

Taller de elaboración de abonos orgánicos



Jesús Valero Garza



Taller de elaboración de abonos orgánicos

Memoria

Jesús Valero Garza*

*Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP).

ÍNDICE

PERSPECTIVAS DE LA AGRICULTURA ORGÁNICA EN MÉXICO	7
Objetivos de la agricultura orgánica.....	9
Marco de referencia nacional	9
Comercialización y certificación	12
Breve marco de referencia internacional	14
Tendencias en los mercados internacionales de productos orgánicos.....	18
Ventajas estratégicas de México para la producción de alimentos orgánicos.....	20
Consideraciones finales	20
 LOS ABONOS ORGÁNICOS Y LOS FACTORES DE RIESGO EN SU MANEJO	21
Introducción.....	21
Clasificación de los fertilizantes	22
Tipos de abonos orgánicos.....	24
El suelo.....	25
Guía para elaborar composta.....	27
El proceso de composteo.....	28
¿Qué sucede durante el composteo?	30
Factores que afectan el proceso de composteo	30
El abono orgánico fermentado Bocashi.....	36
Biofertilizante foliar orgánico Supermagro.....	40
Los abonos verdes	41
 PRINCIPIOS PARA LA PREVENCIÓN ECOLÓGICA DE PLAGAS Y ENFERMEDADES EN LA AGRICULTURA.....	47
Introducción	47
Diez principios para la prevención de plagas y enfermedades en la agricultura ecológica	50
Retos de la agricultura orgánica.....	68
 Bibliografía	70

Perspectivas de la agricultura orgánica en México

Después de varios decenios de producir alimentos utilizando agroquímicos, diversos autores empezaron a denunciar los efectos negativos del enfoque, poco equilibrado, de la Revolución Verde¹. Es así como surgieron algunas de las corrientes de agricultura alternativa: *Agricultura orgánica* (Howard y luego la familia Rodale), *Agricultura biodinámica* (Steiner), *Permacultura* (Mollison), *Agricultura natural* (Fukoka), *Tecnología apropiada* (Schummacher), *Agricultura ecológica* (Aubert) y *Agroecología* (Conway y Altieri).

Lo que tuvieron en común todos estos movimientos fue un enfoque principalmente dirigido a los problemas ocasionados por la Revolución Verde en la salud humana y el medio ambiente. En este contexto, se inician los estudios del impacto de los plaguicidas en la salud de los aplicadores, los problemas de residuos de plaguicidas en alimentos y la contaminación de agua potable por los mismos productos, entre otros. También se inician estudios sobre el impacto de plaguicidas y fertilizantes sobre los ecosistemas. Los movimientos de agricultura orgánica surgen a raíz de la conciencia que toman los productores y consumidores, acerca de lo inestable y poco sostenible que eran las formas de producción agrícola.

La agricultura orgánica es un sistema de producción integral basado en la diversidad de especies en producción, utiliza insumos naturales, tierras de calidad, prácticas de labranza, conservación de agua y suelo, prevención natural de plagas y enfermedades; también mantiene un alto grado de reciclaje de los materiales empleados —disminuyendo insumos

¹ Revolución verde: nombre con el que se bautizó en los círculos internacionales al importante incremento de la producción agrícola que se dio en los años 60 del siglo pasado, como consecuencia del empleo de técnicas de producción modernas, concretadas en la selección genética y la explotación intensiva de monocultivos permitida por el regadío y basada en la utilización masiva de fertilizantes, pesticidas y herbicidas.

externos—, busca minimizar los riesgos para los trabajadores, no emplea aguas negras, radiación, aguas grises ni organismos genéticamente modificados.

Por otro lado, la agricultura sostenible requiere, además, que la producción se encuentre en un sistema de rotación de cultivos (por ejemplo maíz-fríjol o maíz-zempoasuchitl), con el propósito de romper los ciclos de las plagas y para que los niveles de fertilidad del suelo se restituyan naturalmente; de la misma manera, la agricultura orgánica requiere de varias especies al mismo tiempo en el mismo espacio, de otras en rotación y en sucesión adecuada.

Esto parece un poco complicado, y lo es en cierta medida, ya que debemos ver la integración del todo y no solo de una sola especie. Los principios de la agricultura orgánica constan de tres dimensiones y un corazón: el balance nutricional (Figura 1).

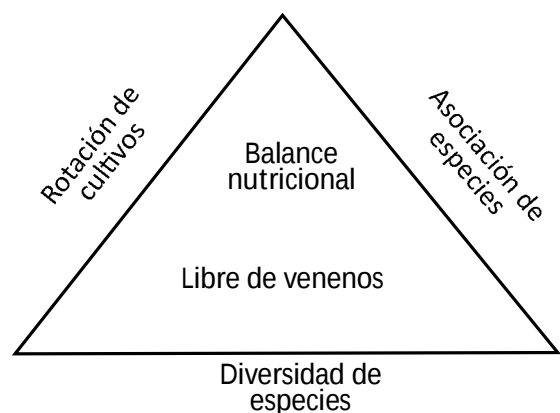


Figura 1. Principios fundamentales de la agricultura orgánica

Cuando nos referimos al balance nutricional, nos referimos a un buen abonado orgánico que restituya el humus², necesario para que el suelo sostenga debidamente a las plantas que se desarrollan en él.

El humus tiene efectos positivos: genera resistencia contra nemátodos³, larvas y otros patógenos⁴ del suelo; debido al incremento de la actividad microbiana, producción de antibióticos, enzimas —entre

2 Humus: materia orgánica en descomposición que se encuentra en el suelo y procede de restos vegetales, animales.

3 Nematodos: se conocen vulgarmente como gusanos redondos, debido a la forma de su cuerpo en un corte transversal.

4 Que producen enfermedad.

otros beneficios—, activa el edafón⁵, propiciando una óptima aireación y abastecimiento de humedad para la planta.

OBJETIVOS DE LA AGRICULTURA ORGÁNICA

- Producir alimentos sanos, libres de venenos. No contaminar el medio ambiente, eliminando todos los insumos y prácticas que lo perjudiquen.

Disminuir la dependencia de insumos externos a la unidad de producción; además de desarrollar y apropiarse de tecnologías adecuadas a sus condiciones ambientales y socioeconómicas.

- Promover la estabilidad de la producción, haciéndola sostenible en relación al uso de los recursos naturales, la energía y la economía.

- Buscar la autosuficiencia económica de los productores y de las comunidades rurales (autogestión), reduciendo los costos de producción y preservando los recursos básicos que poseen.

- Trabajar con la conservación de la biodiversidad genética y el comportamiento natural de los ecosistemas: en ningún momento trabajar en contra de ellos.

- Recuperar, conservar y potenciar la fertilidad del suelo.

- Trabajar en el reciclaje de nutrientes minerales y conservar la materia orgánica.

Buscar una mayor utilidad del potencial natural, productivo, biológico y genético de las plantas y de los animales.

- Manejar las unidades de producción de acuerdo a sus limitaciones y al potencial de su suelo, agua, clima y economía local.

- Asegurar la competitividad de la producción de los alimentos en mercados locales, regionales, nacionales e internacionales, atendiendo los parámetros de calidad y cantidad.

MARCO DE REFERENCIA NACIONAL

La agricultura orgánica inicia en México en la década de los ochenta, como propuesta a los requerimientos de los países desarrollados de productos sanos y sin residuos tóxicos, principalmente de los integrados en la —ahora— Unión Europea y de los Estados Unidos.

El producto con el cual se puede decir que México incursiona en la producción orgánica es el café, como una consecuencia de la drástica caída del precio de dicho producto en las bolsas internacionales, provocando que el paquete tecnológico utilizado fuera reducido, y encontrando los productores una nueva y mejor opción: la reconversión a la agricultura orgánica.

5 Edafón: en ecología se llama así a la biota (conjunto de especies de plantas, animales y otros organismos que ocupan un área específica) del suelo.

El antecedente y muestra para el proceso orgánico del café fue encontrado en la Finca Irlanda, localizada en Tapachula, Chiapas: produce café certificado desde 1967. Posteriormente, la Finca San Miguel y Rancho Alegre obtuvieron su correspondiente en 1986 y 1988. Siguiendo los ejemplos anteriores, otros productores en la región del Soconusco, Chiapas, orientaron la producción de sus fincas al café orgánico, algunos motivados por la concepción de la tendencia natural y saludable en la producción, y otros por el aumento en el precio de su producto.

Ante estas experiencias empresariales, y la demanda internacional por este tipo de café, algunos compradores y comercializadores extranjeros promovieron la incursión de la producción orgánica en las organizaciones sociales de pequeños productores; también desempeñaron un papel destacado miembros de iglesias de corrientes liberales.

La principal organización en la producción de café orgánico en México, la Unión de Comunidades Indígenas de la Región del Istmo (UCIRI), se vio motivada a la conversión orgánica a través de GEPA (Asociación Alemana para la Promoción de la Colaboración en el Tercer Mundo) y algunos promotores de corrientes religiosas liberales, quienes sugirieron que el café que estaban produciendo podía ser vendido como café natural, y posteriormente como orgánico.

Los cambios de producción en UCIRI se iniciaron a través del conocimiento del proceso técnico implementado en la Finca Irlanda: un grupo seleccionado transmitió sus conocimientos al resto de los socios. Fue así que, en 1988, esta organización comenzó su trayectoria, vendiendo 250 sacos de café orgánico.

En 1986, los indígenas de la Sierra Madre de Motozintla, apoyados y asesorados por UCIRI, reconvirtieron su producción; lo mismo sucedió con la Sociedad Rural de Producción Rural Yenín Naván y la Coalición de Ejidos de la Costa Grande de Guerrero.

En el ramo de las hortalizas, destaca el inicio de los Productores Orgánicos de Los Cabos, a finales de 1980; mientras que el plátano orgánico se empezó a cultivar en Cihuatlán, Jalisco, desde 1984 por la empresa MEXIFRUT. Finalmente, a principios de 1990 se empezaron a integrar varios proyectos de miel orgánica, así como de otros productos, como ajonjolí, jamaica, vainilla, aguacate, cardamomo, entre otros.

El subsecretario de Desarrollo Rural de la SAGARPA⁶, Ignacio Rivera Rodríguez, aseguró, el 3 noviembre de 2009 (al inaugurar la Octava Expo Orgánicos 2009), que la agricultura orgánica en México está en franca expansión con 400 mil hectáreas certificadas, donde trabajan 120 mil

⁶ Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA).

productores, los cuales generan 400 millones de dólares anuales, y que han llevado a México a ser el primer productor y exportador mundial de café, miel de abeja y miel de agave orgánicos.

Cuadro 1. Importancia de la agricultura orgánica en México: superficie, productores, divisas y tasas de crecimiento medio anual.

Concepto	1996	1998	2000	2004/2005	TCMA* (%)
Superficie (hectáreas)	23,265	54,457	102,802	307,693	33
Número de productores	13,176	27,914	33,587	83,174	23
Empleo (miles de jornales)	3,722	8,713	16,448	40,747	31
Divisas generadas (miles de dólares)	34,293	72,000	139,404	270,503	26

*Tasa de Crecimiento Medio Anual.

Cuadro 2. Distribución de la agricultura orgánica en México.

Estado	Superficie en el 2000 (hectáreas)	Superficie en el 2004/05 (hectáreas)	TCMA (%)
Chiapas	43,678	86,384	12
Oaxaca	28,038	52,707	11
Querétaro	744	30,008	85
Guerrero	3,667	16,834	29
Tabasco	383	16,834	29
Sinaloa	2,023	13,591	37
Michoacán	5,452	13,245	16
Jalisco	2,364	13,202	33
Baja California Sur	1,101	6,217	33
Veracruz	2,036	5,887	19
Sonora	2,256	5,867	17
Nayarit	245	5,487	68
Otros	10,814	29,192	
Total	102,802	292,459	19

*Tasa de Crecimiento Medio Anual.

Cuadro 3. Principales productos orgánicos por superficie en el 2004-2005.

Cultivo	1996	1998	2000	2004/05
Café	19,040	32,161	70,838	147,136
Hierbas aromáticas			2,510	30,166
Hortalizas	2,387	4,391	3,831	24,724
Cacao		252	656	17,313
Uva silvestre				12,032
Hortalizas asociadas				8,691
Maguey, tequila y mezcal			3,047	5,943
Nopal				5,039
Maíz		970	4,670	3,795
Café asociado				2,905
Aguacate	85	307	911	2,652
Ajonjolí	563	1,895	4,124	2,497
Mango		284	2,075	2,132
Sábila				1,888
Cítricos				1,608
Olivo				1,000

COMERCIALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN

Los principales tipos de mercado para la comercialización de los productos orgánicos se mencionan a continuación.

Mercado convencional orgánico

En este tipo de mercado, la empresa comercializadora negocia —con la organización o la empresa— a través de un precio de bolsa internacional sobre el producto convencional, pactando sobre este precio base un incremento o sobreprecio que oscila entre el 15 y 30 por ciento.

Este tipo de mercado está creciendo favorablemente en los países

desarrollados, encontrándose productos en tiendas orgánicas, tiendas naturistas, e incluso supermercados.

Mercado solidario

También conocido como mercado alternativo. En este caso, las asociaciones de ayuda al Tercer Mundo (a a través de las Tiendas del Tercer Mundo en los países desarrollados) ayudan a las organizaciones de pequeños productores, otorgando un sobreprecio de más del 20 por ciento por su producto, aun sin ser orgánico: de serlo, se le aumenta un porcentaje similar.

Este mercado es pequeño y tiene algunas limitaciones, debido a que se está saturando a nivel internacional y son pocos los consumidores que pueden pagar su precio.

Los principales países a donde arriban los productos orgánicos mexicanos son Estados Unidos, Francia, Inglaterra, Canadá, Holanda, Suecia, Suiza, Japón, Finlandia, Alemania, Dinamarca, Italia, Australia y Chile.

Cuadro 4. Destino de exportación de los productos orgánicos de México.

Producto	Países
Café	Estados Unidos, Alemania, Holanda, Suiza, Dinamarca, Inglaterra, Japón, etc.
Hortalizas	Estados Unidos, Canadá, Inglaterra y Japón
Miel	Estados Unidos, Alemania, Inglaterra e Italia
Ajonjolí	Estados Unidos y Unión Europea
Plátano	Estados Unidos e Italia
Mango	Estados Unidos, Canadá, Chile, Inglaterra, Australia y Japón
Aguacate	Estados Unidos, Canadá, Suiza, Inglaterra y Japón
Vainilla	Estados Unidos y Japón
Jamaica	Estados Unidos y Alemania

En México existe la comercializadora PROMESA (Productos Orgánicos Mexicanos), con sede en Guadalajara, Jalisco; dicha empresa vende los

productos orgánicos mexicanos a países de Europa Central, Holanda, Finlandia, Japón, Canadá y Estados Unidos. En 1994 facturó un monto de 1.8 millones de dólares.

PROMESA actualmente se encuentra asociada a dos empresas (Himex Organics Production Inc., localizada en Montreal, Canadá; y Earth Trade, de New York y California), formando una red comercializadora. En 1985 mercadeó todo el ajonjolí orgánico producido en el país.

Respecto al mercado nacional, destaca la labor de algunas tiendas, como La Granja Ecológica en el Parque Loreto y Peña Pobre; la tienda de café orgánico Gramlich en Tapachula, Chiapas; dos cafeterías de la Unión de la Selva, en el D.F.; tiendas que realizan repartos de despensas ecológicas a domicilio; la casa ecológica de Teotihuacán; una tienda en Monterrey; y algunos restaurantes de las principales ciudades del país, entre otros. Lo cual puede considerarse el inicio de una nueva cultura orgánica en los consumidores mexicanos.

Certificación

La certificación de un producto se encuentra ligada, en la mayoría de las ocasiones, con empresas certificadoras de los países consumidores, debido a la preferencia y confianza que estos depositan en sus empresas; así como con algunas incompatibilidades en las normas, llegando a darse el caso de que un producto con certificación norteamericana no puede venderse en Europa.

En el Cuadro 5, pueden verse las certificadoras a nivel internacional con mayor participación en México debido a la superficie que refrendan.

BREVE MARCO DE REFERENCIA INTERNACIONAL

A nivel mundial existen 35 millones de hectáreas certificadas, que involucran a 1.4 millones de productores certificados en alrededor de 154 países, con ventas de 50.9 billones de dólares durante 2008, con un crecimiento del mercado de 10.4 por ciento anual, generando una diversidad de más de 2 mil tipos de productos y artículos orgánicos.

En 2007-2008 se dio un crecimiento de 2.9 millones de hectáreas, a pesar de esto las ventas representan menos del 3 por ciento de las ventas totales de alimentos en el mundo, y las áreas certificadas representan menos del 0.81 por ciento de las áreas agrícolas en el mundo.

La agricultura orgánica se encuentra principalmente en Oceanía, Europa y América latina, aunque la mayor parte de los productores se encuentra en África y Asia (ver Cuadro 6).

Cuadro 5. Certificadoras a nivel internacional y el área que certifican.

Certificadora	País de origen	Superficie 2004/05	
		Hectáreas	Porcentaje
CERTIMEX	México	97,419	27.02
IMO Control	Suiza	69,525	19.83
Naturland	Alemania	47,750	13.24
Bioagricert	Italia	38,569	10.70
OCIA	Estados Unidos	51,910	14.40
Oregon Tilt Certified Organic	Estados Unidos	14,666	4.07
KRAV	Suecia	11,594	3.22
Quality Assurance Int. (QAI)	Estados Unidos	11,333	3.14
California Cert. Organic Farmers	Estados Unidos	3,624	1.00
GOCA	Canadá	2,094	0.60
Aurora Cert. Organic (ACO)	Estados Unidos	1,063	0.29
IMO Control Bolivia	Bolivia	740	0.21
Demeter Bund	Alemania	430	0.12
ICS – FVO	Estados Unidos	800	0.22
Organic Forum	Estados Unidos	53	0.01
Florida Organic Growers C. (FOC)	Estados Unidos	48	0.01
LACON	Alemania	39	0.01
Otras		20	0.00
Total		360,515	100

Cuadro 6. Hectáreas y productores por región.

Región	Hectárea	Porcentaje	Productores	Porcentaje
África	880,898	2.50 %	471,377	34.2 %
Asia	3,293,945	9.40 %	404,733	29.4 %
América Latina	8,065,890	23 %	257,938	18.7 %
Europa	8,176,075	23.40 %	222,513	16.1 %
Norteamérica	2,449,641	7 %	14,062	1 %
Oceanía	12,140,107	34.70 %	7,749	0.6 %
Totales	15,006,557	100 %	1,378,372	100 %

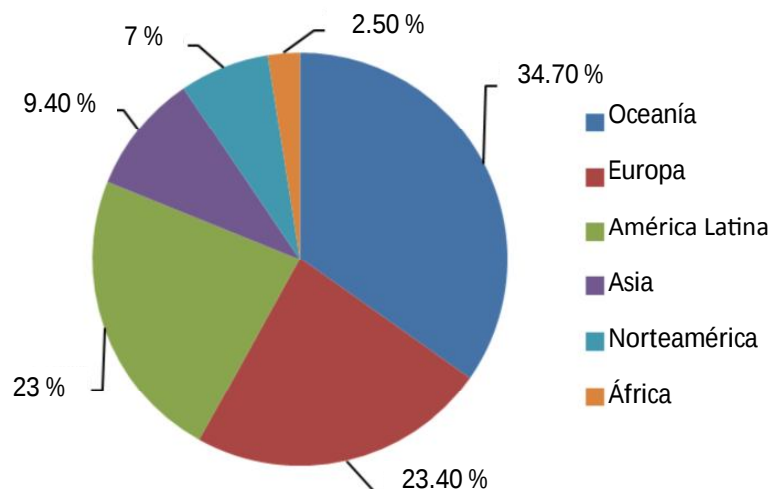


Figura 2. Distribución del área de producción orgánica certificada en el mundo 2008.

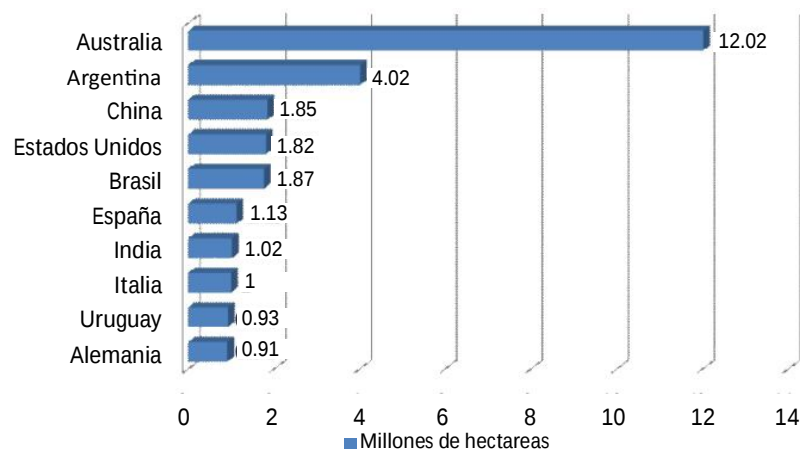


Figura 3. Países con mayor área certificada en 2008.

Los países con mayor superficie certificada son Australia y Argentina, lo cual se debe a sus grandes áreas de pastizales. Los países con mayor cantidad de productores orgánicos son India, Uganda, México y Etiopía, incluyendo una gran cantidad de productores de etnias indígenas.

Mercado mundial

Existe un mercado de 50.9 billones de dólares (2008), con una tasa de crecimiento de 10.4 por ciento. Las regiones líderes son Europa (51 por

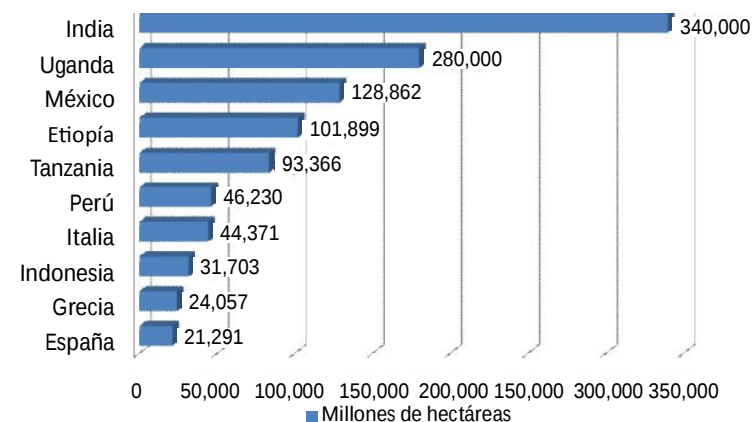


Figura 4. Países con mayor cantidad de productores.

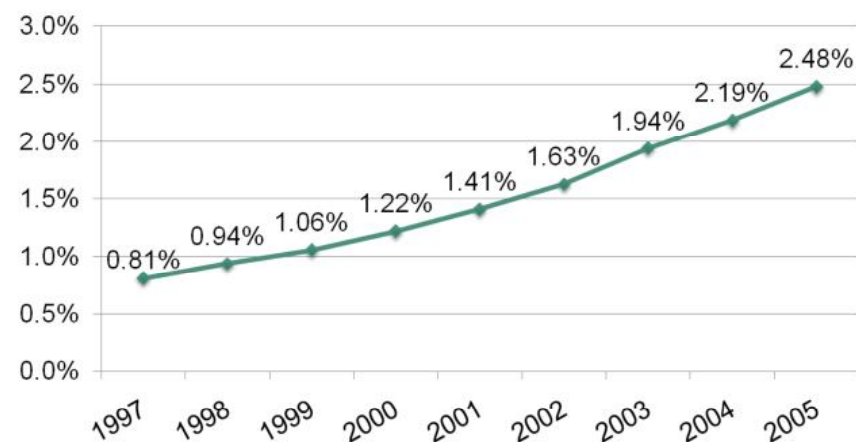


Figura 5. Porcentaje de ventas orgánicas en el total de venta de alimentos mundiales.

ciento) y Norteamérica (46 por ciento). Los países líderes son Estados Unidos (23 billones de dólares), Alemania (8.7 billones de dólares) y Francia (3.9 billones de dólares).

Mercado europeo

El mercado europeo representa 26 billones de dólares, con una tasa de crecimiento de 12.5 por ciento. El país líder es Alemania: sus canales de comercialización son los supermercados; su tendencia: distribución masiva, oferta insuficiente, lanzamiento de marcas privadas orgánicas en los supermercados.

Mercado de Norteamérica

El mercado americano representa 23 billones de dólares, con una tasa de crecimiento 16 por ciento. El país líder es Estados Unidos, sus canales de comercialización son supermercados; sus tendencias: demanda no satisfecha, distribución al detalle, participación de los hipermercados (Wall-Mart, Target, Loblaw's).



Figura 6. Imagen del área orgánica en un supermercado en Estados Unidos.

Mercado asiático

El mercado asiático representa menos del 3 por ciento del mercado mundial, con una tasa de crecimiento de entre 15 y 20 por ciento (2007). El país líder es Japón, canales de comercialización: son detallistas. Tendencias: inversiones crecientes, conciencia creciente en los consumidores, son productores y también consumidores.

TENDENCIAS EN LOS MERCADOS INTERNACIONALES DE PRODUCTOS ORGÁNICOS

- Fuerte tendencia a la industrialización. Valor agregado de los productos orgánicos e industrias desarrolladas.
- Transferencia de capitales del sector industrial convencional al orgánico; precios diferenciados atractivos.
- Desarrollo de un sector de intermediación; suplidores del sector industrial que ahora demandan contenedores consolidados.
- Nuevas formas de alianzas comerciales entre organizaciones de productores y empresas transformadoras.
- Posicionamiento de marcas de un grupo intermediario que dificulta el acceso directo de los productores a los mercados.
- Disminución de la presencia de productores con productos frescos, salvo en caso en que sean insumos importantes para la agroindustria.

- Rubros con mercados promisorios: frutas tropicales, extractos foliares como insumos de la producción orgánica, aceites esenciales.

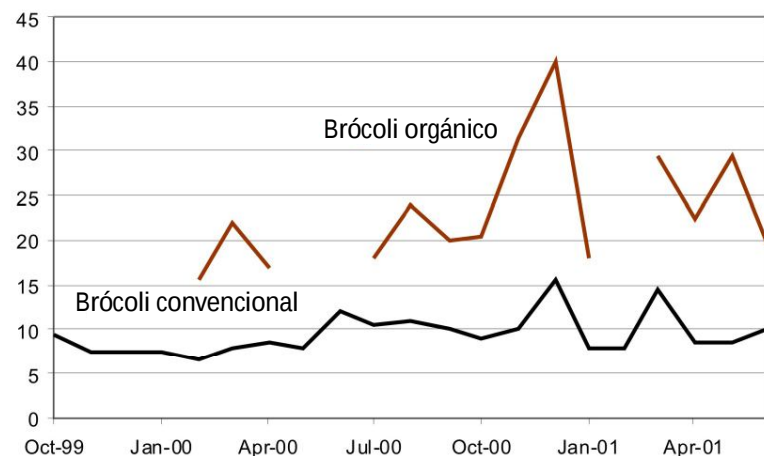
Sobre los Precios Premium que se pagan por los productos orgánicos, podemos decir que son muy variados (como se muestra en Cuadro 7), tenemos Precios Premium desde 8 por ciento hasta 300 por ciento; aunque la mayoría se encuentra entre 50 y 100 por ciento. Por lo general, Estados Unidos compra en México al 100 por ciento, o menos, y vende en Japón y Europa al 200 y 300 por ciento.

Cuadro 7. Precios Premium en los Estados Unidos (2002).

Tipo de producto	Puerto	Convencional (\$)	Orgánico	Premium
Zanahorias, caja de 22 kg	DA	13.00	31.00	138 %
Brócoli, caja de 14 racimos	BH	10.00	40.00	300 %
Apio, caja de 24 racimos	DA	14.00	16.90	21 %
Lechuguita, 1.5 kg	BH	6.00	6.50	8 %
Lechuga de hoja, caja de 24 piezas	DA	10.50	18.50	76 %
Lechuga Romana caja de 24 piezas	DA	10.50	29.40	180 %
Cebollas verdes, caja 48 racimos	DA	12.00	23.80	98 %
Toronja, caja de 18 kg	DA	16.50	26.00	58 %
Naranja, caja de 17 kg	DA	13.00	24.50	88 %
Manzanas Golden delicious, caja de 18 kg	DA	24.00	35.50	40 %
Tomates, tamaño cereza, 12x450 g	DA	12.75	21.00	65 %
Bananas, caja de 22 kg	SX	9.50	16.50	74 %

SX: San Francisco. **DA:** Dallas. **BH:** Boston.

Por otro lado, es notorio (Figura 7) que los productos convencionales siempre tienen un precio menor; pero, aunque los precios de los productos orgánicos siempre son más altos que los convencionales, no siempre tienen una ventana de precio: es decir, hay ciertas épocas del año en las que no hay demanda y no hay un precio definido.



Fuente: Departamento de Agricultura de Estados Unidos.

Figura 7. Precios al mayoreo de brócoli en el mercado de Boston, Estados Unidos, 1999-2001.

VENTAJAS ESTRATÉGICAS DE MÉXICO PARA LA PRODUCCIÓN DE ALIMENTOS ORGÁNICOS

- Diversidad climática. Lo que permite el cultivo de una gran diversidad de productos que no pueden ser sembrados en otros países.
- Condiciones climática únicas (prácticamente no hay invierno).
- Presencia de áreas no contaminadas.
- Uso limitado de insumos contaminantes (plaguicidas y fertilizantes).
- Productores que utilizan tecnologías tradicionales.
- Disponibilidad de mano de obra.

CONSIDERACIONES FINALES

La agricultura orgánica mejora la fertilidad de las tierras, no deja residuos tóxicos en los productos, no afecta la salud de los trabajadores del campo y de los consumidores de dichos productos, y no afecta negativamente el medio ambiente.

Si ya existen 35 millones de hectáreas certificadas en el mundo (con 400 mil hectáreas certificadas en México y más de 60 especies de alimentos y fibras de interés económico certificadas como producción orgánica), podemos decir que ya no es necesario utilizar agroquímicos tóxicos o derivados del petróleo para producir los alimentos de la calidad —y en la cantidad— que el mundo necesita para mantener la población en crecimiento.

Hay un mercado en expansión que adquiere gustosamente todo producto orgánico que producimos. El país cuenta con la tecnología necesaria para lograrlo; solo falta decidirse a capitalizar esta oportunidad.

Los abonos orgánicos y los factores de riesgo en su manejo

INTRODUCCIÓN

El desarrollo de las plantas requiere de la presencia de luz, temperatura, aire, agua, nutrientes y microorganismos, los cuales, a excepción de la luz y la temperatura, son proporcionados a las plantas por el suelo.

El suelo es el medio en el que se desarrollan las plantas de las que el hombre obtiene casi la totalidad de sus alimentos, así como fibras para sus vestidos, madera para sus muebles y construcciones, plantas medicinales y una variedad de materias primas para la industria.

La degradación de suelo es un fenómeno acentuado y alarmante: la erosión, la salinización, lixiviación⁷, la degradación física y biológica, y la contaminación resultan en la pérdida de la capacidad del suelo para alimentar a las plantas, las cuales disminuyen su productividad en la medida que avanza la degradación.

La fertilidad de suelo se ve menguada por la pérdida de la materia orgánica, por procesos de oxidación, la alta tasa de extracción de nutrientes por las plantas cultivadas, y por la lixiviación (lavado de bases por las altas precipitaciones); esto ocasiona incrementos en la acidez y en ocasiones efectos tóxicos, debido a la alteración o desequilibrio de los componentes químicos del suelo.

Cuando se dice que el suelo es un recurso natural renovable, la pérdida de fertilidad puede ser retenida por la adición de materia orgánica, o bien por fertilizantes de síntesis química. En cambio, cuando la capa superficial del suelo es removida por la erosión, ya no podrá ser restituida en un corto tiempo, entonces decimos que el suelo es un recurso natural no renovable.

Desde los orígenes de la agricultura en México, el uso de estiércol, cenizas, limo y materia orgánica de los ríos y canales fue una fuente de nutrientes para el suelo, estas prácticas estaban extendidas por todo el mundo.

En 1840, Justus von Liebig dio a conocer su obra *Química orgánica y sus aplicaciones en la agricultura y fisiología*, la cual ejerció una

⁷ Lixiviación: proceso mediante el que las sustancias disueltas son arrastradas por el agua a través de las diversas capas de suelo.

notable influencia en la agricultura práctica y en la industria mundial de fertilizantes, ya que demostró que las propiedades fertilizantes del hueso aumentaban al ser tratado con ácido sulfúrico o clorhídrico, fundando así la moderna Química-Agrícola. Tres años después del descubrimiento de Liebig, se inició en Inglaterra la industria de los fertilizantes químicos, con la fabricación de superfosfatos con base en la roca fosfórica molida y tratada con ácido sulfúrico.

La evidencia máxima del efecto de la fertilización química en los rendimientos de los cultivos fue demostrada en la implementación de la Revolución Verde, que implementaba paquetes tecnológicos cuyos componentes principales eran semillas mejoradas genéticamente (híbridos), cuyas ventajas dependen de un adecuado suministro de fertilizantes químicos, de la disponibilidad óptima del agua (de lluvia o riego) y de la aplicación de plaguicidas químicos.

Después de la Segunda Guerra Mundial, se incrementó la demanda de los fertilizantes en México, recordamos a GUANOMEX, FERTIMEX y a las diversas compañías que actualmente producen fertilizantes en el país, pero cuya producción no alcanzaba a suplir la demanda, por lo cual se tuvo que importar fertilizantes químicos desde otros países.

Ciertamente, el efecto de los fertilizantes químicos es muy notable: al inicio se aplicaban 100 kilogramos (kg) por hectárea, después 250 para obtener los mismos resultados, hasta llegar a aplicar más de 1000 kg de fertilizante por hectárea; con el paso del tiempo algo sucedió y la tierra se hizo adicta al químico, enfermó y se puso dura (según palabras de los propios agricultores). El resultado fue que la producción disminuyó por el exceso de uso de los fertilizantes químicos.

CLASIFICACIÓN DE LOS FERTILIZANTES

Existen dos grandes grupos de fertilizantes: los orgánicos y los inorgánicos o químicos.

Los fertilizantes inorgánicos o químicos

Son sales o sustancias químicas que contienen uno o más de los nutrientes que requieren las plantas para su desarrollo, en forma concentrada y fácilmente solubles en agua, su producción está sujeta a la síntesis química de algunos derivados del petróleo, del ácido sulfúrico y algunos otros elementos.

DESVENTAJAS DE LOS FERTILIZANTES QUÍMICOS

- Los fertilizantes químicos alimentan a la planta no al suelo.
- Alteran las propiedades químicas del suelo, elevando o disminuyendo el pH (acidez), aumentando las sales.

- Alteran las propiedades biológicas del suelo (micro y macroorganismos del suelo).
- La concentración de nitratos en el organismo humano por ingerir alimentos con residuos químicos causan cáncer.
- Hacen vulnerables a los cultivos a plagas y enfermedades.
- Los fertilizantes nitrogenados propician que haya una mayor lixiviación de nitratos que a la larga contaminan los mantos acuíferos.
- La asimilación de estos requiere de grandes cantidades de agua, por lo que en la agricultura de temporal pierden su efectividad.
- Su costo actual es elevado.
- Su aplicación debe hacerse ciclo por ciclo de cultivo anual.

Los fertilizantes orgánicos

Mejor conocidos como abonos orgánicos. Son aquellos materiales derivados de la descomposición biológica de residuos de cultivos, de estiércoles animales, de árboles y de arbustos, pastos, basuras y desechos industriales.

Su aplicación, en forma y dosis adecuadas, mejoran las características físicas, químicas y biológicas del suelo, siendo la forma más natural de fertilizar el suelo.

VENTAJAS DE LOS FERTILIZANTES ORGÁNICOS

- Favorecen la fertilidad del suelo.
- Mejoran las propiedades físicas (estructura, retención de humedad, densidad aparente), químicas (aporte de nutrientes, capacidad de intercambio catiónico⁸, pH) y biológicas (micro⁹ y mesofauna¹⁰ del suelo).
- Evitan la formación de costras superficiales.
- Mejoran las condiciones organolépticas¹¹ de las cosechas.
- Los cultivos son menos vulnerables a plagas y enfermedades.

8 Un catión es un ion (sea átomo o molécula) con carga eléctrica positiva, es decir, ha perdido electrones. Los cationes se describen con un estado de oxidación positivo.

9 Microfauna: Conjunto de los animales de pequeñas dimensiones que pueblan un hábitat determinado.

10 Mesofauna: se refiere a los “animales de en medio”, que se ubican entre los microorganismos y los animales mayores. Entre sus representantes se encuentran, entre otros, a las lombrices, ácaros, arañas, ciempiés, saltamontes, grillos, termitas, mariposas, polillas, mosquitos, hormigas, abejas, caracoles, babosas, etc.

11 Organoléptico: refiere al conjunto de descripciones de las características físicas que tiene la materia en general, según las pueden percibir nuestros sentidos, como por ejemplo su sabor, textura, olor, color.

- Aporte muy reducido de nitratos y menos contaminación de los acuíferos.
- Una buena fertilización orgánica evita el aporte anual durante tres años o más.
- Los nutrientes son liberados lentamente, lo que evita su pérdida por lixiviación.
- Bajos costos.

TIPOS DE ABONOS ORGÁNICOS

Residuos de vegetación

- Residuos de cultivos (maíz, trigo, cebada, frijol, café, etc.)
- Sustratos de champiñones
- Mulches¹²
- Residuos forestales (corteza de árbol, aserrín, viruta, cenizas)
- Residuos de pastos y jardines

Desechos de animales

- Estiércoles y deyecciones (desechos) animales: avícola, ovino, caprino, porcino, bovino, cunícola (conejo), murciélago, etc.
- Cuernos y pezuñas
- Harinas de carne y hueso
- Harinas de sangre
- Harina de pescado
- Harinas de plumas

Desechos urbanos y domésticos

- Basura orgánica

Las compostas

- Composta simple
- Composta acelerada
- Vermicompostas¹³

Abonos verdes

- Algas
- Trubas

¹² Mulches: son materiales generalmente orgánicos que extendidos sobre el suelo aumentan su capacidad de campo, ejercen un efecto tampón sobre su temperatura, mejoran su microbiología y disminuyen la erosión.

¹³ Vermicomposta: humus que se produce de la digestión de materiales orgánicos por parte de las lombrices y posee altas propiedades para mejorar las propiedades físicas del suelo.

EL SUELO

Es un almacén de nutrientes, agua, aire, y sostén de las plantas. Por el componente mineral y orgánico del suelo, se compone de:

- 45 por ciento de material mineral
- 25 por ciento de agua
- 25 por ciento de aire
- 5 por ciento de materia orgánica
- Microorganismos

El componente orgánico de suelo y sus efectos

- La disponibilidad de nutrientes, agua y aire depende de muchos factores: uno de los más importantes es el componente orgánico (vivos y muertos).
- El componente orgánico convierte al suelo inerte en una entidad viviente.
- Los organismos vivos descomponen los residuos orgánicos hasta la humificación¹⁴.
- Liberan agua y elementos minerales, mineralizan el humus.
- Transforman los elementos en formas aprovechables.

Efecto sobre la fertilidad del suelo

- Mejoran el pH del suelo.
- Mejoran la capacidad de intercambio iónico.
- Quelatación¹⁵ (encapsulado por moléculas orgánicas) de elementos.
- Disponibilidad de fósforo (P), calcio (Ca), magnesio (Mg) y potasio (K).
- Mayor población microbiana.
- Mejoran la estructura del suelo.
- Aumentan la porosidad y aireación.
- Aumenta la retención de humedad y la infiltración.
- Contienen sustancias de naturaleza hormonal o enzimática favorables para la vida en el suelo y para el crecimiento de los cultivos.

Efectos en la eliminación de los patógenos del suelo

- Aumenta la capacidad de amortiguar patógenos.
- Reduce los patógenos por competencia.

¹⁴ La humificación es el proceso de formación del humus (es decir, conjunto de procesos responsables de la transformación de la materia orgánica).

¹⁵ Quelatación: los quelatos son complejos formados por la unión de un metal y un compuesto que contiene dos o más ligandos potenciales. El proceso de formación del quelato se conoce como quelatación o quelación.

- Aumenta el nitrógeno (N) amoniacal.
- Aumenta la capacidad de rechazo por la planta.
- El principio del primero que se establece.

Mecanismos para inhibir a los patógenos del suelo

• Germinación y lisis de los propágulos (formas de propagarse) de patógenos.

• Estimulación de agentes de control biológico.

• Actinomicetos, bacterias y hongos (*Penicillium*, *trichoderma*, *Aspergillus*, *Paecilomyces*, etcétera).

Un ejemplo del efecto del abonado orgánico en el suelo, es el hecho de que para el desdoblamiento de las moléculas de los fertilizantes químicos se requiere la presencia de humedad y microorganismos, así un cultivo necesitará de mayor cantidad de fertilizante químico en un suelo pobre en materia orgánica que en un suelo rico en materia orgánica, esto es debido a que en presencia de materia orgánica los microorganismos hacen que la eficiencia de uso de los fertilizantes por la planta aumente del 30 al 60 por ciento. Cuando la fertilización química se fortalece con estercolado hay un notable incremento de los rendimientos del cultivo (Figura 8).

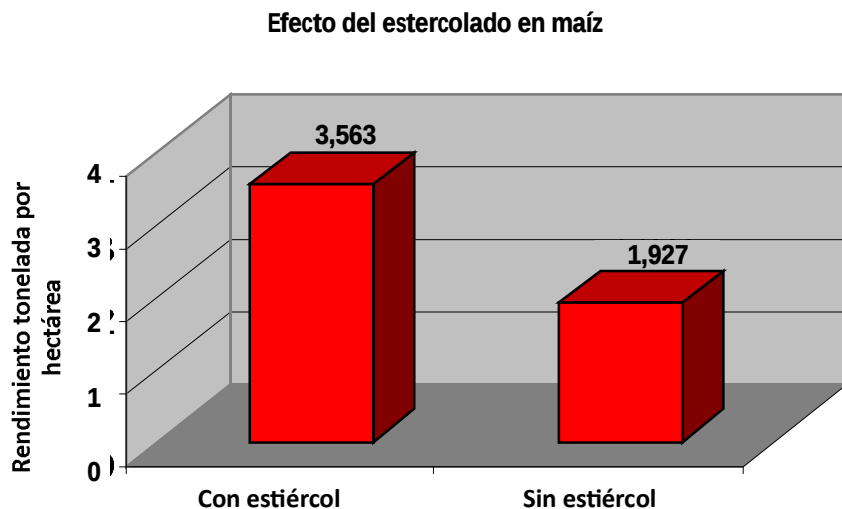


Figura 8. Comportamiento del rendimiento de maíz bajo punta de riego en los valles altos de Querétaro, con aplicaciones de 20 toneladas por hectárea (t/ha) de estiércol.

En la agricultura orgánica la fuente básica de donde derivan los nutrientes para las plantas son los materiales orgánicos provenientes de residuos de cosechas y de deyecciones y estiércoles animales, desde este punto de vista no se ve al suelo como una caja negra donde entran insumos y salen productos, sino como un sistema biológico donde los microorganismos son vitales para la fertilidad del suelo.

GUÍA PARA ELABORAR COMPOSTA

La composta es uno de los mejores fertilizantes orgánicos que pueden utilizarse en la agricultura. Este abono parece tierra de monte, húmeda y fértil que no quema las plantas. Contiene nitrógeno, fósforo y potasio, los tres elementos más importantes para la plantas, además de otros minerales como el zinc, magnesio y selenio, los cuales son indispensables.

La tierra rica en humus es sumamente suave y fácil de labrar, se mantiene húmeda por más tiempo y necesita menor cantidad de agua de riego o de lluvia; la materia orgánica atrae a las lombrices que constantemente están aflojando la tierra, a la vez de que la fertilizan con sus excrementos.

La composta consiste en un montón o pila de materiales orgánicos acomodados ordenadamente para que se conviertan en humus o mantillo, el proceso es similar al de la naturaleza, la diferencia es que en la composta se controlan los factores de descomposición (aire, humedad, temperatura, cantidad de materia seca y verde), transformando rápidamente la materia cruda en abono.

Cuadro 8. La composta se hace con materiales de origen vegetal y animal.

Origen vegetal	Origen animal
Hojas de árboles	Estiércol de diversos animales
Pasto seco	Plumas
Rastrojo de maíz	Sangre (de animales del rastro)
Paja de frijol o de trigo	Visceras
Aserrín	Pelo (de peluquerías)
Hierba	Harina de hueso
Desperdicios de hortalizas	Harina de pescado
Desperdicios de cocina	Harina de sangre
Otros del mismo origen	Y otros (excepto grasas)

Técnica para elaborar composta sobre el suelo

1. Buscar un lugar apropiado, de preferencia cerca de una fuente de agua y en la sombra.

2. Aflojar la tierra donde estará ubicado el montón de composta a 30 centímetros (cm) de profundidad, esto para exponer la parte interior de la composta a los organismos del suelo y para que el agua se filtre.

3. Si la tierra está muy seca, humedecerla ligeramente.

4. Es recomendable que el área sea de 1.5 metros (m) de ancho por 4 m de largo. Si se cuenta con poca materia para descomponer, lo más pequeño que se puede construir es de 1 m², pues menos no permite el calentamiento.

5. Se tiende una capa de materia orgánica (paja, hierba, desechos de cocina, zacate, etc.) hasta completar 20 cm de altura, lo mejor es que esta materia sea una mezcla de materia seca y materia verde; procurar apisonarla bien, subiendo en ella, para obtener una buena base y evitar que se caiga, si la materia orgánica está seca agregar agua hasta humedecerla.

6. Se extiende una capa de estiércol hasta completar 5 cm de altura, de preferencia que este fresco, de esta manera tendrá muchos microorganismos y nitrógeno.

7. Se sigue con una capa de tierra de 2 cm de alto, puede ser de cualquier clase, pero entre más fértil sea mejor, es conveniente que no tenga piedras.

8. Agregar capas en el mismo orden mencionado, mojando un poco cada capa si está seco el material. Es importante que, cuando se llegue a 1 m de altura, se termine con una capa de tierra humedecida.

9. Hacer agujeros en la composta por los lados y encima, una vez terminado el montón, esto para facilitar la entrada de aire hasta el centro.

10. Tapar con un plástico grande. Si la composta fue hecha correctamente, a los 4 o 5 días el interior del montón estará muy caliente (puede ser que eche vapor por las mañanas).

11. Después de un mes voltear la composta con una pala, y procurar meter la parte exterior al centro para facilitar su descomposición, humedeciendo la materia que esté seca.

12. Voltear mensualmente la composta. A los tres meses estará lista para ser utilizada como abono. El proceso estará completo si se deshace con las manos y tiene un olor agradable.

EL PROCESO DE COMPOSTEO

Es un proceso aeróbico, o que requiere oxígeno, para la descomposición de materiales orgánicos por microorganismos bajo condiciones controladas. Durante este los microorganismos consumen oxígeno (O₂) mientras es procesada la materia orgánica; la actividad del compostaje genera bastante calor y grandes cantidades de dióxido de carbono (CO₂).

y vapor de agua en el aire. El CO₂ y el agua perdida pueden representar la mitad del peso inicial de los materiales. De este modo se reduce el volumen y la masa de los materiales crudos durante su transformación.

Este proceso es más rápido cuando las condiciones son favorables para el desarrollo de los microorganismos en su establecimiento y sustento. Las condiciones más importantes incluyen:

- Materiales orgánicos mezclados apropiadamente para proveer los nutrientes necesarios para la actividad microbiana y su desarrollo, incluyendo un balance suplementario de carbón y nitrógeno (relación C:N).
- Oxígeno a niveles que soporten los organismos aeróbicos.
- Suficiente humedad para permitir la actividad biológica.
- Temperatura que proporcione vigor a la actividad microbiana de los microorganismos termófilos¹⁶.

Muchos aspectos del composteo son inexplicables aún. El proceso ocurre sobre un extenso rango de condiciones y con muchos materiales. La calidad del composteo y de la composta terminada es mayormente determinada por la selección y mezcla de los materiales crudos.

¿QUÉ SUCEDE DURANTE EL COMPOSTEO?

Inicia tan pronto como los materiales son amontonados juntos. La mezcla inicial de materiales crudos presentes debe estar con suficiente aireación para empezar el proceso. Casi inmediatamente, los microorganismos consumen oxígeno y los materiales expulsan aire de los espacios porosos. Como el suministro de oxígeno baja, la descomposición aeróbica es lenta y puede eventualmente detenerse si el oxígeno no es proporcionado de nuevo. La aireación es continuamente requerida para recargar el suministro de oxígeno.

La aireación es proporcionada por el intercambio del paso del aire (convección¹⁷ natural, difusión) o por la aireación forzada (con bloques, abanicos o movimiento).

El movimiento mecánico de los materiales de la composta, o vueltas, proporciona una cantidad limitada de oxígeno, el cual es rápidamente consumido, por lo que debe de ser suministrado de nuevo mediante aire forzado o movimiento. Las vueltas son requeridas para que la aireación restaure los espacios porosos dentro de la composta, y de esta manera, con el movimiento, el aire pase por los materiales más fácilmente.

¹⁶ Termófilo se aplica a organismos vivos que pueden soportar condiciones extremas de temperatura relativamente altas, por encima de los 45 °C.

¹⁷ La convección es una de las tres formas de transferencia de calor y se caracteriza porque se produce por intermedio de un fluido (aire, agua) que transporta el calor entre zonas con diferentes temperaturas.

La liberación de calor está directamente relacionada con la actividad microbiana. La temperatura es un buen indicador del proceso: incrementa el trabajo de la actividad microbiana, son notables dentro de pocas horas la formación de montones de espacios de aireación y compuestos fácilmente degradables como los azúcares; las temperaturas de los materiales del composteo típicamente siguen un modelo de rápido incremento—entre 50 y 60 grados centígrados (°C)—, el cual es conservado por varias semanas; un composteo activo baja las temperaturas gradualmente hasta 38 °C, y finalmente a una temperatura ambiental.

Durante el proceso activo, la temperatura baja si el oxígeno empieza a escasear, porque la actividad microbiana baja. La temperatura sube de nuevo después de mover o provocar una aireación forzada. Si el oxígeno está disponible, y la actividad microbiana es intensa, la temperatura puede subir por arriba de 60 °C. En este punto muchos microorganismos empiezan a morir o entran en estado de dormancia¹⁸. Con la disminución de la actividad microbiana, la temperatura puede estabilizarse o llegar a bajar. El enfriamiento de la composta en proceso, por volteo o aireación forzada, ayuda a mantener la temperatura para alcanzar estos niveles de daño.

Un periodo de curación usualmente continúa de una etapa de composteo activo. En lo que sucede esta curación, los materiales continúan composteándose pero a paso muy lento. El proceso no se detiene en un punto en particular: los materiales siguen descomponiéndose hasta que el resto de los nutrientes son consumidos por los organismos, y hasta que todo el carbón es convertido en dióxido de carbono. La composta empieza a estabilizarse y hacerse justo útil antes de este punto.

FACTORES QUE AFECTAN EL PROCESO DE COMPOSTEO

Los factores que afectan el proceso incluyen al oxígeno, la aireación, la relación C:N, humedad, porosidad, estructura, textura y tamaño de partícula, pH, temperatura, y tiempo.

Oxígeno y aireación

El composteo aeróbico consume grandes cantidades de oxígeno. Durante los primeros días los componentes crudos son degradados y metabolizados rápidamente. Por lo tanto, la necesidad de oxígeno y la producción de calor son muy elevadas en las etapas tempranas y luego disminuyen conforme el proceso avanza. Si el suplemento de oxígeno es limitado, el proceso de composteo es lento. Es necesaria dentro de la composta una concentración mínima de oxígeno de 5 por ciento dentro

¹⁸ Dormancia: periodo en el ciclo biológico de un organismo en el que el crecimiento, desarrollo y la actividad física se suspende temporalmente.

del espacio poroso (el aire tiene alrededor de 21 por ciento de oxígeno).

Sin suficiente oxígeno, los materiales inician un proceso anaeróbico (sin aire). Una descomposición anaeróbica implica a otro grupo de microorganismos y reacciones bioquímicas diferentes. Los procesos anaeróbicos son considerados generalmente lentos y con menos eficiencia que los aeróbicos. Poco calor se genera para la evaporación de agua de los materiales procesados aeróbicamente, y en el transcurso de este proceso se desarrollan compuestos como el metano, ácidos orgánicos, sulfuro de hidrógeno y otras sustancias. Muchos de estos compuestos tienen olores fuertes, y algunos requieren ciertas medidas de seguridad. Aunque los compuestos intermedios (tales como los ácidos orgánicos), formados en descomposición aeróbica, continúan en la descomposición cuando el oxígeno está disponible. Bajo las condiciones aeróbicas los compuestos intermedios se acumulan.

Una adecuada aplicación de oxígeno otorga a los organismos aerobios una más eficiente ventaja competitiva sobre los anaerobios. El mantenimiento de las condiciones aeróbicas es importante para evitar molestias asociadas con olores de la descomposición.

En resumen, al proveer oxígeno, la aireación quita calor, vapor de agua y otros gases atrapados dentro de los materiales composteados. De hecho, el periodo requerido de aireación para disminuir el calor, puede ser diez veces mayor que el empleado en la aplicación de oxígeno. Por lo tanto, la temperatura a menudo determina en qué cantidad y cómo es requerida la aireación. El periodo de aireación para reducir la cantidad de humedad es normalmente mayor que el necesario para la aplicación de oxígeno, pero menor que el periodo de pérdida de calor.

Nutrientes (relación C:N)

El carbono (C), nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K) son los nutrientes primarios requeridos por los microorganismos implicados en el composteo. El nitrógeno, fósforo y potasio son también los nutrientes primarios para las plantas: la concentración de estos también influye en el valor de la composta.

Muchos materiales orgánicos, incluyendo los estiércoles, residuos de plantas y desperdicios de alimentos contienen bastantes cantidades de nutrientes. El exceso o la insuficiencia de carbono o nitrógeno puede afectar los procesos de composteo. Los microorganismos usan carbón tanto para generar energía como para el crecimiento; algo de nitrógeno es esencial para proteína y la reproducción.

En general, los organismos biológicos, incluyendo al humano, necesitan alrededor de 25 veces más carbono que nitrógeno. Así pues, debe de proveerse de carbono y nitrógeno en cantidades proporcionadas. La relación de carbono al nitrógeno es señalada como la relación C:N.

Una relación balanceada, usualmente garantiza que los otros nutrientes requeridos estén presentes en cantidades adecuadas.

Los materiales crudos mezclados proveen una relación C:N entre 25:1 y 30:1, ideales para activar el composteo, aunque una relación inicial entre 20:1 y 40:1 da buenos resultados de composteo. Para muchas aplicaciones, las relaciones C:N de 50:1 o más altas, son aceptables. Con una relación debajo de 20:1, la disponibilidad de carbono es completamente utilizada para la estabilización del nitrógeno. El exceso de nitrógeno puede, entonces, perderse hacia la atmósfera como amoníaco u óxido nítrico, y los olores de estos ocasionar problemas.

Las mezclas de materiales con una relación mayor de 40:1 requieren grandes periodos de composteo, para que los microorganismos usen los excesos de carbono.

Aunque la relación C:N es una guía útil cuando las formulaciones de composteo se mezclan, el tiempo en el cual los compuestos de carbono se descomponen debe también de ser considerado. Por ejemplo, la paja descompuesta y el carbón liberado que genera son más fácilmente asimilables que el de los materiales de madera. Esto ocurre porque los compuestos de carbono en los materiales maderables están bastante impregnados o comprimidos por ligninas¹⁹, compuestos orgánicos los cuales son altamente resistentes para romperse o dañar su biología. El carbono en los azúcares simples de desperdicios frutales también es más rápidamente consumido que el carbono de la celulosa de la paja.

Si el carbono está en una forma que dificulte la descomposición, el tiempo de composteo puede ser lento. Desde que ocurre la descomposición en superficies particulares, la degradabilidad puede ser mejorada por la reducción del tamaño de la partícula. Esto incrementa el área superficial con gran porosidad y no es un problema para manejar las secciones continuamente. Si se desea, la relación C:N puede ser ajustada altamente para compensar la degradación de recursos de carbono, sin embargo un periodo largo de composteo puede ser necesario.

Humedad

La humedad es necesaria para sustentar el proceso metabólico de los microbios.

El agua provee el medio para las reacciones químicas, transporta los nutrientes y permite a los microorganismos moverse adecuadamente. En teoría, la actividad biológica es óptima cuando los materiales están saturados. Esto cesa completamente con un contenido de humedad debajo de un 15 por ciento. En la práctica, sin embargo, los materiales composteados deberían ser mantenidos dentro de un contenido de

¹⁹ Lignina proviene del término latino *lignum*, que significa madera; así, a las plantas que contienen gran cantidad de lignina se las denomina leñosas.

humedad bastante amplio, generalmente entre 40 y 56 por ciento.

La experiencia ha demostrado que el proceso de composteo empieza a ser inhibido cuando el contenido de humedad es cercano a 40 por ciento, por debajo de este la actividad microbiana actúa lentamente. Cuando el contenido de humedad es superior al 65 por ciento, el agua desplaza mucho al aire de los espacios porosos en los materiales composteados. Esto limita el movimiento del aire y dirige a una condición anaeróbica.

Desde que el contenido de humedad generalmente baja por el procedimiento del composteo, el contenido de humedad inicial debería de estar por encima del 40 por ciento. Para muchas mezclas, los materiales secos son mezclados con materiales húmedos que tienen entre 50 y 60 por ciento de humedad. Con algunos materiales secos, como las hojas, el agua es agregada directamente.

Durante el composteo, los niveles de humedad cambian por la evaporación o la agregación de agua por la lluvia o la nieve. Generalmente, más agua es evaporada que la que se agrega, pero el contenido de humedad tiende a bajar por el procedimiento del composteo. Los niveles de humedad deberían de ser mantenidos de tal forma que los materiales estén completamente humedecidos sin llegar a saturarlos o a provocar un escurrimiento en forma de gotas. Para comprobar esto se puede emplear un apretón con los dedos para sentir la humedad al tacto.

Porosidad, estructura, textura y tamaño de partícula

Son base de las propiedades físicas de los materiales, así como también de su estado y consistencia. Afectan el proceso de composteo por su influencia en la aireación. Se pueden llegar a ajustar en la selección de los materiales crudos y en la mezcla o el molido de ellos. Los materiales empleados para ajustar esas propiedades son llamados enmiendas o agentes de volumen.

La porosidad es una medida de espacio de aire dentro de la masa de composteo, y determina la resistencia al flujo de aire. Es establecida por el tamaño de partícula, el tamaño de gradación de los materiales y la continuidad de los espacios de aire. Partículas grandes y otras más uniformes incrementan la porosidad.

La estructura se refiere a la rigidez de la partícula. Es su habilidad para resistir la compactación y arreglos. Una buena estructura previene la pérdida de porosidad y de humedad ambiental de la composta.

La textura es la característica que describe la disponibilidad de área superficial para la actividad microbiana aeróbica. La mayor parte de la descomposición aeróbica de la composta ocurre en la superficie de las partículas, ya que el oxígeno se mueve rápidamente como un gas por los espacios porosos, pero muy lento por el líquido y de las partes sólidas de las partículas. Una población de microorganismos aeróbicos

construye una superficie líquida circundante a la superficie de partículas. Los microorganismos utilizan el oxígeno disponible de las partículas de la superficie, llevándolo al interior que es esencialmente anaeróbico. Las partículas disminuyen y se descomponen por la actividad de los microorganismos.

Desde que la cantidad de área superficial incrementa con la partícula, el periodo de la descomposición aeróbica también incrementa con los pequeñísimos tamaños de partículas. Estas diminutas partículas también reducen la porosidad efectiva. Resultados aceptables se obtienen cuando el tamaño de la partícula tiene entre 1/8 y 2 pulgadas de diámetro, en promedio.

Para muchos materiales crudos de aplicación en el composteo, una aceptable porosidad y estructura puede llevarse a cabo si el contenido de humedad es menor de 65 por ciento. Sin embargo, algunas situaciones benéficas son de especial atención para la porosidad, estructura o textura.

Los métodos que no incluyen volteo requieren más estructura para resistir a cierta población, y son necesarias grandes partículas. Los materiales con un olor fuerte pueden mezclarse con materiales rígidos para lograr una porosidad superior a lo normal, en orden de promover un buen movimiento de aire.

pH de los materiales

El proceso es relativamente insensitivo al pH. Dentro del rango encontrado en humedades de materiales orgánicos, es amplio el espectro de microorganismos incluidos. El pH ideal se encuentra entre 6.5 y 8.0, pero el composteo puede proceder efectivamente entre niveles de 5.5 y 9.0. Sin embargo, estos rangos son menos efectivos que cuando el pH es cercano al neutral (7.0).

El pH empieza a ser importante con los materiales crudos que tienen un alto porcentaje de nitrógeno. Un pH alto —sobre 8.5— fomenta la conversión de nitrógeno compuesto por amoníaco el cual es más agregado a la alcalinidad. El ajuste debajo de 8.0, reduce la pérdida de amoníaco: el ajuste del pH hacia arriba, por la adición de calizas, cenizas u otros aditivos, no es necesariamente usual (y a menudo no es recomendable por el efecto potencial en los amoníacos perdidos). Si tales aditivos se utilizan, deberán usarse solo en pequeñas cantidades y ser mezclados con otros materiales.

Los cambios de materiales composteados y su pH ocurren como descomposición. Por ejemplo, la liberación de ácidos orgánicos puede temporalmente bajar el pH durante los estados iniciales del composteo, y luego la producción de amoníaco de los compuestos nitrogenados puede aumentarlo. Aun así, el producto final da un pH estable, posiblemente neutral.

Temperatura

Como un asunto de conveniencia, la ciencia ha subdividido y otorgado nombres a los rangos de temperaturas dentro de las cuales ciertos microorganismos prosperan. El composteo, esencialmente, toma sitio en los rangos mesofílicos (10-38 °C) y termofílicos (sobre 41 °C). Aunque las temperaturas mesofílicas generan un efectivo composteo, muchos expertos sugieren mantener la temperatura entre 47.5 y 66 °C. Las temperaturas termofílicas son aconsejables porque destruyen muchos patógenos, semillas de malezas y larvas de moscas en los materiales composteados. Las regulaciones fijan las temperaturas críticas para matar patógenos de humanos a 55 °C. Esta temperatura debiera destruir muchos patógenos de las plantas también. La temperatura crítica para destruir semillas de malezas es de 66 °C.

Durante la descomposición microbiana se liberan grandes cantidades de energía como calor. La cantidad y el aislamiento de los materiales llevan a una acumulación de temperatura. Al mismo tiempo, los materiales pierden continuamente calor como vapor de agua y otros gases calientes. Las vueltas y la aireación aceleran la pérdida de calor y, por lo tanto, son usadas para mantener la temperatura en el rango recomendable. Climas fríos y compostas pequeñas aumentan la pérdida de calor.

La acumulación de calor puede impulsar buenas temperaturas, arriba de 60 °C; cuando esto ocurre, los microorganismos empiezan a sufrir los efectos de las altas temperaturas y el proceso de composteo se hace lento. La temperatura puede continuar subiendo a más de 71 °C, debido al calor generado por la actividad microbiana y el aislamiento de los materiales.

En este punto muchos microorganismos mueren o inicia su dormancia. El proceso se detiene, y no se restablece hasta que la población de microorganismos se restablece. Para prevenir esta situación, las temperaturas deberán monitorearse: cuando la temperatura se aproxime a los 60 °C, la pérdida de calor deberá acelerarse por aire forzado o volteo de los materiales. Si la muerte térmica llegase a ocurrir, el restablecimiento puede ser agilizado haciendo una remezcla del montón, de preferencia con materiales de otras compostas activas.

Debido a que la mayor pérdida de calor ocurre por la evaporación de agua, no debe permitirse que el contenido de humedad en los materiales baje de 40 por ciento. La baja humedad incrementa el cambio de los daños por las altas temperaturas, como una buena combustión espontánea.

Tiempo

El tiempo requerido para transformar los materiales crudos dentro de la composta depende de diversos factores, incluyendo materiales, temperatura, humedad, frecuencia de aireación y requerimientos. El

contenido de humedad y la relación C:N, más una aireación frecuente, aseguran un posible acortamiento del periodo de composteo. Cuando el proceso es lento, se debe a la falta de humedad y a una alta relación C:N, así como a bajas temperaturas, insuficiente aireación, partículas grandes y un alto porcentaje de materiales resistentes (como los derivados de maderas).

El periodo también depende del tiempo de uso de la composta. Este pudiera acortarse si la composta no se necesita completamente estable. En ocasiones, si está siendo aplicada en los terrenos de cultivo antes de la temporada de crecimiento, puede influir en el rendimiento.

En general la descomposición completa y estabilización de los materiales puede completarse dentro de unas pocas semanas bajo condiciones favorables (por lo general en un periodo de dos meses); aunque hay casos en que se utiliza un control con sistemas mecánicos que demandan menos de una semana para producir la composta.

El proceso puede lograr una estabilización rápida, si se secan los materiales hasta llegar a un bajo contenido de humedad, lo cual inhibe la actividad biológica. Esto es bueno cuando el uso final de la composta no es llegar a dictaminar más a la estabilización completa. Sin embargo, la composta estabilizada no es apropiada para muchos usos en horticultura. Esto es importante para señalar que, como el material muerto puede recuperar la humedad iniciando de nuevo la actividad biológica, olores y otros problemas pueden desarrollarse si una adecuada aireación no es proveída.

EL ABONO ORGÁNICO FERMENTADO BOCASHI

El problema principal que está estancando el desarrollo de la agricultura mexicana es la pobreza de los suelos: la falta de materia orgánica y a la baja actividad microbiológica en el mismo. Año con año estos dos problemas siguen aumentando debido al monocultivo de gramíneas que desgastan el suelo y a la casi nula aplicación de residuos orgánicos. Por esta causa los cultivos no producen si no se les aplica una buena cantidad de fertilizante químico, dándose el caso de que algunos agricultores siembran para autoconsumo y con los pocos excedentes de producción pagan el fertilizante. Una solución es el Bocashi.

¿Qué es el Bocashi?

El Bocashi es un abono orgánico fermentado, se elabora con base en estiércol y otros componentes orgánicos, desechos o subproductos de la misma unidad de producción, por lo que no le cuestan al agricultor. Estos componentes son sometidos a una fermentación aeróbica: es decir, que requiere aire y de la participación activa de microorganismos necesarios

para la descomposición de los materiales que entran en la mezcla, y aportan al suelo una nueva flora microbiana.

Para una hectárea de maíz se requiere:

COMPONENTES DEL BOCASHI

- 200 kilogramos (kg) de paja de trigo molida
- 300 kg de tierra de hojarasca seca o de enlame de bordos
- 300 kg de gallinaza u otro estiércol seco y molido
- 50 kg de carbón de olote quebrado
- 50 kg de harina de maíz molido incluyendo el olote
- 10 kg de cal o de ceniza
- 8 litros (L) de pulque o 1.5 kg de levadura de pan (como fuente de microorganismos)
- 8 L de melaza de caña o piloncillo diluido
- Agua, solo la necesaria par humedecer la mezcla (prueba del puño)

Todos estos componentes deben estar secos y molidos para facilitar el manejo y su integración al abono, y también pueden ser sustituidos por elementos equivalentes que se encuentren en la unidad de producción o que sean de fácil acceso en la región.

MODO DE PREPARACIÓN

La preparación del abono consiste en hacer una mezcla homogénea de todos sus componentes.

- El primer paso es hacer una pila de los componentes, uno sobre otro, en seco. A la vez que se diluye la melaza, se mezcla con el pulque por separado.
- El segundo paso es iniciar la mezcla de los componentes cambiando de lugar la pila. Como se va moviendo la pila, aplicar paulatinamente la mezcla de melaza y el pulque al abono.
- El segundo paso se repite hasta lograr una mezcla homogénea, humedeciéndola con agua para evitar que levante polvo, hasta alcanzar el punto de humedad deseado. La mezcla termina cuando todos los componentes están distribuidos homogéneamente y se ha alcanzado humedad en ella, de tal forma que al tomar un puño de la mezcla no escurra agua, pero la humedad se sienta entre los dedos.
- Después de este punto no se humedece más la mezcla, y debe apilarse en un lugar protegido del sol y la lluvia, para que no se interrumpa la fermentación; la pila debe tener una altura de alrededor de 50 centímetros (cm) y se recomienda taparla con costales vacíos de fertilizante para evitar efectos externos; además, hay que evitar que se

compacte el material y airearlo dos veces diarias (por la mañana y por la tarde).

El Bocashi termina su fermentación entre 15 y 21 días, dependiendo de los materiales usados y las temperaturas ambientales. Se puede decir que el abono está listo cuando el material se enfría y se seca (en ese momento tiene un olor agradable como a tierra de monte).

El Bocashi se puede almacenar por tres meses para su uso, después pierde propiedades, sobre todo biológicas.

Debido a que lo que se pretende es utilizar solo los materiales con que cuenta cada productor, la calidad del abono cambia al variar algún componente. A continuación se presentan los resultados del análisis de dos abonos, uno elaborado con gallinaza y el otro con cerdaza.

MODO DE EMPLEO

Para una parcela promedio (de 2.5 a 3 por ciento de materia orgánica) se requiere una tonelada de Bocashi por hectárea. Cuando el suelo tiene menos de 1.5 por ciento de materia orgánica, se pueden requerir hasta tres toneladas de abono por hectárea.

Se recomiendan dos aplicaciones: una a la siembra y otra a la escarda (o 30 días después). El abono siempre debe quedar tapado con suelo.

Para usarlo en el trasplante de plantas, se recomienda poner 80 gramos (g) por planta al trasplante (tapando el abono antes de poner la planta), y otros 80 g entre cuatro plantas en la segunda abonada.

Para usarlo en semilleros, se recomienda usarlo hasta en 33 por ciento de la mezcla del sustrato.

Después de tres o cuatro años de estar usando el abono se puede bajar la dosis, primero a 800 kg/ha y después a 600 kg/ha, solo para mantener el desarrollo del suelo.

COSTOS

El costo promedio de la elaboración de Bocashi es de 200 pesos por hectárea y el de la fertilización química de 800 pesos por hectárea, lo que implica un ahorro del 75 por ciento del costo del fertilizante y, a su vez, un ahorro 15 por ciento del costo total del paquete tecnológico tradicional, que es de 4 mil pesos.

En general, se puede decir que no hay diferencia de rendimiento entre los dos tratamientos en el primer año, pero el ahorro es bastante bueno, además de todos los beneficios que el fertilizante orgánico otorga al suelo.

Cuadro 9. Contenido del abono orgánico Bocashi elaborado con diferente tipo de estiércol.

Estiércol	Nitrógeno (%)	P ₂ O ₅ (%)	K ₂ O (%)	Hierro (%)	Cobre ppm	Mn (%)	Zinc (%)	CaO (%)	MgO (%)	Azufre (%)	M. O. (%)	C.I.C meq/ 100 g
Cerdaza	1.77	3.81	1.51	1.14	87	0.06	0.05	4.97	1.11	0.56	51.18	76.38
Gallinaza	2.55	2.06	1.58	0.33	56	0.05	0.02	6.67	1.06	0.79	55.56	97.54

%; por ciento. g: gramos. K₂O: óxido de potasio. Mn: manganeso. CaO: óxido de calcio. MgO: óxido de magnesio. M. O.: materia orgánica. C.I.C: capacidad de intercambio catiónico. ppm: partes por millón. meq: miliequivalentes P₂O₅, pentóxido de fósforo.

Cuadro 10. Resultados de la comparación del abono orgánico Bocashi contra el químico convencional en parcelas de maíz, en el municipio de Amealco, Querétaro, en el ciclo primavera-verano 1998, primera aplicación.

Comunidad	Productor	Rendimiento t/ha con Bocashi	Rendimiento t/ha con químico convencional
El Terrero	Vicente Aguilar	6.4	6.2
El Lindero	Bruno Serrano	3.1	2.9
Los Árboles	Rafael Zúñiga	5.1	3.2
Santiago Mexquititlán Barrio 1ro.	José Ávila	3.6	3.4
Santiago Mexquititlán Barrio 5to.	Ernesto Pérez Treviño	2.8	2.5
La Manzana	Pedro Rodríguez	3.7	3.1

t/ha: toneladas por hectárea.

BIOFERTILIZANTE FOLIAR ORGÁNICO SUPERMAGRO

¿Qué es el Supermagro?

El biofertilizante foliar Supermagro es un abono orgánico líquido derivado de estiércol fresco de bovinos o equinos; conlleva una fermentación anaeróbica que permite quelatizar a los minerales que necesita la planta para su completo desarrollo.

Este biofertilizante puede ser fortalecido con algunos ingredientes complementarios según sean los requerimientos del cultivo a fertilizar, pero en esta ocasión se presenta la versión corta; es decir, la que puede estar lista para su uso de 20 a 23 días.

¿Cómo se prepara el Supermagro?

- En un recipiente de 200 L (de plástico y con tapa) se colocan 40 kg de estiércol fresco de bovino, 9 L de leche bronca, 9 L de melaza (miel de caña) y 1.5 kg de ceniza.
- Se revuelven en 100 L de agua y se dejan fermentar por 3 días, cerrando el tanque, colocando una manguera para que salgan los gases a un recipiente con agua y así se mantenga sin aire.
- Se abre el recipiente después de tres días y se aplica uno de los

ingredientes complementarios (de preferencia bien molidos), más 1 L de leche y 1 L de melaza (o 1 kg de piloncillo).

- Para la versión corta se recomienda usar harina de pescado (charales o camarón, secos, sin sal y molidos) para aportarle calcio y fósforo al abono foliar —también se pueden usar 200 gramos de harina de hueso, o 100 mililitros (mL) de sangre de bovinos o 200 gramos de hígado de bovino molido—. Si desean agregar todos o algunos de estos ingredientes complementarios, cada uno se agrega por separado cada 3 días, y siempre hay que añadir 1 L de leche y la melaza.

- Después de incluir el ingrediente complementario se rellena el recipiente hasta 180 L, se tapa y se deja fermentar por 21 días.

Forma de usarlo

- Para frutales y hortalizas se recomienda usarlo al 2 por ciento, con intervalos de 10 a 20 días.
- Para tomate y otras hortalizas de frutos aéreos se recomienda usarlo al 4 por ciento, con intervalos semanales.
- Para maíz, frijol y granos pequeños se puede usar hasta el 5 por ciento a manera de correctivo de deficiencias o después de cada lluvia o riego, antes de la floración.

LOS ABONOS VERDES

Si se incorporan al suelo masas de plantas cultivadas con el fin de enterrarlas posteriormente con el arado, entonces se habla de abono verde. Los cultivos destinados a abono verde pueden plantarse como cultivo principal dentro de una rotación o asociados a una planta protectora.

Fertilizar con abono verde significa incorporar al suelo plantas con alto porcentaje de agua durante, o al inicio, de la floración, y que apenas estén lignificadas, mientras aún poseen abundante azúcar, almidón y nitrógeno. También significa destruir las raíces vegetales vivas en el momento del laboreo. Esto es lo que diferencia fundamentalmente el abono verde de la incorporación de otros tipos de abonos orgánicos secos (paja) o en estado de descomposición (estiércol).

Benéficos del abono verde

Con el abono verde se cumplen varios propósitos, como una rotación de cultivos sana, más allá que solo controlar las malezas, así como la disminución de enfermedades y movimiento del subsuelo.

Algunos otros beneficios son:

- Acumulación de nitrógeno.

• Acumulación de humus (C + N= mejora de del oxígeno y del agua en el suelo).

- Disminuir la lixiviación de minerales.
- Disminución de la erosión (fijación del suelo).
- Cubrir el suelo con sustancias orgánicas.
- Desmenuzar el suelo (labranza biológica).
- Mullir el suelo y el subsuelo.
- Control de malezas (supresión de luz, efecto antagónico).
- Reducción de cantidad de nematodos.
- Control de enfermedades.
- Mayor rendimiento del cultivo.

Consideraciones técnicas para el abonado verde

• La especie que se cultivará como abono verde deberá tener una buena relación equilibrada entre los glucósidos, las celulosas, y los elementos nitrogenados.

• La siembra de los abonos verdes deberá equilibrar los residuos dejados por un cultivo que se acaba de cosechar.

• El clima, el suelo y las hierbas buenas ayudarán a decidir sobre cuál de los elementos es más importante obtener en un abono verde.

• Los fermentos del suelo tienen la tendencia a trabajar de manera que la relación C:N se aproxime lo más posible al punto de equilibrio para los cultivos.

La norma oficial NOM-EM-034-FITO 2000, para las buenas prácticas agrícolas en frutas y hortalizas, establece los límites máximos permisibles para patógenos y parásitos en estiércol, lodos residuales y otros fertilizantes orgánicos:

Cuadro 11. Límites máximos permisibles para patógenos presentes en los estiércoles.

Contaminante	Límite en base seca
Coliformes fecales	Menos de 1000 nmp* por gramo
<i>Salmonella</i>	Menos de 3 nmp por gramo
Huevos de helminto	Menos de 10 huevos por gramo

*nmp=número más probable.

Esta norma no presenta límites para metales pesados en los abonos orgánicos, por lo cual se presentan algunas normas de otros países como referencia.

Cuadro 12. Distanciamiento y cantidad de semilla necesaria para la siembra de abonos verdes.

Especie	Nombre común	Distancia entre líneas (cm)	Semillas por metro lineal	Cantidad kg/ha
<i>Calopogonio mucunoides</i>	Calopo	50	40	10
<i>Vigna sinensis</i>	Frijol forrajero	40	20	60-75
<i>Crotalaria breviflora</i>	Crotalaria	25	25	20
<i>Crotalaria grantaina</i>	Crotalaria	25	50	8
<i>Crotalaria juncea</i>	Crotalaria	25	20	40
<i>Crotalaria mucronata</i>	Crotalaria	25	35	10
<i>Crotalaria sepectabilis</i>	Crotalaria	25	20	15
<i>Crotalaria striata</i>	Crotalaria	25	35	10
<i>Vigna umbellata</i>	Frijol forrajero	40	20	30
<i>Canavalia brasiliensis</i>	Frijol puerco	50	5	60
<i>Canavalia ensiformes</i>	Canavalia	50	5-6	150-180
<i>Vigna radiata</i>	Frijol forrajero	40	20	30
<i>Cajanus cajan</i>	Gandul	50	18	50
<i>Dolichos lablab</i>	Frijol jacinto Trepador	50	8	45
<i>Millum effusum</i>	Millum	25	310	65
<i>Mucuna aterrima</i>	Mucuna prieta	50	6-8	60-90
<i>Stizolobium sp</i>	Stizolobium	50	6-8	60-80

kg/ha: kilogramos por hectárea. cm: centímetros.

Metales Pesados

Existen regulaciones estrictas en cuanto al contenido de metales pesados. Estas regulaciones son de diferentes niveles entre los países de la Unión Europea, siendo el holandés el sistema más estricto y el español el sistema que acepta los niveles más altos de cobre, cobalto y níquel.

Cuadro 13. Niveles críticos de metales pesados permitidos para composta en los países de la Unión Europea, en mL/kg de material seco.

	Bélgica	Francia	Holanda	España	Suiza 86
Arsénico	-	-	15	-	-
Cadmio	5	8	1	40	3
Cromo	150	-	50	750	150
Cobalto	10	-	-	-	25
Cobre	100	-	60	1750	150
Plomo	600	800	100	1200	150
Mercurio	5	8	0.3	25	3
Molibdeno	-	-	-	-	5
Níquel	50	200	20	400	50
Zinc	1000	-	200	4000	500

En Canadá y Estados Unidos también existen niveles críticos de contaminantes como metales pesados y otros contaminantes (como plásticos o plaguicidas). La Unión Europea ha establecido niveles mínimos de metales pesados para abonos para agricultura orgánica mucho más estrictos que los niveles que se utilizan para abonos orgánicos en general.

Cuadro 14. Máximos niveles permitidos de contaminantes en composta en Canadá y Estados Unidos.

Metal	Canadá µg/g) *	Otros **	
Arsénico	10	Plástico (%)	1
Cadmio	3	Otros (%)	2
Cromo	50	PBC (µg/g)	0.5
Plomo	150	Captán (µg/g)	0.5-100
Mercurio	0.15	Clordano (µg/g)	0.3
Níquel	60	Lindano (µg/g)	1-7
Cobre	-	2,4 – D (µg/g)	0.5-1.0
Zinc	500		

‰: por ciento. µg/g: microgramos *Ontario Canadá. (Gies, 1992). ** USDA (Henry, 1991).

Los niveles de metales pesados son uno de los criterios más utilizados por las agencias certificadoras de Europa para clasificar sus diferentes compostas.

Cuadro 15. Niveles de metales pesados aceptados en la Unión Europea para abonos para agricultura orgánica.

Metal	Unión Europea compost orgánico* (µg/g)
Arsénico	-
Cadmio	0.7
Cromo	70
Plomo	45
Mercurio	0.4
Níquel	25
Cobre	70
Zinc	200

* Anexo II. Regulación Europea 2092/91. Enmienda 1997.

Regulaciones para uso del producto

Dado que los niveles para definir calidad han de variar al usar el producto, cada usuario podrá establecer las regulaciones que ellos consideren necesarias para sus necesidades. Este es el caso, los departamentos de transportes de los diferentes estados de la Unión Americana han establecido sus propios parámetros de calidad.

En general, la mayoría están interesados en productos maduros, por lo cual están requiriendo que las compañías procesadoras hagan sus propias pruebas de madurez.

El otro aspecto importante es la presencia de contaminantes en la mezcla, tales como vidrio, plástico, semilla de maleza o patógenos de humanos y plantas.

Principios para la prevención ecológica de plagas y enfermedades en la agricultura

Introducción

Se sabe que el sistema actual de producción se basa en el intenso laboreo de las tierras, en el monocultivo, la búsqueda de la cosecha última con base en excesivas aplicaciones de fertilizantes químicos y en aplicación de venenos para matar los insectos y plantas no deseadas (conocidas como maleza). Por lo anterior, puede decirse que en este momento estamos inmersos en un ciclo vicioso, que inicia con el desgaste de la materia orgánica y de la microbiología del suelo. Esto origina que el suelo pierda su estructura, disminuyendo la porosidad, lo que reduce el intercambio de gases, la retención de humedad y la eficiencia respecto al uso de los nutrientes por la planta, lo que genera un desbalance nutricional, haciéndola atractiva al ataque de plagas y enfermedades; al presentarse estos patógenos, los técnicos recomiendan el uso de pesticidas, lo que daña a la tierra, afectando su escasa fertilidad; además de dañar la salud de los trabajadores que aplican estos agroquímicos.

Con la repetición de este sistema los patógenos crean resistencia a dichos pesticidas, ocasionando que se apliquen mayores cantidades de estos, o se usen plaguicidas más potentes y con mayor persistencia en el ambiente, que eliminan la fauna benéfica y dejan residuos tóxicos en los alimentos que se producen, lo que afecta la salud de los consumidores.

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), cada año en el mundo se presentan 2 millones 900 mil intoxicaciones agudas y 300 mil muertes por causa de los plaguicidas.

En lo que concierne a México, se presentan anualmente 13 mil intoxicaciones agudas y más de 700 defunciones por causa de plaguicidas, según se informa en Educación Médica Continua; además,

se incrementaron enfermedades como el cáncer, la anemia aplásica y la leucemia y otras enfermedades en La Laguna, Ciudad Delicias, Ciudad Obregón, El Soconusco (Chiapas), los valles de Sinaloa, las regiones cafetaleras de Veracruz y las regiones plataneras de Tabasco.

Desde 1940, Howard nos dejó indicaciones, señalando que “en un suelo sano, la planta es sana” y “sobre una planta equilibrada la plaga se muere de hambre” explicando que en una planta equilibrada no hay acumulación de excedentes de nutrientes, por lo que los patógenos no tienen que comer y no pueden reproducirse.

Después, en 1967, Caboussou nos dice que “las defensas orgánicas de los vegetales están determinadas por una nutrición equilibrada, que impide la acumulación de sustancias nutritivas (azúcares y aminoácidos libres) en la savia o el citoplasma”. Resalta que los propágulos de los hongos y los virus no tienen reservas y necesitan, para subsistir, una planta con acumulación de aminoácidos y azúcares libres; también indica que los insectos son ineficientes en la proteólisis (degradación de proteínas) por lo que necesitan plantas desequilibradas en su nutrición para alimentarse. El balance nutricional en la planta evita la atracción de los insectos, ya que estos buscan plantas con excesos de azúcares y aminoácidos libres.

En definición, la agricultura orgánica es un sistema de producción integral, basada en la diversidad de especies en producción, que utiliza insumos naturales, tierras de calidad o reconstituidas, prácticas de labranza y conservación de agua y suelo, prevención ecológica de plagas y enfermedades, y mantiene un alto nivel de reciclaje de los materiales empleados, minimizando insumos externos; su implementación asegura la ausencia de intoxicación en los trabajadores, evita usar aguas negras o grises, no acumula radiación poscosecha, no produce organismos genéticamente modificados y no genera residuos tóxicos en los alimentos.

En la agricultura orgánica no se usan agroquímicos de síntesis para el control de los patógenos, y para romper el ciclo de los mismos: se recurre a la rotación de cultivos y la asociación con especies compatibles que traigan algún beneficio a la especie principal en explotación.

Los principios de la agricultura orgánica se basan en la diversidad de especies asociadas en el mismo espacio y tiempo a través de una rotación adecuada, lo que permite romper el ciclo de los patógenos y la atracción de organismos benéficos que controlen sus poblaciones; no usa venenos y, sobre todo, mantiene un suelo vivo, rico en materia orgánica y microorganismos, lo que le da a la planta un adecuado balance nutricional.

El contraste entre las Figuras 9 y 10 es el contenido de materia orgánica del suelo: entre ellas se puede apreciar que en el suelo con alto

Efecto de la aplicación de nitrógeno en maíz de riego en Querétaro

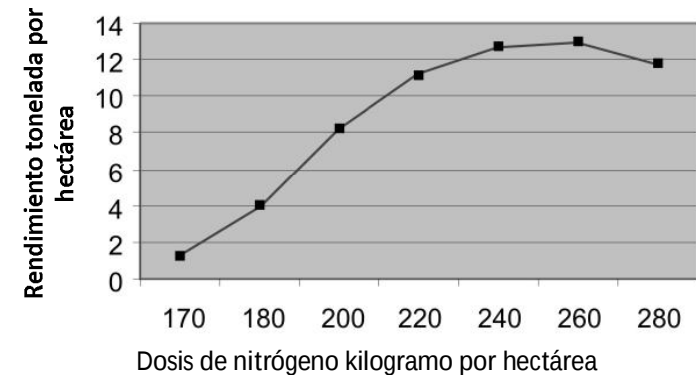


Figura 9. Función de respuesta del maíz a la aplicación de nitrógeno en suelos con 1.5 por ciento de materia orgánica, en Pedro Escobedo, Querétaro.

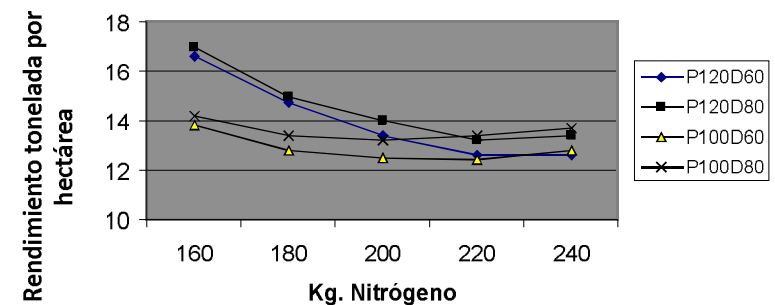


Figura 10. Función de respuesta del maíz a la aplicación del nitrógeno y fósforo en dos densidades de población, en suelos con 4.3 por ciento de materia orgánica en San Juan del Río, Querétaro.

contenido de materia orgánica, la aplicación de fertilizante tiende a bajar el rendimiento del cultivo hasta un punto mínimo (muy semejante al punto máximo de que se alcanza en el suelo con poca materia orgánica).

Como Howard señala, en un suelo sano, las plantas son sanas; en un suelo sano, el humus (materia orgánica descompuesta) tiene un efecto positivo: se incrementa la actividad microbiana, produciendo antibióticos y hormonas, generando resistencia contra nematodos y otros patógenos del suelo, activando la microbiología del suelo y propiciando una óptima aireación y abastecimiento de humedad a la planta, con lo que se inicia el adecuado balance nutricional y la prevención de las plagas y las enfermedades.

La base de la agricultura orgánica es un suelo vivo: con 5 por ciento



Figura 11. Parcela del experimento de maíz, que rindió 22 t/ha, con 100 kg de nitrógeno, en suelos con 4.3 por ciento de materia orgánica, en San Juan del Río, Querétaro.

de materia orgánica y 50 por ciento del volumen del suelo ocupado por poros, lo que dará lugar al aire y al agua en el suelo, además de una muy buena cantidad de microorganismos para la transformación de materia orgánica en nutrientes para la planta.

Esto se puede lograr aplicando los 10 principios que se presentan a continuación:

DIEZ PRINCIPIOS PARA LA PREVENCIÓN DE PLAGAS Y ENFERMEDADES EN LA AGRICULTURA ECOLÓGICA

I. Abonar el suelo

Abonar la tierra para recuperar su materia orgánica y la vida microbiológica: llevarla a los 4.5 o 5 por ciento de materia orgánica, con el propósito de aumentar su fertilidad y la población de microorganismos, aplicando estiércol, composta o abonos verdes.

II. Romper el suelo, no voltearlo

Romper el suelo para evitar dañar la vida microbiológica aeróbica de la primera capa, para propiciar la formación de poros y aumentar la aireación, la velocidad de infiltración del agua y la retención de humedad del mismo.



Figura 12. Abonado de la tierra para incrementar su porcentaje de materia orgánica.



Figura 13. Rotura del suelo con el multigrado, para airear el suelo sin afectar a la microbiología del mismo.

III. Proteger el suelo de sol

Cubrir el suelo (agricultura con sombrero) para que no se queme con los rayos ultravioleta, evitando la pérdida de materia orgánica, de humedad y de la microbiología. Utilizar labranza mínima, con cobertura vegetal muerta, incorporando malezas (cortarlas a la floración y no sacarlas de la parcela, dejándolas donde están) y siembra cercana, para que el dosel cierre pronto (cuando las hojas se tocan).



Figura 14. Siembra en labranza cero, con cobertura para proteger el suelo del sol.

IV. Asociación y rotación de cultivos

La asociación y rotación de cultivos sirve para romper el ciclo de las plagas y las enfermedades.

Para este fin se utilizan:

- Plantas compañeras, para repeler a las plagas y a las enfermedades.
- Plantas compañeras que funcionen como trampas atrayentes para plagas y enfermedades, y así poder controlarlas fuera del área del cultivo principal.
- Sucesión de plantas que produzcan tubérculos a plantas que den hoja, a plantas de frutos aéreos, a plantas cuyos frutos son la inflorescencia terminal, y así sucesivamente.

V. Generación de un hábitat propicio para la fauna benéfica (enemigos naturales de las plagas)

- Incorporación de fauna benéfica desde laboratorio.
- Producción interna.
- Propiciar un hábitat donde se sigan reproduciendo naturalmente.

En la etapa de transición de la agricultura de agrotóxicos a la agricultura orgánica, es necesario reestablecer el equilibrio ecológico del agroecosistema y el balance nutricional de la planta; si esto no se logra, las plagas y enfermedades seguirán causando grandes daños económicos al sistema de producción.



Figura 15. Asociación de cultivos para generar un encuentro de plagas y depredadores.

El uso de fauna benéfica de laboratorio es una alternativa viable: utilizar bacterias *Bacillus thuringiensis*, los virus como los de la poliedrosis nuclear (NPVs), el de la granulosis (GVs), el de la poliedrosis citoplasmática (CPVs), el entomompox (EPVs) que se usa contra lepidópteros²⁰; hongos como *Beauveria bassiana*, *Metarhizium*, *Hirsutella* y *Verticillium*; también hay una serie de insectos parásitoides, como las avispidas *Trichogramma parasitica*, *Aphidius colemani*, *Encarsia formosa*; y otra buena cantidad de diversos insectos depredadores; todos son una buena alternativa para producir cosechas libre de pesticidas y de daños por plaga; pero, a su vez, este sistema genera una dependencia hacia quienes realizan la cría masal de estas especies.

TRICHODERMA LIGNORUM (UN HONGO QUE COME HONGOS)

- Contra pudriciones radiculares
 - o *Rhizoctonia* sp., *Verticillium* sp., *Sclerotium* sp., *Sclerotinia* sp., *Pythium* sp., *Phoma* sp., *Fusarium* spp., *Phytophthora* sp., entre otras.
 - o Aplicar de 100 a 200 gramos por hectárea (g/ha). Al menos entre 2 y 3 aplicaciones a través de goteo (tres a cuatro horas), tratando de cubrir la zona radicular.
 - o En frutales aplicar durante la brotación.
 - o En papa aplicar a la semilla.

²⁰ Lepidópteros: orden de insectos que agrupa a mariposas, polillas y orugas.

Aun así, la recomendación es que se compren en una o dos ocasiones y se genere un hábitat adecuado para que el organismo benéfico se conserve; estas especies son de amplio espectro y controlan una gran diversidad de plagas.

Cuadro 16. Uso de *Beauveria bassiana* para el control de plagas en algunos cultivos.

Cultivo	Problema	Dosis por hectárea y recomendación
Algodón	Picudo (<i>Anthonomus grandis</i>)	50 a 150 g Repetir a los 15 días
Chile, pimienta	Mosca blanca y picudo (<i>Anthonomus eugenii</i>)	50 a 150 g Repetir a los 15 días
Flores, papa	Gallina ciega	50 a 100 g/200 L de agua Mezcla con <i>Metarhizium</i>
Tabaco	Gallina ciega y picudo (<i>Trichobaris trinotata</i>)	50 a 100 g/200 L de agua Mezcla con <i>Metarhizium</i>
Tomate	Mosca blanca y gallina ciega	50 a 100 g/200 L de agua Mezcla con <i>Metarhizium</i> o con <i>Entomophthora</i>
Banano, plátano y heliconias	Picudo negro (<i>Cosmopolites</i>)	50 a 100 g/200 L de agua A la base del tallo y trampas
Caña de azúcar	Picudo (<i>Metamasius</i>) y gallina ciega	100 g
Cítricos	Picudo (<i>Diaprepes</i> y <i>Rhynchoporus</i>)	50 a 100 g/200 L de agua
Piña	Picudo (<i>Metamasius</i> y <i>Rhynchoporus</i>)	50 a 100 g/200 L de agua
Arroz	Varios picadores chupadores y defoliadores	100 g/200 L de agua
Café	Broca del caféto (<i>Hypothenemus</i>)	100 g/200 L de agua
Varios	Hormiga arriera (<i>Atta</i> sp. y <i>Acromymex</i>)	100 g/200 L de agua
Frutas y hortalizas	Trips sp., ácaros y chinche (<i>Corytucha</i> sp.)	100 g/200 L de agua
Palma	<i>Loxotoma elegantes</i>	100 g/200 L de agua
Soya	Chinches	50 a 100 g Repetir a los 15 días
Casi todos	Larvas de lepidópteros (gusano)	50 a 100 g Repetir a los 15 días

Cuadro 17. Uso de *Metarhizium* para el control de plagas.

Cultivo	Problema	Dosis por hectárea y recomendación
Caña de azúcar	Mosca pinta (<i>Aenolamia, Perkinella</i>)	50 a 100 g/200 L de agua
Papa	Gallina ciega (<i>Ancognata, Phyllophaga</i>)	50 g/200 L de agua, con 50 g de <i>Beauveria</i>
Chile	Gallina ciega (<i>Phyllophaga</i>)	50 g/200 L de agua, con 50 g de <i>Beauveria</i>
Arroz	Gusano soldado (<i>Spodoptera frugipeda</i>), sogata (<i>Tagosodes</i>), <i>Eurthola</i> , <i>Hortencia</i>	50 a 100 g/200 L de agua Tratar con bajos niveles de infestación (larvas de primer instar)
Flores	Gallina ciega (<i>Phyllophaga</i>), <i>Ancognata</i> sp., <i>Compus</i>	50 g/200 L de agua, con 50 g de <i>Beauveria</i>
Palma	Escarabajo rinoceronte (<i>Strategus</i>)	100 g/200 L de agua
Pasto	Salivazo/mion (<i>Aeneolamia</i>), chinche de los pastos (<i>Collaria</i>)	50 a 100 g/200 L de agua Aplicar después del pastoreo
Café	Broca del café (<i>Hypothenemus hampei</i>), cóccido (<i>Chavesia</i>)	50 a 100 g/200 L de agua Aplicar a la calle y plato de caféto
Banano, plátano y heliconias	Picudo negro (<i>Cosmopolites</i>) y otros picudos	100 g/200 L de agua A la base del tallo
Cítricos	<i>Compus</i> sp.	100 g/200 L de agua

Cuadro 18. Uso de *Verticillium* para el control de plagas en diversos cultivos.

Cultivo	Problema	Dosis por hectárea y recomendación
Soya y algodón	Mosca blanca (<i>Bemisia</i>)	50 a 150 g/ 200 L de agua
Tabaco	Mosca blanca(<i>Bemisia</i>), trips (<i>Frankliniella</i>), pulgón (<i>Myzus</i>)	50 a 150 g/ 200 L de agua
Tomate	Mosca blanca(<i>Bemisia</i>), trips (<i>Frankliniella</i>), pulgón del tomate (<i>Macrosiphum euphorbiae</i>)	50 a 150 g/ 200 L de agua
Chile y pimientos	Mosca blanca (<i>Bemisia</i> , <i>Trialeurodes vaporariorum</i>), trips (<i>Frankliniella</i>), pulgón (<i>Aphis gossypii</i> , <i>Myzus</i>)	50 a 150 g/ 200 L de agua
Flores	Mosca blanca (<i>Trialeurodes vaporariorum</i>), trips (<i>Frankliniella</i>), pulgón (<i>Aphis</i> , <i>Myzus</i>)	50 a 150 g/ 200 L de agua
Banano	Mosca blanca (<i>Bemisia</i>)	50 a 150 g/ 200 L de agua
Frijol	Mosca blanca (<i>Bemisia</i>)	50 a 150 g/ 200 L de agua
Melón, pepino, sandía y calabaza	Mosca blanca (<i>Bemisia</i> , <i>Trialeurodes vaporariorum</i>), trips (<i>T. tabaci</i> , <i>Franklinella</i>), pulgón (<i>Aphis</i> , <i>Myzus</i>)	50 a 150 g/ 200 L de agua
Aguacate y frutales	Chinche de encaje (<i>Corytucha</i>)	50/ 200 L de agua

Cuadro 19. Uso de *Paecilomyces* para el control de plagas en algunos cultivos.

Cultivo	Problema	Dosis por hectárea y recomendación
Tabaco	<i>Meloidogyne</i> , <i>Aphelenchus</i> , <i>Xiphinema</i> , <i>Rotylenchus</i>	100 a 200 g/ha
Tomate y chile	<i>Meloidogyne</i> , <i>Aphelenchus</i> , <i>Tylenchus</i> , <i>Pratylenchus</i>	100 a 200 g/ha
Ajo	<i>Meloidogyne</i> , <i>Aphelenchus</i> , <i>Pratylenchus</i> , <i>Ditylenchus</i>	100 a 200 g/ha
Piña	<i>Meloidogyne</i> , <i>Xiphinema</i> , <i>Tylenchus</i> , <i>Pratylenchus</i> , <i>Circonema</i> , <i>Helicotilenchus</i> , <i>Circonemoides</i> , <i>Rotylenchus</i>	100 a 200 g/ha
Fresa	<i>Meloidogyne</i> , <i>Rotylenchus</i> , <i>Tylenchus</i> , <i>Pratylenchus</i>	100 a 200 g/ha
Flores	<i>Meloidogyne</i> , <i>Scutellonema</i> , <i>Pratylenchus</i> , <i>Helicotilenchus</i> , <i>Aphelenchus</i>	100 a 200 g/ha
Banano	<i>Meloidogyne</i> , <i>Radopholus</i> , <i>Pratylenchus</i> , <i>Helicotilenchus</i> , <i>Aphelenchus</i>	100 a 200 g/ha
Vid	<i>Meloidogyne</i> , <i>Radopholus</i> , <i>Pratylenchus</i> , <i>Xiphinema</i> , <i>Heterodera</i> , <i>Dikrella</i>	100 a 200 g/ha
Papa	<i>Meloidogyne</i> , <i>Aphelenchus</i> , <i>Tylenchus</i> , <i>Pratylenchus</i> , <i>Globodera</i> , <i>Nacobbus</i>	100 a 200 g/ha
Cucurbitáceas	<i>Meloidogyne</i> , <i>Pratylenchus</i> , <i>Xiphinema</i>	100 a 200 g/ha

Cuadro 20. Uso de *Entomophthera virulenta* para el control plagas en cultivos.

Cultivo	Problema	Dosis por hectárea y recomendación
Algodón	Áfidos (<i>Aphis gossypii</i>)	0.5 a 1.0 L
Tabaco	Áfidos (<i>Myzus</i> sp.), trips (<i>Frankiniella</i> , <i>Thrips tabaci</i>)	0.5 a 2 L + 100 g de <i>Verticillium lecanii</i>
Berenjena	Áfidos (<i>Myzus</i> sp.) y trips (<i>Frankiniella</i>)	0.5 a 1.0 L/200 L de agua
Flores	Áfidos (<i>Myzus</i> sp.) y trips (<i>Frankiniella</i>)	0.5 a 1.0 L/200 L de agua
Cítricos	Áfidos (<i>Macrosiphum</i> , <i>Myzus</i>), piojo blanco (<i>Orthezia</i>), piojos harinosos (<i>Pseudococcus</i>)	0.5 a 1 L + 50 g de <i>Verticillium lecanii</i>
Chiles	Áfidos (<i>Aphis gossypii</i> , <i>Myzus</i> sp.), trips (<i>Frankiniella</i>)	0.5 a 1.0 L/200 L de agua
Tomates	Áfidos (<i>Myzus</i> sp.), trips (<i>Frankiniella</i>), pulgón (<i>Macosiphum euphorbiaea</i>)	0.5 a 1.0 L/200 L de agua
Melón, pepino, sandía y calabaza	Áfidos (<i>Myzus</i> sp., <i>Aphis gossypii</i>), trips (<i>Frankiniella</i> , <i>Thrips tabaci</i>)	0.5 a 1.0 L/200 L de agua
Frijol	Áfidos (<i>Myzus</i> sp.)	0.5 a 1.0 L/200 L de agua
Banano	Piojos harinosos (<i>Pseudococcus</i>), chicharritas (<i>Empoasca</i> sp.)	1 a 2 L
Olivo	Piojo blanco (<i>Orthezia olivocora</i>)	1 a 2 L



Figura 17. Parcela en descanso.



Figura 16. Protección del suelo para evitar su erosión.

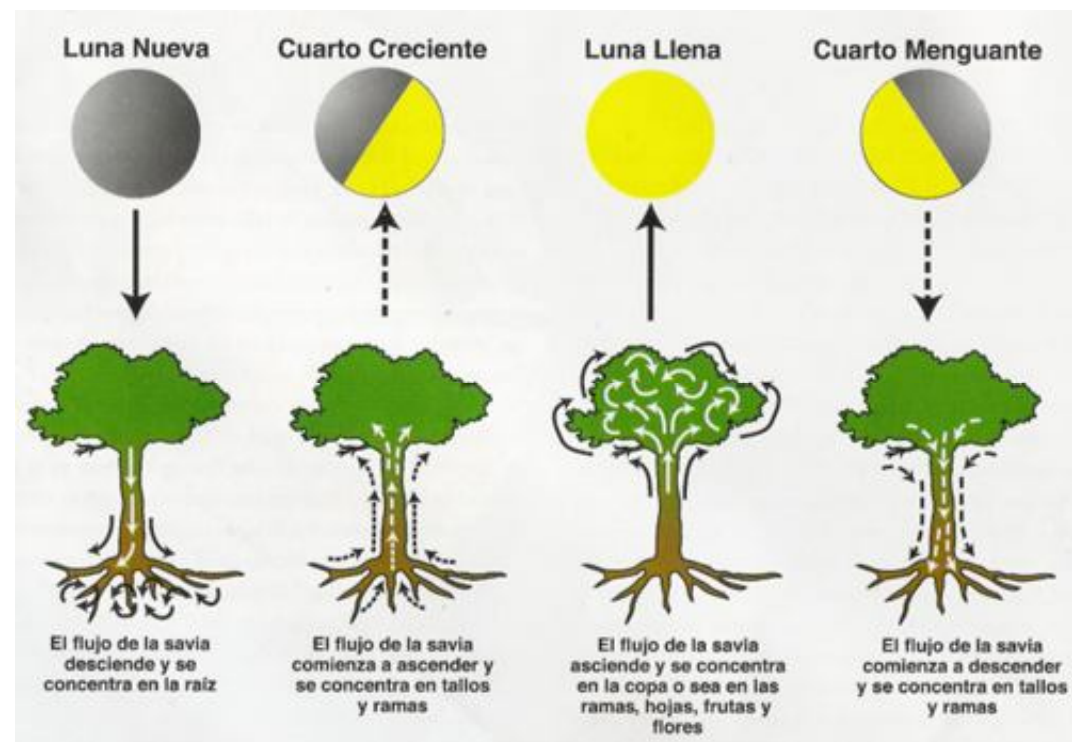


Figura 18. Efecto de las etapas de la luna en los vegetales en el hemisferio norte.

Cuadro 21. Uso de *Bacillus thuringiensis* para el control de plagas en diversos cultivos.

Problema	Dosis por hectárea y recomendación
Gusano falso medidor (<i>Mocis latipies</i> , <i>Caligo ilioneus</i>)	300 a 600 gramos
Palomilla dorso de diamante (<i>Plutella xillostella</i>)	400 a 800 gramos
Mariposa blanca de la col (<i>Pieris rapae</i>)	300 a 600 gramos
Barrenador del melón (<i>Diphania hyalinata</i>)	400 a 800 gramos
Gusano del fruto (<i>Heliothis zea</i>)	400 a 800 gramos
Gusano soldado (<i>Myhimna unipuncta</i>)	500 a 1500 gramos
Gusano peludo (<i>Estigmene acrea</i>)	400 a 800 gramos
Barrenador del tallo (<i>Diatraea saccharalis</i>)	400 a 800 gramos
Gusano cogollero (<i>Spodoptera frugiperda</i>)	400 a 800 gramos
Gusano elotero (<i>Helicoverpa zea</i>)	400 a 800 gramos
Gusanos trozadores (<i>Agrotis ipsilon</i> , <i>Diatraea</i>)	500 a 1500 gramos
Gusano medidor (<i>Authographa californica</i>)	300 a 600 gramos
Mariposilla amarilla (<i>Collias eurytheme</i>)	300 a 600 gramos
<i>Tecia solanivora</i>	250 gramos por 200 L de agua
Cermidia	300 a 600 gramos
<i>Euprostema</i> , <i>Opsiphanes</i>	500 gramos
Gusano del cuerno (<i>Manduca</i>)	400 a 800 gramos
Gusano medidor (<i>Pseudoplusia</i>)	400 a 800 gramos

VI. Conservar el suelo y evitar la erosión

Conservar el suelo formado.

Para prevenir los efectos de la erosión:

- Cobertura del suelo.
- Curvas de nivel.
- Curvas a ligero desnivel (1 por ciento).
- Terrazas, etc.

Después de invertir en la recuperación del suelo, no permitir que se erosione de nuevo.

VII. Descansar el suelo cada siete años

Los benéficos de descansar la tierra son evidentes: al descansar la tierra, se reconstituye y produce mejor al siguiente año.

Cuadro 22. Manejo del cultivo según las fases lunares.

Fase lunar	Preparación del suelo	Siembra	Frutales	Plazas y malezas	Cosecha	Corte de madera
Nueva	No	Frutos y granos desde el 4to. día	Siembra de frutales	No	No	No
Creciente	No	Frutos y granos	Podar y sellar heridas	Control y escardas	Sí Para consumo	Para leña verde
Llena	No	Frutos y granos	Cosechar frutos	Control y escardas	Sí Para consumo	Para leña verde
Menguante	Sí Hasta tres días antes	Tubérculos	Podar para detener crecimiento y desarrollo	Control y escardas y días mejores	Sí Para conservar semilla	Para madera de alta calidad Tres días después de iniciar la fase

Fuente: Ing. María de Jesús Bernardo Hdz. ITESO

VIII. Trabajar con los ciclos lunares

Al seguir el ritmo de la naturaleza todo lo que hagamos encontrará las condiciones adecuadas para su desarrollo.

Cuando la Luna se encuentra en su fase inicial, luna nueva, la savia de las plantas se encuentra primordialmente en la raíz; al subir la luna a cuarto creciente, la savia de la planta sube a través de los tallos; cuando es luna llena, la savia de las plantas se encuentra mayormente en las hojas, flores y frutos, en la copa de los árboles; cuando pasa a cuarto menguante, comienza a bajar por los tallos; y al final de este ciclo está en la fase de luna nueva (no se ve), es cuando la savia de la planta regresa a raíz.

Todo esto tiene efecto en el desarrollo de la planta y las labores que se realicen deben ser congruentes con el recorrido de la savia.

Por ejemplo, para preparar el suelo y abonar para la siembra, se recomienda hacerlo cuando la luna está en cuarto menguante; para sembrar tubérculos, se recomienda hacerlo cuando la luna está en cuarto menguante; para granos básicos y frutas, entre cuarto creciente y luna llena.

Se recomienda cortar las malezas de cuarto menguante a luna nueva, para que no tengan energía para recuperarse. Cuando se cosecha para vender peso de fruto, se recomienda cosechar en luna llena; cuando se venden grados Brix (dulce o energía) se recomienda cosechar en luna nueva.

IX. Conocer al enemigo

Hay que saber cómo, dónde y de qué vive, y también quiénes son los enemigos del cultivo. Por ejemplo, respecto a la mosquita blanca, en Nayarit se presentan tres diferentes especies: *Trialeurodes vaporariorum*, *Bemisia tabaci* y *Bermisia argentifoli*.

Se le denomina así por sus dos alas de color blanco; no supera los 2 milímetros (mm) de longitud; las alas le sirven para desplazarse de una planta a otra con relativa facilidad; durante el invierno se encuentra de forma fija en el envés de las hojas; es atraída por el color amarillo y el verde claro; se nutre de hojas y de las partes jóvenes de las plantas.

La reproducción se realiza a través de huevecillos, localizados en el envés de las hojas, en una cantidad aproximada de 180 a 200 huevecillos de color blanco-amarillento y de tamaño muy diminuto. A simple vista se ve como una pequeña cantidad de polvo blanco.

Su ciclo de vida varía de acuerdo con la temperatura y humedad ambiental: desde la incubación del huevo hasta la formación del adulto, es de aproximadamente 20 días, a una temperatura promedio de 25 °C y 65 por ciento de humedad relativa.

Los cultivos que se ven más afectados por este insecto son el tomate,

pimiento, pepino, frijol y tabaco. La mosca se instala en el envés de la hoja del cultivo, y al introducir su aparato bucal comienzan a nutrirse de ella deteriorando el crecimiento de la misma, ya que transmite enfermedades virales.

Con las trampas amarillas se controla principalmente a los adultos voladores; para controlar a los estadios larvarios se recomienda usar algunos extractos botánicos.

Su enemigos naturales son *Delphastus pusillus*, una pequeña catarinita que ataca todas las especies de mosquita blanca, pero prefiere huevecillos y ninfas; y *Encarsia formosa*.

Su ciclo de vida se completa en unas tres semanas a 21 °C, pudiendo sobrevivir el adulto en el cultivo durante 21 días, si se mantiene esa temperatura.

Otra alternativa es el uso de plantas compañeras aromáticas que repelen las plagas; por ejemplo, plantas como la hierbabuena aleja las hormigas y las pulgas negras; el ajo y la cebolla repelen las arañas y a muchos coleópteros²¹; la cebolla genera una bacteria antihongo en la raíz; el mastuerzo²² repele la mosquita blanca y pulgones; el zempasuchitl mata los nemátodos en el suelo y los gusanos de la raíz.

Otro aspecto es el uso de extractos botánicos, o el uso de sustancias orgánicas biodegradables no venenosas para el control de los insectos: alternativas que no afectan el ambiente, pero que sí afectan a la fauna benéfica y crean resistencia en los patógenos, por lo que su uso debe ser restringido.

Tomando en cuenta estas consideraciones, se presentan a continuación algunas de estas alternativas.

SUSTANCIAS ORGÁNICAS NO VENENOSAS PARA EL CONTROL DE INSECTOS

Realmente los insectos que llamamos plaga, solo tienen hambre y van a comer a las plantas que nosotros cultivamos: la estrategia para su control es el total exterminio, matando a toda la vida que se presente en las áreas asperjadas.

21 Los coleópteros son un orden de insectos con unas 375 mil especies descritas. Algunos nombres vulgares con los que se les conocen son: escarabajos, gorgojos, mariquitas, sanjuaneros, aceiteros, ciervos voladores, barrenillos. Contienen más especies que cualquier otro orden en todo el reino animal, seguido por los lepidópteros.

22 El mastuerzo (*Lepidium sativum*) es una planta herbácea anual de la familia de las brasicáceas (o crucíferas), recibe otros nombres como lepido, nastuerzo, cresón, o quizá más común es la denominación de berro de jardín, berro hortelano o berro alenense; pariente del berro y de la mostaza, con ese mismo toque picante, por eso también podemos conocerlo como pimienta mastuerzo y hoja de pimienta entre otros nombres.



Fig.19. Preparación de extractos botánicos.

Los ancestros usaban como estrategias, la siembra de plantas repelentes como la ruda, el tomillo, la mejorana, el zempasuchitl; así como el uso de té de tabaco (el primer insecticida), ajo y otras plantas aromáticas para evitar la llegada de los insectos al cultivo.

En la actualidad, se ha rescatado este conocimiento y se ha generado una gran colección de recetas de extractos de plantas y tubérculos para repeler e inclusive matar a los insectos.

Tabaco (repele y mata)

- 20 cigarrillos en 1 L de agua con 50 g de jabón; reposar tres horas y aplicar frío.
- Contra pulgones. Cuando esté fuerte el calor; evitar el rocío.
- 1 a 1.5 kg de tabaco seco en 200 L de agua. Dejar reposar 24 horas y aplicar.
 - para repeler insectos de cuerpo blando, como pulgones, gusanos pequeños, mosquita blanca.
 - No usar tabaco en tomate, chile, algodón y berenjena.

Ajo (repele y mata)

- Contra plagas de frijol.
 - o 2 cabezas de ajo machacado.
 - o 1 L de agua.

- o Reposar dos días; se completa a 20 L de agua.
- Contra ninfas, larvas y araña roja.
 - o Una cabeza de ajo.
 - o Un cuarto de litro (250 mL) de vinagre.
 - o 30 g de jabón en 250 mL de agua.
 - o Dejar reposar 24 horas y diluir en 15 L de agua.
- Contra plagas de suelo.
 - o Hacer una pasta de ajo con un poco de agua. Se mezcla con la semilla y se impregna antes de sembrar una cabeza de ajo.
 - o El agua de nixtamal (nejallo) aplicada a la pata del maíz al inicio del temporal controla los gusanos de la raíz.

Control de chapulín

- Espuela de caballero. Secar la plata, molerla y hacer cebos.
- *Beauveria bassiana* (hongo).

Mosquita blanca

- 0.5 kg de mastuerzo fresco.
- 5 L de agua.
- 5 g jabón.
- Dejar reposar por 24 horas.
- 100 mL de creolina en 200 L de agua; sirve para repeler a la mosquita blanca.

Gusanos

- Ajo
 - o Una cabeza de ajo.
 - o 250 mL de vinagre.
 - o 30 g de jabón en 250 mL de agua.
 - o Reposar durante 24 horas y diluir en 15 L de agua.

Conchuela, pulgones, ácaros y hongos

- 0.5 kg de cebolla machacada.
- 10 L de agua.
- Dejar reposar por 24 horas.

Para hortalizas calidad de exportación

- Tres cebollas.
- Tres cabezas de ajo.
- Una barra de jabón de barra.
- 40 L de agua.
- Dejar reposar 24 horas; filtrar y aplicar.

Hormigas

- Aplicar carbón molido en el hormiguero.
- También se puede llevar 15 a 20 kg de tierra de otro hormiguero al hormiguero problema.
- Siembra de ajonjolí alrededor.
- Pinol.
- Usar la bomba de chile.
- 250 gramos (g) de carne picada molida; dejarla descomponer, por varios días hasta que apeste; durante la tarde, cuando las hormigas se resguarden en el hormiguero, se escarba en él, se introduce la carne descompuesta y se tapa.

Bomba de chile (cuando se extendió la plaga)

- 100 g de ajo.
- 100 g de chile habanero (o el más picoso que encuentre).
- 1 L de agua.
- Reposar un día y filtrar.
- Completar 4 L.

Moscas

- Laurel flor color de rosa; el extracto (jugo) de las hojas.
- Cabezas y hojas de zempasuchitl quemadas en la puerta y en las ventanas.

Para el control de zancudos (mosquitos) anófeles

- Té de orégano (concentrado).
 - o Un puño de orégano en 1 L de agua.
 - o Calentar por 15 minutos.
 - o Enfriar, filtrar y aplicar directamente al insecto.
 - o No aplicar en las paredes, porque las mancha de color verde.
- Otra estrategia es la siembra de plantas repelentes como el nim (*neem*) o jamaica alrededor de las casas.

Cucarachas

- Bórax (ácido bórico) al 2 por ciento en agua.
 - o Limpiar con la solución en los lugares que se espera que salgan las cucarachas.
- Azúcar glass con bicarbonato de sodio (1:1).
 - o Poner la mezcla en platitos (tapas de botes) donde se espera que anden las cucarachas.

Plagas del almacén

- Capas de epazote entre el grano.
- 10 a 20 hojas de eucalipto por kilogramo de frijol o maíz, repele los gorgojos.
- Hoja santa, cola de ratón; seca en polvo de 1 a 5 por ciento del grano de maíz o frijol.
- Estafiate. Poner capas entre el grano o los costales o en polvo, del 1 a 5 por ciento del grano.

Para el control de frailecillo (tongo, o chate) hay dos posibilidades

- 1 kg de ruda seca pulverizada mezclarla en 200 L de agua; dejar reposar 24 horas, filtrar y aplicar.
- Ahogar un buen número de frailecillos en agua; cuando mueran, macerarlos en esa misma agua; filtrar y aplicar a las plantas donde no deseamos que el frailecillo se presente.
- Recordar no abusar en las aplicaciones.

Todas estas alternativas para el control de insectos están probadas y, salvo las reservas mencionadas, podemos decir que un suelo sano da plantas sanas, y estas, al servir de alimento para los animales, también resultan en animales sanos. Los animales y las plantas proporcionan materia orgánica que, al descomponerse, genera el humus, el cual proporciona resistencia contra nematodos, larvas y otros patógenos, debido a la actividad microbiana, produciendo antibióticos y enzimas



Figura 20. Uso de trampas amarillas adhesivas.



Figura 21. Con buen ánimo en la parcela.

entre otras sustancias; además, activa la microbiología del suelo, lo que propicia una óptima aireación y el abastecimiento de humedad y nutrientes, con lo que se generan plantas sanas, fuertes y con un balance nutricional adecuado.

X. Energía positiva cuando se vaya a la parcela

El ánimo negativo se contagia también a las plantas y, a su vez, el ánimo propositivo también; por eso no hay que ir de mal humor, o enfermo, a la parcela, porque las plantas lo sienten y no producen bien.

Por otro lado, cierto grupo de agricultores no permiten que las mujeres en los días de su periodo menstrual, vayan a la parcela, porque su malestar afecta a la plantas. También algunos grupos indígenas al terminar la siembra, hacen el amor en la parcela, para dejar esa energía de procreación en ella, en otros lugares los agricultores hacen fiesta y celebración para las jovencitas embarazadas en las parcelas, para que dejen ese humor alegre de dar vida.

Estos son los principios que han dado resultado para tener éxito en la agricultura ecológica en México, sobre todo en la prevención de las plagas y las enfermedades de los cultivos en producción.

RETOS DE LA AGRICULTURA ORGÁNICA

La agricultura orgánica mejora la fertilidad de las tierras sin dejar residuos tóxicos en sus productos, sin afectar la salud de los trabajadores del campo ni en los consumidores y sin afectar el ambiente.

Teniendo en cuenta las 31 millones de hectáreas certificadas en el mundo, y las más de 65 especies de interés económico, certificadas en México como producción orgánica, podemos decir que ya no es necesario usar agroquímicos tóxicos o derivados del petróleo, porque ya disponemos de la tecnología ecológica para producir los alimentos de la calidad y en la cantidad que el mundo necesita para mantener su población en crecimiento.

De no hacerlo así, se pone en riesgo la salud de las futuras generaciones debido al uso indiscriminado de pesticidas en la agricultura intensiva convencional.

BIBLIOGRAFÍA

Bejarano G., F. (2003). La espiral del veneno, guía crítica ciudadana sobre plaguicidas. Red de acción sobre plaguicidas y alterantivas en México. pp 55.

Geier, B. (1994). A short overview and facts on worldwide organic agriculture in IFOAM. Reports on Agriculture Worldwide.

Benzing, A. (2001). Agricultura orgánica, fundamentos para la región andina. Alemania, pp, 59-61.

Carson, R. 1962. Silent spring. Houghton mifflin company, Boston, E. U.

Chaboussou, F. (1967). La tophobiose ou les rapports nutritinels entre la plante-hôte et ses parasites. Ann. Soc. Ent. Fr., 3(3). 797-809.

Chaboussou F. (1972). La trophobiose et la protection de la plante. Revue des Question Scientifiques”, Bruselas, t. 143, no.1, p. 27-47 y no.2, p 175-208.

Colborn, T., J. Peterson M, D., Dumanouski, 2001. Nuestro futuro robado. Ed. Ecoespaña. Madrid, España. pp. 559.

Cueto, ML. (1994). En el video, “Huicholes y plaguicidas”, de Patricia Días Romo, del Instituto Nacional de Salud Pública, Centro Nacional de Producción Audiovisual, Mexico. D.F.

Dufrénoy J. (1936). Le traitement do sol, désinfection, amendement, fumure, en vue combattre chez les plantes agricoles les de grande culture les affections parasitaires et les maladies de carence. Ann. Agron. Suiza, p 680-728

Educación Médica Continua, S.A. de C.V., 2003. Tu salud, intoxicación por productos agrícolas. <http://www.tusalud.com.mx/120666.htm>.

Enviromental almanac (1992). Compiled by Word Resources Institute. Houghton Mifflin Company, Boston, 1992. U.S.A.

Gómez T. L., Gómez, C, M., Schwentesius, R. R. (1999 y 2001). Desafíos de la agricultura orgánica. certificación y comercialización. Editorial Mundi-Prensa-Universidad Autónoma de Chapingo, México, pp. 224.

Gómez C. M., Schwentesius, R. R, Gómez, T. L. (2000 y 2001). Agricultura orgánica de México. Datos Básicos. Boletín, SAGARPA-CIESTAAM, México, pp. 46.

Jeavons, J. (1991). Cultivo biointensivo de alimentos, Ecology action of the mid-penninsula. Traducción Gerardo Alatorre Frenk, Ca. E. U. pp. 204.

Restrepo, J. 1997. Manual de curso taller de agricultura orgánica, en el ocotal, Estado de México. Junio 1997, pp. 17.

Silguy, Dec. (1991) L'agriculture biologique collect. Que sais de? Pres universitaires de France..

Valero G., J. (1997). La agricultura orgánica, la esperanza para la agricultura queretana. Boletín Núm. 2 de Fundación Produce, Querétaro. pp. 8.

Valero G., J. (1999). control natural de insectos. Periódico Info Produce Querétaro, año 2, Núm. 11, marzo 1999. pp. 1.

Vanden Bosch, R. (1993). La conspiración de los pesticidas. Red de Acción en Alternativas al uso de los Agroquímicos (RAAA), Lima, Perú 1993 (original en inglés), 1978.



**CONSEJO CONSULTIVO
ZONA SUR**

Carretera estatal a Chametla Km 5.6
El Rosario, Sinaloa
Teléfono (01694) 9550074

OFICINAS CENTRALES

Gral. Juan Carrasco No. 787 Nte.
Culiacán, Sinaloa, México.
Tel./Fax (667) 712-02-16 y 46
Correos electrónicos:
direcciongeneral@fps.org.mx
divulgacion@fps.org.mx
En Internet:
www.fps.org.mx

