

SERIE: PUBLICACIONES AGROECOLÓGICAS



AGRICULTURA ORGÁNICA: BASES TÉCNICAS

Laura Gómez Tovar

Manuel Ángel Gómez Cruz

Universidad
Autónoma Chapingo

Centro de Investigaciones
Interdisciplinarias
para el
Desarrollo Rural Integral
(CIIDRI)

SEMLANZA DE LOS AUTORES

Laura Gómez Tovar es Ingeniera en Agroecología por la Universidad Autónoma Chapingo, con una maestría en Ciencia, Sociedad y Tecnología con especialización en Sistemas de Innovación, Cambio Ecológico y Social en las universidades de Roskilde y Aalborg de Dinamarca obteniendo Distinción Académica. Miembra fundadora del Centro de Investigaciones Interdisciplinarias para el Desarrollo Rural Integral (CIIDRI), con investigación en las temáticas de la agricultura orgánica, sustentable, mercados locales y certificación participativa. A partir de 2014 forma parte del Comité Asesor Internacional del Laurier Centre for Sustainable Food Systems en Waterloo, Canadá. Es profesora investigadora del Departamento de Agroecología de la Universidad Autónoma Chapingo.



CIIDRI

Manuel Ángel Gómez Cruz es egresado de la Antigua Escuela Nacional de Agricultura hoy Universidad Autónoma Chapingo, especialista en economía agrícola con diplomado y doctorado en la Universidad Humboldt de Berlín. Fundador y coordinador del Centro de Investigaciones Interdisciplinarias para el Desarrollo Rural Integral (CIIDRI). Coordinador y autor de cuarenta y cinco libros sobre las temáticas de Sistemas Agroindustriales, Políticas Públicas, Economía de la Producción, Estadísticas de la Producción Orgánica y otros relevantes para el conocimiento del medio agrícola. Ha representado a la Universidad Autónoma Chapingo ante el Consejo Nacional de Producción orgánica en dos periodos. Además, es fundador y coordinador del Tianguis Orgánico Chapingo. En el ámbito de la producción agrícola se destaca como productor de naranja orgánica.

Centro de Investigaciones Interdisciplinarias para el Desarrollo Rural Integral (CIIDRI)

ISBN: 978-607-12-0450-9

9 786071 204509

Agricultura Orgánica: Bases Técnicas

Laura Gómez Tovar
Manuel Ángel Gómez Cruz



Centro de Investigaciones Interdisciplinarias para el
Desarrollo Rural Integral (CIIDRI)

Universidad Autónoma Chapingo

Formación: Luis Piñón Sosa

Portada: Luis Alejandro González Téllez

Foto de Portada: Laura Gómez Tovar. Alumnos de la generación 2014 de la carrera de Ingeniería en Agroecología de la UACh en la visita al invernadero de Biosaberes, San Diego, Texcoco, Edo. De México.

Comité Editorial:

Rita Schwentesius Rinderman

Rocio Miranda Pérez

Primera edición. Julio, 2017

ISBN:978-607-12-0450-9

D.R. © Universidad Autónoma Chapingo

km 38.5 Carretera México-Texcoco,

C.P. 56230 Chapingo, Edo. de México.

Centro de Investigaciones Interdisciplinarias para el Desarrollo

Rural Integral (CIIDRI)

Correo E. ciidri2008@yahoo.com.mx

Tel. 01 595 95 2 15 06

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO

Dr. José Sergio Barrales Domínguez

Rector

Ing. Edgar López Herrera

Director General Académico

Dr. José Luis Romo Lozano

Director General de Investigación y Posgrado

M.C. Fausto Raúl Inzunza Mascareño

Director General de Administración

Dra. Elida Treviño Siller

Director General de Patronato Universitario

Lic. Silvia Castillejos Peral

Directora General de Difusión Cultural y Servicio

Lic. Medardo Maza Dueñas

Jefe del Departamento de Publicaciones

Dr. Manuel Ángel Gómez Cruz

Coordinador del Centro de Investigaciones Interdisciplinarias para el Desarrollo Rural
Integral

ÍNDICE

ÍNDICE DE CUADROS	ix
ÍNDICE DE FIGURAS	ix
ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS.....	x
I. INTRODUCCIÓN	13
II. LA AGRICULTURA ORGÁNICA, ECOLÓGICA O BIOLÓGICA	15
OBJETIVOS DE LA AGRICULTURA ORGANICA	15
NORMATIVIDAD Y CERTIFICACIÓN	17
TIPOS DE CERTIFICACIÓN	18
LA TRANSICIÓN A LA AGRICULTURA ORGÁNICA.....	26
III. LA IMPORTANCIA DE LA AGRICULTURA ORGÁNICA EN MÉXICO Y EL MUNDO	27
BONDADES DE LA PRODUCCIÓN ORGÁNICA.....	27
LA AGRICULTURA ORGÁNICA EN EL MUNDO.....	31
LA SITUACIÓN DE LA AGRICULTURA ORGÁNICA EN MÉXICO.....	33
IV. LA PRODUCCIÓN DE ABONOS ORGÁNICOS PARA NUTRICIÓN DEL SUELO Y LAS PLANTAS	39
COMPOSTA O ABONERA	39
LOMBRÍCULTURA.....	43
ABONOS VERDES	52
HARINAS DE ROCA Y OTROS MATERIALES ORGÁNICOS PARA EL ABONADO	55
V. LAS PRÁCTICAS AGROECOLÓGICAS DE CULTIVO	57
ASOCIACIÓN DE CULTIVOS	57
ROTACIÓN DE CULTIVOS	62
AGROFORESTERÍA.....	63
VI. EL MANEJO DE PLAGAS Y ENFERMEDADES EN LA AGRICULTURA ORGÁNICA	67
CONTROL BIOLÓGICO	67
LOS CULTIVOS TRAMPA	69
PREPARADOS VEGETALES	70
PREPARADOS MINERALES	76

CONTROL FÍSICO Y MECÁNICO DE INSECTOS	79
VIII. CONSIDERACIONES FINALES	83
IX. LITERATURA CITADA.....	84

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Comparativo de índice de rendimientos de productos orgánicos y convencionales en países en desarrollo y desarrollados. 2007	29
Cuadro 2. México. Número y grupos étnicos de productores agrícolas orgánicos indígenas, por entidad federativa seleccionada, 2007-2008 (número y %)	30
Cuadro 3. Evolución de la agricultura orgánica en México, 1996-2016	34
Cuadro 4. México. Importancia económica de la producción orgánica por sector, 2008	34
Cuadro 5. México: Superficie de producción pecuaria orgánica por especie, 2004-2008 (hectáreas y %)	35
Cuadro 6. México: Destino de la producción orgánica exportada, 2016	36
Cuadro 7. Características a evaluar en la lombricomposta con base a la Norma Mexicana Voluntaria NMX-FF-109-SCFI-2008 de humus de lombriz (lombricomposta).	46
Cuadro 8. Uso de los microorganismos de montaña en fase líquida.....	48
Cuadro 9. Especies utilizadas como abonos verdes y nitrógeno fijado por ha.....	54
Cuadro 10. Materiales orgánicos complementarios en la agricultura orgánica	55
Cuadro 11. Relación de Tierra Equivalente citada por varios autores	59
Cuadro 12. Asociaciones de cultivo favorables y desfavorables	59
Cuadro 13. Clasificación de especies por tipo de extracción de nutrientes	63
Cuadro 14. Agentes de control biológico más empleados en México	68
Cuadro 15. Manejo de plagas con cultivos trampa.....	70
Cuadro 16. Propiedades plaguistáticas de diversas plantas.....	71
Cuadro 17. Uso y dosis de higuerilla para el manejo de plagas	73
Cuadro 18. Plantas insecticidas, preparación y dosis para el manejo de plagas.....	75

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Pasos básicos del proceso de certificación.....	19
Figura 2. Proceso de Certificación Participativa en el Tianguis Orgánico Chapingo	25
Figura 3. Conversión Vertical en la Agricultura Orgánica.....	26
Figura 4. Países con mayor porcentaje de área orgánica con respecto a su superficie convencional, 2015 (%).	32

Figura 5. Principales Países por Número de Productores Orgánicos en el Mundo, 2012	32
Figura 6. México. Superficie de los principales cultivos orgánicos, 2008 (ha)	35

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

Foto 1. Productos orgánicos cosechados y promocionados en el Centro de Capacitación en Tecnologías Agroecológicas “Módulo Jurásico” del Depto. de Agroecología de la UACh.....	16
Foto 2. Rifa de canastas de productos orgánicos en el Tianguis Orgánico Chapingo.....	17
Foto 3. Distintivo nacional orgánico en aguacate.....	18
Foto 4. Inspección de hortalizas orgánicas	18
Foto 5. Hortalizas, hierbas y flores orgánicas cultivadas por estudiantes del Depto. de Agroecología	22
Foto 6. Comité de certificación participativa del Tianguis Orgánico Chapingo evaluando el “Módulo Jurásico” del Centro de Capacitación en Tecnologías Agroecológicas del Depto. de Agroecología	24
Foto 7. Cafeticultor orgánico de la Cooperativa Tosepan Titataniske en Cuetzalan, Puebla....	30
Foto 8 y Foto 9. Supermercado de productos orgánicos en Bonn, Alemania	33
Foto 10. Naranja orgánica asociada con leguminosas como abono verde. Papantla, Veracruz	36
Foto 11 y Foto 12. Miel y café orgánicos y de comercio justo comercializados por GEPA en el mercado alemán	37
Foto 13. Tianguis Orgánico Chapingo en el Pueblo Cooperativo; Chapingo, Edo. de México	38
Foto 14. Riego de la composta durante su elaboración, el cual debe alcanzar un 60% de humedad	39
Foto 15. La altura de la composta debe alcanzar entre 1.2 y 1.5 mts para asegurar altas temperaturas y una buena desintegración de los materiales	40
Foto 16. Al voltear la composta las capas se mezclan, los materiales de las orillas deben quedar al centro para favorecer su descomposición	40
Foto 17 y Foto 18. Toma de temperaturas en la composta, lo cual se puede realizar con un termómetro bimetálico con vástago (izquierda) o bien con un machete (derecha)	41
Foto 19. Bocashi finalizado con una altura máxima de 50cm.....	42
Foto 20. Tinas de ferrocemento para la producción de lombricompostas en el ‘‘Módulo Jurásico’’ del Depto. de Agroecología de la UACh.....	43

Foto 21. Módulo rústico de lombricomposta con el uso de plástico	44
Foto 22. Uso de costalillas para separar la lombriz roja californiana del abono de lombriz o vermiabono	45
Foto 23. Lombricompostas cubiertas con paja para evitar el ataque de pájaros y la perdida excesiva de humedad.....	45
Foto 24 y Foto 25. Mezcla de materiales durante la elaboración de la fase sólida y Apisonamiento de los materiales en el contenedor.	47
Foto 26. Costalilla con la fase sólida para colocar en el recipiente donde se preparará la fase líquida de los microorganismos de montaña	49
Foto 27. Dispositivo empleado para la producción de bioles anaeróbicos de 200lts, con una botella con agua para la salida de gases	50
Foto 28. Comparación de diferentes bioles anaeróbicos en el Módulo Jurásico.....	51
Foto 29. Biofertilizante simple o supermagro con hierbas y cenizas finalizado	52
Foto 30. Siembra de crotalaria, leguminosa usada en climas tropicales como abono verde de alta calidad, que además impide el crecimiento de arvenses.....	53
Foto 31. Uso de Mucuna como abono verde en la producción de naranja orgánica	54
Foto 32. Cultivo diversificado de hortalizas orgánicas bajo el método biointensivo	57
Foto 33. Asociación de frijol ejotero con coliflor orgánicos	58
Foto 34. Huerto biointensivo donde se aprovecha el espacio y las diferentes arquitecturas de las plantas en el establecimiento de los policultivos	61
Foto 35. Cultivo de la milpa por agricultores tradicionales en Morelos	61
Foto 36. Cultivo de durazno intercalado con maíz en la Huerta Sergio Arroyo Cabrera del Depto. de Agroecología de la UACh.....	65
Foto 37. Sorgo usado como cultivo trampa en hortalizas vs mosquita Blanca (<i>Bemisia tabaci</i>)	69
Foto 38. Uso de jabón como adherente de los preparados vegetales	73
Foto 39. Preparación del caldo sulfocálcico para el manejo de hongos	78
Foto 40. Uso de trampas amarillas con aceite vegetal para disminuir las poblaciones de mosquita blanca en hortalizas.....	79

I. INTRODUCCIÓN

La agricultura orgánica se define como un sistema de producción que utiliza insumos naturales a través de prácticas especiales como composta, abonos verdes, control biológico, repelentes naturales a base de plantas, asociación y rotación de cultivos, entre otras técnicas agroecológicas, y que excluye el uso de insumos de síntesis química, organismos modificados genéticamente, nanotecnología y aguas residuales. Esta forma de producción, además de contemplar el aspecto ecológico de los sistemas de manejo incluye en su particular filosofía y práctica el mejoramiento de las condiciones de vida de sus practicantes, de tal forma que aspira a una sostenibilidad integral del sistema de producción (económica, social y ecológica) (Gómez, *et. al.* 2001).

A nivel mundial la agricultura orgánica también denominada ecológica o biológica se ha ido consolidando, cubre más de 160 países y una superficie total de 81.6 millones de hectáreas (agricultura, recolección, áreas de pastoreo, pecoreo, etc), 1.9 millones de agricultores y una aceptación creciente por parte de los consumidores (FiBL-IFOAM, 2016). Entre los productos orgánicos que es posible encontrar en los mercados se tienen diferentes tipos de productos agrícolas; carnes, lácteos, y huevo; una amplia gama de productos procesados (congelados, comida rápida, botanas, dulces, etc), bebidas (café, tequila, mezcal, cerveza, vino tinto), productos de recolección (frutas silvestres, hongos, hierbas medicinales), productos apícolas y acuícolas (miel, propóleo, pescado, camarones); flores y follajes; ropa (algodón orgánico), artesanías, entre muchos otros.

Para los campesinos, la agricultura orgánica representa la posibilidad de producir bajo un esquema diferente al paradigma convencional basado en alto uso de insumos de síntesis química; por otro lado posibilita la conservación de sus recursos base; agua, suelo, biodiversidad, etc; la disminución de sus costos de inversión, al utilizar mayoritariamente insumos locales; la ventaja de producir sus propios alimentos en un ambiente libre de agrotóxicos para él, su familia y sus trabajadores; así como ofrecer alimentos sanos al mercado (Gómez T., 2000; Gómez T. *et. al.*, 2005).

El presente manual brinda una panorámica general de lo que es la agricultura orgánica, sus objetivos y normatividad; se describe la forma en que opera la certificación de agencia y la certificación participativa. Se analiza el estado actual de la agricultura orgánica en México y su importancia a nivel mundial y sus bondades. También se describen las principales técnicas agroecológicas que se emplean en la producción orgánica, en términos de la producción de abonos orgánicos (composta, lombricomposta, bioles, abonos verdes, etc); de las técnicas de cultivo (asociación y rotación de cultivos y agroforestería); y de los métodos para el manejo de plagas y enfermedades (uso de extractos vegetales y preparados minerales, cultivos trampa, entre otros); finalmente se hace un extracto de las principales normas orgánicas en el mundo (Reglamento NOP de Estados Unidos, Reglamento JAS de Japón y el Reglamento Europeo) en términos de su aplicación; por ejemplo, para la definición del periodo de transición, reglas del composteo, exigencias para la ganadería orgánica, correcto etiquetado, entre otros, lo que facilita su comprensión.

Se trata de un manual básico para todo aquel interesado en incursionar en la producción orgánica. La publicación cumplirá sus objetivos si los lectores lo utilizan como base para la instrumentación de sistemas orgánicos de producción en sus comunidades.

II. LA AGRICULTURA ORGÁNICA, ECOLÓGICA O BIOLÓGICA

El término de agricultura orgánica se emplea de forma indistinta a los de agricultura ecológica y agricultura biológica, lo cual es debido a la traducción de los vocablos a los diferentes idiomas, siendo esto clarificado en el artículo número dos del Reglamento de la Comunidad Económica Europea No. 2092/91 sobre la producción agrícola ecológica. Este reglamento, artículo 2 menciona las diversas variantes empleadas para denominar a los productos ecológicos en los diferentes países miembros e idiomas; así en español se reconoce como *ecológico*; en inglés, *organic*; en danés, *okologisk*; en alemán, *ökologisch*; en francés, *biologique*; en italiano, *biologico*; en finlandés, *luonnonmukainen*; en sueco, *ekologisk*; en irlandés, *biologisch*; y en portugués, *biológico*. En México el término comúnmente más utilizado es el de agricultura orgánica por la influencia, cercanía e importancia en el consumo de dichos productos en el vecino país del norte.

Los antecedentes más importantes para el nacimiento de la agricultura orgánica se remontan a las teorías desarrolladas en la década de 1920 por Rudolf Steiner, quien establece los principios de la agricultura biodinámica y desarrolla un método de composteo usado por muchos de los productores orgánicos en el mundo. Posteriormente Sir Albert Howard en el libro "An Agricultural Testament" publicado en Inglaterra en el año de 1940 enfatiza el papel fundamental del humus en el equilibrio biológico y en la fertilidad de la tierra, además de particularizar ya en un proceso de composteo (Schnitman y Lernoud, 1992).

La Federación Internacional de Movimientos en Agricultura Orgánica define a la agricultura orgánica como un sistema de producción que mantiene y mejora la salud de los suelos, los ecosistemas y las personas. Se basa en los procesos ecológicos, la biodiversidad y los ciclos adaptados a las condiciones locales, sin usar insumos que tengan efectos adversos. La agricultura orgánica combina tradición, innovación y ciencia para favorecer el medio ambiente, promover relaciones justas y una buena calidad de vida para todos (IFOAM, 2016).

La agricultura orgánica surge como una alternativa que pretende básicamente una relación más armónica con la naturaleza, así como el asegurar un pago justo a los productores, un mejor trato a los trabajadores y garantizar al consumidor la sanidad y calidad del producto. El consumidor es quien finalmente paga por un producto que lleva un sello de calidad (Sánchez, 1995 citado por Gómez T., et. al, 2001).

OBJETIVOS DE LA AGRICULTURA ORGANICA

La Federación Internacional de Movimientos de Agricultura Orgánica ó IFOAM, que tiene sede en Alemania menciona los siguientes objetivos (2008):

- a) Producir alimentos de alta calidad nutritiva y en suficiente cantidad.
- b) Propiciar la vida de todos los sistemas y ciclos naturales.
- c) Fomentar e intensificar los ciclos biológicos dentro del sistema agrícola, que comprenden los microorganismos, la flora y fauna del suelo, las plantas y los animales.
- d) Proteger y restaurar los procesos ecosistémicos que garanticen la fertilidad natural del suelo, su sostenibilidad y la permanencia del mismo.

- e) Mantener e incrementar a largo plazo la fertilidad de los suelos.
- f) Emplear en la medida de lo posible los recursos renovables en sistemas agrarios organizados localmente.
- g) Proporcionar al ganado condiciones de vida que le permitan desarrollar las funciones básicas de su conducta innata.
- h) Minimizar todas las formas de contaminación que puedan ser producidas por las prácticas agrícolas.
- i) Mantener la diversidad genética del sistema agrícola y de su entorno, incluyendo la protección de los hábitats de plantas y animales silvestres.
- j) Permitir que los productores agrarios lleven una vida acorde con los derechos humanos de la ONU, cubran sus necesidades básicas, obtengan ingresos adecuados, reciban satisfacción de su trabajo y dispongan de un entorno natural sano.
- k) Garantizar al consumidor el suministro de alimentos tanto en calidad como en cantidad.

Este tipo de agricultura utiliza algunas técnicas tradicionales así como equipo moderno, semilla certificada como orgánica, prácticas de conservación de agua y suelo; así como las últimas innovaciones en la alimentación y manejo del ganado; es decir, se trata de sustituir los insumos externos (Trápaga y Torres, 1994).



Foto 1. Productos orgánicos cosechados y promocionados en el Centro de Capacitación en Tecnologías Agroecológicas “Módulo Jurásico” del Depto. de Agroecología de la UACH

¿Por qué consumir productos orgánicos?

- 1) Son productos libres de residuos tóxicos, los cuales afectan nuestra salud, y que pueden causar enfermedades serias como el cáncer.

- 2) Son productos más nutritivos. Está comprobado que contienen mayores niveles de vitamina C, minerales esenciales como el calcio, magnesio, hierro y antioxidantes que ayudan a prevenir el cáncer.
- 3) Son alimentos libres de aditivos, los cuales pueden provocar enfermedades cardíacas, osteoporosis, migraña e hiperactividad.
- 4) Son productos libres de organismos modificados genéticamente o transgénicos, los cuales atentan en contra de la biodiversidad del planeta, y aún no se conocen los riesgos que pueden tener en contra de la salud.
- 5) Son alimentos que protegen el ambiente, en su producción no se contaminan los mantos acuíferos, el suelo, la atmósfera y se protege la biodiversidad, ríos, etc.
- 6) Son alimentos en donde se respetan los hábitos naturales de los animales, al mantenerlos en espacios libres y no confinados, sin el uso de hormonas y antibióticos, los cuales se trasladan a la carne y posteriormente a los consumidores.
- 7) Son alimentos más sabrosos. Los chefs suecos ganadores de la Olimpiada Culinaria 2004 manifestaron “nuestra única arma secreta son los productos orgánicos que empleamos para todos los alimentos que preparamos” (Soil Association, 2012).



Foto 2. Rifa de canastas de productos orgánicos en el Tianguis Orgánico Chapingo

NORMATIVIDAD Y CERTIFICACIÓN

Para que un productor le garantice y compruebe al consumidor que el producto que ofrece es orgánico se debe ajustar al cumplimiento de un conjunto de normas y reglas que rigen todo el proceso de producción y/o transformación del mismo; las cuales están fundamentadas a nivel mundial por la Federación Internacional de Movimientos en Agricultura Orgánica (IFOAM). En México todo producto que se denomine orgánico debe cumplir con lo estipulado en la Ley de Productos Orgánicos, El reglamento de dicha Ley y los Lineamientos para la Operación Orgánica de las Actividades Agropecuarias.¹ A su vez para todos aquellos productos que se denominen como orgánicos, deben portar el distintivo nacional orgánico.

¹ Ver http://www.cnpo.org.mx/descarga/ofic_BOO_003_SENASICA.pdf



Foto 3. Distintivo nacional orgánico en aguacate

La certificación orgánica tiene la finalidad de verificar, comprobar y garantizar que la producción en campo y el procesamiento de la materia prima en la industria se lleven a cabo en base a lo establecido en las normas de la producción orgánica. Mediante esto el productor obtiene un sello o certificado que garantiza al consumidor que verdaderamente está produciendo bajo este esquema y por otro lado le permite obtener un sobreprecio en su producto ofertado (Gómez Tovar *et. al.*, 2001).

La certificación tiene el objetivo de verificar y comprobar que la producción en campo y el procesamiento en la industria se han realizado conforme lo establecen las normas de la agricultura y el procesamiento de productos orgánicos (Sosa, 1997).

TIPOS DE CERTIFICACIÓN

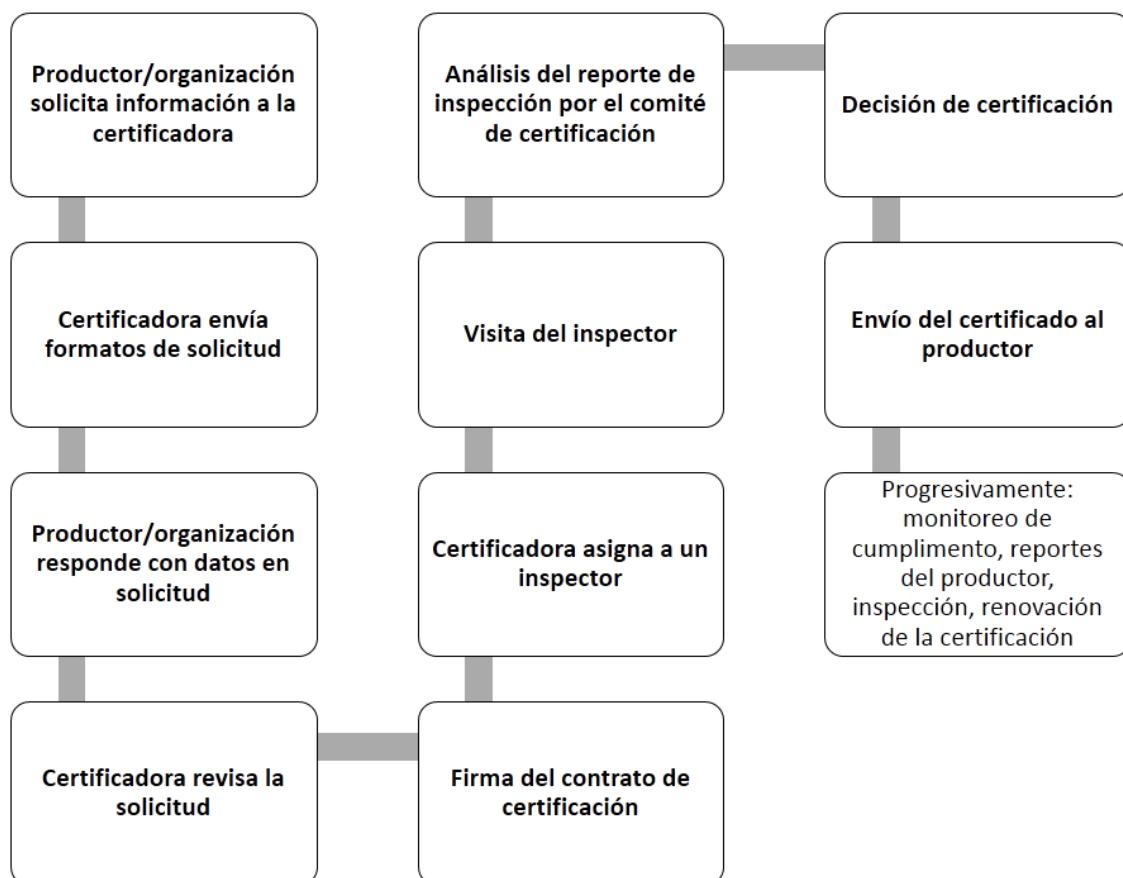
Existen dos tipos de certificación orgánica: la certificación orgánica de tercera parte, formal o de agencia y la certificación orgánica participativa también denominada como Sistemas de Garantía Participativos ó PGS's por sus siglas en inglés.



Foto 4. Inspección de hortalizas orgánicas

El proceso de certificación de agencia comprende 2 etapas, la inspección y certificación. La inspección se refiere a la visita de un profesional que evalúa las diferentes partes del proceso productivo orgánico de la empresa u organización, considerando 1) El proceso de producción, para lo cual se realizan recorridos a las parcelas y sus alrededores, para verificar que se está cumpliendo con las técnicas orgánicas; 2) El procesamiento, se revisan los casos de productos con algún tratamiento fuera de las áreas de cultivo, como el beneficio del café y la vainilla; y el tratamiento postcosecha en hortalizas, deshidratado de frutas y hierbas, extracción de jugos de frutas, entre otros; y 3) El control administrativo, en donde se comprueba si las cifras reportadas como de productos orgánicos corresponden a la producción y las ventas realizadas, evitando con ello que el productor venda algún alimento como orgánico cuando en realidad no lo es. La certificación corre a cargo del comité de certificación, que analiza y evalúa el reporte entregado por el inspector, el cual incluye los aspectos antes mencionados. Este comité en la mayoría de los casos está integrado de 2 a 3 personas. Las resoluciones del comité suelen referirse a los siguientes: a) se declare certificado el sistema de producción, b) que sea certificado con condiciones (p.e. hacer algunos cambios en el sistema de producción), o c) que no sea certificado; en los dos primeros casos, el productor tiene el derecho de utilizar el sello de la empresa certificadora en los productos que le fueron verificados (Gómez Tovar *et. al.*, 2001).

Figura 1. Pasos básicos del proceso de certificación



Fuente: Rundgren, 1998 citado por Gómez T. *et. al.*, 2001.

La *Asociación de Inspectores Orgánicos Independientes* menciona que el proceso de certificación inicia cuando el productor contacta a la agencia certificadora y solicita información, conoce y estudia las normas, contesta los formularios, envía la información relativa a su cultivo orgánico, firma los acuerdos de membresía y cubre las cuotas de inscripción, posterior a esto, la agencia revisa la documentación y se pone en contacto con un inspector acreditado para que realice la inspección, proporcionándole algunos documentos y datos del productor; por su parte el verificador realiza la inspección en campo y entrega su reporte al comité de certificación, el cual lo revisa cuidadosamente y emite una decisión sobre si se certifica o no, después el productor recibe la notificación y el certificado, con el cual puede vender su producción como orgánica (*op. cit.*). Esquema 1.

Algunos de los requisitos que se solicitan al productor en las agencias de certificación es el plano de localización de la unidad de producción, el plan de manejo, el historial productivo, indicando cultivos y si se aplicaron productos de síntesis química. Así mismo, en las inspecciones anuales es posible que se tomen muestras de suelo, agua, área foliar, hojas y frutos a criterio del inspector para verificar si existen residuos tóxicos o alguna sustancia que indique contaminación y con ello la pérdida de la integridad orgánica del sistema. A su vez, los inspectores tienen varias obligaciones al verificar una unidad de producción, entre ellas están el garantizar la confidencialidad de la información que le brinda el productor, conocer las normas de la agencia y los programas de certificación que están evaluando, enviar su reporte al comité de certificación como máximo 15 días hábiles después de haber realizado la inspección y brindar información verídica al comité de certificación (Gómez T., *et. al.*, 2001).

CERTIFICACIÓN PARTICIPATIVA

La Red Mexicana de Tianguis y Mercados Orgánicos, Red A.C. (2009) define a la certificación participativa como un proceso colectivo entre productores, consumidores y otros actores, que garantizan la calidad orgánica y sana de productos locales, generados a pequeña escala, basado en relaciones de confianza y que promueven compromisos de salud ecológica, equidad y certidumbre ambiental.

En abril del año 2004 los Sistemas de Garantía Participativos (SGP) figuraron por primera vez en la agenda a nivel global. En un taller organizado por el Movimiento Agroecológico para América Latina y el Caribe (MAELA) y el Centro Ecológico en Torres, Río Grande do Sul en Brasil se presentó y analizó una gran variedad de iniciativas existentes funcionando con diferentes enfoques de certificación alternativa provenientes de todo el mundo. Como producto del taller se elaboró una estrategia para explorar con más detalle el potencial de esta forma de certificación orgánica.

De acuerdo con Lernoud y Fonseca (2004), la certificación orgánica participativa, la certificación alternativa, de confianza, colectiva o los Sistemas Participativos de Garantía como los denomina la Federación Internacional de Movimientos de Agricultura Orgánica (IFOAM) se diferencian de la certificación de tercera parte o de agencias con que cumplen con las normas orgánicas, pero mantienen procedimientos de verificación simples, mínima burocracia, costos mínimos y normalmente incluyen un proceso pedagógico y control social que involucra a los actores de la cadena productiva (productores y consumidores). Para

Renner (2008) la certificación participativa es un método alternativo de certificación orgánica que fortalece las comunidades, su socioeconomía y modo de vida rural.

Esta forma de certificación normalmente no tiene un costo directo al productor, tiene características distintas a los sistemas internos de control (SIC) en las organizaciones de pequeños productores y no tiene como meta la exportación de los productos orgánicos (Gómez T., 2006).

En lo que respecta a México en el artículo 24 de la *Ley de Productos Orgánicos*, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 7 de febrero del 2006 se estipula que “Se promoverá la certificación orgánica participativa de la producción familiar y/o de los pequeños productores organizados para tal efecto, para lo cual la Secretaría con opinión del Consejo emitirá las disposiciones suficientes para su regulación con el fin de que dichos productos mantengan el cumplimiento con esta Ley y demás y disposiciones aplicables y puedan comercializarse como orgánicos en el mercado nacional”. En los Lineamientos para la Operación Orgánica de las Actividades Agropecuarias de México se especifican los criterios que se deben cumplir para poner en práctica la certificación participativa a través de Comités de Certificación Participativa, incorporando varios actores (productores, consumidores, investigadores, etc). El trabajo realizado por dichos comités será aprobado por SENASICA-SAGARPA.

La certificación orgánica participativa representa el regreso a las bases filosóficas de la agricultura orgánica, cuando se pensaba en producir para el autoconsumo y para la comunidad, eliminando los costos ambientales que representa el transporte de los productos a áreas lejanas. Así justamente empezó la comercialización de los productos orgánicos, de manera directa entre el productor y el consumidor, cuando no existía la necesidad de que un agente externo vigilara y diera constancia de los métodos de producción, pues era el mismo consumidor quien visitaba la granja. Hoy en día, algunos de los productos se exportan de un continente a otro, y para ello sería difícil instrumentar una certificación orgánica participativa (al menos la Ley de Productos Orgánicos en México no lo contempla); pero para el mercado local, es una gran oportunidad para acercar a los consumidores con los productores, para difundir y apropiarse de la filosofía orgánica, para generar el consumo de alimentos sanos a precios accesibles para una población con ingresos mayoritariamente bajos, y con ello lograr el desarrollo y crecimiento del mercado interno (Gómez T., et. al., 2007).

En la actualidad existen docenas de sistemas de garantía participativos que usan los productores y consumidores alrededor del mundo. Aunque los detalles en cuanto a metodología y proceso es sumamente variada. La verdadera sustancia vital de estos programas se encuentra en el hecho de que son creados por los mismos productores y consumidores a quienes están sirviendo. Como tales, son adoptados y son específicos para a las comunidades individuales, geografías, políticas y mercados en donde se originaron (IFOAM, 2007).

Entre los principios que se destacan en la certificación participativa se tiene que: a) involucra un proceso pedagógico entre productores, consumidores, ONG's, técnicos y otros; b) son sistemas de certificación donde se enfatiza la corresponsabilidad de los actores (certificación

colectiva); c) son sistemas variados y no todos funcionan igual; d) se tienen procedimientos de verificación simples; e) se tiene mínima burocracia y f) los costos son mínimos (Meirelles, 2003).



Foto 5. Hortalizas, hierbas y flores orgánicas cultivadas por estudiantes del Depto. de Agroecología

Algunas características claves que IFOAM (2007) ha rescatado y valorado de estos sistemas participativos son:

- 1. Normas concebidas por los participantes.** A través de un proceso democrático y participativo, pero siempre de acuerdo con lo entendido que es un producto ecológico. Las normas deberían estimular la creatividad, la cual es una característica de los productores ecológicos, en vez de inhibirla.
- 2. Organizaciones de Base:** la integridad ecológica debería percibirse como resultado de una dinámica social, basada en la organización activa de todos los interesados.
- 3. Conveniente para agricultores de pequeña escala:** la naturaleza participativa y la estructura horizontal de los sistemas permiten mecanismos más adecuados y menos costosos para la generación de credibilidad. Anima a los consumidores a buscar a los productores de pequeña escala.
- 4. Principios y valores** que elevan los medios de vida, así como el bienestar de productores familiares, y promueven la agricultura ecológica.
- 5. Sistemas y procedimientos documentados:** posiblemente se requiera solamente de un mínimo de documentación por parte de los productores, pero habrán formas por medio de las cuales se espera que demuestren su compromiso e integridad ecológica. Estas formas deberán estar documentadas por el sistema de garantía.
- 6. Mecanismos para verificar que los productores cumplen con las normas establecidas,** facilitan la capacidad de participación, organización y permiten un proceso de aprendizaje para todos los interesados.

7. Mecanismos de apoyo a los productores para cultivar productos ecológicos y ser reconocidos como productores ecológicos, para incluir asesores de campo, boletines, visitas a fincas, información en línea, etc.

8. Sellos o etiquetas que proporcionan evidencia del estatus ecológico.

9. Consecuencias claras y previamente definidas para los productores que no cumplen con las reglas y acuerdos. Registros de las mismas y en su caso registradas en una base de datos o hechas públicas de alguna manera.

Algunos sistemas participativos de garantía incluyen desde declaraciones juradas de los productores, uso de sellos de organizaciones de productores/o de consumidores o de ONG's (p.e. Keystone, Ecovida, etc), otros ofrecen la garantía del nombre de una tienda, supermercado, y algunos otros se someten a procesos de revisión con normas orgánicas muy estrictas, que incluyen, por ejemplo, con más detalles las normas sociales (Gómez, 2007; Meirelles, 2003; IFOAM, 2007; Renner, 2008).

La certificación participativa está sumamente vinculada con estilos de mercado alternativos en mercados locales, ventas en granjas, cooperativas de productores y consumidores, como la denominada agricultura de responsabilidad compartida o apoyada por la comunidad (*Community Supported Agriculture -CSA's-*), distribución de despensas a domicilio, entre otros (Renner, 2008; IFOAM, 2007; Nelson, *et. al.*, 2008).

EXPERIENCIAS DE CERTIFICACIÓN PARTICIPATIVA EN MÉXICO

En nuestro país, en varios de los mercados que integran la Red Mexicana de Tianguis y Mercados Orgánicos² han comenzado a instrumentar la certificación participativa. En el Tianguis Orgánico Chapingo la certificación orgánica participativa se instrumenta de la siguiente manera (Ver Esquema 2):

- 1) El productor llena un cuestionario inicial³ que es verificado en una reunión del Comité de Certificación Participativa que integran 5 miembros, incluyendo a consumidores, productores e investigadores. Si la verificación del cuestionario indican que el productor se apega a los Lineamientos para la Producción Agropecuaria Orgánica de México se establece la fecha para la visita de acompañamiento o inspección por el Comité de Certificación Participativa. Esta parte de revisión del cuestionario ayuda a que los miembros del comité conozcan mejor las normas orgánicas y tengan tiempo de estudiarlas antes de la visita.
- 2) Se realiza la inspección participativa de forma colectiva integrando a todos los miembros del comité. Durante la visita se realiza el recorrido a la unidad de producción y sus colindancias, se precisa información acerca del historial de cultivos, las prácticas realizadas, los métodos de elaboración de los productos procesados, y los principales problemas que enfrenta el productor en el manejo orgánico de su parcela/granja; a su vez se intercambian comentarios sobre como es posible mejorar

² Ver www.tianguisorganicos.org.mx

³ Se cuenta con un formato para los productos agrícolas, uno para los productos procesados y otro para los productos pecuarios.

las prácticas de producción observadas. Para esta parte del proceso se han desarrollado formatos para documentar la inspección, los cuales son menos extensos que los que se usan en una agencia certificadora, pero que contemplan la detección de todos los puntos de control orgánicos, tales como la procedencia de la semilla, los abonos aplicados, las áreas de amortiguamiento, la procedencia de los insumos e ingredientes, la mezcla de productos, entre otros. Este reporte es completado por todos los miembros del comité de forma individual.

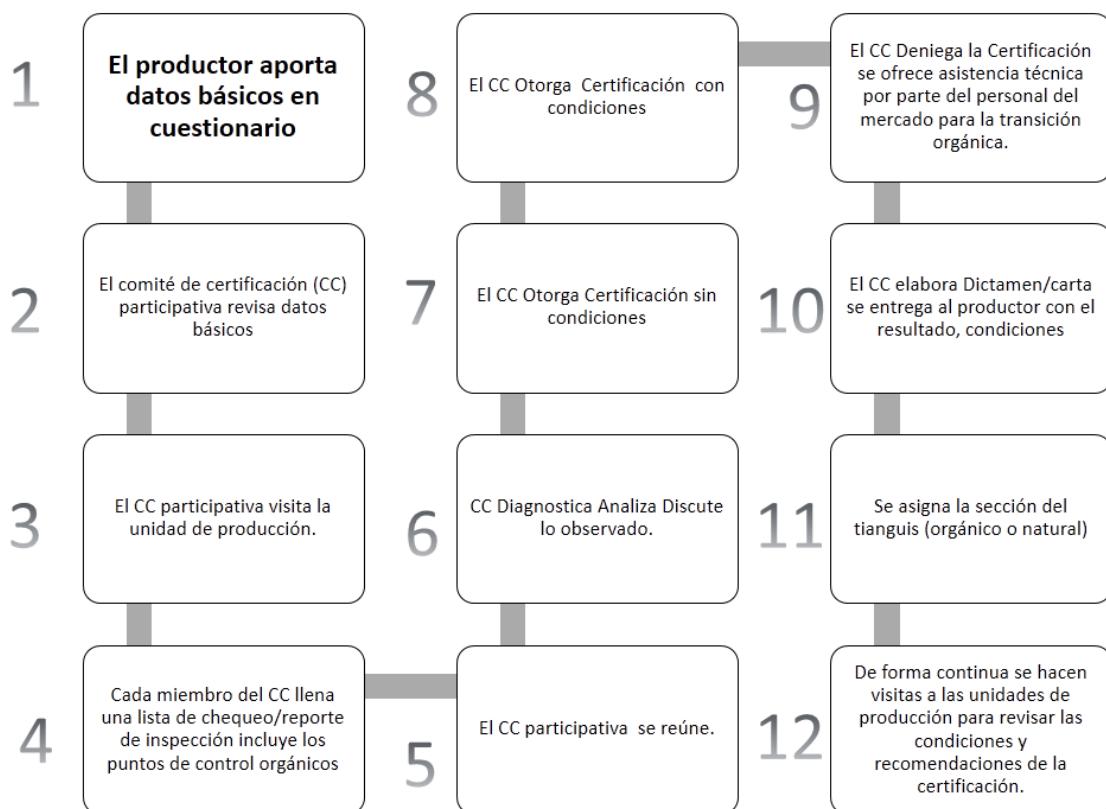


Foto 6. Comité de certificación participativa del Tianguis Orgánico Chapingo evaluando el “Módulo Jurásico” del Centro de Capacitación en Tecnologías Agroecológicas del Depto. de Agroecología

- 3) Se programa una reunión del comité de certificación participativa, en la cual se observan las evidencias gráficas y documentales, se aclaran las dudas de todos los participantes del comité, se revisan nuevamente las normas orgánicas para saber si las prácticas e insumos empleados por el productor corresponden a éstas y que no existe ninguna violación. En esta reunión decide el comité: a) sí se concede la certificación sin requisitos, b) sí se concede la certificación con requisitos, ó c) sí se niega la certificación por presentar incumplimientos a las normas; así como recomendaciones adicionales (aspectos no contemplados en las normas, pero deseables de cumplir de acuerdo a las políticas del tianguis orgánico, p.e. la inocuidad de los alimentos). A su vez, si la certificación fue concedida el comité asigna la sección donde se ubicará el productor (sección “orgánica” o “natural”). Los miembros del comité entregan sus listas de chequeo/reportes a un secretario del tianguis (coordinador) para sean parte de la constancia documental del proceso de certificación y se elabore un dictamen, el cual se entrega al productor, explicándole las condiciones y recomendaciones que fueron realizadas por el comité. Si el productor obtiene un dictamen positivo puede vender su producto en el tianguis. En el caso de una certificación negativa, el área técnica del tianguis le ofrece al productor asesoría técnica y se le invita a participar en los talleres semanales del mercado, que le permitan llevar a cabo la transición y conocer las normas orgánicas.

Durante el proceso de certificación participativa se hace hincapié en los procesos de educación y capacitación, a fin de lograr niveles óptimos de conocimiento sobre las normas y las prácticas orgánicas de los consumidores, productores e investigadores miembros del comité; poco a poco el nivel de conocimiento se va mejorando, haciendo que esto se refleje no sólo en una mejor revisión de los productores que solicitan su ingreso al tianguis, sino al interior de todas las unidades de producción que participan en el mercado, pues se conocen otras formas de producción y de la aplicación de las normas; así la certificación no es el fin *per se*, sino un medio para mejorar los procesos orgánicos de producción. Adicionalmente los productores abren las puertas de sus granjas a los consumidores del tianguis y la información de los cuestionarios y dictámenes están disponibles a todos los interesados; además de que los agricultores deben cumplir con el reglamento interno del tianguis, el cual es consensuado entre todos los miembros. Este proceso permite un mayor conocimiento de las normas, el involucramiento y participación de los consumidores y productores, lo que crea un ambiente de confianza y sobretodo un proceso de apropiación de la producción orgánica (Gómez, et. al., 2007).

Figura 2. Proceso de Certificación Participativa en el Tianguis Orgánico Chapingo



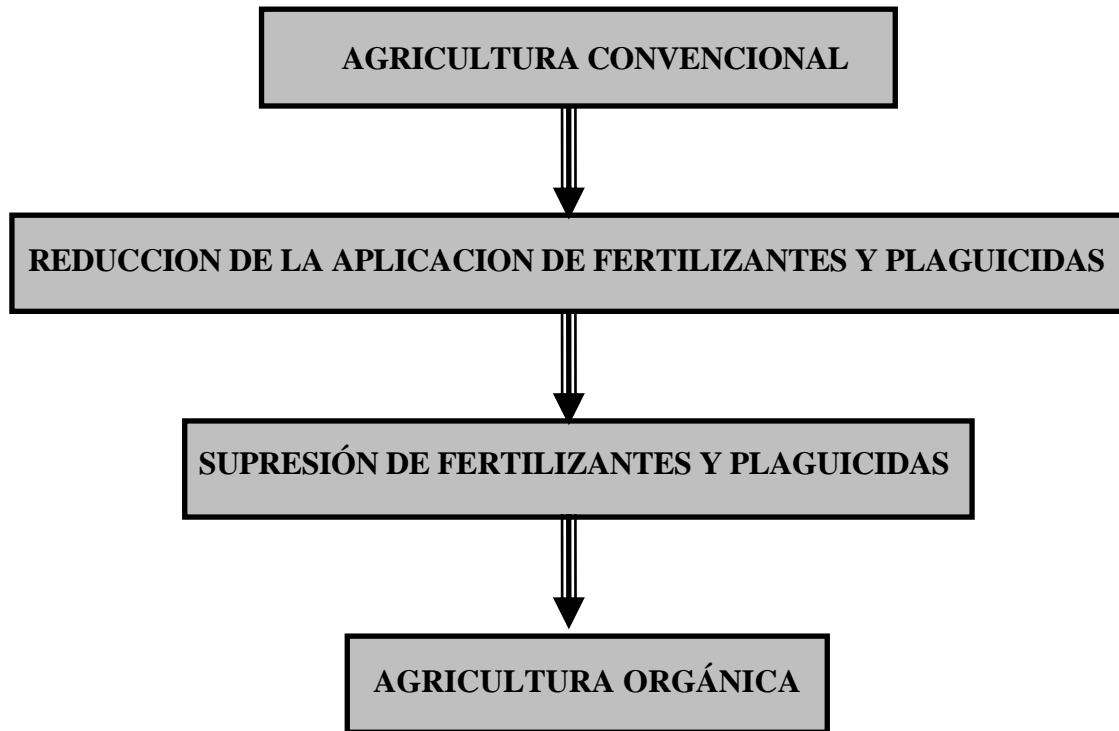
Fuente: Elaboración propia, 2016.

LA TRANSICIÓN A LA AGRICULTURA ORGÁNICA

La transición se define como el tiempo que transcurre entre el cambio del sistema de cultivo inicial (agricultura convencional, agricultura tradicional, etc) y el momento en que el sistema de producción es certificado como orgánico.

Se tienen dos tipos de conversión a la agricultura orgánica; la conversión horizontal en donde se da un aumento gradual del área de cultivo por el sistema natural; y la conversión vertical en donde se van reduciendo poco a poco en toda la parcela los insumos contaminantes, así primero se disminuye el uso de fertilizantes y plaguicidas y posteriormente se suprimen, hasta lograr un sistema totalmente orgánico (Ver esquema 3). En esta última el proceso de certificación puede iniciarse hasta que se dejan de utilizar productos de síntesis química.

Figura 3. Conversión Vertical en la Agricultura Orgánica



III. LA IMPORTANCIA DE LA AGRICULTURA ORGÁNICA EN MÉXICO Y EL MUNDO

En este apartado se abordan las bondades ambientales, económicas y sociales que brinda la agricultura orgánica y que justifica su promoción; la situación que guarda este tipo agricultura a nivel mundial, su crecimiento en superficie y el desarrollo de su mercado; y el panorama nacional en términos de cultivos, tipos de productores involucrados, mercado de destino, entre otros.

BONDADES DE LA PRODUCCIÓN ORGÁNICA

A nivel mundial la agricultura es responsable por el 13% de los gases de efecto invernadero, consume el 70% del agua dulce disponible, y anualmente se le atribuyen de 3-5 millones de envenenamientos por pesticidas, con un total de 40 mil muertes al año (UNEP, 2011).

La Evaluación Internacional del Conocimiento, la Ciencia y Tecnología Agrícolas para el Desarrollo (IAASTD) realizada por 400 expertos internacionales con el consenso de 58 países (Méjico no participó) en 2008 concluyó que, el énfasis en el aumento de los rendimientos y un mayor uso de energía fósil en la agricultura ha traído consecuencias negativas para el ambiente, cada año 2 mil millones de hectáreas y 1,600 millones de personas son afectadas por la degradación de suelos en el planeta; la agricultura es responsable del 60% de las emisiones de metano y 50% de óxido nitroso (gases de invernadero) y se tiene eutroficación como consecuencia del uso indiscriminado de fertilizantes nitrogenados en más de 140 zonas marinas, lo que ya no permite el crecimiento de vida acuática, por lo tanto se ha afectado substancialmente la actividad de la pesca. Adicionalmente, la agricultura es la causa más importante de pérdida de biodiversidad en el planeta. Ante estos hechos este grupo de expertos recomendó aprovechar el aspecto multifuncional de la agricultura, producir alimentos con sustentabilidad ambiental, social y económica; por lo que los retos actuales y futuros requieren de aplicaciones integradoras e innovadoras del conocimiento agrícola (formal, tradicional y comunitario) y de nuevos enfoques para el manejo de los recursos naturales (McIntyre, *et al.* 2009).

La agricultura convencional presenta numerosos problemas ambientales, entre los que se pueden citar: (a) erosión y pérdida de la fertilidad del suelo; (b) agotamiento de las reservas de nutrientes; (c) contaminación de los mantos acuíferos (principalmente con nitratos); (d) contaminación de aguas superficiales con residuos de plaguicidas y fertilizantes; (e) eutroficación de los cuerpos de agua; (f) acidificación y salinización de los suelos; (g) mayor incidencia de plagas y enfermedades atribuible a que se utilizan cada vez más mayor cantidad de plaguicidas, y se elimina a los enemigos naturales de las plagas y éstas adquieren mayor resistencia; (h) pérdida de la biodiversidad; (i) destrucción de la capa de ozono; y (j) contribución al calentamiento del planeta y al cambio climático (Altieri y Nicholls, 2006). La agricultura convencional es insostenible a largo plazo, no tiene el potencial para producir alimentos en el futuro, está erosionando las condiciones y recursos que la hacen posible (Gliessman, 2002).

En contraparte, la agricultura orgánica minimiza todas las formas de contaminación que puedan ser producidas por las prácticas agrícolas; fomenta e intensifica los ciclos biológicos

y biogeoquímicos, dentro del sistema agrícola; protege y restaura los procesos ecosistémicos que garantizan la fertilidad natural del suelo, y la sostenibilidad y permanencia del mismo; mantiene e incrementa la fertilidad de los suelos, emplea en la medida de lo posible los recursos renovables en los sistemas agropecuarios; mantiene la diversidad genética de los agroecosistemas y su entorno, incluyendo la protección de los hábitats de plantas y animales silvestres (IFOAM, 2008).

La agricultura orgánica representa una forma amigable de producción en armonía con la naturaleza y con la conservación de los recursos naturales. Este elemento también ha permitido que la adopción a esta nueva forma de hacer agricultura sea más fácil por los productores indígenas mexicanos, quienes tienen como parte de su sistema de creencias (cosmovisión) la protección a la *Madre Naturaleza o Madre Tierra*.

La agricultura orgánica juega un papel relevante como una estrategia de adaptación y mitigación al cambio climático, debido a su menor uso de combustibles fósiles, mayor eficiencia en el manejo del agua, resiliencia hacia eventos climáticos extremos y por el bajo riesgo de perdida total de los cultivos (IFOAM-IFOAM EU GROUP, 2009).

El Panel Intergubernamental en Cambio Climático (IPCC) estima que la agricultura tiene el potencial de mitigar de 5.5 a 6 gigatoneladas de CO₂/año, para el 2030; el 89% podría provenir del carbón secuestrado en los suelos a través de la materia orgánica (humus), aspecto que puede ser realizado a través de técnicas orgánicas y agroecológicas (De Schutter, 2010). Otros autores estiman que con la agricultura orgánica se puede fijar en el suelo de 200-2000 kg (dependiendo del tipo de prácticas usadas, tipos de suelo, etc) de carbono por hectárea más que en la agricultura convencional a través del uso de diferentes técnicas orgánicas (IFOAM-IFOAM EU GROUP, 2009).

Existen cada vez más evidencias de que la agricultura alternativa, con el uso de prácticas amigables con el ambiente no solamente logra producir alimentos sin afectar los recursos base (que en el futuro permitirán que se continúe la producción), sino que en distintos espacios, incluso ha demostrado mayor producción. Pretty, *et. al.*, (2006) analizaron 286 proyectos con prácticas ecológicas, Y encontraron que en un total de 12.6 millones de granjas en 57 países en desarrollo existió un incremento de 79% en los rendimientos.

Badgley, *et. al.* (2007) compararon 293 investigaciones publicadas a nivel mundial sobre rendimientos de la agricultura orgánica contra los convencionales, Y encontraron que de acuerdo a los datos de producción de alimentos de FAO es posible producir suficientes alimentos para los habitantes del planeta (Cuadro 1).

Un estudio del Programa Ambiental de las Naciones Unidas analizó 114 proyectos orgánicos en 24 países del Este de África, reporta rendimientos que superaron a los convencionales en 128% (UNEP-UNCTAD, 2008).

A continuación se destacan algunas bondades que ha estado ofreciendo la agricultura orgánica en México.

La agricultura orgánica mexicana es peculiar con respecto a la de otras naciones, está vinculada con pequeños productores (99.9% del total de productores), en su mayoría organizados en estructuras constituidas jurídicamente (sociedades rurales de producción, cooperativas, unión de ejidos, sociedades de solidaridad social, entre otras).

Cuadro 1. Comparativo de índice de rendimientos de productos orgánicos y convencionales en países en desarrollo y desarrollados. 2007

Área	Mundo			Países desarrollados			Países en desarrollo		
	Categoría	N.	Promedio*	E.	N.	Promedio*	E.	N.	Promedio*
Categoría alimentos									
Cereales	171	1.312	0.06	69	0.928	0.02	102	1.573	0.09
Raíces amiláceas	25	1.686	0.27	14	0.891	0.04	11	2.697	0.46
Azúcares y edulcorantes	2	1.005	0.02	2	1.005	0.02			
Leguminosas	9	1.522	0.55	7	0.816	0.07	2	3.995	1.68
Oleaginosas	15	1.078	0.07	13	0.991	0.05	2	1.645	0.00
Hortalizas	37	1.064	0.10	31	0.876	0.03	6	2.038	0.44
Frutas, excluido.	7	2.080	0.43	2	0.955	0.04	5	2.530	0.46
Vino									
Todos los alimentos de origen vegetal	266	1.325	0.05	138	0.914	0.02	128	1.736	0.09
Carnes	8	0.988	0.03	8	0.988	0.03			
Excluido leche y mantequilla	18	1.434	0.24	13	0.949	0.04	5	2.694	0.57
Huevos	1	1.060		1	1.060				
Todos los alimentos de origen animal	27	1.288	0.16	22	0.968	0.02	5	2.694	0.57
Todos los alimentos de origen vegetal y animal	293	1.321	0.05	160	0.922	0.01	133	1.802	0.09

*Tasa promedio de rendimiento. 1: orgánico=convencional; <1: convencional mayor que orgánico; >1: orgánico mayor que convencional. E. Error estándar. N. Número de casos analizados.

Fuente: Badgley, *et. al.*, 2007.

La mayor parte de la producción se ubica en la región Sur del país, estrechamente ligada a la geografía de la pobreza, biodiversidad y presencia étnica. El 83% de los productores pertenece a alguna de las etnias, a saber: Tobilja, Zoque, Tzeltal, Tzotzil, Chol, Tojolobal, Maya, Chatina, Zapoteca, Mixteca, Mixe, Chontal, Chinanteca, Triqui, Nahua, Totonaca, Mexica, Mazateca, Cuicateca, Mazahua, Popoloca y Maya (ver Cuadro 2).

Cuadro 2. México. Número y grupos étnicos de productores agrícolas orgánicos indígenas, por entidad federativa seleccionada, 2007-2008 (número y %)

Estado	Productores	Productores Indígenas		Grupos étnicos
		Número	(%)	
Chiapas	67,756	63,582	93.82	Tobilja, Zoque, Tzeltal, Tzotzil, Chol, Tojolobal, Maya, Chatino
Oaxaca	36,219	33600	91.10	Zapoteco, Mixteco, Mixe, Chontal, Chatino, Chinanteco, Triqui, Mazateco, Cuicateco.
Tabasco	5,432	2173	40.00	Nahua
Veracruz	3,587	774	21.60	Nahua y Totonaca
Guerrero	1,747	646	37.00	Nahua y Mexica
Puebla	2,283	2208	96.70	Nahua y Totonaca
Otros	8,007	504	6.30	Mazahua, Popoloca y Maya
Total	125,031	103,487	82.77	

Fuente: Gómez Cruz, *et. al.*, 2010

La incorporación de la mujer en los diferentes ámbitos de la economía mexicana ha aumentado considerablemente en los últimos años. La producción orgánica, no es la excepción, actualmente el 34.6% de los productores son mujeres, que además de ser responsables de las tareas del hogar están a cargo del manejo de la unidad de producción.



Foto 7. Cafeticultor orgánico de la Cooperativa Tosepan Titataniske en Cuetzalan, Puebla

En café orgánico en la mayoría de las unidades de producción certificadas se identifica la presencia de personas de la tercera edad y mujeres campesinas e indígenas. Su participación

no es marginal, dado que en un número importante de casos las mujeres han tomado el mando en el manejo de las parcelas orgánicas; esto es relevante en el medio rural donde las tradiciones, los patrones culturales y las relaciones de poder que se generan al interior de las familias y las comunidades, hacen que las mujeres se encuentren al margen de la toma de decisiones. En la actualidad son socias de organizaciones y tomadoras de decisiones en muchas de las organizaciones sociales de pequeños productores. Su participación es cada vez más relevante no sólo por el número, sino por el papel que desempeñan en sus organizaciones, muchas de ellas integran los comités directivos.

Desde 2002 en un estudio que realizó el FIDA a productores orgánicos en América Latina, se documentaba que la agricultura orgánica se relaciona con la disminución de la pobreza, dado que esta agricultura les permite a los agricultores autoabastecerse de alimentos, además de que venden sus productos con un precio *premium* (FIDA, 2002). Es una alternativa que permite generar un mayor número de empleos. Para 2012 se estimó una generación de 245 mil empleos directos producto de la agricultura orgánica mexicana.

Otras ventaja de la agricultura orgánica mexicana es que se trata de un sector dinámico, crece en superficie a en promedio 20%; en 1996 se contabilizaron 21,265 ha, en el 2000 se tenían 102,802ha, y en el 2008 se alcanzó la cifra de 378,693ha; en 2012 eran 512 mil ha y en 2016 más de 600 mil ha.

LA AGRICULTURA ORGÁNICA EN EL MUNDO

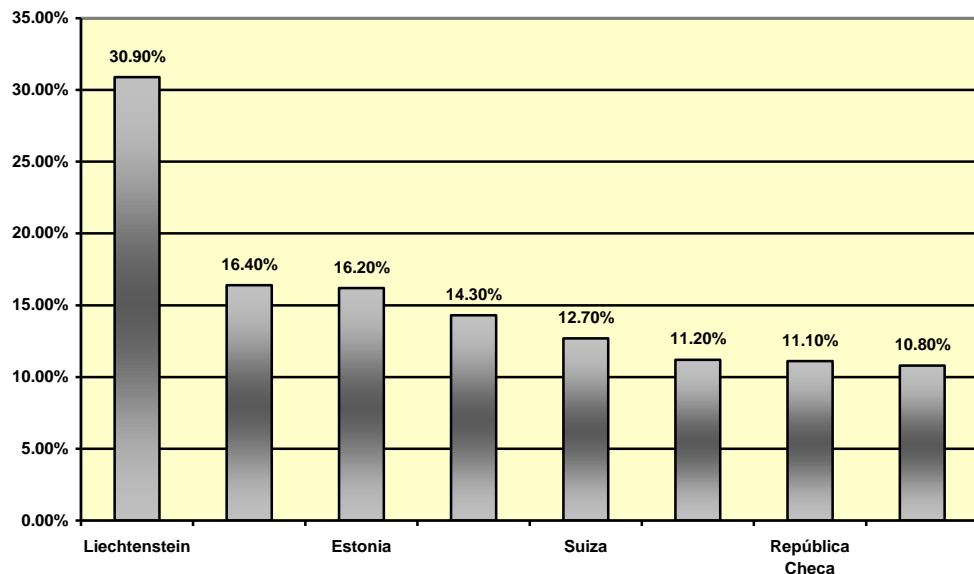
La agricultura orgánica ha adquirido cada vez mayor importancia dentro del sistema agroalimentario de más de 160 países; para el año 2009 existían 66.8 millones de hectáreas, de las cuales 35 millones de hectáreas corresponden a superficie agrícola orgánica, 31.1 millones de ha de áreas en recolección y de pecoreo (miel), 0.4 millones de hectáreas de acuacultura ecológica y 0.3 millones de área no agrícola (Willer y Kilcher, 2010). Para el 2015 la superficie orgánica incluyendo el área no agrícola se ha incrementado a 81.3 millones de ha; triplicándose la superficie desde 1999 que se inició con el registro de datos en IFOAM. De este total 43.7 millones de ha son áreas de cultivo y 37.6 millones de ha son áreas de recolección y de pecoreo (miel). Entre los países con mayor desarrollo en superficie destacan Australia con 17.2 millones de ha, Argentina con 3.2 millones de ha y Estados Unidos con 2.2 millones de ha. México ocupa el séptimo lugar con 600 mil hectáreas (FiBL-IFOAM, 2016).

Entre los países que han convertido una mayor proporción de su tierra agrícola a la producción orgánica sobresalen diez que ya superan el 10% del total de su superficie; a saber: (1) las Islas Malvinas con casi 36.3%; (2) Liechtenstein con 30.9%; (3) Austria con 19.4%; (4) Suecia con 16.4.1%; (5) Estonia con 16.2%; (6) Samoa con 14.3%; (7) Suiza con 12.7%; (8) Latvia con 11.2%; (9) República Checa con 11.1%; e (10) Italia con 10.8% (FiBL-IFOAM, 2016). Figura 4. México se ubica en los primeros cuarenta lugares con el 2.42%.

En términos del número de productores, A nivel mundial hay más de 1.9 millones. México ocupa el tercer lugar a nivel mundial con casi 169 mil agricultores (en 2016) que practican la

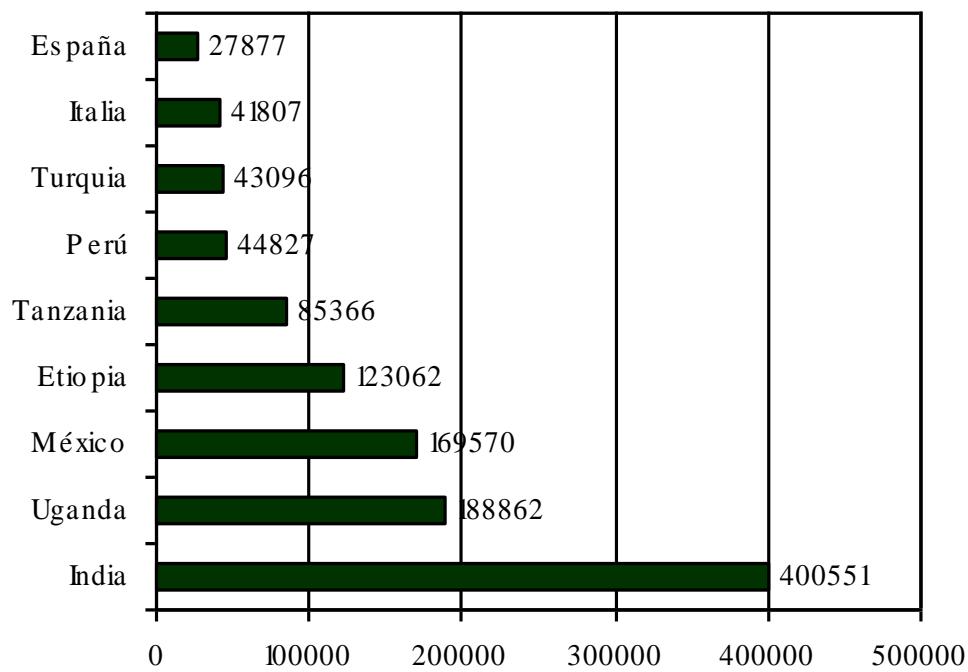
agricultura orgánica, después de la India que cuenta con 400,551 productores y Uganda con casi 188,625 mil (Figura 5). En cuarto lugar está Etiopía, y en quinto Tanzania (FiBL-IFOAM, 2012).

Figura 4. Países con mayor porcentaje de área orgánica con respecto a su superficie convencional, 2015 (%).



Fuente: FiBL-IFOAM, 2016.

Figura 5. Principales Países por Número de Productores Orgánicos en el Mundo, 2012



Fuente: FiBL-IFOAM, 2012.

El valor del mercado mundial de la agricultura orgánica en 2014 alcanzó los 80 mil millones de dólares, mostrando un crecimiento considerable pues en el año 2000 las ventas abarcaron 17.9 billones de dólares. Los Estados Unidos ocupan el primer lugar con 35.9 miles de millones de dólares; en segundo lugar Alemania con 10.5 y en tercer lugar Francia con 6.8 (FiBL-IFOAM, 2016).

En Europa central se encuentran los países que tienen un mayor gasto per cápita en alimentos orgánicos, estando Suiza con 221 Euros a la cabeza, Luxemburgo con 164 Euros, Dinamarca con 162 Euros; Liechtenstein con 130 Euros, Austria con 127 Euros y Alemania con 97 Euros. Los Estados Unidos tienen el mayor monto en ventas en productos orgánicos, pero de forma per cápita gastan 97 euros, ubicándose en el lugar número 8 a nivel mundial (FiBL-IFOAM, 2016).



Foto 8 y Foto 9. Supermercado de productos orgánicos en Bonn, Alemania

Fotos: Rita Schwentesius

LA SITUACIÓN DE LA AGRICULTURA ORGÁNICA EN MÉXICO

A diferencia de los otros sectores agropecuarios del país, el sector orgánico ha crecido en medio de la crisis agroalimentaria. La superficie orgánica, el número de productores, las divisas generadas y el número de empleos presentan un dinamismo anual superior al 20% a partir de 1996 (Cuadro 3).

La agricultura orgánica constituye una actividad económica importante en la generación de empleo y divisas. Su adopción requiere en promedio 30% más de mano de obra por hectárea con respecto a la producción convencional, contribuyendo de esta forma, a la creación de alrededor de 172,000 empleos directos. México es líder mundial en la producción de café orgánico y sus características agroecológicas le dan ventaja comparativa también en la producción de hortalizas de invierno y frutas tropicales, cuyo mercado se ha orientado fundamentalmente al comercio internacional, creando una fuente importante de divisas.

A nivel nacional se ubican más de 650 unidades orgánicas de producción (considerando a las organizaciones de productores como una unidad de producción). La actividad dominante dentro de la producción orgánica se refiere a la producción agrícola orgánica, puesto que en ésta se concentra el 91.6% de las unidades y 97.2% de los productores (Cuadro 4).

Cuadro 3. Evolución de la agricultura orgánica en México, 1996-2016.

	1996	1998	2000	2004/05	2007/08	2012	2016	Tasa de crecimiento
Superficie (ha)	21,265	54,457	102,802	307,692	378,693	512,246	600,000	22.00
Número de productores	13,176	27,914	33,587	83,174	128,862	169,570		17.31
Empleos directos	13,785	32,270	60,918	150,914	172,293	245,000		19.70
Divisas (US\$1,000)	34,293	72,000	139,404	270,503	394,149	600,000		19.59

Fuente: Elaboración propia con base al trabajo de campo, CIIIDRI, y estimaciones basadas en los datos proporcionados por las agencias certificadoras, 2016.

El crecimiento de la agricultura orgánica se concentra en los estados de Chiapas y Oaxaca, que son las entidades más pobres de país, con los Índices de Desarrollo Humano más bajos. Asimismo, México está dentro de las 12 naciones catalogadas como “megadiversas” del mundo, así, Chiapas, Oaxaca y Veracruz concentran alrededor de 70% de la biodiversidad del país.

La distribución de la superficie orgánica por entidades es de 32% en Chiapas, 17% de Oaxaca, 13% en Michoacán, 8% en Querétaro, 4.6% en Tabasco, 4.9% en Guerrero, 4% en Veracruz, 3.7% en Sinaloa y el resto en las demás entidades (Gómez *et. al.*, 2010).

Cuadro 4. México. Importancia económica de la producción orgánica por sector, 2008

Sector	Superficie	Productores (número)	Empleo Directos	Divisas generadas (US\$ 1,000)
Agricultura	326,436.5	125,031	167,566	390,603
Recolección	46,208	43	43	s/d
Ganadería	6,049	47	38	No exporta
Apicultura	37,455 colmenas	3,741	4646	3,546
Total	378,693.7	128,862	172,293	394,149

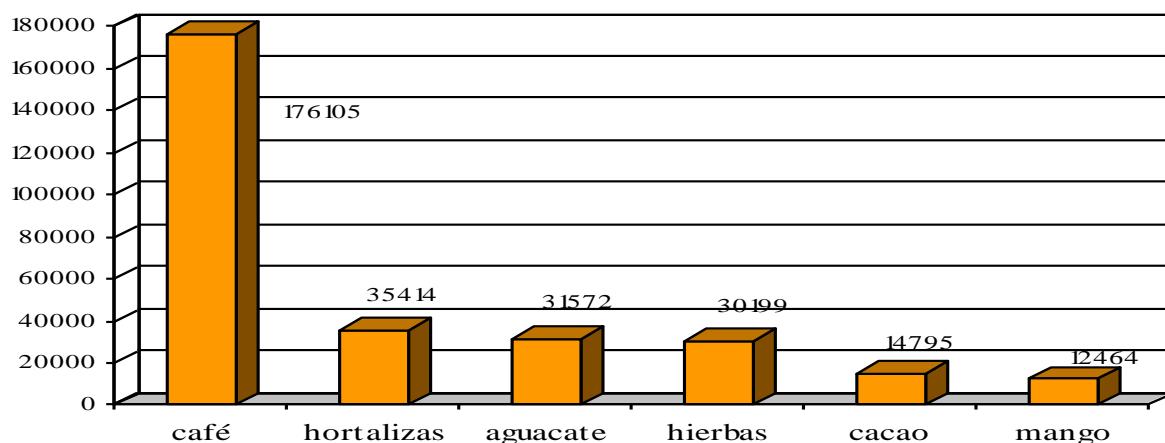
Fuente: Gómez Cruz, *et. al.*, 2010.

Mientras en 1996 se cultivaban de manera orgánica alrededor de 30 cultivos o grupos de cultivos en asociación, para 2008 ese número se incrementó a 67. Sin embargo, son 15 los cultivos que concentran el 97.3% de la superficie reportada con producción orgánica. Lo anterior implica, que aún cuando se presenta una tendencia hacia la diversificación de la producción orgánica como resultado de los esfuerzos de los productores por ampliar la oferta de productos (bambú, ajo, nim, cacahuate, chabacano y jiotilla, son cultivos que se incorporaron a la producción orgánica en los últimos tres años), continua sobresaliendo la concentración de la superficie destinada a la producción de café (46.5% de la superficie orgánica nacional). Otros cultivos de importancia son las hortalizas con 9.3%, el aguacate con el 8.3%, las hierbas con el 8%, el cacao con el 3.9% y el mango con el 3.3% de la superficie orgánica nacional (Figura 6).

La ganadería está aún en una fase incipiente, se tienen únicamente 47 unidades de producción en todo el país. Veracruz y Tabasco son los principales estados productores, principalmente con carne de res, mientras que en menor cantidad aparece la producción de leche y otros tipos de ganado (borregos, pollo, etc). Ver Cuadro 5.

La apicultura ha mostrado un comportamiento más prometedor con 23 unidades de producción, en su mayoría organizaciones sociales de productores en Quintana Roo y Oaxaca, sumando más de 3,700 productores y más de 37 mil colmenas, con una producción de 1,326 toneladas, donde cerca del 60% se exporta principalmente al mercado europeo con un valor de 3.5 millones de dólares (Gómez *et. al.*, 2010).

Figura 6. México. Superficie de los principales cultivos orgánicos, 2008 (ha)



Fuente: Gómez Cruz, *et. al.*, 2010.

Cuadro 5. México: Superficie de producción pecuaria orgánica por especie, 2004-2008 (hectáreas y %)

Especie	Superficie			
	2004/05		2007/08	
	Hectáreas	(%)	Hectáreas	(%)
Bovinos de carne	9,122.20	60.00	5,796.80	95.83
Bovinos de carne y leche	771.60	5.10	128.00	2.12
Ovinos	482.00	3.20	n.d.	n.d.
Otros	353.00	2.30	60.00	0.99
Total Nacional	10,728.80	100.00	6,049.00	100.00

Fuente: Gómez Cruz, *et. al.*, 2010

Entre 2010 y 2016 se han presentado cambios importantes en la estructura de producción orgánica nacional; por un lado la producción de café orgánico se ha disminuido por la presencia de la roya del café lo que ha obligado principalmente a las organizaciones de pequeños productores a buscar alternativas ecológicas para su manejo (preparados minerales,

mayor abonamiento de las plantaciones, mejora de las actividades culturales en los cafetales, entre otras); por otro lado se ha incrementado la superficie orgánica de aguacate, frutos rojos (fresa, zarzamora, frambuesa, etc), hortalizas y hierbas, jarabe de agave, mango y cítricos. Éstos últimos a raíz de la presencia del HLB en Brasil por lo que parte esta demanda ahora se cubre en México.



Foto 10. Naranja orgánica asociada con leguminosas como abono verde. Papantla, Veracruz

Mercado de los productos orgánicos

El 80% de los productos orgánicos se canalizan al mercado de exportación, donde existen dos tipos de mercado: el mercado orgánico tradicional y el Mercado Justo (Fair trade). En el primero, la empresa comercializadora, importador o “broker” negocia con la organización o la empresa de producción orgánica a través de una forma particular de comercialización, en la que se fija un precio con base en alguna bolsa internacional o alguna tarifa establecida que corresponda al precio del producto en el mercado convencional; a este precio se le suma un incremento, de lo que resulta el precio *premium* o sobreprecio. En el Cuadro 6 se enlistan los principales países destino de los productos orgánicos mexicanos.

Cuadro 6. México: Destino de la producción orgánica exportada, 2016

Producto	Países
Aguacate	Canadá, Estados Unidos, Inglaterra, Suiza Japón, China, Corea y otros países de Asia
Café	Estados Unidos, Alemania, Dinamarca, Francia, Holanda, Inglaterra, Italia, Suiza, Canadá, Japón, entre otros.
Frutos rojos	USA, Canadá, China y otros países de Asia.
Frutas	Alemania, Francia, Holanda, Inglaterra, Suiza, Estados Unidos y Canadá.
Hortalizas	Alemania, Francia y Estados Unidos
Jugo de Naranja	Suiza, Estados Unidos, Canadá, Alemania

Fuente: Elaboración propia, 2016

En el Mercado Justo (*fair trade*) se busca apoyar a los productores de escasos recursos (principalmente productores organizados) de los países en desarrollo pagando el precio justo por sus productos, o sea considerando el costo de producción real que en general está por arriba del precio que corre en el mercado convencional, un premio social (dinero que debe destinarse a actividades de carácter social en beneficio para toda la organización y que se decide en asamblea), más un precio *premium*, por tratarse de un producto orgánico (en este mercado también se comercializan productos no orgánicos). A este tipo de mercado se canalizan productos como café, cacao, plátano, caña de azúcar, jugo de naranja, té, miel, arroz, ajonjolí, nueces, frutas frescas, deshidratadas y jugos, hortalizas, flores, vino tinto, entre otros. Las organizaciones sociales que deseen comercializar sus productos en este mercado deben buscar su inserción y certificación en FLO (Fair Trade Labelling Organizations). Para el 2015 se contaba con 1.65 millones de productores y trabajadores del Sur involucrados en el Comercio Justo, 1223 organizaciones de pequeños productores; a su vez se generan 7.3 mil millones de Euros en Ventas y se calcula que a los productores llegan por concepto de premio social 138 millones de euros (Fair Trade Internacional, 2016).

A su vez recientemente han surgido otras iniciativas interesantes de comercio justo, como la del Símbolo de Pequeños Productores. Esta iniciativa fue creada en 2006. Es un sello 100% propiedad de pequeños productores organizados, sólo se certifica a Organizaciones de Pequeños Productores; los criterios, precios y funcionamiento son decididos por sus miembros. Para 2016 se contaba con 83 cooperativas certificadas bajo este esquema, 93 mil familias de productores beneficiados con 22 comercializadores internacionales registrados. Entre los productos que se canalizan a este mercado, tanto en categoría orgánica como convencional se tienen café, caña de azúcar, plátano, papa, quinua, miel, cacahuate, entre otros.⁴



Foto 11 y Foto 12. Miel y café orgánicos y de comercio justo comercializados por GEPA en el mercado alemán

Los productores orgánicos han tomado mayores ventajas incursionando en el Comercio Justo, pues los consumidores prefieren un producto orgánico que además es comercializado

⁴ www.spp.com

de manera justa, dado a que saben que al mismo tiempo que están ayudando a un grupo de pequeños productores también están protegiendo su salud y el ambiente.

Mercado interno

El mercado interno de los productos orgánicos se encuentra en una etapa incipiente porque menos del 10% de la producción se vende como tal en el país (alrededor del 10% de la producción orgánica se comercializa como convencional). No obstante, a diferencia de hace 10 años, hay un mayor número de iniciativas de comercialización a través de varios canales.

Un canal de venta interesante son los tianguis y mercados orgánicos que ya suman 35 (Mercado Alternativo Tlaxcala en Tlaxcala y Apizaco; el Mercado Orgánico Xochimilco y la Expo Venta de Productos Orgánicos y Naturales “El Pochote” en Oaxaca; el Tianguis Orgánico Chapingo en el Edo. de México; El Tianguis del Círculo de Producción y Consumo Responsable en Guadalajara, Jal; el Tianguis Orgánico en San Miguel de Allende, Gto; el mercado orgánico Macuilli Teotzin en San Luis Potosí, etc⁵) y 10 iniciativas en proceso de conformación. Estos mercados locales tienen ventajas muy importantes, pues se ofrecen alimentos sanos a precios justos para ambos eslabones de la cadena al excluir o minimizar el intermediarismo; conectan a la población de la ciudad con el campo; crean conciencia ecológica y social de la importancia de consumir y producir en forma responsable; promueven el consumo regional de los productos orgánicos; sensibilizan al consumidor sobre temas agrícolas, ambientales y sociales; favorecen un menor impacto ecológico a través del ahorro en transporte, empaque y distribución de los productos; y ofrecen espacios para la convivencia y actividades culturales (música, teatro, talleres, etcétera).



Foto 13. Tianguis Orgánico Chapingo en el Pueblo Cooperativo; Chapingo, Edo. de México

La oferta nacional de alimentos orgánicos también se comercializa a través de varios supermercados, las tiendas especializadas y naturistas, como por ejemplo, las tiendas de *La Granja Orgánica* y *The Green Corner*; además de restaurantes, cafeterías y hoteles. Algunos productos también están incursionando en los supermercados.

⁵ Ver www.tianguisorganicos.org.mx

IV. LA PRODUCCIÓN DE ABONOS ORGÁNICOS PARA NUTRICIÓN DEL SUELO Y LAS PLANTAS

En la agricultura orgánica el recurso más importante es el suelo, por lo que se requiere realizar incorporaciones continuas de materia orgánica para mantenerlo vivo y sano. Entre las prácticas utilizadas para el abonado se tienen principalmente el uso de compostas, lombricompostas, bocashis, bioles, abonos verdes, microorganismos benéficos y harinas de roca.

COMPOSTA O ABONERA

La composta o abonera es una técnica de transformación de residuos por la acción de microorganismos que consta de dos etapas: física o de desintegración y la química o de descomposición. El producto final es un abono orgánico de color oscuro, rico en nutrientes, microorganismos y disponible para su uso. La función de las compostas es proporcionar humus al suelo, el cual retiene los nutrientes evitando su lixiviación (Ruiz, 1993).

- a) Para la elaboración de la composta o abonera de tipo artesanal, en primera instancia, se elige un lugar de 1.5mt por 1.5mt, de preferencia en zonas planas, cerca de donde se va aplicar el abono y de una fuente segura de agua.
- b) Se marcan las 4 esquinas donde estará la composta con ayuda de 4 estacas. Se remueve el suelo con un bieldo o una pala de 5 a 10 cm de profundidad.
- c) Se colocan ramas y tallos pequeños entrelazados en la parte baja de la composta.
- d) En la primera capa (de 30 cm) se colocan pajas o materiales secos que pueden ser rastrojos de maíz, frijol, trigo, pasto o algún otro material seco que se encuentre en la región.
- e) La segunda capa (15 -25 cm) es de materiales verdes que se encuentren en la zona, por ejemplo, arvenses recién cortadas o alguna leguminosa en verde, para incrementar el nitrógeno.
- f) La tercera capa (5 cm-8 cm) es de estiércol (cualquier tipo) y si se tiene algo de tierra fértil se coloca 1cm encima.



Foto 14. Riego de la composta durante su elaboración, el cual debe alcanzar un 60% de humedad

- g) Después de estas tres capas, se riega toda la pila, de tal forma que el agua llegue a todo el material.
- h) Posteriormente, se repite el orden de las capas, hasta alcanzar una altura de 1.5 mts.



Foto 15. La altura de la composta debe alcanzar entre 1.2 y 1.5 mts para asegurar altas temperaturas y una buena desintegración de los materiales

- i) La última capa, debe cubrirse con tierra y después con costales, paja o algún plástico para evitar la pérdida del material por el agua o el viento.



Foto 16. Al voltear la composta las capas se mezclan, los materiales de las orillas deben quedar al centro para favorecer su descomposición

- j) La composta debe voltearse cada 15 días, completando 5 volteos. Al momento de voltear las capas éstas se revuelven y los materiales más secos y menos descompuestos ubicados en las

afuera de la pila se deben poner al centro. En cada volteo es necesario aplicar agua (60% de humedad). La composta alcanzará temperaturas superiores a los 60°C.

Sí se tiene disponibilidad de microorganismos de montaña, se sugiere aplicarlos al 5 % en el agua de riego (5 litros por cada 100 litros de agua) cuando se lleve a cabo el segundo volteo (al mes de elaborada) para incrementar la cantidad de microorganismos para mejorar el proceso de descomposición de los materiales.

En una composta se presentan 4 etapas (Lapmkin, 1998), a saber, mesófila (mayor predominancia de hongos y un pH bajo), termófila (altas temperaturas creadas por la presencia masiva de bacterias e incremento de pH); de enfriamiento (reducción de las temperaturas); y de maduración (formación de ácidos húmicos y fúlvicos y colonización por organismos mayores como lombrices, ciempiés, milpies, colémbolos, etc).

Entre los criterios de calidad para asegurar producir una buena composta están: que contenga al menos 1% de N, mínimo 25% de materia orgánica, máximo 40% de humedad, una relación Carbono-Nitrógeno inicial de 1:25-40 y que alcance al menos de 55-76°C durante 15 días para favorecer la muerte de microorganismo patógenos y semillas de malas hierbas.



Foto 17 y Foto 18. Toma de temperaturas en la composta, lo cual se puede realizar con un termómetro bimetálico con vástago (izquierda) o bien con un machete (derecha)

Ventajas:

- Proporciona altas cantidades de humus al suelo.
- Los materiales que se utilizan son generalmente disponibles y baratos.
- Mejora las características físicas, químicas y biológicas del suelo.

Desventajas:

- Los nutrientes pueden permanecer inaccesibles para la planta durante las primeras semanas.
- En el caso de la elaboración de la composta, algunos autores (Ruiz, 1993 y López, 1992) mencionan que una desventaja es el uso excesivo de mano de obra; este factor puede fungir también como una ventaja; dados los altos niveles de desempleo actual, además que muchas veces este tipo de agricultura realiza principalmente con mano de obra familiar.

BOCASHI

“Bocashi” significa abono fermentado, siendo un abono rápido que termina de descomponerse en el suelo, por lo que no debe ponerse en contacto directo con las raíces.

Para la elaboración del bocashi se requieren los siguientes materiales: 2 bultos de paja picada de cualquier tipo de rastrojo seco, 2 bultos de estiércol, 2 bultos de tierra fértil, 1 bulto de salvado de arroz o de trigo, 1 bulto de carbón molido picado o cisco y 4.5 kg de cal agrícola (únicamente cuando se va aplicar en suelos ácidos), 200gr de levadura de pan o 5 lt de pulque, y 4 litros de melaza, ó 2 kg de piloncillo ó 4 kg de azúcar morena.

El bocashi se elabora de la siguiente manera:

- a) Se ubica el lugar de elaboración del bocashi, de preferencia un lugar con sombra y con piso de cemento.
- b) Se colocan los siguientes ingredientes en capas, paja picada, estiércol, tierra fértil, salvado de arroz o de trigo, carbón molido y cal agrícola.
- c) Se prepara una mezcla con 50litros de agua, con la levadura de pan o pulque, la melaza o el azúcar.
- d) Se humedece poco a poco la mezcla de las pajas con la solución preparada.
- e) Con ayuda de una pala se incorporan perfectamente todos los materiales hasta que estén perfectamente revueltos y húmedos (no más del 50% de humedad).
- f) Se nivela el material de la pila a 50 cm en la altura y se cubre con bolsas para resguardarlo del frío durante el proceso de fermentación.
- g) Durante la fermentación (2 semanas) el calor liberado en la pila no debe quemar la mano al tocarlo (máximo 50°C).



Foto 19. Bocashi finalizado con una altura máxima de 50cm.

- h) Los tres primeros días el bocashi debe voltearse dos veces al día (mañana y tarde); a partir del cuarto día sólo una vez por día.
- i) A los 14 días el bocashi está listo para usarse. El bocashi puede almacenarse como máximo 3 meses.

Este es un abono semifermentado, por lo que no puede ponerse en contacto directo con las raíces de las plantas pues aún está en proceso de descomposición. En cultivos como maíz, trigo se usan 1-2 toneladas por ha. En hortalizas se usan de 10-100 gramos por planta.

Ventajas:

- Es un abono que se elabora en poco tiempo.
- Contiene una alta diversidad de nutrientes disponibles rápidamente para las plantas.

LOMBRICULTURA

La lombricultura es una técnica de criar en cautiverio lombrices especialmente domesticadas con el fin de obtener un humus rico en nutrientes para el abono de los cultivos (Instituto Superior de Ciencias Agropecuarias de La Habana, 1993).

La lombriz mayormente utilizada es la lombriz roja o *Eisenia foetida*, dicha lombriz tiene una boca succionadora sin dientes donde procesa el alimento húmedo, además de presentar glándulas calcíferas que neutralizan la acidez. En el intestino las enzimas desdoblan los alimentos en sustancias más simples y excretan sustancias enriquecidas por microorganismos propios de su flora bacteriana equivalente a 7 millones de colonias de bacterias por un gramo de humus activo (Gómez T., 1998).



Foto 20. Tinas de ferrocemento para la producción de lombricompostas en el “Módulo Jurásico” del Depto. de Agroecología de la UACH

Para instalar un área de pie de cría, se delimita el área bajo sombra y se sitúan las canoas de producción. Las canoas generalmente son bebederos de ferrocemento, madera, cemento u otro material con algunas aperturas laterales, evitando que el agua se acumule y un colector de lixiviados (los líquidos) colocados en la parte final de la canoa.

Se coloca una capa de 15 a 20 cm de materiales orgánicos semidescompuestos (por ejemplo, estiércoles precomposteados por 1 mes) y se siembra 1 kilo de lombriz adultas por

cada metro cuadrado de canoa, y se riega (Instituto Superior de Ciencias Agropecuarias de la Habana, 1993). Las capas de residuos orgánicos se aplican cada tres meses, regándose 1 vez al día, conservando una humedad de 80-82%, es decir, que el material se encuentre húmedo al grado de no estar empapado.

Existen otros métodos para producción extensiva de abono de lombriz; en compostas, en montones y/o *in situ*.

Para el cultivo de lombrices en vermicompostas se requiere en primera instancia precompostear durante 1 mes los materiales a usar, sin presencia de la lombriz; después colocar un plástico, de preferencia en color blanco o transparente, para no aumentar la temperatura (en algunos países utilizan mallas plastificadas con aberturas muy pequeñas de tal forma que la lombriz no se salga) donde se establecerá la composta o bien establecerlas en zonas ya pavimentadas, aunque no es necesario este costo.



Foto 21. Módulo rústico de lombricomposta con el uso de plástico

Posteriormente se colocan los materiales previamente precomposteados en capas 20-30 cm de altura, se riega, se siembran en la parte central de 500-1000 gr. de lombriz por metro cúbico de material para que comiencen a degradar los materiales. Después de 15 días, se aplica sobre la capa anterior una nueva capa de materiales; este abastecimiento de material no debe llegar a superar 1 metro de altura, cuando esto sucede, debe separarse el abono ya procesado. Los riegos son diarios o cada tercer día conservando un 80% de humedad.

Para separar la lombriz, pueden seguirse varios métodos:

- 1) Se coloca una nueva capa de alimento sobre una costalilla con aperturas para que pase la lombriz, después de que se sabe que las lombrices no han recibido alimentación y ya procesaron el abono, fungiendo dicha capa como un cebo. Se esperan cinco días a que las lombrices suban a la costalilla y se procede a retirarla para pasar las lombrices a otra composta con nuevo alimento.



Foto 22. Uso de costalillas para separar la lombriz roja californiana del abono de lombriz o vermiabono

- 2) Se deja de regar el material, ya procesado y se coloca al lado de esta pila, una nueva composta con material sin procesar, de tal forma que las lombrices pasen solas a su nuevo alimento.



Foto 23. Lombricompostas cubiertas con paja para evitar el ataque de pájaros y la perdida excesiva de humedad.

La Norma Mexicana Voluntaria NMX-FF-109-SCFI-2008 de humus de lombriz (lombricomposta), especificaciones y métodos de prueba puede usarse como referencia para criterios de calidad de la vermicomposta (Cuadro 7).

Cuadro 7. Características a evaluar en la lombricomposta con base a la Norma Mexicana Voluntaria NMX-FF-109-SCFI-2008 de humus de lombriz (lombricomposta).

Característica	Valor
Nitrógeno total	De 1 a 4% (base seca)
Materia orgánica	De 20 % a 50 % (base seca)
Relación C/N	≤ 20
Humedad	De 20 a 40% (sobre materia húmeda)
pH	De 5.5 a 8.5
Conductividad eléctrica	$\leq 4 \text{ dS m}^{-1}$
Capacidad de intercambio catiónico	$> 40 \text{ cmol kg}^{-1}$
Densidad aparente sobre materia seca (peso volumétrico)	0.40 a 0.90 g mL $^{-1}$
Materiales adicionados	Ausente

Fuente: NMX-FF-109-SCFI-2008, 2008.

Ventajas:

- Es muy prolífica.
- Es adaptable a diferentes estiércoles y desperdicios.
- Se manejan altas densidades de lombrices por metro cuadrado.
- Se permite la transformación de los desechos orgánicos en abonos ricos en nutrientes, los cuales se emplean para la fertilización de cualquier cultivo, así como en la alimentación de peces, patos, camarones, cerdos, gallinas, etc.
- Se pueden usar también los lixiviados para el abono foliar de las plantas.

REPRODUCCIÓN DE MICROORGANISMOS DE MONTAÑA

La reproducción de microorganismos de montaña (MM) es una técnica agroecológica que se utiliza para reproducir organismos benéficos de áreas poco perturbadas, suelo fértil o compostas de buena calidad. Se elabora a partir de una fermentación anaeróbica en una primera fase sólida y después una fermentación aeróbica en una fase líquida. Se busca generar estrés en los microorganismos para que estos se dispongan en una etapa de latencia y posteriormente se reproduzcan en la fase líquida.

Fase sólida

Se requieren los siguientes materiales:

- 30kgs de hojarasca de bosque o selva (recolectar de la parte media y baja de la hojarasca, donde se observen partes blancas. No tomar de las partes más expuestas al sol).
- 40kg de salvado de trigo, paja de maíz o trigo bien molido, etc (fuente de almidón)
- 10 litros de melaza o 10kg de azúcar morena, o piloncillo o panela (fuente de carbohidratos).
- 10 litros de leche fresca, suero o 2 litros de yogurt natural sin azúcar (fuente de lactobacilos)
- 10 litros de agua limpia sin cloro.

- 1 plástico o lona para poner los materiales y revolverlos (hacer una mezcla tipo pastel o mezcla de cemento). Puede ser sobre un piso de cemento.
- 1 recipiente con capacidad de 100lts con tapa (debe sellar bien) o poner bolsas de plástico y cámara de llanta para sellar el recipiente adicional a la tapa.

Se deben mezclar todos los materiales secos perfectamente; diluir la melaza, junto con el agua y la leche; incorporar esta mezcla líquida a la seca hasta lograr una humedad del 60% de toda la mezcla (que al apretar con las manos como máximo salgan 2 gotas de agua). Posteriormente esta mezcla se va colocar en el recipiente, se debe ir apisonando en el recipiente para evitar la entrada de oxígeno, tapar perfectamente y esperar 21 días.

Fase líquida

Para la fase líquida se requieren los siguientes materiales:

5kg de fase sólida.

5lt de leche fresca, suero o 1 litro de yogurt natural sin azúcar (fuente de lactobacilos).

5 litros de melaza o azúcar morena, o piloncillo o panela (fuente de carbohidratos).

85 litros de agua limpia sin cloro.

1 pedazo de tela, tipo paño donde quepan los 5 kgs de la fase sólida

1 cordel para colgar en el recipiente la tela con la fase sólida

1 recipiente con tapa de 100lts.



Foto 24 y Foto 25. Mezcla de materiales durante la elaboración de la fase sólida y Apisonamiento de los materiales en el contenedor.

Para la elaboración de la fase líquida, se mezcla el agua, la leche y la melaza en el contenedor. Se pone la fase sólida en la tela y se amarra de tal forma que quede colgando, como un sobre de té para facilitar la disolución de la mezcla de los microorganismos en el agua. Esta mezcla líquida puede usarse a partir de 7-21 días. Los primeros días hay más

presencia de hongos y bacterias benéficas y después bacterias ricas en N (Suchini, 2012). Ver Cuadro 8.

Cuadro 8. Uso de los microorganismos de montaña en fase líquida

Días de activación	Tipo de microorganismos presentes	Uso
5-9 días	+ hongos benéficos	Follaje y suelo
10-14 días	+bacterias benéficas -hongos	Suelo
15-20 días	Predominan levaduras (contienen N)	Bocashi

Fuente: Suchini, 2012

Los microorganismos de montaña son útiles en una gran diversidad de situaciones, incluyendo el incremento de microorganismos en los suelos para facilitar y hacer más rápida los procesos de desintegración de la materia orgánica; para regular las poblaciones de plagas en el suelo y de forma foliar, al haber diversos grupos de microorganismos fomentándose un control biológico; para aumentar las defensas de las plantas y recuperar después de períodos de stress, dada la presencia de bacterias fotosintetizadoras, lactobacilos, entre otros.

A continuación se describen los usos de los microorganismos de montaña:

1) Aplicación foliar:

Fase líquida (2-5% diluido, es decir 200-500ml en 10 litros de agua).

Aplicar con una mochila aspersora limpia, aplicar temprano o por la tarde.

2) Aplicación al suelo:

Fase líquida (5-10% diluido, es decir 500ml a 1 litro por 10 litros de agua)

Regar en el suelo, asegurándose que se moje completamente. Se puede mezclar con el agua de riego.

3) Con materia orgánica o composta al suelo:

Aplicar a la materia orgánica o composta después de haber sido aplicada (2-5% diluido, es decir, 200ml a 500ml por 10 litros de agua).

4) Como fertilizante foliar en semilleros y viveros:

Aplicar al 1%, es decir, 100ml en 10 litros de agua.

5) Para ayudar a las plantas a recuperarse después de haber estado sometidas a estrés (sequía, inundación, o cualquier ataque de plagas etc).

Aplicar 2-5% diluido, es decir, 200-500 ml en 10 litros de agua.

6) Como controlador de algunos insectos. Por ejemplo: mosquita blanca, araña roja.

Aplicar 3-5% diluido, es decir, 300-500 ml en 10 litros de agua.

- 7) Como controlador de algunos patógenos en el suelo; ejemplo: hongos o nematodos. Aplicar 5-10% diluido, es decir, 500ml-1l en 10 litros de agua.
- 8) Para enriquecer las compostas. Se usan 10kg de la fase sólida (por 1 tonelada de composta) y se esparce en las diferentes capas de una composta después de los primeros 30 días del composteo. Sirve como inoculante de microorganismos benéficos.
- 9) Para evitar malos olores en los establos y facilitar la descomposición de los estiércoles. Aplicar 5% diluido, es decir, 500ml en 10 litros de agua.
- 10) Para favorecer una descomposición más rápida de los estiércoles. Aplicar sobre el estiércol 5-10% diluido, es decir, 500ml-1l en 10 litros de agua.



Foto 26. Costalilla con la fase sólida para colocar en el recipiente donde se preparará la fase líquida de los microorganismos de montaña

- 11) Alimentación animal para favorecer una mejor digestión y evitar problemas gastrointestinales de borregos, cabras y vacas. Mezclar la fase sólida al 1% en el alimento de los animales.
- 12) Preparación de sustratos de plantas. Mezclar la fase sólida en 10% del total de la mezcla del sustrato.

Ventajas:

- Es una técnica agroecológica que tiene diversas aplicaciones.
- Técnica de reproducción de microorganismos económica y accesible para cualquier tipo de productor.

BIOLES

Otra forma de incorporar nutrientes a la planta es a través de la fertilización foliar; su instrumentación es necesaria cuando se presentan limitantes para que los nutrientes del suelo entren a la raíz y se transloquen a los tejidos aéreos (hojas, frutos, etc.) en la cantidad y momento oportuno. Las situaciones más comunes son: a) condiciones de estrés que reduzcan la actividad de la planta (sequía, inundación, aplicación de pesticidas al suelo, heladas, otros); b) cuando en el suelo existe algún bloqueo químico o físico que reduce la disponibilidad de los nutrientes (pH, sales, competencia entre nutrientes); y c) cualquier condición que limite la actividad radicular (sequía, compactación del suelo, inundación, patógenos, elementos tóxicos, temperaturas, extremas altas o bajas, etc.) y que reducen parcialmente la toma de nutrientes del suelo.



Foto 27. Dispositivo empleado para la producción de bioles anaeróbicos de 200lts, con una botella con agua para la salida de gases

Biol Láctico

- a) En un recipiente de plástico con 200 litros de capacidad, disolver en 180 litros de suero, 2kg de ceniza de madera o granos sin tratar, 4kg de alfalfa o alguna otra leguminosa bien picada, y 400grs de levadura de pan.
- b) Mezclar homogéneamente todos los materiales y ponerlos en un tonel o recipiente. Tapar herméticamente el recipiente y colocar una manguera para la salida de los gases (fermentación anaeróbica).
- c) Colocar el recipiente que contiene la mezcla a reposar a la sombra a temperatura ambiente, protegido del sol y las lluvias, a una temperatura de 38-40°C.
- d) Esperar un tiempo mínimo de 40 días de fermentación anaeróbica antes de usarse.

Se puede aplicar al 10% en cultivos como cereales, hortalizas, frutales y café. Las aplicaciones pueden realizarse cada 15 días durante todo el ciclo del cultivo.

Las dosis de aplicación de este biol son del 5% (5 litros por cada 100 litros de agua) para granos, hortalizas, y leguminosas; y al 10% en cultivos perennes como los frutales.



Foto 28. Comparación de diferentes bioles anaeróbicos en el Módulo Jurásico

Biofertilizante simple con cenizas y hierbas o Supermagro simple (Restrepo, 2007).

- a) En un recipiente de plástico con 200 litros de capacidad, disolver en 100 litros de agua no contaminada, 50 kg de estiércol fresco de ganado vacuno, 4 kg de cenizas de madera o harinas de roca y 10kg de hierbas recién cortadas del predio donde se aplicará el biol. El estiércol debe recolectarse antes de que le de la luz solar.
- b) Disolver en una cubeta de plástico 10 litros de agua no contaminada, 2 litros de leche cruda o 4 litros de suero, y 2 litros de melaza y agregarlos en el recipiente plástico de 200 litros de capacidad y revolverlos perfectamente. Completar el volumen del recipiente con agua. También se puede usar suero en lugar de agua para toda la mezcla.
- c) Tapar herméticamente el recipiente para favorecer la fermentación anaeróbica del biofertilizante y conectarle una manguera que envíe los gases metano y sulfídrico hacia la botella de 500ml la cual debe contener un poco de agua (sello de agua).
- d) Colocar el recipiente que contiene la mezcla a reposar a la sombra a temperatura ambiente, protegido del sol y las lluvias. La temperatura ideal sería la del rumen de los animales poligástricos como las vacas (de 38 a 40°C).
- e) Esperar un tiempo mínimo de 30 días de fermentación anaeróbica, para luego abrirlo y verificar su calidad por el olor y el color, antes de pasar a usarlo. No debe presentar olor a putrefacción, ni ser de color azul violeta. El olor característico debe ser el de fermentación, de lo contrario, se tendría que descartar. En lugares muy fríos el tiempo de la fermentación puede llevar hasta 90 días.



Foto 29. Biofertilizante simple o supermagro con hierbas y cenizas finalizado

Abono foliar tres montes

Se pican 250 gr de ortiga, 250 gr de alfalfa y 250 gr de epazote, se remojan durante tres días en dos litros de agua y se filtra con la ayuda de una manta. Para esparcirlo, se disuelven 125ml del foliar por 10 litros de agua (ALTERTEC, 1993).

Ventajas:

- Los abonos foliares permiten complementar la nutrición de las plantas y del suelo en momentos específicos de la producción.

Supermagro complejo ó adicionado con minerales

Es un fermentado de estiércol de vaca, suero de leche, melaza, cenizas y minerales que sirve para alimentar a las plantas. Estas sustancias son procesadas por los microorganismos aumentando la disponibilidad de estos nutrientes para ser tomados por las plantas (León, 2016). Cabe puntualizarse que algunos de los minerales no son aprobados por todas las normas orgánicas. Para su elaboración se recomienda ver Restrepo, 2007.

ABONOS VERDES

Esta práctica consiste en incorporar al suelo una masa vegetal, generalmente leguminosas en floración (Ruiz, 1993). De acuerdo con Galeana, 1990 citado por Gómez T., 1997, las plantas utilizadas como abonos verdes deben cumplir con ciertas propiedades, las cuales se describen a continuación:

- a) Relación N/C baja, el óptimo es de 10:1, lo que permite una menor demanda de nitratos del suelo por los microorganismos pudiendo ceder el exceso a la planta principal.
- b) Crecimiento rápido, para que se adapte a la rotación de cultivos.
- c) Buen contenido de humedad en los tejidos, para facilitar la descomposición.



Foto 30. Siembra de crotalaria, leguminosa usada en climas tropicales como abono verde de alta calidad, que además impide el crecimiento de arvenses

- d) Forraje abundante para un lograr un aumento de la materia orgánica que se proporcione al suelo.
- e) Adaptable y resistente.
- f) Semilla de bajo costo, fácil germinación y manejo para no invertir demasiado capital.
- g) Los abonos verdes deben incorporarse o enterrarse 40 días en promedio antes de sembrar el cultivo principal, de preferencia cuando el abono se encuentre en floración; donde las hojas y tallos tiernos constituyen la parte más fácilmente degradable de los vegetales ya que son atacados inmediatamente por los microorganismos y se comienza a formar el amonio y nitrato utilizable, los tallos que son de tejido más lignificado se descomponen lentamente existiendo materia para la nitrificación en un período más avanzado del crecimiento del cultivo principal (Galeana, 1990; Leyva y Pohlan, 2005).

En el Cuadro 9 se presenta la cantidad de nitrógeno incorporado a través de diversas plantas usadas tradicionalmente como abonos verdes.

Algunos de los abonos verdes más utilizados en México y Latinoamérica son: el ebo (*Vicia sativa L.*), veza (*Vicia villosa*), trébol rojo (*Trifolium pratense*), chipilín (*Crotolaria spp.*), nescafé o pica pica mansa (*Stizolobium deerigianum*), frijol gandul (*Cajanus cajan*), alfalfa (*Medicago sativa*), haba (*Vicia faba*), frijol arroz (*Vigna umbellata*), frijol espada (*Canavalia Ensiformis*), frijol dolicho (*Dolichos lablab* o *Lablab purpureus*) y choreque (*Lathyrus nigrivalvis*) (ALTERTEC, 1993; Leyva y Pohlan, 2005).

Ventajas:

- Facilita el reciclaje y movilización de nutrientes lixiviados de las capas más profundas del suelo a las capas superiores.
- Enriquece al suelo con nitrógeno.



Foto 31. Uso de Mucuna como abono verde en la producción de naranja orgánica

Cuadro 9. Especies utilizadas como abonos verdes y nitrógeno fijado por ha.

ESPECIE	NOMBRE CIENTIFICO	NITROGENO FIJADO POR HA (kg.)	MATERIAL INCORPORADO (ton)
Canavalia	<i>Canavalia ensiformis</i>	231	8.9
Canavalia	<i>Canavalia brasiliensis</i>	228	10
Crotalaria	<i>Crotalaria striata</i>	306	13.7
Mucuna, frijol terciopelo, nescafé, pica pica, etc	<i>Stizolobium deeringianum</i> ó <i>Mucuna pruriens</i>	150	10
Sesbania	<i>Sesbania sp</i>	100-179	7
Alfalfa	<i>Medicago sativa</i>	229-290	4-5
Veza de invierno	<i>Vicia villosa</i>	115	2.2
Veza de verano	<i>Vicia sativa</i>	80	2.42
Trébol Hubam	<i>Melilotus alba</i>	119	2.54
Soya	<i>Glycine max</i>	60-168	
Garbanzo	<i>Cicer airiedinum</i>	103	
Lenteja	<i>Lens esculenta</i>	80-114	
Cacahuate	<i>Arachis hypogaea</i>	62-124	
Chícharo	<i>Pisum sativum</i>	52-77	
Frijol	<i>Phaseolus vulgaris</i>	40-70	
Huaje	<i>Leucaena leucocephala</i>	74-584	
Trébol blanco	<i>Trifolium repens</i>	128	
Frijol arroz	<i>Pueraria phaseoloides</i>	99	
Calopo	<i>Calopogonium sp</i>	470-450	
Haba	<i>Vicia faba</i>	45-552	
Frijol gandul	<i>Cajanus cajan</i>	168-260	

Fuente: Galeana, 1990; ALTERTEC, 1993; y Leyva y Pohlan, 2005.

- Mullimiento biológico del suelo.
- Cosecha adicional según la variedad seleccionada.

Desventajas:

- El terreno es ocupado parte del tiempo en un cultivo que no siempre proporciona ganancias económicas.
- Se debe dedicar tiempo y labores para su desarrollo.

HARINAS DE ROCA Y OTROS MATERIALES ORGÁNICOS PARA EL ABONADO

Las harinas de rocas son el resultado de la molienda de una o más rocas las cuales nos ofrecen una gran diversidad mineral que al aplicar al suelo le devuelven la vitalidad que este tenía antes del uso de los agrotóxicos, esta diversidad mineral es transformada por los microorganismos poniéndola a disposición de las plantas; por lo que al cultivar plantas en suelos remineralizados podemos obtener alimentos de mejor calidad y con un mayor valor nutricional (León, 2016).

Las harinas de rocas más comunes son la roca fosfórica, diferentes tipos de zeolita, micaxistas, serpentinita, fosforita, marmolita, apatita, granito, basalto, yeso agrícola, cal dolomita, cal magnésica, silicatos, entre otras. Éstas pueden ser aplicadas directamente al suelo o ser incluidas en otros procesos, como el compostaje, lombricompostaje, biofertilizantes, entre otros.

La serpentinita, los micaxistas y los basaltos son rocas de alta calidad para la elaboración de las harinas de rocas, ricas en más de 70 elementos necesarios para la alimentación y mantenimiento del equilibrio nutricional de la salud de los organismos vivos; entre los que destacan: silicio, aluminio, hierro, calcio, magnesio, sodio, potasio, manganeso, cobre, cobalto, zinc, fósforo y azufre (González, 2011).

Las rocas son disueltas, además de agentes meteóricos, por la combinación de la materia orgánica y los microorganismos, que con la respiración y la humedad forman ácidos carbónicos en las raíces de las plantas que de forma natural sintetiza el ácido sulfúrico y favorecen a la desintegración del macizo rocoso (*op. cit.*).

Cuadro 10. Materiales orgánicos complementarios en la agricultura orgánica

Compuesto	% de N	% de P	% de K	Dosis**
Harina de alfalfa	8.4	7	2.2	2 t/ha
Harina de pezuña y cuerno	14	2	0	1.5 t/ha
Harina de sangre	14	1.3	0.7	1.4 t/ha
Harina de pescado	10.5	6.5	0	1.8 t/ha
Harina de hueso	3	20	0	1.9 t/ha
Roca fosfórica*		33		2 t/ha
Cenizas de madera			1-10	0.6 t/ha
Granito triturado*			3-5	2 t/ha

* Harinas de roca. **Suelos de fertilidad media. Fuente: Jeavons, 2002.

Existen también otras harinas que pueden ser usadas para el abonamiento de los cultivos, como la harina de huesos, de sangre, de pescado, entre otras. En el cuadro 10 se presentan harinas de roca y otros materiales orgánicos permitidos, los cuales aportan altas cantidades de nitrógeno, fósforo y potasio.

Ventajas:

- En algunos casos son productos más baratos que los fertilizantes de síntesis química.
- No contaminan el suelo.
- Se favorece rápidamente la disponibilidad de nutrientes mayores y menores para las plantas.

V. LAS PRÁCTICAS AGROECOLÓGICAS DE CULTIVO

La agricultura orgánica hace un uso diversificado de técnicas de cultivo, que buscan reactivar los procesos ecológicos en el agroecosistema, tal como el reciclado de nutrientes, el cierre de los flujos de energía, el potenciar el rol de organismos benéficos como micorrizas (hongos que establecen una simbiosis positiva con las raíces de las plantas), bacterias fijadoras de Nitrógeno, entre otras. Una manera de activar estos procesos es diversificando la producción en tiempo y en espacio a través de prácticas agroecológicas, como la asociación y la rotación de cultivos, y los sistemas agroforestales.

ASOCIACIÓN DE CULTIVOS

También se le denomina cultivos múltiples, multicultivos, o policultivos. Esta técnica consiste en sembrar al mismo tiempo y en el mismo espacio diferentes especies. La esencia de los cultivos múltiples es la intensificación de la producción de cosechas en cuatro dimensiones: tiempo, área cultivada, rendimiento por unidad de área y el espacio vertical (Sánchez, 1991; citado por Licona, *et al.*, 1994).

Las asociaciones tienen el objetivo de proporcionar una estabilidad tanto productiva como económica familiar y una mayor producción (Montagnini *et al.*, 1992; Citado por Licona *et al.*, 1994).



Foto 32. Cultivo diversificado de hortalizas orgánicas bajo el método biointensivo

Las asociaciones pueden ser no competitivas, competitivas y complementarias, por lo que para evitarse efectos negativos existen algunos factores que se deben tomar en cuenta; (Leyva, 1993; Leyva y Pohlan, 2005); a) Conocer los efectos alelopáticos de los cultivos de la asociación, b) En el caso de cultivos con ritmos vegetativos o exigencias térmicas diferentes, la siembra debe hacerse en dos tiempos, c) Evitar la ruptura del equilibrio nutricional en la composición de la asociación, y d) Conocer los hábitos de crecimiento de los cultivos en diferentes épocas del año.

Existen 2 leyes ecológicas que pueden aplicarse a los policultivos: 1) Ley de Producción Competitiva. Principio ecológico que plantea la imposibilidad de que 2 plantas puedan crecer simultáneamente en el mismo espacio sin competencia interespecífica. 2) Ley de Facilitación. Existen plantas que durante su crecimiento facilitan condiciones para otras plantas, para que puedan crecer en su espacio vital sin afectarlas. La facilitación depende de: a) Características de la planta (uso de nutrientes, luz, agua, etc), arquitectura de la planta, habilidad y conocimiento del agricultor (Vandermeer, 1989).



Foto 33. Asociación de frijol ejotero con coliflor orgánicos

La base de la evaluación de las asociaciones se manifiesta en el concepto de Relación de Tierra Equivalente (RTE) o también conocida como (RASE) o Razón de Superficie Equivalente (Andrews, R. and A.H. Kassan, 1976; citado por Azteinza, 1994); la cual se expresa en la siguiente fórmula:

$$RTE = \frac{RC^1A}{RC^1M} + \frac{RC^2A}{RC^2M} + \dots$$

Donde:

RTE = Razón de tierra equivalente.

RC¹A y RC²A = Rendimientos de los cultivos en asociación.

RC¹M y RC²M = Rendimiento de los cultivos en monocultivo.

El valor que se obtenga representa la proporción de área requerida en monocultivo, para producir bajo iguales condiciones de manejo un rendimiento equivalente al logrado para los

cultivos asociados (Azteinza, 1994); si se obtiene un numero mayor de 1, indica que la asociación es positiva, ya que habría que dedicar un mayor porcentaje de terreno para obtener a través de monocultivos un rendimiento equivalente al logrado por la asociación, si es menor de uno, es negativa y si es igual a 1 es indistinto el modo de cultivar ya sea monocultivo o policultivo. En el Cuadro 11 se presentan datos de RTE por arriba de 1, siendo positivas, mostrando asociaciones productivas.

Cuadro 11. Relación de Tierra Equivalente citada por varios autores

Policultivo	RTE	Fuente
Tomate-yuca-maíz	1.98	Quintero, 1999
Lechuga-maíz	1.67	Quintero, 1998
Pepino-Lechuga	1.44	Caraza, <i>et. al.</i> 1996
Yuca-Frijol	1.75	Hernández, <i>et. al.</i> 1996
Yuca-maíz	1.82	Hernández, <i>et. al.</i> 1997
Yuca-tomate	1.6	Hernández, <i>et. al.</i> 1997
Maíz-arroz-yuca	1.62	Altieri, 2006
Pepino-rábano	1.93	Caraza, <i>et. al.</i> 1996

Fuente: Leyva y Pohlan, 2005.

En el Cuadro 12 se presenta una lista de asociaciones favorables en algunos cultivos (Altes, 1985; Leyva, 1983, Leyva y Pohlan, 2005; y ALTERTEC, 1993).

Cuadro 12. Asociaciones de cultivo favorables y desfavorables

Cultivo	Favorables	Desfavorables
Acelga	Cebolla, lechuga, escarola, coliflor, rábano, orégano, zanahoria, melón, pepino, frijol, col.	
Ajo	Lechuga, orégano, betabel, fresa, jitomate, zanahoria, berenjena, melón, pepino.	Chícharo, garbanzo, cebolla, col.
Albahaca	Jitomate, orégano, pimiento.	
Apio	Fríjol de mata, jitomate, coliflor, col, lechuga, rábano, cebolla, espinaca, orégano, pepino, chícharo.	Papa, maíz.
Berenjena	Lechuga, cebolla, orégano, ajo, zanahoria, fríjol, papa.	Jitomate.
Betabel	Cebolla, lechuga, espinaca, coliflor, brócoli, ajo, zanahoria, frijol de mata, col.	Fríjol de guía, papa, maíz.
Brócoli	Lechuga, cebolla, espinaca, menta, orégano, betabel, papa, romero.	
Calabaza	Maíz, lechuga, rábano, orégano, frijol, col, calabacita.	Papa, melón, pepino.
Calabacita	Lechuga, rábano, orégano, pimiento, calabaza, frijol, col.	
Cebolla	Lechuga, col, brócoli, acelga, apio, coliflor, jitomate, tomate, orégano, betabel, pimiento, pepino, col, perejil, fresa.	Frijol, chícharo, ajo.
Cebollín	Zanahoria, jitomate.	Chícharo, fríjol.
Col	Lechuga, rábano, cebolla, acelga, espinaca, apio, zanahoria, betabel, jitomate, calabaza, melón, pepino, chícharo, frijol, papa, calabacita.	Ajo.

Coliflor	Plantas aromáticas, papa, apio, eneldo, menta, romero, betabel, cebolla, lechuga, acelga, espinaca, zanahoria.	Fresa, jitomate, fríjol de guía.
Chícharo	Zanahoria, lechuga, espinaca, apio, rábano, pepino, maíz, frijol, col, plantas aromáticas.	Cebolla, ajo, gladiola, papa, cebollín.
Espárrago	Jitomate, perejil, albahaca.	
Espinaca	Fresa, coliflor, brocolí, lechuga, rábano, apio, orégano, betabel, melón, chícharo, frijol, papa.	
Fresa	Frijol de mata, espinaca, lechuga, cebolla, ajo, rábano.	Col.
Frijol	Papa, zanahoria, rábano, acelga, espinaca, apio, betabel, berenjena, jitomate, calabaza, melón, pepino, col, lechuga.	Cebolla, ajo, gladiolas, cebollín, chícharo.
Frijol de guía	Maíz, girasol.	Cebolla, betabel, col, ajo.
Frijol de mata	Papa, pepino, maíz, fresa, apio, jitomate.	Cebolla, ajo.
Girasol	Pepino.	Papa.
Haba	Zanahoria, col, coliflor.	
Jitomate	Cebollín, cebolla, perejil, espárrago, lechuga, rábano, albahaca, apio, cempasúchil, capuchina, zanahoria, col, ajo, frijol, pimiento.	Papa, hinojo, berenjena, pepino, chícharo.
Lechuga	Acelga, zanahoria, rábano, fresa, pepino, cebolla, espinaca, apio, coliflor, brócoli, orégano, betabel, ajo, pimiento, col, chícharo, jitomate, calabacita.	Perejil.
Maíz	Papa, chícharo, frijol, pepino, calabaza, calabacita, jitomate.	Apio, zanahoria.
Melón	Maíz, acelga, espinaca, rábano, orégano, ajo, frijol, col.	Calabaza, pepino.
Orégano	Lechuga, rábano, cebolla, acelga, albahaca, espinaca, apio, coliflor, brócoli, ajo, zanahoria, berenjena, pimiento, jitomate, calabaza, melón, pepino, papa, perejil, calabacita.	
Papa	Frijol, maíz, col, coliflor, brócoli, orégano, espinacas, berenjena, cempasúchil.	Calabaza, pepino, girasol, jitomate, frambuesa, chícharo.
Pepino	Frijol, maíz, chícharo, rábano, girasol, lechuga, cebolla, acelga, apio, orégano, ajo, chícharo, frijol, col.	Papa, jitomate, calabaza, melón, plantas aromáticas.
Perejil	Jitomate, rábano, cebolla, orégano, zanahoria, frijol, espárrago.	Lechuga.
Pimiento	Zanahoria, orégano, albahaca, cebolla, lechuga, jitomate, calabacita.	
Rábano	Espinaca, lechuga, acelga, chícharo, pepino, capuchina, zanahoria, frijol, apio, orégano, jitomate, calabacita, calabaza, melón, col, perejil, fresa.	Cebolla.
Romero	Coliflor, brócoli, zanahoria.	
Tomate	Albahaca, zanahoria, ajo, cebolla.	Papa.
Zanahoria	Lechuga, rábano, cebolla, acelga, coliflor, orégano, betabel, ajo, berenjena, pimiento, jitomate, chícharo, frijol, col, romero, perejil.	Eneldo.

Fuente: Leyva y Pohlan, 2005; Kreuter, 2005; Altes, 1985; Leyva, 1983; y ALTERTEC, 1993.

Hay varios autores que clasifican los tipos de asociaciones, Jeavons y Cox (2007) presentan la siguiente: 1) Asociaciones por ciclo: corto/largo. Plantas de ciclo muy largo como col, kale, brócoli, coliflor con plantas de ciclo corto como rábanos, lechugas, cilantro, etc. 2) Asociación por complementariedad física. Se busca complementar necesidades entre una planta y otra, p.e. plantas que requieren más sol, con plantas que pueden vivir con sombra; p.e. cebolla y lechuga. Otro tipo de complementariedad es cuando alguna especie requiere tutor; p.e. pepino con maíz. 3) Asociación de especies con raíces superficiales/profundas y plantas con sistemas radiculares distintos. p.e. lechuga-zanahoria. 4) Asociación de hortalizas con hierbas benéficas (p.e. salvia, cempasúchil, ruda, ajenjo, tomillo, orégano, albahaca, mejorana, etc) para evitar problemas de plagas.



Foto 34. Huerto biointensivo donde se aprovecha el espacio y las diferentes arquitecturas de las plantas en el establecimiento de los policultivos



Foto 35. Cultivo de la milpa por agricultores tradicionales en Morelos

Ventajas:

- Mejor uso del suelo.
- Mayor eficiencia en el aprovechamiento de la luz solar, agua y nutrientes.
- Mayor estabilidad en el sistema.
- Disminución de las plagas.
- Reduce la incidencia de malezas.
- Mayor producción total de alimento.

Desventajas:

- Mayor uso de mano de obra.
- Es más problemático el uso de la maquinaria.

En el caso de las asociaciones tradicionales no sólo son una técnica de producción ya que forman parte de la cultura de los campesinos, siendo que han sido probadas a través del tiempo retomando sus conocimientos del medio físico y biótico, y sus propias necesidades, manifestando una imbricación de riqueza cultural y formas de producción propias de la agricultura tradicional.

ROTACIÓN DE CULTIVOS

Es la alternancia de especies diferentes en forma continua y en la misma área. La rotación de cultivos se define como la alternancia de especies diferentes en la misma área, evitando la extracción unilateral de nutrientes. Las primeras manifestaciones de este concepto se dan a partir del término barbecho donde se obligaba a someter al suelo, cada cierto tiempo a un período de descanso (Puentes, 1980; citado por Leyva, 1993), presentándose durante mucho tiempo en Europa la rotación barbecho-cereales o año y vez.

Clasificación de los tipos de rotación

Estos pueden clasificarse por su duración en cortas (menos de 4 años), medias (4-6 años) y de larga duración (mayor de seis años, incluso 20 años). También pueden ser cíclica; es decir cuando los cultivos se suceden en el mismo orden y acíclica cuando este varía. Según el esquema; abierta o libre cuando se prevee la entrada de algún cultivo nuevo, y cerrada o fija en el caso de que se mantenga el orden de los cultivos durante el tiempo que perdure el sistema. Según el modo; continua; la superficie siempre está cubierta por algún cultivo, y cuando en algún momento del año se deja la superficie sin cultivar se le denomina discontinua (Leyva, 1993).

Se recomienda que tanto en la rotación como asociación de cultivos se empleen plantas con diferentes tipos de extracción de nutrientes; así las plantas de forma general se pueden dividir en plantas donantes (leguminosas), plantas poco extractoras de nutrientes, y plantas muy extractoras (Jeavons, 2002). En el año o ciclo uno se pueden sembrar plantas muy extractoras, luego donantes, y posteriormente plantas poco extractoras de nutrientes, para comenzar nuevamente con plantas muy extractoras de nutrientes.

En el Cuadro 13 se presenta la clasificación por tipo de nutrientes de diversas plantas.

La rotación de cultivos y su secuencia deben ser seleccionadas concienzudamente tomando en cuenta factores como la fenología de las especies, requerimientos nutricionales,

comportamiento de plagas y enfermedades, así como la entrada y salida de los cultivos al sistema (Leyva y Pohlan, 2005).

Ventajas:

- Controla malas hierbas (Belanger, 1985).
- Facilita el manejo de plagas y enfermedades.
- Permite se renueve la fertilidad del suelo y no se extraigan de forma unilateral los nutrientes.

Cuadro 13. Clasificación de especies por tipo de extracción de nutrientes

Plantas Donantes	Plantas Poco Extractoras	Plantas Muy Extractoras
Frijol de guía	Ajo	Maíz
Frijol ejotero	Betabel	Trigo
Frijol de mata	Cebolla	Cebada
Haba	Camote	Avena
Lenteja	Col común	Sorgo
Garbanzo	Colinabo	Acelga
Veza de invierno	Colirábano	Albahaca
Ebo	Nabo	Apio
Cacahuate	Papa	Calabaza
Trébol	Pimiento	Girasol
Soya	Remolacha	Lechuga
Alfalfa	Cebollín	Jitomate
Leguminosas en general	Cilantro	Zanahoria

Fuente: Jeavons, 2002.

AGROFORESTERÍA

Es un nombre colectivo para todos los sistemas y prácticas de uso de la tierra donde plantas leñosas perennes se siembran deliberadamente en la misma unidad de tierra como cultivos agrícolas y/o animales, en combinaciones espaciales o en secuencia temporal. Deberá haber una interacción ecológica y económica importante entre los componentes leñosos y no leñosos. Su objetivo es el optimizar las interacciones positivas entre los componentes leñosos y no leñosos de tal manera que el sistema de producción pueda ser más diversificado y sustentable (Lundgren, 1987; citado por Torquebiau, 1990).

Los tres componentes principales de los sistemas agroforestales (árboles, cultivos y animales) definen 3 categorías:

- Sistemas agrosilvícolas: (árboles y cultivos de temporada).
- Sistemas silvopastoriles: (árboles y animales/pastizales).
- Sistemas agrosilvopastoriles: (árboles, cultivos de temporada y animales/pastizales); (Torquebiau, 1990).

Entre las tecnologías más utilizadas por la agroforestería se tienen:

a) Cultivos bajo cubierta arbolada

Se incluye a todas aquellas combinaciones de árboles y cultivos en que el componente leñoso crea un piso superior que cubre a los cultivos. Ejemplos de esta categoría son los cereales cultivados bajo *Faidherbia albida*, cacao bajo sombra de cocoteros, o cacao y piña, el café cultivado bajo sombra de *Erythrina poeppigiana* o colorín e *Inga spp* (chalum, chalauite, etc).

b) Producción animal bajo cubierta arbolada

En este caso un piso del árbol cubre un piso inferior constituido de otros componentes, pero el piso inferior y en algunas ocasiones el superior esta dedicado a la producción animal. Un ejemplo es cuando el guaje o *Leucaena spp* sirve de alimento al ganado, la producción de leche bajo cubierta de *Alnus acuminata* y ganado bajo cocotero.

c) Cortinas rompevientos

Es una o varias líneas de árboles y/o arbustos plantados de tal manera que disminuyan la velocidad del viento. Se deben tomar en cuenta la dirección y velocidad del viento, topografía del terreno y el tipo de sistema de manejo a proteger. Entre las especies del estrato superior se tienen *Casuarina equisetifolia* o casuarina, *Eucalyptus camaldulensis*; para el estrato intermedio *Leucaena leucocephala* (guaje), *Simarouba glauca*, *Azadarachta indica* o nim y para el estrato inferior *Tecoma stans*, *Yucca elephantipes* o izote.

d) Cercas vivas

Estas están hechas de árboles que proveen postes para hacer cercas y están generalmente unidas por alambre de puas, redes de alambre y tablones; ejemplo son las cercas que cubren los potreros del trópico mexicano con palo mulato o chacah (*Bursera simarouba*), *Erythrina poeppigiana* y *Glyricidia sepium*.

e) Cultivos en callejones

Son hileras de plantas o árboles en parcelas donde los cultivos también se desarrollan. Los ejemplos típicos son el cultivo de cereales entre árboles que fijan nitrógeno como el guaje, el cultivo de básicos entre frutales; el cultivo de chile, maíz, calabaza o pipán con cítricos (Norte de Veracruz), entre muchos otros.

Ventajas:

- Diversificación de las cosechas y manejo del riesgo.
- Disminución de plagas y enfermedades.
- Reducción de escorrentimientos superficiales y pérdidas por erosión.
- Favorece el intercambio de nutrientes.
- El sistema es más estable.

Desventajas:

- Manejo de nuevas combinaciones necesita conocimiento especial e iniciativas para investigación.
- Mayor número de prácticas de mantenimiento del sistema (Caballero, 1987).



*Foto 36. Cultivo de durazno intercalado con maíz en la Huerta Sergio Arroyo
Cabrera del Depto. de Agroecología de la UACH*

VI. EL MANEJO DE PLAGAS Y ENFERMEDADES EN LA AGRICULTURA ORGÁNICA

En general, en la agricultura orgánica se busca mantener la diversidad biótica del sistema de producción para lograr la regulación de los componentes perjudiciales como son las plagas y enfermedades; y si se rebasan los umbrales de daño, entonces se recurre a una estrategia de manejo que incluye la utilización de varias prácticas, tales como control biológico, cultivos trampa, preparados a base de plantas y minerales, control físico y mecánico de insectos, etc.

En un primer momento para evitar que insectos, hongos o bacterias se conviertan en plaga-enfermedad se requiere diversificar en tiempo y espacio el agroecosistema a través de las prácticas de cultivo recomendadas anteriormente.

CONTROL BIOLÓGICO

Se define como el uso de insectos parásitoides, entomopatógenos (bacterias y hongos) y virus para regular la población de insectos plaga. Existen tres tipos: clásico, por conservación y por aumento (Rodríguez, 1993).

⇒ Control biológico clásico. Este se aplica cuando la plaga a controlar es exótica; es decir que no es nativa del lugar, por lo que se trae de otro lugar un enemigo natural de ésta, se reproduce masivamente y se aplica en campo. Un ejemplo es la avispa *Cephalonomia stephanoderis* para el control de la broca del café.

⇒ Control biológico por conservación. Este método consiste en favorecer la reproducción de un enemigo natural en el lugar donde se encuentra, por ejemplo, cuando se tiene franjas de alfalfa y algodón, la alfalfa alberga la mayoría de insectos benéficos, por lo que al cortarla, dichos insectos pasan a controlar las plagas del algodón ya que no tienen disponible el primer alimento. Al propiciar una mayor diversidad en un agroecosistema este tipo de control biológico es el que se propicia.

⇒ Control biológico por aumento. En estos casos se reproduce el enemigo natural en grandes cantidades para diseminarse donde la plaga causa estragos, el ejemplo más popular en México y el mundo es la reproducción de la avispa *Trichogramma spp.*

En el Cuadro 14 se puntualizan los agentes de control biológico, insectos, hongos, bacterias y nemátodos más empleados en México.

Ventajas:

- Es una regulación de las plagas y las enfermedades, y no un exterminio o combate de las poblaciones.
- No se requieren grandes cantidades de energía fósil.

Desventajas.

- No existe un programa específico de control biológico para todas las plagas y enfermedades.
- El desarrollo de un programa de control biológico es lento.

Cuadro 14. Agentes de control biológico más empleados en México.

Cultivo	A controlar	Agente de Control
Hongos		
Maíz	Gusano cogollero	<i>Metharrhyzium anisopliae</i>
Hortalizas	Mosquita blanca	<i>Beauveria bassiana</i>
Café	Broca	<i>Beauveria bassiana</i>
Sandía	Mosquita blanca	<i>Phaselomices fumoso</i>
		<i>Metarrhyzium anisopliae</i>
Fresa	Acaros	<i>Hirsutella thompsonii</i>
Crucíferas	Pulgones	<i>Lecanicillium leccani*</i>
Café	Roya	<i>Lecanicillium leccani*</i>
Pastos	Mosca pinta o salivazo	<i>Metarrhyzium anisopliae</i>
Cultivos en general	Hongos patógenos	<i>Trichoderma harzianum</i>
Cultivos en general	Malezas	<i>Collectotrichum spp</i>
Insectos		
Hortalizas	Gusano del fruto, gusano alfiler	<i>Trichogramma pretiosum</i>
Cereales	Palomilla	<i>Trichogramma spp.</i>
Hortalizas	<i>Heliothis spp</i>	<i>Trichogramma spp.</i>
Hortalizas	Gusano terciopelo	<i>Trichogramma spp.</i>
Frijol	Mosquita blanca	<i>Crysopa spp</i>
Cultivos en general	Afidos, mosquita blanca, ácaros, orugas y pulgones	<i>Crysopa spp</i>
Flores y cultivos de invernadero	Mosquita blanca	<i>Encarsia Formosa</i>
Café	Broca del café	<i>Cephalonomia sthephanoderis</i>
Cítricos	Chinche harinosa	<i>Cryptolemus montrouzieri</i>
Cultivos en general	Áfidos	<i>Aphidoletes aphidimysa</i>
Cultivos en general	Afidos y trips	<i>Hippodamia convergens o catarinita</i>
Hortalizas	Trips y otras plagas	<i>Orius triticolor o chinches piratas</i>
Hortalizas en general	Mosquita blanca	<i>Eretmocerus eremicus</i>
Aldodón	Araña roja	<i>Phytoseiulus persimilis</i> (ácaro)
Cítricos	Minador de la hoja	<i>Diglyphus spp y Dacnusa spp</i>
Bacteria		
Hortalizas	larvas de lepidópteros, coleópteros y mosquitos	<i>Bacillus thuringiensis</i>
Nemátodos		
Cultivos en general	Larvas de escarabajos, dorífera, larva de cínife	<i>Steinerma sp</i>
Cultivos en general	Nemátodos patógenos, gusano cogollero, gallina ciega, gusano del alambre y escarabajos	<i>Heterhorabditis bacteriophora</i>

*Antes *Verticillium lecanii*. Fuente: Actualizado de Dardón, 1993.

LOS CULTIVOS TRAMPA

Son siembras simultáneas de especies, que se disponen en bandas interactuando agronómicamente, pero con independencia en el espacio (Leyva, 1993). Generalmente son franjas de una o varias especies intercaladas en el cultivo principal que son apetecibles para los insectos a controlar, con ello el cultivo presenta una barrera biológica a los insectos (ya que los insectos reconocen su alimento tanto por el olor como por el espectro, y este último es roto por producto de la asociación), los desorienta y permanecen en dicha franja, de la cual toman su alimento; sin perturbar o atacar al cultivo comercial.



Foto 37. Sorgo usado como cultivo trampa en hortalizas vs mosquita Blanca (*Bemisia tabaci*)

Un ejemplo de cultivo trampa son el uso de franjas de alfalfa entre el maíz, controlándose la mayor parte de sus plagas. Otros casos son el frijol/tomate y zanahoria/repollo/coliflor (Solorzano, 1992). En el cuadro 15 se mencionan algunos cultivos principales, su cultivo trampa, y la plaga que controlan.

Ventajas:

- Diversidad en la producción.
- Ahorro en el uso de productos de síntesis química para el manejo de plagas.

Desventaja:

- Una parte del terreno se usa para el cultivo trampa.

Cuadro 15. Manejo de plagas con cultivos trampa

Plaga Controlada	Cultivo Principal	Cultivo Trampa
Lygus (<i>Lygus hesperus</i> , <i>Lygus elisus</i>)	Maíz	Algodón
Escarabajo de las flores (<i>Meligethes aureus</i>)	Coliflor	Clavelón
Minador de la hoja	Espinaca	Fresa
Gorgojo del frijol	Frijol	Papa
Escarabajo mexicano del frijol		Betabel
Chinchas de las calabazas	Calabaza	Maíz
Barrenador de las guías de la calabaza		Rábano
Gusano cortador	Col	Romero
Gusano de la raíz de la col		Orégano
		Salvia
Afidos	Pepino	Frijol
Escarabajo rayado del pepino		Eneldo
		Rábano
Gusano cortador	Tomate	Ortiga
		Perejil
		Cebollines

FUENTE: Altieri y Nicholls, 2006 y MINKA, 1993.

PREPARADOS VEGETALES

En la agricultura orgánica o ecológica el manejo de plagas y enfermedades se lleva a cabo a través de la instrumentación de sistemas de manejo integrales que incluyen la nutrición de las plantas y la fertilidad del suelo, el uso de asociaciones y rotaciones de cultivos, variedades resistentes, control biológico hasta la aplicación de preparados vegetales y minerales (plaguistáticos).

Un plaguistático es un producto obtenido a partir de plantas o minerales, que es útil para reducir el efecto negativo de las plagas y enfermedades. Entre los efectos que producen en los insectos, bacterias y hongos, entre otros organismos están: Repelencia por irritación o bloqueo del sistema nervioso; disminuyen la población de los insectos, hongos, bacterias y nemátodos; disminuyen o evitan el daño que podrían causar a los cultivos; inhiben la alimentación de los insectos; inhiben la eclosión de huevos (se evita su rompimiento y la emergencia de la ninfa o larva; inhiben el crecimiento de los insectos (afectan la muda), y no se forman instares subsecuentes; inhiben el desarrollo biológico, pues inducen la formación de larva-pupa o la emergencia de adultos deformes, y no se forma o emerge normalmente el siguiente estado biológico; reducen la emergencia de adultos en la primera generación; ocasionan la muerte de algunos insectos; e inhiben el desarrollo de bacterias, hongos y nemátodos (Gómez y Rodríguez, 2013).

Hoy en día existen cientos de plantas que son conocidas por sus efectos repelentes y plaguistáticos (presentan diferentes formas de acción y no sólo la muerte del insecto); algunas de las más empleadas son: a) ajo (*Allium sativum*) que contiene aliina, alinasa, alisina y que actúa como repelente, irritador nervioso y bloqueador hormonal en los insectos; b) chile (*Capsicum sp*) que contiene capsicina y alcaloides aromáticos y que funciona como

repelente, irritador nervioso y bloqueador hormonal; 3) flor de muerto o cempazuchilt (*Tagetes patula*) con el ingrediente activo margosina que es un inhibidor del desarrollo de larvas y nemátodos; 4) Nim o margosa con el ingrediente activo de la Azadiractina que tiene diversos efectos entre ellos inhibición en la alimentación, oviposición y crecimiento de diversos insectos (De los Santos y Brechelt, 1996; Rodríguez, 2000). Ver Cuadro 16.

Cuadro 16. Propiedades plaguísticas de diversas plantas

Planta	Sustancia Activa	Modo de Acción
Ajo <i>Allium sativum</i>	Ácido amino sulforado Aliina Alisína	Repelencia e inhibición de crecimiento y desarrollo de insectos, bacterias y hongos
Anona <i>Annona reticulata</i>	Anonacina Anonaína Asimicina Bulatacinona	Repelencia, inhibición de la alimentación, oviposición, crecimiento y desarrollo de insectos
Nim <i>A. indica</i>	Azadiractina Azadirona Nimbina Salanina	Repelencia, inhibición de la alimentación, oviposición, crecimiento y desarrollo de insectos y larvas
Chile <i>Capsicum annuum</i>	Capsicína Capsaicína Solanidína Alcaloides aromáticos	Repelencia e inhibición de crecimiento y desarrollo de insectos
Epazote <i>Chenopodium ambrosioides</i>	Acido salicílico Ascaridol Careno Limoneno Mirceno Caenferol Quércetina	Inhibición del crecimiento y desarrollo de ácaros, hongos, nemátodos e insectos
Paraíso <i>M. azedarach</i>	Azedaralida Gedunina Melicarpinas Melianona	Inhibición de la alimentación, oviposición, crecimiento y desarrollo de insectos, hongos y bacterias
Higuerilla <i>Ricinus communis</i>	Quercetina Ricina Ricinina	Repelencia, disminución de la población, inhibición de la alimentación, oviposición, crecimiento y desarrollo de insectos y larvas, inhibición del desarrollo de hongos, bacterias y nematodos
Flor de muerto <i>Tagetes erecta</i>	Alil anisol Anetol Metil chavicol Metil eugenol	Repelencia e inhibición del crecimiento y desarrollo de insectos y nematodos

Fuente: Gómez y Rodríguez, 2013.

Los preparados de plantas (fitoterapia) pueden clasificarse en 4 tipos, de acuerdo a su forma de preparación y extracción de sus propiedades insecticidas; extractos, macerados, polvos e infusiones.

En el extracto se deja reposar en agua la planta picada, se cuela y el líquido obtenido se asperja sobre el cultivo. Hay plantas como el nim (*Azadirachta indica*) y el paraíso (*Melia azedarach*) que se preparan en extractos y que necesitan mínimamente 8 hr para que los componentes activos que funcionarán en contra de la plaga puedan ser extraídos. La infusión consiste en hervir agua en un recipiente y al ebullir introducir las plantas, retirando del fuego y dejando reposar mínimo 8 hr, se cuela y se utiliza el líquido obtenido. Entre las plantas que se pueden preparar de esta forma está el chicalote (*Argemone mexicana*), las hojas del jitomate (*Lycopersicum esculentum*), y el epazote (*Chenopodium ambrosioides*).

En el macerado se muelen las plantas o partes de la planta con los ingredientes activos (en plantas como el pasto vetiver -*Vetiveria zizanioides*-, los ingredientes activos se encuentran en la raíz), y el líquido obtenido se diluye en agua, se cuela y se aplica. Es común aplicar en macerado los frutos del ajo y el chile; y las semillas de guanábana (*Annona muricata*) y anona (*Annona sp.*).

Los polvos se obtienen al secar las plantas a la sombra y posteriormente molerlas, por lo que es posible conservar los ingredientes activos durante mucho tiempo. Los tratamientos en granos almacenados se hacen a través de polvos de neem, huele de noche (*Cestrum sp*) y epazote (*Chenopodium ambrosioides*) (Rodríguez, 2006; Lagunes y Rodríguez, 1996).

PRINCIPALES PLANTAS PARA EL MANEJO DE INSECTOS

Ajo (*Allium sativum*)

El ajo tiene los siguientes efectos: hiperexitación del sistema nervioso, repelencia, inhibición en la alimentación, inhibición del crecimiento, inhibición de la oviposición en varias fases y a diversos niveles (Rodríguez, 2000).

Se recomienda preparar el ajo en macerado, de la siguiente manera: moler 1kg de ajo, colocar a reposar durante 3 hrs en 160litros de agua, y 800grs de jabón de pasta o neutro. No se debe usar más de 2% (20gr por litro) de jabón para evitar toxicidad. Otra opción es utilizar como adherente una planta saponacea disuelta en agua o bien baba de nopal o sábila (1 penca por cada mochila aspersora).

Las plagas que pueden manejarse con el ajo incluyen mosquita blanca, chicharritas, pulgones, chinches, catarinita de la papa, conchuela del frijol, gallina ciega, gusano cogollero, gusano de alambre, gusano medidor, gusanos trozadores, mariposa blanca de la col, mosquitos, picudo del chile, picudo del algodonero, minador, mosca común y trips.

Entre las enfermedades que se pueden manejar con el ajo están: Tizones (*Phythoptora infestans*, *Phythoptora syringae*, *Phythoptora phaseolica*), xantomonas (*Xanthomonas campestris*), royas, alternaria, cercospora, *Collectotrichum spp*, y *Monilinia fructicola*.



Foto 38. Uso de jabón como adherente de los preparados vegetales

Epazote común (*Chenopodium ambrosioides*)

El epazote puede usarse en polvo para plagas de granos almacenados. La dosis a utilizar es de 10grs de polvo de epazote seco por cada kg de grano a almacenar. Es decir 300grs de polvo por cada saco de 30kgs de semilla (Lagunas y Rodríguez, 1996).

Otra forma de preparación del epazote es en extracto: Se pican 500grs de epazote, se mezcla en 10 lt de agua y se deja reposar durante 8hr. Posteriormente se cuela el preparado, se le aplican 100grs de jabón de barra disuelto en agua y se procede a aspear sobre el cultivo. Este insecticida reduce las poblaciones de mosquita blanca, conchuela del frijol, gusano cogollero, pulgones y mariposa blanca de la col.

Higuerilla (*Ricinus communis*)

Para realizar un extracto al 3% se pican y se ponen a remojar 300gr de hojas de higuerilla en 10litros de agua durante 3 hrs. Posteriormente en un recipiente se diluyen 100grs de jabón en un poco de agua y un momento antes de aplicar el extracto se mezclan, se cuelan y se aplican. No se deben utilizar las semillas, pues son muy tóxicas al humano. Se pueden usar otras concentraciones del extracto para otras plagas (Cuadro 17).

Cuadro 17. Uso y dosis de higuerilla para el manejo de plagas

Plaga	Parte de la planta/preparación	Dosis final
Mosquita blanca	Follaje, extracto acuoso	30grs/litro
Conchuela del frijol	Follaje, extracto acuoso	50grs/litro
Chapulin	Follaje/extracto acuoso	50grs/litro
Broca del café	Follaje/extracto acuoso	100grs/litro
Gusano cogollero	Follaje, extracto acuoso	50grs/litro

Fuente: Lagunes y Rodríguez, 1996.

Chile (*Capsicum spp*)

El chile se usa en forma de macerado, se muelen 500grs de chile, se mezcla en 20litros de agua y se deja reposar 3hrs. Posteriormente adicionar a la mezcla 100grs de jabón de barra disuelto, colar y aplicarlo al cultivo.

Entre las plagas que se pueden reducir con el chile están pulgones, chicharritas, moscas blancas, gallina ciega, gusano de alambre, gusano bellotero, gusano cogollero, gusano medidor, mariposa de la col, chinches y gusanos trozadores.

Chicalote (*Argemone mexicana*)

El chicalote puede utilizarse en forma de infusión, de la siguiente manera: Se colocan a hervir 10lt de agua, se incorpora 1kg de chicalote picado, se deja reposar 8hrs, se mezclan 100grs de jabón neutro o 1 penca de baba de nopal, se cuela y se asperja sobre el cultivo. Esta infusión puede emplearse para reducir la población de la mosquita blanca.

Nim, Neem o Margosa (*Azadirachta indica*)

A continuación se presentan algunas recetas ampliamente difundidas del uso del nim, pues en la literatura se reporta que controla más de 300 insectos distintos (Lagunes y Rodríguez, 1996; De los Santos y Brechelt, 1996; Brechelt y Hellpap, 1995).

El neem se puede preparar en extracto acuoso con 25grs de semillas por litro de agua y controla gusano cogollero, broca del café, gusano alfiler del jitomate, gusano del cuerno del tabaco, palomilla dorso de diamante, falso medidor, gusano terciopelo, pulgón del melón y gusano de la yema del tabaco.

Otra forma de preparación es en extracto acuoso con 50 grs de semillas por litro de agua en contra de mosquita blanca, pulgón del melón, barrenador del fruto, y pulgón *Mizus persicae*.

En la preparación de extracto acuoso con aceite vegetal usando 25 grs de semillas, 10 ml de aceite vegetal y 1 litro de agua se controla barrenador del fruto; mientras que con 25 grs de semillas, 5 ml de aceite vegetal y un litro de agua se reducen las poblaciones de gusano de la yema del tabaco y minador de los cítricos.

En extracto acuoso el neem se puede preparar con 40 hojas y 1 lt de agua. Se deja reposar 8-10hrs y al momento de aplicar se mezcla con 10gr de jabón neutro en contra de mosquita blanca, chinches y larvas de mariposas.

En el cuadro 18 se presenta la dosificación de las plantas que debe usarse para el manejo de algunas plagas.

Cuadro 18. Plantas insecticidas, preparación y dosis para el manejo de plagas.

Planta Repelente	Plaga	Preparación	Dosis
Margosa o nim (<i>Azadirachta indica</i>)	Barrenador del café	Semillas, extracto acuoso	25 grs/lit
	Mosquita blanca	Semillas, extracto acuoso	37-50 grs/lit
	Gusano cogollero	Semillas, extracto acuoso	25 grs/lit
	Gusano terciopelo	Semillas, extracto acuoso	25 grs/lit
	Pulgón del melón	Semillas, extracto acuoso	50 grs/lit
	Pulgón de la col	Semillas, extracto acuoso	50 grs/lit
	Barrenador del fruto	Semillas, extracto acuoso	25 grs/lit
	Gusano alfiler del jitomate	Semillas, extracto acuoso	25 grs/lit
	Pulgón verde	Semillas, extracto acuoso	50 grs/lit
Huele de noche (<i>Cestrum sp</i>)	Palomilla dorso de diamante	Semillas, extracto acuoso	25 grs/lit
	Minador de los cítricos	Semillas, aceite CE/80	5ml/lit
	Conchuela del frijol	Follaje, extracto acuoso	50grs/lit
Epazote (<i>Chenopodium ambrosioides</i>)	Gorgojo del maíz	Follaje, polvo	10grs/kg
	Conchuela del frijol	Follaje, extracto acuoso	50grs/lit
	Gusano cogollero	Follaje, extracto acuoso	50grs/lit
Higuerilla (<i>Ricinus communis</i>)	Gorgojo del maíz	Follaje, polvo	10grs/kg
	Conchuela del frijol	Follaje, extracto acuoso	50grs/lit
	Barrenador mayor de los granos	Raíz, polvo	10grs/kg
Cancerina (<i>Hippocratea sp</i>)	Gusano cogollero	Follaje, extracto acuoso	50grs/lit
	Conchuela del frijol	Raíz, extracto acuoso	50grs/lit
	Gusano cogollero	Raíz, extracto acuoso	50grs/lit
	Gorgojo pinto del frijol	Raíz, polvo	10grs/kg
	Gorgojo del maíz	Raíz, polvo	10grs/kg
	Barrenador mayor de los granos	Raíz, polvo	10grs/kg
Ramatinaja (<i>Trichilia sp</i>)	Conchuela del frijol	Semillas, extracto acuoso	50grs/lit
	Gusano cogollero	Semillas, extracto acuoso	50grs/lit
	Gorgojo pinto del frijol	Semillas, polvo	10grs/kg
Paraíso (<i>Melia azedarach</i>)	Gusano de la yema del tabaco	Extracto acuoso, aceite CE/50	60ml/lit, 120grs/lit
	Minador de los cítricos	Semilla, aceite CE/50	30ml/lit.

Fuente: Lagunes y Rodríguez, 1996.

Otras plantas con efectos insecticidas/fungicidas son (Rodríguez, 2006):

- Albahaca (*Ocimum basilicum*). Principios activos: linalol, eugenol, leneol. Controla polillas, áfidos, moscas, acaros, etc.
- Salvia (*Salvia officinalis*). Principios activos: boreol, cineol, tuyona. Rechaza la mosca blanca en diferentes cultivos y pulgas y otros insectos voladores.
- Tagetes (*Tagetes patula*). Planta tóxica para las larvas de diferentes mosquitos. Sus secreciones radiculares son una barrera eficaz contra los nemátodos, por lo que se cultivan en proximidad plantas susceptibles como tomates, patatas, perejil.
- Toronjil (*Melissa officinalis*). Principio activo: linalol. Repele pulgas, polillas y áfidos.
- Ruda (*Ruta graveolens*) Principios activos: Rutina, inulina. Su fuerte olor atrae moscas y polillas negras disminuyendo daños sobre los cultivos cercanos.
- Papaya. 1kg de hojas, 4 litros de agua y 40gr de jabón neutro de pasta se deja reposar por 3 hrs y se aplica contra diferentes tipos de hongos en café.
- Canavalia (*Canavalia ensiformis*). Principio activo: canavalina. Controla las hormigas y actúa como fungicida.

También es común el uso de piretrina natural, rotenona, causia, entre otras plantas.

PREPARADOS MINERALES

Para el manejo de microorganismos patógenos, hongos y bacterias en los cultivos se pueden elaborar preparados minerales como alternativas al uso de productos químicos sintéticos. Los caldos minerales son fáciles de preparar, no contaminan la tierra, el agua y los animales, es una tecnología al alcance del productor y son económicos (Restrepo y Rivas, 1993).

El primer caldo mineral conocido fue el caldo bórdeles o mezcla de bordeaux que se utilizó por primera vez en Francia en 1882 a raíz de la introducción en Europa de *Plasmopara viticola* Berl., y de Toni. El fitopatólogo francés Alexis Millardet, investigando sobre la enfermedad encontró que un vitivinicultor había utilizado una mezcla de cal y sulfato de cobre en las orillas de su viñedo para evitar que se robaran la fruta y eran precisamente esas plantas las que no habían sido contaminadas por la enfermedad. El azufre ha sido utilizado desde 3000 a.c. El caldo sulfocálcico o polisulfuro de calcio es una emulsión en caliente que se prepara con azufre y cal y que fue empleada por primera vez contra la sarna en el ganado vacuno en California en 1886 (Restrepo, 2007).

Los preparados como el caldo bórdeles, el caldo ceniza, el caldo visosa y el caldo sulfocálcico funcionan como fungicidas, dichos caldos nos pueden ayudar a controlar hongos, bacterias y también ácaros y en algunos casos también insectos.

Las preparaciones a base de caldo bórdeles enriquecidas con permanganato de potasio, son recomendadas para los casos de fuertes ataques simultáneos de mildeu y oidio, lo mismo que para los ataques muy severos del tizón temprano (*Alternaria spp*) y tardío y *Phytophthora spp* en los cultivos de tomate, papa y chile (Restrepo, 2007).

El caldo visosa es una suspensión coloidal, compuesta de complejos minerales (sulfato de magnesio, sulfato de zinc, sulfato de cobre y borax), con cal hidratada o hidróxido de calcio que se desarrolló en la Universidad Federal de Visosa en Brasil para el control de la roya del café, pero que también ha experimentado resultados muy positivos contra otros hongos y bacterias, así como un aportador de micronutrientes a los cultivos (Universidad Federal de Visosa, 1982 citado por Restrepo, 2007).

Los caldos minerales o fungistáticos pueden cumplir variados objetivos, como el que mejoren la sanidad de las plantas, cumplan la función de abono foliar, como bioestimulantes del suelo (Duran, 2005). Los caldos deben siempre aplicarse temprano por la mañana o por la tarde y colarse para evitar tapar el equipo de aspersión.

Caldo Bórdeles al 1%

Materiales: 100grs de sulfato de cobre, 100gr de cal viva o hidratada (no cal agrícola), 10 litros de agua, y 2 recipientes de plástico.

Procedimiento:

- a) Se disuelven perfectamente 100grs de sulfato de cobre en un litro de agua.
- b) Se disuelven los 100grs de la cal en 9 lt de agua.
- c) Se mezcla sobre la cal el sulfato de cobre disuelto.
- d) Se puede introducir un machete o algo metálico en el preparado, sí no se oxida quiere decir que el preparado está listo; de lo contrario debe aplicarse más cal.

Usos: prevención y manejo de enfermedades (hongos y bacterias):

- a) Sin diluir en plantas de más de 30cm de altura de jitomate, papa y zanahoria que no se encuentren en floración.
- b) En dilución: 1lt del caldo por 1 litro de agua en plantas más pequeñas como brassicas, pepino, calabaza, y frijol.
- c) Puede usarse como sellante de podas incrementando la dosis al 10%.
- d) Frutales: Incrementar la dosis al 2%.

Caldo Bórdeles enriquecido con Permanganato de Potasio

Se elabora igual que el caldo bordelés, sólo que al final se aplican 12.5gr de permanganato de potasio, por lo que tomará un color magenta-morado.

USOS: Muy útil en enfermedades de solanáceas. Por ejemplo vs Tizón temprano (*Alternaria spp*) y Tizón tardío (*Phytoptora infestans*), cenicillas y oidio.

Caldo Sulfocálcico

Materiales: 2kg de azufre, 1kg de cal viva o hidratada, 10lt de agua, y un recipiente o tina de metal para hervir.

El caldo sulfocálcico o NES se prepara de la siguiente manera: Colocar a hervir 10lt de agua en un recipiente, al estar hirviendo introducir la cal y azufre poco a poco (previamente mezclados en seco) y revolver hasta que el preparado cambie a un color rojo vino, lo cual durará de 40 a 60 minutos. Posteriormente dejar enfriar el preparado y si no se usa inmediatamente, guardar en botellas color ámbar, con 20ml de aceite vegetal al final de envasarlo.



Foto 39. Preparación del caldo sulfocálcico para el manejo de hongos

Uso: Hongos y ácaros:

Aplicación a follaje en frutales (p.e. araña roja): Usar 350ml del caldo por cada 20litros de agua.

Aplicación en frutales (p.e. *Phytophthora sp*): Usar 750ml del caldo por cada 20lt de agua.

En hortalizas: No usar más de 100ml por 20 litros de agua.

La pasta que queda en el recipiente donde se preparó el caldo puede usarse como sellante en podas.

No se debe usar en cucurbitáceas (familia de las calabazas) y en plantas en floración.

Caldo Ceniza

Materiales: 5kg de cenizas de madera sin tratar cernida, 500gr de jabón de pasta, 20litros de agua, y una tina de metal.

Procedimiento:

- a) En la tina metálica se coloca el jabón rallado o en pedazos pequeños, la ceniza y el agua y se coloca al fuego hasta que hierve.
- b) Se deja enfriar y se cuela con un paño para su aplicación.

Usos: prevención y manejo de enfermedades (hongos, bacterias, huevecillos, insectos pequeños y cochinillas).

- a) Se aplica diluyendo 1 l de caldo en 20 litros de agua.
- b) Se puede mezclar con el caldo bórdeles.

CONTROL FÍSICO Y MECÁNICO DE INSECTOS

El control físico es aquel que se refiere principalmente al control de la temperatura, agua, etc.; Por ejemplo cuando se tienen estructuras protectoras como los invernaderos.

En este caso existen trampas realizadas con plásticos, por ejemplo el color amarillo con aceite vegetal atrae a la mosca blanca por el color, y con el aceite se pegan y mueren. El color azul se usa para manejar poblaciones de trips.



Foto 40. Uso de trampas amarillas con aceite vegetal para disminuir las poblaciones de mosquita blanca en hortalizas

El control mecánico, es cuando se eliminan, retiran o se matan a los insectos, ya sea quitándolos con alguna maquinaria o de forma manual.

Ventajas:

- No contaminan el suelo, el agua, el aire y a la planta.

Desventaja:

- Son métodos tardados y en algunos casos son caros.

VII. REGULACIÓN. EJEMPLOS DE LAS NORMAS ORGÁNICAS EN EL MUNDO

1. Transición (Lineamientos Mexicanos; NOP-USA; JAS-Japón; Reglamento Europeo CE 889-2008, 1235-2008, 8834, 2007. Todas las normas)

Cultivos. 3 años después de la última aplicación de productos prohibidos. En el Reglamento europeo contempla 2 años para cultivos anuales y 3 en cultivos perennes.

Ganadería. 3 años en los pastizales.

Procesamiento. Inmediato, con uso de materias primas certificadas.

2. Conversión por tipo de animal (Lineamientos Mexicanos; Reglamento Europeo CE 889-2008)

-12 meses en el caso de los bovinos destinados a la producción de carne, y en cualquier caso durante tres cuartas partes de su tiempo de vida.

- 6 meses en el caso de los pequeños rumiantes y los cerdos.

- 6 meses en el caso de los animales destinados a la producción de leche.

- 10 semanas para las aves de corral destinadas para la producción de carne introducidas antes de los tres días de vida.

- 6 semanas en el caso de las aves de corral destinadas a la producción de huevo.

3. Condiciones sobre el manejo ganadero (Todas las normas)

- Acceso a libre pastoreo.

- Acceso a suficiente espacio y libertad de movimiento.

- Se permite el uso de vacunas exigidas por la ley, sin OGM's.

- Se permite el uso de acupuntura, homeopatía y preparados a base de plantas.

- Se prohíbe la alimentación forzada, por ejemplo la alimentación continua (día y noche).

- Se prohíben las sustancias destinadas a estimular el crecimiento o la producción (incluidos antibióticos, coccidiostáticos, hormonas, implantes, y la inducción o sincronización del celo).

-Transporte y matanza sin estrés.

4. Apicultura (Lineamientos Mexicanos; Reglamento Europeo CE 889-2008)

Transición: 1 año

-Área de pecoreo (control). 3km de distancia. Agricultura sin agroquímicos y sin polen de organismos modificados genéticamente, apuarios alejados de las carreteras y basureros.

-Uso de pinturas naturales o cera para las cajas.

-Todas las superficies en contacto con la miel deberán de ser de acero inoxidable o recubiertas con cera orgánica.

-Prohibida la alimentación con azúcar o edulcorantes.

- Las abejas deben alimentarse de miel orgánica o materiales orgánicos (p.e. panela orgánica).

-Se permite el ácido fórmico, el ácido láctico, el ácido acético y el ácido oxálico, mentol, timol, eucaliptol o alcanfor en contra de *Varroa jacobsoni*.

-Prohibido el uso de terramicina, sulfamidas, y otros antibióticos; así como la naftalina en el almacenamiento.

-No se permite el corte de alas a las abejas reinas, y la inseminación artificial.

5. Estiércoles (Lineamientos Mexicanos; NOP-USA)

-Se prefiere su uso composteado.

- Momento de aplicación del estiércol:

a) Aplicación mínimo 4 meses antes de la cosecha en productos que tienen contacto directo con el suelo (sobretodo hortalizas)

b) Aplicación mínimo 3 meses antes de la cosecha en productos que NO tienen contacto directo con el suelo y no son para alimentación humana (p.e. abonos verdes, forrajes, etc).

6. Composteo (Lineamientos Mexicanos; NOP-USA)

Materiales de vida vegetal y animal convertidos en abono producido por medio de un proceso que:

(i) estableció una proporción inicial C:N entre 25:1 y 40:1; y

(ii) mantuvo una temperatura entre 131°F (55°C) y 170°F (76.6°C) durante 3 días usando un sistema ya sea de montón o aireado estático o dentro de una vasija; o

(iii) mantuvo una temperatura entre 131°F (55°C) y 170°F (76.6°C) durante 15 días utilizando un sistema de hilera para conversión en abono, durante cuyo período, las materias se voltearon cinco veces como mínimo.

Compostas que no cumplan con estos criterios deben cumplir las disposiciones de estiércoles.

7. Etiquetado

Reglamento Europeo 889-2008

- Más de 95% con ingredientes orgánicos, el 5% restante es agua, sal o materiales no disponibles de forma orgánica = Etiquetado como producto 100% orgánico. p.e.“mermelada orgánica”

- 70% o más = Etiquetado como alimento elaborado con ingredientes orgánico. Ejemplo “Mermelada con manzana orgánica”

Lineamientos Mexicanos; NOP-ESTADOS UNIDOS

- “100 por ciento orgánico”. 100% de los ingredientes, excluyendo sal y agua.

- “orgánico”. 95% de los ingredientes. El 5% restante pueden ser ingredientes que no existan de forma orgánica, pero que no sean prohibidos.

- “Elaborado con XXXX orgánico (ingredientes especificados o grupo(s) de alimentos)”. Mínimo 70 por ciento de ingredientes producidos orgánicamente.

Nota: Menos del 70% de ingredientes sólo se puede listar los componentes orgánicos en el reverso de la etiqueta.

VIII. CONSIDERACIONES FINALES

La mayoría de las técnicas empleadas por la agricultura orgánica se caracterizan por el respeto de los principios agroecológicos; a través del uso de recursos locales, disminuyendo la dependencia de insumos externos; fomento de la diversificación en el agroecosistema lo que permite innumerables beneficios (uno de ellos la reducción de plagas al estimularse los procesos de regulación natural); menor uso de energía fósil al eliminar los agrotóxicos y usar poca maquinaria; fomento de los procesos ecológicos como el reciclaje de nutrientes y materia orgánica; disminución de pérdidas de agua y suelo al dar un papel primordial a la conservación de estos recursos; y finalmente el fomento de la sostenibilidad de los sistemas de producción en el largo plazo.

Entre las potencialidades que tiene la agricultura orgánica están el contribuir substancialmente a mitigar el cambio climático global, al fijar carbono en el suelo (por las altas tasas de incorporación de materia orgánica en comparación con la agricultura convencional), al reducir los combustibles fósiles y depender de prácticas con bajo uso de carbono, como las prácticas agroecológicas descritas en este manual.

La agricultura orgánica representa una oportunidad para los productores del mundo para incrementar la disponibilidad de alimentos a nivel familiar a partir de la diversificación de producir alimentos para su familia, apoyando la autosuficiencia local y en un futuro contribuir a una soberanía alimentaria que garantice alimentos sanos para los pueblos. A su vez ésta agricultura puede apoyar en el desarrollo de cadenas agroalimentarias sustentables, en donde no sólo es importante el papel de los productores al surtir alimentos libres de agrotóxicos, producidos en sistemas de manejo que garantizan un uso amigable de los recursos naturales, sino que también se requiere de un papel proactivo del consumidor al apoyar estos procesos a través del consumo y su participación en el desarrollo de estos sistemas de producción.

IX. LITERATURA CITADA

- ALTERTEC. 1993. Asociación favorable y desfavorable de hortalizas. En: Rodríguez Sandoval Roberto y Ricardo A. Hernández. (Coords). Agricultura sostenible. Inventario tecnológico. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. San Salvador. pp. 79-82.
- ALTERTEC. 1993. Los abonos verdes. En: Rodríguez Sandoval Roberto y Ricardo A. Hernández. (Coords). Agricultura sostenible. Inventario tecnológico. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura San Salvador. pp. 3-13.
- Altes, Alvaro. 1985. Asociaciones favorables y desfavorables de cultivos. En: Volver a la tierra. Agricultura biológica. Revista integral. Monográfico No. 1. Integral Edicions, segunda edición. Barcelona, España. pp. 35-38.
- Altieri Miguel y Clara I. Nicholls. 2006. Agroecología. Teoría y Práctica para una Agricultura Sustentable. Serie de Textos básicos para la formación integral. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. México, D.F. 250p.
- Azteinza Bilbao, Gaiska. 1993. Tecnologías alternativas para el agro mexicano. En: Alternativas para el campo mexicano. Tomo II. Editorial Fontamara. México, D.F. pp. 107-138.
- Badgley C., Moghtader J., Quintero E., Zakem E., Chappell M., Avilés-Velazquez K., Samulon A., and I. Perfecto. 2007. Organic agriculture and the global food supply. In: Renewable Agriculture and Food Systems: 22(2); 86–108.
- Belanger, Jerome. 1985. Nuevas ideas preconcebidas sobre agricultura biológica. En: Volver a la tierra. Agricultura biológica. Revista integral. Monográfico No. 1. Integral Edicions. Segunda Edición. Barcelona, España. pp. 68-71.
- Bellapart Víla, C. 1988. Agricultura biológica en equilibrio con la agricultura química. Fertilización natural la agricultura del futuro. Editorial AEDOS. Barcelona, España. 280p.
- Brechelt, A. y Hellpap, C. 1995. Memorias del Primer Congreso Latinoamericano y del Caribe sobre Nim y otros insecticidas vegetales. Santo Domingo, República Dominicana, 381p.
- Caballero, José. 1993. Agroforestería. En: Agricultura sostenible. Inventario tecnológico. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. San salvador. El Salvador, pp. 167-168.
- Coscolla, Ramón. 1993. Residuos de plaguicidas en algunos vegetales. Editorial Mundiprensa. Madrid, España. 205p.
- Dardón Hernández, José A. 1993. Agricultura orgánica ¿la opción del nuevo siglo? En: Jornada Ecológica No. 21. 20 de mayo de 1993. México, D.F. pp. 1-6.

- De los Santos J. y Brechelt A. 1996. Recetas de insecticidas naturales. Fundación Agricultura y Medio Ambiente, República Dominicana, 29p.
- De Schutter, Oliver. 2010. Report submitted by the Special Rapporteur on the right to food. United Nations. Human Rights Council. USA. 21p.
- Diario Oficial de la Comunidad Económica Europea. 1991. Reglamento (CEE) No 2092/9 sobre la producción agrícola ecológica y su indicación en los productos agrarios y alimenticios. CEE. 33p.
- Diario Oficial de la Comunidad Económica Europea. 2009. Reglamento europeo para la producción agrícola orgánica. Reg. CE No. 8834/2007, 889/2008 y 1235/2008.
- Diario Oficial de la Federación. 2013. Acuerdo por el que se dan a conocer los Lineamientos para la Operación Orgánica de las Actividades Agropecuarias. México, D.F. 29 de Octubre. En: http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5319831&fecha=29/10/2013
- Fair Trade International. 2016. Scope and benefits of fair trade 2015. FLO. Bonn, Germany.
- FiBL-IFOAM. 2012. The World of Organic Agriculture: Statistics & Emerging Trends 2012. FiBL and IFOAM. Germany. 331p.
- FiBL & IFOAM . 2016. The World of Organic Agriculture. Statistics & Emerging Trends 2016. Organic 3.0. Germany. 246p.
- Fondo Internacional de Desarrollo Agrícola (FIDA). 2003. La adopción de la agricultura orgánica por parte de los pequeños agricultores de Latinoamérica y el Caribe. Informe No. 1337, Roma, Italia.
- Fox Jonathan y Haight Libby. 2010. Subsidios para la desigualdad. Woodrow Wilson International Center for Scholars. Santa Cruz University of California. USA.
- Galeana De la Cruz, Mario. 1990. Evaluación del efecto de la veza (*Vicia sativa* L.) como abono verde en el cultivo de cebada en Chapingo, México. Tesis de maestría. Colegio de Postgraduados. Centro de Edafología. Montecillos, Edo. de México. 106p.
- Gasca Zamora, José. 1995. El mercado de la agricultura orgánica y sus retos frente al tratado de libre comercio. Comisión de Distribución de Bienes de Consumo y Servicio. LVI Legislatura. Cámara de diputados. México, D.F. 17p.
- Gasca Zamora, José. 1995. El mercado interno de alimentos en México y las posibilidades de comercialización de productos orgánicos. México, D.F. Mimeo.
- Gliessman, Stephen. 2002. Agroecología: Procesos Ecológicos en Agricultura Sostenible. CATIE, Turrialba, Costa Rica. 359p.

- Gómez Cruz, Manuel Ángel, *et. al.*, 2010. Agricultura, Apicultura y Ganadería Orgánica de México 2009. Estado Actual -Retos- Tendencias. UACH - CIIDRI - CONACyT. México, D.F. 110p.
- Gómez Perazzoli A. 2007. Certificación participativa: El caso de la red de agroecología en Uruguay. En: LEISA volumen 23. No. 1. Junio, Lima, Perú. pp. 10-13.
- Gómez Tovar Laura, *et. al.* 2005. Certified organic agriculture in Mexico: Market connections and certification practices in large and small producers. Journal of Rural Studies 21, USA, pp. 461-474.
- Gómez Tovar Laura, Gómez Cruz Manuel A., Schwentesius Rita y Erin Nelson. 2007. La Certificación Participativa: Propiciando Un Movimiento Local de Producción y Consumo Orgánico. En: Manual del Curso de Inspectores IOIA, Oaxaca, Oax. 21p.
- Gómez Tovar Laura, Gómez Cruz Manuel A. y Rita Schwentesius Rindermann. 2001. Desafíos de la agricultura orgánica. Certificación y comercialización. Editorial Mundi-Prensa-Universidad Autónoma Chapingo, Tercera Edición, México, 224p.
- Gómez Tovar Laura. 1997. Agricultura Sustentable. Manual técnico. Instituto Nacional de Capacitación del Sector Agropecuario, A. C., México. D.F. 48p.
- Gómez Tovar Laura. 1997. Sistema de producción orgánica de granos básicos. Manual técnico. Instituto Nacional de Capacitación del Sector Agropecuario, A. C., México. D.F. 48p.
- Gómez Tovar Laura. 1998. Manual de Lombricultura. Manual técnico. Instituto Nacional de Capacitación del Sector Agropecuario, A. C., México. D.F. 36p.
- Gómez Tovar Laura. 2000. Proposal for a structural and institutional design for the development of organic farming technology in Mexico. Roskilde University y Aalborg University. Dinamarca. Master thesis. 75p.
- Gómez Tovar Laura. 2006. La certificación participativa: Regresando a los principios de la agricultura orgánica. En: Memoria del IV Seminario Internacional de Agroecología. Depto. de Agroecología, UACH, 2006.
- Gómez Tovar, Laura y Cesáreo Rodríguez Hernández. 2013. Biopreparados vegetales y minerales para el manejo de plagas y enfermedades en la agricultura ecológica. Depto. De Agroecología-Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Edo. De México, 19p.
- González G. 2011. Harina de Rocas: Transformando Rocas en Alimentos. Disponible electrónicamente En: www.permacultura.mx/reporte/harina-de-rocas-transformando-rocas-en-alimentos/

IFOAM. 2007. Participatory Guarantee Systems: Shared Vision, Shared Ideals. Participatory Guarantee Systems Working Group. Bonn, Alemania, Disponible electrónicamente en: <http://www.ifoam.org>

IFOAM. 2007. Sistemas de Garantía Participativos. Estudios de caso de India, Nueva Zelanda, Brasil y Estados Unidos. Bonn, Alemania. 70p. Disponible electrónicamente En: <http://www.mercadosorganicos.org.mx/files/libro%20sobre%20casos%20de%20estudi%20SPGs.pdf>.

IFOAM. 2016. Organic Agriculture. En: <http://www.ifoam.org>.

IFOAM. 2012. Definition of Organic Agriculture. En: http://www.ifoam.org/growing_organic/definitions/sdhw/pdf/DOA_Spanish.pdf

IFOAM-IFOAM EU GROUP. 2009. High sequestration, low emission, food secure farming. Organic agriculture- a guide to climate change & Food Security. Bonn, Germany. 23p.

Instituto Superior de Ciencias Agropecuarias de La Habana. 1993. Curso de Agricultura orgánica. La Habana, Cuba. S/p.

Jeavons, John. 2002. Cultivo biointensivo de alimentos. Más alimentos en menos espacio. Ecology Action of the Mid-Peninsula. California, U.S.A. 203p.

Jeavons, J.; y Cox, C. 2007. El huerto sustentable, cómo obtener suelos saludables, productos sanos y abundantes. Willits, California. 103 p.

Lagunes T., C. Arenas, C. Rodríguez. 1984. Extractos acuosos y polvos vegetales con propiedades insecticidas. Centro de Entomología y Acarología, Colegio de Postgraduados, Chapingo, México. 203p.

Lagunes Tejeda Ángel y Daniel A. Rodríguez Lagunes. 1996. Producción y uso de insecticidas vegetales. En: Ruiz Figueroa, Feliciano (Editor). Agricultura orgánica: Una opción sustentable para el agro mexicano. Chapingo, México. pp. 51-57.

Lampkin Nicolas. 1998. Agricultura ecológica. Ediciones Mundi Prensa. Madrid, España. 724p.

León Martínez G. 2016. Centro De Investigación en Agricultura Sustentable “Tierra Prieta”. Nepantla, Estado de México, 7p.

Lernoud y Fonseca. 2004. Memoria del Taller Internacional de Certificación Alternativa para la Producción Orgánica. IFOAM. Torres, Brasil, s/p.

Leyva Galán Ángel y Jürgen Pohlan. 2005. Agroecología en el trópico- Ejemplos de Cuba. Editorial Shaker Verlag, Alemania, 198p.

Leyva Galán, Ángel. 1993. Las asociaciones y rotaciones de cultivos. Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas. La Habana, Cuba. 14p.

Licona Vargas Atenógenes, *et. al.* 1994. Diversificación agrícola en zonas cafetaleras del Estado de Veracruz, México. Ponencia presentada en el XXXXVIII Congreso Internacional de Americanistas, dentro del Simposio "El futuro papel del café en el desarrollo sostenible de sociedades campesinas en América Latina". Estocolmo, Suecia. S/p.

López Aurelio. 1992. El abono orgánico. Taller de agricultura orgánica, México. Experiencias de agricultores. En: Agricultura sostenible. Inventario tecnológico. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. San Salvador. pp. 15-16.

McIntyre B., *et al.* 2009. Agriculture at a crossroads. International assessment of agricultural knowledge, science and technology for development (IAASTD): synthesis report with executive summary: a synthesis of the global and sub-global IAASTD reports. IASSTD, UNDP, FAO, UNEP, UNESCO, The World Bank, Global Environment facility. USA. 95p.

MINKA. 1993. Los horticultores de Pucara. Huancayo, Perú. 25p.

Nelson Erin, Schwentesius Rindermann Rita, Gómez Tovar Laura y Manuel A. Gómez Cruz. 2008. Growing a local organic movement. The Mexican Network of Organic Markets. In: LEISA, volumen 24, No. 1, March, 2008, Netherlands, pp. 24-27.

Norma Mexicana NMX-FF-109-SCFI-2008. Humus De Lombriz (Lombricomposta)-Especificaciones y Métodos de Prueba. En: <http://www.dof.gob.mx/normasOficiales/3398/seeco1/seeco1.htm>

Pretty, J. *et. al.* 2006. Resource conserving agriculture Increases Yields in Developing Countries. Environmental Science and Technology, número 40. p. 1114.

Quiroga Madrigal, Ricardo y Reinero Adrián Alonso Bran. 1992. Uso de los abonos verdes en la depresión central de Chiapas. En: Gorras y sombreros: Caminos hacia la colaboración entre técnicos y campesinos. Memoria del taller sobre los métodos participativos de investigación y extensión aplicados a las tecnologías basadas en abonos verdes. CIMMYT. México, D.F. pp. 105-116.

Renner, T. 2008. Sistema de Garantía Participativa ofrecen certificación alternativa. En: LEISA volumen 24. No. 1. Junio, Lima, Perú. pp. 17.

Restrepo R. J. y Rivas G. A. 1993. ¡Haga sus Caldos!. Formas alternativas de controlar insectos y enfermedades de sus cultivos. Proyecto de Agroecología y tecnologías Apropiadas. Boletín Técnico No. 1. Asociación Colombiana de Agricultura Biológica y Ecodesarrollo (ACABYE). Colombia.

Restrepo Rivera, Jairo. 2007. Manual práctico. El A, B, C de la agricultura orgánica y harina de rocas. SIMAS, Managua, Nicaragua, 262p.

- Restrepo Rivera, Jairo. 1997. Curso Taller de agricultura orgánica. CEDUAM, DANA, A.C., SEDEPAC, UAMA, VICENTE GUERRERO, Compendio bibliográfico, Toluca, Edo. De México, s/p.
- Rodríguez del Bosque, Luis A. 1993. Glosario de control biológico. En: Memorias del Tercer Curso de Control Biológico. Sociedad Mexicana de Control Biológico. Texcoco, México, pp. 202-219.
- Rodríguez Hernández Cesáreo (Compilador). 1996. Control alternativo de insectos plaga. Colegio de Postgraduados y Fundación Mexicana para la Educación Ambiental. Montecillos, Estado de México, 114p.
- Rodríguez Hernández, C. 2000. Plantas vs Plagas 1. Potencial práctico de ajo, anona, nim, chile y tabaco. Editado por RAPAM, Texcoco, Edo. de México, 133p.
- Rodríguez Hernández, C. 2006. Plantas vs Plagas 2. Epazote, hierba de la cucaracha, paraíso, higuerilla y sabadilla. Editado por RAPAM, Texcoco, Edo. de México, 209p.
- Ruiz Figueroa, José Feliciano (Editor). 1996. Agricultura orgánica: Una opción sustentable para el agro mexicano. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Estado de México. 164p.
- Ruiz Figueroa, José Feliciano. 1993. La agricultura orgánica. En: Alternativas para el campo mexicano. Editorial FONTAMARA. México, D.F. pp. 152-182.
- Ruiz Figueroa, José Feliciano. 1995. La agricultura orgánica: Ecología o mitología. Respuesta a algunas interrogantes. Coordinación del Programa de Investigación de Agricultura Orgánica. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Estado de México. 19p.
- Samoaya Mario. 1993. El sistema de cultivo maíz-frijol simultaneo con sorgo en relevo. En: Rodríguez Sandoval Roberto y Ricardo A. Hernández. (Coords). Agricultura sostenible. inventario tecnológico. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. San Salvador. pp. 75-76.
- Schnitman Gillermo y Pipo Lernoud (compiladores). 1992. Agricultura orgánica. Experiencias de cultivo ecológico en la Argentina. Editorial Planeta Tierra. Buenos Aires, Argentina.
- Soil Association. 2012. Why organic? En: <http://www.whynorganic.org/>
- Sosa Maldonado, Lucino. 1997. Certificación de los productos orgánicos. Ponencia presentada en el Evento de Aprobación en Certificación de Agricultura Orgánica, Chapingo, Estado de México, diciembre. s/p.
- Suchini Ramirez, J.G. 2012. Innovaciones agroecológicas para una producción agropecuaria sostenible en la región del Trifinio. CATIE. Turrialba, Costa Rica.

- Torquebiau Emmanuel. 1993. Conceptos de agroforestería: una introducción. Traducido por Carlos Cano. Centro de Agroforestería para el Desarrollo Sostenible. Chapingo, México. 92p.
- Trápaga Yolanda y Felipe Torres (Coords.). 1994. El mercado internacional de la agricultura orgánica. Universidad Autónoma de México. Juan Pablos Editor. México, D.F. 232p.
- UNEP, 2011. Towards a green economy. Pathways to sustainable development and poverty eradication. A synthesis for policy makers. En: <http://www.unep.org/greeneconomy>.
- UNEP-UNCTAD, 2008. Organic agriculture and Food security in Africa. United Natiost. Geneva and New York. En: http://www.unctad.org/en/docs/dicted200715_en.pdf
- USDA. 2001. Programa Nacional Orgánico. Reglamento Final. En: http://ruta.org/rediao/images/stories/normativas/NOP_USDA.pdf
- Vandermeer J. 1989. The ecology of intercropping. Cambridge University Press. England.
- Willer, H. and Kilcher, L. 2010. The World of Organic Agriculture: Statistics & Emerging Trends 2010. FiBL and IFOAM. Germany. 199p.

Agricultura Orgánica: Manual Técnico

Edición y Diseño: Equipo Multimedia del CIIDRI

Esta publicación estuvo a cargo del Centro de Investigaciones Interdisciplinarias para el Desarrollo Rural Integral (CIIDRI) de la Universidad Autónoma Chapingo.

Se imprimieron 500 ejemplares de la Imprenta Universitaria de la UACH.
Carretera México-Texcoco Km 38.5
C.P. 56230. Chapingo, Estado de México.
Julio, 2017