



# Agraria

**Nueva Epoca**

Año II · Volumen 1 · Número. 1 · Enero - Abril de 2005 · Buenavista, Saltillo, Coah., México

**Editorial**

*Agricultura Sustentable y Biotecnología*

*Pág. 5*

*Agricultura Urbana en la Ciudad de México  
y su Área Conurbada: Situación y Perspectivas*

*Pag. 6*

*Efecto Inhibitorio de Extractos Vegetales sobre  
Rhizoctonia Solani Kühn in vitro*

*Pag. 29*



Del 17 al 21 de septiembre de 2007  
*León, Guanajuato, México*



# XVII Congreso Latinoamericano de la Ciencia del Suelo

*“Juntos por la preservación del recurso suelo”*



- Conferencia magistral
- Simposia
- Expo científica y comercial
- Carteles
- Trabajos libres

## Recepción de trabajos:

lbrs@slcs.org.mx  
clacs@uaaan.mx

## Fecha límite para la recepción de trabajos

15 de Febrero de 2007

## Informes e Inscripciones

[www.slcs.org.mx](http://www.slcs.org.mx)



## DIRECTORIO

**Dr. Luis Alberto Aguirre Uribe**  
Rector

**M. C. Luis Lauro de León González**  
Director General Académico

**Dr. Adalberto Benavides Mendoza**  
Director de Investigación

**Dr. Andrés Martínez Cano**  
Subdirector de Programación y Evaluación

**Ing. Pedro Recio del Bosque**  
Subdirector de Operación de Proyectos

## UNIDAD LAGUNA

**Dr. Esteban Favela Chávez**  
Subdirector de Investigación

## Comité Editorial

**Dr. Miguel A. Capó Arteaga**  
Editor en Jefe

**Dr. Jesús Valdés Reyna**  
Editor Ejecutivo

## Editores Técnicos

**Dr. José L. Puente Manríquez**  
Fitomejoramiento, Unidad Laguna

**Dr. Raúl Rodríguez García**  
Riego y Drenaje

**Dr. Jesús M. Fuentes Rodríguez**  
Producción Animal

## Diseño y Formación

Miguel A. Estrada Villarreal

## Secretario de Producción

M. Ed. Víctor M. López González

## Colaboradores

M. C. Ricardo Cuéllar Flores

M. C. Cecilia Burciaga Dávila

M. C. José H. Rancaño Arrijoa

---

*Agraria -Nueva Epoca- es una publicación científica, cuatrimestral, de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, con domicilio conocido en Buenavista, Saltillo, Coah., México y se imprime en sus Talleres Gráficos.*

*Tiraje 1000 ejemplares*

*[http://www.uaaan.mx/DirInv/portal\\_agraria/portal.htm](http://www.uaaan.mx/DirInv/portal_agraria/portal.htm) · email: [agraria\\_ne@uaaan.mx](mailto:agraria_ne@uaaan.mx)*

*Tel (844) 411-02-00, Ext. 2404 · Fax 411-02-11*

*Agraria -Nueva Epoca- está indexada en Latindex (Directorio de publicaciones Científicas seriadas de América Latina, el Caribe, España y Portugal), <http://www.latindex.org/larga.php?opcion=1&folio=15150> según folio 1550 de fecha 07-03-2006.*



**Centéotl**, deidad azteca de la agricultura, es una advocación de Chicomecóatl, diosa del maíz. La Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, en su afán de rescatar los valores del pasado histórico de México, la ha adoptado como logotipo de su revista científica, como símbolo que evoca y reafirma nuestras raíces culturales

---

**NUESTRA PORTADA.** Composición: al fondo la pirámide maya en Chichen Itzá, y la Catedral en el centro histórico del Distrito Federal, Méx., y al frente un tianguis de productos agrícolas.



## Normas Editoriales

### Tipo de materiales para publicación

La revista **Agraria -Nueva Epoca-** acepta, para su publicación, materiales en español e inglés, sobre temas relacionados con las ciencias agrícolas, pecuarias y forestales, incluyendo las áreas de ingeniería, agroindustria y socioeconómicas. Todo material deberá venir acompañado de la solicitud correspondiente.

Estos materiales pueden ser artículos científicos, notas de investigación o ensayos.

Los materiales que se envíen para su publicación deberán ceñirse a las normas que, para tal efecto establezca **Agraria -Nueva Epoca-** y estarán sujetos a revisión y arbitraje por el Comité Editorial de la revista -o por quienes éste designe-, como requisito previo a su publicación.

No se aceptan trabajos ya publicados, o que estén sometidos a consideración en otros medios científicos de difusión.

Es de desear que la realización de la investigación, cuyos materiales sean enviados para su publicación, no exceda de 4 años anteriores a la fecha de su remisión.

### Formato

El respeto a las siguientes indicaciones respecto al formato solicitado facilitará grandemente nuestro trabajo de edición.

### Textos

Los textos, con todos sus anexos, deberán enviarse empaquetados (nosotros preferimos WinZip), sin contraseñas de seguridad, por correo electrónico, escritos en un procesador de textos de uso común (preferimos Word), en formato tamaño carta (21.57 x 27.94 cm), sin sangría, y a renglón seguido, con márgenes de 2.5 cm por lado. Agradeceremos evitar nombres de archivo excesivamente largos o con espacios en blanco. Los textos se redactarán en un tipo formal conocido ttf (True Type Font) tales como Arial, Times New Roman o similares, de 12 puntos. Las notas se escribirán en 9 puntos.

Todos los renglones, incluidos los encabezados, se iniciarán, invariablemente, a partir del margen izquierdo, sin sangría.

Todos los encabezados, independientemente de su orden, se escribirán en altas y bajas, y negrillas.

Los párrafos se escribirán sin pasar renglón entre ellos; para separarlos, a fin de hacer el texto fácil de leer y corregir, se utilizará el formato automático de párrafo del procesador, para darles un espaciado posterior de 6 puntos.

Las palabras no se separarán, en ningún caso, por sílabas. Es conveniente desactivar el comando automático de inserción de guiones (*hyphenation*) de su procesador.

El material no deberá exceder de 520 líneas para artículos científicos y ensayos, y de 200 líneas para una nota científica, incluidos cuadros y figuras.

Las unidades que se empleen serán las del Sistema Internacional de Unidades (<http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica/unidades/unidades/unidades.htm>)

Las páginas, al igual que los cuadros y las figuras, se numerarán progresivamente con números arábigos.

**Cuadros y figuras.** Los cuadros y las figuras contendrán sólo la información esencial y en ningún caso repetirán los datos que se presenten en el texto, o en otra forma. Cuadros y figuras deben ser claros, simples, concisos e ilustrativos.

Los cuadros no excederán, en ningún caso, los márgenes de impresión arriba mencionados y deberán presentarse en el cuerpo del texto, con el formato correspondiente, con las columnas separadas por tabulaciones, sin espacios a mano, y en la posición en que se espera que aparezcan, con el número de orden correspondiente.

En los cuadros se empleará sólo el número de cifras significativas necesarias para destacar el punto que se desee.

Los cuadros se realizarán en formato básico con tres líneas horizontales continuas: al inicio del cuadro, al inicio del cuerpo del cuadro (no en el encabezamiento) y al final. El campo y el encabezamiento de las columnas se pueden dividir a conveniencia del autor. No se deben añadir líneas verticales. Los encabezamientos, de columnas y líneas, se escribirán con minúsculas, excepto la primera letra de la oración. Las unidades se colocan debajo de la segunda línea horizontal, como en el ejemplo que se proporciona.

Las figuras tampoco excederán, en ningún caso, los márgenes de impresión establecidos. La posición que vaya a ocupar cada figura, deberá estar indicada en el texto con negrillas, en renglón aparte, con el número correspondiente.

Cada figura se enviará en archivo por separado, en formato tif (compresión LZW), o jpg, con el tamaño exacto en que se pretende que aparezca en la publicación, en una resolución no inferior a 150 pixeles por pulgada, con el número que le corresponda (p. ej: fig 01.jpg).

Los puntos experimentales deberán marcarse visiblemente. Para dividir los ejes, se escogerán intervalos constantes para cada uno. Los mosaicos fotográficos deberán entregarse montados en un solo archivo gráfico (tif, o jpg), totalmente terminados. El aumento de las microfotografías debe indicarse en la leyenda.

En archivo por separado se enviará un listado de las figuras incluidas en el material enviado, con el número de orden y el pie de grabado correspondientes (p. ej.: listafigs.doc)

Las figuras pueden ser fotos a color o en tonos de gris -según sea su original-, gráficas (de preferencia a color), ilustraciones, dibujos, o grabados (de preferencia a color).

Los cuadros deberán redactarse en el mismo procesador de textos y formato señalado arriba.

Las ecuaciones, si las hubiera, se insertarán en el texto con un editor de ecuaciones compatible con su procesador.

### Notas de pie de página

Sólo se podrán utilizar, cuando sean absolutamente indispensables, para identificar información adicional y se numerarán progresivamente en el texto. Los asteriscos se reservarán para indicar significancia a 5% (\*) y 1 % (\*\*), respectivamente. En el pie de grabado -o de cuadro- se incluirán las notas o llamadas que sean pertinentes, y serán señaladas con números arábigos.

### Citas bibliográficas

Las citas bibliográficas deberán ser de literatura reciente, relevante y sólo las exclusivamente necesarias para sustentar los planteamientos hechos.

Más detalles en [http://www.uaaan.mx/DirInv/Convoc/conv\\_web/normas.htm](http://www.uaaan.mx/DirInv/Convoc/conv_web/normas.htm), o [http://www.uaaan.mx/DirInv/portal\\_agraria/portal.htm](http://www.uaaan.mx/DirInv/portal_agraria/portal.htm)

## Contenido

Normas Editoriales / <i>Instructions for authors</i>	2
Convocatoria/ <i>Paper call</i>	4
Editorial / <i>Editorial</i>	
<b>Agricultura Sustentable y Biotecnología</b>	<b>5</b>
Artículos / <i>Articles</i>	
<b>Agricultura Urbana en la Ciudad de México y su Área Conurbada: Situación y Perspectivas ·</b> Ramón Soriano Robles	
<i>Urban Agriculture in Mexico City and the Conurbated Area: Situation and Perspectives</i>	<b>6</b>
<b>Reproducción de Lombriz Roja en Sustratos Orgánicos Pecuarios ·</b> Minervo Cruz-Flores, Alejandro Hernández-Herrera, Edmundo Peña-Cervantes, Ricardo De León-García	
<i>Red Earthworm Reproduction in Organic Livestock Substrates</i>	<b>14</b>
<b>Rendimiento y Calidad de dos Genotipos de Tomate, Cultivado en Mezclas de</b> <b>Vermicomposta y Arena, Bajo Condiciones de Invernadero ·</b> Alejandro Moreno-Reséndez, Lilia del Carmen Ávalos-García, Pedro Cano-Ríos, Víctor Martínez-Cueto, José Luis Reyes-Carrillo, Norma Rodríguez-Dimas	
<i>Yield and Quality of two Tomato Genotypes, Growing in Vermicompost and Sand Mixtures, under</i> <i>Greenhouse Conditions</i>	<b>22</b>
<b>Efecto Inhibitorio de Extractos Vegetales Acuáticos sobre <i>Rhizoctonia solani</i> Kühn in Vitro ·</b> Alfonso López-Benítez, Francisco Javier Almanza-Pecina, Francisco Daniel Hernández-Castillo, Mariano Mendoza-Elos	
<i>Inhibitory Effect of Aqueous Plant Extracts on Rhizoctonia solani Kühn in Vitro</i>	<b>29</b>
<b>Manejo de Plagas en la Producción de Hortalizas Orgánicas ·</b> José Luis García-Hernández, Ricardo David Valdez-Cepeda, Rosalía Servín-Villegas, Bernardo Murillo-Amador, Edgar Omar Rueda-Puente, José Hernández-Dávila, Enrique Troyo-Diéguez	
<i>Pest Management in Organic Vegetable Production</i>	<b>37</b>

## CONVOCATORIA

La Dirección de Investigación de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro

### CONVOCA

a los investigadores, nacionales y extranjeros, interesados en publicar artículos científicos, a enviar sus contribuciones a la revista **Agraria -Nueva Epoca-**, bajo las siguientes bases:

Los trabajos recibidos se someterán al proceso de revisión descrito en las *Normas Editoriales* de la Revista.

Se recibirán contribuciones inéditas de todos los interesados, nacionales o extranjeros, en español o inglés.

Los artículos deberán versar sobre temas de contenido agrícola, pecuario, forestal, y socioeconómico del entorno regional, nacional e internacional.

Las modalidades de publicación son las siguientes:

#### **Artículo científico**

Es el resultado de un trabajo de investigación en el cual se aplicó, de forma rigurosa, el método científico, estudiando el efecto que tienen diferentes tratamientos sobre la respuesta medible de un sistema, como metodología para comprobar o rechazar una hipótesis claramente establecida en el trabajo.

Los artículos científicos que se envíen deberán constar de las siguientes partes: Título, Título en inglés, Autor(es), Institución(es) de adscripción y datos de localización del autor responsable (domicilio, teléfono, fax, e-mail), Abstract, que es la traducción al inglés del Resumen, incluidas las palabras clave; Resumen, que incluirá al pie las palabras clave hasta un máximo de seis, Introducción, Materiales y métodos, Resultados y discusión, Conclusiones, Literatura citada, Agradecimientos.

#### **Ensayo científico**

Consiste en el análisis crítico de una recopilación actualizada de artículos científicos, informes de investigación, o materiales similares, en los que el autor o autores aportan su opinión personal sobre un tema, estableciendo conclusiones respecto al estado actual del conocimiento sobre el mismo.

Partes de que consta el Ensayo: Título, Título en inglés, Autor(es), Institución(es) de adscripción y datos de localización del autor responsable (domicilio, teléfono, fax, e-mail), Abstract, que es la versión al inglés del Resumen, incluye las palabras clave, Resumen, incluidas las palabras clave hasta un máximo de siete, Introducción, Desarrollo del tema, con los subtítulos que se estimen convenientes, Discusión, cuando proceda, Conclusiones, Literatura citada.

#### **Nota de investigación**

Son materiales basados en trabajos experimentales que, sin perjuicio del método y rigor científicos, presentan aspectos metodológicos innovadores o resultados que, por su carácter novedoso, el autor considera de interés publicar antes de finalizar su investigación.

La nota, aunque de menor extensión, cubre todos los aspectos relevantes del proceso de investigación. Su estructura es similar a la del artículo científico, y trata cada uno de sus apartados, con menor profundidad y detalle, aunque no tiene que incluir los encabezados.

La excepción a lo anterior son el Abstract, que se omite, y la Literatura citada, apartado que deberá incluirse expresamente.

De ser necesario, podrán incluirse -también- algún cuadro o ilustración, cuando resulten relevantes para la mejor comprensión de la nota.

Los trabajos a publicar deberán hacerse llegar en versión electrónica, acompañados de una solicitud, de conformidad con las especificaciones marcadas en las Normas Editoriales arriba mencionadas, a la siguiente dirección electrónica: [agraria\\_ne@uaaan.mx](mailto:agraria_ne@uaaan.mx), con atención a:

Editor en Jefe de la Revista Agraria -Nueva Epoca-

Dirección de Investigación, UAAAN, Domicilio conocido, Buenavista,

Saltillo, Coahuila, México. CP. 25315

Para mayor información respecto a esta Convocatoria visite [http://www.uaaan.mx/DirInv/portal\\_agraria/portal.htm](http://www.uaaan.mx/DirInv/portal_agraria/portal.htm) para consultas diríjase al Editor en Jefe: [agraria\\_ne@uaaan.mx](mailto:agraria_ne@uaaan.mx).

# Editorial

---

## Agricultura Sustentable y Biotecnología

En su afán por producir de manera suficiente los alimentos que requiere para su subsistencia, el ser humano siempre ha procurado abrir vías más diversas que le garanticen, con certeza, que no le faltarán en su mesa. Aunque la aplicación cada vez más sofisticada de la tecnología ha contribuido a elevar la producción agrícola y pecuaria de manera exponencial, paradójicamente cada vez más seres humanos carecen de lo indispensable para subsistir, amén del perjuicio que se ha causado al medio ambiente, a la salud, a la seguridad alimentaria y a los sistemas de producción en general.

Desde la década de los años sesenta existe un sinnúmero de problemas ambientales, sociales y técnico-productivos que propició la llamada revolución verde, cuya característica esencial fue incrementar la productividad a partir de la aplicación de tecnología avanzada, resultado de la investigación. Este lapso de bonanza productiva se caracterizó por privilegiar las prácticas de labranza con equipos altamente tecnificados, por la siembra con semillas híbridas de muy elevado potencial productivo, y por la aplicación de agroquímicos para el control de plagas y enfermedades...

Según la apreciación, no sólo de organizaciones civiles de todas las latitudes, sino también de algunas corrientes científicas, en la actualidad la biotecnología o ingeniería genética también pueden representar riesgos para la humanidad si no se aplican sus soluciones el debido sustento de conocimientos confiables.

Con la finalidad de encontrar mejores opciones para producir más y mejores alimentos, han surgido voces autorizadas que promueven la agricultura sustentable como el camino más viable. En este sentido, en 1972 se creó la Fundación Mundial de Movimientos de Agriculturas Orgánicas (IFOAM por sus siglas en inglés), “con el propósito de promover prácticas y métodos agrícolas y biológicos que logren una agricultura ecológicamente sustentable, económicamente rentable, y social y humanamente justa”.

Aunque ya existen importantes estudios en el mundo sobre agricultura sustentable, la investigación sobre este tema alrededor de todas sus vertientes, es un desafío para los científicos del mundo: la asociación de cultivos, o agrobiodiversidad, la agricultura orgánica, la sinergia y complementariedad de los componentes ecotecnológicos, el reciclaje de los nutrientes entre cultivos, la preservación de los sistemas productivos, el conocimiento autóctono, y el de las comunidades, marcan algunos de los rumbos posibles para enriquecer los aportes que ya se han obtenido sobre la agricultura sustentable, aunque la tarea para la investigación en este campo sigue siendo abrumadora.

# Agricultura Urbana en la Ciudad de México y su Área Conurbada: Situación y Perspectivas

Ramón Soriano Robles

Universidad Autónoma Metropolitana Iztapalapa. División de Ciencias Biológicas y de la Salud. Departamento de Biología de la Reproducción. Área de Investigación en Desarrollo Agropecuario Sustentable:  
ramon@xanum.uam.mx

Recibido: Febrero, 2006. Aceptado: Agosto, 2006

---

**Abstract.** *Urban agriculture in Mexico City and the conurbated area: situation and perspectives.* A panorama of urban agriculture in Mexico is presented in this essay in particular at the Mexico City and its conurbated area. It starts with a definition of urban agriculture, and their importance, as a complement of the goals of food security in the cities. In addition, models of forms of agricultural production in cities and their surroundings are contrasted. These models correspond to the urban agriculture practiced at both, developing and developed countries. Mexico belongs to the first group. Subsequently how food safety goals differ, according to each model, is examined. In developed countries food (safety) tries to be insured as compared to developing countries with main goal is foodprovision (food security). This essay then describes the main urban, suburban and, periurban production systems of the Mexico City and the conurbated area and some of their main characteristics. Finally, it is discussed, among other aspects, what is the situation of public policies as related to the encouragement of urban agriculture in Mexico City, and the conurbated area. It has not been found any special policy design to promote the urban agriculture in Mexico City and its conurbated area. However, if it is assumed that the urban agriculture can't help to reduce the ecological tread of the cities, and poverty alleviation in their inhabitants, then it is necessary to understand the policies related to promoting this activity. Although the importance of urban agriculture is evident to the poor people in Mexico City and its conurbated area, and in all the country, the middle class and rich people, have been found in urban agriculture a healthy source for food, to approach nature, even as a therapeutic activity.

**Key words:** Food security, poverty alleviation, sustainable resources management.

**Resumen.** Este trabajo presenta un panorama de la agricultura urbana en México, particularmente en la ciudad de México y su área conurbada. Se da inicio al ensayo con una definición de agricultura urbana y se resalta su importancia como complemento de las metas de seguridad alimentaria de las ciudades. Posteriormente se contrastan los modelos de producción agropecuaria en ciudades y sus alrededores. Estos modelos corresponden a la agricultura urbana practicada en países en desarrollo y países desarrollados. Al primer grupo pertenece México. Se analiza posteriormente como el concepto de seguridad alimentaria difiere de acuerdo al modelo. Por un lado se busca asegurar calidad (países desarrollados) y por otro lado la simple provisión (países en desarrollo). El trabajo se centra, entonces, en reseñar los principales sistemas de producción urbana, suburbana y periurbanos de la ciudad de México y su área conurbada y algunas de sus principales características; finalmente se discute, entre otros aspectos, cual es la situación de las políticas públicas destinadas al fomento de la agricultura urbana en México. Se concluye que ninguna política ha sido diseñada específicamente para promover la agricultura urbana en México. Sin embargo, si se asume que la agricultura urbana ayuda a reducir la huella ecológica de las ciudades y a mitigar la pobreza de sus habitantes, entonces es necesario entender el estado de las políticas relacionadas a su práctica para promover esta actividad. Aunque la agricultura urbana es evidentemente importante para la gente de escasos recursos en la ciudad de México, y en el resto del país, la gente de clase media, y aún alta, pudiera encontrar en la agricultura urbana una fuente sana de alimentos, un acercamiento con la naturaleza y hasta una actividad terapéutica.

**Palabras clave:** Seguridad alimentaria, reducción de la pobreza, manejo sustentable de los recursos.

## Introducción

Se denomina, en la literatura mundial, agricultura urbana (AU) a la práctica agrícola y pecuaria que se realiza en las ciudades por iniciativa de los productores afincados en las urbes y sus alrededores; esta actividad se caracteriza porque los productores utilizan los recursos locales disponibles, como mano de obra, espacios, agua y desechos orgánicos sólidos, así como servicios entre los cuales se encuentran el drenaje, mercados públicos, red eléctrica, teléfono e Internet con el fin de generar productos de autoconsumo y para su venta en el mercado (Mougeot, 2000).

A nivel mundial, la AU ha sido desarrollada bajo diversos modelos, todos ellos con un alto grado de heterogeneidad. En las zonas netamente urbanas, los productores han convertido todo o parte de su jardín en un espacio para el cultivo de hortalizas. Se practica también la agricultura vertical (Columbia Daily Tribune. Columbia, MO, EUA, agosto 30, 2005), la cría de animales menores y ganado mayor y los jardines comunitarios.

En la mayoría de los países en desarrollo, como es el caso de África y América Latina, la AU ha tomado mas importancia a partir de la década de los 80 (Smitt y Nasr, 1992) de hecho esta actividad se ha venido implementando en las ciudades de algunos países pobres que padecen hacinamiento y limitación de recursos alimenticios. Lo anterior debido a la rápida expansión de las ciudades y al crecimiento demográfico; y la constante migración de habitantes del campo a las ciudades, atraídos por la publicidad de la cultura urbana y los servicios y oportunidades de empleo que se ofrecen en éstas (Drescher *et al.*, 2000).

En este sentido, puede decirse que la AU ha sido, es y será una estrategia de sobrevivencia familiar durante las crisis económicas que, en muchos casos, son crónicas (Sanyal, 1985; Freeman, 1991; Maxwell, 2001) y aun durante conflictos bélicos (Mougeot, 2006), además de lo ya mencionado, obtener seguridad alimentaria en países en desarrollo y contribuir a la sustentabilidad de las ciudades (Cruz y Sánchez, 2003)

Aunque la AU que se practica en la ciudad de México y su área conurbada, comparte características con la de otros países subdesarrollados, se trata de un caso excepcional ya que no es de emergencia reciente. Los sistemas productivos ciudadanos de esta región (chinampas, terrazas, huertos familiares y traspatios) son producto de la evolución de la agricultura en el Valle de México desde tiempos prehispánicos (Losada *et al.*, 1998).

También se debe considerar que siempre han existido diversas contradicciones entre lo rural y lo urbano, entre la ciudad y el campo; falsamente se entiende por rural: el

atraso, la postergación y la pobreza, y por urban todo lo contrario, la ciudad representa la modernidad, la alta tecnología y el acceso a la información. Tal vez estas diferencias entre el campo y la ciudad, o sus concepciones, no han permitido el desarrollo de la AU y, en consecuencia, la adopción de su concepto. El vínculo entre la AU y la ciudad está definido por la circulación de insumos y los elementos o procesos que caracterizan esta actividad, siendo los más destacables: la producción a pequeña escala; en espacios reducidos, en lotes vacíos (baldíos?), o abandonados; el uso intensivo del suelo; el empleo de aguas recicladas, el ahorro de agua; la utilización de abonos orgánicos e inorgánicos, entre otras (¿) (Mougeot, 2000). El objetivo de este ensayo es presentar un panorama de la AU en México, en particular en la ciudad de México y su área conurbada, y aportar algunas ideas para su mejor desarrollo.

## El Marco de la Agricultura Urbana

El concepto de AU esta vinculado estrechamente al de seguridad alimentaria. Una definición de esta fue adoptada en la cumbre mundial sobre la alimentación celebrada en Roma, Italia en 1996. Esta a su vez se basó en la definición aprobada por la Conferencia Internacional FAO/OMS sobre Nutrición, celebrada en Roma en diciembre de 1992, a saber: “el acceso de todas las personas, y en todo momento, a los alimentos necesarios para una vida activa y sana.” La Cumbre elaboró esta definición añadiendo al término ‘acceso’ la especificación de ‘material y económico’; y sosteniendo que los alimentos deben ser inocuos, nutritivos y suficientes; y que la suficiencia de los alimentos debe satisfacer tanto las necesidades como las preferencias alimentarias para una vida activa y sana. La Cumbre utilizó la definición anterior, vinculando la seguridad alimentaria con el comercio a través de las nociones de ‘acceso’ y ‘suficiencia’ (FAO, 1999). Una definición operativa podría ser la siguiente:

Seguridad alimentaria significa que la comida esté disponible en cualquier momento, que todas las personas tengan medios de acceso a ésta, que sea nutricionalmente adecuada en términos de calidad, cantidad y variedad, y que sea aceptada en su contexto cultural. Sólo cuando se dan esas condiciones, una población puede considerarse “segura alimentariamente” (FAO-OPS, 1992; Eide, 1992; Jiménez, 1994).

Dos son los aspectos de esta definición que habría que destacar y son los referentes a la calidad y al acceso a los alimentos, ya que esto ha derivado en una bipolaridad de la AU. Por un lado, el renglón más importante para los países en desarrollo es la cuestión de la disponibilidad de alimentos. En los países desarrollados, como Holanda,

Canadá, Estados Unidos y Reino Unido, la disponibilidad no constituye un problema ya que la tienen en exceso. En este sentido, la problemática de la seguridad alimentaria en los países desarrollados se circunscribe al aspecto de la calidad. Con respecto a esta, la gran mayoría de los pobladores del primer mundo atribuyen el surgimiento de enfermedades degenerativas (cáncer, diabetes, esclerosis y otras) y el incremento en su prevalencia a los residuos peligrosos: pesticidas, hormonas, promotores de crecimiento, antibióticos, etc., contenidos en los productos de la agricultura industrializada. Otro aspecto frecuentemente reportado es el de disminuciones en variables reproductivas humanas. Pareciera ser que los efectos citados vienen porque los residuos orgánicos de los agroquímicos, al entrar en contacto con el organismo, interaccionan con los diversos sistemas hormonales, particularmente con las hormonas esteroides. (Carpenter *et al.*, 2002; Matthew *et al.*, 1997; Soto *et al.*, 1994; Weisenburger, 1993). Es por esta razón fundamental que sectores de habitantes de países como Canadá, EUA, Holanda, Reino Unido y otros, han optado por producir alimentos usando los espacios de la ciudad para, de alguna manera garantizar, al menos en parte, el requisito de calidad en los productos que emplean en su alimentación (Pederson y Robertson, 2001).

La seguridad alimentaria se ha convertido en una preocupación creciente de las poblaciones urbanas. Algunos datos referentes al crecimiento poblacional pueden ayudar a enfocar el análisis del problema demográfico, así como a vislumbrar el efecto de la población sobre el medio ambiente y, en consecuencia, a plantear la necesidad de estrategias que permitan contribuir a la seguridad alimentaria y a reducir el impacto ambiental de los grandes centros de población. Primero, los centros urbanos se han expandido enormemente, en población y tamaño. En el Siglo XX el crecimiento urbano ha llegado a niveles sin precedentes en la mayor parte del mundo. Así la población urbana en países desarrollados se duplicó, de 448 millones en 1950 a 875 millones en 1990. En el mismo período la población urbana, en países en vías de desarrollo, casi se sextuplicó al pasar de 280 a 1600 millones. En 1990, 33 % de la población urbana del mundo estaba viviendo en ciudades de un millón o más habitantes. Al final del Siglo XX, cinco de las diez ciudades más grandes en extensión y las más pobladas del mundo (si consideramos a China como un caso especial de nación casi desarrollada) se ubicaron en aquellos países del mundo llamados en vías de desarrollo (Yue-man Yeung, 1996), en el Cuadro 1 se muestran los cambios en la población de las ciudades mas grandes del mundo, durante los últimos 50 años del siglo XX. Evidentemente, alimentar a esos grandes conglomerados urbanos, sobre todo en los países

Pobres, representa un gran reto para la seguridad alimentaria en primera instancia desde el punto de vista de la provisión oportuna de alimentos.

Cuadro 1. Población de las mega ciudades del mundo durante las últimas décadas del Siglo XX

Ciudades	1950	1980	1990	2000
Millones de habitantes				
México DF	3.1	14.5	20.2	25.6
Sao Paulo	2.4	12.1	17.4	22.1
Tokio	6.7	16.9	18.1	19.0
Shangai	5.3	11.7	13.4	17.0
Nueva York	12.3	15.6	16.2	16.8
Calcuta	4.4	9.0	11.8	15.7
Bombay	2.9	8.1	11.2	15.4
Beijing	3.9	9.0	10.8	14.0
Los Angeles	4.0	9.5	11.9	13.9
Yakarta	2.0	6.0	9.3	13.7

Fuente: elaboración propia con datos de: (Yue-man Yeung, 1996)

La expansión urbana ha transformado en asfalto una parte importante de espacios verdes y regiones de buena calidad agrícola.

Debido al grave deterioro ambiental y social existente a escala mundial, organizaciones tales como ONU, FAO, OCDE, así como los gobiernos de muchos países, han adoptado directrices generales con respecto a la producción agropecuaria, con el propósito fundamental de lograr un desarrollo sustentable (WCED, 1987). Entre estas líneas de acción las referentes a la agricultura y a las ciudades son de importancia debido al papel que han tenido estas últimas en la degradación ambiental a través de la contaminación de acuíferos, su contribución a la producción de gases de invernadero, pérdida de biodiversidad, efectos nocivos sobre la salud humana, y el impacto ecológico (o huella ecológica) que las grandes urbes ejercen sobre el medio ambiente mundial (Wackernagel, 1996).

Respecto a las ciudades, la conferencia Hábitat II (Estambul, Turquía, en 1996), reconoce que la AU es un medio para que las grandes ciudades sean más sustentables. En este sentido, si una ciudad fuese capaz de producir parte de sus alimentos, reduciría su huella ecológica (UN, 1996).

### La Agricultura Urbana en México

Como ya se mencionó, en México la AU es practicada en las zonas urbanas y suburbanas de las ciudades. Así, se ha encontrado producción de leche en las afueras de

Puebla o de Jalisco, producción en invernaderos en la zona de Texcoco, instalaciones de caprinos en Culiacán, animales de tiro en casi todas estas ciudades, aves de traspatio dondequiera que haya inmigrantes de comunidades pequeñas a las ciudades más grandes del país.

De manera particular, con respecto a la ciudad de México y su área conurbada, se han encontrado chinampas, borregos en predios desocupados, producción de nopales en terrazas, y en sus zonas suburbanas producción de leche en Iztapalapa y Neza, producción de cerdos en Atzacapotzalco así como producción de conejos y aves en numerosos traspacios. Una pregunta natural es ¿Por qué? Varias pueden ser las respuestas. La pobreza y falta de oportunidades es una de ellas. Sin duda alguna, la AU esta vinculada a la seguridad alimentaria desde el punto de vista de la provisión oportuna. Otra razón es la tradición familiar o alguna combinación de las tres (pobreza, falta de oportunidades y tradición familiar).

La importancia de la AU, radica también en su contribución a diversos ámbitos que además de la procuración de alimento, también incluyen empleo y uso de desechos que pudieran ser basura. Todos estos sistemas de producción y formas de AU, son, en el caso de México, producto de la evolución de sistemas prehispánicos y su combinación sucesiva con sistemas de producción nuevos (Losada *et al.*, 1998)

### Formas de Agricultura Urbana en México

Los actuales sistemas urbanos de producción se localizan en tres espacios que concentran diferentes formas de producción. En el Cuadro 2 se presentan los espacios donde se realiza la AU en la ciudad de México y su área conurbada (Losada *et al.*, 1998).

Las zonas de la ciudad donde se lleva a cabo la actividad agropecuaria tienen, además de las características físicas ya mencionadas, una serie de

servicios e infraestructura propias de la ciudad que han sido usadas y adaptadas por los productores para producir alimentos en un entorno urbano cambiante. Estos servicios e infraestructura incluyen avenidas pavimentadas, agua potable, luz eléctrica, mercados y sus desechos, restaurantes y sus desechos, teléfono, Internet, transportes y la red de drenaje.

El número de mercados populares en la ciudad de México y su área conurbada es de aproximadamente 312 (un promedio de 19.5 por delegación (Una delegación es el espacio territorial en que esta dividido el Distrito Federal, capital de México. Su equivalente en términos administrativos, aunque no legales, es un municipio.) y un sinnúmero de tianguis o mercados sobre ruedas cuyo antecedente es el tianguis prehispánico. Estos mercados, además de la central de abastos, constituyen las fuentes de desechos que son incorporados en las dietas de los animales domésticos urbanos. Un número indeterminado de restaurantes, tortillerías y otras industrias como las panaderías, fábricas de aceite vegetal y subproductos de la cervecería, complementan el conjunto de subproductos que la ciudad utiliza en la producción animal urbana. La red de suministro de agua potable, cuya extensión es de aproximadamente 10,000 km, también es parte involuntaria de la infraestructura que los productores urbanos utilizan.

Los sectores de la población que practican la AU en la ciudad de México y su área conurbada van desde aquéllos con bajos ingresos, generados de la producción (el traspatio), hasta los que ganan \$18.5 dls diarios per cápita (productores de nopal-verdura de Milpa Alta) (Soriano *et al.*, 2002)

Las estrategias de producción de los productores agrícolas de la ciudad de México y su área conurbada presentan una gran heterogeneidad. Así, las personas con menos recursos económicos tienden a ocuparse ellos mismos y sus familias en una variedad de empleos para completar el ingreso familiar, para otros la agricultura es su fuente de ingreso principal, a veces seguida por las

Cuadro 2. Espacios y sistemas de producción agropecuaria en la ciudad de México y su área conurbada.

Espacio	Modelo de producción	Sistemas de producción agrícola	Sistemas de producción animal
Urbano	Nuevo Hortícola	Huerto familiar	Ganado de carne y leche, Traspatio: aves, cerdos y conejos
Suburbano	Chinampa Pre-hispánico Terrazas Pre-hispánico	Verduras y flores, huerto familiar, invernaderos Nopal-verdura, huerto familiar, maíz, agrosilvopastoril	Ganado de carne y leche, traspatio: aves, cerdos y conejos, animales de tracción, Periurbano Ganado de carne y leche, traspatio: aves, cerdos y conejos animales de tracción, abejas, agrosilvopastoril

actividades secundarias como el comercio (Soriano *et al.*, 2000).

Una característica sobresaliente de los productores urbanos de la ciudad de México y su área conurbada es que ellos han podido adaptar sus sistemas de la producción a las condiciones de disponibilidad de espacio. Por otro lado, los productores de las zonas suburbanas de Atzacapotzalco (norte de la ciudad) e Iztapalapa (oriente de la ciudad) que trabajan con cerdos de traspatio, pavicultura y conejos, lechería y ganado de carne) cuentan con espacios pequeños para realizar su actividad, sin embargo, la diversidad de los recursos empleada por ellos es grande e incluye masa de maíz, salvado de trigo, tortilla seca, concentrado, alfalfa, desperdicios de la casa, desperdicios de restaurante, desechos de verdura de la central de abastos, desperdicios de panadería y subproductos de cervecería (Soriano *et al.*, 2000).

Por otro lado, los productores de las zonas suburbanas: Xochimilco y Tláhuac, Milpa Alta y Tlalpan cuentan con espacios más amplios para mantener a los animales y cultivar plantas, y sin embargo, la variedad de recursos que emplean para la nutrición animal es menor (Soriano *et al.*, 2000). Con respecto a la variedad de animales criados en la ciudad de México y su área conurbada, la Figura 1 muestra los sistemas de producción que han existido en el valle de México o han evolucionado de otros agroecosistemas. Ejemplo de esta evolución es el sistema de chinampas utilizadas para producir verduras y flores

destinadas a la ciudad de México. Las chinampas evolucionaron, después de la llegada de los españoles, de un sistema de producción de cultivos, a un complejo que conjunta los huertos familiares, ganado de leche y producción de traspatio. Más recientemente, la tecnología de invernaderos ha sido adaptada a las chinampas abandonadas para alojar cultivos comerciales a lo largo de todo el año (Soriano, 1999). Por otra parte, el sistema de terrazas donde hoy se cultiva nopal de verdura se desarrolló a partir de terrazas prehispánicas donde las personas cultivaban la milpa y tenían ganado productor de leche (Losada *et al.*, 2001).

Otras formas de AU practicadas en la ciudad de México, y su área conurbada, incluyen micro empresas que transforman los productos primarios derivados con valor agregado para el consumo en la ciudad como el amaranto (Arellano, 2000). Dentro de éstas también se puede destacar el jardín amigable para los niños, de los empleados de la secretaría de la Reforma Agraria, que incluyen azotea verde y educación medioambiental (Camacho, 2000). Adicionalmente, los proyectos del Centro de Información y Comunicación Ambiental de Norte América (CICEANA) y de la ONG Centro de Investigación y Capacitación Rural A.C. (CEDICAR) incluyen la producción de verduras y plantas culinarias en los espacios vacíos, traspatios y azoteas verdes (Arroyo, 2000).

La AU de la ciudad de México y su área conurbada es, en algunos casos, un proceso que integra las actividades

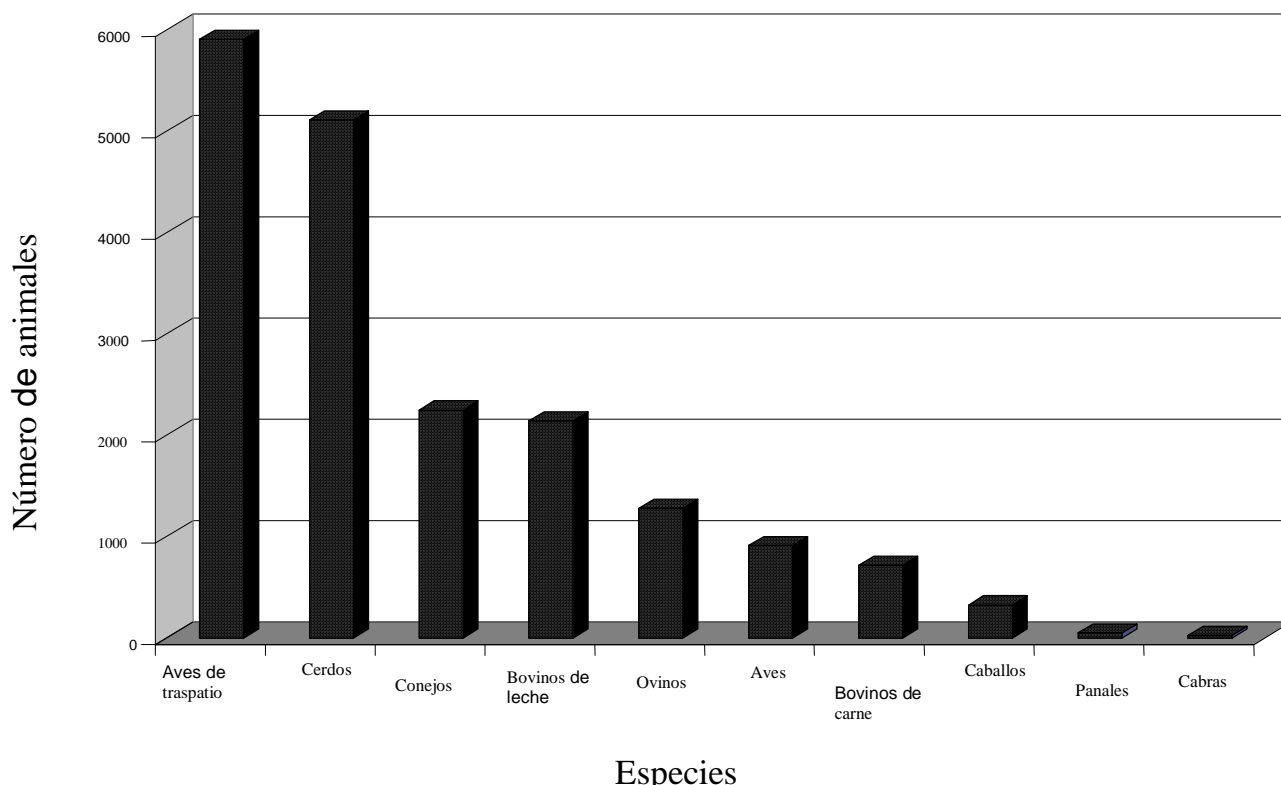


Figura 1. La diversidad de animales producidos en la ciudad de México y su área conurbada

realizadas en las zonas urbanas, suburbanas o periurbanas y ha sido un logro tecnológico de los propios productores, pues esta actividad sólo presenta una intervención esporádica de técnicos calificados. Este es el caso del nopal verdura, la producción lechera de Iztapalapa y el uso de residuos sólidos de la central de abastos. La mecánica de estos biosistemas integrados empieza con la recolección de los desechos de verdura de la central de abastos, incluidos residuos de verdura que ha perdido frescura y es menos aceptable por los mercados (brócoli, maíz, zanahorias, coliflor y rábanos entre otros). Los productores recolectan estos desechos y los llevan a sus establos ubicados en el municipio de Ciudad Nezahualcóyotl y las delegaciones Iztapalapa y Xochimilco para completar las dietas de sus vacas. El segundo paso de este biosistema integrado consiste en el acopio del estiércol producido en los establos de Iztapalapa, Netzahualcoyotl y Xochimilco, por parte de los productores de nopal de Milpa Alta que lo usan para fertilizar sus plantaciones (Losada *et al.*, 2000).

Además de contribuir a la preservación de la tradición agrícola y culinaria, la AU en la ciudad de México y su área conurbada mantiene el empleo de mujeres, niños y personas mayores que se vinculan a la AU. Un establo genera entre cinco y seis empleos informales distribuidos entre recolectores-vendedores de leche (boteros) proveedores de desechos (hortalizas, pan molido, tortillas) y otros. Adicionalmente, el paisaje de zonas consideradas de transición se mantiene como es el caso de la parte sur de la ciudad de México, esto mantiene zonas libres de la expansión del concreto y así se tiene también una recarga continua de los mantos acuíferos que finalmente proporcionan el agua a la ciudad (Losada *et al.*, 2001; Soriano *et al.*, 2004). Desafortunadamente no se cuenta con estadísticas que den cuenta de los niveles de producción, y otros datos económicos sobre la AU en México, que nos permita cuantificar su importancia. Esto puede deberse a su carácter semiclandestino, pero también a que en México no existe una tradición por tener estadística agropecuaria sólida y confiable. Baste recordar que el último censo agropecuario fue elaborado en el año de 1980.

Algo deseable para la salud ambiental de México y para reducir la dependencia de las ciudades del campo, así como su huella ecológica sería promover las prácticas de AU y perirubana. Se ha mencionado que la AU es una práctica para tiempos de crisis económica (Drescher *et al.*, 2000), sin embargo debe considerarse también como una estrategia para tiempos de crisis ambiental (todo el mundo la vive) y en este sentido, los gobiernos debería impulsarla para complementar políticas de reciclaje de desechos, de reverdecimiento de las ciudades y de recuperación de la relación de los ciudadanos con la naturaleza. Por otra parte, debería trabajarse en el cambio

de percepción de que lo rural y sus eventos productivos solo ocurren fuera de las ciudades y la percepción de que los campesinos y productores periurbanos son “molestias y olores” para los habitantes de nuevos asentamientos. Ellos llegaron ahí y los pueblos originarios ya estaban desde antes. Finalmente, debería de haber una agenda de investigación en agricultura urbana y proponer tecnologías acordes para producir dentro de estas como se hace en Cuba. Actualmente en nuestro país se trabaja sobre una base de soluciones fáciles. Cuando el productor rural es alcanzado por la mancha urbana lo que se busca es excluirlo y sacarlo de su contexto original para dar paso a la urbanidad. Lo que debemos ofrecer como investigadores son soluciones democráticas y no autoritarias basadas en el poder del dinero.

## Conclusiones

A pesar de todo este panorama, ninguna política ha sido diseñada específicamente para promover la agricultura urbana en México. Esto es entendible ya que la agricultura urbana es una actividad recientemente conceptualizada y caracterizada desde el punto de vista académico, aunque ya existe en México desde épocas prehispánicas. Sin embargo, si se asume que la agricultura urbana ayuda a reducir la huella ecológica de las ciudades y a mitigar la pobreza de sus habitantes, entonces es necesario entender el estado de las políticas relacionadas a su práctica para promover esta actividad. A la fecha no se tienen identificadas las políticas que influyen en la práctica de la agricultura urbana en México D. F. Aunque la AU es, evidentemente, importante para la gente de escasos recursos de la ciudad de México y su área conurbada, así como en el resto del país, la gente de clase media, y aún alta, pudiera encontrar en la agricultura urbana una fuente sana de alimentos, un acercamiento con la naturaleza y hasta una actividad terapéutica.

## Literatura Citada

- Arellano M. 2000. Centro de Desarrollo Infantil de la Secretaría de la Reforma Agraria. en: Agricultura Urbana en México. Canabal, B. (Ed.). Universidad Autónoma Metropolitana. D.F., México. pp. 49.
- Arroyo F. 2000. Producción urbana de alimentos en colonias populares de la ciudad de México con la técnica de Organoponía. pp. 85-88. *In: Agricultura Urbana en México.* Canabal, B. (Ed.). Universidad Autónoma Metropolitana. D.F., México.
- Camacho E. 2000. Microempresa de amaranto. Delegación Magdalena Contreras, D.F. En: Agricultura

- Urbana en México. Canabal, B. (Ed). Universidad Autónoma Metropolitana. México. pp. 43
- Carpenter D.O; K. Arcaro and D. Spink. 2002. Understanding the Human Health Effects of Chemical Mixtures. *Environmental Health Perspectives* 110(suppl 1): 25-42
- Drescher A.W; P. Jacobi and J. Amend. 2000. Urban Agriculture, a response to crisis? Maiden Issue. *Urban Agriculture Magazine*. 1(1):5-7
- Cruz, M.C. and Sánchez, R. 2003. Agriculture in the city. A key to sustainability in Havana, Cuba. International Development Research Center (IDRC). Ottawa, Canada. 244 p.
- Eide A, A. Oshaug and W. Eide. 1992. Food security and the right to food in international law and development. New York: UNICEF; Vol. 1 (2)
- FAO. 1999. Agricultura, comercio y seguridad alimentaria: cuestiones y opciones para las negociaciones de la OMC desde la perspectiva de los países en desarrollo. Vol. I Cuestiones y Opciones. Obtenido del Depósito de documentos de la FAO. [http://www.fao.org/documents/show\\_cdr.asp?url\\_file=//docrep/003/x4829s/x4829s05.htm](http://www.fao.org/documents/show_cdr.asp?url_file=//docrep/003/x4829s/x4829s05.htm)
- Freeman, Donald B. 1991. A City of Farmers: Informal Urban Agriculture in the Open Spaces of Nairobi, Kenya. McGill-Queen's University Press, Montreal and Kingston, Canada.
- Jiménez Acosta S. 1994. Algunas consideraciones generales sobre la Seguridad Alimentaria. Tercer Seminario Internacional de Nutrición; 1994 Ag; Riobamba Ecuador: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH).
- Losada H., H. Martínez, J. Vieyra, R. Pealing, R. Zavala and J. Cortés. 1998. Urban agriculture in the ciudad de México y su área conurbada: changes over time in urban, suburban and periurban areas. *Environment and Urbanization*. 10(2): 37-54
- Losada H., R. Bennett, J. Vieyra, R. Soriano, J. Cortes and S. Billings. 2000. Recycling of organic wastes in the East of Mexico City by agricultural and livestock production systems. Internet Conference on Material Flow Analysis of Integrated Bio-Systems. Disponible en: <http://www.ias.unu.edu/proceedings/icibs/ic-mfa/losada/paper.html> Fecha de consulta: Agosto de 2005 .
- Losada H., J. Vieyra, R. Soriano, R. Bennett, J. Cortés and P. Zavaleta. 2001. Assessing the Sustainability of a peri-urban agroecosystem: the terraced production of nopal-vegetable (*Opuntia ficus indica*) in Milpa Alta, Mexico City. *American Journal of Alternative Agriculture*. 16(3): 98-105
- Matthew P. Longnecker, Walter J. Rogan, and George Lucier 1997. The human health effects of DDT (dichlorodiphenyltrichloroethane) and PCBs (polychlorinated biphenyls) and an overview of organochlorines in public health. *Annual Review of Public Health*. 8: 211-244
- Maxwell D. 2001. The Importance of Urban Agriculture to Food and Nutrition. Annotated Bibliography on Urban Agriculture. ETC-RUAF and CTA, Wageningen, the Netherlands. 2001.
- Mougeot Luc J.A. 2000. Urban agriculture: concept and definition. *Urban Agriculture Magazine*. Maiden Issue. 1(1): 2-4
- Mougeot. L.J.A. 2006. Cultivando Mejores Ciudades. Agricultura urbana para el desarrollo sostenible. Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo (CIID). Ottawa, Canada. 7 p.
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación/Organización Mundial de la Salud. 1992. Conferencia Internacional sobre Nutrición: Nutrición y desarrollo -una evaluación mundial -; 1992 Ag 18-24; Roma: FAO y OMS.
- Pederson, R.M and & A. Robertson. 2001. Food Policies are Essential for Healthy Cities. *Urban Agriculture Magazine*. 1(3): 9-11
- Sanyal, B. (1985) "Urban agriculture: who cultivates and why?" *Food and Nutrition Bulletin* 7/3: 15-24.
- Smit J. and Nasr J. 1992. Urban agriculture for sustainable cities: Using wastes and idle land and water bodies as resources. *Environment and Urbanization* 4 (2): 141-152
- Soriano R. 1999. The chinampa system as a model of sustainable agriculture, PhD. Thesis. Wye College, University of London. 353 p.
- Soriano, R., H. Losada, J. Cortés, J. Vieyra, L. Arias y M. López. 2000. Agricultura urbana en el área metropolitana de la ciudad de México. En: *Agricultura Urbana en México*. Canabal, B. (Ed). Universidad Autónoma Metropolitana. México. pp. 98-103
- Soriano R., J.D. Leaver, G. Woodgate and H. Losada. 2002. Economic Impact of Using Low External Inputs in the Chinampa Periurban Agricultural System. *Urban Agriculture Magazine*. 7: 16-18
- Soriano R., M. López, H. Losada, D. Sánchez and J. Cortés. 2004. Milk production units in the orient of Mexico City: a struggle of local people against the globalized milk system. XI World Congress of Rural Sociology Trondheim, Norway July 25th-30th 2004 Globalization, risks and resistance. July 25th-30th 2004

- Soto AM, Chung KL and Sonnenschein C. 1994. The pesticides endosulfan, toxaphene, and dieldrin have estrogenic effects on human estrogen-sensitive cells. *Environ Health Perspect*. 102(4): 380-3.
- United Nations (UN). Habitat II. 1996. United Nations Conference on Human Settlements. Istanbul, Turkey. June 3-14.
- Wackernagel M., W.E. Rees and P. Testemale. 1996. Our Ecological Footprint: Reducing Human Impact on the Earth. Ed. The New Catalyst Bioregional Series
- Weisenburger DD. 1993. Human health effects of agricultural use. *Hum Pathol*. 1993 Dec; 24(12): 1383-6.
- World Commission on Environment and Development (WCED). 1987. Our common future. United Nations. Oxford University Press. Oxford
- Yue-man Yeung. 1996. La Geografía en la era de las megaciudades. *International Social Science Journal*. UNESCO. <http://www.unesco.org/issj/rics151/ymyeung.htm>



## Departamento de Horticultura

### Laboratorio de Cultivo de Tejidos y Análisis Minerales

Teléfonos: 01 (844) 411- 03- 03 y 06

[horti@uaaan.mx](mailto:horti@uaaan.mx)

#### Servicios

Investigación de productos químicos de reciente fabricación utilizándolos en cultivos diversos  
Asesoría y consultoría en cultivos hortícolas, frutícolas y ornamentales  
Análisis de minerales por absorción atómica, colorimetría y Micro Kjeldahl

#### Equipo

Agitador mecánico orbital  
Agitador magnético seis plazas  
Autoclave  
Balanzas, semianalítica y granataria  
Campana de flujo laminar  
Destilador y digestor Micro Kjeldahl (determinación de N)  
Espectrofotómetro de absorción atómica  
Estufa de secado al vacío y normal  
Incubadora, Liofilizador, Potenciómetro, Muffla  
Parilla de agitación y calentamiento  
Micrótopo

#### Determinaciones Analíticas

Análisis de minerales por absorción atómica  
Determinación de fósforo (P) por colorimetría  
Determinación de nitrógeno por Micro Kjeldahl  
Micro propagación de especies hortícolas, frutales y ornamentales

#### Cursos

Cultivos hidropónicos, dirigido a alumnos, maestros y público en general  
Determinación de minerales por absorción atómica (curso práctico), dirigido a maestros, alumnos y público en general

# Reproducción de Lombriz Roja en Sustratos Orgánicos Pecuarios

Minervo Cruz-Flores<sup>1\*</sup>, Alejandro Hernández-Herrera<sup>1</sup>, Edmundo Peña-Cervantes<sup>1</sup> y Ricardo De León-García<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Ciencias del Suelo, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coah México. C.P. 25315.

<sup>2</sup>Ecosistemas: Consultores Agropecuarios. Saltillo, Coah, México. \*Autor responsable. Tel: 01 (844) 417-10-50. email: mincru@hotmail.com

Recibido: Abril, 2005. Aceptado: Abril, 2006.

**Abstract.** Red earthworm reproduction in organic livestock substrates. Cultures of earthworm (*Eisenia fetida*) in semiarid zones are affected by substrates quality, and climatic conditions, limiting its reproduction. Different organic livestock substrates were used in this study, to determine its effects in the rate reproduction of red earthworm. A completely randomized experimental design, in a factorial arrangement with three replications was used. The evaluation shows that the substrates of beef bovine manure (BBM), goat manure (GM) and milk bovine manure + cellulose wastes (MBM+CW) had best performance in the reproduction. The substrate BBM showed bigger individuals number 35 days after, including the earthworms with clitellum and juvenile earthworm, reaching a population of 25,422.0 individuals per 0.2 m<sup>3</sup>, while the substrate GM in a similar period of time, revealed bigger capsule number and capsules weight. The substrate MBM+CW presented an increase of 36 % in 14 days as related to the initial weight of the amount of inoculated earthworm. No significant differences in the weight of juvenile earthworms were found, as related to the inoculated population of earthworms and the studied substrates. The developed experience indicated that all substrates were suitable for the earthworm reproduction.

**Key words:** Worm culture, dung, composting

**Resumen.** Al cultivo de lombrices rojas (*Eisenia fetida*)<sub>2</sub> en zonas semiáridas, le afecta la calidad de los sustratos y las condiciones climáticas, pues limita su reproducción.—En este estudio se utilizaron diferentes sustratos orgánicos pecuarios para determinar su efecto en la tasa de reproducción de la lombriz roja. Se utilizó un diseño experimental completamente al azar en arreglo factorial con tres repeticiones. Las evaluaciones indicaron que los sustratos de estiércol bovino de carne (EBC), estiércol de cabra (EC)<sub>2</sub> y estiércol de bovino de leche, más residuos de celulosa (EBL+RC), tuvieron mayor impacto en la reproducción. Después de 35 días, el sustrato EBC mostró mayor cantidad de lombrices cliteladas y juveniles, pues alcanzó una población de 25,422 individuos por 0.2 m<sup>3</sup>; mientras que el sustrato EC, durante el mismo tiempo, reveló mayor número y peso en cápsulas, y el EBL+RC, a los 14 días presentó un incremento de 36 % respecto al peso inicial de las lombrices inoculadas. No se encontraron diferencias significativas en el peso de lombrices juveniles respecto a la población de lombrices inoculadas y a los sustratos estudiados. La experiencia realizada indicó que todos los sustratos fueron aceptables para la reproducción de lombrices.

**Palabras clave:** Lumbricultura, estiércol, compostaje.

## Introducción

Los sistemas de cultivo de la lombriz roja en México se desarrollan, principalmente, en las zonas centro y sur del

país, y se emplean estiércoles de ganado vacuno y esquilmos agrícolas para su desarrollo. Cualquiera que sea la calidad del sustrato es necesario realizar un composteo previo a la inoculación de las lombrices, ya que éste es un

proceso biooxidativo de transformaciones microbianas (Hoitink y Kuter, 1986) que permite estabilizar la temperatura, el pH, la conductividad eléctrica (CE), y la liberación de gases, para posteriormente realizar el lombricomposteo (Reinecke *et al.*, 1992). El cultivo de las lombrices rojas se hace generalmente con estiércoles maduros que deben tener una edad de 10 a 18 días de haber sido defecados (Friedrich-Neumann, 2001), una temperatura de 20 a 22 °C (Hernández, 1997), una humedad de 85 % (Capistrán *et al.*, 2001), un pH de 6.5 a 7.5 y una conductividad eléctrica (CE) de 2.5 dS m<sup>-1</sup> (Bollo-Tapia, 2001).

Las especies de lombrices de tierra que destacan para transformar residuos orgánicos en abonos son: la lombriz roja californiana (*Eisenia andrei*), la lombriz tigre (*Eisenia fetida*), la lombriz oriental de las compostas (*Perionix excavatus*) y la lombriz africana de las compostas (*Eudrilus eugeniae*) (Capistrán *et al.*, 2001).

El cultivo de la lombriz roja en México se incrementa año con año y, gradualmente, se conoce más sobre la calidad del sustrato que requiere para reproducirse en las zonas semiáridas, sobre su tasa de reproducción y respecto a la transformación de los estiércoles de ganado estabulado. Actualmente existe una tendencia hacia la búsqueda de la inocuidad alimentaria y a producir cultivos en forma orgánica. Para lograrlo es necesario generar aportaciones nutricionales a las plantas a través de abonos orgánicos, sin que se pierda la eficiencia y calidad en la producción. Uno de estos abonos es la lombricomposta, cuya problemática radica en que la lombriz, como ente digestor, es muy sensible a la calidad de los sustratos (pH y temperatura), a tal punto que modifica su tasa de reproducción y la transformación de los residuos orgánicos. Santamaría-Romero y Ferrara-Cerrato (2002), indican que a temperaturas inferiores a 16 °C y pH superior a 9.5, los individuos no se reproducen. Por lo tanto, el trabajo consistió en determinar el efecto de sustratos orgánicos pecuarios en la reproducción de la lombriz roja (*Eisenia fetida*).

## Materiales y Métodos

### Ubicación del experimento

El trabajo se efectuó de junio a septiembre del 2004, en condiciones de sombreado, en el establo de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN), localizado a los 25° 23' latitud Norte y 101° 00' longitud Oeste, a una altitud de 1743 m.

### Metodología

Se colectaron cinco materiales orgánicos: estiércol de bovino de leche (EBL), estiércol de cabra (EC), estiércol

de borrego (EB), estiércol de bovino de leche más residuo de celulosa (EBL+RC) y estiércol de bovino de carne (EBC), a los cuales se les determinó el nitrógeno total (NT) por gravimetría (NOM, NMX-Y-107-1984), fósforo total (PT) por espectrofotómetro UV-visible (NOM, NMX-AA-094-1985), pH en agua destilada (1:5 p/v), y la conductividad eléctrica (CE) en agua destilada (1:5 p/v) (Cuadro 1). Para K, Na y CaCO<sub>3</sub>, se utilizó la técnica de espectrometría de emisión atómica. Todas las determinaciones señaladas se realizaron con apoyo del personal técnico del Centro de Investigación en Química Aplicada (CIQA), (Cuadro 1).

**Cuadro 1.** Características químicas determinadas en los sustratos empleados.

Características Químicas	Sustratos Orgánicos Pecuarios				
	EBL	EC	EB	EBL+RC	EBC
NT (%)	1.43	1.93	1.92	0.21	0.73
PT (%)	1.1	1.0	1.2	ND	1.8
K (%)	2.02	1.5	2.3	0.18	0.98
CaCO <sub>3</sub> (%)	5.3	6.2	3.4	22.4	3.8
Na (mg L <sup>-1</sup> )	3251.6	1460.9	2619.7	10.8	4000.6
pH	9.31	9.17	9.53	7.94	7.57
CE (dS m <sup>-1</sup> )	9.12	5.18	10.17	2.32	8.72

EBL = Estiércol bovino de leche, EC = Estiércol de cabra, EB = Estiércol de borrego, RC = Residuo de celulosa Kimberly Clarck, EBC = Estiércol bovino de carne, ND = No determinado.

Los sustratos orgánicos se colocaron en una composta durante 20 días y posteriormente se inocularon con tres poblaciones de lombrices cliteladas (50, 100 y 150 individuos por digestor). Un biodigestor de plástico transparente, de 4.5 x 10<sup>-3</sup> m<sup>3</sup> (0.05 x 0.3 x 0.3 m) de capacidad, se consideró como una unidad experimental. Cada biodigestor se acondicionó con un sistema de drenaje y un colector de líquido por tratamiento.

La población y peso de las lombrices cliteladas, de las juveniles y de las cápsulas, se obtuvo en muestras homogéneas, a los 14, 35, 70 y 77 días después de la inoculación (ddi). Las muestras se obtuvieron manualmente, extrayendo de la parte superior de cada biodigestor, el material correspondiente 0.1 m x 0.1 m x 0.05 m (largo x ancho x altura, respectivamente). Las lombrices con clitelo, las juveniles y las cápsulas se aislaron del sustrato manualmente, posteriormente se cuantificaron y se pesaron en una balanza digital (Ohaus, Modelo CT600-S). Durante 77 días de estudio, las unidades experimentales se mantuvieron entre 75 y 80 % de humedad mediante riegos a saturación que se aplicaron

cada ocho días. Después de cada riego, durante el desarrollo del experimento se determinó el pH con un potenciómetro analógico (Orion Research, Modelo 301) calibrado con solución buffer de pH=7, a una temperatura de 25 °C; la conductividad eléctrica se midió con un conductivímetro (Orion Research, Modelo 105), con una muestra líquida de 75 ml, de muestra líquida drenada del biodigestor de cada tratamiento. La temperatura interna de los sustratos se midió a las 10:00 horas, cada ocho días, antes del riego, con un geotermómetro “compost thermometers” (Reotemp, 36" x ¼" stem), el cual se introdujo al centro de cada unidad experimental durante tres minutos, antes de tomar la lectura.

## Resultados y Discusión

### Efecto de la población de lombrices inoculada en la reproducción de *Eisenia fetida*

La reproducción de *Eisenia fetida* en diferentes poblaciones no mostró efecto significativo en la cantidad y peso de lombrices cliteladas, lombrices juveniles y cápsulas cuantificados a los 14, 35, 70 y 77 ddi (Cuadro 3). Lo anterior demuestra que la reproducción de lombrices se puede realizar con una baja densidad, ya que éstas presentan una alta proliferación y, además, tienen la capacidad de autorregular su población (Kammenga *et al.*, 2003).

**Cuadro 2.** Tratamientos utilizados en la reproducción de la lombriz roja (*Eisenia fetida*).

Tratamientos	Población de lombrices 4.5 x 10 <sup>-3</sup> m <sup>-3</sup> .	Sustrato utilizado
1	50	Estiércol bovino de leche (EBL)
2	100	EBL
3	150	EBL
4	50	Estiércol de cabra (EC)
5	100	EC
6	150	EC
7	50	Estiércol de borrego (EB)
8	100	EB
9	150	EB
10	50	Estiércol bovino de leche + celulosa (EBL+RC)
11	100	EBL+RC
12	150	EBL+RC
13	50	Estiércol bovino de carne (EBC)
14	100	EBC
15	150	EBC

### Diseño experimental

Se utilizó un diseño experimental completamente al azar, con un arreglo factorial 5 x 3, cinco sustratos por tres poblaciones de lombrices, del que resultaron 15 tratamientos, con tres repeticiones cada uno (Cuadro 2). Los datos se evaluaron mediante un análisis de varianza (ANVA) y las diferencias mediante la prueba de Tukey (Pd<sup>0.05</sup>), con el paquete para computadora que generó la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León (Olivares, 1994).

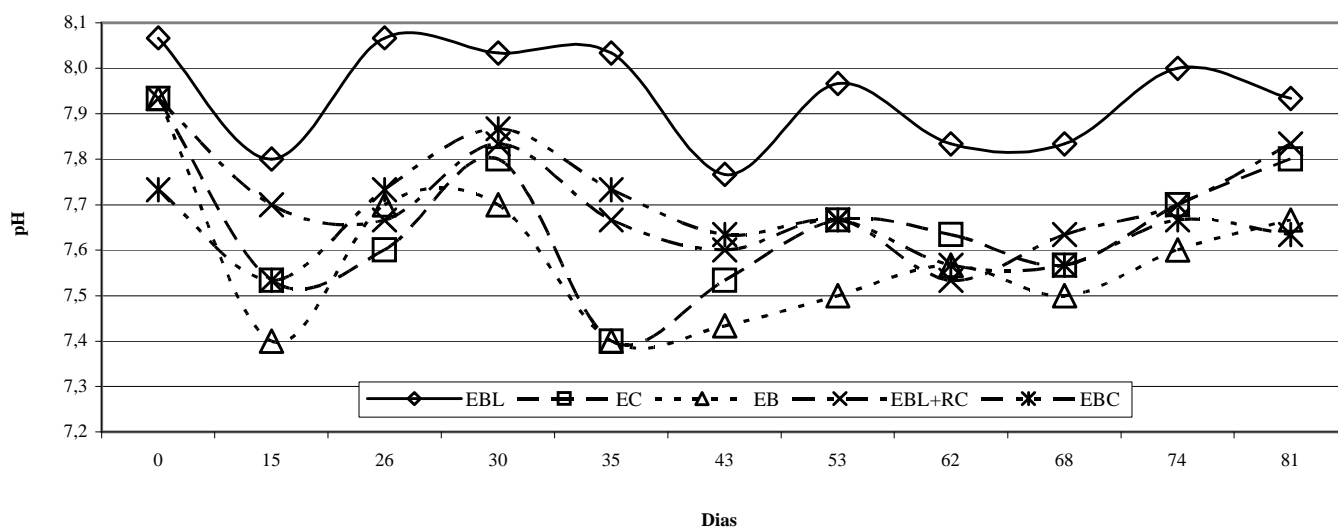
### Efecto de sustratos en la población de lombrices cliteladas, juveniles y cápsulas de *Eisenia fetida*

La reproducción de las lombrices *Eisenia fetida* realizada en diferentes materiales orgánicos mostró que el sustrato EBC resultó ser un medio de cultivo que superó a los demás (EBL, EC, EB y EBL+RC) a los 14 y 35 ddi, respecto a la población de lombrices cliteladas (Cuadro 4) y lombrices juveniles (Cuadro 5); mientras que el sustrato EC fue el mejor respecto al número de cápsulas, a los 14 y 35 ddi (Cuadro 6).

**Cuadro 3.** Población y peso promedio de cápsulas, lombrices juveniles y lombrices cliteladas respecto a la población inoculada.

Población de Lombrices Inoculadas $4.5 \times 10^{-3} \text{ m}^{-3}$ .	Cápsulas		Lombrices Juveniles		Lombrices Cliteladas	
	Número	Peso (mg)	Numero	Peso (g)	Número	Peso (g)
50	27.748 a*	1.144 a	14.883 a	3.233 a	12.600 a	5.580 a
100	28.368 a	1.070 a	15.967 a	3.637 a	13.300 a	5.597 a
150	24.320 a	1.101 a	18.533 a	4.222 a	13.917 a	5.659 a

\* Los valores con la misma letra dentro de las columnas son estadísticamente iguales.



**Figura 1.** Fluctuación del pH en el líquido drenado de los biodigestores.

**Cuadro 4.** Población promedio de lombrices cliteladas en sustratos orgánicos.

Sustratos	Días Después de la Inoculación			
	14	35	70	77
EBC	46.56 a*	33.22 a	1.78 a	0.22 a
EBL+RC	29.44 b	19.33 b	1.56 a	0.11 a
EC	26.89 b	17.89 b	6.56 a	0.33 a
EB	23.22 b	16.78 b	4.11 a	0.67 a
EBL	19.89 b	11.78 b	4.44 a	0.67 a

\* Los valores con la misma letra dentro de las columnas son estadísticamente iguales.

La población de lombrices cliteladas decreció en todos los sustratos durante los 77 días de estudio (Cuadro 4). Respecto a lo anterior, Kammenga *et al.* (2003) indican que las lombrices (*E. fetida*), por su alta proliferación,

regulan su densidad poblacional emigrando a otros sitios cuando alcanzan su madurez sexual, lo cual indica que en  $4.5 \times 10^{-3} \text{ m}^{-3}$  de sustrato, la población de lombrices inoculadas pueden reproducirse sólo durante 35 días y luego deben cosecharse, para así evitar que emigren o mueran. Capistrán *et al.* (2001) afirman que la población de *Eisenia fetida* alcanza su estabilidad con 20,000 individuos/ $0.2 \text{ m}^{-3}$ , y al superar esta densidad de lombrices adultas ésta disminuye. En este estudio, la población de lombrices cliteladas (Cuadro 4) y la de lombrices juveniles (Cuadro 5), en los sustratos de EBL, EB, EC, EBL+RC y EBC a los 35 ddi, alcanzaron una densidad de 170, 243, 285, 323 y 572 individuos/ $4.5 \times 10^{-3} \text{ m}^{-3}$ , respectivamente, la cual equivale a 7,556.0, 10,800.0, 12,667.0, 14,356.0 y 25,422.0 individuos/ $0.2 \text{ m}^{-3}$ , respectivamente.

El pH del líquido drenado del biodigestor de los materiales orgánicos, reveló que el sustrato EBC presentó un pH más estable con un promedio de 7.6 antes del composteo y durante el lombricomposteo que los demás

sustratos, (EBL, EC, EBLRC, EB y EBC) con valores promedio de 7.9, 7.6, 7.7, 7.5 y 7.6, respectivamente. En todos los sustratos, el pH disminuyó al finalizar el lombricompostaje como se muestra en la Figura 1.

Los sustratos de EBL+RC y EC mantuvieron una estabilidad poblacional de lombrices juveniles, mientras que en el tratamiento de EBC la población decreció, por lo que fue necesario agregar más sustrato y dividir la población a los 35 ddi para evitar la disminución de este estadio; a diferencia de los sustratos de EBL y EB, la población se incrementó a lo largo del experimento (Cuadro 5).

**Cuadro 5.** Población promedio de lombrices juveniles en sustratos orgánicos.

Sustratos	Días Después de la Inoculación		
	35	70	77
EBC	30.33 a*	22.00 a	18.44 ab
EBL+RC	16.56 b	17.55 a	17.44 ab
EB	10.22 b	17.33 a	30.44 a
EBL	7.11 b	14.89 a	20.44 ab
EC	13.78 b	13.67 a	13.33 b

\* Los valores con la misma letra dentro de las columnas son estadísticamente iguales.

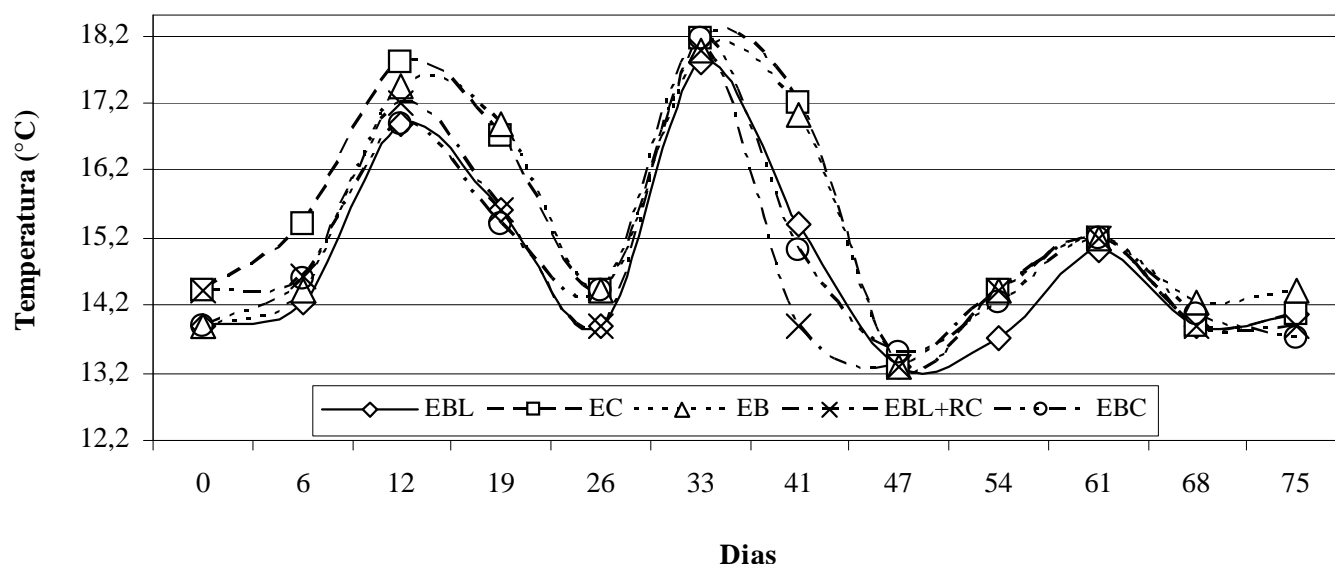
disminución de la población de lombrices cliteladas, ya que éstas fueron las responsables de la producción de cápsulas. Estos resultados son similares a los de Santamaría-Romero y Ferrera-Cerrato (2002), ya que a los 100 ddi encontraron una disminución de cápsulas por el incremento de la población de lombrices en sustratos de residuos de mercado y de estiércol bovino.

**Cuadro 6.** Población promedio de cápsulas en sustratos orgánicos.

Sustratos	Días después de la inoculación			
	14	35	70	77
EC	28.56 a	111.78 a	15.00 a	19.11 a
EB	17.44 ab	72.33 bc	5.11 a	9.44 ab
EBC	12.11 ab	97.22 ab	11.89 a	12.78 ab
EBL+RC	5.44 b	50.11 c	9.00 a	6.56 b
EBL	4.56 b	30.33 d	11.00 a	6.44 b

\* Los valores con la misma letra dentro de las columnas son estadísticamente iguales.

A los 35 ddi en el sustrato EC se alcanzó una población de 44,712.0 cápsulas/0.2 m<sup>3</sup>, que fue muy superior a la de los demás sustratos (Cuadro 6), ya que este material orgánico presentó mayor temperatura interna a lo largo



**Figura 2.** Fluctuación de la temperatura interna de los sustratos durante el experimento

La mayor producción de cápsulas se observó a los 35 ddi en todos los materiales orgánicos (Cuadro 6). La disminución de cápsulas a los 70 y 77 ddi se debió al incremento de la densidad poblacional de lombrices juveniles a los 35 ddi (Cuadro 5), las cuales provocaron la

del experimento (Figura 2) con un promedio de 15.4 °C, mientras que en los demás sustratos presentaron una temperatura interior con un promedio de 14.8, 15.3, 14.9 y 14.9 °C en EBL, EB, EBL+RC y EBC, respectivamente, lo que indica que al incrementarse la temperatura interna

en los sustratos se incrementa la producción de cápsulas. Esta afirmación es algo similar a los resultados de Santamaría-Romero y Ferrera-Cerrato (2002), quienes encontraron que la producción de cápsulas se incrementa a los 16 °C en sustratos de desechos de mercado. A su vez, Vázquez (1999) indica que la temperatura afecta de una u otra manera a todos los organismos vivos, ya que al aumentar, generalmente incrementa la velocidad de su desarrollo, el cual es producto del metabolismo.

**Efecto de sustratos en el peso de lombrices cliteladas, juveniles y cápsulas de *Eisenia fetida***

La experiencia de reproducción de lombrices en materiales orgánicos reveló que el sustrato EBL+RC mejora el peso de la lombriz clitelada en un 36 % respecto al peso inicial, el cual sólo es significativo a los 14 ddi, comparado con los demás sustratos (Cuadro 7).

El sustrato EBL+RC favoreció el peso de la lombriz clitelada por su alto contenido de carbonato de calcio (22.4 %) ya que este compuesto es indispensable en la regulación iónica durante la digestión, cuando el calcio es almacenado en las glándulas calcíferas y liberado en forma de calcita en el esófago de la lombriz, y ésta es absorbida mientras pasa por el intestino regulando el pH del alimento (Barnes, 1986). El peso de las lombrices cliteladas se incrementa en todos los sustratos a los 14 ddi, y de los 35 a los 77 ddi decrece en todos los sustratos (Cuadro 7). La disminución de peso se debe al incremento de la población, ya que la relación biomasa: número de lombrices se hace más estrecha (Santamaría-Romero y Ferrera-Cerrato, 2002).

**Cuadro 7.** Peso promedio de lombrices cliteladas en sustratos orgánicos.

Sustratos	Días después de la inoculación				
	0	14	35	70	77
	g				
EBL+RC	0.39 a*	0.53 a	0.39 a	0.09 a	0.04 a
EC	0.39 a	0.49 ab	0.35 a	0.26 a	0.11 a
EB	0.39 a	0.49 ab	0.37 a	0.16 a	0.17 a
EBL	0.39 a	0.47 ab	0.42 a	0.28 a	0.15 a
EBC	0.39 a	0.45 b	0.34 a	0.18 a	0.04 a

\* Los valores con la misma letra dentro de las columnas son estadísticamente iguales.

No se encontraron diferencias significativas en el peso de la lombriz juvenil. Tanto el incremento como el decremento de la población de lombriz juvenil no influyó en su peso

durante el experimento; sin embargo, el peso de la lombriz juvenil disminuyó en los sustratos de EBL+RC, EC, EB y EBC, mientras que en el sustrato EBL se incrementó a lo largo del experimento (Cuadro 8). Estos resultados son inferiores, ya que en sustratos de estiércol bovino, Santamaría-Romero y Ferrera-Cerrato (2002) registraron un peso por lombriz que osciló entre 0.29 a 0.32 g.

**Cuadro 8.** Peso promedio de lombrices juveniles en sustratos orgánicos.

Sustratos	Días Después de la Inoculación		
	35	70	77
	g		
EBL	0.22 a*	0.24 a	0.24 a
EC	0.24 a	0.18 a	0.21 a
EB	0.27 a	0.17 a	0.20 a
EBL+RC	0.24 a	0.18 a	0.21 a
EBC	0.24 a	0.16 a	0.18 a

\* Los valores con la misma letra dentro de las columnas son estadísticamente iguales.

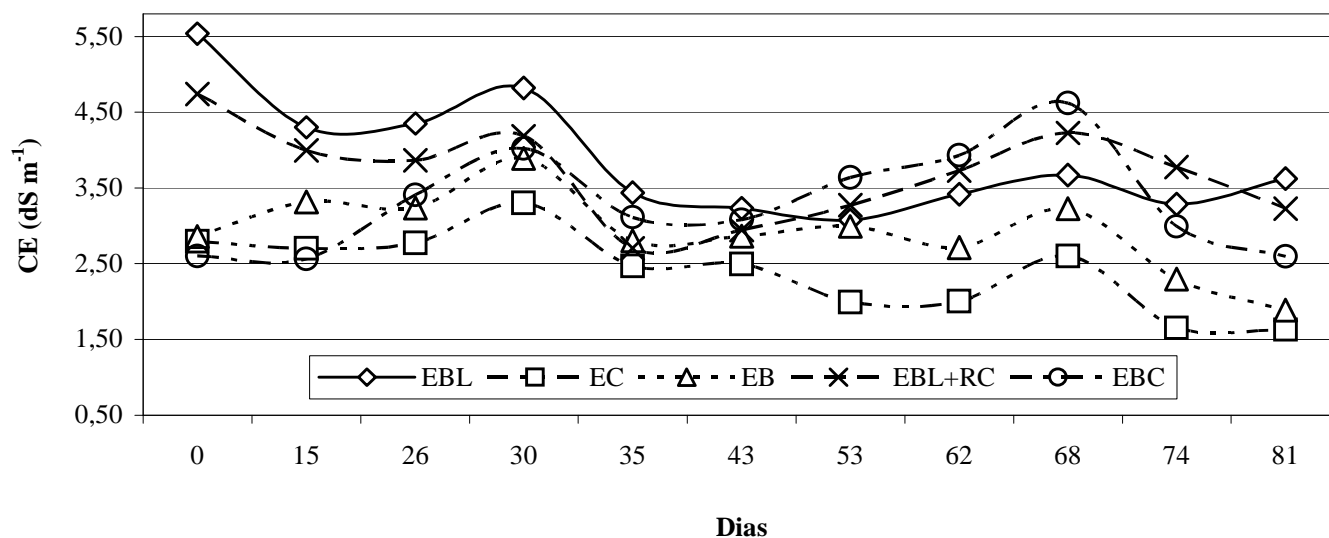
El sustrato de EC mostró mayor peso de cápsulas que los demás materiales, el peso osciló entre 12.0 a 21.4 mg con un promedio de 14.7 mg. Los resultados de este sustrato fueron significativos a los 77 ddi con un peso promedio de 12.10 mg (Cuadro 9). Estos resultados son superiores a los de Hernández *et al.* (1997), quienes reportan un peso promedio de 11.76 mg en un sustrato de Composta + hojarasca (2:1 v/v); sin embargo Stamatiadis *et al.* (1994), han señalado un rango mayor que oscila entre 13 y 20 mg/cápsula<sup>-1</sup> y que estas diferencias se deben a la calidad de los sustratos.

**Cuadro 9.** Peso promedio de cápsulas generadas en los sustratos evaluados.

Sustratos	Días Después de la Inoculación			
	14	35	70	77
	mg			
EC	12.00 a	13.19 a	21.40 a	12.10 a
EB	11.64 a	15.27 a	3.82 a	6.42 ab
EBC	7.89 a	12.72 a	6.77 a	9.08 ab
EBL+RC	11.62 a	16.78 a	7.43 a	3.14 b
EBL	4.72 a	12.71 a	9.56 a	10.12 ab

Los valores con la misma letra dentro de las columnas son estadísticamente iguales.

La concentración total de sales solubles (CE)



**Figura 3.** Fluctuación de la conductividad eléctrica en el líquido drenado de los biodigestores

determinada en los líquidos drenados del biodigestor es congruente con la fluctuación del pH en todos los sustratos durante el desarrollo del experimento (Figura 3), dentro de los cuales el sustrato de EBL presentó mayor concentración de sales totales solubles con un promedio de 3.89 dS m<sup>-1</sup>; valores inferiores se registraron en los sustratos de EBL+RC, EBC, EB y EC, con una concentración de 3.70, 3.32, 2.92 y 2.40 dS m<sup>-1</sup>, respectivamente. Dichas concentraciones se consideran adecuadas para la reproducción de la lombriz, ya que sólo valores de CE > 9 dS m<sup>-1</sup> pueden causar la muerte de la lombriz (Santamaría-Romero y Ferrera-Cerrato, 2002).

### Conclusiones

Todos los sustratos son adecuados para la reproducción de la lombriz roja. El sustrato de EBL acondicionado con celulosa residual incrementa el peso en la lombriz clitelada. La producción de cápsulas puede incrementarse utilizando sustratos calientes (15.4 °C). Es necesario cosechar lombrices o agregar más alimento a la unidad lombrícola, cuando la densidad se aproxime a 25,400 individuos/0.2 m<sup>3</sup>. Para incrementar la población y peso en las lombrices cliteladas, juveniles y cápsulas, se sugiere estudiar la mezcla de los sustratos de EBC con EC y EBL+RC.

### Literatura Citada

Barnes, R. D. 1986. Zoología de invertebrados. 4a. edición. Editorial Interamericana. México. 1157 p.  
 Bollo-Tapia, E. 2001. Lombricultura, una alternativa de reciclaje. 2a. ed. Soboc Grafic. Quito, Ecuador. 149 p.  
 Capistrán, F., E. Aranda, y J. C. Romero. 2001. Manual

de reciclaje, compostaje y lombricompostaje. 1a. edición. Primera reimpression. Instituto de Ecología, A. C. Xalapa, Veracruz, México. 151 p.

Friedrich – Neumann, K. 2001. Lombricultura. Serie de Agronegocios. Centro de Estudios Agropecuarios. Grupo Editorial Iberoamérica, S. A. de C. V. México. 58 p.

Hernández, J. 1997. Observaciones preliminares del efecto de la temperatura sobre la reproducción de la lombriz roja (*Eisenia* ssp). VII Jornadas Científico Técnicas de la Facultad de Agronomía de la Universidad del Zulia, Maracaibo, Venezuela. 91 p.

Hernández, J. A., M. L. Rincón y R. N. Jiménez. 1997. Comportamiento de la lombriz roja (*Eisenia fetida*) bajo condiciones de clima cálido. Rev. Fac. Agron. (LUZ) 14: 387-392.

Hoitink, H. A. J. y G. A. Kuter. 1986. Effects of composts in growth media on soil borne pathogens. In: The role of organic matter in modern agriculture. Chen, Y. and Y. Avnimelech (Eds.). Martinus Nijhoff Publishers. Dordrecht, Netherlands. pp: 289-306.

Kammenga J. E., D. J. Spurgeon., C. Svendsen y J. M. Weeks. 2003. Explaining density-dependent regulation in earthworm populations using life-history analysis. Oikos 100: 89-95.

Olivares - Sáenz, E. 1994. Paquete de diseños experimentales. Versión 2.5. Facultad de Agronomía Universidad Autónoma de Nuevo León, (UANL). Marín, N. L. México.

Reinecke, A. J., S. A. Viljoen y R. J. Saayman. 1992. The suitability of *Eudrilus eugeniae*, *Perionix excavatus* and *Eisenia fetida* (Oligochaeta) for vermicomposting in Southern Africa in terms of their temperature re-

- quirements. Soil Biol. Biochem. 24: 1295-1307.
- Santamaría-Romero, S. y R. Ferrara-Cerrato. 2002. Dinámica poblacional de *Eisenia andrei* (Bouché 1972) en diferentes residuos orgánicos. Terra 20: 303-310.
- Stamatiadis, S., E. Nerantzis., E. Gianna-kopoulou, y L. Maniatis. 1994. The nutritive value of two species of microorganisms to earthworm *E. fetida*. Eurpoen J. Soil Biol. 30 (4): 177-185.
- Vázquez G, Ma. M. 1999. Estudio de la fauna edáfica en una selva baja inundable de la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an Quintana Roo. Proyecto B051. Universidad de Quintana Roo. Chetumal, Q. Roo, México.



## Departamento de Horticultura

### LABORATORIO DE POSCOSECHA

Teléfonos: (844) 411-02-14 y 411-03-06 · Fax 411-0286

[horti@uaaan.mx](mailto:horti@uaaan.mx)

#### Servicios

Docencia (licenciatura y postgrado), Investigación, desarrollo y servicio externo  
Apoyo en prácticas a cursos diversos, y a tesis de licenciatura y postgrado  
Colaboración en proyectos especiales

#### Equipo

Analizador de gas infrarrojo (IRCA. Mediciones de CO<sub>2</sub> y H<sub>2</sub>O, y niveles de concentración)  
Balanza, Vernier  
Colorímetro (determinación de color en sólidos)  
Cromatógrafo de gases (determinación de niveles de etileno)  
Higrotermógrafo (determinación de humedad y temperatura)  
Medidor de oxígeno (determinación de oxígeno disuelto)  
Penetrómetro (resistencia de penetración)  
Placa de calentamiento con agitación  
Porómetro (determinación de apertura de estomas, temperatura y humedad)  
Potenciómetro (medición del potencial de H, pH y conductividad eléctrica)  
Psicrómetro (determinación de humedad)  
Refractómetro (determinación de sólidos totales)

#### Determinaciones Analíticas

Ácido málico, Ácido tartárico, Antocianinas, Carotenoides, Clorofila  
CO<sub>2</sub> y H<sub>2</sub>O, Etileno (determinación de vida de anaquel)  
Potencial de H (pH)  
Sólidos solubles totales (índice de cosecha)  
Vitamina C

#### Bioensayos

Contenidos hormonales  
Cultivo de tejidos  
Determinación de velocidad de respiración y emisión de calor de frutas y legumbres para determinar carga de refrigeración  
Elaboración de productos a partir de plantas medicinales  
Ensayos en cultivos diversos usando productos químicos de fabricación reciente

# Rendimiento y Calidad de dos Genotipos de Tomate, Cultivado en Mezclas de Vermicomposta y Arena, Bajo Condiciones de Invernadero

Alejandro Moreno-Reséndez<sup>1\*</sup>, Lilia del Carmen Ávalos-García<sup>2</sup>, Pedro Cano-Ríos<sup>3</sup>, Víctor Martínez-Cueto<sup>3</sup>, José Luis Reyes-Carrillo<sup>4</sup> y Norma Rodríguez-Dimas<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Suelos. <sup>2</sup>Ingeniero Agrónomo en Horticultura. <sup>3</sup>Profesores Investigadores del Departamento de Horticultura. <sup>4</sup>Profesor Investigador del Departamento de Biología. <sup>5</sup>Asesor Externo. Maestro en Ciencias Agrarias. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna. Periférico y Carretera a Santa Fé s/n. Torreón, Coah, México. CP 27059. \*Autor responsable, e-mail: alejamorsa@yahoo.com.mx

1 Recibido: Noviembre, 2005. Aceptado: Julio, 2006.

**Abstract.** *Yield and quality of two tomato genotypes, growing in vermicompost and river sand mixtures, under greenhouse conditions.* This experiment was carried out under greenhouse conditions, in order to evaluate the behavior of two tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) commercial genotypes; Andre and Adela, both of indeterminate growth habits, to establish the optimum mixture of vermicompost (VC) and river sand (RS) to satisfy the nutritional needs of this crop. The sowing of seeds was made as of June 25th 2002 in a 200 cavities polystyrene tray, padded with Peat Most. The transplant was carried out on August 4 placing the tomato seedlings in black plastic bags of 25 kg/ea. In this experiment four mixtures of vermicompost and river sand (VC:RS) were studied: 12.5:87.5; 25:75; 37.5:62.5 and 50:50 (percent weight basis). The pots were placed in the greenhouse at two staggered rows 30 cm apart. A total of eight treatments were evaluated, two genotypes and four mixtures of VC:RS with four replicates every one. The treatments were arranged on a randomized block design and its means were compared by the LSD test (5 %). In function of the evaluated variables in the genotypes [fruit weight, equatorial and polar diameters, and soluble solids (°Brix), had highly significant differences ( $P \leq 0.01$ ) and the variable number of clusters significant difference ( $P \leq 0.05$ )] it was determined that the genotype Andre overcame to the genotype Adela in the levels of the VC:RS mixtures, from 25:75 to 37.5:62.5 (% weight basis). Furthermore, since, as both genotypes achieve their development in the different mixtures of VC:RS, without synthetic fertilizers, is possible to conclude that the vermicompost can be used to supply the tomato crop nutrient requirement.

**Key words:** *Lycopersicon esculentum*, *Eisenia fetida*, growing media, organic agriculture, organic residues.

**Resumen.** Para determinar el efecto de mezclas de vermicomposta (VC) y arena de río (AR), a diferentes niveles de composición, sobre el rendimiento y calidad de dos genotipos de tomate en invernadero, se desarrolló el presente trabajo bajo condiciones de invernadero. La siembra de semillas de tomate genotipos Andre y Adela, de hábito de crecimiento indeterminado se efectuó el 25 de Junio del 2002 en charolas de poliestireno de 200 cavidades, rellenas con peat moss. El transplante se realizó, el 4 de Agosto, colocando una plántula por maceta. Como macetas se utilizaron bolsas de plástico negro, calibre 500, con una capacidad de 25 kg. Para los sustratos de crecimiento se utilizaron cuatro mezclas de vermicomposta y arena de río (VC:AR) con la siguiente composición: 12.5:87.5, 25:75; 37.5:62.5 y 50:50 (% en base a peso). Las macetas se colocaron en el invernadero en fila a doble hilera, con arreglo a tresbolillo, y a una distancia de 30 cm entre plantas. En total se evaluaron ocho tratamientos, conformados por dos genotipos y cuatro mezclas de VC:AR, con cuatro repeticiones cada uno. Para el análisis estadístico se utilizó un diseño de bloques al azar y para la comparación de las medias de tratamiento la prueba de DMS (5 %). En función de las variables evaluadas en los genotipos [peso de fruto, diámetro ecuatorial y polar y sólidos solubles presentaron diferencias altamente significativas ( $P \leq 0.01$ ) y la

variable número de lóculos diferencia significativa ( $P \leq 0.05$ )] se determinó que el genotipo Andre superó al genotipo Adela en los niveles con las mezclas que oscilaron de 25:75 a 37.5:62.5 (% en base a peso). Adicionalmente, puesto que ambos genotipos completaron su desarrollo fenológico en las diversas mezclas de VC:AR, sin el uso de fertilizantes sintéticos bajo condiciones de invernadero es posible concluir que la vermicomposta empleado puede satisfacer los requerimientos nutritivos del cultivo de tomate.

**Palabras clave:** *Lycopersicon esculentum*, *Eisenia fetida*, sustrato de crecimiento, agricultura orgánica, residuos orgánicos.

---

## Introducción

El desarrollo de hortalizas en invernadero representa una alternativa viable para la producción de tomate en cualquier época del año (Robledo, 2002). Sin embargo, por si solo el invernadero no es una garantía para satisfacer la demanda nutritiva de los cultivos. En términos generales, esta demanda se satisface con el uso de fertilizantes sintéticos, los cuales pueden provocar efectos nocivos tanto al cultivo como al ambiente cuando se utilizan de manera indiscriminada y de forma irracional. Por otra parte, la elaboración de los fertilizantes depende de diversos recursos naturales no renovables e.g., el petróleo (Chan, 2001) cuya disponibilidad, con el tiempo, será cada vez más reducida. En consecuencia, si se desea mantener o incrementar el rendimiento de los cultivos en los sistemas de producción en invernadero, es necesario buscar alternativas relacionadas con el uso eficiente de los recursos naturales que tiendan hacia una agricultura sostenible (Hansen *et al.*, 2001).

Una alternativa para satisfacer la demanda nutritiva de las especies vegetales, desarrolladas en invernadero, es el uso de la vermicomposta (VC) como sustrato de crecimiento, ya que este material, por sus características físicas, químicas y biológicas, potencialmente puede reducir el uso de los fertilizantes sintéticos (Manjarrez-Martínez *et al.*, 1999). El VC es un abono orgánico de alta calidad, con características propias, que lo hacen prácticamente insuperable, ya que puede incrementar hasta en un 300 % el rendimiento de diversas especies vegetales (Bravo-Varas, 1996). Según Edwards y Steele (1997) el VC, de acuerdo al uso que se destine se puede clasificar como: a) fertilizante orgánico, b) mejorador del suelo y c) medio de crecimiento para las hortalizas que se desarrollan en invernaderos.

El VC resulta de una serie de transformaciones

bioquímicas y microbiológicas de los residuos orgánicos, provocadas en el intestino de las lombrices de tierra, e. g., *Eisenia fetida* (Atiyeh *et al.*, 2000a; 2000b; 2001). Por medio de estos procesos los residuos se transforman en un material rico en elementos nutrimentales y fácilmente asimilables para las plantas (Velasco-Velasco *et al.*, 2003). El VC presenta un pH que oscila de 6.8 a 7.2, contiene sustancias biológicamente activas (e. g., auxinas y citocininas) que actúan como reguladores de crecimiento, gran capacidad de intercambio catiónico ( $72.9 \text{ meq } 100 \text{ g}^{-1}$  de suelo), ácidos fúlvicos y húmicos (14 – 30 % y 2.5 – 5.3 %, respectivamente), gran capacidad de retención de humedad (40 %), y una porosidad elevada que facilita la aireación y el drenaje del suelo y de los medios de crecimiento (Karsten y Drake, 1995; Buck *et al.*, 1999; Manjarrez-Martínez *et al.*, 1999; Atiyeh *et al.*, 2000a; Bansal y Kapoor, 2000; Ndegwa *et al.*, 2000; Pereira y Arruda, 2003).

Debido a las propiedades que presenta el VC tiene gran potencial para usarse como medio de crecimiento para el desarrollo de diversas especies vegetales (Atiyeh *et al.*, 2002). Cuando el VC se ha utilizado como abono orgánico ha provocado efectos significativos sobre el desarrollo de cultivos hortícolas, almácigos y plantas ornamentales, en invernaderos y bajo condiciones de campo, e.g., tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.), pimiento verde (*Capsicum annuum*), frambuesa (*Rubus idaeus*), maravillas (*Calendula officinalis* L.), lechuga (*Lactuca sativa*), fresas (*Fragaria vesca* L.), y algodón (*Gossypium hirsutum*), (Riggle, 1998; Subler *et al.*, 1998; Atiyeh *et al.*, 2000b; Brown *et al.*, 2000; Cracogna *et al.*, 2001).

Atiyeh *et al.* (2000b) determinaron que, con la sustitución del medio de crecimiento comercial Metro – Mix 360 con 20 % de VC de estiércol de cerdo, no sólo se mejoró el crecimiento de las plántulas de tomate en invernadero, sino que también se logró incrementar significativamente su rendimiento obteniéndose una producción de  $5.1 \text{ kg planta}^{-1}$ . Este valor fue 58 % más alto que el rendimiento generado en las macetas testigo con Metro – Mix 360 sin VC.

Una tendencia consistente en ensayos en los que se evaluó el crecimiento de diversas especies vegetales en macetas, ha sido que el desarrollo más adecuado se presentó cuando el VC constituye de 10 a 20 % del volumen del sustrato de crecimiento, ya que con una mayor proporción del material, no siempre se logró mejorar el crecimiento de las plantas. En algunos casos, aún con tan sólo el 5 % del VC en la mezcla utilizada, se obtuvieron respuestas significativas en el desarrollo de las especies vegetales (Subler *et al.*, 1998). Por su parte, Atiyeh *et al.* (2000b) concluyeron que los medios de crecimiento que

contenían mezcla del VC y sustratos comerciales, e.g., Metro-Mix 360, generaron efectos significativos sobre el crecimiento del tomate desarrollado en macetas con 100 % de VC, ya que este material tiende a secarse más rápido que las diferentes mezclas, por lo tanto dichas mezclas se consideraron como un magnifico medio de crecimiento para las plantas. Sin embargo, Subler *et al.* (1998) han establecido que la información disponible, acerca de las respuestas de las plantas a la aplicación del VC, a los suelos o los medios de crecimiento, es todavía escasa y por lo tanto es necesario evaluar el efecto de este abono orgánico sobre el desarrollo de las especies vegetales.

Lo señalado anteriormente permite suponer que las necesidades nutritivas de las especies vegetales se pueden satisfacer con el empleo de sustratos de origen orgánico, solos o mezclados. Por lo tanto, el objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto de mezclas de vermicomposta y arena, a diferentes niveles de composición, sobre el rendimiento y calidad de dos genotipos de tomate en invernadero.

### Materiales y Métodos

El experimento se realizó en un invernadero del Departamento de Horticultura de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Unidad Laguna, en Torreón, Coah., México, localizada a 25° 05' N y 101° 40' O, con una precipitación media anual de 235 mm, temperatura media

protege con mallasombra (60 %) durante las estaciones más calurosas del año.

Para el experimento se utilizaron semillas de los genotipos comerciales Andre y Adela de tomate "bola" (*Lycopersicon esculentum* Mill.): cuyo hábito de crecimiento es indeterminado y con larga vida de anaquel. La siembra se realizó, el 25 de junio de 2002, en una bandeja de poliestireno de 200 cavidades, con Peat moss como sustrato (Atiyeh *et al.*, 2000b). La bandeja se colocó dentro del invernadero y se aplicó un riego con agua de la llave, cada tres días, hasta el momento del transplante. Éste se realizó cuando las plántulas alcanzaron 15 cm de altura, en promedio, colocando una plántula por maceta. Como macetas se utilizaron bolsas de plástico negro calibre 500 de 25 kg. Las macetas fueron colocadas dentro del invernadero, en una fila a doble hilera, con arreglo topológico a tresbolillo, y a una distancia de 30 cm entre plantas.

Como sustratos de crecimiento se evaluaron cuatro mezclas de VC:AR. El VC empleado en el experimento se preparó a partir de la homogenización de dos tipos de VC (Cuadro 1) derivados de la biotransformación de las lombrices *Eisenia fetida* (Atiyeh *et al.*, 2000b; Ndegwa *et al.*, 2000) sobre dos diferentes residuos orgánicos – estiércol de caballo, y estiércol de cabra con paja de alfalfa – durante un período de 90 días, como lo sugieren Bansal y Kapoor (2000). La arena de río (AR) utilizada en las mezclas fue esterilizada con bromuro de metilo (CH<sub>3</sub>Br),

**Cuadro 1.** Características químicas de vermicomposta utilizado como sustrato de crecimiento para el desarrollo de genotipos de tomate Andre y Adela bajo condiciones de invernadero.

Vermicompostas	MO (%)	NT (%)	P ppm	Cu (mg L <sup>-1</sup> )	Fe (mg L <sup>-1</sup> )	Zn (mg L <sup>-1</sup> )	Mn (mg L <sup>-1</sup> )	Ca (meq L <sup>-1</sup> )	Mg (meq L <sup>-1</sup> )	Na (meq L <sup>-1</sup> )
VCEc	24.74	0.948	2 229.72	1.82	26.0	12.0	21.2	14.67	0.84	8.43
VCEcaPa	15.25	0.828	945.73	1.42	15.0	7.8	24.4	11.17	1.24	25.78
VPVC	20.00	0.89	4121.18	1.62	20.5	9.9	22.8	12.92	1.04	17.11

VC = Vermicomposta; Ec = estiércol de caballo; EcaPa = Estiércol de cabra mas paja de alfalfa; VP = valores promedio del VC empleado preparado de la combinación de los vermicomposta; MO: Materia orgánica (Walkley Black), NT= Nitrógeno Total (Kjeldahl), P (Olsen modificado), Cu, Fe, Zn y Mn (extracción con DTPA y determinación por Absorción atómica, Perkín – Elmer 2380), Ca, Mg y Na (extracto de suelo a saturación y determinación por Absorción atómica, Perkín – Elmer 2380).

anual de 18.6 °C y una altitud de 1,139 (Schmidt, 1989).

El invernadero es semicircular, tiene cubierta de acrílico reforzado, esta acondicionado con pared húmeda, dos extractores, sistema de riego por goteo, y piso de grava; sus dimensiones son de 8 x 23 m. El invernadero cuenta con ventanas laterales con una altura de 1.20 m, que se cubren con el mismo acrílico reforzado, el cual se puede enrollar. Las ventanas están protegidas permanentemente con malla antiáfidos. Además, la cubierta de acrílico se

aplicando 0.454 kg por cada 3 m<sup>3</sup> de arena. Con los dos genotipos y las mezclas de VC:AR, se generaron ocho tratamientos (Cuadro 2), que se compararon entre si.

Para satisfacer la demanda hídrica de ambos genotipos, y dependiendo de las condiciones climáticas que prevalecieron dentro del invernadero, durante su desarrollo, se aplicaron de cuatro a cinco riegos maceta<sup>-1</sup>día<sup>-1</sup>, con una duración de 2 min cada uno, empleando agua de la llave y un sistema computarizado de riego por goteo, tipo

espagueti.

Al iniciar la etapa de floración, se realizó la polinización diariamente, utilizando un cepillo dental eléctrico, el cual se pasó por el pedúnculo de la inflorescencia por un lapso de tres segundos. Cada tercer día se eliminaron los brotes axilares para promover el desarrollo del cultivo a un solo tallo. Cuando las plantas alcanzaron una altura de 30 cm, el tallo principal fue tutorado con rafia: esta actividad permitió mantener la planta erguida y además evitó que las hojas y los frutos tocaran el suelo.

**Cuadro 2.** Arreglo de tratamientos para la evaluación del efecto de mezclas de vermicomposta y arena de río, empleadas como sustrato de crecimiento para el desarrollo de genotipos de tomate Andre y Adela, bajo condiciones de invernadero.

Tratamiento	Genotipo	Vermicomposta (% en peso)	Arena de río
T1	Andre	12.5	87.5
T2	Andre	25.0	75.0
T3	Andre	37.5	62.5
T4	Andre	50.0	50.0
T5	Adela	12.5	87.5
T6	Adela	25.0	75.0
T7	Adela	37.5	62.5
T8	Adela	50.0	50.0

Durante la etapa de fructificación, al momento en que los primeros racimos alcanzaron el tono de punto rosado, se eliminaron las hojas que quedaron por debajo de éstos, con el propósito de facilitar la aireación y mejorar la coloración de los frutos. La cosecha se realizó una vez por semana, cuando los frutos presentaron un color rosado, y hasta que logró su maduración el octavo racimo.

Para combatir las plagas que se presentaron durante el desarrollo del cultivo se utilizaron los siguientes productos: 1-(6-cloro-3-piridinil metil)-N-nitroimidazolidin-2-ilidene-amina (Confidor®) en una dosis de 1 L ha<sup>-1</sup> para controlar la mosquita blanca (*Bemisia argentifolli*); se asperjó azufre al follaje, en una dosis de 2 L ha<sup>-1</sup> para el ácaro *Aculops lycopersici*, y el minador de la hoja (*Liriomyza spp.*) se combatió eliminando manualmente las hojas dañadas.

Las variables estudiadas fueron: diámetros polar y ecuatorial (DP y DE), número de lóculos (NL), espesor de pulpa (EP), sólidos solubles (SS), peso de frutos (PF) y rendimiento (R). Para determinar el efecto de los tratamientos, sobre el desarrollo de los genotipos de tomate,

se utilizó un diseño de bloques al azar; cada tratamiento se repitió cuatro veces. Los datos de cada una de las variables evaluadas se analizaron estadísticamente por un análisis de varianza (ANDEVA), y para la comparación de medias se utilizó la prueba de diferencia mínima significativa (DMS, 5%) ambos análisis se realizaron con apoyo del Programa SAS para Windows V 6.12 (SAS, 1998).

## Resultados y Discusión

En términos generales, los resultados obtenidos, con las mezclas de VC:AR, concuerdan con lo establecido por Atiyeh *et al.* (2000a; 2000b; 2001), quienes destacan que el VC favorece el desarrollo de los cultivos en invernadero, cuando se utiliza como sustrato de crecimiento. El valor promedio de las características químicas del VC utilizado se presenta en el Cuadro 1 y, por los resultados obtenidos, se puede suponer que las necesidades nutritivas del tomate fueron satisfechas con los diferentes porcentajes de VC empleados en el presente estudio, al permitir el desarrollo completo de su ciclo fenológico, sin tener la necesidad de aplicar fertilizantes sintéticos. En el mismo sentido, el destacar que el cultivo del tomate se desarrolló favorablemente en diversos niveles de VC coincide con lo señalado por Riggle (1998) y Manjarrez-Martínez *et al.* (1999) quienes determinaron que las necesidades nutritivas de diversas especies vegetales se pueden satisfacer adecuadamente cuando se utiliza el VC como sustrato de crecimiento bajo condiciones de invernadero.

Derivado del ANDEVA (Cuadro 3) se determinó que cuatro de las variables evaluadas a los frutos de tomate: PF, DE, DP y SS (°Brix) presentaron diferencia altamente significativa ( $P < 0.01$ ), mientras que la variable NL presentó diferencia significativa ( $P < 0.05$ ). Por su parte, las variables R y EP resultaron no significativas. Los resultados obtenidos con las mezclas de VC:AR utilizadas en el presente ensayo, fueron similares a los reportados por Atiyeh *et al.* (2000a; 2001), quienes utilizaron mezclas de un medio de crecimiento comercial (Metro-Mix 360) con VC, preparado a partir de estiércol de cerdo, para evaluar el comportamiento del tomate. El haber obtenido respuestas significativas en las variables: NL, SS, DE DP y PF, para el cultivo de tomate, debido a la aplicación del VC, bajo las condiciones en la que se desarrolló el presente trabajo, permite establecer, de manera similar a lo señalado por Manjarrez-Martínez *et al.* (1999), que las características químicas de este material (Cuadro 1) pueden sustituir el uso de fertilizantes sintéticos.

Con la prueba de comparación de medias (Cuadro 4) se determinó que las variables evaluadas - NL, SS, DE y DP - para el genotipo Andre en el tratamiento T3 superaron

**Cuadro 3.** Análisis de varianza para las variables evaluadas en genotipos de tomate Andre y Adela, cultivados en mezclas de vermicomposta y arena de río, bajo condiciones de invernadero.

FV	GI	DE	SS (°Brix)	EP	NL	DP	PF	R
Tratamiento	7	4.40**	2.94**	0.062 <sup>NS</sup>	2.3*	4.08**	28321.22**	3899.43 <sup>NS</sup>
Error	24	0.90	0.75	0.15	0.95	0.50	4855.13	2650.77
Total	31							
CV (%)		13.49	15.07	41.97	21.10	11.38	37.99	51.32

FV = fuente de variación; GI = grados de libertad; CV = coeficiente de variación; DE = diámetro ecuatorial; SS = sólidos solubles; EP = espesor de pulpa; NL = número de lóculos; DP = diámetro polar; PF = peso de los frutos; y R = rendimiento; \*\*, \* = diferencia significativa (P d<sup>o</sup> 0.01 y P d<sup>o</sup> 0.05 respectivamente) y NS = No significativo.

a los valores promedio de las variables del resto de los tratamientos. Con respecto al NL el tratamiento T3 generó un efecto estadísticamente igual al provocado por el tratamiento T7 asumiéndose, para esta variable, que ambas mezclas provocaron un efecto similar en los genotipos evaluados. Un comportamiento similar se observó para la variable DE entre los tratamientos T2 y T3, y para la variable DE entre los tratamientos T1, T2 y T3.

**Cuadro 4.** Efecto de mezclas de vermicomposta y arena de río, a diferentes niveles de composición, sobre variables de calidad de frutos de dos genotipos de tomate, cultivados en invernadero.

Tratamiento	NL	SS (°Brix)	DE (cm)	DP (cm)
T1	4.7 b	5.64 b	6.9 b	6.4 a
T2	4.5 b	5.76 b	7.6 a	6.9 a
T3	5 a	6.21 a	7.5 a	6.5 a
T4	4.7 b	5.44 c	6.9 b	6.3 ab
T5	4.4 c	5.34 c	6.9 b	6.0 c
T6	4.1 d	5.87 ab	6.4 b	5.8 d
T7	4.9 a	5.95 ab	6.9 b	5.8 cd
T8	4.4 cd	5.55 b	6.7 b	6.2 bc

NL = número de lóculos; SS = sólidos solubles (°Brix = grados Brix); DE = diámetro ecuatorial; DP = diámetro polar.

Valores con la misma letra dentro de columnas son iguales de acuerdo a la prueba DMS (5 %).

Un resultado que se debe destacar ampliamente es el contenido de SS (°Brix) en los frutos de tomate, ya que los valores promedio que presentó esta variable, en todas las mezclas VC:AR, para ambos genotipos, registraron valores iguales o superiores al intervalo de 4.4 a 5.5 °Brix que Diez (1995) ha reportado como los niveles óptimos,

que deben contener los frutos de tomate utilizados para consumo en fresco o procesado, de manera especial se resalta el contenido de sólidos solubles del T3 con 6.21 °Brix, pues este valor superó en 25.5% al valor promedio óptimo establecido por Diez (1995).

Para la variable PF (P d•0.01) Cuadro 3, el análisis de varianza también determinó una respuesta altamente significativa (P d•0.01) para la interacción cultivar x mezcla VC:AR (Cuadro 5). Con la prueba DMS (5 %) aplicada a esta interacción (Cuadro 6) se determinó que la respuesta más favorable para el desarrollo del tomate, en invernadero, se presentó para el cultivar Andre utilizando los niveles de la mezcla VC:AR de los tratamientos T2 y T3 (25 %:75 % y 37.5 %:62.5 % respectivamente); estos niveles de VC resultaron ligeramente superiores a los niveles empleados por Subler *et al.* (1998) cuya mejor respuesta, para el desarrollo de las plantas, la obtuvieron al aplicar niveles de VC de 10 a 20 % en volumen. Igualmente, los niveles de 25 a 37.5 % de VC aplicados también superaron a la dosis de 20 % de VC de estiércol de cerdo que Atiyeh *et al.* (2000b) mezclaron con el medio de crecimiento comercial Metro – Mix 360 para obtener incrementos significativos en el rendimiento del tomate bajo condiciones de invernadero.

También es importante señalar, que los pesos promedio de los frutos del genotipo Andre, en los tratamientos T1, T2 y T3 (Cuadro 6) superaron a los pesos promedio de los frutos del genotipo Adela en 14.15, 38.47 y 33.25 % respectivamente. Mientras que el PF de ambos genotipos para la mezcla VC:AR (50:50) no presentó diferencia significativa. En el mismo sentido es factible señalar que el mayor peso de fruto, al menos para el genotipo Andre, se obtuvo con los niveles más bajos de VC en las mezclas evaluadas, del 12.5 al 37.5 %, condición que confirma lo establecido por Subler *et al.* (1998) quienes han determinado que con proporciones más elevadas de VC no siempre se logra

mejorar el crecimiento de las plantas.

**Cuadro 5.** Análisis de varianza para genotipos, mezclas, e interacción cultivar x mezclas para la variable peso de fruto de los genotipos de tomate Andre y Adela, cultivados en mezclas de vermicomposta y arena de río, bajo condiciones de invernadero.

Fuente de variación	Gl	Cuadrados medios para Peso de fruto
Cultivar	1	82142.26 **
Mezcla VC:AR	3	9666.63 NS
Cultivar x Mezcla VC:AR	3	20765.48 **
CV (%)		37.19

\*\* = diferencia significativa (P < 0,01) y NS = No significativo.

**Cuadro 6.** Comparación de los valores promedio del peso de fruto Andre y Adela, cultivados en mezclas de vermicomposta y arena de río, bajo condiciones de invernadero, para la interacción genotipos x mezclas.

Mezcla de VC:AR (% en base a peso)	Genotipo	
	Andre (g fruto <sup>-1</sup> )	Adela
12.5:87.5	196.3 ab	170.5 ab
25.0:75.0	223.4 a	139.7 b
37.5:62.5	224.7 a	174.7 a
50.0:50.0	170.3 b	171.7 ab

Valores con la misma letra dentro de columnas son iguales de acuerdo a la prueba DMS (5 %).

### Conclusiones

De los resultados obtenidos es posible concluir que los medios de crecimiento que tradicionalmente se utilizan en los invernaderos para el desarrollo de especies vegetales, pueden ser sustituidos por mezclas que incluyan diversos niveles de VC y arena; el VC mezclado con arena, en una relación de 25.0:75.0 y 37.5:62.5 (% en base a peso), logró satisfacer las necesidades nutricionales del cultivo de tomate bajo condiciones de invernadero, siendo ambas mezclas más favorables para el desarrollo del genotipo Andre. Adicionalmente es posible destacar que la mezcla VC:AR 37.5:62.5 aplicada al genotipo Andre incrementa significativamente la acumulación de sólidos solubles (°Brix), característica de gran importancia para el fruto de tomate si éste se utiliza para consumo en fresco o procesado. Por lo tanto, es posible confirmar que la VC,

cuando se utiliza como sustrato de crecimiento, bajo condiciones de invernadero, puede suministrar los elementos nutritivos que se demandan para el óptimo desarrollo del tomate.

### Agradecimientos

Los autores desean agradecer a la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, por el financiamiento de este trabajo a través del proyecto: “Desarrollo de especies vegetales en sustratos de vermicomposta bajo condiciones de campo e invernadero”, con clave: 02-03-1502-2867.

### Literatura Citada

- Atiyeh, R. M., S. Subler, C. A. Edwards, G. Bachman, J. D. Metzger and W. Shuster. 2000a. Effects of vermicomposts and composts on plant growth in horticultural container media and soil. *Pedobiologia* 44: 579-590.
- Atiyeh, R. M., N. Arancon, C. A. Edwards, and J. D. Metzger. 2000b. Influence of earthworm-processed pig manure on the growth and yield of greenhouse tomatoes. *Bioresour. Technol.* 75(3): 175-180.
- Atiyeh, R. M., C. A. Edwards, S. Subler, and J. D. Metzger. 2001. Pig manure vermicompost as a component of a horticultural bedding plant medium: effects on physicochemical properties and plant growth. *Bioresour. Technol.* 78(1): 11-20.
- Atiyeh, R. M., S. Lee, C. A. Edwards, N. Q. Arancon, and J. D. Metzger. 2002. The influence of humic acids derived from earthworm-processed organic wastes on plant growth. *Bioresour. Technol.* 84(1): 7-14.
- Bansal, S., and K.K. Kapoor. 2000. Vermicomposting of crop residues and cattle dung with *Eisenia foetida*. *Bioresour. Technol.* 73(2): 95-98.
- Bravo-Varas, A. 1996. Técnicas y aplicaciones del cultivo de la lombriz roja californiana. (*Eisenia foetida*). Facultad de Humanidades. Universidad Yacambu, Barquisimeto, Venezuela 6 p. <http://usuarios.arnet.com.ar/mmorra/vravovaras.html> (15 de diciembre de 2001).
- Brown, G.G., I. Barois, and P. Lavelle. 2000. Regulation of soil organic matter dynamics and microbial activity in the drilosphere and the role of interactions with other edaphic functional domains. *Eur. J. Soil Biol.* 36(3): 177-198.
- Buck, C., M. Langmaack, and S. Schrader. 1999. Nutrient content of earthworm casts influenced by different mulch types. *Eur. J. Soil Biol.* 35(1): 23-30.

- Chan, K.Y. 2001. An overview of some tillage impacts on earthworm population abundance and diversity -implications for functioning in soils. *Soil Till. Res.* 57(4): 179-191.
- Cracogna, M. F., M.N. Fogar, D. Rotela, y M.C., Iglesias. 2001. Uso de lombricompuesto e inoculante con *Azospirillum sp*, en el cultivo del zapallo anquito (*Cucurbita moschata* L.) (I). *Ciencia & Técnica. Comunicaciones Científicas y Tecnológicas, Ciencias Agrarias* No. 045, Universidad Nacional del Nordeste, Corrientes, Argentina. 4 p. <http://www.unne.edu.ar/cyt/2001/cyt.htm> (1 de julio de 2003).
- Diez, J. M. 1995. Tipos varietales. pp. 95 – 129. *In:* F. Nuez (Ed.). *El cultivo del tomate*. Editorial Mundi-Prensa, México.
- Edwards, C. and Steele, J. 1997. Using earthworm systems. *Biocycle* 38(7): 63-64.
- Hansen, B., H.F. Alrøe, and E.S. Kristensen. 2001. Approaches to assess the environmental impact of organic farming with particular regard to Denmark. *Agr. Ecosyst. Environ* 83(1): 11-26.
- Karsten, G.R., and H.L. Drake. 1995. Comparative assessment of the aerobic and anaerobic microfloras of earthworm guts and forest soils. *Appl. Environ. Microbiol.* 61(3): 1039–1044.
- Manjarrez-Martínez, M.J., R. Ferrera-Cerrato, and M.C. González-Chávez. 1999. Efecto de la vermicomposta y la micorriza arbuscular en el desarrollo y tasa fotosintética de chile serrano. *Terra* 17(1): 9-15.
- Ndegwa, P. M., S. A. Thompson, and K.C. Dass. 2000. Effects of stocking density and feeding rate on vermicomposting of biosolids. *Biores. Technol.* 71(1): 5-12.
- Pereira, M.G. and Arruda, M.A.Z., 2003. Vermicompost as a natural adsorbent material: characterization and potentialities for cadmium adsorption. *J. Braz. Chem. Soc.* 14(1): 39-47.
- Riggle, D. 1998. Vermicomposting research and education. *BioCycle* 5(May):54-56.
- Robledo, T. 2002. Producción de hortalizas en invernadero con enfoque orgánico. pp 47-48. *In:* *Memorias de la XIV Semana Internacional de Agronomía Facultad de Agronomía y Zootecnia (FAZ) de la Universidad Juárez del Estado de Durango (UJED)*. Torreón, Coah., México.
- Schmidt, R. H., Jr. 1989. The arid zones of Mexico: climatic extremes and conceptualization of the Sonoran Desert. *J. Arid Environ.* 16: 241-256.
- SAS (Statistical Analysis System for Windows). 1998. Version 6.12 Cary, N.C. USA.
- Subler, S., Edwards, C., and Metzger, J. 1998. Comparing Vermicomposts And Composts. ***BioCycle*. 39(7): 63-66.**
- Velasco-Velasco, J., Ferrera-Cerrato, R. y Almaraz-Suárez, J. J., 2003. Vermicomposta, micorriza arbuscular y *Azospirillum* brasilense en tomate de cáscara. *Terra*. 19(3): 241-248.
-

# Efecto Inhibitorio de Extractos Vegetales Acuosaos sobre *Rhizoctonia solani* Kühn *in Vitro*

Alfonso López-Benítez<sup>1\*</sup>, Francisco Javier Almanza-Pecina<sup>1</sup>, Francisco Daniel Hernández-Castillo<sup>2</sup>, y Mariano Mendoza-Elos<sup>3</sup>.

<sup>1</sup>Departamento de Fitomejoramiento, <sup>2</sup>Egresado de Maestría en Fitomejoramiento, <sup>3</sup>Departamento de Parasitología. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. <sup>4</sup>Instituto Tecnológico de Roque, Celaya, Gto. Km.8 Carretera Celaya-Juventino Rosas, Apartado Postal 508, CP 38110. Tel.01 (461) 6 11 59 03. \*Autor responsable, e-mail: alobe42@hotmail.com

<sup>2</sup> Recibido: Mayo, 2004. Aceptado: Agosto, 2006.

---

**Abstract.** *Inhibitory effect of aqueous plant extracts on Rhizoctonia solani Kühn in vitro.* Aqueous plant extracts from garlic (*Allium sativum* L.), creosote bush (*Larrea tridentata* (Sessé & Moc. Ex DC) Coville), mexican tea (*Chenopodium ambrosioides* L.), tree tobacco (*Nicotiana glauca* Graham), white onion (*Allium cepa* L.), coriander (*Coriandrum sativum* L.), lechuguilla (*Agave lechuguilla* Torr) and red onion (*Allium cepa* L.) were evaluated *in vitro* *Rhizoctonia solani* Kühn for mycelium growth inhibition. All extracts inhibited the fungus mycelium growth and showed an increased effect as concentration increased in both 48 and 96 h of incubation periods. Tiabendazol fungicide, used as control, fully inhibited the mycelium growth, while potato-dextrose-agar (PDA) allowed it with no contrary effects at all. The fungus growth, in all tests, was also equilly fully inhibited in both, garlic extract, and tiabendazol fungicide. Lechuguilla extract, with a stable inhibition range percentage from 67 to 75.7 % was lower statistically to garlic extract, but higher to other extracts. Tree tobacco extract at 5 % (w/v) concentration showed a low fungus inhibition in the two incubation periods, however at 10 % concentration, and 96 h incubation period showed a remarkable mycelium growth promoting effect. Red onion extract at 5 % concentration also showed a mycelium growth promoting effect.

**Key words:** Bioassays, mycelium growth, plant disease control, organic agriculture

**Resumen.** Se evaluó el efecto inhibitorio de extractos acuosaos de ajo (*Allium sativum* L.), gobernadora (*Larrea tridentata* (Sessé & Moc. Ex DC) Coville), epazote (*Chenopodium ambrosioides* L.), gigante (*Nicotiana glauca* Graham), cebolla blanca (*Allium cepa* L.), cilantro (*Coriandrum sativum* L.), lechuguilla (*Agave lechuguilla* Torr) y cebolla morada (*Allium cepa* L.) sobre el crecimiento radial del micelio de *Rhizoctonia solani* Kühn *in vitro*. Todos los extractos inhibieron el crecimiento del micelio de *R. solani* observándose incrementos al aumentar la concentración de extractos en los dos periodos de incubación. El fungicida tiabendazol utilizado como testigo lo inhibió por completo, en tanto que en el medio de cultivo papa-dextrosa-agar (PDA) creció sin ningún efecto antagónico. El extracto de ajo, al igual que el tiabendazol, inhibió por completo el crecimiento del hongo en todas las pruebas. El extracto de lechuguilla, con un porcentaje de inhibición que varió de 67 a 75.7 %, fue significativamente inferior al extracto de ajo, pero superior al resto de los otros extractos. El extracto de gigante mostró una baja inhibición del hongo en la concentración de 5 % (p/v) en los dos periodos de incubación, sin embargo, en la concentración del 10 % y 96 h de incubación mostró un efecto promotor del crecimiento del micelio. El extracto de cebolla morada a la concentración de 5 % y durante 48 h, también mostró un efecto promotor del crecimiento del hongo.

**Palabras clave:** Bioensayos, crecimiento de micelio, control de enfermedades en plantas, agricultura orgánica

## Introducción

La producción de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) es afectada por factores biológicos (enfermedades, insectos, malezas), edáficos (baja fertilidad, etc.) y climáticos (sequía, altas y bajas temperaturas). Sin embargo, uno de los principales factores que ocasiona bajos rendimientos, y en ocasiones pérdida total de la cosecha, es la alta incidencia de enfermedades. Los fitopatógenos del suelo son de los principales factores limitantes de la producción de frijol en México (Salazar *et al.*, 1990). La pudrición de la raíz causada por el hongo de *Rhizoctonia solani* Kühn, es una de las más importantes enfermedad de este cultivo que se encuentra diseminada en todo el mundo. El control químico en la actualidad presenta serios problemas por los residuos tóxicos que se acumulan, además de la aparición de razas resistentes. Por tal motivo es de gran importancia encontrar sustancias inocuas, o muy poco tóxicas para la salud humana, para animales, así como para el medio ambiente (Apodaca y Gerardo, 1993). Una alternativa es considerar la utilización de extractos vegetales de plantas de la localidad que tengan propiedades fungicidas, nematocidas, antivirales, etc., contra los diferentes patógenos que atacan a las plantas, y que sean de bajo costo para los agricultores. En México se ha investigado la importancia de extractos y residuos vegetales, para reducir los daños que causan algunos fitopatógenos (García-Montes, 1992; Zavaleta-Mejía *et al.*, 1992; Montes-Sandoval, 1990; Montes-Martínez, 1992). Los extractos vegetales pueden jugar un papel muy importante en un sistema integrado o ecológico para el control de plagas y enfermedades en un contexto de producción orgánica, pero también puede ser un suplemento importante para la agricultura convencional.

Los fungicidas sintéticos actuales han inducido el desarrollo de resistencia en poblaciones de hongos fitopatógenos, son biocidas de amplio espectro y causan deterioro ambiental durante su uso y producción. Las plantas son una fuente potencial de productos químicos naturales con acción fungicida que pudieran explotarse ventajosamente en el futuro (Campos *et al.*, 1994), ya que los resultados de investigaciones en este sentido muestran la factibilidad de usar estos extractos en sustitución de fungicidas sintéticos comerciales y evitar la contaminación ambiental (Montes *et al.*, 1990), así como del suelo y del manto freático (Tun *et al.*, 1997).

Los extractos de abrojo (*Tribulus cistoides* L.) al 5 % controlaron la cenicienta y la antracosis en plantas de frijol, mientras que el tulipán de la india (*Spathodea campanulata* Beauv.) controló la roya (Montes *et al.*, 1989). En evaluaciones de extractos metanólicos y hexánicos de encino (*Quercus grisea* Liebm), pingüica

(*Arctostaphylos pungens* Kunth) y geranio (*Pelargonium* L'Hér. ex Ait.), los extractos de *Quercus* redujeron más el crecimiento de *R. solani*, pero el crecimiento del hongo no fue reducido más del 53 % por ninguna de las concentraciones de extractos utilizadas con respecto al testigo absoluto, (Campos *et al.*, 1994). En la actualidad, se ha formulado y se recomienda un extracto de semillas de toronja para *Botrytis cinerea*, *Fusarium oxysporum*, y *Erwinia carotovora* en vid y frambuesa (Montes, 1996). Vargas *et al.* (1997) observaron, una reducción del crecimiento micelial de *Aspergillus flavus* y *Aspergillus parasiticus* con extractos de *Larrea tridentata* (Sessé & Moc. ex DC) Coville, y de la actividad antiaflatoxigénica con extractos de *Chenopodium ambrosioides* L. La germinación de esporas y desarrollo del micelio de *A. flavus* fue marcadamente afectada por polvos y extractos acuosos y hexánicos de gobernadora (*Larrea tridentata* (Sessé & Moc. ex DC) Coville), pimienta gorda (*Pimenta dioica* (L.) Merr.), y clavo (*Syzygium aromaticum* (L.) Merr. & Perry), el extracto acuoso de café (*Coffea arabica* L.) no permitió el desarrollo del hongo, (Montes *et al.*, 1997).

Para el control de la cenicienta (*Eryziphe cicorecearum*) en calabacita italiana (*Cucurbita pepo* L.), se evaluaron en invernadero extractos acuosos de Batazote (*Baccharis salicifolia* (Ruiz & Pavón) Pers.), Clalancote (*Cucurbita radicans*), Mimosa (*Acacia farnesiana* (L.) Willd.), Wareke (*Maximowiczia sonorae*) y Zumaque (*Rhus molis*) resultando los mejores *Baccharis salicifolia* (Ruiz & Pavón) Pers., *Cucurbita radicans* y *Acacia farnesiana* (Javalera-Campos, 1997) En el control del "chino del tomate" causada por un geminivirus y transmitida por la mosca blanca en condiciones de campo, se evaluaron extractos acuosos de *Raphanus raphanistrum* L., *Argemone mexicana*, *Prosopis laevigata* (Humb. & Bonpl. ex Willd.) M.C. Johnston, *Ambrosia artemisifolia*, *Ficus involuta* y *Marrubium vulgare* L. El insecticida endosulfán utilizado como testigo, redujo la enfermedad en un 54 % y solo *Raphanus raphanistrum* L, la redujo en un 29 % respecto al testigo (Montes *et al.*, 1995). Los grupos químicos responsables de la actividad fungicida de algunos extractos vegetales fueron con mayor frecuencia glicósidos, saponinas y taninos y los vegetales que presentaron mayor cantidad de grupos químicos con posible acción fungicida fueron *Tribulus cistoides* L., *Chenopodium album* L. y *Acacia farnesiana* L., (Cruz-Montes 1992). Además de los grupos químicos ya señalados, Cruz, (1993) menciona que también algunos aceites esenciales, alcaloides y sulfuros tienen efectos fungicidas e insecticidas.

Este estudio se planteó con el objetivo de evaluar el efecto inhibitorio de los extractos acuosos de ocho especies

de plantas, en el desarrollo radial del micelio de *R. solani*, en medio de cultivo PDA.

## Materiales y Métodos

El trabajo se llevó a cabo en un laboratorio de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, (UAAAN) en Saltillo, Coah., México. Localizada a los 25° 23' de Latitud Norte, a los 101° 00' de Longitud Oeste y a una altura de 1742 m.

### Material biológico

Las especies de plantas utilizadas para la elaboración de los extractos fueron ajo (*Allium sativum* L.), gobernadora (*Larrea tridentata* (Sessé & Moc. ex DC) Coville), epazote (*Chenopodium ambrosioides* L.), gigante (*Nicotiana glauca* Graham), cebolla blanca (*Allium cepa* L.), cilantro (*Coriandrum sativum* L.), lechuguilla (*Agave lechuguilla* Torr) y cebolla morada (*Allium cepa* L.) y se determinaron por su efecto sobre *R. solani* en base a antecedentes bibliográficos (López *et al.*, 2005; Marcos-Cruz 1996; Almanza-Pecina 2004). Como testigos se utilizaron el fungicida tiabendazol (Tecto 60®) en dosis de 600 µg ml<sup>-1</sup>, su espectro de actividad fungicida indica que es efectivo tanto en pruebas *in vitro* como *in vivo* contra un amplio número de fitopatógenos entre los que señala a *R. solani* (Merk Sharp y Dohme Internacional, 1983). El testigo absoluto consistió solo del medio de cultivo papa-dextrosa-Agar (PDA) sin ningún extracto ni fungicida.

La cepa de *R. solani* fue proporcionada por el departamento de Parasitología Agrícola de esta Universidad. Previamente a su utilización, el hongo se incrementó sembrándolo en cajas de Petri conteniendo el medio de cultivo PDA a una temperatura de 28 ± 2 °C durante ocho días.

### Preparación de extractos vegetales

Las plantas de las especies utilizadas (Cuadro 1), fueron obtenidas de colectas de poblaciones silvestres que crecen en los alrededores de la UAAAN (governadora, gigante, y lechuguilla) y de compras en los mercados de la localidad (ajo, epazote, cebolla blanca, cilantro y cebolla morada). De los dos tipos de cebollas y del ajo se utilizaron los bulbos carnosos de la raíz, en tanto que del resto de las especies se utilizaron solo las hojas. La preparación de los extractos se realizó en agua desionizada de acuerdo a López *et al.* (2005) para lo cual se lavaron las plantas con agua corriente y agua destilada; después, se secaron a la sombra

y se separaron las partes de las plantas a utilizar. Éstas se limpiaron y deshidrataron colocándolas en un incubador de convección por gravedad (Precision Scientific Modelo J1755-1A), a una temperatura de 60 ± 2 °C a peso constante. Posteriormente se molieron con un molino para café (Braun modelo KSM-2), hasta obtener un polvo fino que se pasó por una malla (Alsa) del número 20 con orificios de 0.84 mm de diámetro. Los extractos se prepararon en concentraciones de 5 y 10 % (p/v), para lo cual se pesaron cantidades de 5 y 10 g de polvo de cada especie y se colocaron en vasos de precipitado Pyrex de 250 ml de capacidad conteniendo 100 ml de agua desionizada, se agitaron por 15 min en un agitador de laboratorio de plato caliente (Corning modelo PC-620) y luego se dejaron en refrigeración a una temperatura de 4 ± 2 °C por 24 h. Cada extracto se pasó por papel filtro Watman WL No. 1 para eliminar residuos de tejido vegetal que pasaron a través de la malla utilizada. Los extractos obtenidos en sus dos concentraciones, se utilizaron directamente para preparar el medio PDA en el que se sembraron los discos del hongo *R. solani*, por lo que no fue necesario esterilizarlos previamente.

De cada medio de cultivo más extracto se utilizaron cuatro cajas de Petri, colocando 20 ml aproximadamente por caja, considerándose cada una de éstas como una repetición.

### Diseño experimental

El experimento se realizó bajo un diseño experimental completamente al azar con arreglo factorial de 10 x 2, donde el factor A estuvo constituido por los extractos vegetales, y el factor B por las concentraciones. Los discos del hongo de 4 mm de diámetro con micelio se sembraron en cajas Petri con los tratamientos utilizados y se incubaron a una temperatura de 22 ± 2 °C. El efecto inhibitorio de los extractos se determinó como porcentaje de inhibición del crecimiento radial del micelio del hongo con respecto al testigo PDA, cuyo crecimiento en dos períodos de incubación, 72 y 96 h después de la siembra, se consideró como 100 %. Se utilizó la prueba de comparación múltiple entre medias por el método de DMS (0.05).

### Resultados y Discusión

El tiabendazol inhibió por completo el crecimiento del hongo en todos los casos, en tanto que en el medio de cultivo PDA solo, el potencial de crecimiento del hongo se expresó sin ningún efecto inhibitorio. Con excepción de los extractos de cebolla morada en los dos periodos de incubación a la concentración de 5 % y de gigante a la

concentración de 5 % y 96 h de incubación, todos los extractos tuvieron un efecto inhibitorio sobre el crecimiento radial del micelio de *R. solani* con respecto al testigo PDA. El análisis de varianza (Cuadro 1), tanto en el periodo de incubación de 48 h como en el de 96 h, indicó diferencias altamente significativas entre extractos, lo que indica un efecto inhibitorio diferencial entre extractos y testigos. Las diferencias altamente significativas entre concentraciones se aprecian en el hecho de que el efecto inhibitorio incrementó en forma importante al aumentar la concentración de los extractos de 5 a 10 %. La interacción altamente significativa de extractos por concentración se explica por el hecho de que el efecto de los extractos o de las concentraciones no fue independiente uno de otro. Algunos extractos tuvieron efectos promotores del crecimiento del micelio cuando varió su concentración.

**Cuadro 1.** Cuadrados medios del análisis de varianza para el efecto inhibitorio de ocho extractos vegetales acuosos y dos testigos sobre el crecimiento radial del micelio de *Rhizoctonia solani* Kühn *in vitro* en dos periodos de incubación.

Fuentes de variación	GL	48 h	96 h
Repeticiones	3	0.45	2.75
Extractos	9	4.36 **	27.08 **
Concentraciones	1	4.59 **	18.62 **
Extracto por concentración	9	1.13 **	3.23 **
Error	57		
C. V.		20.89	21.64

\*\*Significativo al 0.01 nivel de probabilidad; CV=Coeficiente de variación.

Se analiza en primer término, el efecto de los extractos en sus dos concentraciones sobre el desarrollo del hongo en cada periodo de incubación y en segundo término su efecto con respecto al incremento del periodo de incubación.

### Periodo de incubación de 48 h

Solo el extracto de ajo inhibió por completo el crecimiento de *R. solani* en las dos concentraciones (Cuadro 2). Bianchi *et al.* (1997) indican que el extracto acuoso de ajo inhibió el 85 % del crecimiento del micelio de *R. solani* en un periodo de incubación de 120 h, en tanto que López *et al.* (2005) señalan una inhibición de 97 %, en 144 h de incubación. Es indiscutible que el ajo tiene un importante efecto inhibitorio sobre el crecimiento del micelio de *R. solani*, las diferencias observada entre autores pueden ser debidas a los procedimientos utilizados.

A la concentración de 5 %, los extractos de cebolla

blanca y de lechuguilla resultaron estadísticamente iguales entre sí, pero significativamente inferiores al extracto de ajo y superiores al resto de los extractos. El efecto inhibitorio de la cebolla blanca ha sido descrito por Stauffer *et al.* (2000) en la bacteria *Xanthomonas campestris* cultivar Campestris y los hongos en *Fusarium sp.*, *Alternaria sp.*, *Colletotrichum sp.* y *Pythium sp.* El ajo y la cebolla con compuestos azufrados como principios activos, son las especies que más destacan por su mayor espectro de acción inhibitoria (Montes, 1996). El extracto de lechuguilla aparentemente no se ha evaluado como inhibidor del crecimiento de fitopatógenos *in vitro*. Sin embargo la literatura indica que se ha utilizado experimentalmente con éxito como bactericida potencial para controlar bacterias de importancia en la medicina humana, Castro-Franco *et al.* (2001) encontraron que los extractos hexánicos y etanólicos de lechuguilla tienen efecto antibacterial *in vitro* contra *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Enterobacter aerogenes*, *Bacillus cereus* y *Shigella dysenteriae*, siendo particularmente efectivos contra *Bacillus cereus* con un 82 % de inhibición.

El extracto de gobernadora tuvo un efecto inhibitorio relativamente bajo, pero superior los extractos de epazote, gigante, cilantro y cebolla morada, cuyos efectos inhibitorios se consideraron bajos. Los extractos de gobernadora han mostrado un amplio espectro de acción inhibitoria del crecimiento del micelio de varias especies de hongos fitopatógenos, entre las que se encuentran *Fusarium oxysporum*, *Verticillium spp.*, y *R. solani* con un rango de inhibición variable (Campos *et al.*, 1979; Hurtado *et al.*, 1979; Tequida-Meneses., *et al.* 2002). Destaca la alta efectividad de la acción antiaflatoxigénica y fungistática de los extractos de la gobernadora sobre *Aspergillus flavus* y *A. parasiticus* (Vargas-Arispuro *et al.*, 1997). El extracto de la cebolla morada, no solo no inhibió el crecimiento del hongo, sino que lo estimuló de tal manera que el crecimiento del hongo sobrepasó al testigo PDA en 17 %, resultando significativamente diferente a éste. Este efecto promotor de extractos vegetales sobre el crecimiento del micelio de hongos fitopatógenos ha sido observado por Gurrola *et al.* (1996) en extractos hexánicos y metanólicos sobre *Sclerotium rolfsii* después de un periodo de incubación de 48 h. Un efecto antagónico ha sido descrito para *Colletotrichum circinans*. El extracto de gigante con 48 h de incubación, mostró un ligero efecto inhibitorio a la concentración de 5 % y un importante incremento a la concentración de 10 %. López *et al.* (2004) observaron una inhibición de 37 % sobre *R. solani* después de un periodo de incubación de 72 h con extractos de gigante al 5 % *in vitro* y una pérdida completa de este efecto después de 144 h. El extracto de epazote mostró solo una mínima inhibición en la concentración del 5 %,

sin embargo en condiciones de invernadero ha mostrado un buen control de la pudrición de la corona y del tallo del tomate causado por *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-lycopersici* (Marcos 1996; Gamboa 1997)

Al incrementar la concentración de los extractos a 10 %, dentro del mismo periodo de incubación de 48 h, el extracto de ajo inhibió el 100 % del crecimiento del hongo. El resto de los extractos incrementaron su efecto inhibitorio pero ninguno llegó a igualar al extracto de ajo. El extracto de lechuguilla continuó con la mayor inhibición después del extracto de ajo. Los extractos de cilantro, epazote y cebolla morada mostraron un importante incremento inhibitorio, indicando que la cantidad de sustancias que tienen efecto antagónico en ellos contra *R. solani*, en la concentración de 5 % no es la suficiente para inhibir su crecimiento. El extracto de cebolla morada a la concentración de 10 % mostró un importante efecto inhibitorio, pasando de un marcado efecto estimulador del crecimiento del micelio en la concentración de 5 % a un definitivo efecto inhibitorio del hongo a la concentración de 10 %.

Al incrementar la concentración de los extractos al 10 % de nuevo el extracto de ajo inhibió el 100 % del crecimiento del hongo. El extracto de lechuguilla alcanzó su máximo efecto de inhibición, sin embargo no igualó al extracto de ajo. Los extractos de cilantro, gobernadora y cebolla morada incrementaron su efecto inhibitorio en forma importante y también alcanzaron su máximo efecto de inhibición, pero se mantuvieron estadísticamente inferiores al extracto de lechuguilla y superiores al resto de los extractos. El extracto de gigante no solo perdió efectividad sino que, además, estimuló el desarrollo del hongo, mostraron diferencias significativas con respecto al crecimiento del hongo en el testigo PDA.

### Periodo de incubación de 96 h

En la concentración de 5 %, el extracto de ajo mantuvo la inhibición total del crecimiento del hongo. El extracto de lechuguilla fue significativamente inferior al extracto de ajo, pero superior al resto de los demás extractos. Los extractos de cebolla blanca y de gobernadora resultaron significativamente diferentes entre sí, con un efecto inhibitorio relativamente bajo con respecto al tiabendazol, pero significativamente superiores a los extractos de cebolla morada, cilantro, gigante y epazote, los cuales, tuvieron el más bajo nivel de inhibición.

### Concentración de 5 %

Al analizar el efecto de las concentraciones de extractos en relación a los dos periodos de incubación

(Cuadro 2), se observó que el extracto de ajo en los dos periodos de incubación mantuvo su capacidad inhibitoria de 100 % desde las 48 hasta las 96 h. El extracto de lechuguilla mantuvo aproximadamente el mismo efecto inhibitorio tanto a las 48 como a las 96 h de incubación, sugiriendo que los compuestos orgánicos que inhiben el crecimiento del micelio de en medio de cultivo se mantuvieron activos al menos hasta las 96 h. Este mismo efecto, aunque con mucho menor intensidad, se obtuvo con el extracto de epazote. Lo opuesto se observó en los extractos de cebolla blanca y gobernadora que redujeron su porcentaje de inhibición en forma importante al incrementar el periodo de incubación de 48 a 96 h, indicando que esos compuestos orgánicos inhibitorios en la cebolla blanca pierden efectividad en medio de cultivo después de 48 h. Los extractos de cilantro y de gigante no mostraron efecto de importancia. El efecto promotor del crecimiento del micelio del hongo observado en el extracto de cebolla morada, desapareció con 96 h de incubación, probablemente las sustancias que lo estimularon fueron agotadas entre las 48 y 96 h de manera que el hongo deja de crecer.

**Cuadro 2.** Porcentajes de inhibición promedio del crecimiento radial del micelio de *Rhizoctonia solani* Kühn causado por dos concentraciones de ocho extractos vegetales acuosos y dos periodos de incubación.

Periodo de incubación	48 h		96 h	
	5 %	10 %	5 %	10 %
Concentración	5 %	10 %	5 %	10 %
Ajo	100 a <sup>z</sup>	100 a	100 a	100 a
Gobernadora	40.3 c	57.0 e	30.3 d	59.6 c
Epazote	10.5 d	59.7 d	10.6 e	19.7 e
Gigante	4.5 e	24.0 g	6.0 f	-12.6 h
Cebolla Blanca	65.7 b	65.9 c	36.9 c	26.6 d
Cilantro	1.0 f	67.2 c	2.6 f	69.7 c
Lechuguilla	67.0 b	73.2 b	69.7 b	75.7 b
Cebolla Morada*	-17.0 g	40.3 f	8.0 f	43.0
Tiabendazol	100 a	100 a	100 a	100 a
PDA	0.0 f	0.00 h	0.00 f	0.00 f

\*Letras diferentes en la misma columna en cada factor indican diferencia de acuerdo a la prueba de Tukey a una  $P \leq 0.05$ .

### Concentración de 10 %

El extracto de lechuguilla alcanzó su máxima inhibición y no solo mantuvo su estabilidad inhibitoria, sino que se incrementó ligeramente de 48 a 96 h de incubación. El extracto de cilantro mostró una muy importante inhibición

a las 48 h y se incrementó ligeramente a las 96 horas de incubación, indicando que la concentración fue más importante que el periodo de incubación ya que los compuestos orgánicos que inhiben el crecimiento del micelio de *R. solani* se mantuvieron activos al menos por 96 h. Plotto *et al.* (2003) señalan que los aceites esenciales del cilantro tienen efecto fungicida sobre *Botrytis*, *alternaria* y *Geotrichum* en forma de vapores, pero pierden su efecto al incorporarlos al medio de cultivo. El extracto de gobernadora alcanza también su máximo efecto inhibitorio en las dos concentraciones utilizadas, incrementando ligeramente de 48 a 96 h, este efecto antagónico de extractos acuosos de gobernadora al 5 y 10 % permaneció hasta por 144 h inhibiendo el 100 % del crecimiento del hongo (López *et al.*, 2004)

El mayor efecto inhibitorio del extracto de gigante se observó a las 48 h de incubación, pero a las 96 h, en la concentración del 10 %, se observó un efecto promotor del desarrollo del micelio, probablemente originado por la descomposición de los compuestos orgánicos en los extractos vegetales que pudieran suministrar al hongo una mayor cantidad de elementos nutricionales que la concentración del 5 %. En concentraciones del 5 % y un periodo de incubación de 72 h el extracto de gigante mostró una inhibición de 37 % mientras que en la concentración de 10 % y 144 h de incubación estimuló el crecimiento del hongo en 19 %. El extracto de cebolla morada provocó un marcado efecto inhibitorio que incrementó ligeramente de las 48 a las 96 h de incubación. Esto sugiere que el extracto de cebolla morada, en condiciones similares a las de este estudio, solo puede ser antagónico al desarrollo del micelio de *R. solani* en concentraciones de alrededor de 10 %. Los extractos de epazote y cebolla blanca perdieron efectividad de 48 a 96 h.

### Conclusiones

De los resultados de este trabajo, en las condiciones en que se realizó el experimento, se puede concluir que todos los extractos inhiben el crecimiento del micelio de *Rhizoctonia solani* Kühn. Al aumentar la concentración de los extractos vegetales también aumenta su efecto inhibitorio en los dos periodos de incubación. El extracto de ajo, al igual que el tiabendazol, inhibe por completo el crecimiento del hongo en todas las pruebas. El extracto de lechuguilla muestra un efecto de inhibición inferior al extracto de ajo, pero superior al resto de los extractos y mantiene estable su efecto inhibitorio durante los periodos de incubación estudiados. Por el contrario, los extractos de gigante y cebolla morada muestran efectos

promotores del crecimiento del micelio del hongo.

### Literatura citada

- Almanza Pecina J. F. 2004. Efecto inhibitorio de extractos vegetales acuosos sobre *Rhizoctonia solani* creciendo *in vitro* y sobre la germinación y desarrollo de plantas de frijol. Tesis de Maestría Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coah., México. 82 p.
- Apodaca, S.M.A. y Gerardo, A.M. 1993. Extracto de semilla de toronja (*Citrus paradisi* Macf.) para el control de enfermedades de frutos en postcosecha. *In: Memorias del XX Congreso Nacional de Fitopatología.* Zacatecas, Zac. México. 67 p.
- Bianchi, A.; Zambonelli, A. and Zechini, D'A. A. 1997. Ultrastructural studies of the effects of *Allium sativum* on phytopathogenic fungi *in vitro*. *Plant Disease* 81:1241-1246.
- Campos, A. J. E.; Vázquez, M. Ma. del S. y Rodríguez, G.R. 1994. Efecto de extractos vegetales sobre el crecimiento de *R. solani*, en laboratorio. *In: Memorias del XXI Congreso Nacional de Fitopatología.* Cuernavaca, Mor. México. 47 p.
- Campos-López, E., Mabry, T.J. y Fernández-Tavizon, S. 1979. Larrea. Serie el Desierto. Vol. 2. Centro de Investigaciones en Química Aplicada. Saltillo, Coah., México. 411 p.
- Castro-Franco, R., Meza-Herrera, C. A., Contreras-Quiroz, M. del R., y Santos-García, J. 2001. Uso de Fitoextractos en el Control del Crecimiento *in vitro* de bacterias Enteropatógenas. *Revista Chapingo serie Zonas Áridas* 2(2): 96-99.
- Cruz, C. V. 1993. Estudio químico de los vegetales con acción contra hongos e insectos. *Memorias del XX Congreso Nacional de Fitopatología.* Zacatecas, Zac. México. 66 p.
- Cruz, C. R. y Montes, B. R. 1992. Estudio fitoquímico de las plantas antifúngicas y su espectro de acción. *Memorias del XIX Congreso Nacional de Fitopatología.* Saltillo, Coah. México. 209 p.
- Gamboa-Alvarado, R. 1997. Evaluación de extractos vegetales acuosos sobre el control de la pudrición de la raíz y la corona (*Fusarium oxysporum* f. sp. *radicislicopersici*) y efectos fisiológicos en tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.). Tesis de Licenciatura. Universidad. Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coah., México. 93 p.
- García, L.R. y Montes, B.R. 1992. Efecto de extractos vegetales en la germinación de esporas y en los niveles de daño de *Alternaria solani* en jitomate. *In: Memorias*

- del XIX Congreso Nacional de Fitopatología. Saltillo, Coah. México. 159 p.
- Gurolla, H.L.E.; Macias, L.; Vázquez, M. Ma. del S. y Rodríguez, G.R. 1996. Acción de extractos metanólicos de plantas en el desarrollo de *Sclerotium rolfsii* *Pythium spp.*, en laboratorio. Memorias del XXIII Congreso Nacional de Fitopatología. Guadalajara, Jal. México.
- Hurtado, L., Hernández, R., Hernández, F., and Fernández, S. 1979. Fungi-toxic compounds in the Larrea resin. In: E. Campos-López, T.J. Mabry y S. Fernández-Tavison (Eds.). Larrea. Serie El Desierto. Vol. II. Centro de Investigación en Química Aplicada. Saltillo, Coah., México. 411 p.
- Javalera, R.A. y Campas, B.G. 1997. Evaluación de extractos vegetales para el control de cenicilla *Eryziphe cichorecearum* De Candolle. Memorias del XXIV Congreso Nacional de Fitopatología. Cd. Obregón, Son. México. 102 p.
- López-Benítez A., López Betancourt S., Vázquez Badillo M. E., Rodríguez Herrera S. A., Mendoza Elos M. y Padrón Corral E. 2005. Inhibición del crecimiento micelial de *Fusarium oxysporum* Schlechtend. f. *sp. lycopersici* (Sacc.) Snyder y Hansen, *Rhizoctonia solani* Kühn y *Verticillium dahliae* Kleb. mediante extractos vegetales acuosos. Revista Mexicana de Fitopatología. 23: 18-190.
- López-Benítez, A., López-Betancourt, S., Manuel-Cruz, R., Mendoza-Elos, M. y Padrón-Corral, E. 2004. Efecto de extractos vegetales en el crecimiento de *Rhizoctonia solani* Kühn en medio de cultivo y en plantas susceptibles de frijol. Memorias del XXXI Congreso Nacional/VI Congreso Internacional de la Sociedad Mexicana de Fitopatología. Veracruz, Ver, México.
- Marcos, C.F. 1996. Evaluación de Extractos Vegetales para el Control de la "Pudrición de la Corona y Raíz del Tomate" (*Lycopersicon esculentum* Mill) Causado por *Fusarium oxysporum* f. *sp. radidis lycopersici*. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coah, México. 82 p.
- Merk Sharp and Dohme Internacional, 1983. Tecto/Mertect. Second Edition. Rahway, New Jersey, USA. 45 p.
- Montes-Belmont, R., 1996. Productos naturales de origen vegetal para el combate de fitopatógenos. Revista Mexicana de Fitopatología. 14: 9-14.
- Montes, B.R.; Carvajal, M.; Figueroa, B.R.; Méndez, Y. 1997. Extractos sólidos, acuosos y hexánicos de plantas para el combate de *Aspergillus flavus* link. En maíz. Revista Mexicana de Fitopatología. 15(1): 26-30.
- Montes, B.R.; Cruz, C.V. y Domingo, P.M. 1990. Control de la roya del frijol mediante extractos vegetales, bajo condiciones de campo en Santa Cruz Xoxocotlan, Oaxaca. In: Memorias del XVII Congreso Nacional de Fitopatología. Culiacán, Sin. 104 p.
- Montes, B.R.; Espín, G. R.; Sosa, H. A. y Pérez, P. R. 1995. Evaluación de extractos vegetales para el control de la virosis "chino del tomate" en dos regiones agoecológicas de México. Revista Mexicana de Fitopatología 13(2):111-116.
- Montes, B.R. y Martínez, M.G. 1992. Control de la cenicilla (*Erysiphe cichoracearum*) y del mildiu (*Pseudoperonospora cubensis*) de la calabacita (*Cucúrbita pepo*), mediante extractos vegetales en los valles centrales de Oaxaca. Revista Mexicana de Fitopatología 10: 186-191.
- Montes, B.R.; Sandoval, G.G. y Revuelta, Cristóbal. 1989. Protección de plantas de frijol contra enfermedades fungosas mediante extractos vegetales. Memorias del XVI Congreso Nacional de Fitopatología. Montecillo, México. 121 p.
- Plotto, A., Roberts, D. D y Roberts, R. G. 2003. Evaluation of plant essential oils as natural postharvest disease control of tomato (*Lycopersicon esculentum*). International Society for Horticultural Science (ISHS). Acta Horticulturae 628: 737-745.
- Stauffer, B.A., Orrego, F.A. y Aquino, J.A. 2000. Selección de extractos vegetales con efecto fungicida y/o bactericida. Universidad Nacional de Asunción, Paraguay. Revista de Ciencia y Tecnología 1: 29-33.
- Salazar, H. F.; Garcia, E. R. y Tlapal, B. 1990. Evaluación de residuos de las plantas gobernadora *Larrea tridentata* L. y epazote *Chenopodium ambrosoides* L. sobre los hongos *Pythium aphanidermatum* y *R. solani* en frijol *Phaseolus vulgaris* L. Memorias del XVII Congreso Nacional de Fitopatología. Culiacan, Sin. México. 102 p.
- Tequida-Meneses, M., Cortez-Rocha, M., Rosas-Burgos, E.C., López-Sandoval, S. y Corrales-Maldonado, C. 2002. Efecto de extractos alcohólicos de plantas silvestres sobre la inhibición de crecimiento de *Aspergillus flavus*, *Aspergillus niger*, *Penicillium chrysogenum*, *Penicillium expansum*, *Fusarium moniliforme* y *Fusarium poae*. Revista Iberoamericana de Micología 19: 84-88.
- Tun, J.; Navarrete, J. A.; Quiroz, J. y Soria, M. 1997. Forma y dosis de cempazúchil (*Tagetes patula* L.) aplicado al suelo como nematicida en pepino (*Cucumis*

- sativus* L.). Memorias del XXIV Congreso Nacional de Fitopatología. Cd. Obregón, Son. México.
- Vargas, A. I.; Araujo, B. S.; Martínez, T. M. A. y Ortega, N. M. 1997. Efecto de extractos de plantas sobre el crecimiento y producción de aflatoxinas de *Aspergillus flavus* y *Aspergillus parasiticus*. Revista Mexicana de Fitogenética. 15: 91-95.
- Zavaleta-Mejía, E.; Villar, L.A.C.; Rojas, M.R.I. y García, E.R. 1992. Efecto de la incorporación de residuos de crucíferas (*Brassicaceae*) en fitotatógenos del suelo. IV Efecto de la incorporación de col y brócoli en la pudrición blanca (*Sclerotium cepivorum* Berk.) de la cebolla en campo. Revista Mexicana de Fitopatología. 10: 179-185.



## Departamento de Horticultura

### Laboratorio de Biotecnología

Teléfonos: (844) 411-0214 y 411-0306 Fax: 411-0286

[horti@uaaan.mx](mailto:horti@uaaan.mx)

#### Servicios

Docencia a nivel licenciatura y postgrado Investigación, desarrollo  
Servicio Externo y participación en Proyectos Especiales

#### Equipo

Agitador mecánico orbital, Agitador múltiple, Autoclave  
Balanzas analítica, semianalítica y granataria  
Cámara de flujo laminar  
Conductivímetro, Congelador, Desionizador  
Destilador y Digestor Micro Kjeldahl  
Equipo de absorción atómica  
Espectrofotocolorímetro  
Espectrofotómetro de absorción atómica  
Estufa de secado con vacío y normal  
Incubadora, Liofilizador, Micrótopo rotatorio  
Mufla  
Parrillas de agitación y calentamiento  
Potenciómetro

#### Determinaciones analíticas

Análisis de minerales por absorción atómica (Fe, Cu, Zn, Mg, Mn, Na, K, Ca, (colorimetría)  
Determinación de P por colorimetría Micropropagación de plantas  
Determinación de N por Micro Kjeldahl; digestión, destilación y titulación

#### Cursos

Conferencias, cursos cortos y divulgación técnica, Investigación en cultivos diversos usando  
productos químicos de fabricación reciente  
Micropropagación de plantas Micropropagación in Vitro  
Servicios de asesoría y consultoría en cultivos frutícolas, hortícolas y ornamentales  
Determinación de minerales por equipo de absorción atómica. Fe, Cu, Zn, Mg, Mn, Na, K,  
Ca, P (colorimetría)

# Manejo de Plagas en la Producción de Hortalizas Orgánicas

José Luis García-Hernández<sup>1\*</sup>, Ricardo David Valdez-Cepeda<sup>2</sup>, Rosalía Servín-Villegas<sup>1</sup>, Bernardo Murillo-Amador<sup>1</sup>, Edgar Omar Rueda-Puente<sup>3</sup>, José Hernández-Dávila<sup>4</sup>, Enrique Troyo-Diéguez<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C. (CIBNOR), La Paz, B.C.S., México.

<sup>2</sup>Centro Regional Universitario Centro Norte, Universidad Autónoma Chapingo. Guest Researcher Unidad Académica de Matemáticas, Universidad Autónoma de Zacatecas. México.

<sup>3</sup>Universidad de Sonora-Campus Santa Ana, Santa Ana, Sonora, México.

<sup>4</sup>Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Buenavista, Saltillo, Coah., México. \*Autor para correspondencia : jlgarcia04@cibnor.mx.

Recibido: Febrero, 2006. Aceptado: Junio, 2006.

---

**Abstract.** *Pest management in organic vegetable production.* Organic food is produced by means of practices that promote the fertility of soil and biological diversity, and exclude chemical products being used in conventional agriculture. It has been observed that in isolated regions this kind of production does not present serious inconveniences, because the system itself protects the crops from high levels of pests and diseases. Organic food demand has been increasing since two decades ago, but isolated small amount production spots cannot satisfy market requirements. This demand has become a very important opportunity for farm development in many countries. However, it has some inconveniences when trying to increase surfaces and to obtain both, high yields and quality crops, because some basic principles of organic agriculture are difficult to follow. In cases of bigger surfaces this is reflected on the raise of pests and diseases, and that is the reason to implement activities to help the system to reduce such harmful populations. Within the control methods that can be used in this kind of agriculture, there are biological, cultural, mechanical, and physical ones, with the restrictions and limitations that are imposed by the standards and regulations of certification agencies. It is very important for growers to determine an optimum pest management, regarding the modern suggested strategies, but considered within the regulatory environment of the organic movement. In this work some of the most adequate alternatives to implement a handling program are presented, starting from actual regulations to obtain and to keep the certification as an organic producer, and to avoid the risk of losing it.

**Key words:** organic agriculture, pest management, regulatory environment, certification

**Resumen.** Los alimentos orgánicos se producen mediante prácticas que promueven la fertilidad del suelo y la diversidad biológica, y excluyen todos los productos químicos que se usan en la agricultura convencional. Se ha observado que, en ciertas regiones, este tipo de producción no presenta serios inconvenientes, ya que este sistema protege los cultivos de altos niveles de plagas y enfermedades. La demanda de alimentos orgánicos se ha estado incrementando desde hace dos décadas, por lo que producir a baja escala, en pequeñas superficies, y en forma aislada, no satisface los requerimientos del mercado. Esta demanda se ha convertido en una oportunidad de desarrollo muy importante en muchos países, pero al mismo tiempo tiene el inconveniente de que, al tratar de ampliar las superficies, obtener altos rendimientos, y mejorar la calidad, se pueden afectar algunos principios básicos de la agricultura orgánica. En superficies mayores aumentan las poblaciones de plagas y enfermedades, por lo que es necesario implementar algunas actividades que ayuden al sistema a reducir dichas poblaciones nocivas. En este tipo de agricultura se permite el control biológico, cultural, mecánico y físico, entre otros, aunque su utilización se ve limitada por los mismos estándares y reglamentos señalados por las agencias certificadoras. Es muy importante para los productores tener un manejo óptimo de plagas, a partir de las estrategias

recomendadas actualmente, pero que estén consideradas dentro del ambiente regulatorio del movimiento orgánico. En este trabajo se presentan algunas de las alternativas más adecuadas para implementar un programa de manejo, a partir de la regulación actual para lograr y mantener la certificación como productor orgánico, y no ponerla en riesgo.

**Palabras clave:** agricultura orgánica, manejo de plagas, ambiente regulatorio, certificación.

## Introducción

Según, las estadísticas de 2005 de la Federación Internacional de Movimientos de Agricultura Orgánica (IFOAM), después de un desarrollo acelerado, la agricultura orgánica se practica en aproximadamente 110 países en el mundo, y tanto la superficie como el número de agricultores continúan creciendo. Más de 26 millones de hectáreas del mundo se manejan orgánicamente, por un mínimo de 558,449 agricultores (Yussefi, 2005). La demanda de productos orgánicos, sobre todo de hortalizas frescas y procesadas, se incrementa continuamente lo que permite a los productores orgánicos un mayor potencial de desarrollo económico, al mismo tiempo que protege sus recursos naturales (Zamorano-Ulloa, 2005).

Por su naturaleza, este tipo de agricultura promueve la sostenibilidad integral de los recursos genéticos, agronómicos y ecológicos (Lamas Nolasco *et al.*, 2003; Alvarez-Rivero *et al.*, 2005). Sin embargo, a pesar de que bajo un manejo orgánico adecuado, los problemas fitosanitarios y agronómicos en general se minimizan, en ocasiones aparecen inconvenientes difíciles de manejar en el corto plazo que ponen en riesgo la calidad o cantidad de las cosechas (García-Hernández *et al.*, 2004a). Uno de los retos principales de la producción orgánica es el manejo adecuado de plagas y enfermedades (Willer y Zanolli, 2000).

Desde el inicio de la agricultura -más precisamente de la producción de hortalizas en el mundo-, el hombre ha tenido que soportar la competencia de otros organismos, principalmente insectos, ácaros y otros artrópodos (Davidson y Lyon, 1992; Anaya y Romero, 1999). Muchas plagas han elevado su nivel de incidencia y daño por prácticas culturales que favorecen su capacidad de reproducción y distribución, como el monocultivo y la reducción de variabilidad genética (García-Hernández *et al.*, 2003a). Este problema se exagera por el excesivo uso de insecticidas que propician la aparición de plagas resistentes muy difíciles de controlar (García-Hernández *et al.*, 2000; García-Hernández *et al.*, 2001; García-Hernández *et al.*, 2005). Las regiones de producción orgánica, en muchas ocasiones, tienen de vecinos a

productores convencionales, por lo que deben enfrentar este inconveniente. El problema se agrava debido a que el ambiente regulatorio de los gobiernos y las agencias certificadoras limita las alternativas de control de plagas. Por tal razón, los investigadores, técnicos y productores que trabajan en agricultura orgánica, buscan afanosamente soluciones a estos problemas (Willer y Zanolli, 2000).

Desde hace un siglo se empezó a sistematizar el control biológico (CB), el cual aparece ahora como una de las principales alternativas de solución; sin embargo, este tipo de control no es sencillo y es necesario entender las relaciones entre organismos, y encontrar los adecuados, para manejar correctamente una plaga (Rechcigl y Rechcigl, 2000). El objetivo de este trabajo es revisar y analizar algunos conceptos generales que ayuden a entender lo que es la agricultura orgánica, y cuáles son las principales alternativas de solución de problemas de plagas en la producción de hortalizas y cultivos en general, considerando las limitaciones impuestas por la regulación orgánica.

## Qué es la agricultura orgánica

De acuerdo con el Manual Internacional de Inspección Orgánica (Riddle y Ford, 2000), la agricultura orgánica incluye todos aquellos sistemas agrícolas que promueven la producción de alimentos y fibras que sean ambiental, social, y económicamente sustentables. La agricultura orgánica, también llamada biológica, se define como aquellos sistemas holísticos de producción que promueven y mejoran la salud del agroecosistema, que incluye la biodiversidad, los ciclos biológicos y la actividad biológica del suelo, y prefiere el uso de insumos propios de la finca, al de insumos externos. Es necesario tomar en cuenta que las condiciones regionales requieren de sistemas adaptados a sus condiciones locales, lo que se logra al utilizar, en lo posible, métodos culturales, biológicos y mecánicos, en oposición a materiales sintéticos, para satisfacer cualquier función específica dentro del sistema (Codex Alimentarius, 1999; Gómez, 2000).

Para muchos, la agricultura orgánica nace con nuestros antepasados, indígenas mayas que tuvieron la capacidad de alimentar a más de treinta millones de habitantes en áreas reducidas, a partir únicamente del uso de insumos naturales locales (FIDA-RUTA-CATIE-FAO, 2003). La nueva escuela de agricultura orgánica que tomó fuerza en Europa y Estados Unidos alrededor de 1970, nació como una respuesta a la revolución verde y a la agricultura convencional (García, 1998; Amador, 2001). La agricultura orgánica es, en definitiva, un concepto diferente de la actual agricultura industrial o convencional (Toyes-Aviles, 1992; Toyos-Aviles, 2003; Beltrán-Morales *et al.*, 2005;

García-Hernández, 2005). No es una nueva técnica agrícola, ni es algo restrictivo o retrógrado; por el contrario, es creativa, científica y avanzada para lograr producir sin los insumos convencionales (Toyes-Aviles, 2003), y se reconoce ampliamente su potencial en la solución de problemas ambientales, sanitarios y sociales producidos por el desequilibrio de los monocultivos convencionales (Riddle y Ford, 2000; Gómez, 2000; Beltrán-Morales *et al.*, 2005). En esta agricultura no se permite el uso de agroquímicos, lo que permite al productor ahorrar dinero y evitar la contaminación por estos insumos (Toyes-Aviles, 1992; Toyes-Aviles, 2003). Además, al evitar sistemáticamente el uso de variedades transgénicas (Riddle y Ford, 2000; NOP, 2002; OCIA, 2005), puede ayudar a conservar y ampliar la variabilidad de las plantas cultivadas (Marco-Brown y Reyes-Gil, 2003). Un beneficio extra para los agricultores es el *premium* o diferencia de precio que se paga actualmente por los productos orgánicos en el mundo, con respecto al precio de venta de los productos convencionales (Lamas Nolasco *et al.*, 2003; Willer y Youssefi, 2004).

### **El ambiente regulatorio y la toma de decisiones en manejo de plagas**

El manejo de plagas en agricultura orgánica se enfrenta al problema de las plagas en sí, que puede convertirse en la principal limitante de la producción, además las limitaciones que se tienen para su manejo. Para entender el campo de acción en manejo de plagas es necesario conocer el ambiente regulatorio de la agricultura orgánica. La certificación y las normas orgánicas se desarrollaron a partir de iniciativas de organizaciones privadas, no gubernamentales y basadas en la participación voluntaria (Riddle y Ford, 2000). Los gobiernos han establecido definiciones legales del concepto de “orgánico”, e implementado mecanismos de cumplimiento obligatorio. Como un ejemplo de ello, en México se aprobó la Ley de Productos Orgánicos en diciembre del 2005, y actualmente se desarrollan foros de consulta nacionales para elaborar el reglamento correspondiente. En la mayoría de los países, especialmente los industrializados, la certificación es obligatoria para los operadores que etiqueten sus productos como orgánicos. Los acuerdos internacionales y los requerimientos de acreditación tienen impacto ahora en los inspectores y en las agencias de certificación (NOP, 2002; OCIA, 2005).

A pesar de que, desde su fundación en 1972, IFOAM trabaja para armonizar las normas y sistemas de certificación, aún existen algunas diferencias en las normas y métodos de operación de varias agencias y programas de certificación, incluso entre los de los principales países

consumidores como EUA, Japón y Unión Europea (Lamas Nolasco *et al.*, 2003). Algunos gobiernos han creado normas mínimas, lo que permite que cada agencia establezca sus propias normas, aunque prácticamente todas se sujetan a normas generales establecidas en el propio Codex Alimentarius, los Reglamentos CEE No. 2092/91 y No. 2078/92 (LeGuillou

y Scharpé, 2000; Díaz, 2000) de Europa, las normas orgánicas americanas, en el Acta para la Producción de Alimentos Orgánicos de EUA y en la Guía ISO 65, establecida por la Organización Internacional para la Normalización y la Comisión Internacional Electrotécnica (Riddle y Ford, 2000).

Todas estas normas generales, y las específicas de cada agencia y programa, afectan la toma de decisiones en el manejo de plagas, ya que cada una contempla una lista de productos aprobados, restringidos y prohibidos para el manejo fitosanitario. Estas listas, de cualquier forma, contemplan unos cuantos productos para el control de plagas, por lo que las alternativas de manejo mediante insumos agrícolas son sumamente reducidas.

De acuerdo a la filosofía de la agricultura orgánica, la estrategia de manejo más eficiente proviene de la capacidad de autodefensa del sistema en sí; es decir, a diferencia de una planta tolerante a una plaga o enfermedad, en la que independientemente del entorno puede evitar el daño, en la agricultura orgánica es el sistema, como un todo, el que debe tolerar la presencia de todo tipo de organismos a partir de la sanidad del sistema suelo-planta, y del equilibrio entre las especies de plantas y animales que conviven en él. La producción orgánica promueve una nutrición eficiente de cultivo a través de fuentes naturales como el estiércol y la composta (Nieto-Garibay *et al.*, 2001; Nieto-Garibay *et al.*, 2002), y la rotación de multi-cultivos en su sistema como estrategias básicas de protección vegetal (Guzmán *et al.*, 2000; Loya-Ramírez *et al.*, 2003; García-Hernández *et al.*, 2003a).

### **Control de plagas en agricultura orgánica**

#### **Prevención y convivencia, claves de la agricultura orgánica**

Los productores orgánicos con experiencia actúan antes de que los problemas alcancen niveles de daño considerable (Fouche *et al.*, 2000). El productor orgánico debe conocer y entender tanto las plagas como los enemigos naturales que existen en su región y realizar actividades preventivas (García-Hernández, 2005). La costumbre de anticiparse a los problemas es, quizá, el aspecto más difícil cuando se quiere ser productor orgánico, especialmente en los países subdesarrollados,

en los que la mayoría de los agricultores están acostumbrados a combatir los problemas cuando ya no tienen remedio. Por esta razón, la normatividad orgánica implementa en todos los casos mecanismos que obligan a los productores a prevenir los problemas de plagas (Riddle y Ford, 2000). Entre otros requerimientos de prevención, las normas de certificación obligan a los productores a planear y organizar todo el proceso de producción (incluyendo el manejo de plagas) con suficiente anticipación, para llegar a un término exitoso del proceso completo. Los documentos que los productores certificados deben preparar con antelación a la certificación son: el Plan de Finca, y la Estrategia de Manejo de Plagas (NOP, 2002; OCIA, 2005). En estos documentos, entre otros, se debe establecer cuáles son las plagas potenciales esperadas, y cuáles las medidas para evitar que tales eventos se presenten, además de determinar qué otras medidas de control se deben realizar, en caso de que se presenten a pesar de las prácticas preventivas. Con la finalidad de predecir eficientemente los problemas, y de estar preparado para realizar prácticas de manejo adecuadas, es indispensable que se realicen estudios históricos locales y regionales en cada predio. La agricultura orgánica basa el manejo de plagas en la prevención, y muchas de las prácticas preventivas se refieren precisamente a las estrategias agronómicas como fechas de siembra, tipo de cultivo, variedades resistentes, nutrición adecuada y algunas de manejo con sustancias naturales o sintéticas permitidas, las cuales deben encontrarse en las listas de productos permitidos de cada programa y agencia certificadora (Toutré *et al.*, 2000). La mayoría de las listas de los programas y de las certificadoras se basan en la Lista General de Materiales del Instituto Revisor de Materiales Orgánicos (OMRI) y en Lista Nacional de Producción o de Manejo Orgánico del Departamento de Agricultura de Estados Unidos (USDA) (NOP, 2002). Es necesario consultar estas listas, así como la Lista de Sustancias Inertes Prohibidas de la Agencia de Protección Ambiental (EPA) de EUA, para saber que se puede usar y que no. Las listas están en muchas ocasiones disponibles en los sitios web de OMRI, USDA y EPA. El agricultor y el técnico que trabajan en producción orgánica deben estar perfectamente conscientes de que la utilización de un producto natural, o sintético, no permitido, es un incumplimiento mayor que pone en alto riesgo la certificación de un producto (NOP, 2002; OCIA, 2005). Los agrónomos y agricultores deben actualizarse constantemente respecto a estas listas debido a que son dinámicas, tanto así que la Lista Nacional (USDA) puede sufrir enmiendas si un productor realiza una propuesta a la Junta Nacional de Estándares Orgánicos, para que valide y demuestre que tal producto debe ser

incluido o suprimido de la Lista Nacional (NOP, 2002).

El manejo de plagas es uno de los aspectos de la agricultura orgánica que más difieren de la convencional, en la cual se busca -aunque pocas veces se logra- eliminar las plagas de un predio, mientras que en la orgánica se reconoce el hecho fundamental de que el sistema requiere de la presencia de todos los individuos para preservar su salud; es decir, se prefiere que existan algunas plagas, siempre y cuando no sobrepasen un nivel de daño aceptable, para lo cual se realizan toda clase de prácticas necesarias para el desarrollo de fauna benéfica, que mantenga las plagas en niveles de daño mínimo (Letourneau y Goldstein, 2001). En otras palabras, si un inspector orgánico acude a una finca y no encuentra plagas ni malezas, puede pensar que se están utilizando productos prohibidos. Obviamente, ninguna práctica limpia puede eliminar por completo una plaga, lo que puede repercutir en el rendimiento de la cosecha y de su calidad; sin embargo, en la mayoría de los casos el precio del producto y la disminución de gastos de inversión compensan, con creces las pérdidas por daño de plagas (García, 1998; INFOAGRO, 2002; Marco-Brown y Reyes-Gil, 2003).

La correcta identificación de plagas y benéficos en el predio orgánico es de importancia crítica (Fouche *et al.*, 2000); aún lo es más la identificación de estados inmaduros como huevecillos, ninfas y larvas, lo cual previene de manera eficiente daños económicamente importantes (García-Hernández *et al.*, 2002). Según Seoáñez (1998) y Marco-Brown y Reyes-Gil (2003), las tecnologías limpias más apropiadas para manejar las plagas en agricultura orgánica son: a) la utilización de enemigos naturales de las plagas, b) sembrar plantas intercaladas, y c) utilizar extractos orgánicos. A continuación se presentan algunas prácticas preventivas y de solución que han desarrollado investigadores y agricultores en sus campos orgánicos.

### Control biológico

Desde inicios del Siglo XX se empezó a proponer, entre los entomólogos de EUA, un tipo de control llamado de diferentes formas pero que representaba el espíritu de lo que se conoce ahora como Manejo Integrado de Plagas (MIP). En esta filosofía se reconoce básicamente que el hombre poco tiene que hacer para propiciar un control total sobre una plaga (García-Hernández y Valdez-Cepeda, 2003). Es la lucha interna de la clase Insecta -o bien entre artrópodos y sus enemigos naturales- la que propicia una regulación más eficiente, por lo que se propone el estudio de las relaciones entre especies para su aprovechamiento en el control de una especie objetivo (De Bach, 1987).

En esta filosofía se reconoce también que es infinitamente más redituable convivir con la plaga que tratar

de eliminarla (Martínez-Carrillo, 1998). El término control biológico fue utilizado por primera vez en 1919 por Harry Smith de la Universidad de California (Smith, 1919). Posteriormente, a través de los años ha existido debate para definir tanto el término como los conceptos que incluye (Nordlund, 1996), debido a los avances tecnológicos y las herramientas disponibles en esta materia (Rechcigl y Rechcigl, 2000).

Probablemente la definición más aceptada actualmente es la de Van Driesche y Bellows (1996): control biológico es el uso de parasitoides, depredadores, patógenos o poblaciones competidoras para suprimir una población de plagas para hacerla menos abundante y menos dañina de lo que sería de otra forma. De acuerdo a esta definición, no sólo se incluye la lucha interna de la clase Insecta, sino también a cualquier enemigo natural para el control de una plaga, aunque las principales plagas a que nos referimos en este documento son los insectos, los cuales, por su abundancia, son los más importantes (Davidson y Lyon, 1992; García-Hernández y Valdez-Cepeda, 2003).

Históricamente se han reconocido casos de control biológico en la China antigua, cerca del año 900 a.C., para la protección de árboles de cítricos utilizando hormigas (McCook, 1882; DeBach, 1987). De igual forma, muchos casos aislados han quedado registrados en diversos países. Los primeros ejemplos de lo que se conoce ahora como control biológico clásico (CBC) -introducción de un enemigo natural exótico para controlar una plaga nativa o exótica-, corresponden a la introducción del pájaro *Gracula religiosa* de la India, en 1972, para el control de langosta roja *Nomadacris septemfasciata* en Mauritania (DeBach, 1987), así como la introducción de la vedalia (*Rodolia cardinalis*) a EUA, procedente de Australia, para el control de la escama algodonosa de los cítricos (*Icerya purchasi*) en 1887 (Rechcigl y Rechcigl, 2000). Después de este caso se incrementaron, en forma lenta, los intentos por desarrollar CBC en otros lugares, pero siempre en esfuerzos aislados y opacados por la "eficiencia" de los insecticidas. Como fruto de esos esfuerzos se encontraron varios casos de especies muy eficientes para diferentes plagas, en ocasiones específicas, y en otras de amplio espectro (Orr y Baker, 1997ab). En los años más recientes se han incrementado los casos exitosos.

De 1890 a 1960, aproximadamente 2300 especies de parasitoides y depredadores han sido introducidos en aproximadamente 600 diferentes situaciones alrededor del mundo, para controlar artrópodos plagas (Hall y Ehler, 1979). El nivel de éxito en tales casos se ha logrado de la siguiente forma: 16 % con supresión completa de la plaga, y con un menor nivel de supresión, en 42 % de las situaciones (Hall y Ehler, 1979). Dentro de los enemigos

naturales más conocidos en México están las catarinitas (especialmente *Hippodamia convergens*) para control de plagas en invernadero (Cranshaw *et al.*, 1996), la crisopa (*Chrysoperla* spp) para el control de áfidos, como especies de mosquita blanca y pulgones (García-Hernández *et al.*, 2002), las avispidas *Trichogramma* y una gran cantidad de avispidas braconíidas, diferentes familias de chinches piratas (*Orius* spp), *Nabis* spp., entre otras (Loya *et al.*, 2003; García-Hernández *et al.*, 2004).

Actualmente no existe un consenso claro acerca de si es mejor utilizar liberaciones de enemigos naturales múltiples o individuales en CBC (Myers *et al.*, 1989). DeBach (1987) argumenta que es muy común que exista sólo un mejor enemigo natural para cada plaga en un hábitat dado, el cual por si solo puede suprimir eficientemente a tal especie. Sin embargo, una serie de experiencias señalan que la mezcla de diversos enemigos naturales puede dar mayor supresión de una plaga debido al rango de plagas, estados de desarrollo, localidades y temporadas en que pueden actuar (Murdoch *et al.*, 1984; Tagaki y Hirose, 1994). De acuerdo con DeBach (1987), otras recomendaciones en CB son las siguientes: se debe identificar correctamente la plaga que afecta al cultivo (posición taxonómica, ciclo de vida, capacidad de reproducción, hospederos alternativos, etc.), se debe realizar una búsqueda bibliográfica intensiva y exhaustiva acerca de los enemigos naturales reportados y de los potenciales, de acuerdo a la posición taxonómica de la plaga, en el caso de que el enemigo natural potencial se encuentre presente en la localidad, se debe estimar de la población existente. En caso de existir disponibilidad comercial, se deben establecer las necesidades por densidad y tamaño del predio. Para la identificación de la plaga y los potenciales enemigos naturales, si no se tienen perfectamente identificados por métodos directos, puede realizarse un pequeño muestreo de estas especies y mandarlo a un laboratorio entomológico. Si la población de plaga es demasiado alta, los enemigos naturales no actúan con tanta rapidez que si fuera una población baja. Una vez que surge una plaga en la cosecha, se introduce el enemigo natural para que impida el desarrollo de su población y no produzca daños elevados.

Aunque en México no existe todavía infraestructura para obtener enemigos naturales de todas las plagas importantes de la agricultura orgánica, dado que en general únicamente se cuenta con crisopa (aproximadamente 28.9 millones de dosis anuales de *C. carnea* producida en 6 insectarios) y *Trichogramma* (aproximadamente 20484 mil millones de insectos anuales en 43 insectarios) (Lamas Nolasco *et al.*, 2003). En EUA se pueden obtener más de 130 especies de enemigos naturales (53 artrópodos depredadores y 46 parasitoides) que ofrecen más de 140

proveedores (Hunter, 1997). Esta industria ha crecido sobremedida en EUA, en los últimos 30 años, ya que en 1977 apenas se reportaban 50 proveedores (Ridgway y Vinson, 1977).

La comparación de la oferta de enemigos naturales entre EUA y México, indica que en México es necesario impulsar el estudio y desarrollo de esta materia, y de acuerdo con la literatura existente, se deben estudiar diversos aspectos relacionados con estos enemigos, tales como la relación entre una plaga y su enemigo natural, los ciclos y cadenas en que participan sobre la planta, su ciclo espacio-temporal (Stiling, 1993), y la depredación intergremial, que puede tener repercusiones negativas con respecto al resultado esperado en un cultivo (Rosenheim, 1998). En este sentido, García-Hernández *et al.* (2003a) y Rosenheim (2005) han reportado el caso recurrente de depredación de *Orius tristicolor* por *Geocoris* spp, en algodónero.

Los casos de control biológico exitoso en México no siempre se reportan; sin embargo, se sabe que los insectos ya mencionados de crisopa y *Trichogramma*, generalmente presentan un buen nivel de control en agricultura orgánica, y aun en la convencional, en control de áfidos y lepidópteros, respectivamente (García-Hernández *et al.*, 2002).

En la búsqueda de enemigos naturales deben considerarse todas las variantes del control biológico: incremento, conservación, preservación y uso de enemigos naturales nativos (Orr y Baker, 1997ab). Diversos autores reconocen que la dinámica de población es un componente crítico en el desarrollo de enemigos naturales exitosos (Valenti *et al.*, 1999; Fagan *et al.*, 2002), por lo cual, los estudios que se desarrollen en el futuro inmediato deben incorporar las herramientas de análisis más avanzadas, como la teoría matemática de dinámicas de invasión, explicada en Fagan *et al.*, (2002), para entender y predecir las dinámicas espacio-temporales que ocurren cuando un agente de CB es liberado para el control de una plaga.

Esta clase de estudios han contribuido al entendimiento y la predicción de resultados en casos particulares de invasiones de plagas, como la de la mosca del Mediterráneo (*Ceratitis capitata*) y la del pulgón de la alfalfa (*Therioaphids maculata*) (Ehler, 1998), y a la distribución de parasitoides enemigos naturales de lepidópteros (Hastings, 2000).

### Asociación y rotación de cultivos

La asociación de cultivos para promover la diversidad de enemigos naturales es una de las técnicas más importantes para el manejo de plagas en cultivos orgánicos.

. El establecimiento de diferentes cultivos asociados en un predio es una práctica que, antes de la agricultura extensiva moderna, se realizaba en forma normal por nuestros antepasados (Loya *et al.*, 2003; García-Hernández *et al.*, 2003a). En la agricultura orgánica, la asociación y rotación de cultivos cumple la función de controlar maleza, plagas y enfermedades (Kristensen, 1999), independientemente del papel que esta práctica cumple en el balance de nutrientes (Asdal y Bakken, 1999), especialmente en la fijación y aprovechamiento de N (Jones y Harris, 1999; Loges *et al.*, 1999). De acuerdo con Davidson y Lyon (1992), los sistemas de monocultivo tienden a incrementar alguna plaga peculiar del cultivo, mientras que los agrosistemas en asociación proporcionan un control de plagas en forma natural, según evidencias de estudios recientes (Ekesi *et al.*, 1999; Khan *et al.*, 2000; Sekamatte *et al.*, 2002), en parte debido a que los enemigos naturales suelen requerir hospedantes alternos para reproducirse (Davidson y Lyon, 1992).

Se han encontrado un buen número de reportes que evidencian la utilidad de los cultivos intercalados con el cultivo de importancia comercial, para disminuir la incidencia de diversas plagas en este último (Altieri y Letourneau, 1982; Risch *et al.*, 1983; Baliddawa, 1985; Trenbath, 1993). Los agroecosistemas complejos pueden incrementar la incidencia de agentes de control biológico (Huffaker y Messenger, 1994a). Dentro de cada ecosistema, una especie en particular puede encontrar una posición determinada, en equilibrio, a diferentes niveles de densidad de población, y el equilibrio de una población particular puede manejarse al modificar la diversidad de tal ecosistema (Doutt y DeBach, 1964; Huffaker y Messenger, 1994b).

Wilby y Thomas (2002) sostienen que el control de plagas es un beneficio natural provisto por la biodiversidad. Algunos tipos de asociación que se pueden establecer son: a) la siembra de dos cultivos asociados, b) la asociación de una maleza con un cultivo, c) el cultivo para cría, acolchado viviente, o cubierta vegetal, cuando se siembra en asociación a una planta sin fines económicos, d) la coexistencia en tiempo y espacio de más de dos genotipos, independientemente de la especie, la práctica es llamada poli-cultivos (Andow, 1991; Vet y Dicke, 1992). Andow (1991) encontró que los enemigos naturales, en general, son más abundantes en policultivos, por tres razones: a) mayor variedad de alimento disponible, b) mayor número de hembras reproductoras, mientras que en monocultivos predominan los machos y la diversidad es menor, y c) mayor diversidad microclimática que favorece la llegada de insectos más variados. En el Congreso Internacional de Rotación de Cultivos en Agricultura Orgánica, realizado en Dinamarca en 1999 (Rasmussen *et al.*, 1999), se

reconoció que se tiene muy poco conocimiento en relación a las asociaciones de cultivos en agricultura orgánica, y que aún es necesario estudiar muchos aspectos de esta actividad.

En casos concretos, Pfiffner *et al.* (2003) encontraron que la presencia de flores silvestres, en asociación con el cultivo de col, propiciaron un mayor parasitismo de diversas avispiditas sobre lepidópteros. En un estudio de dos años, Rasmussen *et al.* (1999) encontraron un menor desarrollo de biomasa de maleza en una combinación de cultivos de avena y chicharo, en comparación con avena sin combinación. El mismo estudio señala que la mezcla de variedades otorga un alto nivel de resistencia a enfermedades, debido a los diferentes grados de resistencia de las variedades y a los genes responsables de la resistencia (Askegaard *et al.*, 1999).

### Control etológico

El control etológico incluye el uso de atrayentes en trampas y cebos, repelentes, inhibidores de alimentación y sustancias diversas que tienen efectos similares conocidos como semioquímicos (Karg y Suckling, 1997). Estos compuestos son “sustancias que secreta un individuo hacia el exterior, y las recibe, o detecta, un segundo individuo de la misma especie, en el cual se genera una reacción específica, por ejemplo, un comportamiento definido o un proceso de desarrollo” (Karlson y Lüscher, 1959). La aplicación más común de semioquímicos está involucrada en el monitoreo de la presencia, distribución, densidad y dispersión de una plaga (Howse *et al.*, 1998); sin embargo, se utiliza cada vez más para el control (Karg y Suckling, 1997), especialmente en agricultura orgánica. Además de las feromonas, existen otros semioquímicos (alomonas, sinomonas y kairomonas) que cumplen funciones diferentes como, por ejemplo, atracción floral para polinización (Miller y Cowles, 1990). La experiencia más exitosa de control, en predios orgánicos, ha sido con feromonas sexuales e interruptoras del apareamiento (Inscoc *et al.*, 1998). Aunque se han identificado miles de feromonas sexuales y cientos de otras feromonas (Arn *et al.*, 1992; Arn *et al.*, 1998), que se han estudiado relativamente poco en México. En este sentido, uno de los ejemplos clásicos de control etológico se refiere al control de picudo de la palma (*Rhynchophorus palmarum*), el cual se presentó en Baja California Sur al inicio de esta década (García-Hernández *et al.*, 2003b); en este caso de inmediato se implementaron acciones de control basadas en feromonas sexuales (Loya-Ramírez *et al.*, 2004), según las experiencias con esta plaga en otros países (Chinchilla *et al.*, 1996). De igual forma se conoce el amplio uso de feromonas de interrupción del

apareamiento ([E][Z]-4-Tridecen-1yl Acetato) para control de gusano alfiler (*Keyferia lycopersicella*) en predios orgánicos y convencionales de tomate del noroeste de México (Lamas Nolasco *et al.*, 2003).

Dado que las feromonas y atrayentes son componentes aceptados en programas de manejo integrado de plagas y orgánicos (NOP, 2002; OCIA, 2005), es importante realizar mayor investigación en esta materia.

James *et al.* (2000) señalan que, en un programa de manejo con feromonas para plagas de hortalizas, es deseable incluir una combinación de tratamientos contra un complejo de plagas del mismo género, tal como el lo observó en un programa contra tres insectos del género *Carpophilus*. Aldrich y Cantelo (1999) reportaron resultados positivos en el control de la conchuela de la papa (*Leptinotarsa decemlineata*) mediante el uso de un depredador (chinche soldado *Podisus maculiventris*), cuyo volumen se incrementó por medio de la utilización de infestaciones de feromonas. El incremento del número de depredadores a ser liberados se observó con éxito durante tres años. Esta metodología debe aprovecharse en las regiones de México donde la conchuela es una plaga importante. Recientemente, Kuhar *et al.* (2006) realizaron nuevas pruebas con esa misma especie y encontraron que la feromona de agregación [(S)-CPB I] es la más destacada en la atracción de esta plaga, lo cual se reflejó en un nivel de control cinco veces mayor que en las parcelas sin tratamiento.

Un tipo de feromonas tiene la función de interrumpir la comunicación de los individuos de una especie. En este sentido, se ha reportado la utilización de dos cepas de feromonas experimentales para la interrupción del apareamiento del falso minador (*Trichoplusia ni*), en cultivo de col (Evenden y Haynes, 2001). Por su parte, Bosa *et al.* (2005) evaluaron la composición química de la feromona sexual de la palomilla guatemalteca de la papa (*Tecia solanivora*), y concluyeron que el compuesto es una mezcla de (E)-3-dodecenil acetato, (Z)-3-dodecenil acetato y dodecenil acetato; ellos evaluaron diversas mezclas de tales elementos y encontraron diferencias significativas entre los diversos concentraciones. La mezcla que logró atraer el mayor porcentaje de hembras fue 100:1:20, respectivamente. Este tipo de análisis es igual de importante para hacer más eficientes los programas de control de plagas en hortalizas orgánicas.

Uno de los inconvenientes en el manejo de plagas con atrayentes, es la poca disponibilidad de mano de obra para aplicarlos, debido a que el cambio de dispositivos de liberación de feromonas, en muchas ocasiones, debe ser continuo y laborioso (Kuhar *et al.*, 2006), por tal razón se continúan evaluando diversos tipos de trampas y dispositivos para encontrar los mejores diseños. Por

ejemplo, Smit *et al.* (1997) reportaron diversos diseños y combinaciones de trampas con feromonas para controlar dos plagas (*Cylas puncticollis* y *C. brunneus*) de camote en Uganda. De un conjunto de diseños a base de trampas pegajosas, en forma de cono y acuosas, el diseño de bidón de plástico fue el más efectivo. Es importante destacar que, de igual forma, en el trapeo de picudo de la palma realizado en Baja California Sur, este tipo de diseño resultó apropiado (Loya-Ramírez *et al.*, 2004). Trimble *et al.* (2003) encontraron (en la palomilla de la vid *Endopiza viteana*) que la feromona comercial 3M® (20 % 9-dodecenil acetato [Z9-12:Ac] y 80% de ingredientes inertes), de interrupción del apareamiento en presentación de “spray” o atomizador, logró igual eficiencia que la feromona Isomate® GBM convencional.

Otra línea de investigación es la densidad apropiada de trampas. En este sentido, Tinzaara *et al.* (2005) evaluaron tres niveles de trapeo (0 [control], 4 [baja densidad] y 8 [alta densidad] liberadores de feromona por trampa) para el picudo del plátano (*Cosmopolites sordidus*), sin encontrar diferencias significativas en el daño a las plantas entre los tratamientos de 4 y 8 dispositivos por trampa. Asimismo, debido a que el manejo por interrupción del apareamiento de la palomilla gitana (*Lymantria dispar*) se ha intentado por más de 30 años (Stevens y Beroza, 1972), Tcheslavskaja *et al.* (2004) reportaron un experimento de dos años que evaluó seis dosis de aplicación (0.15, 0.75, 3, 15, 37.5 y 75 g de ingrediente activo) de una feromona ((Z)-7,8-epoxi-2-metiloctadecano) colocada en hojuelas de plástico de 3 X 1 X 0.5 mm, y encontraron una fuerte y relación positiva de respuesta entre la dosis de feromona y la interrupción del apareamiento.

### Formulaciones microbiológicas

En las listas de productos permitidos de los programas de certificación aparecen las formulaciones a base de microorganismos que pueden utilizarse en producción orgánica (OCIA, 2005). En hortalizas, los productos de mayor uso son insecticidas a base de distintas cepas de bacterias, virus, hongos y nemátodos, aunque no son los únicos (Rechcigl y Rechcigl, 2000). Sin embargo, no se debe pensar que los productos a base de microorganismos están permitidos por su origen biológico; muchos de ellos están prohibidos hasta que no se compruebe que los microorganismos de los que parten no han sido manipulados genéticamente y no han estado expuestos a ningún tipo de radiación (NOP, 2002; OCIA, 2005).

En el caso de bacterias entomopatógenas, la mayoría pertenecen a las familias Bacillaceae, Pseudomonadaceae, Enterobacteriaceae, Streptococcaceae y Micrococaceae (Tanada y Kaya, 1993). A la primera de éstas pertenece

*Bacillus thuringiensis*, la bacteria entomopatógena más estudiada y utilizada en el mundo (Lamas Nolasco *et al.*, 2003). De las cepas *kurstaki* y *aizawai* de *B. thuringiensis* se han formulado aproximadamente 50 productos comerciales para control de lepidópteros, mientras que de la cepa *israelensis* se han formulado más de 15 formulaciones comerciales para control de dípteros (Rechcigl y Rechcigl, 2000). Otras cepas de *B. thuringiensis* y otras bacterias como *B. sphaericus* y *Serratia entomophila* se han también formulado para controlar diferentes plagas (Copping, 1998).

Con respecto a los virus, se han aislado miles de ellos de al menos 13 órdenes de insectos (Tanada y Kaya, 1993) y actualmente se cuenta con, al menos, 23 productos comerciales (por ejemplo: Granupom® de Agrevo, VPN-80® de Agrícola El Sol y Elcar® de Novartis) formulados a base de virus que controlan principalmente larvas de lepidópteros (Rechcigl y Rechcigl, 2000).

En relación a los hongos, el número de productos comerciales es muy similar al de productos a base de bacterias. Los hongos entomopatógenos más importantes están clasificados taxonómicamente en cuatro subdivisiones de la división Eumycota: Mastigomycotina, Zygomycotina, Ascomycotina y Deuteromycotina. Asimismo, los órdenes más importantes son: Entomophthorales (Zygomycotina: Zygomycetes) y Moniliales (Deuteromycotina: Hyphomycetes syn. Deuteromycetes) (Tanada y Kaya, 1993). Existen varias decenas de productos comerciales para control de una importante variedad de plagas. Las principales especies en el mercado son *Beauveria bassiana*, *Metarhizium* spp. y *Verticillium lecani* (Rechcigl y Rechcigl, 2000).

De acuerdo con Gaugler y Kaya (1990), los nemátodos ocupan un lugar intermedio entre los depredadores, parasitoides y microbios entomopatógenos. Actualmente se encuentran más de 35 productos comerciales en el mercado, con varias de especies de los géneros *Heterohabditis* y *Steinernema*, principalmente para control de plagas del suelo (Rechcigl y Rechcigl, 2000).

### Extractos y preparados orgánicos

Algunos productores y técnicos piensan que cualquier sustancia de origen natural puede utilizarse en la agricultura orgánica. Sin embargo, como ya se mencionó, no es así. Los únicos productos naturales o sintéticos permitidos son los que aparecen en las listas de los programas de certificación y en las ya mencionadas de OMRI y de la Lista Nacional. Cuando se presenta algún problema en la finca, lo mejor es buscar una alternativa entre los productos permitidos. Sin embargo, como un sistema joven y en pleno desarrollo, la agricultura orgánica está en evolución y se

debe continuar investigando para buscar nuevas alternativas, las cuales, una vez evaluadas, se propongan para que se validen oficialmente y, según sea el caso, se incluyan en las listas de productos permitidos (NOP, 2002).

El posible uso de extractos botánicos debe explorarse y explotarse en México, país que cuenta con una riqueza biológica incalculable (García-Hernández, 2005). En algunas ocasiones, esta clase de productos presenta el mejor nivel de control contra una plaga que ha desarrollado resistencia a los insecticidas convencionales, además de que no contamina con residuos tóxicos persistentes (Weinzierl and Henn, 1991). En su forma más simple, los insecticidas botánicos pueden ser preparaciones crudas de partes de plantas para producir un polvo o talco, que en ocasiones se diluye en agua o algún polvo de arcilla o tierra de diatomeas, entre otros. La función de los extractos botánicos puede ser la repelencia, la interrupción de una fase del ciclo de vida o la muerte de una plaga (Hayes, 1982). Existen en el mercado un buen número de productos repelentes a base de ajo (*Allium sativum*) y chile (*Capsicum annuum* y *C. frutescens*) (Nieto-Garibay *et al.*, 2001). Las preparaciones más conocidas incluyen (en mezclas o individualmente) piretro (*Chrysanthemum cinerariaefolium*), rotenona (géneros *Derris*, *Lonchocarpus* y otras leguminosas), sabadilla (*Schoenocaulon officinale*), ryania (*Ryania speciosa*), neem (*Azadirachta indica*) y nicotina (varias especies de los géneros *Nicotiana*, *Duboisia*, *Anabasis*, *Asclepias*, *Equisetum* y *Lycopodium*) (Campbell, 1989; Hedin, 1997).

El piretro es el nombre común de las flores de un tipo de crisantemo; sus ingredientes activos son denominados piretrinas, las cuales son las más ampliamente activas de la clase de insecticidas naturales. El piretro debe su importancia a la rápida acción de derribo que tiene sobre insectos voladores, aunado a la muy baja toxicidad para los mamíferos debido a su rápido metabolismo (Casida y Quistad, 1995).

Todas las piretrinas se obtienen de las cabezas florales del crisantemo (*C. cinerariaefolium*) por medio de la extracción con querosena o dicloruro de etileno, y el extracto se concentra por destilación al vacío. La piretrina es un compuesto que se utiliza ampliamente en diversas especies de insectos (Lamas Nolasco *et al.*, 2003).

Dentro de las especies botánicas más importantes se encuentra el neem (*Azadirachta indica*), que es originario de la India y la fuente de azadiractina (García-Hernández *et al.*, 2004b). Además de su especificidad (con efectos en el comportamiento, desarrollo y procesos bioquímicos peculiares en los insectos), el neem no es mutagénico, biodegradable y con actividad sistémica en las plantas, ya que lo absorben por las hojas y la raíz. Se ha determinado que los materiales del neem pueden afectar más de 200

especies de insectos, así como garrapatas, hongos, bacterias y algunos virus (Lamas Nolasco *et al.*, 2003; Borboa *et al.*, 2004). El neem ha probado su acción en plagas como en los escarabajos mexicanos del frijol y de las papas de Colorado; en langostas, chapulines, gusanos del tabaco y minadores de hoja; en plagas de algodón, café y arroz; en pulgones del melón y de la col; en barrenador del fruto del café, gusano alfiler del jitomate, minador de los cítricos, palomilla dorso diamante, gusano cogollero, falso medidor, entre otros (Lagunes y Rodríguez, 1996).

Por su parte, los alcaloides son compuestos alcalinos que contienen N, cuya principal función en los vegetales es la protección contra sus enemigos. La clase de alcaloides más importante para el control de insectos ha sido la nicotinoide (Hayes, 1982). Los nicotinoides son más efectivos contra insectos pequeños con cuerpo blando, por ejemplo: *Eriosoma americanum*, *Aphis gossypii*, *Macrosiphoniella sanborni*, *A. rumicis* y *A. forbesii* (Lamas Nolasco *et al.*, 2003).

Algunas de las especies vegetales en estudio en México, específicamente en el Estado de San Luis Potosí, son: *Trichilia havanensis*, *T. americana*, *Risinus communis*, *Hipocratea* spp., *Tecoma stans*, *Cordia boissieri*, *Erodium cicutarium*, *Dodonaea viscosa*, *Sphaeralcea angustifolia*, entre otras (Villar Morales *et al.*, 2003). De igual forma, en otros estados se realiza investigación en muchas otras especies (Tequida *et al.*, 2003).

### Prohibiciones mayores

Las restricciones más exigentes, es decir, las prohibiciones mayores en el manejo de plagas en producción orgánica, se refieren al uso de variedades transgénicas, o cualquier otro tipo de uso de especies vegetales o animales con cualquier tipo de manipulación genética, así como el uso de cualquier animal, vegetal o cualquier derivado de estos que haya recibido algún tipo de radiación o que haya sido tratado, regado o producido con aguas residuales. La no utilización de ninguno de estos debe demostrarse mediante la presentación de documentos probatorios (NOP, 2002; OCIA, 2005).

### Conclusiones

La misión fundamental de la agricultura es, y seguirá siendo, la producción de materias primas y alimentos en cantidad y calidad suficiente para atender las necesidades de la población mundial en constante aumento. Sin embargo, cada vez es más necesario que la agricultura encuentre un punto de equilibrio entre la productividad y la sostenibilidad. En el futuro inmediato, la agricultura deberá desarrollar los mecanismos de equilibrio entre los

muy diversos factores físicos, químicos, biológicos, sociales y ambientales que convergen en la finca. Es necesario fundamentar una cultura adecuada en todos los niveles de la sociedad, para que los especialistas en agricultura orgánica desarrollen paquetes tecnológicos de manejo de plagas, capaces de controlar su incidencia en niveles en que los bienes del hombre no sufran daños, pero que permitan al sistema mantener un estado ambientalmente saludable.

Por otro lado, la demanda de hortalizas orgánicas frescas y transformadas en todo el mundo continúa incrementándose. Tan sólo la demanda nacional está insatisfecha en 80 %. Los principales consumidores de hortalizas orgánicas son los países industrializados, razón que enfoca a los mexicanos hacia estos mercados con mayor rentabilidad. Como ejemplo, el mercado de Alemania tiene un crecimiento anual de 20 %, con ventas de 3.5 miles de millones de dólares, que representa cerca de 3 % de su mercado total de alimentos y bebidas, por lo que el 40 % de los orgánicos que consumen son importados. Con un incremento gradual de la demanda, la oportunidad para México continúa creciendo. Varios países como China y España compiten ya por estas oportunidades, por lo que es indispensable que México evolucione en forma rápida y crezca en superficie orgánica certificada, no sólo de hortalizas, sino de todas aquellas áreas de oportunidad.

En la agricultura orgánica, el manejo de plagas es probablemente el reto más difícil de resolver. El ser humano tiene ante sí otra oportunidad de demostrar su ingenio y creatividad para sostenerse como parte de los ecosistemas del planeta. Debemos aprender a administrar los recursos disponibles para bienestar de la generación presente y de las futuras. Debemos valorar y aprovechar los recursos con que México se ha beneficiado, como son las innumerables especies vegetales con potencial repelente o insecticida. Asimismo, se debe aprovechar la guerra interna que se desarrolla en la clase Insecta, para encontrar y desarrollar los enemigos naturales de las plagas que amenazan los cultivos. Hasta el momento, el hombre ha sido capaz de defenderse de sus enemigos naturales para permanecer sobre la faz de la tierra, y el uso de técnicas limpias, como la agricultura orgánica, son probablemente la mejor alternativa para superar las condiciones actuales.

### Literatura citada

Aldrich, J.R., W.W. Cantelo. 1999. Suppression of Colorado potato beetle infestation by pheromone-mediated augmentation of the predatory spined soldier

bug, *Podisus maculiventris* (Say) (Heteroptera: Pentatomidae). *Agric. Forest Entomol.* 1: 209-217.

Altieri, M. A. and D. K. Letourneau. 1982. Vegetation management and biological control in agroecosystems. *Crop Protection* 1: 405-430.

Alvarez-Rivero, J.C., J.A. Díaz-González, J.I. López-Naranjo. 2005. Agricultura orgánica v.s. agricultura moderna como factores en la salud pública. ¿Sustentabilidad? *Horizonte Sanitario* 5: 28-40.

Amador, M. 2001. La situación de la producción orgánica en Centro América. *In: Taller de Comercialización de Productos Orgánicos en Centro América.* Abril, 2001. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA), San José, Costa Rica.

Anaya Rosales S., J. Romero Nápoles. 1999. Hortalizas, Plagas y Enfermedades. Trillas. 544 p.

Andow, D.A. 1991. Vegetational diversity and arthropod population response, *Ann. Rev. Entomol.* 36: 561-86.

Arn, H., M. Tóth, E. Priesner. 1998. <http://www.nysaes.cornell.edu/pheronet/>.

Arn, H., M. Tóth, E. Priesner. 1992. List of Sex Pheromones of Lepidoptera and Related Attractants. International Organization for Biological Control, West Palearctic Regional Section, INRA, Montfavet.

Asdal, A., A.K. Bakken. 1999. Nutrient balances and yields during conversion to organic farming in two crop rotation systems. pp: 125-132. *In: J.E. Olsen, R. Eltun, M.J. Gooding, E.S. Jensen, U. Köpke (Eds.) Designing and testing crop rotations for organic farming. Proceedings from an International workshop. Danish Research Centre for Organic Farming Report 1/99. Rønne, Danmark.*

Askegaard, M., J.E. Olsen, I.A. Rasmussen. 1999. Agronomic considerations and dilemmas in the Danish crop rotation experiment. pp. 49-62. *In: J.E. Olsen, R. Eltun, M.J. Gooding, E.S. Jensen, U. Köpke (Eds.) Designing and testing crop rotations for organic farming. Proceedings from an International workshop. Danish Research Centre for Organic Farming. Rønne, Danmark.*

Baliddawa, C.W. 1985. Plant species diversity and pest control, a mini-review. *Ins. Sci. Appl.* 6: 474-479.

Beltrán-Morales F.A., J. L. García-Hernández, R. D. Valdez-Cepeda, B. Murillo-Amador, E. Troyo-Dieguez, J. Larrinaga-Mayoral, F.H. Ruiz-Espinoza, L. Fenech-Larios, Felipe García-Rodríguez. 2005. Efecto de sistemas de labranza e incorporación de abono verde en la recuperación de un yermosol háplico. *Terra Latinoamericana* 23: 381-387.

- Borboa-Flores J., Barrales-Hereida Susana M., Wong-Corral Francisco J., Cortez-Rocha Mario o., Rubio-Silva Mariano., Fu-Castillo Agustín. 2004. Polvos y extractos de Neem para el control del gorgojo pinto *Zabrotes subfasciatus* (Boheman). *Biotecnia* 6: 13-22
- Bosa, C.F., A.M. Cotes-Prado, T. Fukumoto, M. Bengtsson, P. Witzgall. 2005. Pheromone-mediated communication disruption in Guatemalan potato moth, *Tecia solanivora*. *Entomol. Exp. Applic.* 114: 137-142.
- CEE (Comunidad Económica Europea). 2000. Origen y desarrollo de la agricultura ecológica y de su normalización. Comunidad Europea. <http://europa.eu.int>, (5 de septiembre de 2005).
- Campbell, W.C. (Ed.) 1989. Ivermectin and Abamectin. Springer-Verlag, New York. 363 p.
- Casida, J.E., G.B. Quistad. 1995. Pyrethrum Flowers: Production, Chemistry, Toxicology, and Uses. Oxford University Press. New York, USA. 49 P.
- Chinchilla, C., C. Oeslchlager, J. Bulgarelli. 1996. Un sistema de trapeo para *Rhynchophorus palamrum* y *Metamasius hemipterus* basado en el uso de feromonas. ASD Oil Palm papers. N012, pp: 11-17.
- Codex Alimentarius. 1999. Guidelines for the production, processing, labeling and marketing of organic produced products. GL-32 – 1999. Rev. 2001. 52 p.
- Copping, L.G. (Ed.) 1998. The Biopesticide Manual. British Crop Protection Council. Franham, Surrey, UK.
- Cranshaw, W., D.C. Sclar, D. Cooper. 1996. A review of 1994 pricing and marketing by suppliers of organisms for biological control of arthropods in the United States. *Biological Control* 6: 291-296.
- Davidson, R.H., Lyon W.F. 1992. Plagas de insectos agrícolas y del jardín. Limusa, Noriega, México. 743 p.
- De Bach P. 1987. Control Biológico de las plagas de insectos y malas hierbas. Editorial Continental. México, D.F. 997 p.
- Díaz, C. 2000. La nueva agricultura española en su contexto comunitario y mundial. pp. 1-24. *In: Reforma de la PAC y Agenda 2000, Nuevos tiempos, nueva agricultura.* Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Madrid, España.
- Doutt, R.L., P. DeBach. 1964. Some biological control concept questions, pp 118-142, *In: P, DeBach (Ed.), Biological Control of Insect Pests and Weeds,* Reinhold Publishing Corporation, New York.
- Ehler, L.E. 1998. Invasion biology and biological control. *Biological Control* 13: 127-133.
- Ekesi, S., N.K. Maniania, K. Ampong-Nyarko, I. Onu. 1999. Effect of intercropping cowpea with maize on the performance of *Metarhizium anisopliae* against *Megalurothrips sjostedti* (Thysanoptera, Thripidae) and predators. *Environ. Entomol.* 28: 1154-1161.
- Eveden, M.L., K.F. Haynes. 2001. Potential for the evolution of the resistance to pheromone-based mating disruption tested using two pheromone strains of the cabbage looper, *Trichoplusia ni*. *Entomol. Exp. Applic.* 100: 131-134.
- Fagan, W.F., M.A. Lewis, M.G. Neubert, P. van den Driessche. 2002. Invasion theory and biological control. *Ecology Letters* 5: 148-157.
- FIDA-RUTA-CATIE-FAO. 2003. Agricultura Orgánica: Una Herramienta para el Desarrollo Rural Sostenible y la Reducción de la Pobreza. Fondo Internacional de Desarrollo Agrícola (FIDA)-Unidad Regional de Asistencia Técnica (RUTA)-Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE)-Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). Turrialba, Costa Rica. 111 p.
- Fouche, C., M. Gaskel, S.T. Koike, J. Mitchel, R. Smith. 2000. Insect pest management for organic crops. University of California. Division of Agriculture and Natural Resources. Publication 7251. 5 p.
- García, J. 1998. La agricultura orgánica en Costa Rica. Universidad Estatal a Distancia (UNED), San José, Costa Rica. 104 p.
- García-Hernández J.L., E. Troyo-Diéguez, H. Jones, H. Nolasco-Soria, A. Ortega-Rubio. 2000. Efectos de dosis y frecuencias de aplicación de insecticidas organofosforados sobre parámetros fisiológicos de hoja en ají (*Capsicum annum* L. cv. Ancho San Luis). *Phyton Int. J. Exp. Botany* 67: 103-112.
- García-Hernández, J.L., E. Troyo-Diéguez, B. Murillo-Amador, A. Flores-Hernández, A. González-Michel. 2001. Efecto de algunos insecticidas y un promotor de crecimiento sobre variables fisiológicas y el rendimiento de tomate *Lycopersicon esculentum* L. cv. Río Grande. *Agrochimica* 45: 189-198.
- García Hernández J.L., E. Troyo Diéguez, H. Fraga Palomino, B. Murillo Amador. 2002. Manual práctico para reconocimiento y control de plagas del naranjo en B.C.S. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C. Publicación para la transferencia y divulgación No. 9. 38 p.

- García-Hernández J.L., JG Loya Ramírez, E. Troyo-Diéguez, B. Murillo-Amador. 2003a. Actividad de insectos entomófagos en algodón con cultivos promotores intercalados. pp. 450-455. *In: J. Romero Nápoles, E. G. Estrada y A. Equihua Martínez (Eds.) Entomología Mexicana Vol. 2, Editorial, Sociedad Mexicana de Entomología.*
- García-Hernández J.L., L.F. Beltrán-Morales, J.G. Loya-Ramírez, J.R. Morales-Cota, E. Troyo-Diéguez, F.A. Beltrán-Morales. 2003b. Primer reporte del *Rhynchophorus palmarum* (Coleoptera: Driophthoridae) en Baja California Sur. *Folia Entomol Mexicana* 42 (3): 415-417.
- García-Hernández J.L., R.D. Valdez Cepeda. 2003. Plagas y enfermedades en nopal. pp. 137-175. *In: Murillo-Amador B., Troyo-Diéguez E., García-Hernández J.L. (Eds.). El nopal, alternativa para la agricultura de zonas áridas en el Siglo XXI. Edit. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C. La Paz, B.C.S. México.*
- García-Hernández J.L., R.D. Valdez-Cepeda, E. Troyo-Diéguez, F.A. Beltrán-Morales, N.Y. Avila-Serrano, J.G. Loya-Ramírez, L. Fenech-Larios, F.H. Ruiz-Espinoza, O. Díaz-Gómez, B. Murillo-Amador. 2004a. Monitoreo de plagas potenciales en el cultivo de chicharo orgánico en Mulegé, B.C.S. pp. 35-39. *In: 7º. Ciclo académico agropecuario. U.A.B.C.S. La Paz, B.C.S. 24-26 de noviembre de 2004.*
- García Hernández J.L. E. Troyo-Diéguez, B. Murillo-Amador, R.D. Valdez-Cepeda, A. Nieto-Garibay. 2004b. Efecto de azaridachtina y *Myrothecium verrucaria* en la calidad de germinación de ají (*Capsicum annuum* L. cv. Ancho San Luis). *Phyton Int J Exp Bot.* 2004: 1-7.
- García-Hernández, J.L., H. Nolasco, E. Troyo-Diéguez, B. Murillo-Amador, A. Flores- Hernández, I. Orona-Castillo. R.D. Valdez-Cepeda. 2005. The effects of insecticides on the peroxidase activity in hot pepper plants (*Capsicum annuum* L.). *Revista Chapingo-Serie Horticultura.* 11: 129-133.
- García-Hernández J.L. 2005. Manejo de plagas en la producción de hortalizas orgánicas. pp. 89-102. *In: 5º Simposio Nacional de Horticultura. Saltillo, Coah., México, 26-28 de octubre de 2005.*
- Gaugler, R., H.K. Kaya (Eds.) 1990. *Entomopathogenic Nematodos in Biological Control.* CRC Press. Boca Raton, FL, USA.
- Gómez, A. 2000. Agricultura Orgánica en el Codex Alimentarius. Seminario Protección del Consumidor desde las ONG's y el Codex Alimentarius. CEADU. Montevideo. <http://internet.com.uy/rusinek/04agroecologia/agr01.htm> (10 mayo 2005).
- Guzmán, A., M. González, E. Sevilla. 2000. *Introducción a la Agroecología como Desarrollo Rural Sostenible.* Mundi Prensa. Madrid, España. 535 p.
- Hall, R.W., L.E. Ehler. 1979. Rate of establishment of natural enemies in classical biological control. *Bull. Entomol. Soc. Am.* 25: 280-282.
- Hastings, A. 2000. Parasitoid spread: lessons for and from invasion biology. pp. 70-82. *In: Hochberg, M.E., A. Ives (Eds.) Parasitoid Population Biology.* Princeton University Press.
- Hayes, W.J. 1982. Pesticides derived from plants and other organisms. pp. 75-111. *In: Hayes, W.J. (Ed.). Pesticides Studies in Man.* Williamson and Williamson, Baltimore, USA.
- Hedin, P.A. (Ed.). 1997. *Phytochemicals for Pest Control.* American Chemical Society. Washington, D.C.
- Howse, P.E., I.D.R. Stevens, O.T. Jones. 1998. *Insect Pheromones and Their Use in Pest Management,* Chapman and Hall, London.
- Huffaker, C.B., P.S. Messenger. 1994a. Population ecology-historical development, pp. 45-73, *In: P. DeBach (Ed.) Biological Control of Insect Pests and Weeds,* Reinhold Publishing Corporation, New York, USA.
- Huffaker, C.B., P.S. Messenger. 1994b. The concept and significance of natural control, pp. 74-117, *In: P. DeBach, (Ed.), Biological Control of Insect Pests and Weeds,* Reinhold Publishing Corporation, New York, USA.
- Hunter, C.D. 1997. Suppliers of Beneficial Organisms in North America. Publ. PM 97-01. California Environ. Protec. Agency, Dep. Pesticida Regul., Sacramento, CA., USA.
- INFOAGRO. 2002. <http://infoagro.go.go.cr/prognac/organica/Rentab.htm> (05 septiembre 2005).
- Inscoe, M.N., B.A. Leonhardt, R.L. Ridgway. 1998. Commercial availability of insect pheromones and other attractants. pp. 631-715. *In: Ridgway, R.L., R.M. Silverstein, M.N. Inscoe (Eds.) Behavior-Modifying Chemicals for Insect Management.* Marcel Dekker, New York, USA.
- James, D.G., B. Boguéle, R.J. Faulder, C.J. Moore. 2000. Efficacy of multispecies pheromone lures for *Carpophilus davidsoni* Dobson and *C. mutilatus* Erichson (Coleoptera: Nitidulidae). *Australian J. Entomol.* 39: 83-85.
- Jones, S., P.M Harris. 1999. Measurement of nitrogen partitioning within different organic systems incorporating

- strip intercropping, sheep and crop rotation. pp. 173-180. *In: J.E. Olsen, R. Eltun, M.J. Gooding, E.S. Jensen, U. Köpke (Eds.) Designing and testing crop rotations for organic farming. Proceedings from an International workshop. Danish Research Centre for Organic Farming. Rønne, Denmark.*
- Karg, G., D.M. Suckling. 1997. Polyethylene dispensers generate large scale temporal fluctuations in pheromone concentrations. *Environ. Entomol.* 26: 896-905.
- Karlson, P., M Lüscher. 1959. "Pheromones": a new term for a class of biologically active substances. *Nature* 153: 55-56.
- Khan, Z.R., J.A. Pickett, van den Berg, L.J. Wadhams, C.M. Woodcock. 2000. Exploiting chemical ecology and species diversity, stem borer and striga control for maize and sorghum in Africa. *Pest Manag. Sci.* 56: 957-962.
- Koike, S.T., M. Gaskell, C. Fouche, R. Smith, J. Mitchell. 2000. *Plant Disease Management for Organic Crops.* University of California. Division of Agriculture and Natural Resources. Publication 7252. 6 p.
- Kristensen, E.S. 1999. Preface. pp. 3. *In: Olsen J.E., R. Eltun, M.J. Gooding, E.S. Jensen, U. Köpke (Eds.) Designing and testing crop rotations for organic farming. Proceedings from an International workshop. Danish Research Centre for Organic Farming. Rønne, Denmark.*
- Kuhar, T.R., K. Mori, J.C. Dickens. 2006. Potential of a synthetic aggregation pheromone for integrated pest management of Colorado potato beetle. *Agric. Forest Entomol.* 8: 77-81.
- Lagunes, T.A., L.D.A. Rodríguez. 1996. Producción y uso de insecticidas vegetales. *In: Ruiz, F.J.F. (Ed.) Agricultura Orgánica: Una opción Sustentable para el agro mexicano.*
- Lamas Nolasco, M.A., O. Neri Flores, G. Sánchez Rodríguez, J.R. Galaviz Rivas. 2003. *Agricultura Orgánica, Una Oportunidad Sustentable de Negocios para el Sector Agroalimentario Mexicano.* FIRA Boletín Informativo Núm. 322, Vol. XXXV. 123 p.
- Letourneau, D.K., B. Goldstein. 2001. Pest damage and arthropod community structure in organic vs. conventional tomato production in California. *J. Applied Ecology* 38: 557-570.
- Lodges, R., A. Kaske, F. Taube. 1999. Dinitrogen fixation and residue nitrogen of different managed legumes and nitrogen uptake of subsequent winter wheat. pp. 181-190. *In: J.E. Olsen, R. Eltun, M.J. Gooding, E.S. Jensen, U. Köpke (Eds.) Designing and testing crop rotations for organic farming. Proceedings from an International workshop. Danish Research Centre for Organic Farming. Rønne, Denmark.*
- Loya-Ramírez, J.G., J.L. García-Hernández, J.J. Ellington, D.V. Thompson. 2003. Impacto de la asociación de cultivos en la densidad de insectos hemípteros entomófagos. *Interciencia* 28: 415-420.
- Loya-Ramírez J.G., M.C. Lucero-Pulido, A. R. Hernández, F.A. Beltrán-Morales, R. Cepeda-Palacios, J.L. García-Hernández. 2004. Evaluación de atrayentes para el control del picudo, *Rhynchophorus palmarum* L., de la palma, *Washingtonia robusta* (Wendi) en Baja California Sur. pp. 200-204. *In: VII Congreso Internacional en Ciencias Agrícolas. Mexicali, B.C., México, 18-19 de noviembre de 2004.*
- Marco-Brown, O.L. y R.E. Reyes-Gil. 2003. Tecnologías limpias aplicadas a la agricultura. *Interciencia* 28: 252-258.
- Martínez-Carrillo, J.L. 1998. Generalidades de las mosquitas blancas. pp. 27-30. *In: Temas selectos para el manejo integrado de la mosquita blanca. Memoria científica No. 6. INIFAP. Campo Exp. Valle del Yaqui, Son., México.*
- McCook, H. 1882. Ants as beneficial insecticides. pp. 263-271. *Proc. Acad. Natl. Sci. Philadelphia.*
- Millar, J.R., R.S. Cowles. 1990. Stimulo-deterrent diversion: a concept and its possible applications to onion maggot control. *J. Chem. Ecol.* 16: 3197-3212.
- Murdoch, W.W., J.D. Reeve, C.B. Huffaker, C.E. Kennet. 1984. Biological control of olive scale and its relevance to ecological theory. *Am. Nat.* 123: 371-392.
- Myers, J.H., C. Higgins, E. Kovacs. 1989. How many insect species are necessary for the biological control of insects? *Environ. Entomol.* 18: 541-547.
- Nieto-Garibay A, Murillo-Amador B, Troyo-Diéguez E. 2001. Evaluación de variables ecofisiológicas en plantas de ají (*Capsicum frutescens*) bajo tratamiento de composta y fertilizante químico. *Pitón Int. J. Exp. Bot.* 2001:25-34
- Nieto-Garibay, A., B. Murillo-Amador, E. Troyo-Diéguez, J. Larrinaga-Mayoral, J.L. García-Hernández. 2002. El uso de compostas como alternativa ecológica para la producción sostenible del chile (*Capsicum annuum* L.) en zonas áridas. *Interciencia* 27: 417-421.
- NOP. 2002. Programa Nacional Orgánico, Reglamento Final. 7CFR Parte 205 – Programa Nacional Orgánico. Departamento de Agricultura de Estados Unidos.

- Nordlund, D.A. 1996. Biological control, integrated pest management and conceptual models. *Biocontrol News and Information* 17: 35-44.
- OCIA (Organic Crop Improvement Association International, Inc.). 2005. Estándares Internacionales de Certificación. OCIA Internacional. Lincoln, NE, USA. 198 p.
- Orr, D. and J. Baker. 1997a. Biological Control: Purchasing Natural Enemies. Pub. No. AG-570-1. NC Coop. Ext. Serv., North Carolina State Univ. Raleigh.
- Orr, D. and J. Baker. 1997b. Biological Control: Purchasing Natural Enemies. Pub. No. AG-570-2. NC Coop. Ext. Serv., North Carolina State Univ. Raleigh.
- Pfiffner, L., L. Merkelbach and H. Luka. 2003. Do sown wildflower strips enhance the parasitism of lepidopteran pests in cabbage crops? *International Organisation for Biological and Integrated Control of Noxious Animals and Plants/West Palaearctic Regional Section Bulletin* 26(4): 111-116.
- Rasmussen I.A., M. Askegaard y J.E. Olsen. 1999. Plant protection in an organic crop rotation experiment for grain production. pp. 321-330. *In: Olsen J.E., R. Eltun, M.J. Gooding, E.S. Jensen, U. Köpke (Eds.) Designing and testing crop rotations for organic farming. Proceedings from an International workshop. Danish Research Centre for Organic Farming.*
- Rechcigl J.E. and Rechcigl N.A. (Eds). 2000. *Biological and Biotechnological Control of Insect Pests.* Lewis Publishers, Boca Raton, New York.
- Riddle, J.A., J.E. Ford. 2000. *Manual Internacional de Inspección Orgánica.* International Federation of Organic Agriculture Movements. Tholey-Theley, Alemania Independent Organic Inspectors Association. Broadus, MT, Estados Unidos de Norteamérica.
- Ridgway, R.L., S.B. Vinson. 1977. Commercial sources of natural enemies in the U.S. and Canada (Appendix), pp. 451-453. *In: R.L. Ridgway and S.B. Vinson (Eds.), Biological control by augmentation of natural enemies.* Plenum Press.
- Risch, S.J., D. Andow, M.A. Altieri. 1983. Agroecosystem diversity and pest control, data, tentative conclusions, and new research directions, *Environ. Entomol.* 12: 625-629.
- Rosenheim, J.A. 1998. Higher-order predators and the regulation of insect herbivore populations. *Ann. Rev. Entomol.* 43: 421-447.
- Rosenheim, J.A. 2005. Intraguild predation of *Orius tristicolor* by *Geocoris* spp. and the paradox of irruptive spider mite dynamics in California cotton. *Biological Control* 32: 172-179.
- Tinzaara, W., C.S. Gold, G.H. Kagezi, M. Dicke, A. Van Huis, C.M. Nankinga, W. Tushemereirwe, P.E. Ragama. 2005. Effects of two pheromone trap densities against banana weevil, *Cosmopolites sordidus*, populations and their impact on plant damage in Uganda. *J. Applied Entomol.* 129: 265-271.
- Tourte, L., M. Gaskell, R. Smith, C. Fouche, S.T. Koike, J. Mitchell. 2000. *Organic Certification, Farm Planning, Management, and Marketing.* University of California. Division of Agriculture and Natural Resources. Publication. CA., USA. 7247. 5 p.
- Trimble, R.M., P.M. Vickers, K.E. Nielsen, G. Barinshteyn. 2003. Sprayable pheromone for controlling the North American grape berry moth by mating disruption. *Agric. Forest Entomol.* 5: 263-268.
- Sekamatte, B.M., M. Ogenga-Latigo, A. Russell Smith. 2002. Effects of maize-legume intercrops on termite damage to maize, activity of predatory ants and maize yields in Uganda, *Crop Protection* 22: 87-93.
- Seoáñez, M. 1998. *Medio Ambiente y Desarrollo, Manual de Gestión de los Recursos en Función del Medio Ambiente.* Mundi Prensa. Madrid, España.
- Smit, N.E.J.M., M.C.A. Downham, B. Odongo, D.R. Hall, P.O. Laboke. 1997. Development of pheromone traps for control and monitoring of sweetpotato weevils, *Cylas puncticollis* and *C. brunneus*, in Uganda. *Entomol. Exp. Applicat.* 85: 95-104.
- Smith, H.S. 1919. On some phases of insect control by the biological method. *J. Econ. Entomol.* 12: 288-292.
- Stevens, L., M. Beroza. 1972. Mating-inhibition field tests using disparlure, the synthetic gypsy moth sex pheromone. *J. Econ. Entomol.* 65: 1090-1095.
- Stiling, P. 1993. Why do natural enemies fail in classical biological control programs? *Am. Entomol.* 39: 31-37.
- Tagaki, M., Y. Hirose. 1994. Building parasitoid communities: the complementary role of two introduced parasitoid species in a case of successful biological control, pp. 437-448. *In: B.A. Hawkins and W. Sheehan (Eds.), Parasitoid community ecology,* Oxford Univ. Press, New York.
- Tanada, Y., H.K. Kaya. 1993. *Insect Pathology.* Academic Press. San Diego, CA, EUA.
- Tcheslavskaja, K.S., K.W. Torpe, C.C. Brewster, A.A. Sharov, D.S. Leonard, R.C. Reardon, V.C. Mastro, P. Sellers, E. A. Roberts. 2005. *Entomol. Exp. Applic.* 115: 355-361.
- Tequida, Martín, Cannatt Romero Rafael, Cortez Rocha Mario O., Wong Corral, Francico J. Jesús Borboa Flores. 2003. *Plantas Silvestres en el Control del*

- Insecto *Prostephanus truncatus* (Horn) (Coleoptera: Bostrichidae) *Biocencia* 5: 34-41.
- Toyes-Aviles, S.R. 1992. La Agricultura orgánica, una alternativa de producción para pequeñas zonas agrícolas. Los Cabos B.C.S. *In: Memoria Técnica. Universidad Autónoma de Baja California Sur. México.*
- Toyes-Aviles S.R. 2003. Productores Orgánicos del Cabo: Un caso exitoso de producción y comercialización orgánica. pp. 24-30. *In: Memoria XV Semana Internacional de Agronomía. FAZ-UJED, México.*
- Trenbath, B.R. 1993. Intercropping for the management of pests and diseases. *Field Crop Res.* 34: 381-405.
- Valenti, M.A., A.A. Berryman, G.T. Ferrel. 1999. Potential for biological control of native competing vegetation using native herbivores. *Agric. Forest Entomol.* 1: 89-95.
- Van Driesche, R.G., T.S. Bellows, Jr. 1996. Biological control. Chapman and Hall, New York. 539 p.
- Vet, L.E.M., M. Dicke. 1992. Ecology of infochemical use by natural enemies in a tritrophic context, *Ann. Rev. Entomol.* 37: 141-172.
- Villar Morales, C., M.A. Tiscareño, A. Delgadillo y A. Buen Abad. 2003. Insecticidas vegetales en San Luis Potosí. pp. 427-432. *In: J. Romero Nápoles, E. G. Estrada y A. Equihua Martínez (Eds.) Entomología Mexicana Vol. 2, Editorial Sociedad Mexicana de Entomología.*
- Weinzierl, R., T. Henn. 1991. Alternatives in insect management: biological and biorrational approaches. Regional Extension Publ. NCR 401, Cooperative Extension Service. University of Illinois. Urbana-Vhampaign. 73 p.
- Wilby, A., M.B. Thomas. 2002. Natural enemy diversity and pest control: patterns of pest emergence with agricultural intensification. *Ecology Letters* 5: 353-360.
- Willer, H., M. Yussefi. 2004. The world of Organic Agriculture Statistics and Emerging Trends 2004. International Federation of Organic Agriculture Movements. 6th edition. 126 p.
- Willer, H., R. Zanolli. 2000. Organic viticulture in Europe. pp: 23-27. *In: H. Willer and U. Meier (Eds.) Proceedings 6th International Congress on Organic Viticulture. 25-26 Agosto 2000. Basel, Alemania.*
- Yussefi, M. 2005. Current status of organic farming worldwide. pp: 9-16. *In H. Willer and M. Yussefi (Eds.) The World of Organic Agriculture, Statistics and Emerging Trends. International Federation of Organic Agriculture Movements.*
- Zamorano-Ulloa, J. 2005. Evolución y perspectivas de la agricultura orgánica en México. *Claridades Agropecuarias* 140: 3-19.
-



Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro  
Buenavista Saltillo, Coah. México. CP 25315  
[www.uaaan.mx](http://www.uaaan.mx)

*“La mejor institución de Educación Agrícola Superior de México”*

## Oferta Educativa

### SALTILLO

#### Licenciaturas

Ing. Agrónomo:

- Administrador
- Desarrollo Rural
- Horticultura<sup>1</sup>
- Irrigación<sup>1</sup>
- Parasitólogo<sup>1</sup>
- Producción<sup>1</sup>
- Zootecnia

Ing. Agrícola y Ambiental

Ing. en Agrobiología

Ing. en Ciencias y Tecnología de Alimentos

Ing. Forestal

Ing. Mecánico Agrícola<sup>1</sup>

Lic. en Economía Agrícola y Agronegocios

#### Postgrado

##### Maestrías y Doctorados en Ciencias en<sup>2</sup>:

- Ingeniería en Sistemas de Producción
- Fitomejoramiento
- Parasitología Agrícola
- Zootecnia

##### Maestrías Profesionales en<sup>2</sup>:

- Empresas Agrozootécnicas
- Tecnología de Granos y Semillas

#### Calidad y Excelencia Académica

(1) Carrera acreditada por COMEAA

(2) Programa inscrito en PIFOP de CONACYT

### INFORMES

#### UNIDAD LAGUNA (Torreón)

Ing. Agrónomo

Ing. Agrónomo en Horticultura

Ing. Agrónomo en Irrigación

Ing. Agrónomo en Parasitología

Ing. en Agroecología

Ing. en Procesos Ambientales

Médico Veterinario Zootecnista

Maestría y Doctorado en Ciencias Agrarias<sup>2</sup>

#### Licenciatura:

**Dirección de Docencia:** (844) 411-02-75 • 411-02-76  
[docencia@uaaan.mx](mailto:docencia@uaaan.mx)

#### Subdirección de Desarrollo Educativo

01-800-718-43-30 (servicio sin costo)

Teléfono en Torreón:

01-800-718-35-86 (servicio sin costo)

#### Postgrado:

[postgrado@uaaan.mx](mailto:postgrado@uaaan.mx)

Teléfonos (844) 411 03 33, 411 03 34

# XXXIII

## CONGRESO NACIONAL DE LA CIENCIA DEL SUELO

**Aprovechar y Conservar el Suelo,  
No Degradarlo**



### INFORMES

Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo  
Apartado Postal 45, C.P. 56230,  
Chapingo, Edo. de México

Tel. 01 (595) 952 15 00 ext. 5237, Tel./Fax 01 (595) 952 17 21  
congreso33@smcs.org.mx

Dr. Patricio Rivera Ortiz  
(834) 3 18 17 18 y 3 18 17 21  
privera@uat.edu.mx

Dr. José A. Cueto Wong  
(871) 7 19 10 76 ext. 103  
cueto.jose@inifap.gob.mx

[www.agronomiayciencias.uat.edu.mx](http://www.agronomiayciencias.uat.edu.mx)

[www.smcs.org.mx](http://www.smcs.org.mx)

### RECEPCIÓN DE TRABAJOS

congreso33@smcs.org.mx

ORGANIZAN



PRESENTACIÓN DE TRABAJOS LIBRES

CONFERENCIAS

SIMPOSIA

EXPOSICIONES



**18, 19 y 20 de Septiembre del 2006**

**Universidad Autónoma de Tamaulipas**

**Centro Universitario**

**UAM Agronomía y Ciencias**

**Cd. Victoria, Tam., México**

**Hotel Sede**

**Holiday Inn**

**EXPRESS**

Ciudad Victoria

¡es el lugar...!

Tel. (834) 3 18 60 00, 3 18 60 01, 3 18 60 40  
01 800 009 19 19

Referencia: Congreso Suelo



**inifap**  
Instituto Nacional de Investigaciones  
Forestales, Agrícolas y Pecuarias

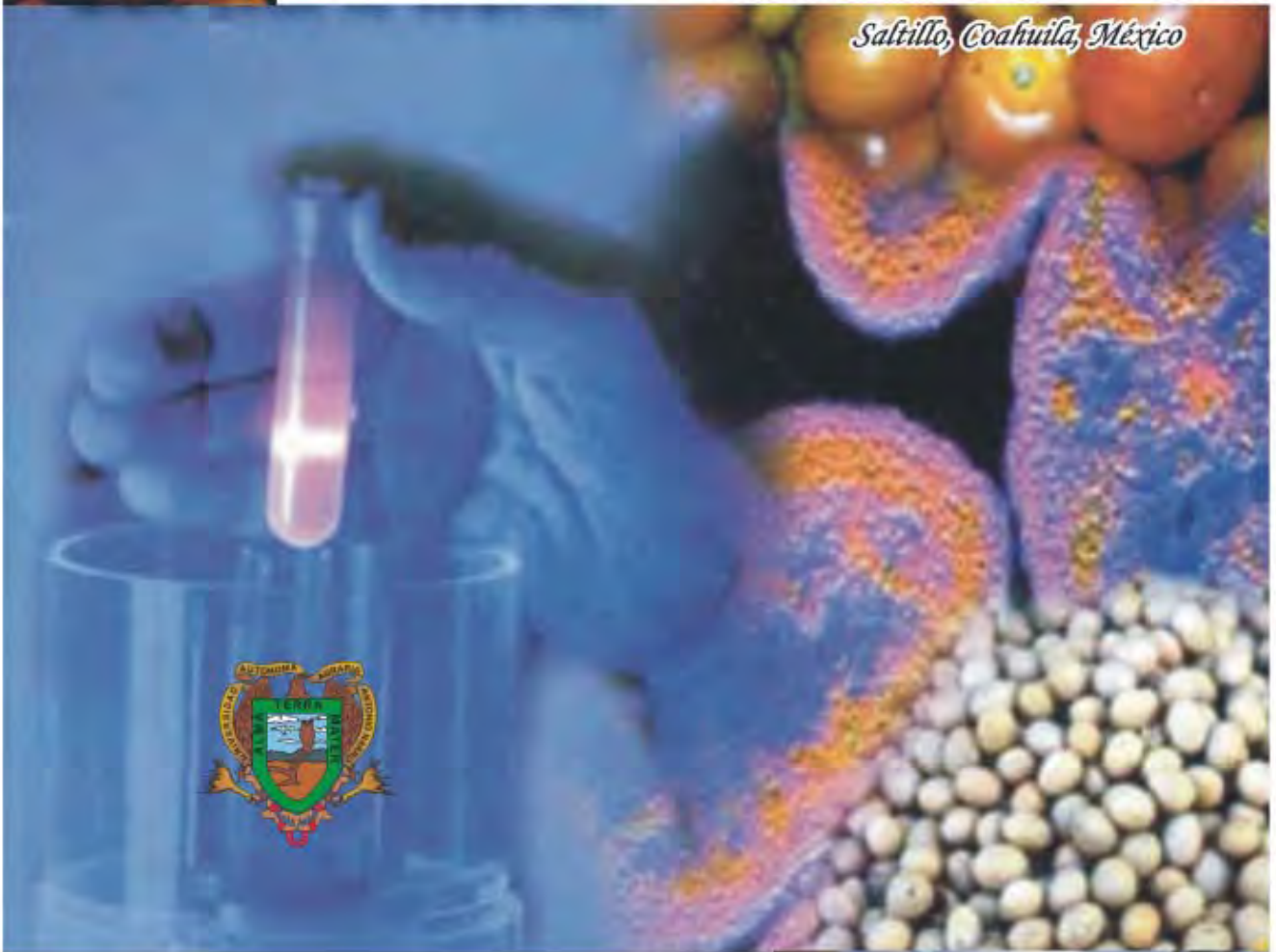


# 6<sup>o</sup>

# Simposio Nacional de Horticultura Inocuidad Alimentaria y Uso de Transgénicos

Del 5 al 9 de Marzo 2007

Saltillo, Coahuila, México



Informes:  
UAAAN DEPTO. DE  
HORTICULTURA

AL TEL. (844) 411 03 03  
411 03 04  
411 02 12

e-mail:  
jhdavila@axtel.net.mx  
abenmen@uaaan.mx

## CONFERENCIAS, TALLERES Y CURSOS.

