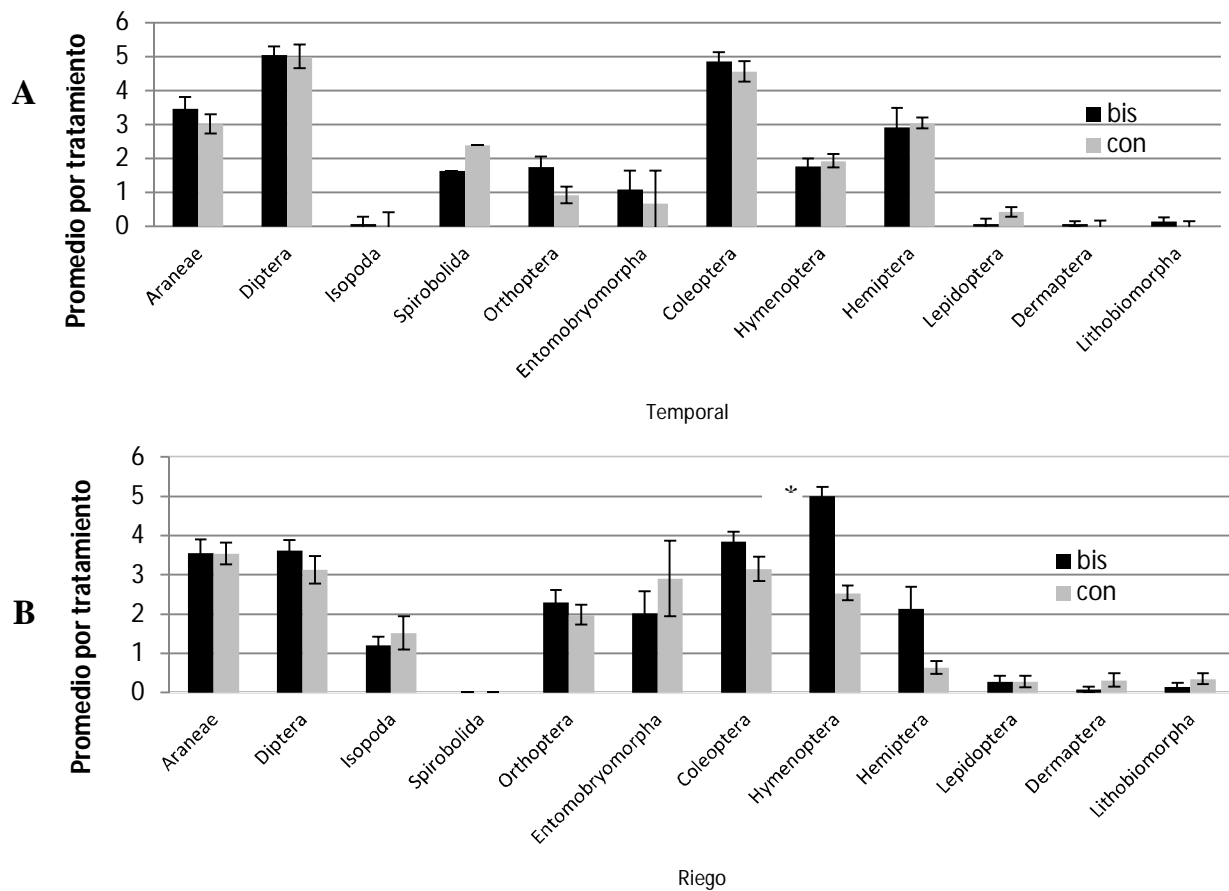


Figura 4. Abundancia total de artrópodos (promedio del logaritmo de la abundancia \pm EE) por Orden taxonómico en el tratamiento convencional (con) y de bajos insumos (bis) dentro del sistema de temporal (A) y el sistema con riego (B).

En la Figura 5 se muestra la abundancia total de artrópodos para las 4 evaluaciones en ambos tratamientos de cultivo y sistemas de riego. Aunque para el segundo muestreo (junio-julio) se observa una reducción para el tratamiento convencional, en general la abundancia de artrópodos no muestra diferencias significativas entre los diferentes tiempos de muestreo ($F_{(1,1)} = 0.16$, $P = 0.76$) durante el tiempo de cultivo. Como se mencionó anteriormente, para el cuarto tiempo de muestreo no fue posible recabar datos en las parcelas de riego, pues ya se habían realizado las labores de cosecha.

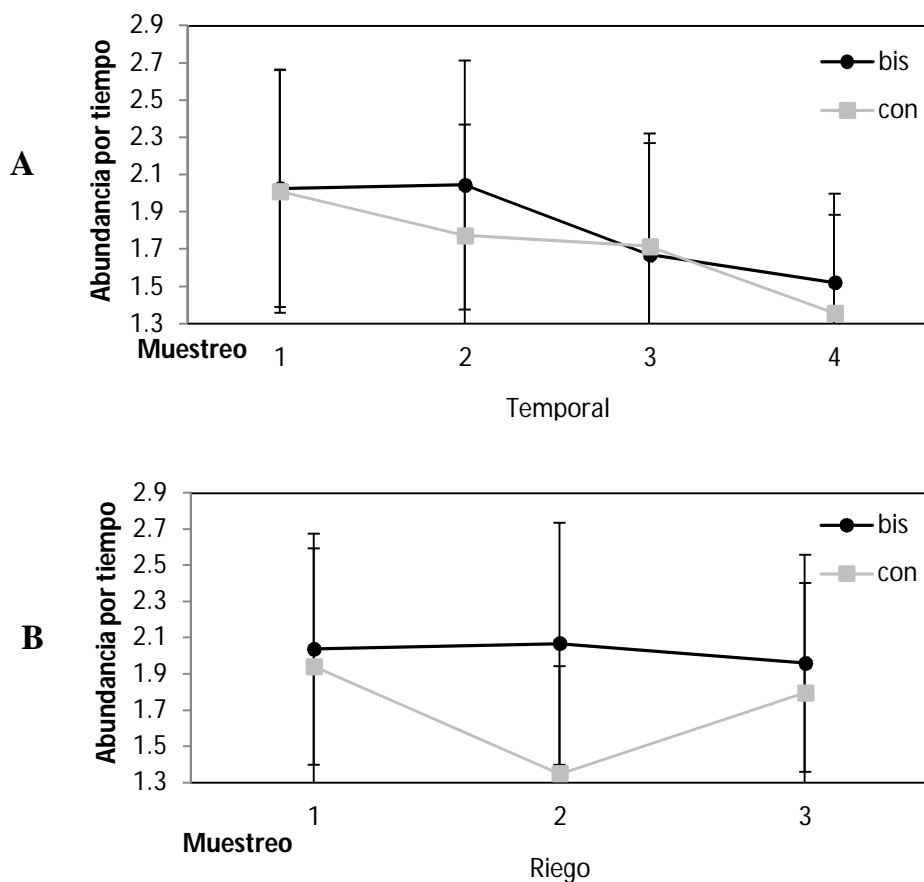


Figura 5. Abundancia total de artrópodos (promedio del logaritmo de los tratamientos \pm EE) durante el ciclo de cultivo en el tratamiento convencional y de bajos insumos dentro del sistema de temporal **(A)** y el sistema de riego **(B)** en el año 2010.

Aunque los análisis de varianza para el promedio de la abundancia total de artrópodos no muestran diferencias significativas entre los distintos tratamientos en las cuatro fechas de evaluación en ambos sistemas de riego (Fig.5), a nivel de Orden se presentaron picos de abundancia en diferentes fechas (Fig.6), mostrando diferencias significativas entre tratamientos y sistemas de riego en los muestreos para los diferentes órdenes (Cuadro 5).

Cuadro 5. Abundancia de los órdenes a través del tiempo de estudio entre los diferentes tratamientos, sistemas de riego y su interacción. Se muestran los valores de F, los grados de libertad (GL) y los valores de P. El signo (*) muestra a los Órdenes con diferencia significativa entre las fechas de muestreo.

Orden	Tratamiento (bis y con)			Riego (temporal y riego)			Interacción (Tratamiento : riego)		
	F	GL	P	F	GL	P	F	GL	P
Araneae	1.7	1,3	0.2	2.99	1,3	0.18	1.41	1,3	0.31
Coleóptera	6.5	1,3	0.08	36.2	1,3	0.01*	1.08	1,3	0.37
Dermáptera	1.5	1,3	0.30	5.5	1,3	0.10	5.53	1,3	0.10
Díptera	1.03	1,3	0.38	34.9	1,3	0.01*	0.74	1,3	0.45
Entomobryomorpha	0.02	1,3	0.88	1.14	1,3	0.36	0.19	1,3	0.69
Hemíptera	1.71	1,3	0.28	9.19	1,3	0.05*	2.32	1,3	0.22
Hymenoptera	21.6	1,3	0.01*	72.3	1,3	0.003*	33.15	1,3	0.01*
Isópoda	0.15	1,3	0.72	22.29	1,3	0.01*	0.44	1,3	0.55
Lepidóptera	5.39	1,3	0.10	0.08	1,3	0.78	5.39	1,3	0.10
Lithobiomorpha	0.07	1,3	0.80	4.53	1,3	0.12	4.5	1,3	0.12
Orthoptera	2.18	1,3	0.23	4.22	1,3	0.13	0.43	1,3	0.55
Spirobólida	0.54	1,3	0.51	15.30	1,3	0.02*	0.54	1,3	0.51

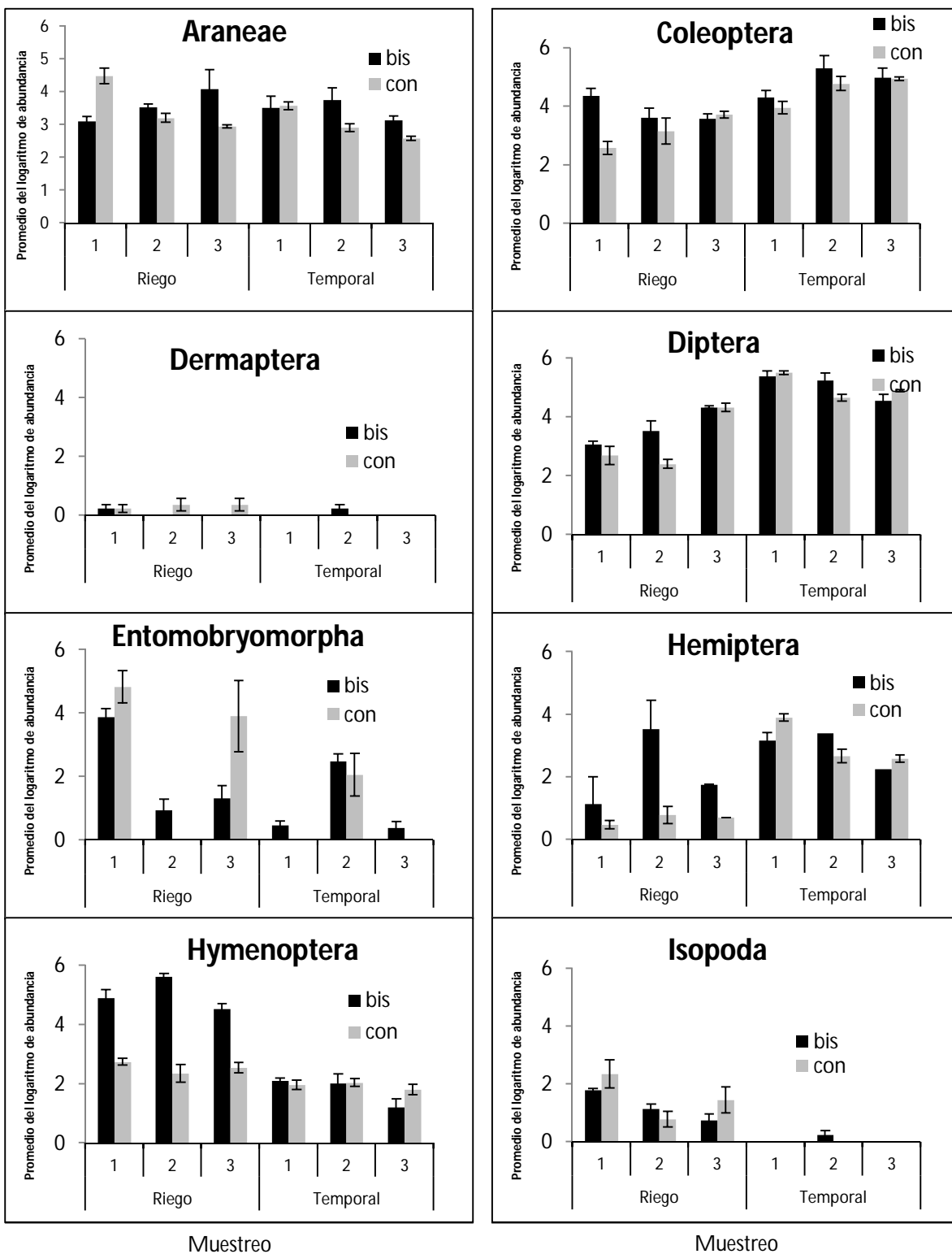


Figura 6. Abundancia de artrópodos por Orden durante el tiempo de estudio (junio-octubre 2010) asociados al cultivo de maíz en parcelas convencionales y de bajos insumos entre el sistema de riego y temporal.

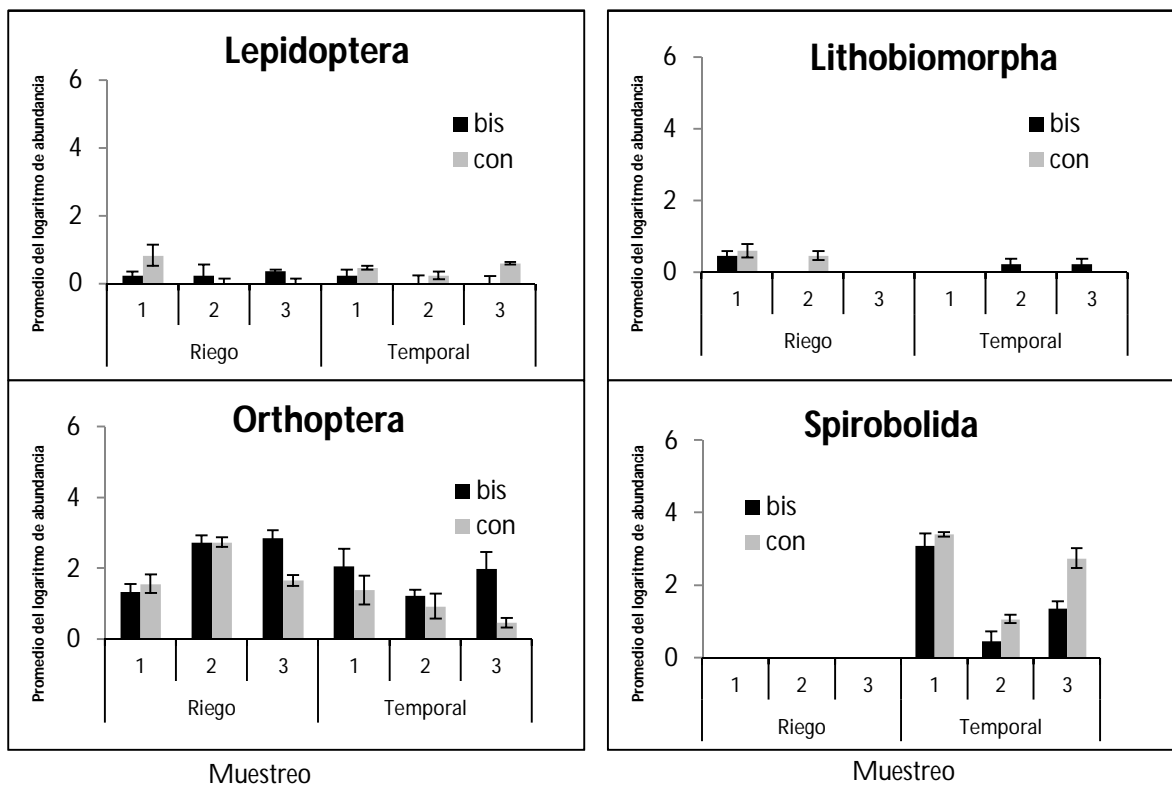


Figura 6.1. Abundancia de artrópodos por Orden durante el tiempo de estudio (junio-octubre 2010) asociados al cultivo de maíz en parcelas convencionales y de bajos insumos entre el sistema de riego y temporal.

A partir de la abundancia obtenida de los Órdenes, se asignó un gremio que correspondiera a sus hábitos alimenticios: depredadores, detritívoros, herbívoros y otros (puesto que se desconocía la preferencia alimenticia). Se realizaron análisis de varianza para el promedio de la abundancia entre los diferentes gremios, sin embargo solamente se observaron diferencias significativas para el gremio de los depredadores ($F_{(1,3)} = 14.9$, $P=0.03$), donde se observó una mayor abundancia particularmente en el sistema de riego dentro del tratamiento de bajos insumos, en comparación al convencional. Las especies catalogadas como "otros" mostraron diferencias significativas con mayor abundancia en el sistema de temporal ($F_{(1,3)} = 3502$, $P=0.009$). Los promedios de la abundancia entre los diferentes gremios se muestran en la Figura 7 y el Cuadro 6.

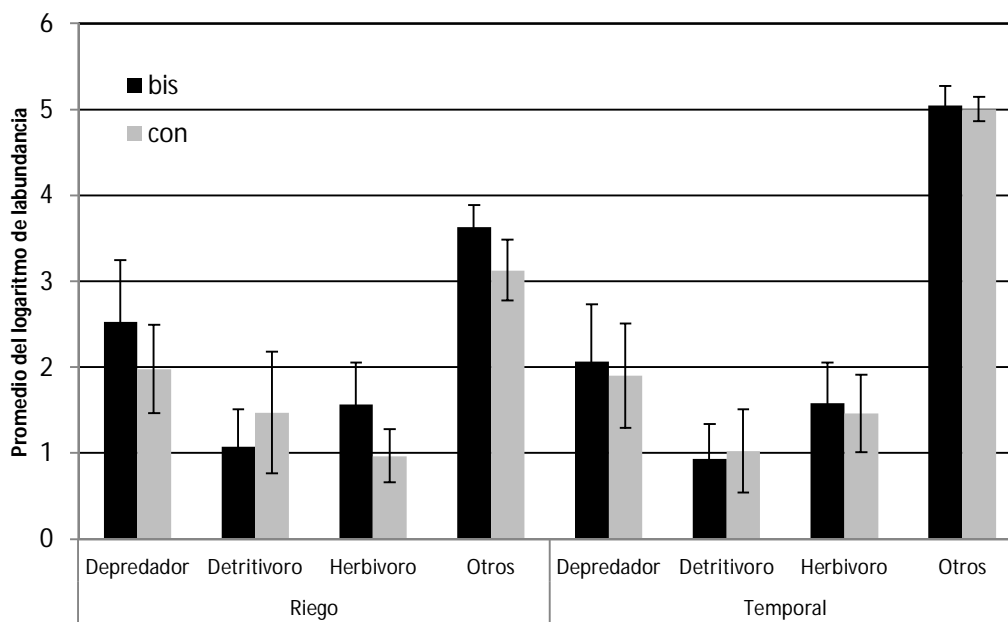


Figura 7. Abundancia total de artrópodos (promedio del logaritmo por parcela \pm EE) asignada a gremios alimenticios entre los tratamientos de cultivo de bajos insumos y convencional entre el sistema de riego y temporal.

Cuadro 6. Abundancia de artrópodos por gremio, muestra los valores de F, grados de libertad (GL) y los valores de P. (*) muestran los gremios con diferencia significativa entre diferentes tratamientos, sistemas de riego y la interacción entre el tratamiento y el riego.

Gremio	Tratamiento (bis y con)			Riego (temporal y riego)			Interacción (Tratamiento : riego)		
	F	GL	P	F	GL	P	F	GL	P
Depredadores	14.9	1,3	0.03*	8.6	1,3	0.06	4.34	1,3	0.12
Herbívoros	2.27	1,3	0.22	1.12	1,3	0.36	0.99	1,3	0.39
Detritívoros	0.31	1,3	0.61	0.47	1,3	0.54	0.12	1,3	0.74
Otros	0.96	1,3	0.39	35.2	1,3	0.009*	0.67	1,3	0.47

Plagas e insectos benéficos

Los análisis de varianza para la incidencia de plagas e insectos benéficos predominantes en las evaluaciones realizadas, muestran diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos ($p < 0.05$), particularmente entre los sistemas con riego y de temporal (Cuadro 7). En la Figura 8, se indica la abundancia total por especie entre tratamientos.

Cuadro 7. Abundancia de artrópodos por especie, muestra los valores de F, grados de libertad (GL) y los valores de P. (*) muestran las especies con diferencia significativa entre diferentes tratamientos y sistemas de riego.

Nombre común	Especie	Tratamiento			Riego		
		F	GL	P	F	GL	P
Gusano Cogollero (plaga)	<i>Spodoptera frugiperda</i>	0.47	1,8	0.5	719	1,8	* 4.02E-09
Picudo (plaga)	<i>Nicentrus testaceipes</i>	0.95	1,8	0.35	36.64	1,8	* 0.0003
Frailecillo (plaga)	<i>Macrodactylus</i> sp.	0.31	1,8	0.59	153.6	1,8	* 1.67E-06
Chicharrita (plaga)	<i>Dalbulus maidis</i>	0.04	1,8	0.83	66.7	1,8	* 3.76E-05
Diabrotica (plaga)	<i>Diabrotica</i> sp.	3.39	1,8	0.102	7.9	1,8	* 0.02
Pulgón del cogollo (plaga)	<i>Rhopalosiphum maidis</i>	4.29	1,8	* 0.07	0.38	1,8	0.55
Chapulín (plaga)	<i>Gryllus rubens</i>	3.29	1,8	0.107	2.94	1,8	0.12
Tijerilla (benéfico)	<i>Forticula</i> sp.	2.01	1,8	0.19	3.42	1,8	0.14
Chinche pirata (benéfico)	<i>Orius</i> sp.	3.65	1,8	* 0.09	12.05	1,8	* 0.008
Escarabajo cazador (benéfico)	<i>Calosoma</i> sp.	0.47	1,8	0.509	719	1,8	* 4.02E-09

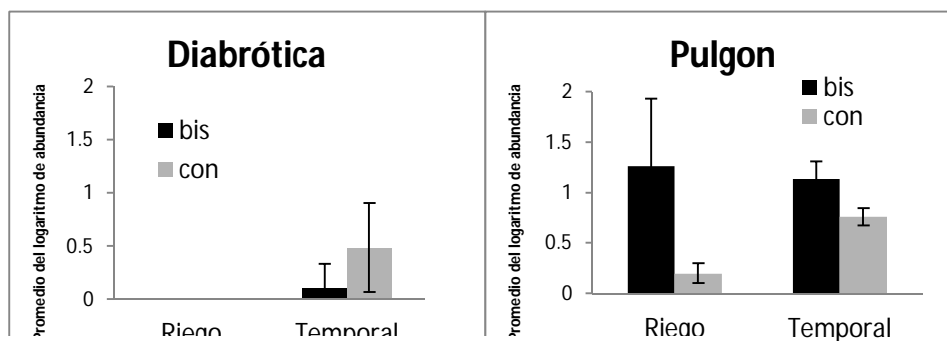


Figura 8. Abundancia de artrópodos por especie (promedio del logaritmo \pm EE) asociados al cultivo de maíz entre los diferentes tratamientos y sistemas de riego.

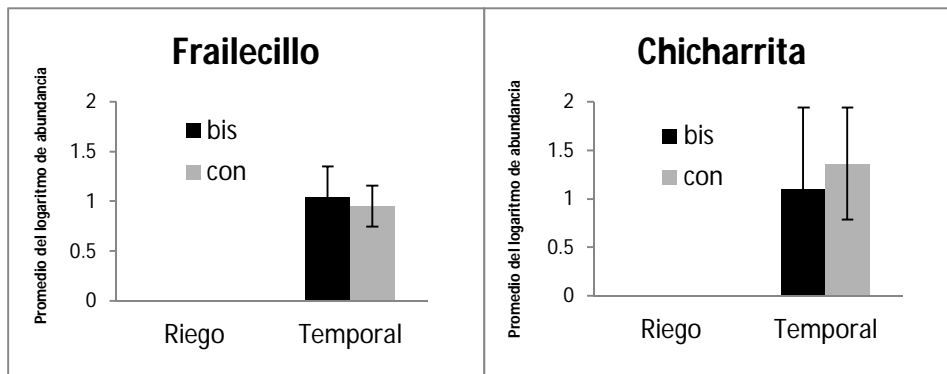


Figura 8.1. Abundancia de artrópodos por especie (promedio del logaritmo \pm EE) asociados al cultivo de maíz entre los diferentes tratamientos y sistemas de riego.

Herbivoría, crecimiento y desempeño de las plantas.

Los análisis de varianza relacionados con la herbivoría de las plantas de maíz, indican que no existen diferencias significativas entre los tratamientos de bajos insumos y convencional ($F_{(1,3)}=1.11, P=0.36$), ni tampoco entre sistemas de riego a lo largo de la evaluación ($F_{(1,3)}=0.47, P=0.54$). Por otro lado en el sistema con riego el porcentaje de herbivoría fue mayor en los cultivos de tratamiento convencional para el segundo y tercer muestreo (interacción tratamiento: sistema de riego: ($F_{(1,3)}=4.80, P=0.03$)). En promedio, se presentó hasta un 18% de área foliar dañada en las parcelas convencionales al final de la temporada (Fig.9).

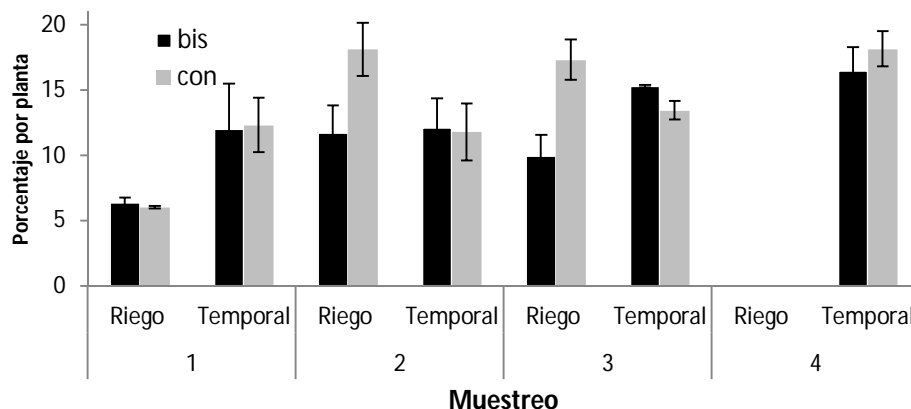


Figura 9. Porcentaje de área foliar consumida por herbívoros (promedio \pm EE) en plantas de maíz a lo largo de la evaluación por tratamiento y sistema de riego.

Para los análisis de varianza de los promedios de altura en las plantas, no se mostraron diferencias significativas entre los tratamientos ($F_{(1,3)}=0.79$, $P=0.43$), ni tampoco entre sistemas de riego a lo largo de la evaluación ($F_{(1,3)}= 0.10$, $P=0.76$). Por otra parte, aunque en el sistema con riego el promedio de altura tiende a ser mayor en los cultivos con tratamiento convencional (Fig.10), no hubo diferencias significativas (interacción tratamiento: sistema de riego: $F_{(1,3)}= 3.54$, $P=0.15$).

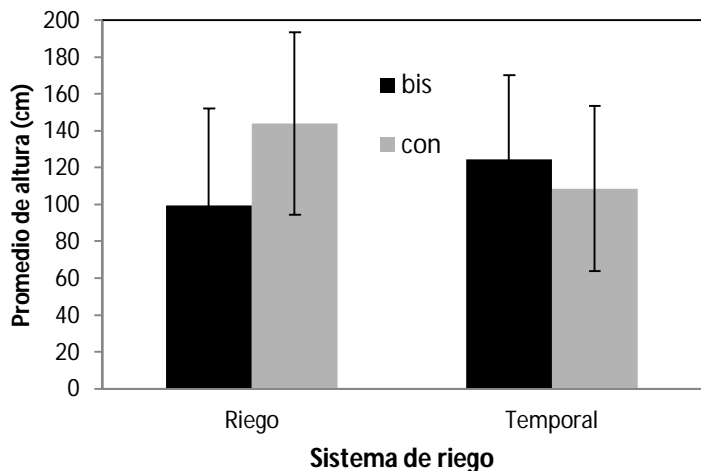


Figura 10. Promedio de la altura (promedio \pm EE) de las plantas de maíz entre los diferentes tratamientos y sistemas de riego.

De la misma manera, no se mostraron diferencias significativas en los análisis de varianza del promedio del número de hojas en las plantas de maíz entre los tratamientos de bajos insumos y convencional ($F_{(1,3)} = 5.29$, $P=3.07$), ni entre los sistemas de riego ($F_{(1,3)} = 3.07$, $P=0.17$). Sin embargo, en el sistema de temporal el promedio del número de hojas fue mayor en los cultivos con tratamiento de bajos insumos (Fig.11) mientras que en el sistema de riego no hubo diferencias significativas entre tratamientos (interacción tratamiento: sistema de riego: $F_{(1,3)} = 11.09$, $P=0.04$).

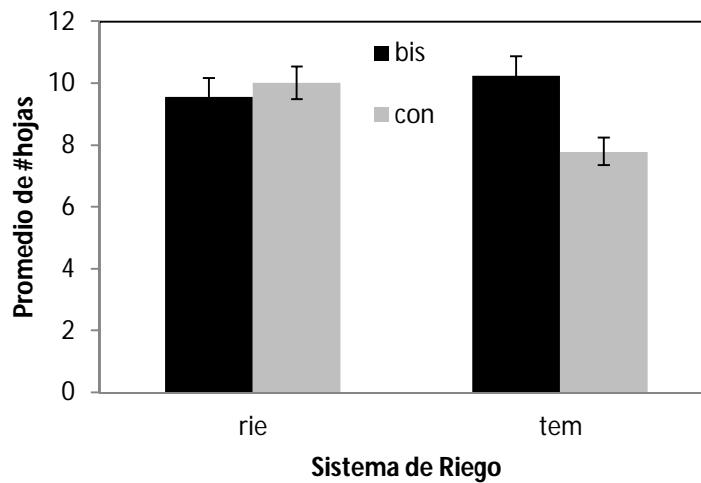


Figura 11. Promedio del número de hojas (promedio \pm EE) de las plantas de maíz entre los diferentes tratamientos y sistemas de riego.

En la Figura 12 se muestra el desempeño de las plantas de maíz, evaluado como el peso de 100 granos por planta (20 plantas por parcela), donde los análisis de varianza para el promedio del peso no presentaron diferencias significativas entre tratamientos ($F_{(1,4)} = 0.03$, $P=0.86$), ni entre sistemas de riego ($F_{(1,4)} = 0.02$, $P=0.08$). Por otro lado, se mostró una diferencia significativa de mayor peso en promedio del grano en el tratamiento convencional dentro del sistema con riego (interacción tratamiento: sistema de riego: ($F_{(1,4)} = 7.8$, $P=0.04$).

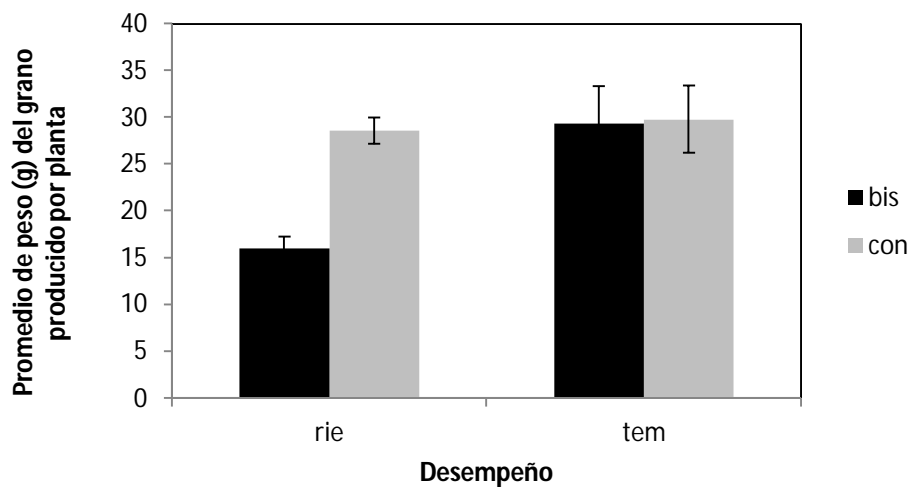


Figura 12. Desempeño de las plantas de maíz medido como peso (g) de 100 granos por planta (promedio \pm EE) entre los diferentes tratamientos y sistemas de riego.

Caracterización del Suelo

Para identificar las diferencias en la composición del suelo entre los distintos tratamientos, se realizó un análisis de varianza a la abundancia de cada uno de los parámetros arrojados en los análisis del suelo.

La caracterización del suelo de cada una de las parcelas evaluadas para cada tratamiento dentro del mes de julio en el 2010, demuestra que la clasificación entre las texturas varía entre media (franco arenosa) en las parcelas con sistema de temporal y pesada (franco arcillosa, arcilla) en las parcelas con sistema de riego (Cuadro 7). La diferencia entre las variables arrojadas en los análisis, indican que hay diferencias estadísticamente significativas ($P < 0.05$) entre algunos parámetros. Se observan valores más elevados de fósforo {P} ($F_{(1,8)}=19.23$, $P=0.002$), capacidad de intercambio catiónico {CIC} ($F_{(1,8)}=11.81$, $P=0.008$) y pH ($F_{(1,8)}=188.7$, $P=7.6e-07$) en las parcelas de riego que en las de temporal. Los porcentajes de nitrógeno {N} y materia orgánica {MO} fueron similares entre los diferentes tratamientos, aunque los índices mas elevados se presentaron en la parcelas de temporal, no mostraron diferencias estadísticas significativas. Las muestras fueron tomadas antes del periodo de siembra, por lo que los resultados representan la historia de manejo más que la situación del cultivo evaluado.

Cuadro 8. Caracterización físico-química del suelo de las parcelas de maíz entre los diferentes tratamientos y sistemas de riego en los municipios de Cherán y Álvaro Obregón, Michoacán 2010.

Identificación	Lugar	pH 1:2 H2O	M.O. (%) Walkley-Black	N* (%)	P Olsen ppm	CIC _—	Clasificación Textural
PBISR1	Álvaro O.	7.98*	2.4	0.12	28	19.6	Arcilla
PBISR2	Álvaro O.	7.83	4.1	0.20	110*	47.7	Arcilla
PBISR3	Álvaro O.	7.39	2.7	0.14	12	49.7*	Arcilla
PCONR1	Álvaro O.	7.43	2.4	0.12	45	46.5	Arcilla
PCONR2	Álvaro O.	7.44	3.1	0.12	25	46.1	Arcilla
PCONR3	Álvaro O.	7.7	2.7	0.11	22	48.3	Arcilla
PBIST1	Cherán	6.12	6.2	0.31*	8	31.7	Fco. Arcilloso
PBIST2	Cherán	5.87	2.4	0.12	4	11.7	Fco. Arenoso
PBIST3	Cherán	5.93	1.6	0.08	5	12.1	Fco. Arenoso
PCONT1	Cherán	6.02	1.9	0.10	7	13.8	Fco. Arenoso
PCONT2	Cherán	6.21	3.2	0.16	6	19.6	Fco. Arenoso
PCONT3	Cherán	6.29	6.8*	0.34	8	33.5	Fco. Arcilloso

(*) Valor más elevado dentro del parámetro.

DISCUSIÓN

Comunidad de Artrópodos

Al hacer un análisis general de la incidencia y daños causados por artrópodos que se alimentaron de las plantas de maíz, se encontró que estos no se deben considerar como limitantes para la adopción del sistema de agricultura alternativa con bajos insumos. Del total de los órdenes encontrados (doce órdenes), únicamente Himenóptera mostró una alta densidad poblacional en agricultura de bajos insumos. Desde el punto de vista humano los himenópteros son quizás los insectos más beneficiosos pues incluyen a un gran número de especies depredadoras o parásitas de otros insectos y que sirven de control de plagas

incluyendo a los polinizadores más importantes. Sin embargo, los órdenes Díptera, Spirobólida y Coleóptera presentaron mayor abundancia dentro del sistema de temporal, y los ordenes Isópoda e Himenóptera en el sistema con riego. Esto puede deberse a que los suelos pertenecientes al sitio de los sistemas con riego presentaron una textura arcillosa que, aunada al riego por gravedad tienden a presentar suelos más compactos y fangosos (mencionados como “chiclosos” por los agricultores de los sitios de riego), preferidos por especies con hábitos detritívoros, como es el caso de Isópoda (ej. cochinillas). En comparación, lo suelos de las parcelas temporales fueron caracterizados de textura arenosa con mayor materia orgánica y un pH mas neutro, lo cual es propicio para un microclima favorable en el tipo de hábitat de especies depredadoras que pasan la mayor parte de su ciclo de vida en la superficie del suelo como es el caso de Coleóptera (ej. escarabajos) y Spirobólida (ej. mil pies). Por otro lado, la tendencia de la dinámica poblacional de los órdenes Araneae, Coleóptera e Himenóptera fue mayor en el tratamiento de bajos insumos durante las diferentes fechas de muestreo efectuados en la evaluación. Esto concuerda con resultados similares que obtuvieron Pfiffner y Niggli (1996) en un estudio con cultivos de trigo donde se encontró una elevada diversidad y cantidad de artrópodos del orden Araneae y Coleóptera en parcelas orgánicas, en comparación a las parcelas convencionales, así como Ponce (2012) en cultivos de maíz encontró mayor abundancia en Aranae e Himenóptera en parcelas orgánicas. Se llegó a la conclusión de que el aumento de los niveles de vegetación baja (por ejemplo especies de hoja ancha y pastos) afecta los resultados de manera considerable en los campos orgánicos.

Así mismo Laborda et al. (2012) en otra investigación reciente en sitios agrícolas con cultivos de bajos insumos y convencionales menciona que los órdenes de artrópodos más

abundantes en general en todos los cultivos y sistemas de cultivo han sido himenópteros, hemípteros y dípteros. En general los campos cultivados con bajos insumos se caracterizaron también por contar con una distribución entre órdenes aún más equitativa, contando con una comunidad menos dominada por pocas especies.

Respecto a la abundancia entre los diferentes gremios de la comunidad de artrópodos, en la presente investigación se pudieron observar diferencias estadísticas significativas donde hubo mayor abundancia del gremio de los depredadores dentro del tratamiento de bajos insumos en el sistema de riego, este gremio fue representado principalmente por los Órdenes Coleóptera, Araneae e Himenoptera durante las diferentes fechas de muestreo. Estos resultados concuerdan con los citados por Letourneau y Goldstein (2001) quienes encontraron que la abundancia de depredadores era significativamente más grande en cultivos orgánicos de tomate en comparación a los convencionales, sin existir mayor diferencia entre otros gremios. Bolaños et al. (2001) mencionan en un estudio sobre la densidad de plagas del maíz bajo labranza de conservación y labranza convencional, que la regulación de las poblaciones de herbívoros plaga podría atribuirse a estos organismos depredadores. Por otro lado el gremio caracterizado como "otros", fue mayor en los sistemas de temporal. Al desconocer sus hábitos alimenticios, atribuimos las condiciones favorables de los suelos del sistema de temporal en comparación a los suelos convencionales, y que las parcelas en los sitios de temporal en particular están rodeadas de bosque, lo cual genera una mayor diversificación de especies.

Se sostiene que los tratamientos convencionales aún con el uso de plaguicidas mantienen las poblaciones de herbívoros y detritívoros similares a los sistemas de bajos insumos donde no se utilizan agroquímicos, mientras que la tendencia de una mayor abundancia de depredadores en sistemas de cultivo con bajos insumos puede reducir significativamente la incidencia de plagas.

Plagas e insectos benéficos

Dentro del total de especies plaga presentes (7 especies) que tuvieron mayor incidencia en las plantas de maíz a lo largo de la evaluación, solo el gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) se presentó en forma exclusiva en los sistemas de riego, mostrando una abundancia significativamente mayor en las parcelas convencionales. Este efecto en la densidad poblacional puede atribuirse a un control natural ya que los sistemas de riego pueden elevar parcialmente los índices de humedad que influyen en la incidencia de esta plaga (Pruett y Guamán, 2001). Así mismo Shrenk y Saunders (1984) mostraron en una investigación una mayor incidencia de gusano cogollero en sistemas convencionales, mencionando que se debía a que en este sistema los suelos son planos, expuestos y visibles para que los adultos ovipositen, en contraste a los sistemas de cultivo con bajos insumos donde la cobertura es mas densa y puede interferir con los estímulos visuales y químicos de los insectos. En este sentido el sistema de bajos insumos parece beneficiarse de la presencia de depredadores que ayudan a que el gusano cogollero no sea tan destructivo y demuestra la contradicción de usar grandes cantidades de insecticidas, puesto que su utilización no reditúa en una disminución significativa de la plaga.

Por otro lado los promedios de abundancia del picudo chico del maíz (*Nicentrus testaceipes*), frailecillo (*Macroductylus* sp.), chicharrita (*Dalbulus maidis*), diabrotica (*Diabrotica* sp.) y el escarabajo cazador (*Calosoma* sp.), indican que no existen diferencias significativas entre tratamientos, sin embargo muestran una incidencia exclusiva en los cultivos con sistemas de temporal. Esta situación en específico podría deberse a que las parcelas establecidas en los predios con cultivos de temporal seleccionadas para esta evaluación (municipio de Cherán), se situaban en un ambiente de prácticas culturales agrícolas mas tradicionales, haciendo énfasis en una mayor rotación de cultivos, cercas vivas y mosaicos de bosque natural, evitando la intensificación de los monocultivos, sin dejar a un lado las características favorables del suelo y las variaciones climáticas, situación que beneficia la proliferación en cuanto a la riqueza de especies. Altieri (2004) menciona que una mayor diversidad de cultivos tiende a mantener una comunidad de artrópodos más estable y menos susceptible a la proliferación de herbívoros-plaga especializados, ligados a la adopción de extensos monocultivos. De esta manera se aumentan las oportunidades ambientales para los enemigos naturales. En este estudio se puede observar como el escarabajo cazador (*Calosoma* sp.), así como la chinche pirata (*Orius* sp.) siendo depredadores efectivos documentados como benéficos, mantienen una abundancia significativamente mayor a las plagas mencionadas para el sistema de temporal, contribuyendo a un control natural eficiente. Se puede decir que cuando los cultivos específicos se expanden más allá de su espacio "natural", se requiere la intensificación del control químico para superar tales factores limitantes.

En cuanto a los resultados obtenidos para los índices de abundancia del pulgón del cogollo (*Rhopalosiphum maidis*), existen diferencias significativas mostrando una mayor incidencia en el tratamiento de bajos insumos con sistema de riego. Cabe destacar que para nuestra evaluación en este tratamiento en particular, se aplicaron herbicidas. Oka y Pimente (1976) descubrieron que al aplicar herbicidas de uso común en maíz, se incrementan las poblaciones del pulgón del follaje (*Rhopalosiphum maydis*). Esto lo atribuyen a que el herbicida duplica la proteína total de las hojas en la planta de maíz, generando mejor alimento a los insectos, incrementando la susceptibilidad del cultivo, inclusive, a enfermedades. De la misma manera mencionan que este insecto puede llegar a ser mayor en agrosistemas de conservación en comparación a los convencionales.

Los valores de incidencia de la tijerilla (*Forticula sp.*) y el chapulín (*Gryllus rubens*) en las plantas de maíz de acuerdo a los promedios de presencia, muestran una tendencia inclinada hacia los sistemas con riego, pero de acuerdo al análisis de varianza no se mostraron diferencias estadísticas entre ambos sistemas porque hay mucha variación entre parcelas, de la misma manera no se mostraron diferencias significativas entre tratamientos.

La chinche pirata (*Orius sp.*) presentó diferencias significativas con mayor abundancia en los tratamientos con bajos insumos así como en las parcelas de temporal. Esta es una importante especie depredadora utilizada con frecuencia como agente de control biológico y llega a estar disponible incluso en forma comercial (Wright, 1994), ya que al ser una especie con una amplia distribución a nivel mundial (Barber 1936; Knowlton 1944; Dicke y Jarvis 1962; Salas 1995), se puede deducir que los plaguicidas utilizados en los sistemas convencionales pueden reducir sus poblaciones, eliminando así un agente importante de control biológico.

Herbivoría, crecimiento y desempeño de las plantas

Con relación a la herbivoría, en específico a las lesiones producidas por insectos masticadores en las hojas de las plantas del maíz, no hubo mayor preferencia por alguno de los sistemas en particular, a pesar de existir diferencias marcadas entre la abundancia de las distintas plagas encontradas para los diferentes sistemas de cultivo, siendo que los análisis no muestran diferencias significativas. Sin embargo el porcentaje de herbivoría al final del ciclo de cultivo representó hasta un 18% de daño en promedio para ambos tratamientos. Cabe precisar que existe una tendencia marcada en la incidencia de herbivoría en los tratamientos convencionales con sistemas de riego (cultivos con mayor tecnificación en la evaluación) a pesar de la aplicación de insecticidas. Este hecho se puede ejemplificar con en el caso específico del gusano cogollero, que solamente estuvo presente en los sistemas de riego, mostrando una abundancia significativamente mayor en las parcelas de tratamiento convencional. Bolaños et al. (2001) mencionan en su estudio que la preferencia de esta y otras especies como el gusano elotero y el pulgón, para infestar a las plantas del maíz bajo este sistema, se atribuye por un lado a los sitios de ovoposición, preferidos por los adultos relacionados con el desarrollo rápido de las plantas, al formar un microclima más húmedo que permite la supervivencia, tanto de huevecillos como de larvas. De esta forma, podemos sostener que los problemas ocasionados por artrópodos plaga no fueron mayores cuando se restringió el uso de plaguicidas. Es importante señalar que para el presente estudio no se evaluaron por separado los daños causados por las distintas especies plaga, lo que podría explicar la falta de diferencias en los porcentajes de herbivoría; así mismo, cabe destacar la importancia de realizar mayor investigación enfocada a las etapas larvarias de los insectos, al estar documentado que éstas causan daños de gran impacto como plagas rizófagas en los cultivos del país.

Las variables de desarrollo (altura y número de hojas) y desempeño (peso de la semilla) de las plantas no mostraron diferencias significativas entre el tratamiento convencional y de bajos insumos, aunque para el número de hojas y desempeño se presentó una tendencia en promedio mayor en los sistemas que contaron con riego. Esto podría deberse a que en los sistemas con riego las plantas sufren menor estrés hídrico para su desarrollo durante el ciclo de cultivo, además de que la textura del suelo en las parcelas con sistema de riego era arcillosa, lo cual representa un suelo con mayor capacidad de retener agua. Por otro lado, los suelos en las parcelas con riego contaban con valores más elevados de fósforo {P} y mayor capacidad de intercambio catiónico {CIC} según las variables arrojadas en los análisis, los cuales cumplen un papel vital en la transferencia de energía y se encuentran involucrados directamente con el crecimiento de las plantas.

Pareciera que el sistema de bajos insumos es más rentable haciendo una comparación costo-beneficio de las labores mecánicas, mano de obra e insumos externos, sin dejar de hacer hincapié en los beneficios ambientales. Bolaños (2001) reportó en sus evaluaciones, que el costo total de producción agrícola de maíz en agrosistemas de conservación llegó a ser hasta 18.2% menor, con respecto a los sistemas convencionales y la ganancia neta fue 29% superior en agricultura de conservación, con respecto a la convencional.

Propiedades del suelo

Los valores mostrados para los diferentes parámetros evaluados en la caracterización del suelo muestran mayores índices de fósforo, capacidad de intercambio catiónico y pH en las parcelas que contaron con riego pero no presentaron diferencias entre tratamientos, de la misma manera los niveles de nitrógeno y materia orgánica fueron similares en los diferentes sistemas. A modo que se sostiene que a pesar de los agroquímicos empleados (fertilizantes, herbicidas y plaguicidas) en los tratamientos convencionales, los contenidos de nutrientes y otras características en la composición del suelo se mantienen similares en la agricultura con bajos insumos, aunado el beneficio en la mitigación de problemas de salud y contaminación ambiental por el uso de químicos.

Los resultados obtenidos en este estudio se asemejan a los citados por Ponce (2012) en una investigación similar dentro de la región de Michoacán, donde señala que las parcelas bajo manejo orgánico promueven la abundancia de artrópodos depredadores. También logró observar que tanto la abundancia de herbívoros, los niveles de herbivoría, así como el rendimiento de las plantas de maíz resultaron ser similares bajo manejo orgánico y convencional.

En la presente investigación se compararon dos sistemas de cultivo en dos diferentes sitios con condiciones que presentan muchas diferencias en el manejo como la utilización de maquinaria, el tipo de semillas, el tipo de insumos, etc., por lo que debemos ser cautelosos al extrapolar estos resultados a otro sistema. Sin embargo queda claro que la disminución en el uso de agroquímicos tanto en sistemas de riego como de temporal aumenta la diversidad de artrópodos y por lo tanto el control biológico de las poblaciones de plagas.

CONCLUSIONES










Con fundamento en los resultados obtenidos, bajo las condiciones en que se llevó a cabo la presente investigación, se concluye lo siguiente:










- En general la abundancia del total de artrópodos no presentó diferencias entre el tratamiento de cultivo convencional y el tratamiento con bajos insumos, sin embargo, hubo mayor incidencia de algunos órdenes pertenecientes al gremio de depredadores representados por el Orden *Coleóptera*, *Araneae* y *Hemíptera* dentro de los cultivos con tratamiento de bajos insumos, ejerciendo un importante control biológico al disminuir el daño en la plantas por herbívoros.
- Los órdenes Díptera, Spirobólida y Coleóptera fueron significativamente más abundantes en el sistema de temporal y los órdenes Isópoda e Himenóptera en el sistema con riego, sin presentar diferencias entre el tratamiento convencional y el de bajos insumos.
- La incidencia de especies plaga tendió a ser mas abundante en los tratamientos convencionales de mayor tecnificación, en particular el gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) que se presentó únicamente en el tratamiento convencional con riego. Por el contrario en los tratamientos de bajos insumos, fue mayor la abundancia de especies benéficas como el escarabajo cazador (*Calosoma* sp.) y la chinche pirata (*Orius* Sp). Estos resultados confirman que el manejo de plagas en los sistemas con bajos insumos, no son una limitante para la adopción de dicho sistema de producción.











- A pesar de que algunas especies de plaga fueron más abundantes en algunos tratamientos, en particular el gremio de los herbívoros no mostró preferencias entre los diferentes sistemas de manejo, por lo que los daños por herbivoría fueron similares entre ambos tratamientos. De la misma manera el desarrollo y el desempeño de las plantas del maíz no presentaron diferencias significativas; sin embargo, el número de hojas y el desempeño fueron mayores en los sistemas con riego.
- Al hacer un análisis general de los posibles efectos que la agricultura de bajos insumos ocasiona sobre las poblaciones de los insectos que atacan el cultivo del maíz, se concluye que el control biológico derivado de la diversificación de especies por las condiciones que crea la sustitución de agroquímicos por insumos orgánicos dentro del cultivo de maíz, mostró una disminución en las poblaciones de plagas estudiadas. Sin embargo, no se descarta la posibilidad de que en algunas especies, estas condiciones de manejo del cultivo en el sistema de bajos insumos favorezcan el incremento de sus poblaciones, por lo que resulta de vital importancia realizar mayor investigación de las diversas variables que puedan afectar en el restablecimiento de las funciones del suelo cuando se lleva a cabo una reconversión agrícola.










BIBLIOGRAFÍA

-  ACTAF (Asociación Cubana de Técnicos Agrícolas y Forestales). 2003. Agricultura orgánica. No.1. pp.4-5
-  All. J.N. Insect relationship in no-tillage cropping. Southwestern No-till System Conference. University of Georgia. Experiment Station. pp.17-19.
-  Altieri, M.A. 1983. Agroecología, Bases Científicas de la Agricultura Alternativa. División de Control Biológico. Universidad de California, Berkeley. 162p.
-  Altieri, M.A. 1999. Agroecología. Bases Científicas para una agricultura sustentable Ed. Nordan-comunidad. Av. Millán 4113, 12900 Montevideo. ISBN: 9974-42-052-0. 325p.
-  Altieri, M.A. 2004. La Agricultura Moderna: Impactos Ecológicos y la Posibilidad de una Verdadera Agricultura sustentable. Department of Environmental Science, Policy and Management University of California, Berkeley. [Documento en línea]. Url:http://portal.mda.gov.br/portal/saf/arquivos/view/ater/livros/Agroecologia_principios_y_estrategias.pdf [Consulta: 2012, abril 25].
-  Altieri, M.A. y D.K. Letourneau. 1982. Vegetation management and biological control in agroecosystems. Crop Protection: pp. 405-430.
-  Altieri, M.A. y V.M. Toledo. 2011. La revolución agroecológica en Latinoamérica. (SOCLA) Sociedad Científica Latinoamericana de Agroecología. pp. 4 y 5.
-  Alviar, Camilo. 2004. Manual agricultura alternativa: principios. ISBN 958-8233-13-5. 9p.










-  Anónimo. 1987. El maíz, fundamentos de la cultura popular mexicana. Museo nacional de culturas populares. SEP. 114p.
-  Aragon, J. 1988. Manejo integrado de plagas relacionadas a la siembra directa. En: Paniagatti, J. (ed.) Siembra directa. Cordoba, Argentina. pp.163-175
-  ASAE (American Society of Agricultural Engineering). 1981. Terminology and definitions for soli tillage and soli tool relationships. ASAE engineering practices. USA. 200p.
-  Barber, G.W. 1936. *Orius insidiosus* (Say.), an important natural enemy of corn earworm. USDA. Tech. Bull. Vol.504. 24p.
-  Barreto, H.R. Roab, A. Tasistro y A. Violic. 1988. Labranza de conservación en maíz. El Batán. México. CIMMYT. México, D.F. pp. 75-96.
-  Bautista, F., Cram, S. e I. Sommer Cervantes. 2004. Técnicas de Muestreo para manejadores de Recursos Naturales. 1ª edición, México. pp. 73-97.
-  Bergvinsos, D.J., Gracia-Lara, S., Espinoza Carrillo, C. 2007. Manual de plagas en granos almacenados y tecnologías alternas para su manejo y control. .CIMMYT. México, DF (México). ISBN: 970-648-154-0. 55p.
-  Bianco, R. 1988. Ocorrencia e manejo de pragas. En: Darolt. M:R: (Ed.) Plantio Directo, pequena propriedade sustentável. Londrina, Instituto Agronomico de Parana. pp.159-172.
-  Blanco C., Bernal J. 2003. Insecticidas y control biológico. En: Bases para el manejo racional de insecticidas. Editores G. Silva Aguayo y R. Hepp Gallo. Capítulo 4, pp 71-85. Primera Edición. TRAMA Impresores S.A










-  Bolaños, A., Bravo, H., Equihua, A., Trinidad, A., Ramírez y J. A. Domínguez Valenzuela. 2001. Densidad y Daños de Plagas del Maíz, bajo labranza Convencional y de Conservación. *Acta Zoológica Mexicana*. Vol 83. pp.127-141.
-  Casas, A.; J. Caballero, C. Mapes y S. Zárate. 1997. Manejo de la vegetación, domesticación de plantas y origen de la agricultura en Mesoamérica. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 61: pp. 31-47.
-  Carballo, V.M. 1979. Incidencia de plagas en maíz (*Zea mays*) bajo diferentes sistemas de manejo de malezas. Tesis Prof. Goápiles, Costa Rica. Universidad, Centro Universitario del Atlántico. 89p.
-  Carrillo, R.H. 1984. Análisis y acción conjunta de insecticidas en larvas de gusano cogollero del maíz *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith). Tesis de maestría. Instituto de fitosanidad. Colegio de Posgraduados. Montecillo, Texcoco, México. 82p.
-  Castiglione, E. 2001. Manejo de la fauna del suelo e insectos plaga. En: Díaz, Rosello, R. (Ed.) *Siembra directa en el cono sur*. Montevideo, Uruguay. pp. 89-101.
-  CESAVEG. 2007. Comisión Estatal de Sanidad Vegetal Guanajuato. Campaña de manejo fitosanitario de cultivos básicos. Maíz. *Boletín* 8. 21p.
-  Codex Alimentarius. 1999. Guidelines for the production, processing, labeling and marketing of organic produced products. GL-32-1999. Rev 2001.
-  Conway, G.R. and E.B. Barbier. 1990. *After the green revolution: sustainable agriculture for development*. Earthsan Publications, London.
-  Crovetto, L.C. 1992. *Rastrojos sobre el suelo. Una introducción a la cero labranza*. Ministerio de agricultura de Chile. 301p.









-  Dahlberg, Kenneth A. 1991. *Sustainable Agriculture: Fad or Harbinger*. *Bioscience*. 41. pp. 337-340.
-  Davidson, R.H. 1992. *Plagas de Insectos Agrícolas y del Jardín*. Limusa, México. pp. 15 y 16.
-  De Silguy, Catherine. 1999. *La agricultura biológica. Técnicas eficaces y no contaminantes*. Editorial Acribia, Zaragoza, España, 129p. ISBN 84-200-0870-2.
-  Debach, P. y Rosen, D. 1991. *Biological control by natural enemies*. 2 ed. Cambridge University Press. Cambridge (Reino Unido), 440p.
-  Dicke, F.F.; J.L. Jarvis. 1962. The habits and seasonal abundance of *Orius insidiosus* (Say.) (Hemiptera-Heteroptera: Anthocoridae) on corn. *J. Kan. Entomol. Soc.*, 35(3): 339-344
-  Duelli, P., Obrist, M. K. y D. R. Schmatz. 1999. Biodiversity evaluation in agricultural landscapes: above-ground insects. *Agriculture, Ecosystems and Environment*. Vol.74. pp. 33-64.
-  Edwards, C.A. et al. 1990. *Sustainable agriculture systems*. Soil and Water Conservation Society, Ankeny, IA.
-  Eilenberg, J.; Hajek, A. y Lomer, C. 2001. Suggestions for unifying the terminology in biological control. *Biocontrol*, 46: 387-400.
-  FAO.1988. *Anuario de producción*. Organización de las naciones unidas para la agricultura y la alimentación, Roma, Italia. Vol.41:125-126
-  FAO. 1990. *Sistemas de labranza para américa latina*. Mexico. 800p.





-  FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). 2003. Agricultura Orgánica. Una herramienta para el desarrollo rural sostenible y la reducción de la pobreza. Taller. Torrialba, Costa Rica. 110p.
-  FAO .2003. Agricultura orgánica, ambiente y seguridad alimentaria. Serie sobre medio ambiente y recursos naturales. N°4. Ed. Scialabba, N., Hattam, C. Roma. 259p.
-  FIRA. 1990. Fideicomisos Instituidos en Relación a la Agricultura, labranza de conservación, Boletín informativo. Michoacán, México, 60p.
-  FIRA. 1996. Labranza de conservación para una agricultura sustentable. Boletín Informativo. Comité editorial FIRA. 9p.
-  Flint, M, L. y Dreistadt, S.T. 1998. Natural enemies handbook. The illustrated guide to biological pest control. University of California Press. Berkely. EEUU. 154p.
-  Fraume, Restrepo, N.J. 2007. Diccionario Ambiental. Ed. ECOE. Bogotá. 465P.
-  García, H.J.L. 2000. Apuntes de labranza de conservación y labranza mínima. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste S.C. 126p. Mario Novelo Guizar. 2000. La labranza de conservación en México y apoyos de FIRA para su adopción. Banco de México. FIRA. Morelia, Mich. 9p. [Documento en línea]. Disponible en: agecon.okstate.edu/isct/labranza/guizar/novelo.doc [Consulta: 2012, mayo 25].
-  Gassen, N.D. 2001. As pragas sob plantio directo. En: Díaz, Rosello, (Ed.) Siembra directa en el cono sur. Montevideo, Uruguay. Pp.103-120.
-  Gliessman, S.R. 1989. Agroecology : researching the ecological basis for sustainable agriculture. New York : Springer-Verlag. 380p.

-  Gliessman, S.R. 2002. Agroecología: procesos ecológicos en la agricultura sostenible. CATIE: Turrialba, Costa Rica. 359p.
-  Hamilton, Neil D. 1994. Agriculture without farmers? Is Industrialization restructuring american food production and threatening the future of sustainable agriculture? Northern Illinois Univ. Law Review 14(3).
-  Humberto Tomassino. Sustentabilidad rural. Desacuerdos y controversias. Colección América Latina y el nuevo orden mundial. México. 161p.
-  Ignacio E. Vivas Enriquez. 2004. Apuntes de Agronomía II. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Edo. de México. 181-187.
-  INEGI. 2009. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. México en cifras. Actividades Primarias. URL: <http://www.inegi.org.mx/movil/mexicocifras/mexicoCifras.aspx?em=00000&i=e>
-  INEGI. 2011. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Mapa de Climas. Michoacán de Ocampo.
-  INIFAP. 1997. Avances de Investigación en Labranza de Conservación I. Centro Nacional de Investigación para Producción sostenible. 288p.
-  Jarvis, D. I., Padoch, C., y H. D. Cooper. 2007. Managing Biodiversity in Agricultural Ecosystems. Columbia University Press, New York, USA
-  Knowlton, G.F. 1944. Orius feeding records. Bull. Brook. Entomol. Soc. 39(3): 84-85.
-  Laborda Cenjor, R. 2012. Comparación de la abundancia y biodiversidad de artrópodos auxiliares entre parcelas de cultivo ecológico y convencional, en plantaciones de cítricos, caqui y nectarina. García Mari, F. dir. Universidad Politécnica de Valencia. España. 175p.

-  Letourneau, D.K. y B. Goldstein. 2001. Pest damage and arthropod community structure inorganic vs. conventional tomato production in California. British Ecological Society, Journal of Applied Ecology. Vol. 38 pp.557-570
-  Loomis, R.S., Connor, J.D. 2002. Ecología de Cultivos. Productividad y manejo en sistemas agrarios. Mundi-Prensa. México, DF. pp. 460-462.
-  Taboada, M. y Rogelio O.G. 2004. Cultivos alternativos en México. Universidad Autónoma del Estado de Morelos. Centro de Investigaciones Biológicas. AGT Editor S.A. Ciudad de México, México. 169p. ISBN 968-463-120-0
-  Massieu, T.Y. y Montenegro, L.J. 2007. El maíz en México: biodiversidad y cambios en el consumo. URL: www.analiseconomico.com.mx/pdf/3612/pdf
-  Nicholls, C y Altieri, M. 1998. Control biológico en agroecosistemas mediante el manejo de insectos entomófagos. Agroecológica y Desarrollo. URL:www.vady.mx/sitios/vetevina/ofacad/curso.protopico/materiales/libros/agroecologia/agroecologia.pdf
-  Ochoa Neira, M.G. 1996. La labranza de conservación, una alternativa financiera. En: Memorias del 4° Foro Internacional de Labranza de Conservación. FIRA. México. 8p.
-  Oka, I.N., and Pimentel. 1976. (Herbicide 2, 4-D) increases insect and pathogen pests on corn. Science. Vol. 193. pp. 237-24.
-  Pantoja, A.; A. Fischer; F. Correa-Victoria; L. Sanint; A. Ramirez. 1997. MIP en arroz. Manejo integrado de plagas, artrópodos, enfermedades y malezas. Centro Internacional de Agricultura Tropical. Publicación CIAT N° 292. 141 p.
-  Pendleton, J. W. 1979. Cropping practices, En:E. Hagfliger (Ed.) Maize. Ciba Geigy Ltd., Basle, Switzerland, pp. 33-7.

-  Perelman, Michael. 1977. Farming for profit in a hungry world: capital and the crisis in agriculture. Totowa. NJ: Allanheld, Osmun.
-  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
-  Pfiffner L. and Niggli U. 1996. Effects of bio-dynamic, organic and conventional farming on ground beetles (Col. Carabidae) and other epigaeic arthropods in winter wheat. *Biol. Agric. Hortic.* Vol. 12. pp. 353-364
-  Pimentel, D. et al. 1980. Environmental and Social Costs of pesticides: a preliminary assessment. *Oikos* 34:127-140.
-  Ponce I. 2012. "Comunidades de artrópodos asociados al cultivo de maíz en parcelas orgánicas y convencionales en Erongarícuaro Michoacán". Trabajo de Tesis. CIEco. UNAM. México. 48p.
-  Robles. S.R. 1982. Producción de granos y forrajes. Ed. Limusa, México D.F. 608p.
-  Pruet C.J. y Guamán I.E. 2001. Principio de manejo integrado de plagas y biocontrol en siembra directa. En: Díaz-Rosello, R. (ed.). *Siembra directa en el cono sur*. Montevideo, Uruguay. pp. 121-158.
-  Rogg, Helmuth W. 2001. Manual. Manejo integrado de plagas en cultivos de la Amazonía ecuatoriana. Quito, EC: Mossaico, 183 p. ISBN: 9978-41-628-5
-  SAGAR-INIFAP-PRODUCE. 1997. Centro de investigaciones par la producción sostenible. México. pp. 1-2.

-  Salinas, J., J. Vera G., H. Bravo M. y M. Najera.1998. Avances de investigación en labranza de conservación. Experiencias y resultados obtenidos en labranza de conservación ciclo P.V. Centro de desarrollo tecnológico villa diego. Banco de México, FIRA. pp.29-34.
-  Salinas, J.R., M. Tiscareño, L. y Nejero, M.1988. Avances de investigación en la labranza de conservación. Experiencias y resultados obtenidos en la labranza de conservación ciclo P.V. 1998. FIRA.pp. 29-34
-  Sánchez, J., J.Vera G., H. Bravo M. y J.L. Carrillo . 1989. Análisis de la entomofauna asociada al agroecosistema maíz-frijol bajo tres intensidades de labranza. Agrociencia 76.139-152.
-  SEMARNAP (Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca). 1996. Programa Forestal y de Suelos 1995-2000. México, D.F.
-  Shenk, M.D., J. Saunder y G. Escobar. 1984. Vegetation Management systems and insect responses in the humid tropics of Costa Rica. En: Tropical pest management. Vol: 30 (20). pp. 186-193.
-  Shenk, M.D., J. Saunder y G. Escobar. 1983. Labranza mínima y no labranza en sistemas de producción de maíz (Zea Mays) para áreas tropicales húmedas de Costa Rica. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanzas. Turrialba, Costa Rica. Serie Técnica. Boletín Técnico. N°8. Pp. 21-27.
-  Toledo, V.M, J. Carabias, C. Toledo y C. González-Pacheco. 1989. La producción rural en México: alternativas ecológicas. Prensa de Ciencias. UNAM Y Fundación Universo Veintiuno, Colección Medio Ambiente 6, 402 p.
-  Van den Bosch, Robert. 1978. The pesticide conspiracy. New York: Doubleday.

-  Van Driesche, R. G. 1994. Classical biological control of environmental pests. Florida Entomologist 77: 20-33.
-  Violic, A. D. 1989. Labranza convencional y labranza de conservación: Definición de conceptos. En: Labranza de conservación en maíz. CIMMYT-PROCIANDINO. Edo. de México
-  Winter, E.O. 1997. El agua, el suelo y la planta. Editorial Diana, Primera Edición. México.195p.
-  Wright, B. 1994. Know Your Friends: Minute Pirate Bugs, Midwest Biological Control News Online. Vol. I, No.1.

ANEXO

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?